

Idejno rješenje nove regulacije i organizacije prometnih tokova u gradskoj četvrti Gornja Dubrava u Zagrebu

Vuković, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:119:765331>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-04**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Luka Vuković

**IDEJNO RJEŠENJE NOVE REGULACIJE I
ORGANIZACIJE PROMETNIH TOKOVA U GRADSKOJ
ČETVRTI GORNJA DUBRAVA U ZAGREBU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**IDEJNO RJEŠENJE NOVE REGULACIJE I ORGANIZACIJE
PROMETNIH TOKOVA U GRADSKOJ ČETVRTI GORNJA
DUBRAVA U ZAGREBU
CONCEPTUAL SOLUTION FOR TRAFFIC FLOW ORGANIZATION
AND REGULATION IN THE CITY DISTRICT OF GORNJA
DUBRAVA IN ZAGREB**

Mentor: prof. dr. sc. Grgo Luburić

Student: Luka Vuković
JMBAG: 0135220995

Zagreb, rujan 2022.

Zagreb, 23. svibnja 2022.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6943

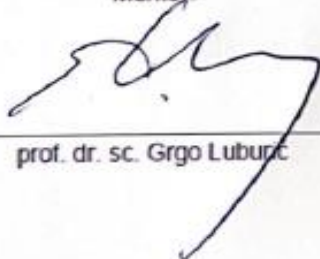
Pristupnik: **Luka Vuković (0135220995)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Idejno rješenje nove regulacije i organizacije prometnih tokova u gradskoj četvrti Gornja Dubrava u Zagrebu**

Opis zadatka:

U diplomskom radu potrebno je definirati područje obuhvata u gradskoj četvrti Gornja Dubrava u Zagrebu, uključujući makro i mikro lokaciju promatranog područja. Potrebno je napraviti analizu postojećeg stanja prometa i prometne infrastrukture te prikazati problematiku odvijanja prometnih tokova na predmetnom području. Također, potrebno je izvršiti brojanje prometa kako bi se dobio detaljan uvid o veličini i strukturi prometnog toka i budućoj prometnoj potražnji. Temeļjem prikupljenih podataka i izvršenih analiza potrebno je predložiti novu regulaciju, odnosno organizaciju prometnih tokova te izraditi idejna prometna rješenja kako bi se povećala razina usluge, propusna moć i sigurnost svih sudionika u prometu. U završnom dijelu rada potrebno je evaluirati predložena rješenja te donijeti zaključke o cjelokupnom istraživanju.

Mentor:



prof. dr. sc. Grgo Luburc

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit

SAŽETAK

Kroz ovaj diplomski rad predložena je nova regulacija i organizacija prometnih tokova u gradskoj četvrti gornja Dubrava u zoni raskrižja Koledinečka ulica i Ulica Milovana Gavazzija te raskrižja na području tržnice Dubrava koje se nadovezuje na prethodno raskrižje. Definirane su zone obuhvata na makro i mikro razini. Detaljnom analizom prometa i infrastrukture utvrđeni su nedostaci i problematika odvijanja prometnih tokova. Nakon provedenog brojanja prometa i utvrđivanja prometnih opterećenja te izrade prometne prognoze predloženo je idejno prometno rješenje kako bi se povećala razina usluge, propusna moć i sigurnost svih sudionika u prometu. U simulacijskom alatu PTV Vissim-u izvršila se simulacija postojećeg stanja i predloženog rješenja te se na osnovi izlaznih parametara iz simulacija napravila evaluacija rezultata.

KLJUČNE RIJEČI: prometni tok; raskrižje; brojanje prometa; sigurnost; razina usluge

Through this thesis, a new regulation and organization of traffic flows is proposed in the Gornja Dubrava city district in the area of the intersection of Koledinečka Street and Milovan Gavazzi Street and the intersection in the area of the Dubrava market, which is connected to the previous intersection. Coverage zones are defined at the macro and micro level. A detailed analysis of traffic and infrastructure identified shortcomings and problems with the development of traffic flows. After traffic counting, determining traffic loads and creating a traffic forecast, a conceptual traffic solution was proposed in order to increase the level of service, throughput and safety of all traffic participants. In the PTV Vissim simulation tool, a simulation of the existing state and the proposed solution was carried out, and an evaluation of the results was made based on the output parameters from the simulations.

KEY WORDS: traffic flow; intersection; traffic counting; safety; level of service

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. DEFINIRANJE ZONE OBUHVATA.....	3
2.1. Makro zona obuhvata	5
2.2. Mikro zona obuhvata	6
3. PROBLEMATIKA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA.....	8
3.1. Općenito o prometnim tokovima i njihovoj problematici	8
3.2. Problematika odvijanja prometnih tokova na promatranim lokacijama.....	11
4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETA I INFRASTRUKTURE	13
4.1. Analiza postojećeg stanja prometne infrastrukture	14
4.1.1. Raskrižje 1	14
4.1.2. Raskrižje 2	17
4.2. Analiza postojećeg sustava prijevoza putnika u javnom gradskom prometu.....	21
4.3. Analiza parkirališnih površina	21
4.4. Analiza sigurnosti	23
4.4.1. Analiza prometnih nesreća na području obuhvata.....	24
4.4.2. Analiza sigurnosti odvijanja prometa na području obuhvata	26
4.4.2.1. Analiza horizontalnih oznaka na cesti.....	27
4.4.2.2. Analiza nepropisnog prelaženja pješaka preko ceste	29
4.4.2.3. Analiza preglednosti.....	30
4.5. Analiza prometnih tokova.....	31
5. ANALIZA BUDUĆE PROMETNE POTRAŽNE.....	45
6. PRIJEDLOG IDEJNOG RJEŠENJA NOVE REGULACIJE PROMETNIH TOKOVA.....	49
7. EVALUACIJA PREDLOŽENOG RJEŠENJA	54
8. ZAKLJUČAK	60
LITERATURA	61
POPIS SLIKA.....	62
POPIS TABLICA	63
POPIS GRAFIKONA.....	63
POPIS PRILOGA.....	63

1. UVOD

Promet je pojava koja se promatra kroz odvijanje tokova prometnih sredstava, putnika i robe na prometnoj mreži. Prometna mreža se sastoji od prometnica koje su povezane čvorovima odnosno raskrižjima.

Ubrzani razvitak društva u gradskim sredinama uvjetovan je isto tako brzim razvitkom prometnog sustava. Zbog ubrzanog rasta prometa i povećanja prometne potražnje u gradskim sredinama, sve su veća opterećenja na prometnoj mreži i prometnim tokovima. Samim time dolazi do smanjenja sigurnosti svih sudionika u prometu zbog povećanja prometnih nezgoda, smanjenja propusne moći raskrižja odnosno mreže i prosječne brzine kretanja, povećanje zagađenja okoliša i slično. Da bi se navedeno izbjeglo i da bi se osiguralo optimalno odvijanje prometa potrebno je uočiti odnose među prometnim tokovima kako bi se moglo učinkovito djelovati. Odnosi među prometnim tokovima u obliku nepotrebnih sukoba (presijecanja tokova) događaju se na križanjima, s toga je potrebno izbjeći ili smanjiti nepotrebna presijecanja tokova kako bi se povećala propusna moć raskrižja.

Tema ovog diplomskog rada je Idejno rješenje nove regulacije i organizacije prometnih tokova u gradskoj četvrti Gornja Dubrava u Zagrebu. Predmet istraživanja su dva povezana raskrižja u zoni tržnice Dubrava i njihovi pripadajući tokovi.

Svrha istraživanja je prikazati analizirano postojeće stanje te prikazati nedostatke predmetnog područja kao što su smanjena sigurnost vozača i pješaka zbog presijecanja prometnih tokova, smanjena propusna moć raskrižja i loša regulacija i organizacija prometa koja dovodi do stvaranja repova čekanja na samom raskrižju i parkirališnoj površini koja se nalazi u neposrednoj blizini raskrižja.

Cilj istraživanja je na temelju kvalitetne analize donijeti najpovoljnija rješenja koja će pridonijeti većoj sigurnosti, propusnoj moći i optimizaciji prometnih tokova, odnosno smanjenu točaka kolizije i nepotrebnih presijecanja tokova.

Rad je podijeljen u osam cjelina:

1. Uvod
2. Definiranje zone obuhvata
3. Problematika odvijanja prometnih tokova
4. Analiza postojećeg stanja prometa i infrastrukture
5. Analiza buduće prometne potražnje

6. Prijedlog idejnog rješenja nove regulacije prometnih tokova
7. Evaluacija predloženog rješenja
8. Zaključak

U drugom poglavlju opisano je područje obuhvata, odnosno mikro i makro lokacija analiziranih raskrižja u gradskoj četvrti Gornja Dubrava. Navedeni su i atraktori putovanja koji direktno utječu na prometne tokove unutar promatranog područja.

U trećem poglavlju opisana je problematika odvijanja prometnih tokova na analiziranim raskrižjima.

U četvrtom poglavlju napravljena je analiza postojećeg stanja cestovne prometne infrastrukture, analiza postojećeg stanja javnog gradskog prometa za prijevoz putnika i analiza parkirališnih površina koja utječu na predmetna raskrižja. Također, provedena je analiza sigurnosti odvijanja motoriziranog i nemotoriziranog prometa te analiza dosadašnjih prometnih nesreća na području obuhvata. Na kraju poglavlja je izvršena detaljna analiza prometnih tokova na temelju podataka o brojanju prometu.

U petom poglavlju napravljena je prognoza prometa za buduća razdoblja od 5, 10 i 15 godina na temelju prethodno provedene analize sadašnjeg stanja prometnih tokova.

U šestom poglavlju je iznesen prijedlog idejnog rješenja nove regulacije i organizacije prometa za analizirana raskrižja, koji je napravljen na temelju prethodno provedenih analiza.

U sedmom poglavlju je prikazana evaluacija predloženog rješenja na temelju izlaznih parametara simulacijskog programa PTV Vissim. Također prikazana je usporedba simulacijskih podataka postojećeg stanja i predloženog idejnog rješenja.

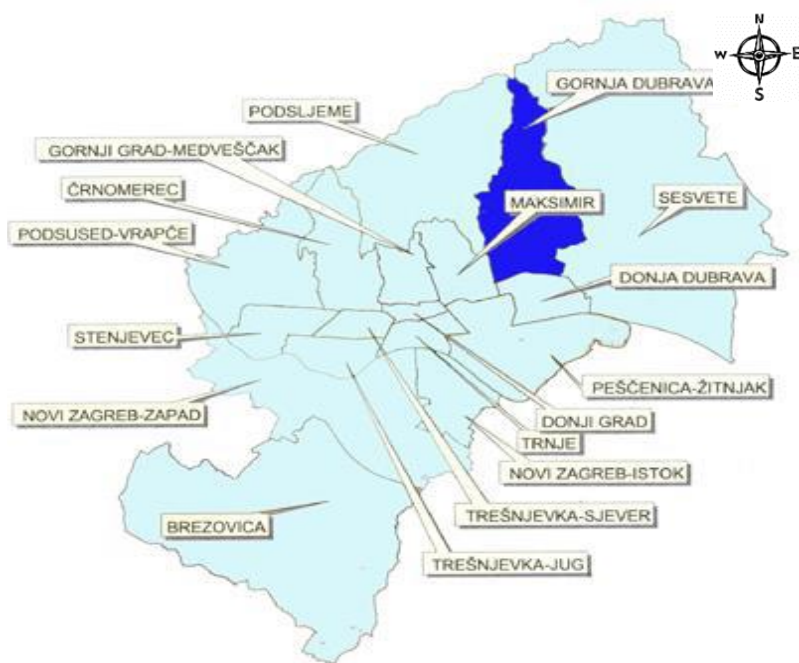
2. DEFINIRANJE ZONE OBUHVATA

Zona obuhvata je područje na kojem će se vršiti prometne analize i istraživanja, odnosno dati prijedlozi rješenja. Moguće je definirati uže (određene mikrolokacije) i šire područje obuhvata. Šira područje obuhvata obuhvaća cjelokupnu cestovnu prometnu mrežu gradske četvrti Gornja Dubrava na koju će idejna rješenja imati indirektan utjecaj (povećanje propusne moći, povećanje razine usluge, povećanje sigurnosti itd.).

Prostorni obuhvat se definira:

- opisno: navođenjem granica područja (ulice, željezničke pruge, prometnice, rijeke itd.)
- grafički: ucrtavanjem područja obuhvata na određenoj kartografskoj podlozi (DOF, HOK, TK-25, GIS, plan grada, podloga katastra itd.), [1].

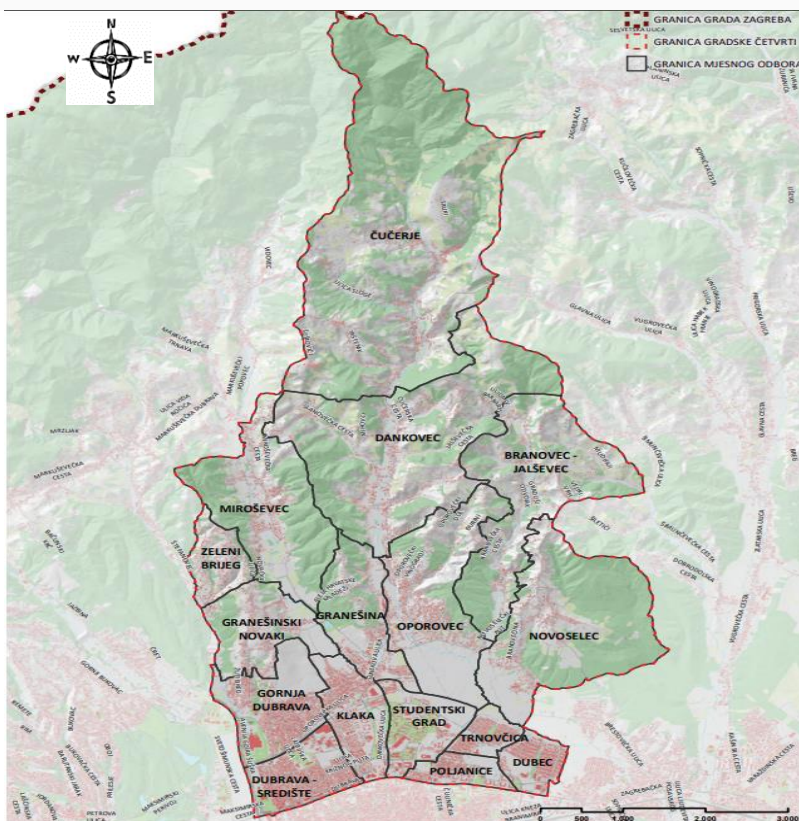
Gradska četvrt Gornja Dubrava obuhvaća sjeveroistočni dio grada Zagreba i dio naselja gradskog karaktera Sesvete (nekadašnje samostalno naselje Dubec). Smještena je između Gradske četvrti Donja Dubrava na jugu, Maksimira na zapadu, Podsljemena na sjeverozapadu te Sesveta na sjeveroistoku i istoku. Na sjevernom, podsljemenskom dijelu toga prostora stoljećima egzistiraju do prije tridesetak godina samostalna naselja poput Čučerja, Oporovca, Branovca, Jalševca, Čugovca, Dankovca, Miroševca, Novaka, Novoselca i Granešine, [3].



Slika 1. Smještaj gradske četvrti Gornja Dubrava, [2]

Područje gradske četvrti Gornja Dubrava izrazito je izduženo u pravcu sjever-jug i reljefno vrlo raznoliko. Najveći dio prostora zauzimaju obronci Medvednice, ispresijecani dolinama podsljemenskih potoka Trnava, Čučerska Reka i Branovec. Tim se dolinama protežu najvažnije prometnice ovoga dijela grada: Miroševečka cesta na zapadnom, Sunekova ulica i Čučerska cesta na središnjem te Novoselečki put i Branovečka cesta na istočnom dijelu prostora. Najjužnija petina područja izrazito je nizinska, a nešto veći dio područja na krajnjem sjeveru, koji pripada prostoru Parka prirode Medvednica, ima izrazita obilježja brdskog krajobraza, [2]. Prema [3] Gornja Dubrava se prostire na na površinu od 40,26 km².

Gornja Dubrava je 2011. godine imala 61.841 stanovnika, što predstavlja 7,83% od ukupnog broja stanovnika Grada Zagreba. Više od tri četvrtine stanovnika koncentrirano je na najjužnijoj petini područja Četvrti. Zanimljivo je da taj prostor još tridesetih godina prošloga stoljeća praktički nije bio nastanjen, a velikim je dijelom bio prekriven hrastovom šumom (otuda mu i ime Dubrava). Danas je to područje guste stambene gradnje, većim dijelom individualne, ali i kolektivne, ponajprije uz ulicu Dubrava te na područjima bivših mjesnih zajednica Klaka, Studentski grad i Poljanice, isprepletene s raznolikim gospodarskim, mahom uslužnim djelatnostima, [3].

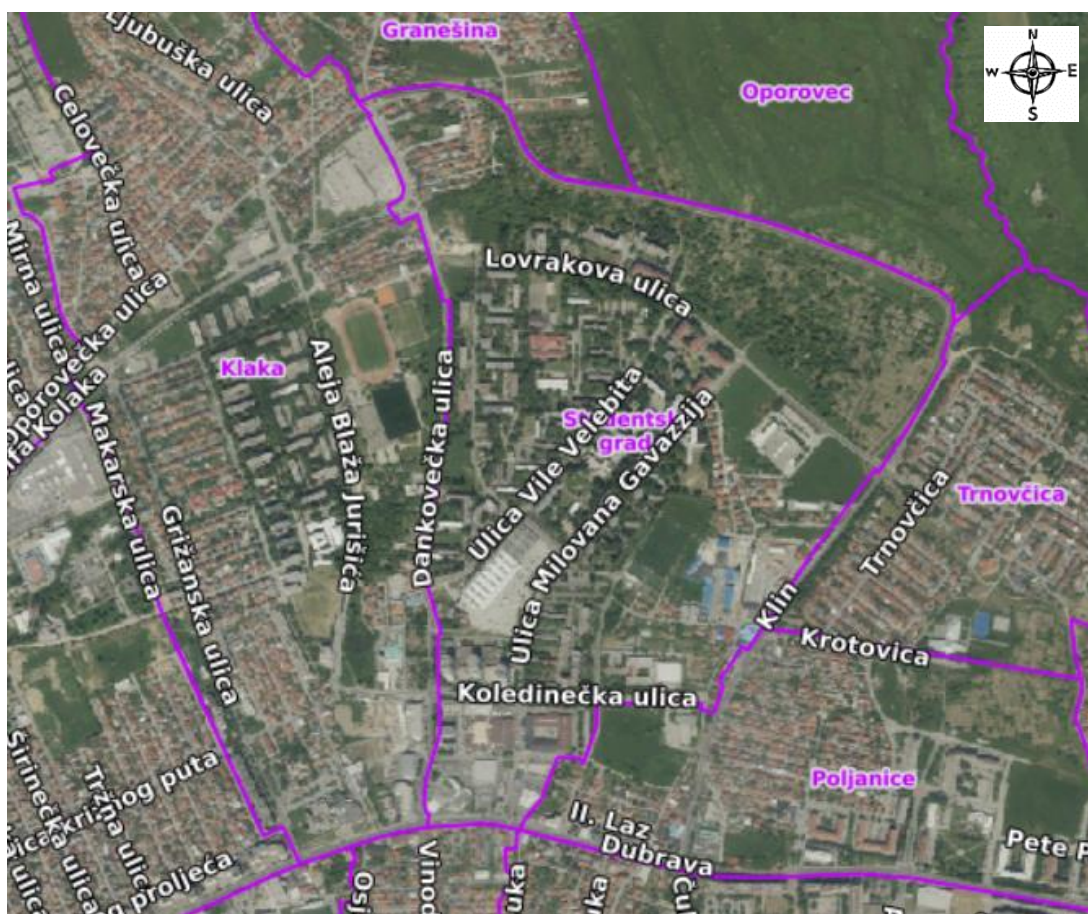


Slika 2. Prikaz mjesnih odbora gradske četvrti Gornja Dubrava, [3]

2.1. Makro zona obuhvata

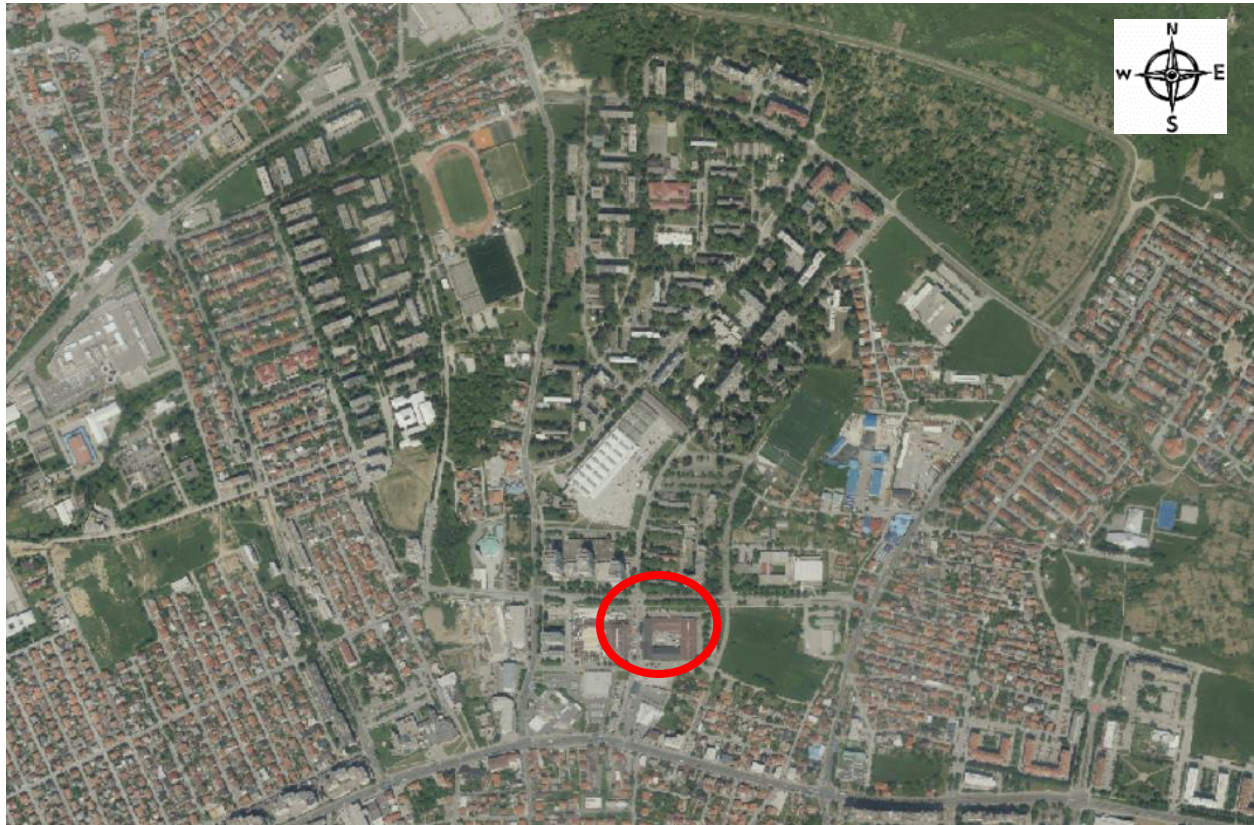
Makro, odnosno širom zonom obuhvata definira se lokacija kao i položaj značajnih prometnica u odnosu na ukupno promatrano područje. Odabrano predmetno područje nalazi se na samom jugu mjesnog odbora Studentski grad. Studentski grad je stambeno naselje koje se nalazi na južnom dijelu gradske četvrti Gornja Dubrava. Na zapadu graniči sa mjesnim odborom Klaka, na sjeveru sa mjesnim odborima Granešina i Oporovec, na istoku sa mjesnim odborima Trnovčica i Poljanice, dok na južnom dijelu graniči sa najprometnijom prometnicom Avenija Dubrava koja ujedno razdvaja područje gradskih četvrti Gornja i Donja Dubrava.

Značajnije prometnice koje omeđuju promatrano područje su Dankovečka ulica na zapadu, Lovrakova ulica na sjeveru, ulica Klin na zapadu te glavna avenija i najprometnija prometnica u Dubravi, Avenija Dubrava na samome jugu. Također, kroz promatrano područje prolaze i dvije vrlo bitne i prometne ulice. Koledinečka ulica koja spaja zapadno i istočno područje Gornje Dubrave i Ulica Milovana Gavazzija koja spaja sjeverno i južno područje Studentskog Grada. Prethodno navedene dvije ulice su ujedno i dio predmeta ovog diplomskog rada.



Slika 3. Prikaz područja mjesnog odbora Studentski grad, [4]

Na slici 4. je prikazana šira zona obuhvata. Crvenim krugom su označena predmetna raskrižja zajedno sa parkirališnom površinom tržnice Dubrava, koja će biti predmet istraživanja u ovome diplomskom radu.



Slika 4. Makro zona obuhvata, [4]

2.2. Mikro zona obuhvata

Mikro, odnosno uža zona obuhvata predstavlja položaj objekta (raskrižje, prometnica, parkirališna površina itd.) na manjem području promatrane prometne mreže. U ovom radu analizirano je predmetno semaforizirano četverokrako raskrižje uz samu tržnicu Dubrava koje se nalazi na južnom djelu mjesnog odbora Studentski grad. Uz semaforizirano raskrižje, analizirano je i četverokrako raskrižje u sklopu parkirališne površine tržnice Dubrava koje se nalazi odmah do predmetnog semaforiziranog raskrižja.

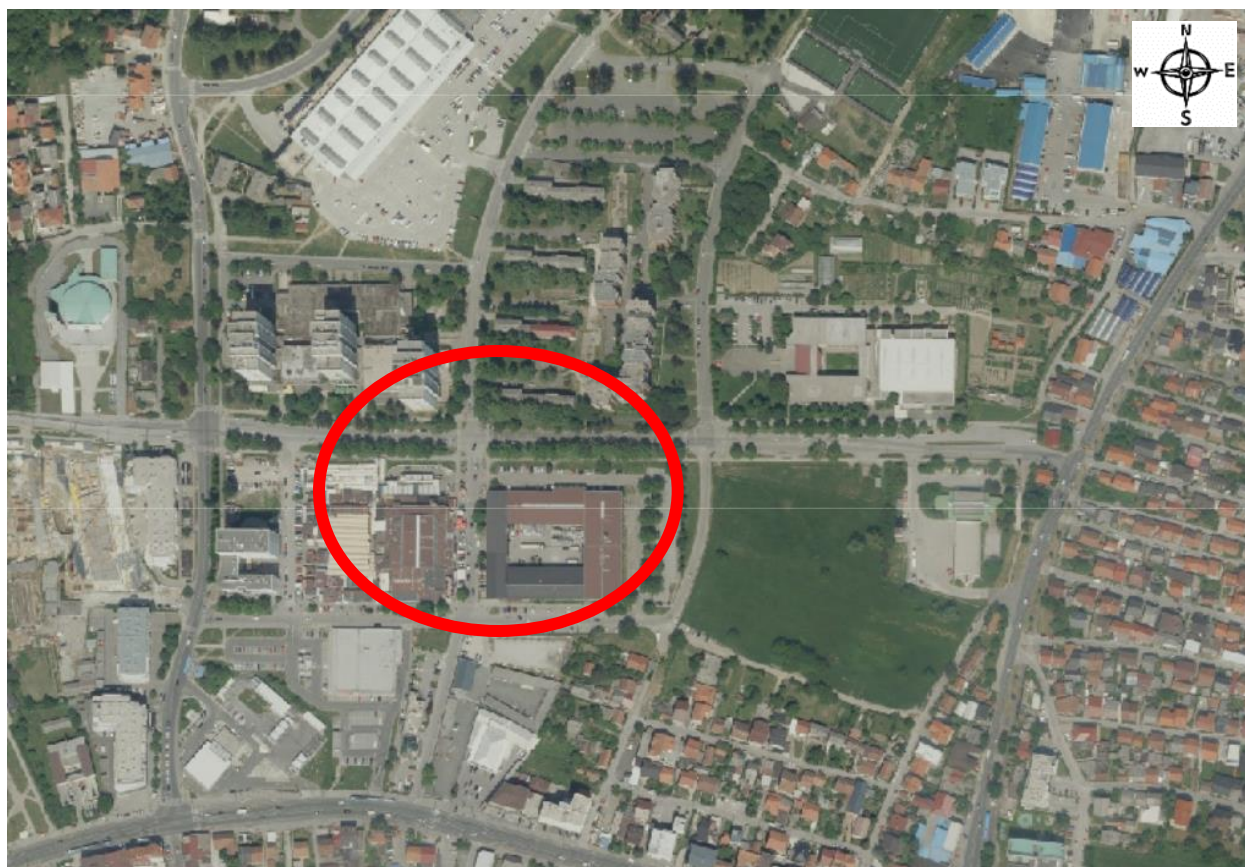
U blizini raskrižja nalazi se puno objekata koji privlače velik broj putovanja, kao što su: tržnica Dubrava, četiri srednje škole, vatrogasna postrojba Dubrava, trgovački centri Kaufland, SPAR i Konzum, restorani brze hrane McDonald's i Ali Kebaba koji imaju mogućnost „drive-in“ preuzimanja hrane, benzinska postaja, brojni kafići i dr. Osim objekata koji privlače putovanja tu

se naravno nalazi i velik broj generatora putovanja jer se radi o području sa uglavnom stambenim zgradama.

Kroz semaforizirano predmetno raskrižje prolazi Koledinečka ulica (istok-zapad) i ona spaja zapadni dio Gornje Dubrave (mjesni odbor Poljanice i Trnovčica) sa istočnim dijelom Gornje Dubrave (mjesni odbor Klaka i Dubrava-središte) tako da je ulica poprilično prometna. Druga ulica koja prolazi kroz raskrižje je Ulica Milovana Gavazzija sa sjevera koja se nadovezuje na južni dio Koledinečke ulice. Ulica Milovana Gavazzija povezuje sjeverni dio mjesnog odbora Studentski grad sa južnim dijelom.

Sve prethodno navedene ulice koje prolaze kroz raskrižje vode prema još važnijim prometnicama kao što su Dankovečka ulica na zapadu ili ulica Klin na istoku koje sijeku najprometniju prometnicu Avenija Dubrava koja povezuje ostale zagrebačke gradske četvrti kao što su Donja Dubrava na jugu, Maksimir na zapadu i Sesvete na istoku.

Odobrano raskrižje je četverokrako semaforizirano raskrižje i četverokrako raskrižje sa parkirališnom površinom koja se priključuje na južni dio Koledinečke ulice semaforiziranog raskrižja, uz napomenu da zapadni privoz predmetnog raskrižja čini prostor namijenjen samo dostavnim vozilima.



Slika 5. Mikro zona obuhvata, [4]

3. PROBLEMATIKA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA

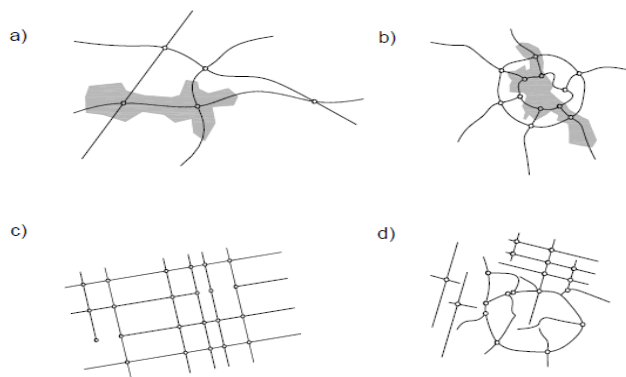
3.1. Općenito o prometnim tokovima i njihovoj problematici

Prometni planeri i projektanti svakodnevno su suočeni s problemima u odvijanju prometa. U stručnim krugovima i šire je misao da se samo sveobuhvatnim studijama i dugoročnim rješenjima mogu riješiti prometni problemi u gradovima. Iako su studije i projekti neophodni, osobito je važno, u okviru njihova ostvarenja, naći rješenja koja se s malim sredstvima i u kratkom vremenu mogu realizirati i dati zadovoljavajuće rezultate, [5].

Da bi se prometni tokovi pravilno vodili i uzrokovali što manje problema u odvijanju cestovnog prometa, potrebno ih je pojedinačno promatrati. Treba naglasiti da jedinicu prometnog toka ne tvori jedno vozilo, jer je njegovo kretanje na prometnici ono najvećom sigurnosnom brzinom, a da nije ovisno (ometano) drugim vozilima na prometnici. Pod prometnim tokom se razumijeva istodobno kretanje dvaju ili više vozila na istom putu (itineraru). Promatrani prometni tok, tlocrtno gledano, može biti linearan (na odsječku ravne ceste ili npr. dionici autoceste) ili lomljen (što je čest slučaj u gradovima), [5].

Čest je slučaj da se na određenom području (zoni obuhvata) nailazi na dva i više prometnih tokova. Prometni tokovi mogu biti različiti po smjeru kretanja (izvoru i cilju putovanja), po intenzitetu (broju vozila u toku), po sastavu (osobni automobili, teretna vozila, mješoviti tok), te po vremenu u kojemu se generiraju (jutarnja vršna i izvanvršna opterećenja, popodnevna vršna i izvanvršna opterećenja te promet noću, radnim danima, vikendom, blagdanima ili sezonski poput ljetnog ili zimskog, odnosno generirani zbog periodičkih i neperiodičkih manifestacija), [5].

Prema [5] odvijanje i uvjeti odvijanja (odnosi) među prometnim tokovima, razmotreni su u prometnim mrežama. Na slici 6. prikazan je najčešći tip urbanih mreža, naselja, gradova i gradskih četvrti (starih i suvremenih).



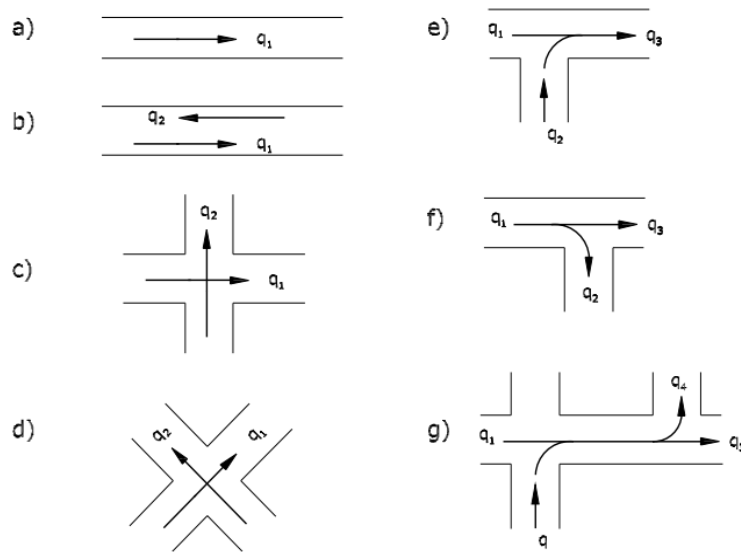
Slika 6. Shematski prikazi različitih vrsta mreža: a) mreža sastavljena od glavne prometnice (arterije) te pomoćnih, b) radijalna mreža urbanog tkiva, c) ortogonalna mreža modernih gradova, d) mreža prometnica modernih naselja oko stare gradske jezgre, [5]

U takvim složenim uvjetima koji se redovito pojavljuju u prometnoj mreži, nužna je interakcija među tokovima, gdje jedan utječe na druge i obrnuto.

Kako bi se uspostavilo optimalno odvijanje prometa i da bi se moglo terapijski djelovati nužno je uočiti odnose među prometnim tokovima. Korist od takvog rješavanja problema u gradovima je višestruka: smanjuju se prometne nezgode, povećava se propusna moć raskrižja odnosno mreže i prosječna brzina kretanja, smanjuje se zagađenje okoliša, potrebne su manje investicije za infrastrukturu jer se postojeća optimalno iskorištava, manji su troškovi u eksploataciji vozila individualnog i javnog gradskog prometa, [5].

Odnosi među prometnim tokovima u obliku nepotrebnih sukoba (presijecanja) događaju se na križanjima, a uzrok im je organiziranost i usmjerenje prometnih tokova u mreži. S toga svaki postupak u izmjeni organiziranosti prometnih tokova, mora biti utemeljen na detaljno izučenom postojećem stanju i sagledavanju mogućnosti njegove izmjene. Odnosi među prometnim tokovima u mreži posebice su složeni u urbanim dijelovima prometne mreže, stoga treba težiti da se sa što manje pokazatelja opišu što točnije. Svrstani su u sljedeće kategorije, [5]:

- mimoilaženje
- presijecanje
- preplitanje
- ulijevanje
- odlijevanje



Slika 7. Grafički prikaz odnosa među prometnim tokovima

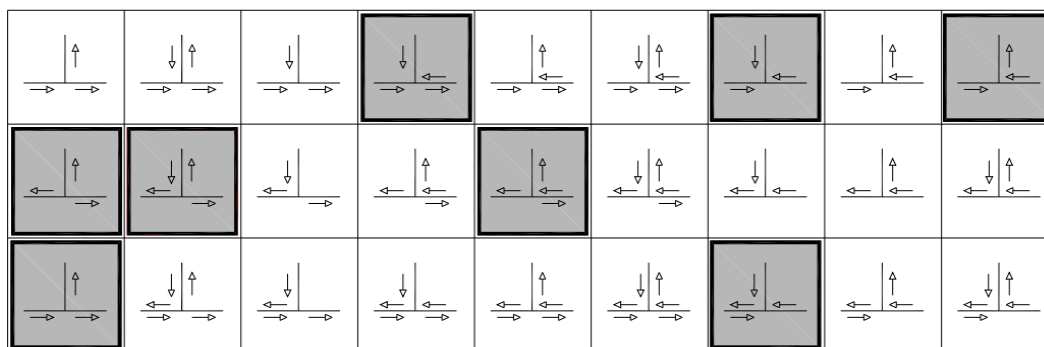
- a) odvijanje jednosmjernog toka, b) mimoilaženje, c) presijecanje, d) presijecanje, e) ulijevanje, f) odlijevanje g) preplitanje, [5]

Usmjerenost ulične mreže utječe na intenzitet presijecanja, preplitanja, ulijevanja i odlijevanja. Kada bi se ulična mreža promatrala kao skup elemenata, onda bi elemente činile dionice ulične mreže. Svaki element ulične mreže može se opisati s dva parametra: vrstom smjernosti (dvosmjerna ili jednosmjerna) i usmjerenosti (jednosmjerna i vožnja desnom ili lijevom stranom). U gradovima je često nužno uvesti jednosmjerno kretanje vozila u nekim dijelovima mreže i postavljati razne usmjerenosti. Tim postupcima se utječe na odnose među prometnim tokovima te dolazi do povećanja ili smanjenja nepotrebnog presijecanja tokova, [5].

Na raskrižjima se kao najvažniji odnosi među prometnim tokovima, događaju presijecanje, ulijevanje i odlijevanje, dok je preplitanje izraženije na dionicama između raskrižja i takvi odnosi se odvijaju na raskrižjima u razini. Na odabir putanje kretanja vozača utječe usmjerenje prometne mreže. Ako takva usmjerenja prometa nisu pravilno postavljena, mreža nije podjednako opterećena, što obično rezultira uskim grlom na određenim elementima. Na odabir putanje kretanja u mreži može se utjecati i informativnom signalizacijom, [5].

Proučavanje, odnosno opažanje odnosa među prometnim tokovima je preduvjet spoznaje o nedostacima vođenja prometnih tokova. Takva podloga je osnovica za organiziranje prometnih tokova, odnosno primjenu metoda kojima će se minimizirati suvišna presijecanja. Reorganiziranjem prometnih tokova znatno se može poboljšati stanje u cestovnom prometu (u gradovima i unutarnjem prometu) bez znatnih investicija u infrastrukturu. Pod organiziranjem prometnih tokova podrazumijeva se sustavan način kretanja tokova u prometnim mrežama s ciljem optimalnog korištenja mreže s minimalnim troškovima odvijanja prometa, odnosno minimiziranjem međusobnog križanja vozila na mjestima križanja, [5].

Djelomičnim promjenama u usmjerenju ulične mreže, postavljanju jednosmjernih ulica i kružnoga kretanja prometa djeluje se na konkretne prometne probleme koji se pojavljuju na pojedinim mjestima u mreži (prometne gužve na raskrižjima, povećanje propusne moći radi bržeg odvijanja javnoga gradskoga prometa i sl.). Pri sagledavanju usmjerenosti prometne mreže bitno je odvojiti usmjerenost njenih elemenata: usmjerenost ulice kao dijela ceste između dvaju čvorova (raskrižja) i usmjerenosti samog čvora (raskrižja), [5].

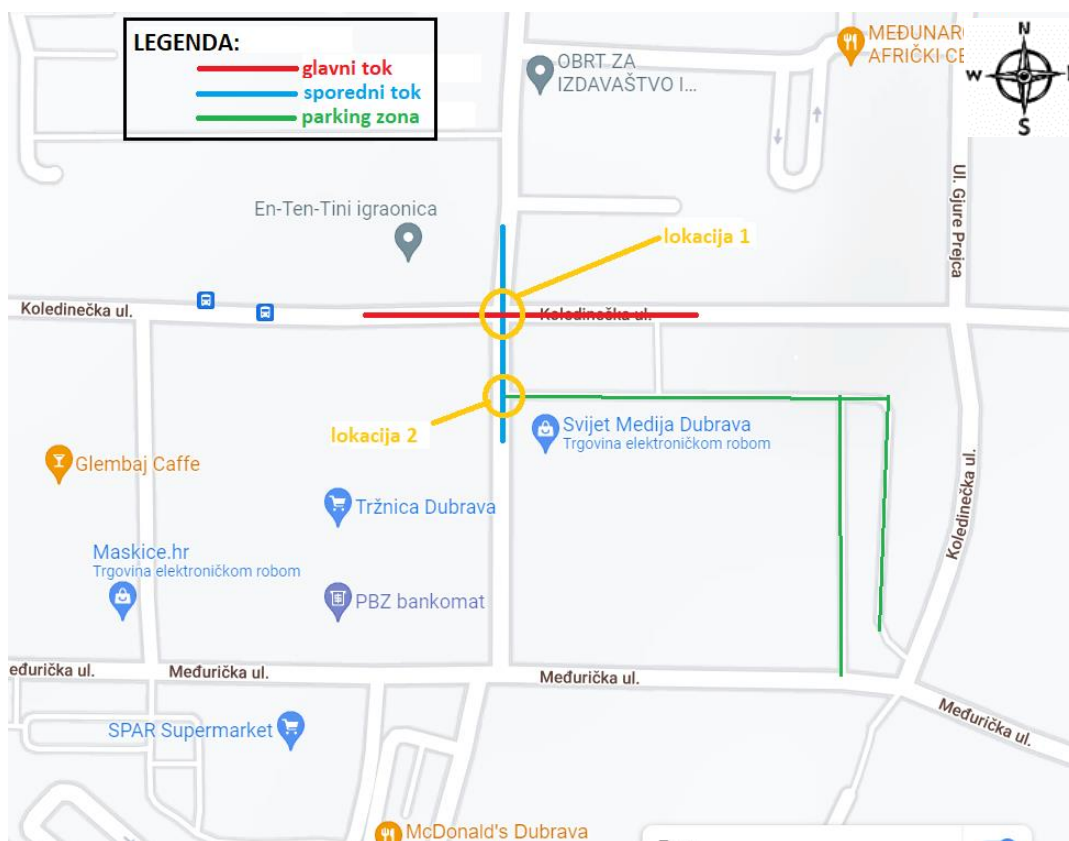


Slika 8. Primjer mogućih usmjerenja prometa na trokrakom raskrižju (te osam kombinacija koje nisu moguće), [5]

3.2. Problematika odvijanja prometnih tokova na promatranim lokacijama

Odvijanje prometnih tokova na analiziranim raskrižjima i parkirališnoj površini u radu imaju zajedničku problematiku, a to je optimalno i sigurno odvijanje prometnih tokova. Na promatranim lokacijama dolazi do povećanog prometnog opterećenja u vršnim satima, naročito tijekom vikenda kada raskrižje s parkirališnom površinom direktno utječe na odvijanje prometa na semaforiziranom raskrižju. Zbog povećanog prometnog opterećenja na samom raskrižju i parkiralištu dolazi do povećanog presijecanja tokova što na kraju dovodi do zagušenja na predmetnim lokacijama. Dodatan problem u odvijanju prometnih tokova predstavljaju uzdužna parkirna mjesta na glavnom toku u smjeru kretanja istoka i zapada. Vozila koja izlaze ili ulaze na parkirno mjesto ometaju odvijanje glavnog toka te kod dužeg parkiranja stvaraju zagušenje u samom raskrižju.

Na slici 9. su prikazane problematične lokacije i prometni tokovi koji kroz njih prolaze.



Slika 9. Položaj problematičnih lokacija

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [6]

Lokacija 1 predstavlja četverokrako semaforizirano raskrižje Koledinečke ulice i Ulice Milovana Gavazzija. Lokacija 2 predstavlja četverokrako raskrižje Koledinečke ulice i ulice u sklopu parkirališne površine, te pristupne ceste na istočnom privozu koja je namijenjena samo

vozilima dostave. Kao što je i ranije napomenuto u radu pod poglavljem 2, navedene lokacije se nalaze u blizini velikih atraktora putovanja što dovodi do povećanog prometa u vršnim satima.

Veliki problem tijekom vikenda predstavlja četverokrako raskrižje s parkirališnom zonom, odnosno raskrižje na lokaciji 2. Naime, kada vozila koja dolaze sa lokacije 1, odnosno semaforiziranog raskrižja sa sjevera te pokušavaju ući na parkiralište dolazi do zagušenja na obje lokacije, jer vozila koja se uključuju na parking (lijevo skretanje) moraju propustiti vozila iz suprotnog smjera, pješake koji prelaze pješački prijelaz na parkirališnoj površini, te moraju pričekati da se isprazne vozila sa parkirališne površine gdje dolazi do zagušenja zbog dostavnih vozila i vozila koja ulaze i izlaze sa parkirnih mjesta. Prethodno navedeno dovodi do stvaranja repa vozila koji se proteže skroz do semaforiziranog raskrižja na sjeveru (lokacija 1), koje je ionako vrlo opterećeno u periodu vršnog sata, te dolazi do zastoja i prekida odvijanja prometnog toka na samom raskrižju i ugrožavanja sigurnosti svih sudionika u prometu, što je vidljivo na slici 10.



Slika 10. Položaj problematičnih lokacija

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [9]

Unatoč prethodno navedenoj problematici, semaforizirano raskrižje ima problem podjednakog opterećenja svih tokova u vršnom satu zbog mnogih atraktora i produktora (generiranja) putovanja u blizini samog raskrižja, pa dolazi do stvaranja repova čekanja.

Dodatan problem na navedenom raskrižju predstavljaju pješački tokovi upravljani svjetlosnim uređajima, odnosno semaforima, preko kojih pješaci prelaze cestu unatoč zabrani kretanja i time dodatno ugrožavaju sigurnost i ometaju odvijanje prometnog toka. Više o problematici sigurnosti na predmetnim raskrižjima nalazi se u analizi sigurnosti odvijanja prometnih tokova pod poglavljem 4 u radu. Zbog navedenih problematike biti će potrebno reorganizirati prometne tokove i dati nova idejna rješenja koja će omogućiti sigurno i optimalno odvijanje svih prometnih tokova.

4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETA I 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, [1].

Analizom postojećeg stanja u prometu može se vrlo lako uočiti, promatranjem ili mjerenjima, gdje se javljaju zastoji i poteškoće u odvijanju prometa. Time se dolazi do identifikacije kritičnih mjesta koja 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, [5].

Analizom postojećeg stanja prikupljamo i analiziramo podatke za definiranu zonu obuhvata, koje ćemo koristiti za izradu prijedloga idejnih rješenja. Preporučeni sadržaj analize je:

- ispitivanje cjelokupne prometne mreže na području obuhvata s obzirom na njezinu zadaću i funkciju;
- utvrđivanje topografskih, urbanističkih i prometnih značajki područja obuhvata;
- snimanje prometa za sve vrste vozila, uključivši javni i pješачki promet;
- utvrđivanje stanja izgrađenosti (urbanističke prilike, preglednost prometnica, vođenje trase, stanje kolnika i sl.);
- utvrđivanje broja prometnih nezgoda (uzrok, mjesto, vrijeme, učestalost), [7].

U ovome radu najveći naglasak će biti na analizi prometnih tokova, snimanju prometa, analizi geoprometnog položaja u samom gradu Zagrebu, analizi cestovnih infrastrukturnih objekata te analizi sigurnosti odvijanja prometnih tokova i utvrđivanju broja prometnih nesreća na predmetnim lokacijama.

4.1. Analiza postojećeg stanja prometne infrastrukture

Analiza prometne infrastrukture je neophodna kako bi se utvrdilo trenutno stanje, te kako bi se na temelju same analize mogla predložiti nova rješenja u svrhu poboljšanja odvijanja prometnih tokova.

Prometni znakovi, signalizacija i oprema u cijelosti moraju biti usuglašeni s važećim normativima, te postavljeni na osnovi ovjerenog prometnog projekta. U velikoj skupini navedene opreme su:

- prometni znakovi;
- prometna svjetla i svjetlosne oznake;
- oznake na kolniku i drugim površinama;
- prometna oprema cesta;
- signalizacija i oprema za smirivanje prometa;
- turistička i ostala signalizacija, [8].

Analiza prometne infrastrukture gradske četvrti Gornja Dubrava, mjesnog odbora Studentski grad provedena je s ciljem ocjenjivanja prometne mreže postojećeg stanja te njenih osnovnih karakteristika.

Analizom postojeće infrastrukture cestovnog prometa utvrđeno je da ceste koje se isprepliću na predmetnim raskrižjima spadaju pod nerazvrstane ceste. Promatrana raskrižja spadaju u grupu raskrižja u razini (RUR), pri čemu su sva građevinska rješenja i prometni tokovi riješeni na istoj prometnoj plohi.

Analiza prometne infrastrukture provedena je za motorizirani i nemotorizirani promet.

4.1.1. Raskrižje 1

Predmetno raskrižje predstavlja semaforizirano četverokrako raskrižje, odnosno raskrižje upravljano svjetlosnim uređajima koje se odvija u dvije faze.

Glavni privoz raskrižju čine zapadni (slika 11.) i istočni privoz (slika 12.). Oba dva privoza imaju po tri prometne trake. Svaki privoz ima odvojenu traku za lijevo skretanje, jednu traku za ravno i desno skretanje te jednu traku za suprotan smjer. Širina traka za ravno i desno te traka za lijevo skretanje iznosi 3 metra, dok izlazni trakovi iznose 3,75 metara.



Slika 11. Prikaz glavnog privoza sa zapada



Slika 12. Prikaz glavnog privoza sa istoka

Vertikalnu prometnu signalizaciju na glavnom zapadnom privozu čine semafor koji se nalazi na semaforskom stupu iznad trake za lijevo skretanje, te semafor koji se nalazi na posebnom stupu ispred stupa rasvjete zajedno sa znakom za cestu s prednošću prolaska. Vertikalnu prometnu signalizaciju na glavnom istočnom privozu čine semafori koji se nalaze na semaforskom stupu iznad trake za lijevo skretanje, te pored trake za ravno i desno skretanje. Ispred semaforskog stupa nalazi se stup javne rasvjete na kojem se nalazi i znak za cestu s prednošću prolaska.

Na istočnom i zapadnom privozu se nalaze semafori za prijelaz pješaka preko pješačkog prijelaza na navedenim privozima. Pješački prijelazi su na istočnom i zapadnom privozu širine 3 metara. Na Istočnom i zapadnom privozu pješački je promet odvojen zelenim pojasom na kojem se nalazi drvored. Širina zelenog pojasa je 6 metara. Nakon zaštitnog zelenog pojasa slijedi pješački tok širine 3 metra. Na istočnom privozu se nalaze i autobusne stanice na udaljenosti 55 metara od raskrižja.

Nakon prolaska raskrižjem na istočnom i zapadnom privozu u smjeru vožnje se nalaze uzdužna parkirna mjesta. Ispred prvog parkirnog mjesta se nalazi vertikalna prometna signalizacija sa znakom za uzdužno parkiranje pored prometne trake. Također, prije navedenog znaka za dozvoljeno parkiranje se nalazi i znak za zabranjeno parkiranje zbog blizine pješačkog prijelaza. Parkirna mjesta su širine 2,5 metra.

Analizom postojećeg stanja infrastrukture na raskrižju sa glavnim privozima uočen je niz nedostataka. Horizontalna prometna signalizacija je poprilično dotrajala i izblijeđena. Vidljivost horizontalnih linija vodilja i pješačkih prijelaza je relativno slaba i dotrajala što dovodi u opasnost sve sudionike prometa, naročito pješake. Također, veliki problem kod horizontalnih oznaka predstavljaju linije vodilje u smjeru za ravno, na oba privoza, koje nisu u pravocrtnoj liniji već zakrivljuju tok za prolazak ravno, zbog bočnog parkirališta neposredno poslije raskrižja. To može dovesti do zabune kod vozača, naročito u lošijim vremenskim prilikama (kiša, snijeg) i noću kada su i horizontalne oznake slabije vidljive. U navedenim uvjetima se lako može desiti da vozilo koje je u traci za ravno, nastavi voziti svojim označenim tokom, a vozilo koje prilazi raskrižju u traci za lijevo ne primjećuje da je to traka za lijevo zbog loših vremenskih uvjeta i također nastavi voziti pravocrtno, te tada dolazi do kolizije između dva navedena vozila u samome raskrižju. Na istočnom privozu se nalaze umjetne izbočine koje su dotrajale i izblijeđene te nemaju više nikakvu funkciju sigurnosti.

Sporadne privoze četverokrakom semaforiziranom raskrižju čine sjeverni i južni privoz. Sjeverni (slika 13.) i južni privoz (slika 14.) imaju po jednu prometnu traku za svaki smjer vožnje. Širine trakova na sjevernom privozu iznose 3,5 metra, dok na južnom privozu nema razdjelne linije trakova, a širina privoza iznosi 10,5 metara.



Slika 13. Prikaz sporednog privoza sa sjevera



Slika 14. Prikaz sporednog privoza sa juga

Vertikalnu prometnu signalizaciju na sporednom sjevernom privozu čini semafor koji se nalazi na stupu pored trake u smjeru raskrižja, te prometnim znakom stop za obavezno zaustavljanje koji se nalazi iznad semafora. Vertikalnu prometnu signalizaciju na sporednom južnom privozu čine, semafor koji se nalazi na stupu pored trake u smjeru raskrižja, te prometnim znakom stop za obavezno zaustavljanje koji se nalazi iznad semafora.

Na sjevernom i južnom privozu se nalaze semafori za prijelaz pješaka preko pješačkog prijelaza na navedenim privozima. Pješački prijelazi su širine 3 metra. Na južnom privozu pješački je promet odvojen zelenim pojasom, dok je na sjevernom privozu pješački promet zaštićen zaštitnim stupićima sa razmacima od 2 metra.

Analizom postojećeg stanja infrastrukture na raskrižju sa sporednim privozima uočeni su nedostaci na južnom privozu. Iz priložene slike južnog privoza (slika 14.) vidljiv je nedostatak horizontalne razdjelne linije i oštećenje kolnika. Također, vidljiva je i djelomično izblijeđena i dotrajala oznaka pješačkog prijelaza.

4.1.2. Raskrižje 2

Sljedeće predmetno raskrižje predstavlja četverokrako raskrižje. Glavni tok čini sporedni tok južnog privoza prethodnog analiziranog semaforiziranog raskrižja, odnosno tok sjever-jug i obratno, te istočni i zapadni privoz. Istočni privoz čini parkirališnu površinu tržnice Dubrava, dok zapadni privoz predstavlja prostor za dostavna vozila tržnice Dubrava koji je namijenjen samo dostavnim vozilima.

Kako sjeverni privoz predmetnog raskrižja predstavlja tok južnog privoza prethodnog analiziranog semaforiziranog raskrižja, on je prethodno detaljnije opisan. Ono što nije opisano u predmetnom raskrižju je njegov južni privoz koji također predstavlja cestu bez razdjelne linije i njegova širina iznosi 6 metara. Prije samog raskrižja nalazi se i pješački prijelaz širine 4,5 metra.

Prije pješačkog prijelaza sa istočne strane nalaze se uzdužna parkirna mjesta širine 2,5 metra i dužine 6 metara. Prikaz južnog privoza prikazan je na slici 15.



Slika 15. Prikaz južnog privoza raskrižja 2

Istočni privoz čini parkirališna površina koja se sastoji od ceste za dvosmjerni promet širine 7 metara. Parkirališna mjesta su postavljena okomito sa širinom parkirnog mjesta od 2,5 metra i dužine 5 metara. Na parkiralištu postoji i devet uzdužnih parkirnih mjesta širine 2,5 metra i dužine 5,3 metara. Izlaz sa parkirališta izlazi na glavni tok četverokrakog raskrižja, odnosno južni privoz sporedne ceste prethodno analiziranog semaforiziranog raskrižja. Na izlazu i ulazu u parkiralište se nalazi pješački prijelaz širine 3 metra. Na slici 16. je prikazan istočni privoz, odnosno izlaz sa parkirališne površine.



Slika 16. Prikaz istočnog privoza parkirališne površine

Zapadni tok predstavlja prostor koji je namijenjen samo dostavnim vozilima, dok je ostalim vozilima zabranjen smjer sa krivom vertikalnom signalizacijom zabranjenog smjera umjesto zabranjenog prometovanja vozila. Prikazi ulaza, odnosno izlaza prostora za dostavna vozila prikazani su na slici 17. i slici 18.



Slika 17. Prikaz ulaza na područje za dostavna vozila

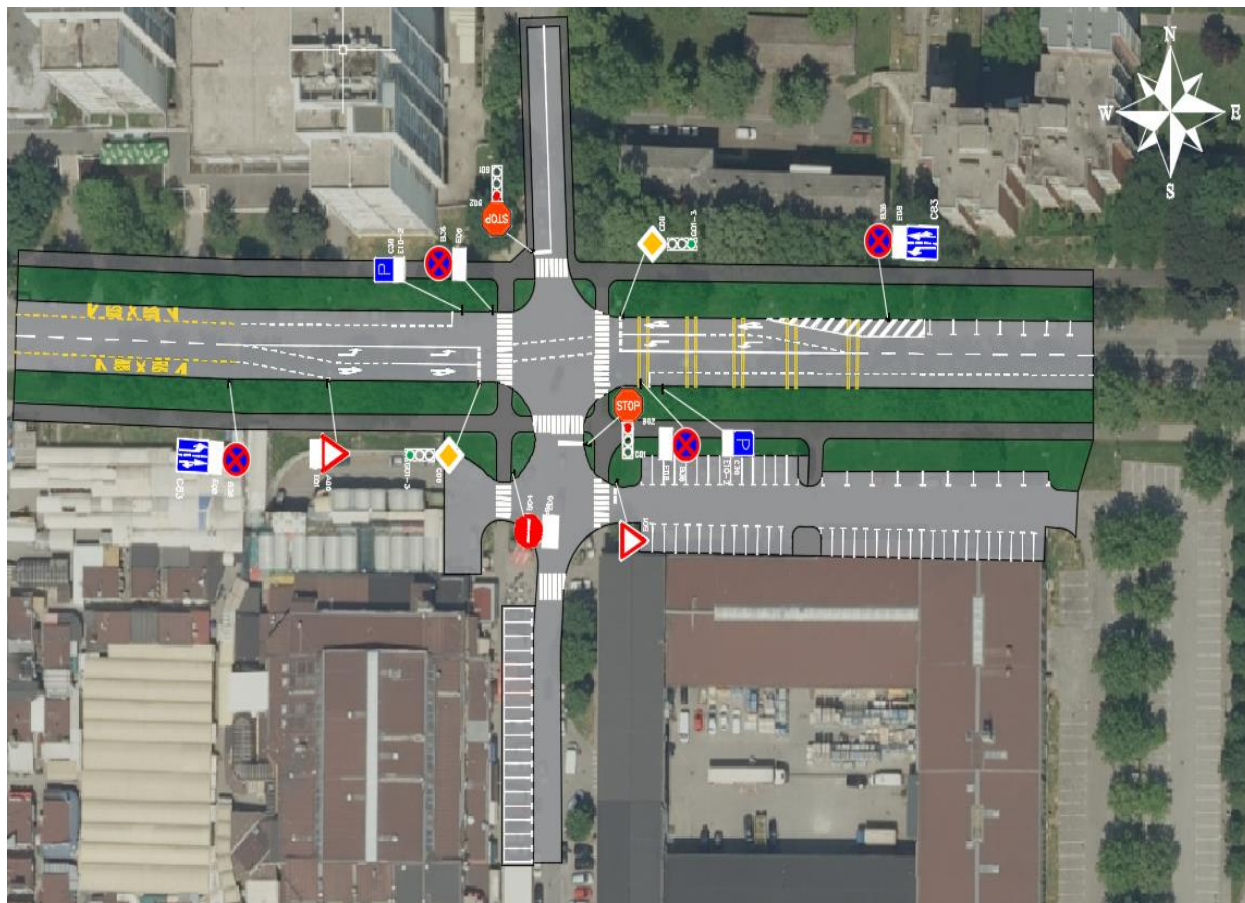


Slika 18. Prikaz izlaza sa područja za dostavna vozila

Analizom infrastrukture postojećeg stanja promatranog raskrižja možemo uočiti nedostatak vertikalne prometne signalizacije na izlazu iz parkirališne površine koja se nalazi na istočnoj strani. Odnosno, nedostatak prometnog znaka koji označava raskrižje na kojem vozač mora dati prednost svim vozilima koja se kreću cestom na koju on nailazi ili znaka obaveznog zaustavljanja pred raskrižjem. Također, prema priloženim slikama je vidljivo da je horizontalna oznaka pješačkog

prijelaza na parkirališnoj površini relativno izbljeđena i dotrajala što stvara opasnost naleta vozila na pješake, naročito pri lošijim vremenskim uvjetima kada je vidljivost manja.

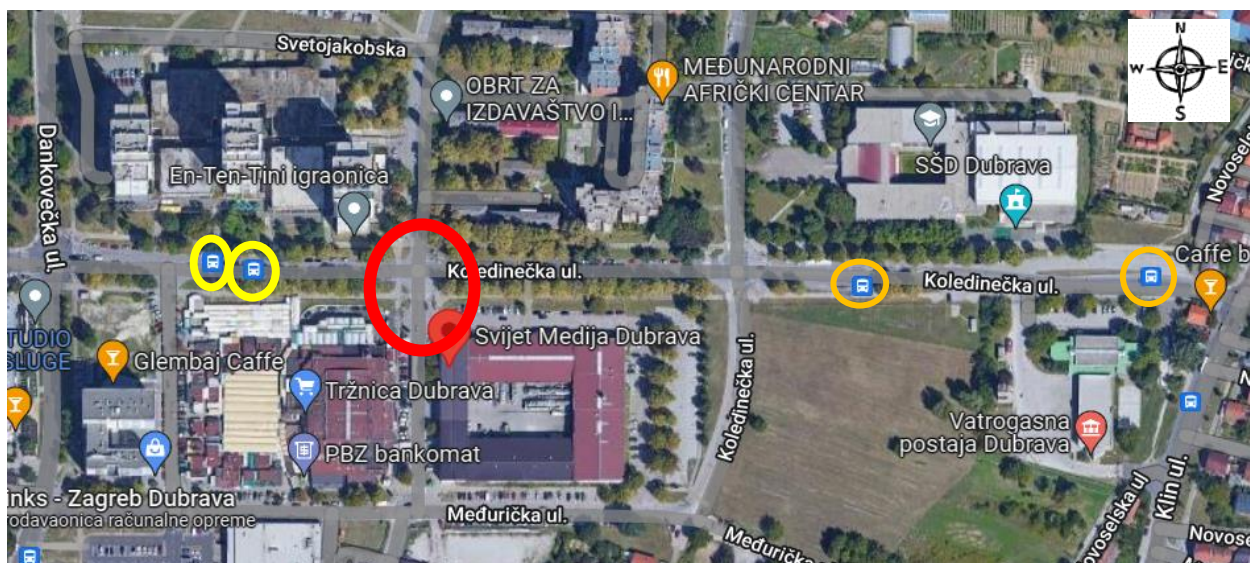
Prikaz cjelokupnog postojećeg stanja analiziranog područja prikazan je na slici 19.



Slika 19. Prikaz postojećeg stanja analiziranog područja

4.2. Analiza postojećeg sustava prijevoza putnika u javnom gradskom prometu

Na području semaforiziranog raskrižja glavnim tokom (Koledinečka ulica) prometuju četiri autobusne linije. U smjeru istoka prometuju linije 223 i 210. Linija 223 prometuje na ruti od terminala Dubrava i terminala Dubec u oba smjera, dok linija 210 ide samo u smjeru istoka od terminala Dubrava do Novog Retkovca. U smjeru zapada prometuje ranije spomenuta linija 223 (Dubec - Dubrava), zatim linija 214 koja prometuje od Koledinečke ulice do Kozari Boka te linija 235 koja prometuje od terminala Dubrava do Kozari Boka. U Koledinečkoj ulici nalaze se četiri autobusna stajališta, a dva su u neposrednoj blizini samog raskrižja (slika 20.).



Slika 20. Prikaz položaja autobusnih stajališta

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [6]

4.3. Analiza parkirališnih površina

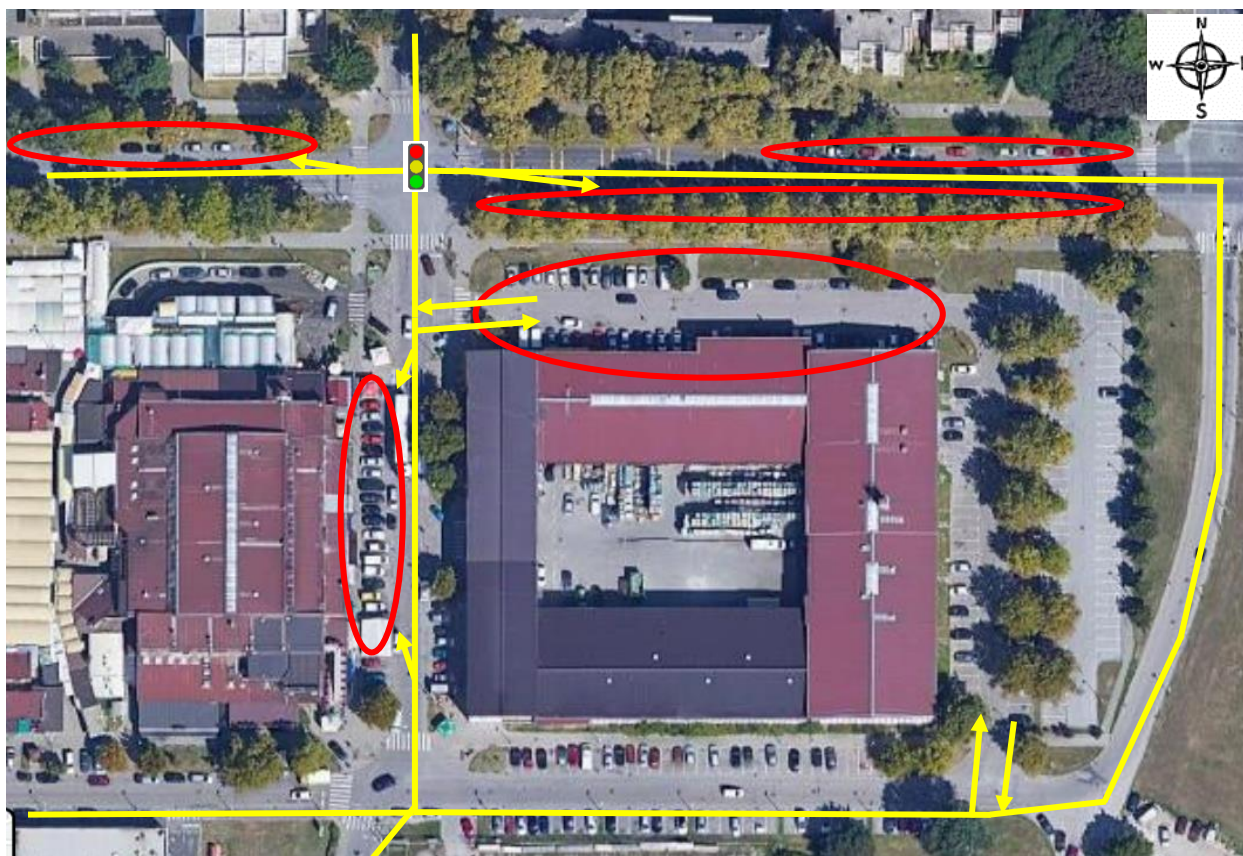
Na analiziranom području u samoj blizini raskrižja nalazi se nekoliko gradskih parkirališnih površina koje uglavnom koriste posjetitelji tržnice Dubrava i ostalih atraktora putovanja poput kafića, škola, dvorana, te stanara iz obližnjih zgrada. Također, navedene parkirališne površine su pogodne i za one koji svoje putovanje nastavljaju javnim gradskim prijevozom prema centru grada zbog blizine tramvajskih i autobusnih stajališta.

Ulično parkiranje u analiziranoj zoni semaforiziranog raskrižja postoji na glavnom istočnom i zapadnom privozu Koledinečke ulice i južnom privozu nesemaforiziranog raskrižja Koledinečke ulice. Na istočnom i zapadnom privozu je parkiranje uzdužno, dok je na južnom privozu parkiranje okomito. U sklopu tržnice Dubrava u neposrednoj blizini raskrižja je i velika gradska parkirna zona sa uglavnom okomitim parkirnim mjestima.

Na slici 21. je prikazan položaj parkirnih mjesta. U ovome radu problematiku predstavljaju parkirna mjesta označena crvenom bojom jer su u neposrednoj blizini raskrižja i utječu na odvijanje prometnih tokova samim raskrižjem, tako da će ona biti predmet optimizacije i reorganizacije u ovome radu. Uz parkirna mjesta na slici su prikazani i svi tokovi koji prolaze kroz analizirano područje i vode prema parkirališnim površinama i isto tako sa parkirališnih površina.

Parkirna mjesta koja se nalaze na istočnom i zapadnom privozu semaforiziranog raskrižja predstavljaju problem zbog smanjenje preglednosti kod uključivanja vozila iz sporednog privoza u slučaju kvara semafora. Također, vozila koja se parkiraju ili izlaze sa parkinga ometaju odvijanje prometnog toka i smanjuju sigurnost na samom toku. Zabilježena su i nepropisna parkiranja gdje vozilo viri van gabarita parkirnog mjesta čime se također ometa odvijanje prometnog toka i smanjuje sigurnost istog.

Parkirna mjesta koja se nalaze na parkirališnoj površini tržnice Dubrava predstavljaju problem zbog mnogih dostavnih vozila za koja nije predviđeno dovoljno parkirnih mjesta većih gabarita, pa tako ometaju odvijanje prometa na predmetnoj lokaciji. Također, zbog velike cirkulacije vozila na parkirališnoj površini dolazi do zagušenja na samom ulazu i izlazu sa parkinga što dovodi do stvaranja repa čekanja koje se ponekad proteže na predmetno semaforizirano raskrižje.



Slika 21. Pregled parkirališnih površina na analiziranom području

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [6]

4.4. Analiza sigurnosti

Promet je vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do mnogih konfliktnih situacija te u cilju povećanja sigurnosti potrebno je provesti brojne mjere poboljšanja kako bi se uklonile potencijalne opasnosti. Cestovni promet, može se promatrati kroz tri podsustava, a to su:

1. Čovjek
2. Vozilo
3. Cesta, [10]

S druge strane, opasnost od nastanka prometnih nesreća funkcija je pet čimbenika koji čine sustav:

1. Čovjek
2. Vozilo
3. Cesta
4. Promet na cesti
5. Incidentni čimbenik, [10]

Pri konstrukciji raskrižja potrebno je svaki slučaj detaljno proučiti, jer lošom izvedbom raskrižja ugrožena je sigurnost. Kod projektiranja raskrižja potrebno je ispuniti sljedeće zahtjeve:

- Sigurnost prometa,
- Kvaliteta odvijanja prometa,
- Utjecaj na okolinu,
- Ekonomska isplativost, [11].

Sigurnost vožnje je jedan od najvažnijih kriterija kod oblikovanja raskrižja, a da bi sigurnost bila osigurana potrebno je pri projektiranju uzeti u obzir četiri osnovna načela:

- Vidljivost,
- Preglednost,
- Prilagodljivost,
- Protočnost, [11].

S gledišta sigurnosti treba voditi računa o tome da se prometni tokovi što manje sukobljavaju, te smanjiti broj konfliktnih točaka u čvorištu. Ukoliko nije moguće izvesti raskrižje u dvije ili više razina, potrebo je osigurati dobru preglednost za sve smjerove kretanja i dobro upravljanje prometom, [11].

4.4.1. Analiza prometnih nesreća na području obuhvata

Raskrižja su mjesta gdje se događa najveći broj nesreća, a u naseljima broj nesreća na raskrižjima se kreće oko 40 do 50% od ukupnog broja nesreća, [11].

Prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta, [12].

Prema domaćim i međunarodnim iskustvima jedan od najučinkovitijih načina povećanja sigurnosti cestovnog prometa je identifikacija i sanacija opasnih mjesta. U Republici Hrvatskoj trenutno se za identifikaciju opasnih mjesta koristi „Metodologija pristupa sigurnosti prometa“ koju su 2004. godine izradile Hrvatske ceste d.o.o. i Institut građevinarstva Hrvatske d.d. Prema navedenoj metodologiji, opasnim mjestom može se nazvati raskrižje ili odsječak ceste duljine do 300 m, odnosno opasnom dionicom može se nazvati dio ceste duljine od 300 do 1000 m, uz uvjet da udovoljavaju jednom od sljedeća tri kriterija, [13]:

- ako se na kritičnoj lokaciji u prethodne 3 godine dogodilo 12 ili više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama;
- ako je u prethodne tri godine na promatranoj lokaciji evidentirano 15 ili više prometnih nesreća, bez obzira na posljedice;
- ako su se na kritičnoj lokaciji, u prethodne 3 godine, dogodile tri ili više istovrsnih prometnih nesreća, u kojima su sudjelovale iste skupine sudionika, s istim pravcima kretanja, na istim konfliktnim površinama i dr.

Za potrebe izrade ovog diplomskog rada, analiza prometnih nesreća na području obuhvata kreirana je na temelju baze podataka o prometnim nesrećama uspostavljenoj od strane Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske. U sljedećoj tablici prikazan je broj prometnih nesreća na analiziranom raskrižju po godinama, ovisno o kategoriji prometnih nesreća te vrstama pogrešaka.

Tablica 1. Statistika prometnih nesreća za predmetno raskrižje

Statistika prometnih nesreća u zoni raskrižja Koledinečka ulica i Ulica Milovana Gavazzija							
Godina	Rbr.	Vrsta pogreške	Vrsta nesreće	S poginulima	S ozlijeđenima	Materijalna šteta	Ukupno
2016	1	nepropisno skretanje	nalet na pješaka		1		1
2017	1	nepropisno skretanje	udar vozila u objekt kraj ceste			2	2
	2	vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	vožnja u slijedu				
2018	1	nepoštivanje prednosti prolaska	bočni sudar			1	1
2019	1	ostale greške vozača	iz suprotnih smjerova			3	5
	2	vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	vožnja u slijedu				
	3	neočekivana pojava opasnosti na cesti	ostalo				
	4	nepropisno skretanje	iz suprotnih smjerova		2		
	5	ostale greške vozača	nalet na pješaka				
2020	1	nepoštivanje prednosti prolaska	iz suprotnih smjerova			2	2
	2	nepropisno kretanje vozila na kolniku	udar vozila u parkirno vozilo				
2021	1	nepoštivanje prednosti prolaska	nalet na pješaka		1	3	4
	2	nepropisno skretanje	nalet na pješaka				
	3	nepropisno skretanje	udar vozila u parkirno vozilo				
	4	brzina neprimjerena uvjetima na cesti	udar vozila u objekt kraj ceste				
Ukupno				0	4	11	15

Izvor: izradio autor prema, [14]

Analizom dobivenih podataka utvrđeno je kako su se na predmetnoj lokaciji u prethodne 3 godine (2019-2021) dogodilo ukupno 11 prometnih nesreća, od toga 3 sa ozlijeđenim osobama i 8 sa materijalnom štetom. Vidljivo je da se u posljednje tri godine na predmetnoj lokaciji dogodilo tri istovrsnih prometnih nesreća i to nalet na pješaka od čega su dvije nesreće bile sa ozlijeđenim osobama i tri istovrsne prometne nesreće iz suprotnih smjerova od čega je jedna sa ozlijeđenom osobom. U nedostatku podataka da li se radi o istim pravcima kretanja i na istim konfliktnim površinama prema prethodno navedenim kriterijima navedeno raskrižje ne možemo definirati opasnim mjestom, ali vidimo da postoje istovrsne nesreće u nazad tri godine pa se s toga predlaže provjera prometne opreme i signalizacije te moguća nova prometna organizacija kako bi se broj prometnih nesreća smanjio ili eliminirao u potpunosti.

4.4.2. Analiza sigurnosti odvijanja prometa na području obuhvata

Na analiziranom području postoji mnogo opasnih faktora koji direktno ili indirektno utječu na sigurnost odvijanja prometa. Kroz sljedećih nekoliko primjera će se analizirati i slikovno prikazati sigurnosni problemi na predmetnom području.

Na slici 22. možemo vidjeti više čimbenika koji utječu na sigurnost odvijanja prometa na semaforiziranom raskrižju. Prvo što upada u oči je zeleno svjetlo na semaforu na glavnom istočnom privozu i vozila koja i dalje ulaze sa sporednog sjevernog privoza na glavni tok kroz crveno svjetlo. Nadalje, vidljiv je i pješak koji također prelazi pješački prijelaz na crveno svjetlo. Iza pješaka se nalazi bijelo vozilo koje je nepropisno parkirano na dijelu označenom zabranom parkiranja, što kod vozila koje skreće iz sporedne ulice iziskuje uzimanje širokog luka s čijom radnjom prednjim krajem vozila zadire u suprotni trak za lijevo skretanje na glavnom zapadnom privozu. Na slici su vidljive i grane sa lišćem koje zaklanjaju vertikalnu prometnu signalizaciju tj. prometni znak za cestu s prednošću prolaska, što u slučaju kvara semafora predstavlja sigurnosni problem. Na predmetnoj slici je vidljiva dotrajalost poprečnih uzdignutih uspornika koji nemaju više nikakvu funkciju sigurnosti. S obzirom da je na samo jednoj slici uočeno više elemenata koji direktno utječu na sigurnosno odvijanje prometa možemo zaključiti da se radi o vrlo opasnom raskrižju za sve sudionike prometa.



Slika 22. Problematika sigurnosti odvijanja prometa na semaforiziranom raskrižju

Slika 23. prikazuje problematiku sigurnosti odvijanja prometnih tokova na semaforiziranom raskrižju zbog zadržavanja vozila u raskrižju i stvaranja repa čekanja koji je nastao zbog zagušenja na južnom privozu. Zagušenje nastaje zbog ulaska, izlaska i zaustavljanja dostavnih vozila u zoni tržnice Dubrava te vozila koja dolaze iz smjera semaforiziranog raskrižja i ulaze na parkirališnu površinu tržnice Dubrava. Problem je što se zona za dostavna vozila i parkirališna površina nalaze odmah uz semaforizirano raskrižje te imaju direktni utjecaj na raskrižje. Uz sve navedeno dodatan problem u ometanju odvijanja prometnog toka i sigurnog odvijanja prometa predstavljaju nepropisno parkirana vozila u zoni ulaza za dostavna vozila.

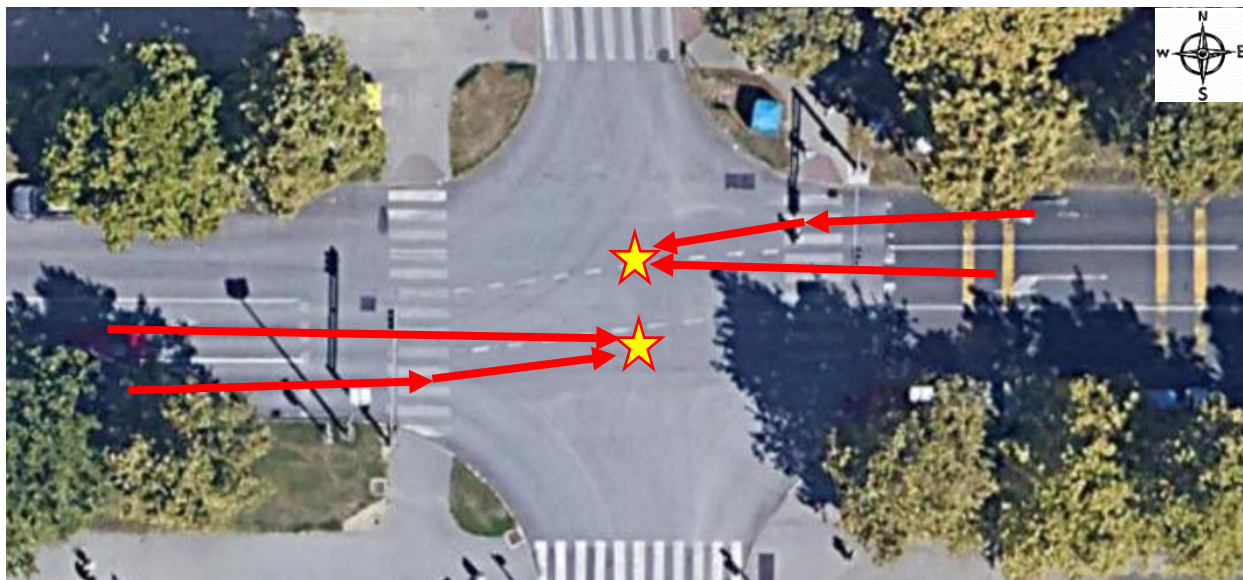


Slika 23. Prikaz zadržavanja vozila u semaforiziranom raskrižju i nepropisno parkiranih vozila u blizini raskrižja

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [9]

4.4.2.1. Analiza horizontalnih oznaka na cesti

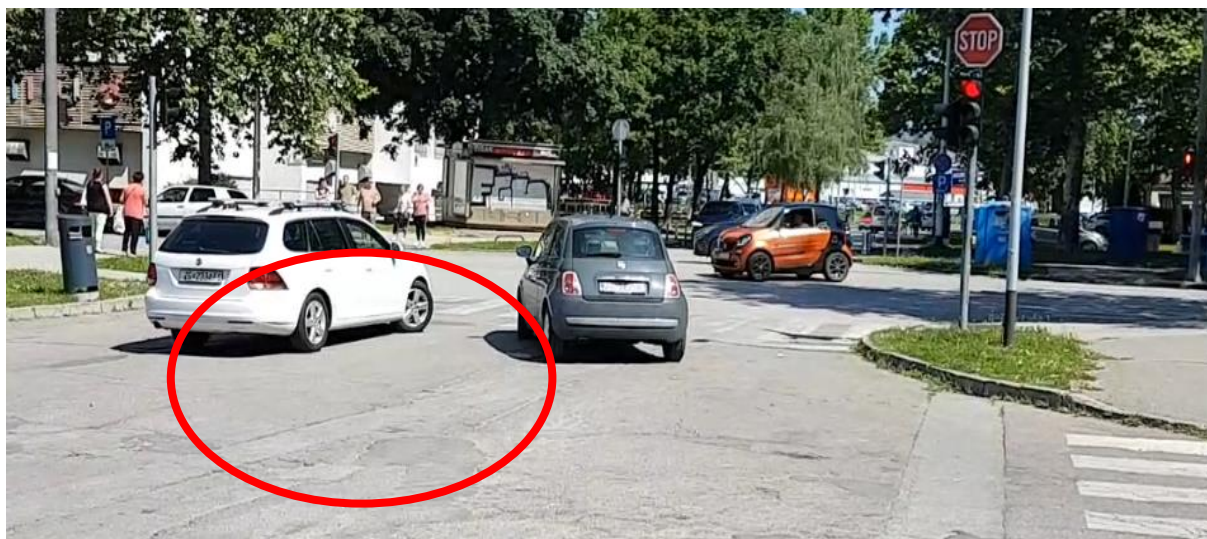
Sljedeća slika prikazuje problem sigurnosti “slalom traka“, odnosno nepravilno vođenje trakova za ravno kroz glavni tok četverokrakog semaforiziranog raskrižja na istočnom i zapadnom privozu. Trakovi za ravno su vođeni pod kutem, umjesto pravocrtno, zbog parkiranih mjesta koja se nalaze uz samu cestu. Ovakvo vođenje prometnih tokova kroz raskrižje može imati za posljedicu ozbiljne prometne nesreće. Naime, ako se vozilo iz trake za lijevo nastavi kretati pravocrtno ravno, tada može doći do kolizije sa vozilom koje isto ide ravno iz traka za ravno ali pod kutem. To se vrlo lako može dogoditi uslijed lošije vidljivosti noću ili prilikom lošijih vremenskih prilika poput kiše i snijega kada je vidljivost horizontalne signalizacije i razdjelnih trakova slabo vidljiva. Također, vidljiv je nedostatak horizontalnih linija vodilja na kolniku za vozila koja skreću lijevo.



Slika 24. Pregled nepravilnog vođenja trakova na glavnom toku

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [6]

Na slici 25. vidljiv je nedostatak horizontalnih oznaka na južnom privozu semaforiziranog raskrižja, odnosno razdjelnih linija. Tako se na predmetnoj slici bijelo vozilo zabunom stacioniralo u suprotni trak te time ugrozilo sigurnost svih sudionika prometa i optimalno odvijanje prometnih tokova.



Slika 25. Prikaz nedostatka horizontalnih linija

4.4.2.2. Analiza nepropisnog prelaženja pješaka preko ceste

Sljedeće slike prikazuju nepropisno prelaženje pješaka preko glavnog toka semaforiziranog raskrižja dok na semaforu gori zeleno svjetlo za prednost prolaska vozila na glavnom smjeru. Pješaci time ugrožavaju vlastitu sigurnosti i sigurnost ostalih sudionika u prometu, naročito jer vozila na glavnom smjeru mogu razviti velike brzine kretanja. Fotografije su prikupljene u vrlo kratkom vremenskom razmaku što ukazuje na učestalost ove iznimno opasne radnje. Također, iz prethodne analize prometnih nesreća pod poglavljem 4. i tablice 1. možemo zaključiti da je prometna nesreća sa naletom na pješaka vrlo česta pojava na promatranom raskrižju.



Slika 26. Nepropisno prelaženje pješaka preko ceste (Primjer 1.)



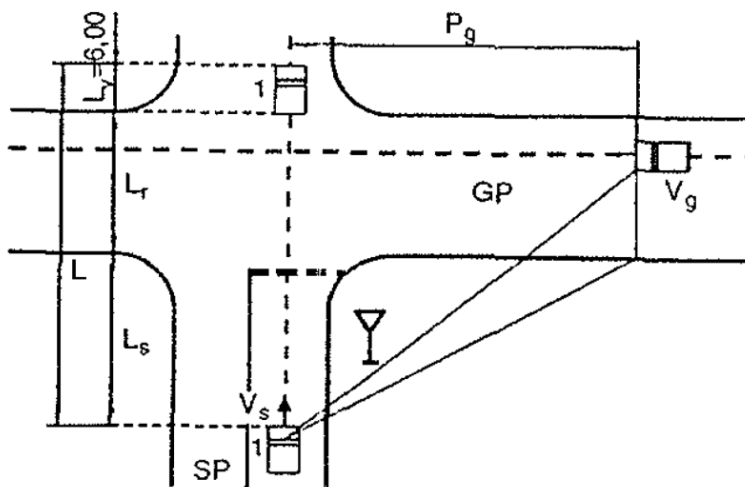
Slika 27. Nepropisno prelaženje pješaka preko ceste (Primjer 2.)



Slika 28. Nepropisno prelaženje pješaka preko ceste (Primjer 3.)

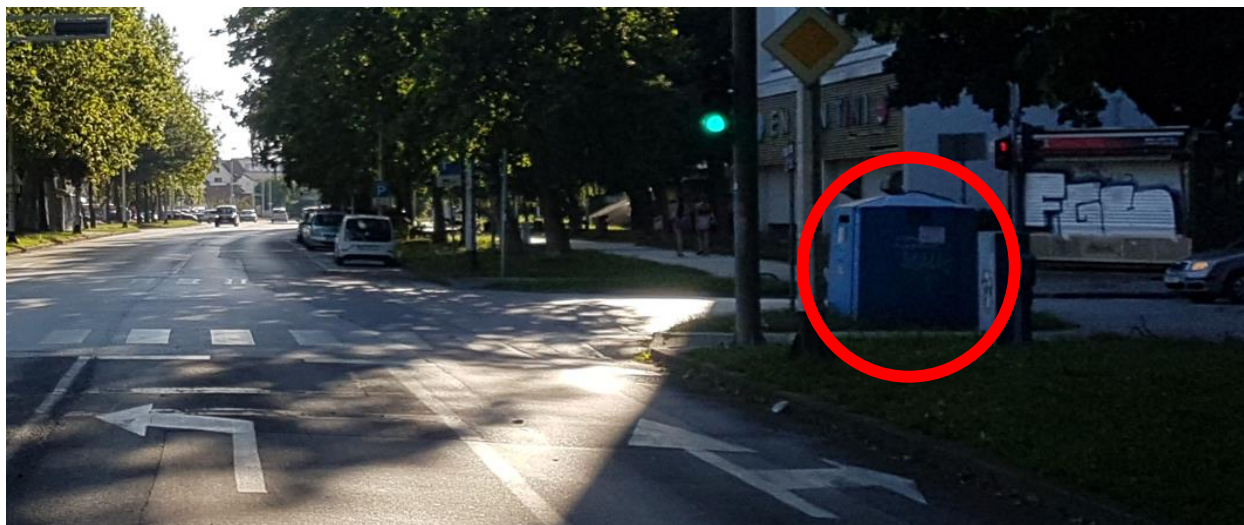
4.4.2.3. Analiza preglednosti

U široj zoni raskrižja mora biti osigurana odgovarajuća površinska i prostorna preglednost. Pravodobno uočavanje te jasno prepoznavanje stanja na raskrižju od presudnog je značaja za prometnu sigurnost. Vozač treba pravovremeno prepoznati moguće konflikte i prosuditi na koje ih načine izbjeći, [8].



Slika 29. Pretpostavke za prostornu preglednost, [8].

Slika 30. prikazuje smanjenu preglednost sa istočnog privoza semaforiziranog raskrižja na glavnom toku. Zbog pozicije kontejnera vozač koji skreće desno nije u mogućnosti u potpunosti i pravovremeno uočiti pješake koje mora propustiti te je samim time ugrožena sigurnost istih.



Slika 30. Prikaz smanjene preglednosti na pješački prijelaz

S obzirom da je predmetno raskrižje upravljano prometnim svjetlima parkirana vozila na glavnom istočnom i zapadnom privozu ne utječu direktno na preglednost sa sporednog sjevernog i južnog privoza. Međutim, u slučaju kvara semafora predstavljaju preglednosti za vozila koja dolaze iz sporednog toga odnosno juga i sjevera. Slika 31. prikazuje preglednost sa južnog privoza, odnosno pogled na parkirana vozila na glavnom toku u smjeru istoka. Identična situacija se može vidjeti i na prethodnoj slici (slika 30.) gdje su parkirana vozila na glavnom toku u smjeru zapada.



Slika 31. Prikaz smanjene preglednosti

4.5. Analiza prometnih tokova

Analiza prometnih tokova predstavlja jednu od osnovnih analiza u sklopu analize postojećeg stanja. Analiza se temelji na ručnom brojanju prometa na ključnim lokacijama predmetnog područja.

Brojanje prometa osnovica je za planiranje prometa. Brojanjem prometa se dobiva uvid u trenutno stanje prometa te podaci koji upućuju na potrebne 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, [10].

Podaci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Ti podaci se mogu sastojati od informacija kao što su:

- Prometna opterećenja na cestovnim prometnicama,
- Struktura prometnog toka,
- Brzina kretanja vozila u prometnom toku,
- Razmak između vozila u prometnom toku,
- Smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži,
- Vršna opterećenja u određenim vremenskim rasponima i slično, [1].

Brojanjem prometa provedenim kroz terensko istraživanje dobivena je informacija o intenzitetu i distribuciji prometnih tokova u zoni obuhvata. U ovome radu podaci potrebni analizu intenziteta i distribucije prometnih tokova u području zone obuhvata prikupljeni su temeljem ručnog brojanja prometa na predmetnim lokacijama.

Ručno brojanje prometa provedeno je za vikend 11. lipnja 2022. godine. (subota ujutro) i 19. lipnja (nedjelja ujutro) zbog utjecaja tržnice Dubrava i povećanog intenziteta prometa na predmetnim lokacijama. Zatim je brojanje prometa provedeno tijekom karakterističnih dana u tjednu: 13. lipnja 2022. godine (ponedjeljak ujutro), 14. lipnja 2022. godine (utorak popodne) prilikom čega se dobila informacija o intenzitetu, strukturi te distribuciji prometnih tokova na relevantnim raskrižjima predmetnog područja, a to su:

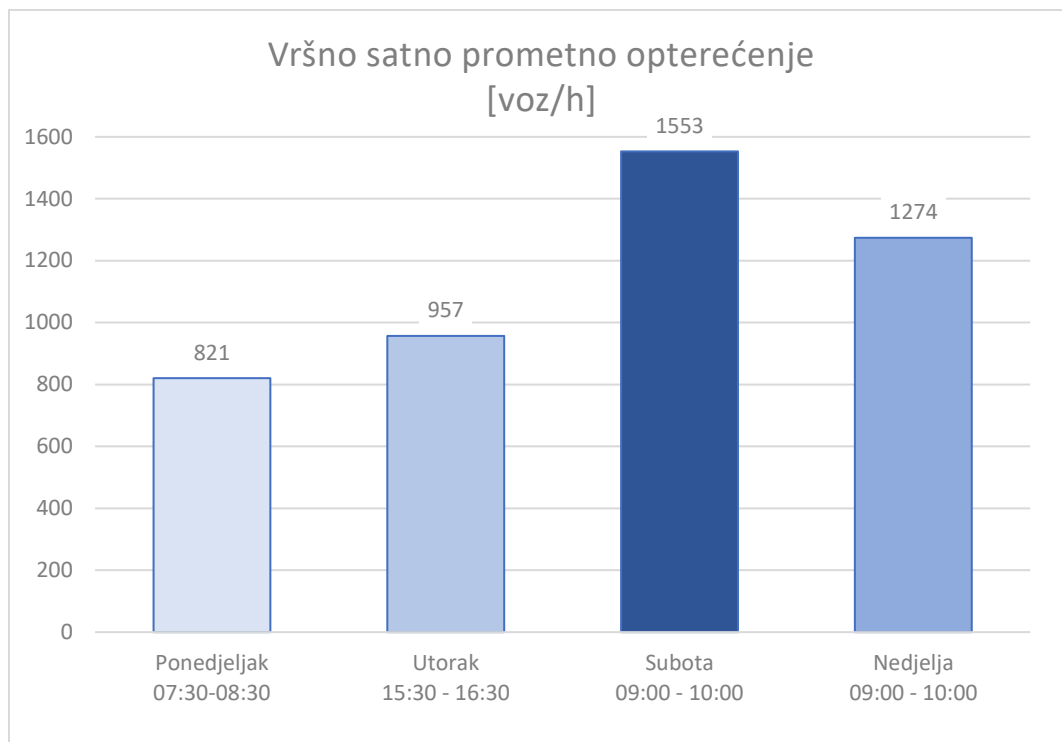
- Semaforizirano četverokrako raskrižje Koledinečke ulice i Ulice Milovana Gavazzija (R1)
- Četverokrako raskrižje na području tržnice Dubrava: nastavak Koledinečke ulice semaforiziranog raskrižja, parkirališna površina i zona dostavnih vozila za potrebe tržnice Dubrava (R2)

Brojanje prometa na predmetnim raskrižjima u tjednu izvršeno je tijekom karakterističnog (vršnog) jutarnjeg i popodnevnog sata u danu, u ponedjeljak između 07:30 i 08:30, te u utorak između 15:30 i 16:30 sati. Vikendom je brojanje izvršeno između 08:30 i 10:30 sati. Brojanje prometa provedeno je u 15' intervalima na predmetnim raskrižjima i bilježeno je na brojačkim listićima koji su prikazani u tablicama na sljedećoj stranici. Najveće satno opterećenje zabilježeno je za vikend (subota) u periodu između 09:00 i 10:00 sati.

Promet na svim raskrižjima brojan je ovisno o pet osnovnih kategorija vozila i to:

- Osobni automobili
- Laka teretna vozila (TV < 5t)
- Teška teretna vozila (TV > 5t)
- Autobusi
- Motocikli

Na grafikonu 1. prikazano je vršno satno prometno opterećenje za karakteristične dane na kojem je vidljivo da je najveće prometno opterećenje tokom vikenda (subota) zbog utjecaja tržnice Dubrava i okolnih trgovačkih centra za koje je karakteristična velika posjećenost tokom vikenda.



Grafikon 1. Vršno prometno opterećenje za karakteristične dane u tjednu

Rezultati brojanja prometa u najvećem satnom opterećenju (subota) na svim privozima prikazani su u sljedećim tablicama.

Tablica 2. Rezultati brojanja prometa na semaforiziranom raskrižju (R1) na zapadnom privozu

Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	ZAPAD - ISTOK (ravno)	0-15	59	3	1	2	1
		15-30	54	1			
		30-45	58	1	1	2	
		45-60	53	2	1		1
		ukupno	224	7	3	4	2
	EJA	224	10	6	8	1	
	sveukupno vozila	240					
sveukupno EJA	249						
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	ZAPAD - SJEVER (lijevo)	0-15	22	1			
		15-30	19		1		1
		30-45	20	2			
		45-60	19				
		ukupno	80	3	1		1
	EJA	80	4	2	0	1	
	sveukupno vozila	85					
sveukupno EJA	87						
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	ZAPAD - JUG (desno)	0-15	54	1	2		1
		15-30	51	2			
		30-45	47	1			1
		45-60	45				
		ukupno	197	4	2		2
	EJA	197	6	4	0	1	
	sveukupno vozila	205					
sveukupno EJA	208						

Tablica 3. Rezultati brojanja prometa na semaforiziranom raskrižju (R1) na istočnom privozu

Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	
09:00 - 10:00 SUBOTA	ISTOK - ZAPAD (ravno)	0-15	55	1		1	2	
		15-30	52	3	1	1		
		30-45	54			1	2	2
		45-60	50	1			1	3
		ukupno	211	5	2	5	7	
		EJA	211	7	4	10	4	
		sveukupno vozila	230					
	sveukupno EJA	236						
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	
09:00 - 10:00 SUBOTA	ISTOK - JUG (lijevo)	0-15	12	2			1	
		15-30	11	1			3	
		30-45	12					
		45-60	9				1	
		ukupno	44	3			5	
		EJA	44	4	0	0	3	
		sveukupno vozila	52					
	sveukupno EJA	51						
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	
09:00 - 10:00 SUBOTA	ISTOK - SJEVER (desno)	0-15	8	2	1			
		15-30	11					
		30-45	13	2			2	
		45-60	9	1			1	
		ukupno	41	5	1		3	
		EJA	41	7	2	0	2	
		sveukupno vozila	50					
	sveukupno EJA	52						

Tablica 4. Rezultati brojanja prometa na semaforiziranom raskrižju (R1) na sjevernom privozu

Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	SJEVER - JUG (ravno)	0-15	16	2	1		1
		15-30	16	3			
		30-45	19	1			2
		45-60	14	1			2
		ukupno	65	7	1		5
	EJA	65	10	2	0	3	
	sveukupno vozila	78					
sveukupno EJA	80						
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	SJEVER - ISTOK (lijevo)	0-15	11	1			
		15-30	15	1			1
		30-45	16	2			1
		45-60	14	1	1		
		ukupno	56	5	1		2
	EJA	56	7	2	0	1	
	sveukupno vozila	64					
sveukupno EJA	66						
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	SJEVER - ZAPAD (desno)	0-15	44				1
		15-30	45	1	1		
		30-45	49	1	1		2
		45-60	44	3			2
		ukupno	182	5	2		5
	EJA	182	7	4	0	3	
	sveukupno vozila	194					
sveukupno EJA	196						

Tablica 5. Rezultati brojanja prometa na semaforiziranom raskrižju (R1) na južnom privozu

Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	JUG - SJEVER (ravno)	0-15	14	1			1
		15-30	22	4	1		
		30-45	24	1			2
		45-60	23	1			1
		ukupno	83	7	1		4
		EJA	83	10	2	0	2
		sveukupno vozila					
	sveukupno EJA						98
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	JUG - ZAPAD (lijevo)	0-15	13	2			2
		15-30	20	2			1
		30-45	26				
		45-60	21	1			1
		ukupno	80	5			4
		EJA	80	7	0	0	2
		sveukupno vozila					
	sveukupno EJA						89
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	JUG - ISTOK (desno)	0-15	12		1		1
		15-30	16				
		30-45	16	1			1
		45-60	18	1			1
		ukupno	62	2	1		3
		EJA	62	3	2	0	2
		sveukupno vozila					
	sveukupno EJA						69

Tablica 6. Rezultati brojanja prometa na nesemaforiziranom raskrižju (R2) na južnom privozu

Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	JUG - SJEVER (ravno)	0-15	19	1	1		3
		15-30	27	2	1		1
		30-45	27	1			2
		45-60	31	1			3
		ukupno	104	5	2		9
		EJA	104	7	4	0	6
		sveukupno vozila	120				
	sveukupno EJA	121					
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	JUG - ISTOK (desno)	0-15	9	2			1
		15-30	11	2			2
		30-45	8	2			
		45-60	5	1			1
		ukupno	33	7			4
		EJA	33	10	0	0	2
		sveukupno vozila	44				
	sveukupno EJA	45					

Tablica 7. Rezultati brojanja prometa na nesemaforiziranom raskrižju (R2) na sjevernom privozu

Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	SJEVER - JUG (ravno)	0-15	48	3	2		2
		15-30	44	4			2
		30-45	45	2			3
		45-60	39				2
		ukupno	176	9	2		9
		EJA	176	13	4	0	6
		sveukupno vozila	196				
	sveukupno EJA	199					
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	SJEVER - ISTOK (lijevo)	0-15	34	2	1		1
		15-30	34	2			1
		30-45	33				
		45-60	29	1			1
		ukupno	130	5	1		3
		EJA	130	7	2	0	2
		sveukupno vozila	139				
	sveukupno EJA	141					

Tablica 8. Rezultati brojanja prometa na nesemaforiziranom raskrižju (R2) na istočnom privozu

Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	ISTOK - JUG (lijevo)	0-15	5				
		15-30	7				
		30-45	7				
		45-60	8				
		ukupno	27				
		EJA	27	0	0	0	0
		sveukupno vozila	27				
	sveukupno EJA	27					
Sat	Smjer	15"-int	OA	LT	TT	BUS	MOT
09:00 - 10:00 SUBOTA	ISTOK - SJEVER (desno)	0-15	26	2			1
		15-30	29	4			
		30-45	33	1			1
		45-60	33	2			
		ukupno	121	9			2
		EJA	121	13	0	0	1
		sveukupno vozila	132				
	sveukupno EJA	135					

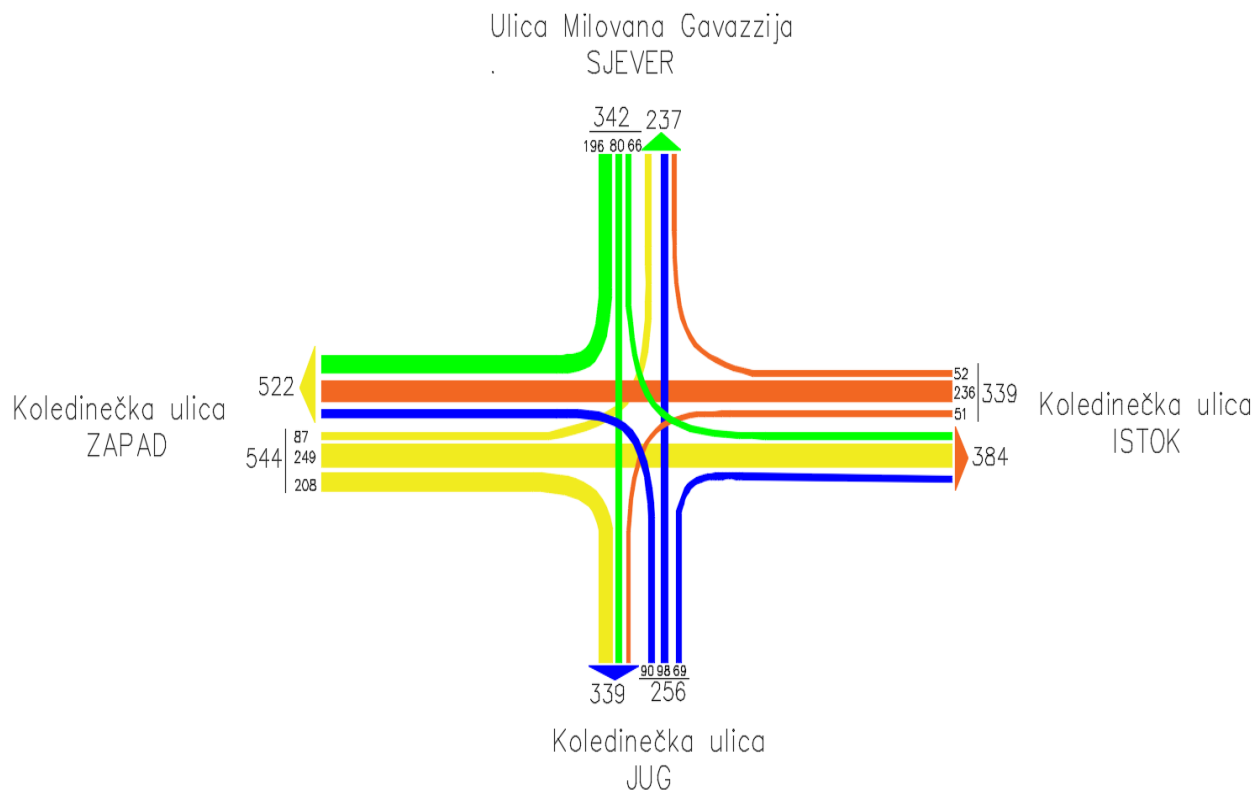
Na zapadnom privozu (prostor za dostavna vozila tržnice Dubrava) nisu zabilježena vozila na ulasku i izlasku sa privoza u vršnom opterećenju.

Zbog jednostavnijeg pregleda opterećenja prometnih tokova na predmetnim raskrižjima rezultati brojanja u vršnom satu tokovi će se prikazati i vizualno, kreirani na temelju stvarnih podataka u programskom alatu AutoCAD.. Shodno tome u programskom alatu tokovi će biti prikazani u sveukupnim EJA jedinicama odnosno ekvivalent jedinica automobila koristeći koeficijente ekspanzije koji su prikazani u tablici 9.

Tablica 9. Koeficijenti ekspanzije (EJA)

VRSTA VOZILA	EJA
MOTOCIKLI	0,7
OSOBNI AUTOMOBILI	1
LAKA TERETNA VOZILA	1,5
TEŠKA TERETNA VOZILA	2
AUTOBUSI	2

Sljedeće slike prikazuju distribuciju i prometno opterećenje prometnih tokova na analiziranim raskrižjima u vršnom satu prema sveukupnim ekvivalent jedinicama automobila za motorizirani promet i nemotoriziran promet.



Slika 32. Grafički prikaz vršnog opterećenja semaforiziranog raskrižja Koledinečke ulice i Ulice Milovana Gavazzija (R1)

Iz slike 32 vidljivo je da je najopterećeniji privoz raskrižja u periodu od 09 do 10 sati (subota) zapadni privoz Koledinečke ulice koji predstavlja glavni tok raskrižja i iznosi 544 voz/h od kojih većina vozila ide ravno i desno na tržnicu Dubrava (južni tok Koledinečke ulice), odnosno sljedeće predmetno raskrižje. Ukupno opterećenje raskrižja u vršnom satu iznosi 1481 voz/h.

Promatrano raskrižje upravljano je svjetlosnom prometnom signalizacijom. Promet se odvija u dvije faze, a trajanje ciklusa iznosi 53 sekunde.

Signalni plan je prikazan na slici 33. U signalnom planu izmjenjuju se dvije grupe vozila i dvije grupe pješaka. Prva signalna grupa odnosi se na glavni smjer (GS) i sastoji se od dva toka sa zapada i dva toka sa istoka koja prometuju u svim smjerovima. Druga signalna grupa se odnosi na sporedni smjer (SS) i sastoji se od toka vozila koji dolazi sa sjevera i juga i koja također prometuju

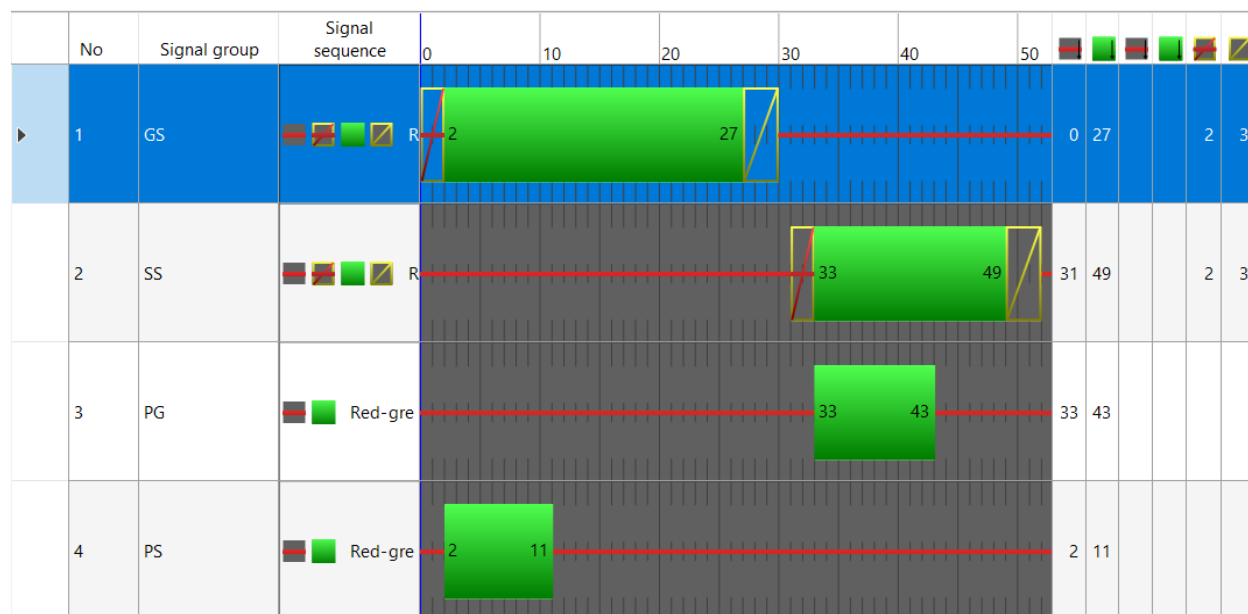
u svim smjerovima. Signalna grupe PG i PS se odnose na pješake. PG predstavlja pješake koji prelaze preko glavnog toka, a PS pješake preko sporednog toka.

U prvoj fazi slobodno kretanje imaju vozila na glavnom smjeru te pješaci na južnom i sjevernom privozu sa jednom signalnom grupom. U drugoj fazi slobodno kretanje imaju vozila sa sporednog privoza te pješaci na istočnom i zapadnom privozu sa jednom signalnom grupom.

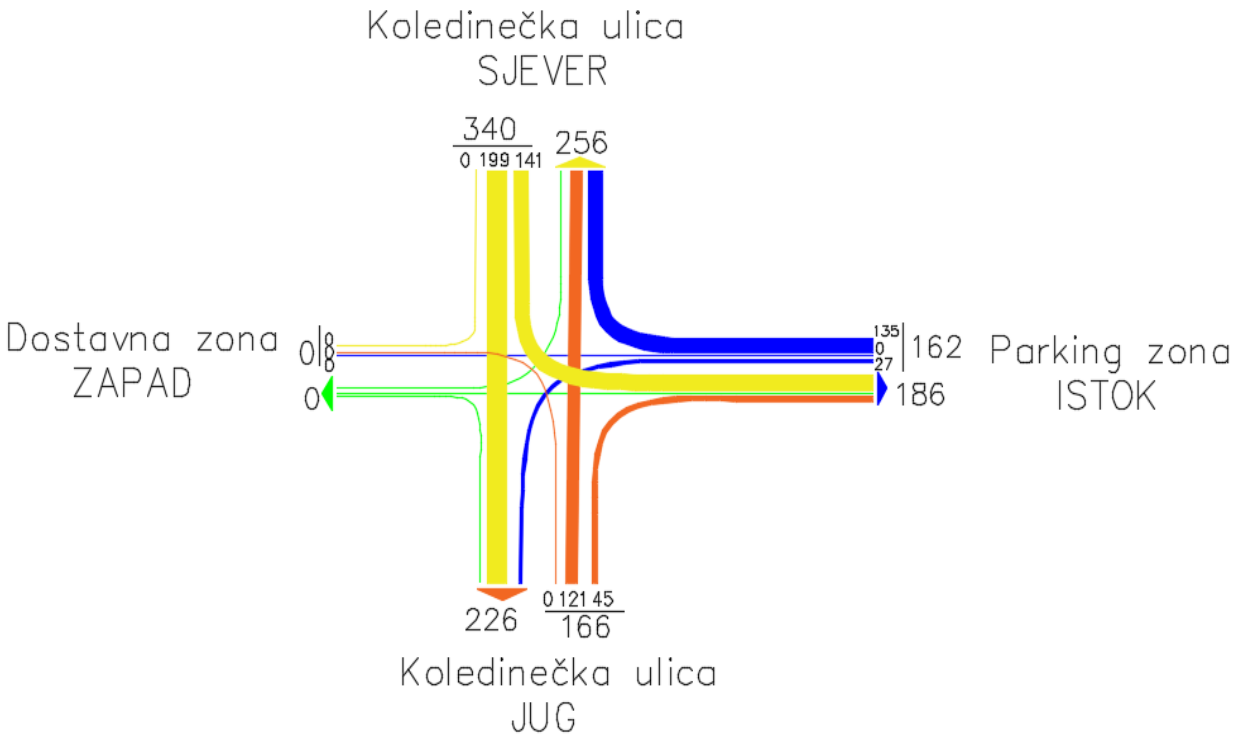
Iz signalnog plana vidljiva su trajanja zelenih vremena za pojedinu signalnu grupu. U prvoj fazi trajanje zelenog svjetla za signalnu grupu GS (glavni smjer) iznosi 25 sekundi, a za pješake u prvoj fazi trajanje zelenog svjetla za signalnu grupu PS iznosi 9 sekundi. Signalna grupa u drugoj fazi SS (sporedni smjer) ima trajanje zelenog svjetla 16 sekundi te pješaci preko glavnog smjera (PG) imaju 10 sekundi zelenog svjetla.

Iz postojećeg signalnog plana vidljivo je kako zaštitno međuvrijeme iznosi 6 sekundi, a sastoji se od 2 sekunde žutog svjetla, 3 sekunde crveno-žutog svjetla i 1 sekunde crvenog svjetla, odnosno kada je na svim signalnim grupama crveno svjetlo.

Zaštitno međuvrijeme omogućuje sigurno napuštanje raskrižja vozila koje je ušlo u raskrižje na kraju zelenog vremena u odnosu na vozilo koje će dobiti dozvolu za prolaz. Ono je vremensko razdoblje između završetka propuštanja jednog prometnog toka i početka vremena propuštanja drugog prometnog toka, odnosno to je vrijeme između kraja zelenog svjetla jedne signalne grupe i početka zelenog svjetla druge signalne grupe koja je u koliziji s prethodnom., [15].



Slika 33. Prikaz signalnog plana

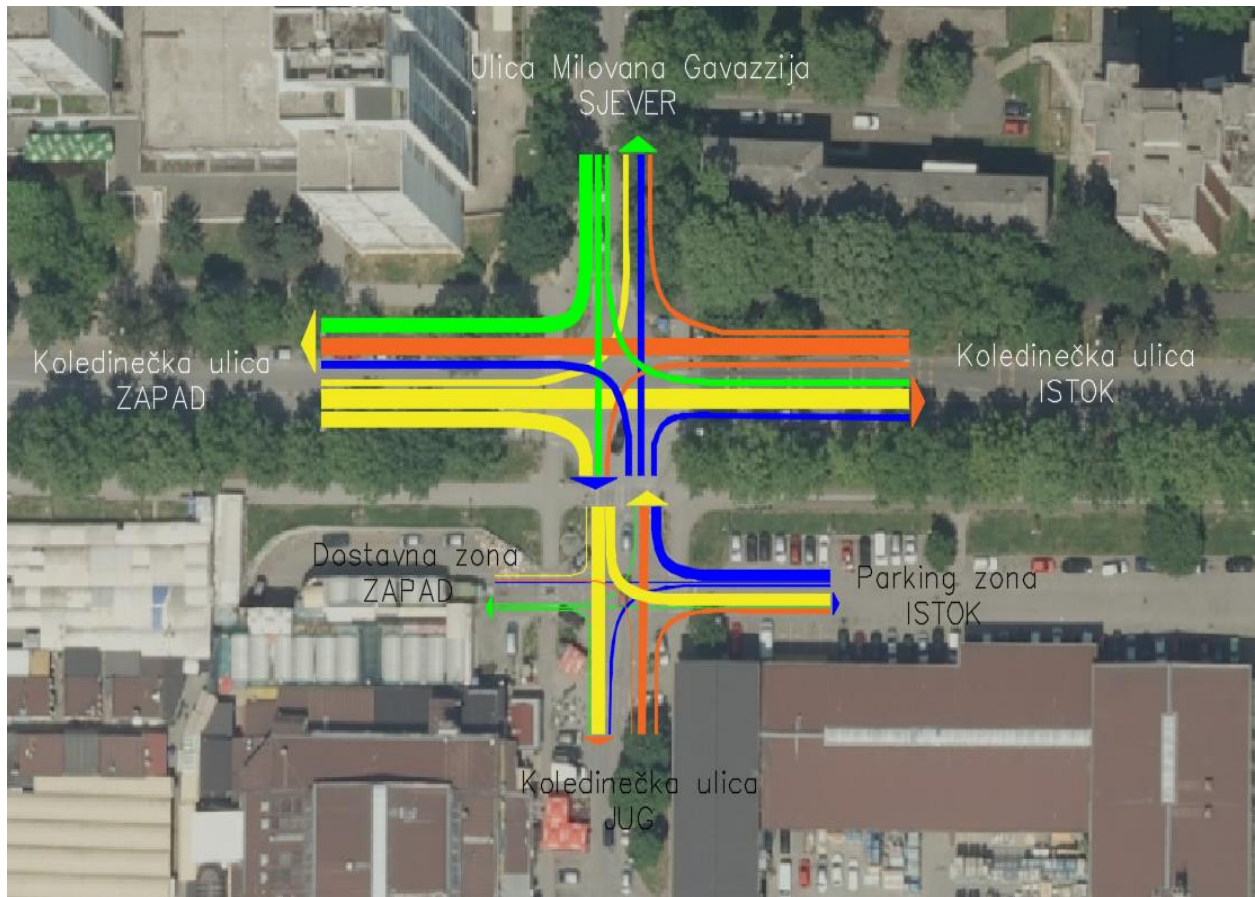


Slika 34. Grafički prikaz vršnog opterećenja nesemaforiziranog raskrižja tržnice Dubrava (R2)

Slika 33 prikazuje raskrižje tržnice Dubrava koje se nastavlja sa južnog toka prethodnog semaforiziranog raskrižja. Upravo taj južni tok prethodnog semaforiziranog raskrižja predstavlja i najopterećeniji privoz na nesemaforiziranom raskrižju, odnosno u ovom pogledu sjeverni privoz i iznosi 340 voz/h. Na zapadnom privozu nisu zabilježena vozila jer se radi o dostavnoj zoni na kojoj se uglavnom odvija promet u tjednu ili ranim jutarnjim satima. Ukupno opterećenje raskrižja u vršnom satu iznosi 668 voz/h.

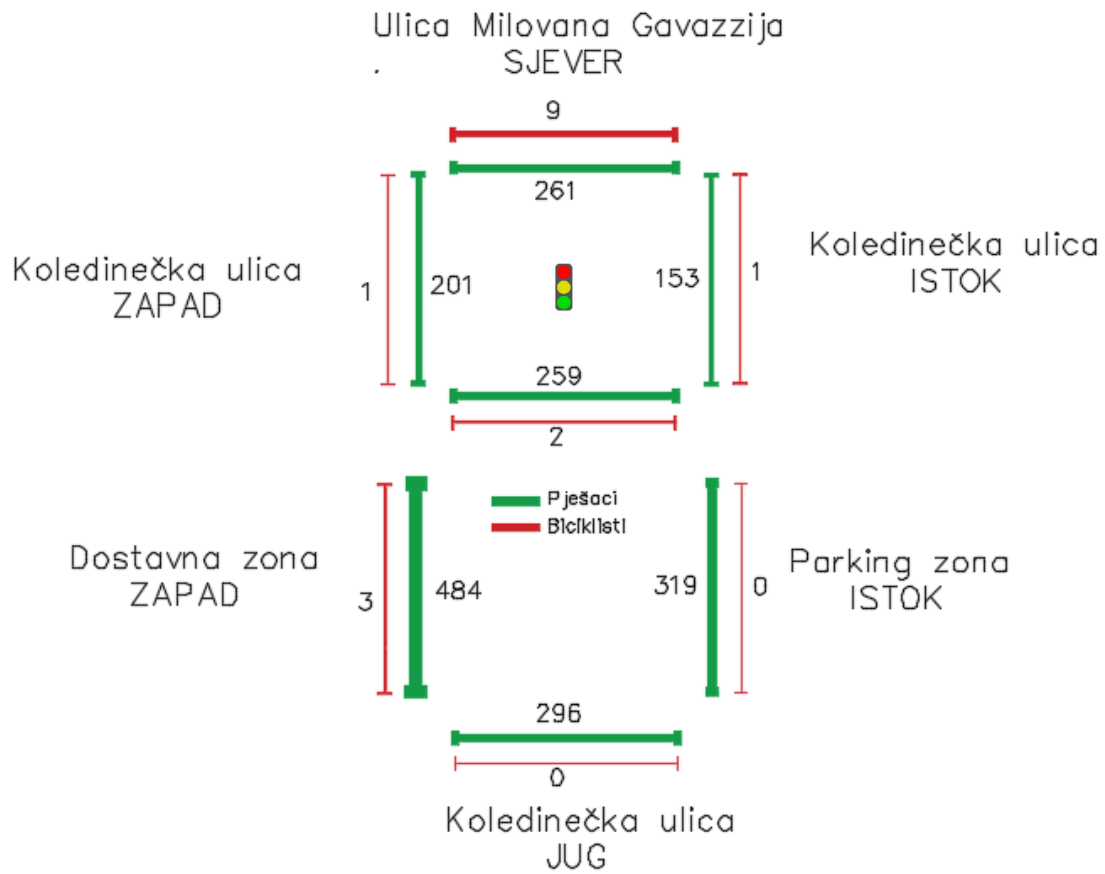
S obzirom da predmetna raskrižja međusobno utječu svojom blizinom jedno na drugo, odnosno da imaju zajednički privoz od svega nekoliko metara, da bi dobili ukupno prometno opterećenje oba dva raskrižja moramo ga promatrati kao jedno spojeno raskrižje. U tom slučaju u zbrajanju moramo izostaviti vozila sa sjevernog privoza (340 voz/h) i vozila koja su išla u smjeru sjevera za istoka (135 voz/h) te vozila iz smjera juga prema sjeveru (121 voz/h). Navedena vozila smo brojali na privozima semaforiziranog raskrižja. Tada, ukupno prometno opterećenje promatranih raskrižja iznosi 1553 voz/h.

Radi lakše preglednosti povezanosti predmetna dva raskrižja i utjecaja jednoga raskrižja na drugo, distribucija opterećenja prometnih tokova je prikazana na slici 34.



Slika 35. Grafički prikaz distribucije na predmetnim raskrižjima (R1 i R2)

Slika 36 prikazuje distribuciju pješaka i biciklista na predmetnim raskrižjima u vršnom satu.



Slika 36. Grafički prikaz broja pješaka i biciklista na predmetnim raskrižjima u vršnom satu

5. ANALIZA BUDUĆE PROMETNE POTRAŽNE

Buduće stanje prometa i njegovo oblikovanje moguće je predvidjeti ako se uzmu u obzir očekivano povećanje prometa i uočeni postojeći nedostaci u području obuhvata. Povećanje prometa od posebnog je značenja za oblikovanje prometnica i prometnih čvorova, a pritom je kao osnovica za dimenzioniranje mjerodavno vršno opterećenje. Pri izgradnji novih prometnica i čvorišta vremenska prognoza radi se za 20 godina, za veće rekonstrukcije za 15 godina, a manje rekonstrukcije za 10 godina [7].

Prognoza prometa je predviđanje budućih prometnih zahtjeva, odnosno budućeg intenziteta strukture i raspodjele prometnih tokova. Osnovni ulazni parametri za izradu prometne prognoze odnosno podaci na kojima se temelji prometna prognoza su [1]:

- postojeći intenzitet prometnih tokova;
- demografska analiza;
- stupanj motorizacije (broj vozila / stanovniku);
- ekonomska analiza (BDP);
- razvoj aktivnosti na određenom području.

Postoje različiti modeli za izradu procjene buduće prometne potražnje temeljem prethodno navedenih ulaznih podataka. U ovom radu koristit će se procjena buduće prometne potražnje korištenjem složenog kamatnog računa koja se temelji na ulaznim podacima o postojećem intenzitetu prometnih tokova, a računa se prema formuli (1):

$$PGDP * \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n \quad (1)$$

u kojoj je prema [16]:

- PGDP - prosječni godišnji dnevni promet
- p - godišnji porast prometa (%)
- n - broj godina za koje se predviđa porast prometa.

Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) izračunava se na način da se broj vozila dobiven brojanjem prometa u vršnom satu pomnoži s koeficijentom između 9 i 14 ovisno o veličini i prometnoj strukturi grada i promatrane prometnice i čvorišta [1].

Analiza buduće prometne potražnje, odnosno prognoza prometa za analizirana raskrižja u ovom diplomskom provest će se za vremensko razdoblje od 5, 10 i 15 godina. Za razdoblje od prvih 5 godina predviđa se porast prometa za 2%, dok se za sljedeće desetogodišnje razdoblje predviđa rast prometa od 1,6%.

Za izračun PGDP-a potrebni su podaci o opterećenju prometnih tokova dobivenih brojanjem koja u periodu vršnog sata ulaze ili izlaze iz zone obuhvata. U ovom diplomskom koristit ćemo podatke o broju vozila koji ulaze u zonu obuhvata odnosno predmetna raskrižja. Također, bitno je napomenuti da će se predmetna raskrižja promatrati kao jedno raskrižje zbog blizine jednog i drugog raskrižja i međusobne interakcije, pa će se tako i prikazati ukupno prometno opterećenje.

Ukupno prometno opterećenje promatranog područja kada se zbroje svi privozi iznosi 1553 voz/h, što je ranije prikazano i objašnjeno na stranici 42.

Pri izračunu PGDP-a na ovom raskrižju uzimajući u obzir veličinu i strukturu grada, te značaj čvorišta koristit ćemo koeficijent 10, prema tome:

$$PGDP = 1.553 * 10 = 15.530 \text{ [voz/dan]}$$

Prognoza prometa za prvo petogodišnje razdoblje s predviđenim porastom prometa od 2% prema formuli 1 iznosi:

$$15.530 * \left(1 + \frac{2}{100}\right)^5 = 17.146 \text{ [voz/dan]}$$

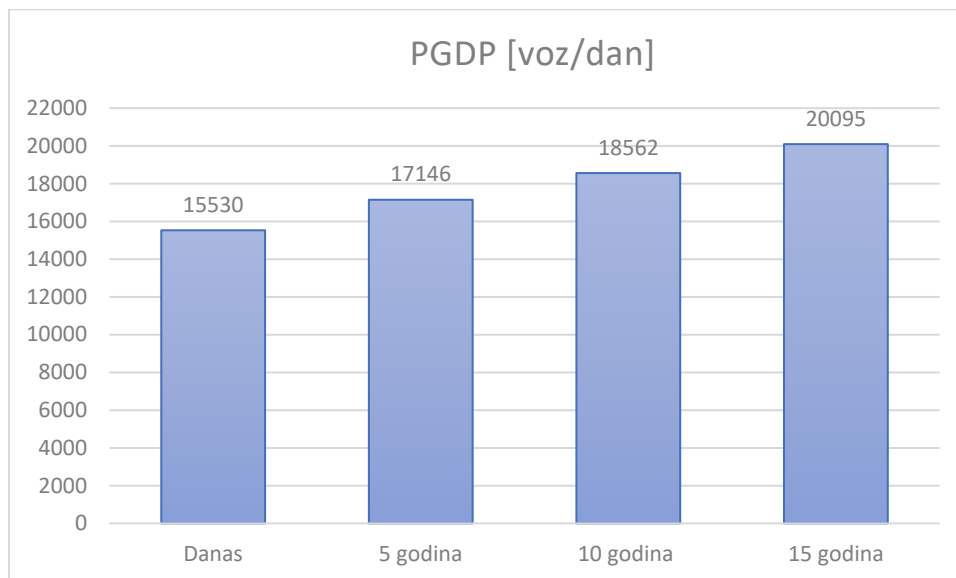
Prognoza prometa za desetogodišnje razdoblje iznosi:

$$17.146 * \left(1 + \frac{1.6}{100}\right)^5 = 18.562 \text{ [voz/dan]}$$

Prognoza prometa za petnaestogodišnje razdoblje iznosi:

$$17.146 * \left(1 + \frac{1.6}{100}\right)^{10} = 20.095 \text{ [voz/dan]}$$

Na grafikonu 2 prikazana je usporedba sadašnjeg prosječnog godišnjeg prometnog opterećenja na promatranom području i budućeg prometnog opterećenja u petogodišnjem, desetogodišnjem i petnaestogodišnjem razdoblju.



Grafikon 2. Prikaz porasta PGDP-a na predmetnom području

Podaci dobiveni iz prosječnog godišnjeg dnevnog prometa za vremenska razdoblja od 5,10 i 15 godina će se iskoristiti za izračun prometnog opterećenja vršnog sata tako da se podjele sa koeficijentom 10 koji je uzet u radu.

Prognoza vršnog prometnog opterećenja za razdoblje od 5 godina:

$$17.146 / 10 = 1714 \text{ [voz/h]}$$

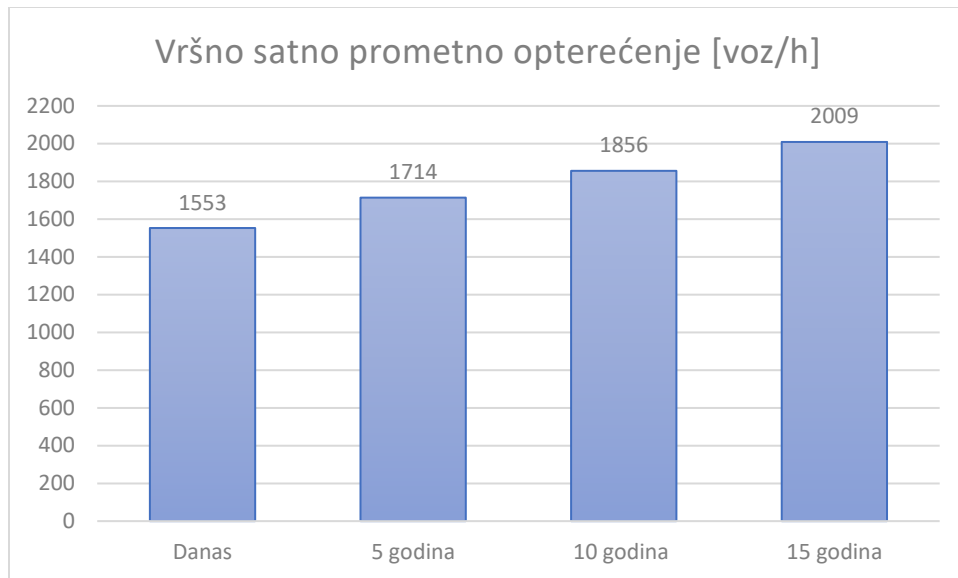
Prognoza vršnog prometnog opterećenja za razdoblje od 10 godina:

$$18.562 / 10 = 1856 \text{ [voz/h]}$$

Prognoza vršnog prometnog opterećenja za razdoblje od 15 godina:

$$20.095 / 10 = 2009 \text{ [voz/h]}$$

Shodno izračunu na grafikonu 3 prikazana je usporedba sadašnjeg prosječnog vršnog prometnog opterećenja u satu na promatranom području i budućeg vršnog prometnog opterećenja u petogodišnjem, desetogodišnjem i petnaestogodišnjem razdoblju.



Grafikon 3. Prikaz porasta vršnog satnog prometnog opterećenja na predmetnom području

6. PRIJEDLOG IDEJNOG 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, [1].

Prijedlozi rješenja izrađuju se na temelju:

- rezultata analize postojećeg stanja (ustanovljeni problemi),
- prognoze prometa (trend porasta ili smanjenja intenziteta prometnih tokova),
- najnovijih znanstvenih i stručnih spoznaja na području tehnologije prometa i transporta, [1].

Prijedlozi rješenja se prema cilju djelovanja dijele na:

- prijedloge djelovanja na prometnoj infrastrukturi,
- prijedloge djelovanja na organizaciji elemenata prometnog sustava,
- prijedloge djelovanja na prometnu politiku, [1].

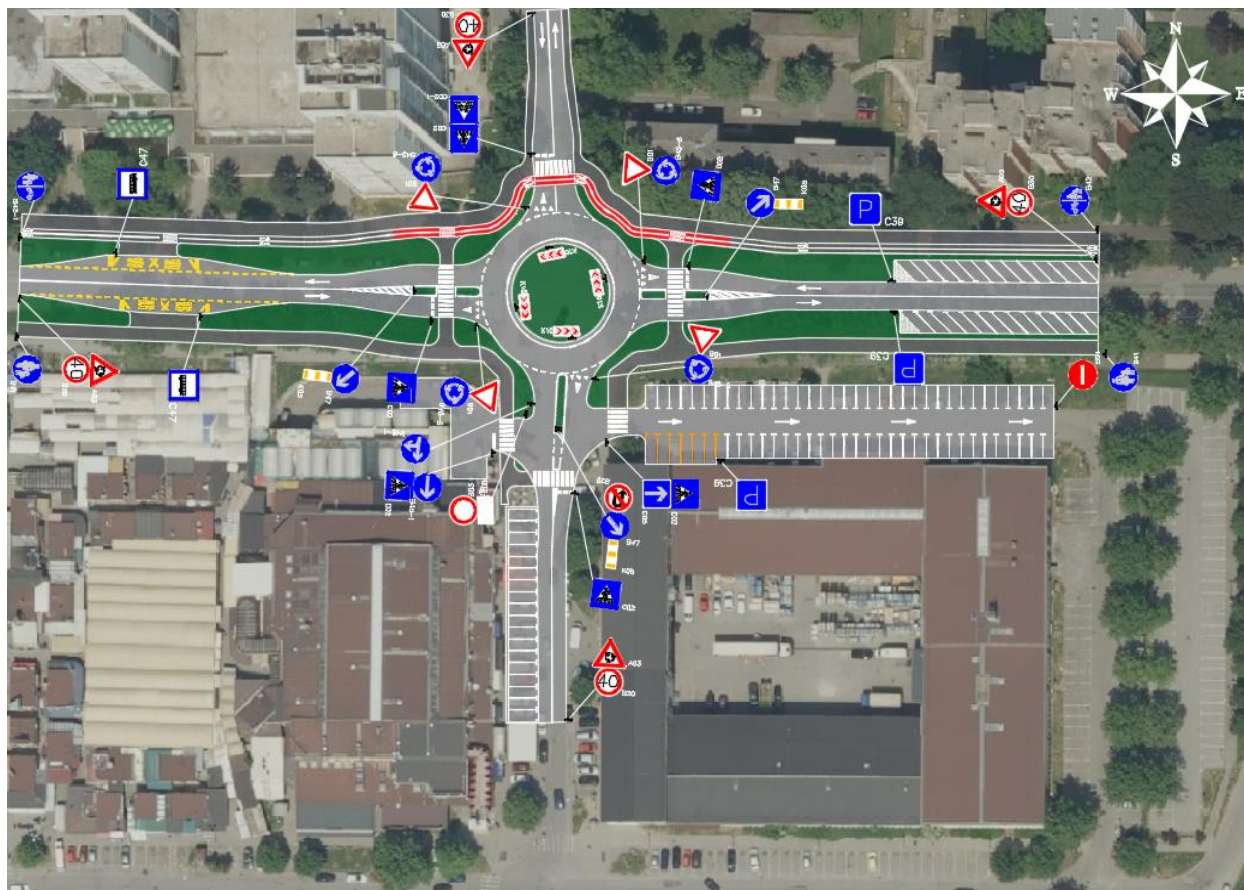
Predložena rješenja koja su data u daljnjem dijelu ovog poglavlja izrađena su na temelju zapažanja i opisane problematike u poglavlju „Analiza postojećeg stanja prometa i infrastrukture“. Predloženim rješenjima se može postići povećanje sigurnosti svih sudionika u prometu (motoriziranih i nemotoriziranih) kroz mjere smirivanja prometa i harmonizacije prometnih tokova, protočnosti te smanjenju eksternih troškova u prometu.

Prijedlog rješenja prometne problematike odnosi se na dva povezana raskrižja u radu, a to su semaforizirano raskrižje Koledinečke ulice i Ulice Milovana Gavazija te povezano raskrižje tržnice Dubrava koje se nastavlja na južni dio Koledinečke ulice i križa se sa parkirališnom površinom i zonom za dostavna vozila.

Analizom postojećih prometnih tokova utvrđeno je da dolazi do stvaranja repova čekanja u vršnim satima tijekom vikenda na sporednim privozima i glavnom zapadnom privozu razlog tog problema je u tome što se na sporednim privozima nalaze atraktori kao što su trgovački centar Kaufland na sjeveru te tržnica Dubrava na jugu. Važno je napomenuti da zbog blizine raskrižja tržnice Dubrava na jugu i semaforiziranog raskrižja na sjeveru međusobno utječu jedno na drugo i zagušenja sa jednog raskrižja se prenose na drugo raskrižje i obrnuto. Detaljan opis problematike na temelju kojeg je kreiran prijedlog rješenja je opisan pod točkom 3.2. te temeljem analize postojećeg stanja i buduće prognoze prometa (poglavlje 4 i 5).

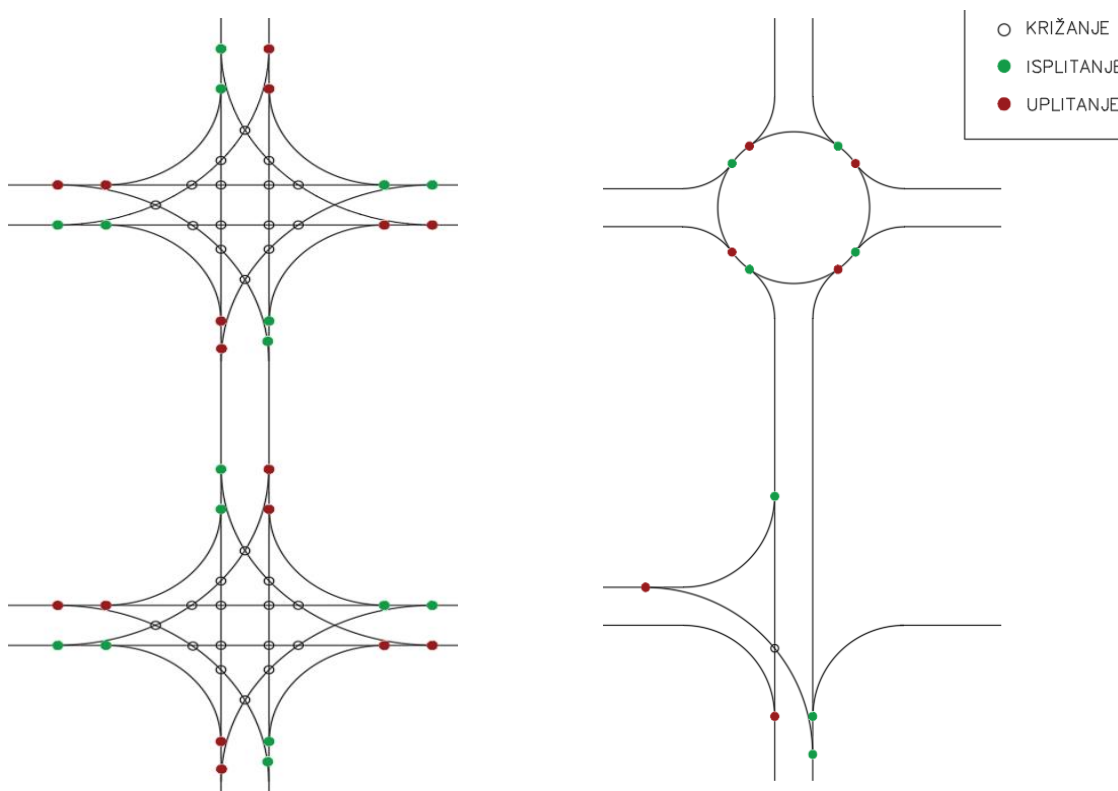
Predlaže se rješenje rekonstrukcije semaforiziranog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa, te promjenom regulacije i smjernosti ulica na nesemaforiziranom raskrižju tržnice Dubrava.

Zbog blizine semaforiziranog i nesemaforiziranog raskrižja i njihovog intenziteta prometa u vršnom satu stvara se zagušenje na predmetnim lokacijama. Raskrižje s kružnim tokom prometa ima za glavnu ulogu poboljšanje odvijanja prometnih tokova, smirivanje prometa na glavnom toku i smanjenje broja kolizijskih točaka za motorizirani i nemotorizirani promet. Također, promjenom smjernosti na raskrižju tržnice Dubrava, odnosno postavljanjem jednosmjerne ulice na parkirališnoj površini i zabranom skretanja vozilima koja dolaze iz smjera kružnog raskrižja prema parkirnoj površini na istoku smanjiti će se točke kolizije i povećati propusna moć te smanjiti rep čekanja, odnosno zagušenje koje utječe na prethodno semaforizirano raskrižje. Nakon završetka jednosmjerne ulice na parkirališnoj površini na istoku promet se nastavlja odvijati dvosmjerno kao i do sada. Vozila koja su do sada izlazila sa zapadnog izlaza parkirališne površine na predmetno raskrižje idejnim rješenjem će izlaziti na južnu stranu parkirališta s čime će se smanjiti pritisak na predmetno raskrižje i reducirati dio vozila na druge rute. Vozila koja su ulazila na zapadni ulaz parkirališne površine iz smjera sjevera, sada će ulaziti na južnom ulazu parkirališne površine.



Slika 37. Prikaz rekonstrukcije predmetnih raskrižja

Slijedeća slika prikazuje smanjenje točaka kolizije nakon rekonstrukcije predmetnih raskrižja te je vidljivo da će se rekonstrukcijom predmetnih raskrižja broj kolizijskih točaka znatno smanjiti.



Slika 38. Prikaz točaka kolizije prije i nakon rekonstrukcije predmetnih raskrižja

Dimenzije oblikovnih segmenata prijedloga idejnog rješenja navedenog raskrižja s kružnim tokom prometa jesu dimenzije polumjera radijusa središnjeg kružnog otoka 10,5 metara iz ograničavajućih razloga prostora. Provozni vijenac širine je 1 metar od središnjeg otoka, dok je kolnik u kružnom dijelu raskrižja širine 5,5 metara. Svi trakovi gradskih prometnica su širine 3 metra i postupno se proširuju do ulaska u kružni kolnik na širinu od 4,5 metara. Na najopterećenijem toku (zapad – istok) ulazi i izlazi su odvojeni uzdignutim zaštitnim otokom u širini od 2 metra i duljini 15 metara koji povećavaju sigurnost prometovanja motornih vozila i pješaka koji prelaze preko najopterećenijih privoza. Pješački prijelaz je izmaknut 6 metara od raskrižja kako bi se omogućilo lakše postavljanje vozila koji izlaze iz kružnog toka kako ne bi ometali odvijanje prometa u samom kružnom toku dok pješaci prelaze preko prijelaza. Širina pješačkog prijelaza iznose 3 metra.

Na sjevernoj strani raskrižja na nogostupu predlaže se izgradnja biciklističkih staza za dvosmjerni promet u smjeru istoka i zapada zbog prethodno izvršene analize biciklističkih tokova, na kojima je zaključeno da jedino taj tok ima zamjetno opterećenje u vršnom satu. Širina biciklističkih staza iznosi 2 metra, odnosno po jedan metar za svaki smjer i ona je uzeta iz zelenog pojasa.

Nogostup za pješake je 3 metra širine na svim privozima sa svake strane raskrižja, osim na sjevernom privozu iznosi 1.6 metara sa svake strane. Također, na sjevernom privozu nema razdjelnih otoka zbog prostornog ograničenja.

Autobusne stanice napravljene su u skladu s Pravilnikom o autobusnim stajalištima (NN 119/07), a zbog prostorne ograničenosti i utjecaja okolnih raskrižja nije ih moguće izmaknuti već se jedna stanica nalazi preko puta druge.

Na južnom dijelu raskrižja pješački prijelaz nije postavljen u zoni kružnog raskrižja iz prostornih ograničenja te kako ne bi dolazilo do zagušenja na kružnom toku zbog povećanog prometa u smjeru tržnice Dubrava. Pješački prijelaz se nalazi 20 metara od raskrižja gdje se nalazio i prije rekonstrukcije. S obzirom da se pješački promet na ukinutom prijelazu uglavnom najviše odvijao vikendom i da su preko njega prelazili posjetioci tržnice Dubrava njegovo izmicanje odnosno premještanje pješaka na područje tržnice ne bi trebalo predstavljati problem.

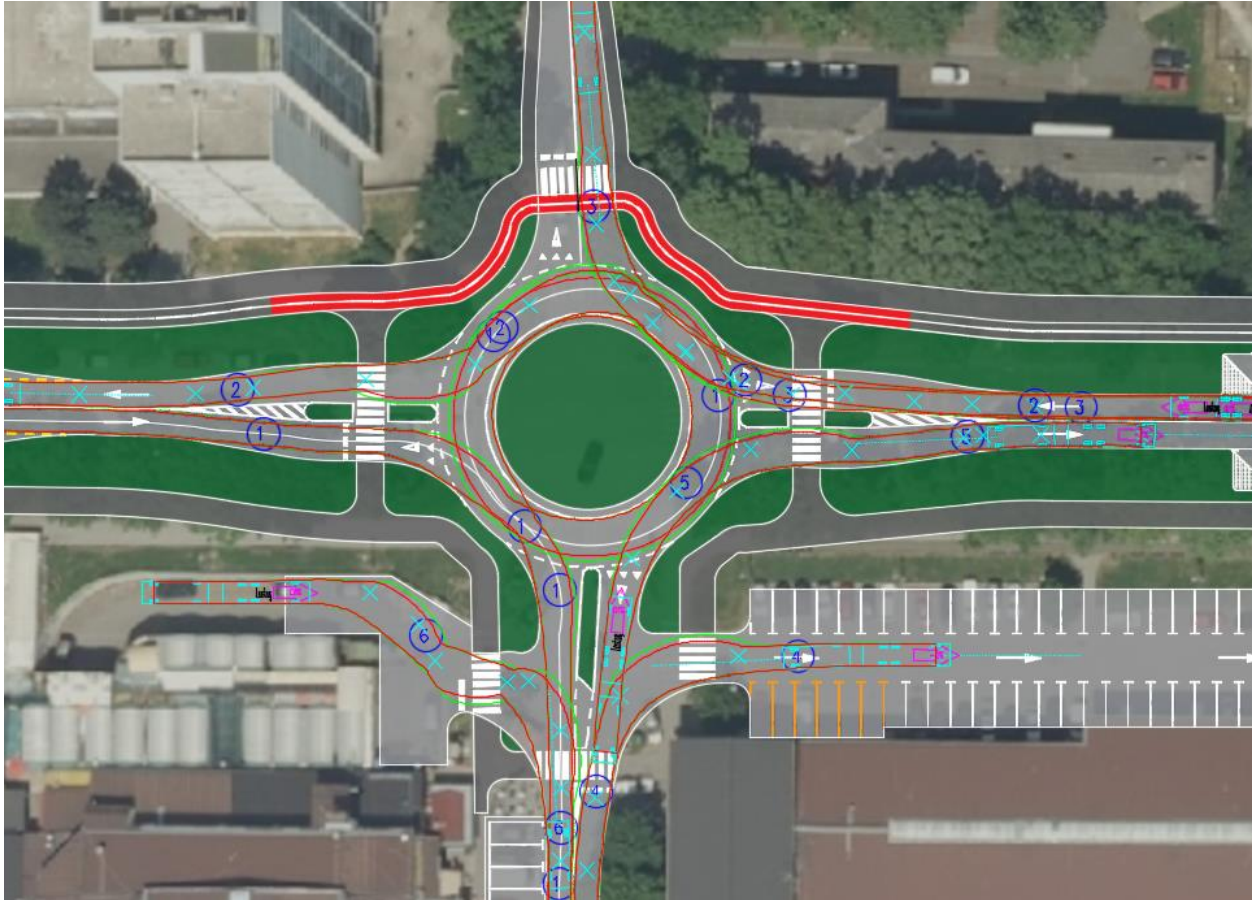
Na istom južnom dijelu raskrižja nalazi se uzdignuti zaštitni otok širine 2 metra i duljine 13 metara zbog mogućnosti skretanja teških teretnih vozila iz smjera juga u zonu dostave na zapadu. Također, razdjelni otok služi za odvajanje prometnih tokova i ne mogućnost skretanja vozila koja dolaze sa kružnog toka prema parkirališnoj površini kako se ne bi stvaralo zagušenje na kružnom toku. Usmjerenje je također popraćeno vertikalnom prometnom signalizacijom, tako da vozila koja dolaze iz kružnog toka moraju ići ravno ili desno ako se radi o dostavnim vozilima.

Na parkirališnoj površini na istočnoj strani tržnice Dubrava je promijenjena smjernost iz dvosmjerne u jednosmjernu cestu. Time će se smanjiti zagušenje na parkiralištu koje je utjecalo na samo raskrižje. U nastavku parkirališne površine promet se nastavlja odvijati dvosmjerno. Širina prometnog traka iznosi 5.5 metara tako da vozila mogu nesmetano ulaziti i izlaziti sa parkirnih mjesta. U analiziranoj dionici parkirališne površine na kojoj je promijenjena smjernost dio uzdužnih mjesta je prenamijenjen u okomita parkirna mjesta tako da se sa dosadašnjih 56 parkirnih mjesta broj mjesta povećao na 69 mjesta. Širina jednog parkirnog mjesta je 2,5 metra, a dužine 5 metara, s time da je prvih 6 mjesta na ulazu u parkirnu zonu rezervirano za dostavna vozila i rampe za diskont pića i ona su dužine 6.2 metra kako ne bi ometala ostatak prometa.

Na istočnom i zapadnom toku kružnog raskrižja u blizini raskrižja zbog sigurnosti su ukinuta postojeća uzdužna parkirna mjesta u smjeru vožnje. Na zapadnom toku zbog blizine autobusnih stajališta nije moguće izvesti parkirna mjesta. Međutim, na istočnom toku na udaljenosti 55 metara od kružnog raskrižja u oba smjera su postavljena kosa parkirna mjesta pod kutom od 45 stupnjeva i širinom traka za parkiranje od 4,7 metara. Time se na istočnom toku

umjesto dosadašnjih 35 vozila može postaviti 38 vozila, unatoč tome što su se ukinula parkirna mjesta u blizini raskrižja.

U programskom alatu Vehicle Tracking u sklopu AutoCAD-a provjerena je trajektorija kretanja mjerodavnog vozila. Kao mjerodavno vozilo uzeto je teško teretno vozilo (Lastzug) širine 2.5 metara i dužine 18.710 metara prema njemačkim smjernicama FGSV 2001.



Slika 39. Prikaz provjere trajektorija mjerodavnog vozila

Detalji raskrižja sa svim elementima nalaze se u prilogu 2 na kraju rada.

7. EVALUACIJA PREDLOŽENOG RJEŠENJA

U ovom poglavlju prikazati će se modeli postojećeg stanja i prijedlozi rješenja predmetnih raskrižja te izvršiti njihova evaluacija pomoću mikrosimulacijskog alata PTV Vissim.

Mikroskopski modeli predstavljaju modeliranje kretanja pojedinačnih vozila unutar nekog manjeg područja (npr. raskrižja). Kretanje svakog pojedinačnog vozila u zadanom vremenskom intervalu u funkciji je: tehničkih karakteristika vozila (dužina, maksimalno ubrzanje, itd.); osnovnih zakona gibanja i ponašanja vozača (pravila slijeđenja vozila, prestrojavanja itd.), [17].

PTV Vissim je mikroskopski simulacijski alat koji omogućuje realističnu i detaljnu simulaciju (2D i 3D) prometnih tokova na prometnicama i raskrižjima. Na raskrižjima, osim analize relevantnih parametara (kapacitet, razina usluge, duljina repa čekanja itd.), moguće je i fino prilagođavanje signalnih planova. Program omogućuje simulaciju i detaljnu analizu javnog gradskog prijevoza kao i pješakačkih tokova [17].

PTV Vissim može se koristiti za jedno ili više raskrižja na mikrorazini.

U ovom diplomskom radu evaluirati će se predložena rješenja sa usporedbom razine usluge prije i poslije rješenja. Također, na osnovi simulacija modela prikazati će se najvažniji podaci preuzeti iz modela postojećeg stanja i rekonstruiranog stanja, a to su:

- rep čekanja,
- maksimalni rep čekanja,
- prosječno vrijeme kašnjenja,
- emisija CO i
- potrošnja goriva.

Napraviti će se i prikaz sljedećih ukupnih parametara:

- ukupno kašnjenje svih vozila
- prosječna brzina putovanja
- ukupan broj zaustavljanja
- ukupno vrijeme putovanja

Razina usluge je kvalitativna mjera koja opisuje operativne uvjete prometnoga toka, a na temelju kojih se utvrđuju su: brzina, vrijeme putovanja, sloboda manevriranja, utjecaj drugog prometa, udobnost itd. Sigurnost odvijanja prometa ne ulazi kao mjera za određivanje razine usluge [7].

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 repova 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, [7].

Tablica 10. Iznos razine usluge prema HCM-u ovisno o prosječnom vremenu kašnjenja

LOS semaforiziranog raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/voz)	LOS nesemaforiziranog raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/voz)
A	0-10	A	0-10
B	10-20	B	10-15
C	20-35	C	15-25
D	35-55	D	25-35
E	55-80	E	35-50
F	> 80	F	> 50

Izvor: [15]

Za potrebe ovog diplomskog rada predmetnim raskrižjima će se vršiti simulacija prije i poslije predloženih rješenja. Prije puštanja simulacije, potrebno je definirati simulacijske parametre kako bi dobiveni rezultati što realnije prikazivali trenutno stvarno stanje i buduće stanje. Potrebno je definirati period, odnosno trajanje simulacije. Trajanje simulacije postavljeno je na 4200 sekundi, dok je početak bilježenja rezultata stavljen na 600 sekundi kako bi se promet “uigrao“. Simulacija se ponavljala 10 puta te su kod evaluacije rezultata u ovom radu uzete prosječne vrijednosti. Zbog blizine dvaju raskrižja iz rada i međusobnog utjecaja jednog na drugo predmetna raskrižja i njihovi tokovi u simulaciji se moraju promatrati kao jedno. Najprije se napravila simulacija rezultata postojećeg stanja, a zatim budućeg rekonstruiranog stanja raskrižja.

Na slici 37. prikazan je simulacijski model koji predstavlja prikaz postojećeg stanja predmetnih raskrižja. Raskrižje na sjeveru (Koledinečka ulica i Ulica Milovana Gavazzija) je upravljano prometnim svjetlima u dvije faze dok je južno raskrižje (Koledinečka ulica – parkirališna zona – zona dostavnih vozila) nesemaforizirana.



Slika 40. Prikaz simulacijskog modela postojećeg stanja u programskom alatu PTV Vissim

U tablici 11. prikazani su izlazni podaci simulacijskog modela postojećeg stanja navedenih raskrižja za svaki prometni tok koji prolazi navedenim raskrižjima te je na kraju tablice prikazan ukupni rezultat. Tablica 12. prikazuje dodatne ukupne podatke cijelog raskrižja.

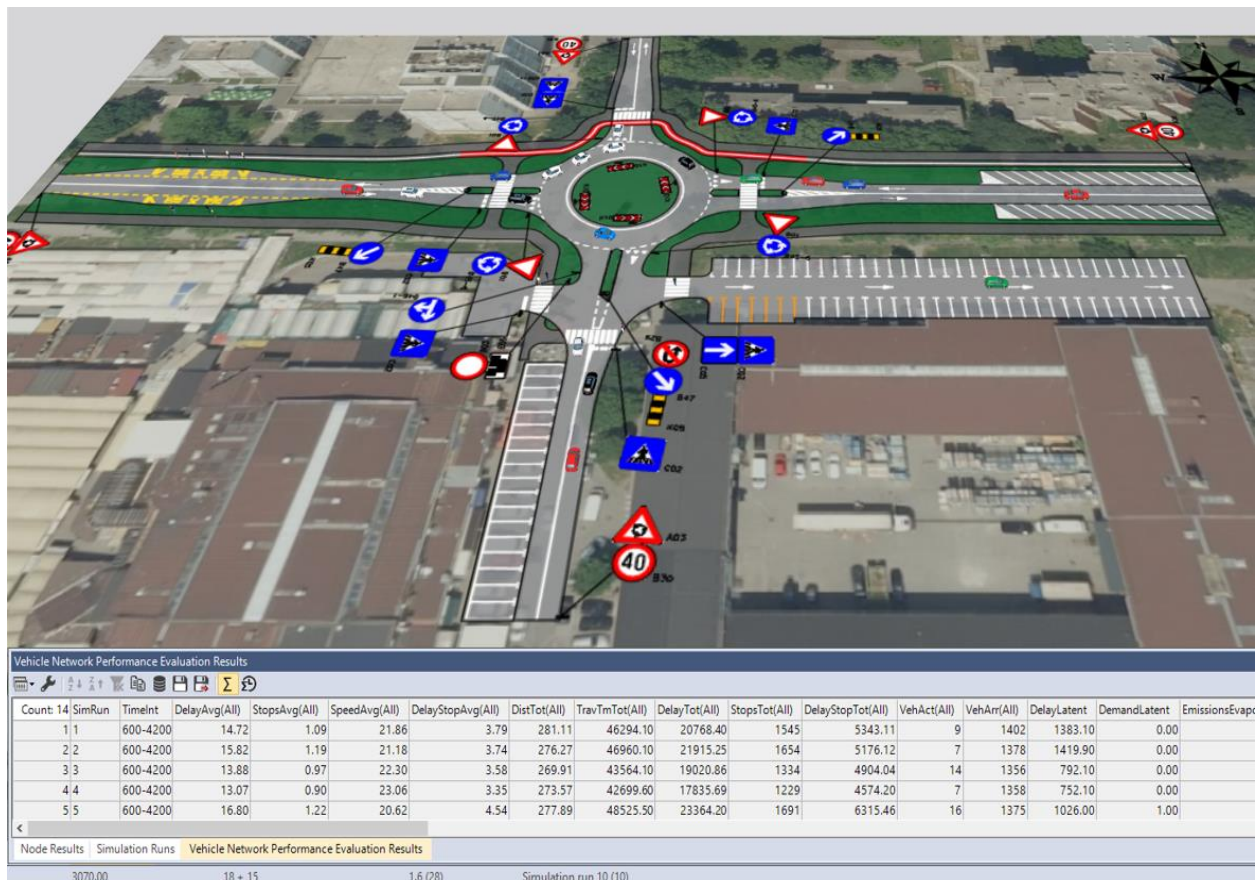
Tablica 11. Izlazni podaci simulacijskog modela postojećeg stanja za svaki tok

SMJER	Razina usluge	Prosječan rep čekanja [m]	Maksimalan rep čekanja [m]	Prosječno vrijeme kašnjenja [s]	Emisija Co [g]	Potrošnja goriva [l]
Koledinečka ulica_ZAPAD - Koledinečka ulica_ISTOK	LOS_E	29,54	57,67	75,41	695,73	37,72
Koledinečka ulica_ZAPAD - Koledinečka ulica_JUG	LOS_F	29,54	57,67	80,81	365,07	19,79
Koledinečka ulica_ZAPAD - Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER	LOS_E	29,54	57,67	71,79	319,17	17,31
Koledinečka ulica_ZAPAD - Parking zona_ISTOK	LOS_E	29,54	57,67	78,59	282,28	15,31
Koledinečka ulica_ISTOK - Koledinečka ulica_ZAPAD	LOS_C	6,91	61,80	20,95	266,26	14,44
Koledinečka ulica_ISTOK - Koledinečka ulica_JUG	LOS_E	4,08	28,68	63,59	129,47	7,02
Koledinečka ulica_ISTOK - Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER	LOS_B	6,91	61,80	18,55	50,35	2,73
Koledinečka ulica_ISTOK - Parking zona_ISTOK	LOS_E	4,08	28,68	71,45	87,68	4,75
Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER - Koledinečka ulica_ISTOK	LOS_E	33,52	44,13	75,61	164,79	8,94
Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER - Koledinečka ulica_ZAPAD	LOS_E	33,52	44,13	78,54	457,45	24,80
Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER - Koledinečka ulica_JUG	LOS_E	33,52	44,13	79,65	90,14	4,89
Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER - Parking zona_ISTOK	LOS_F	33,52	44,13	82,81	71,17	3,86
Koledinečka ulica_JUG - Koledinečka ulica_ISTOK	LOS_E	5,21	56,56	67,51	71,92	3,90
Koledinečka ulica_JUG - Koledinečka ulica_ZAPAD	LOS_D	5,21	56,56	52,52	64,08	3,47
Koledinečka ulica_JUG - Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER	LOS_D	5,21	56,56	48,68	55,25	3,00
Koledinečka ulica_JUG - Parking zona_ISTOK	LOS_C	5,21	56,56	29,90	48,35	2,62
Parking zona_ISTOK - Koledinečka ulica_ISTOK	LOS_F	21,63	72,17	110,31	60,97	3,31
Parking zona_ISTOK - Koledinečka ulica_ZAPAD	LOS_F	21,63	72,17	118,49	123,51	6,70
Parking zona_ISTOK - Koledinečka ulica_JUG	LOS_E	21,72	72,58	71,76	42,36	2,30
Parking zona_ISTOK - Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER	LOS_F	21,63	72,17	87,15	115,77	6,28
UKUPNO	LOS_E	19,91	108,11	64,28	3.559,95	193,02

Tablica 12. Ukupni izlazni podaci simulacijskog modela postojećeg stanja

Postojeće stanje	
Ukupno kašnjenje [h]	29,8
Prosječna brzina putovanja [km/h]	7,65
Ukupni broj zaustavljanja	4956
Ukupno vrijeme putovanja [h]	36,12

Na sljedećoj slici prikazan je simulacijski model koji predstavlja prikaz prijedloga rješenja rekonstrukcije predmetnih raskrižja.



Slika 41. Prikaz simulacijskog modela predloženog rješenja u programskom alatu PTV Vissim

Tablice u nastavku prikazuju izlazne podatke simulacijskog modela predloženog rješenja, nakon kojih će biti moguće izvršiti usporedbu izlaznih parametara postojećeg stanja sa budućim.

Tablica 13. Ukupni izlazni podatci simulacijskog modela predloženog rješenja

Rekonstruirano stanje	
Ukupno kašnjenje [sat]	6,43
Prosječna brzina putovanja [km/h]	20,85
Ukupni broj zaustavljanja	1698
Ukupno vrijeme putovanja [h]	13,45

Tablica 14. Izlazni podaci simulacijskog modela predloženog rješenja za svaki tok

SMJER	Razina usluge	Prosječan rep čekanja [m]	Maksimalan rep čekanja [m]	Prosječno vrijeme kašnjenja [s]	Emisija Co [g]	Potrošnja goriva [l]
Koledinečka ulica_ZAPAD - Koledinečka ulica_ISTOK	C	11,67	93,41	22,03	296,77	4,25
Koledinečka ulica_ZAPAD - Koledinečka ulica_JUG	D	11,67	93,41	25,19	267,15	3,82
Koledinečka ulica_ZAPAD - Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER	C	11,67	93,41	24,85	107,00	1,53
Koledinečka ulica_ISTOK - Koledinečka ulica_ZAPAD	A	2,67	55,15	9,24	169,58	2,43
Koledinečka ulica_ISTOK - Koledinečka ulica_JUG	B	2,67	55,15	11,69	43,00	0,62
Koledinečka ulica_ISTOK - Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER	A	2,67	55,15	8,39	29,55	0,42
Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER - Koledinečka ulica_ISTOK	B	4,76	36,60	13,39	52,56	0,75
Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER - Koledinečka ulica_ZAPAD	B	4,76	36,60	14,21	158,33	2,27
Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER - Koledinečka ulica_JUG	C	4,76	36,60	17,54	74,40	1,06
Koledinečka ulica_JUG - Koledinečka ulica_ISTOK	A	1,14	32,65	8,85	28,48	0,41
Koledinečka ulica_JUG - Koledinečka ulica_ZAPAD	B	1,14	32,65	11,99	45,66	0,65
Koledinečka ulica_JUG - Ulica Milovana Gavazzija_SJEVER	B	1,14	32,65	11,54	43,95	0,63
Koledinečka ulica_JUG - Parking zona_ISTOK	A	1,14	32,65	8,10	31,17	0,45
UKUPNO	C	5,32	93,41	16,31	1.347,76	19,28

Iz prethodnih tablica izlaznih podataka simulacijskih modela postojećeg stanja i predloženog rješenja može se zaključiti da se ukupna razina usluge cjelokupnog raskrižja znatno povećala, sa dosadašnje razine E na buduću razinu C, uz naglasak da je prosječno vrijeme kašnjenja predloženog rješenja u iznosu od 16,31 sekunde na granici sa razinom usluge B, koja prema HCM iznosi 15 sekundi prosječnog vremena kašnjenja. Također, bitno je napomenuti da se razina usluge na privozima odnosno svim smjerovima prometnih tokova povećala prosječno za dvije razine usluge, a na nekim tokovima čak i za tri razine, npr. privoz Ulice Milovana Gavazzija na sjeveru.

Prijedlogom rješenja dolazi do smanjenja prosječno vremena čekanja cijelog raskrižja za 75%, odnosno sa postojećih 64,28 sekunde na 16,31 sekundu. Također, prosječni rep čekanja se smanjio za 73%, dok je maksimalni rep čekanja manji za 14%.

S ekološkog aspekta vidljivo je da se ukupna emisija ugljičnog monoksida na predloženom rješenju smanjila za 62%, dok se potrošnja goriva smanjila čak za 10 puta.

Od ostalih bitnih parametara izdvojiti će se ukupnog vrijeme kašnjenja cijelog raskrižja koje na postojećem stanju iznosi 29,8 sati, a nakon rekonstrukcije 6,43 sati, što je 79% manja vrijednost. Prosječna brzina postojećeg stanja raskrižja iznosi samo 7,65 km/h, dok bi se predloženim rješenjem povećala na 20,85 km/h. Ukupni broj zaustavlja vozila se smanjio sa dosadašnjih 4956 na 1698. Ukupno vrijeme putovanja na postojećem stanju iznosi 36,12 sati dok na predloženom rješenju iznosi 13,45 sati, što je za 63% manja vrijednost.

8. ZAKLJUČAK

Analizom postojećeg stanja na predmetnim raskrižjima utvrđeni su brojni nedostaci koji se očituju u prvom redu stvaranjem zagušenja na prometnim tokovima pretežito vikendom zbog utjecaja tržnice Dubrava i okolnih atraktora putovanja na analizirana raskrižja.

Daljnjom analizom utvrđeni su nedostaci u vertikalnoj i horizontalnoj prometnoj signalizaciji, kao što su nepravilno vođenje prometnog traka za ravno na glavnom toku semaforiziranog raskrižja, dotrajnost horizontalnih oznaka, nedostatak vertikalne signalizacije pri uključivanju u nesemaforizirano raskrižje sa parkirališne površine. Uzdužna parkirna mjesta uz glavni tok semaforiziranog raskrižja ometaju odvijanje samog toka zbog potrebnog dužeg vremena parkiranja vozila. Analizom su ustanovljena nepropisna prelaženja pješaka preko semaforiziranog raskrižja što je nažalost potkrijepljeno i analizom prometnih nesreća.

Tek nakon kvalitetno provedene analize postojećeg stanja te predviđanja kretanja prometnih tokova i buduće prometne potražnje može se pristupiti rekonstrukciji određenog segmenta prometne mreže. Također, potrebno je uzeti u obzir i moguće negativne utjecaje koje bi novonastala rješenja mogla apsorbirati.

Na temelju analize postojećeg stanja i uz pomoć simulacijskog alata PTV Vissim-a utvrđena su znatna poboljšanja prometne mreže usporedbom rezultata postojećeg i budućeg stanja. Prenamjenom trenutnog klasičnog četverokrakog semaforiziranog raskrižja u kružno raskrižje smanjio se broj konfliktnih točaka, odnosno presijecanja prometnih tokova te se postiglo smanjenje repova čekanja i vremena čekanja što za rezultat ima povećanje propusne moći prometnica i smanjenje vremena putovanja. Uvođenjem jednosmjernog prometa na djelu parkirališne površine koje se nalazi uz samo raskrižje i zabranom skretanja za vozila koja dolaze sa rotora smanjilo se presijecanje tokova, odnosno promet se sveo na odlijevanja i ulijevanja što dovodi do dodatnog povećanja propusne moći i smanjenje zagušenja na predmetnim lokacijama. Nakon uvođenja jednosmjerne ulice na parkirališnoj površini dio uzdužnih parkirališnih mjesta se prenamijenio u okomita čime su osigurana dodatna parkirna mjesta i potrebe za prometnom potražnjom u budućnosti.

Na analiziranom području idejnim rješenjem se povećava sigurnost svih sudionika u prometu, smanjuje se zagušenje na najopterećenijim tokovima, što dovodi i do smanjena ekoloških zagađenja.

LITERATURA

- [1] Šošarić, M., Ščukanec, A.: Prometno tehnološko projektiranje – autorizirana predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Prosinac, 2011.
- [2] URL: <https://www.dubrava.hr/podaci-o-kvartu> [Pristupljeno: svibanj, 2022.]
- [3] URL: <https://www.zagreb.hr/userdocsimages/gu%20za%20strategijsko%20planiranje/11%20Gornja%20Dubrava.f> [Pristupljeno: svibanj, 2022.]
- [4] URL: <https://geoportal.zagreb.hr/Karta?tk=1> [Pristupljeno: lipanj, 2022.]
- [5] Dadić, I., Kos, G., Ševrović, M.: Teorija i organizacija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014
- [6] URL: <https://www.google.hr/maps/place/Koledine%C4%8Dka+ul.,+10040,+Zagreb> [Pristupljeno: lipanj, 2022.]
- [7] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [8] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta – cestovne prometnice 2, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
- [9] URL: [8 Koledinečka ul. – Google karte](#) [Pristupljeno: lipanj, 2022.]
- [10] Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1- radni materijal za predavanja, Fakultet prometnih znanosti, 2010.,
- [11] Perotić, V.: Prometna tehnika 1, Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994.
- [12] URL: <https://www.zakon.hr/z/78/Zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama> [Pristupljeno: srpanj, 2022.]
- [13] URL: https://hrvatskeceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/93/Methodologija_za_identifkaciju_opasnih_mjesta.pdf [pristupljeno: srpanj, 2022.]
- [14] Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske
- [15] Novačko, L., Pilko, H.: Cestovne prometnice II: upute za auditorne vježbe i seminarski rad, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2017.
- [16] Barić, D.; Nastavni materijal iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019./2020.
- [17] Novačko L.: Prometno modeliranje u cestovnom prometu, Modeliranje i planiranje u cestovnom prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018.

POPIS SLIKA

Slika 1. Smještaj gradske četvrti Gornja Dubrava	3
Slika 2. Prikaz mjesnih odbora gradske četvrti Gornja Dubrava.....	4
Slika 3. Prikaz područja mjesnog odbora Studentski grad	5
Slika 4. Makro zona obuhvata	6
Slika 5. Mikro zona obuhvata	7
Slika 6. Shematski prikazi različitih vrsta mreža.....	8
Slika 7. Grafički prikaz odnosa među prometnim tokovima	9
Slika 8. Primjer mogućih usmjerenja prometa na trokrakom raskrižju	10
Slika 9. Položaj problematičnih lokacija	11
Slika 10. Položaj problematičnih lokacija	12
Slika 11. Prikaz glavnog privoza sa zapada.....	15
Slika 12. Prikaz glavnog privoza sa istoka	15
Slika 13. Prikaz sporednog privoza sa sjevera.....	16
Slika 14. Prikaz sporednog privoza sa juga	17
Slika 15. Prikaz južnog privoza raskrižja 2	18
Slika 16. Prikaz istočnog privoza parkirališne površine.....	18
Slika 17. Prikaz ulaza na područje za dostavna vozila	19
Slika 18. Prikaz izlaza sa područja za dostavna vozila.....	19
Slika 19. Prikaz postojećeg stanja analiziranog područja.....	20
Slika 20. Prikaz položaja autobusnih stajališta.....	21
Slika 21. Pregled parkirališnih površina na analiziranom području	22
Slika 22. Problematika sigurnosti odvijanja prometa na semaforiziranom raskrižju	26
Slika 23. Prikaz zadržavanja vozila u semaforiziranom raskrižju i nepropisno parkiranih vozila u blizini raskrižja.....	27
Slika 24. Pregled nepravilnog vođenja trakova na glavnom toku	28
Slika 25. Prikaz nedostatka horizontalnih linija	28
Slika 26. Nepropisno prelaženje pješaka preko ceste (Primjer 1.)	29
Slika 27. Nepropisno prelaženje pješaka preko ceste (Primjer 2.)	29
Slika 28. Nepropisno prelaženje pješaka preko ceste (Primjer 3.)	29
Slika 29. Pretpostavke za prostornu preglednost, [8].	30
Slika 30. Prikaz smanjene preglednosti na pješački prijelaz	30
Slika 31. Prikaz smanjene preglednosti	31
Slika 32. Grafički prikaz vršnog opterećenja semaforiziranog raskrižja Koledinečke ulice i Ulice Milovana Gavazzija (R1).....	40
Slika 33. Prikaz signalnog plana.....	41
Slika 34. Grafički prikaz vršnog opterećenja nesemaforiziranog raskrižja tržnice Dubrava (R2).....	42
Slika 35. Grafički prikaz distribucije na predmetnim raskrižjima (R1 i R2).....	43
Slika 36. Grafički prikaz broja pješaka i biciklista na predmetnim raskrižjima u vršnom satu ...	44

Slika 37. Prikaz rekonstrukcije predmetnih raskrižja	50
Slika 38. Prikaz točaka kolizije prije i nakon rekonstrukcije predmetnih raskrižja.....	51
Slika 39. Prikaz provjere trajektorija mjerodavnog vozila	53
Slika 40. Prikaz simulacijskog modela postojećeg stanja u programskom alatu PTV Vissim.....	56
Slika 41. Prikaz simulacijskog modela predloženog rješenja u programskom alatu PTV Vissim	58

POPIS TABLICA

Tablica 1. Statistika prometnih nesreća za predmetno raskrižje.....	25
Tablica 2. Rezultati brojanja prometa na semaforiziranom raskrižju (R1) na zapadnom privozu	34
Tablica 3. Rezultati brojanja prometa na semaforiziranom raskrižju (R1) na istočnom privozu .	35
Tablica 4. Rezultati brojanja prometa na semaforiziranom raskrižju (R1) na sjevernom privozu	36
Tablica 5. Rezultati brojanja prometa na semaforiziranom raskrižju (R1) na južnom privozu....	37
Tablica 6. Rezultati brojanja prometa na nesemaforiziranom raskrižju (R2) na južnom privozu	38
Tablica 7. Rezultati brojanja prometa na nesemaforiziranom raskrižju (R2) na sjevernom privozu	38
Tablica 8. Rezultati brojanja prometa na nesemaforiziranom raskrižju (R2) na istočnom privozu	39
Tablica 9. Koeficijenti ekspanzije (EJA)	39
Tablica 10. Iznos razine usluge prema HCM-u ovisno o prosječnom vremenu kašnjenja.....	55
Tablica 11. Izlazni podaci simulacijskog modela postojećeg stanja za svaki tok	57
Tablica 12. Ukupni izlazni podaci simulacijskog modela postojećeg stanja.....	57
Tablica 13. Ukupni izlazni podaci simulacijskog modela predloženog rješenja	58
Tablica 14. Izlazni podaci simulacijskog modela predloženog rješenja za svaki tok.....	59

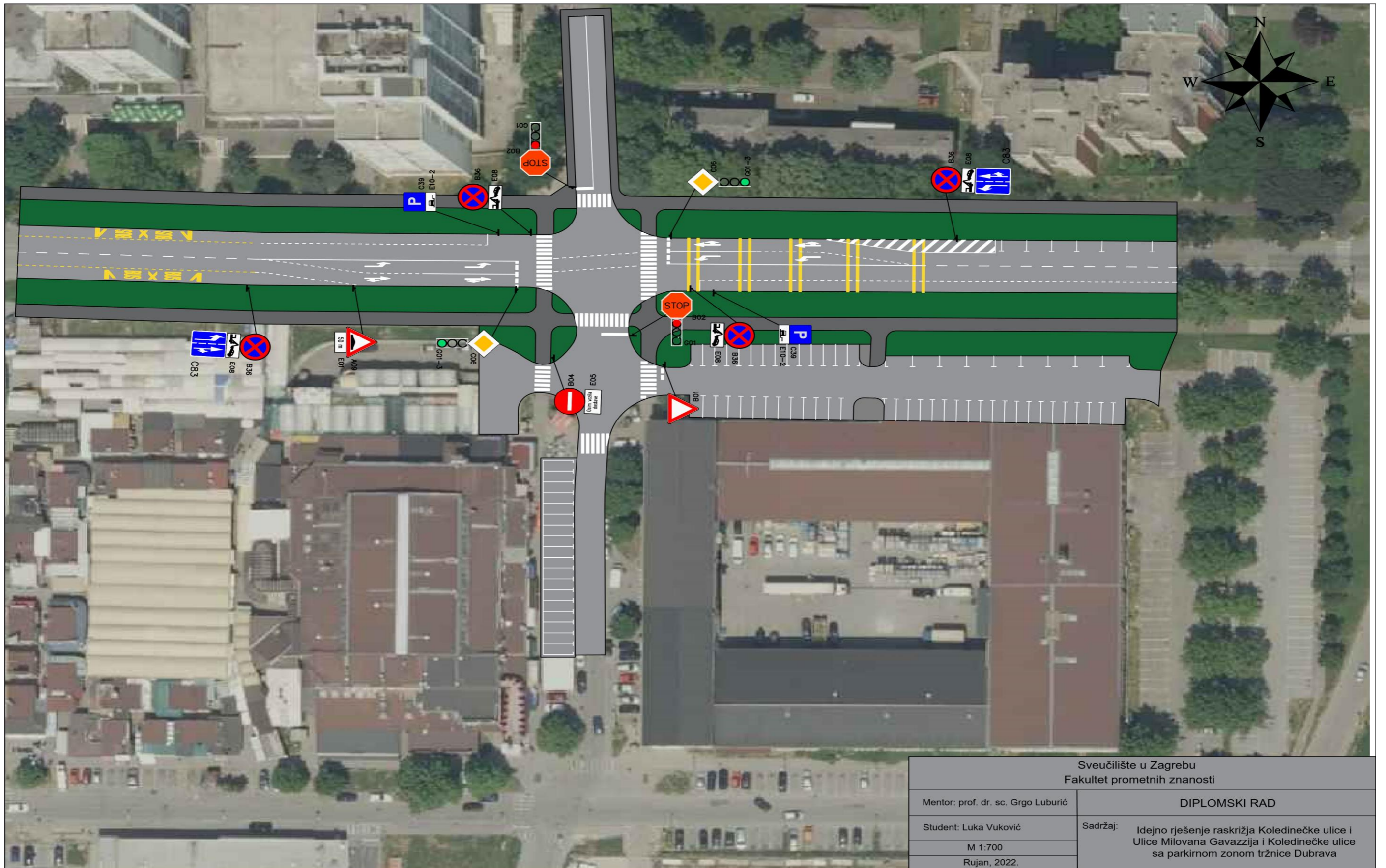
POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Vršno prometno opterećenje za karakteristične dane u tjednu	33
Grafikon 2. Prikaz porasta PGDP-a na predmetnom području.....	47
Grafikon 3. Prikaz porasta vršnog satnog prometnog opterećenja na predmetnom području	48

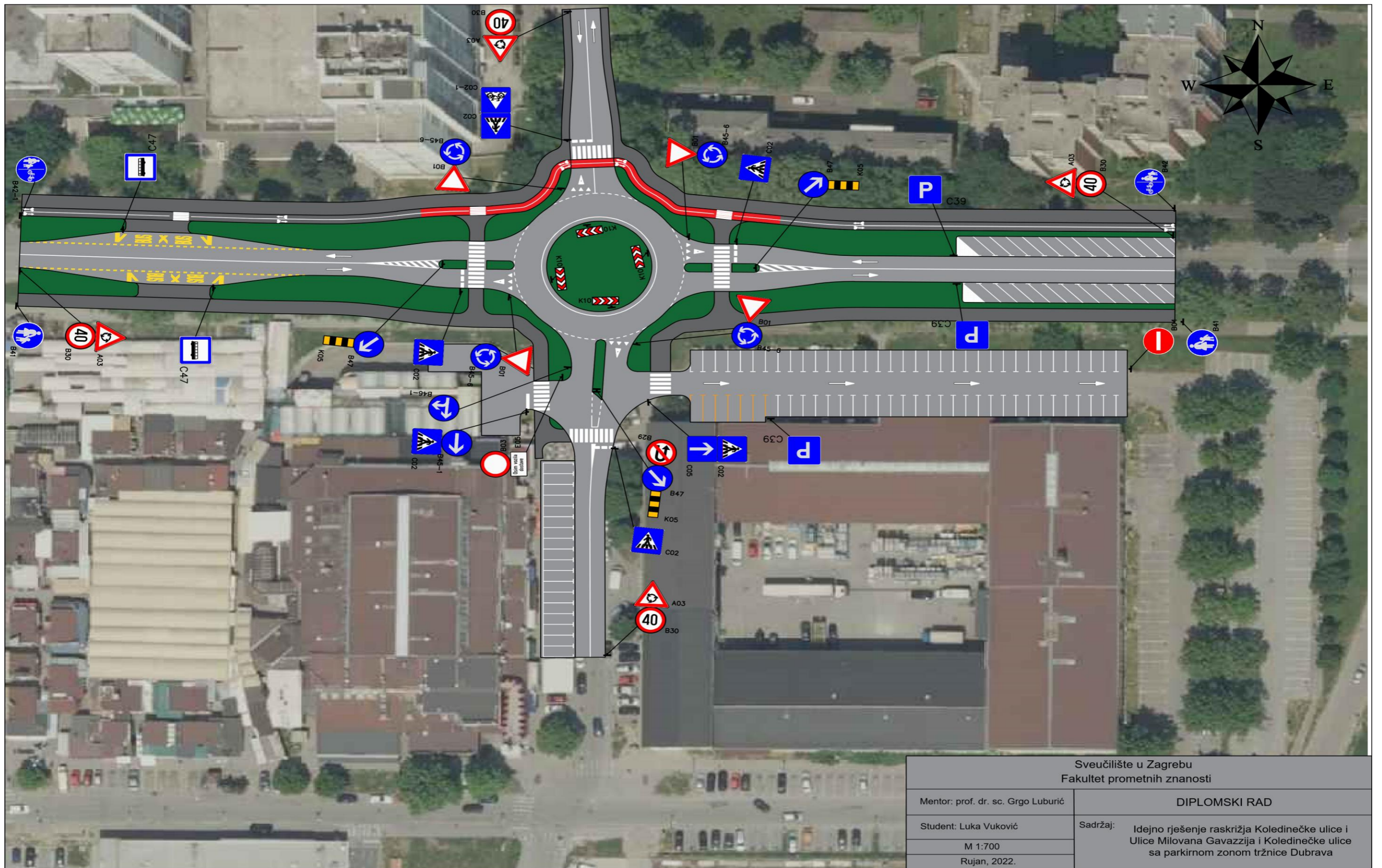
POPIS PRILOGA

Prilog 1. Postojeće stanje prometne problematike	64
Prilog 2. Idejno rješenje prometne problematike	65

Prilog 1. Postojeće stanje prometne problematike



Prilog 2. Idejno rješenje prometne problematike



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ diplomski rad
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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 gradskoj četvrti Gornja Dubrava u Zagrebu**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student:

U Zagrebu, 05.09.2022.



(ime i prezime, potpis)