

# Analiza i prijedlozi poboljšanja raskrižja na području gradske četvrti Stenjevec u Gradu Zagrebu

---

**Kamber, Frane**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*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:119:289702>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-21**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Frane Kamber

**ANALIZA I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA RASKRIŽJA NA  
PODRUČJU GRADSKE ČETVRTI STENJEVEC U GRADU  
ZAGREBU**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2024.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet Prometnih Znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA RASKRIŽJA NA  
PODRUČJU GRADSKE ČETVRTI STENJEVEC U GRADU  
ZAGREBU**

**ANALYSIS AND IMPROVEMENT PROPOSALS OF  
INTERSECTIONS IN STENJEVEC DISTRICT IN THE CITY  
OF ZAGREB**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Luka Novačko

Student: Frane Kamber

JMBAG: 0135246173

Zagreb, ožujak 2024.

Zagreb, 24. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**  
Predmet: **Cestovne prometnice II**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7325

Pristupnik: **Frane Kamber (0135246173)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza i prijedlozi poboljšanja raskrižja na području gradske četvrti Stenjevec U Gradu Zagrebu**

### Opis zadatka:

Cilj istraživanja je analizirati postojeće stanje problematičnih raskrižja na području gradske četvrti Stenjevec te ustanoviti tehničke, sigurnosne ili druge nedostatke i predložiti novo rješenje prema pravilima struke. Svrha rada je pronaći optimalna rješenja odvijanja prometa u raskrižjima gradske četvrti Stenjevec uzimajući u obzir tendenciju rasta stanovništva i stupnja motorizacije. Predloženim rješenjima potrebno je postići optimalno odvijanje prometa u raskrižjima te povećati sigurnost gusto naseljene urbane sredine. Provedbom analize postojećeg stanja predložit će se konkretne mjere implementacije novih rješenja odvijanja prometa na raskrižjima u skladu sa zakonskom regulativom, uzimajući u obzir utjecaj prometnog opterećenja okolnih prometnica i susjednih raskrižja, kao i utjecaj kretanja prometnih tokova na samim raskrižjima. Predstavljena rješenja nastojati će otkloniti tehničke, sigurnosne i geometrijske nedostatke rekonstruiranih raskrižja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Luka Novačko

# ANALIZA I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA RASKRIŽJA NA PODRUČJU GRADSKE ČETVRTI STENJEVEC U GRADU ZAGREBU

## Sažetak:

Cilj izrade diplomskog rada je analizirati raskrižja na području gradske četvrti Stenjevec u gradu Zagrebu te odabrati istaknute primjere s uočenim nedostacima odvijanja prometa. Definirana je zona obuhvata kao i karakteristike okolne prometne infrastrukture i same gradske četvrti. U radu su detaljno analizirane tri lokacije raskrižja na kojima su utvrđeni prometni problemi sigurnosti i stvaranja repova čekanja.

Za analizirane lokacije prikupljeni su svi relevantni podatci koji su služili kao smjernica izradi prijedloga poboljšanja. Na temelju provedenih analiza i prikupljenih podataka izrađena su idejna rješenja s prijedlozima poboljšanja regulacije i optimizacije odvijanja prometnih tokova, kao i mjere za povećanje sigurnosti.

Za svako predloženo rješenje izrađen je model u programskom alatu Vissim te je provedena simulacija i evaluacija podataka za postojeća stanja i idejna rješenja. Provedena je i prognoza odvijanja prometa u budućnosti sukladno očekivanoj prometnoj potražnji s prikazom komparacije dobivenih rezultata.

Ključne riječi: prometna infrastruktura, prometni tok, repovi čekanja, prijedlozi poboljšanja

## Summary:

The goal of this thesis is to analyze the intersections in the area of the Stenjevec district in the city of Zagreb and to select prominent examples with perceived shortcomings in traffic flow. The defined zone includes the characteristics of the surrounding transport infrastructure and the city district itself.

The research analyzes in detail three locations of intersections where the traffic problems of safety and creation of queues were determined. All relevant data were collected for the analyzed locations, which served as guidelines for the development of improvement proposals. On the basis of the conducted analyzes and collected data, conceptual solutions were created with proposals for improving regulation and optimizing the development of traffic flows, as well as measures to increase safety.

For each proposed solution, a model was created in the Vissim software tool, and simulation and data evaluation was carried out for existing conditions and conceptual solutions. A forecast of traffic in the future was also carried out in accordance with the expected traffic demand, with a comparison of the obtained results.

Keywords: traffic infrastructure, traffic flow, queues, improvement proposals

## Sadržaj

1.	UVOD.....	1
2.	DEFINIRANJE ZONE OBUHVATA .....	3
2.1.	MAKROLOKACIJA ANALIZIRANIH RASKRIŽJA I PODRUČJA GRADSKO ČETVRTI STENJEVEC.....	3
2.2.	MIKROLOKACIJA RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU .....	5
2.3.	MIKROLOKACIJA RASKRIŽJA ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA .....	5
2.4.	MIKROLOKACIJA RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ .....	6
3.	ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA.....	8
3.1.	ANALIZA POSTOJEĆIH PROMETNIH TOKOVA .....	8
3.1.1.	ANALIZA PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU .....	9
3.1.2.	ANALIZA POSTOJEĆIH PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERSVAISA .....	13
3.1.3.	ANALIZA PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ .....	17
3.2.	ANALIZA JAVNOG GRADSKOG PRIJEVOZA .....	22
3.3.	ANALIZA POSTOJEĆE PROMETNE INFRASTRUKTURE .....	24
3.3.1.	ANALIZA INFRASTRUKTURE RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU .....	24
3.3.2.	ANALIZA INFRASTRUKTURE RASKRIŽJA ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERSVAISA .....	27
3.3.3.	ANALIZA INFRASTRUKTURE RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ .....	30
3.4.	ANALIZA REGULACIJE I ORGANIZACIJE PROMETNIH TOKOVA.....	35
3.4.1.	ANALIZA REGULACIJE I ORGANIZACIJE PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU .....	35
3.4.2.	ANALIZA REGULACIJE I ORGANIZACIJE PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA .....	37
3.5.	ANALIZA SIGURNOSTI ODVIJANJA PROMETA.....	42
3.5.1.	ANALIZA SIGURNOSTI NA RASKRIŽJU ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU .....	42

3.5.2. ANALIZA SIGURNOSTI NA RASKRIŽJU ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA .....	43
3.5.3. ANALIZA SIGURNOSTI RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ .....	44
3.6. ANALIZA PROJEKTNO PLANSKE DOKUMENTACIJE.....	46
3.6.1. GENERALNI URBANISTIČKI PLAN .....	46
3.6.2. PROSTORNI PLAN GRADA ZAGREBA .....	48
3.6.3. URBANISTIČKI PLANovi UREĐENJA .....	49
3.6.4. MASTER PLAN PROMETNOG SUSTAVA GRADA ZAGREBA, ZAGREBAČKE ŽUPANIJE I KRAPINSKO ZAGORSKE ŽUPANIJE (I. I II. FAZA)50	
3.7. PROGNOZA PROMETA U BUDUĆNOSTI.....	52
3.7.1. PROGNOZA PGDP-A ZA RASKRIŽJE ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU .....	54
3.7.2. PROGNOZA PGDP-A ZA RASKRIŽJE ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA .....	55
3.7.3. PROGNOZA PGDP-A ZA RASKRIŽJE ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ .....	55
4. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA .....	57
4.1. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA RASKRIŽJA ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA .....	57
4.2. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU .....	58
4.3. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ .....	60
5. SIMULACIJA I EVALUACIJA PREDLOŽENIH RJEŠENJA .....	62
5.1. EVALUACIJA POSTOJEĆEG STANJA I IDEJNOG RJEŠENJA RASKRIŽJA MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA .....	63
5.2. EVALUACIJA POSTOJEĆEG STANJA I IDEJNOG RJEŠENJA RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU .....	67
5.3. EVALUACIJA POSTOJEĆEG STANJA I IDEJNOG RJEŠENJA RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ .....	72
6. ZAKLJUČAK.....	79
POPIS LITERATURE .....	81
POPIS KRATICA .....	83
POPIS SLIKA.....	84
POPIS TABLICA.....	86
POPIS GRAFIKONA .....	88

POPIS PRILOGA .....89



# 1. UVOD

Grad Zagreb nalazi se na strateški važnom geoprometnom položaju u nacionalnom i regionalnom smislu. Njegova dobra povezanost s autocestama od velikog je značaja za povezivanje s ostalim dijelovima Republike Hrvatske, kao i drugim europskim zemljama. Gradska četvrt Stenjevec jedna je od gušće naseljenih urbanih četvrti u gradu Zagrebu. Njen položaj u prostranom gradskom predgrađu čini ju primamljivim izborom za stanovanje zbog čega bilježi izuzetan prirast stanovništva svake godine. Područje radi svog povoljnog geografskog i prometnog položaja te raznih društvenih i komercijalnih sadržaja svakodnevno privlači velik broj vozila.

Izgradnja novih stambenih kompleksa i masovno naseljavanje generira velik broj motornih vozila i time zagušava prometne kapacitete, čija infrastruktura i regulacija prometnih tokova velikim dijelom zaostaje za urbanim razvitkom naselja. Rast prometne potražnje u urbanoj sredini generira osjetne vremenske gubitke, pad razine usluge gradskih raskrižja i manjak parkirališnih kapaciteta za vozila u mirovanju. Manjak prostora za širenje postojećih kapaciteta i izgradnju objekata prometne infrastrukture dovodi do izazova održavanja stabilnog odnosa između ponude i potražnje u gusto naseljenim urbanim područjima.

Cilj izrade diplomskog rada je obaviti analizu kretanja prometnih tokova na raskrižjima gradske četvrti Stenjevec te izuzeti nekoliko lokacija za koje će se predložiti idejno rješenje optimizacije odvijanja prometnih tokova.

Rad je razložen na sljedeća poglavlja:

1. Uvod
2. Definiranje zone obuhvata
3. Analiza postojećeg stanja
4. Prijedlozi poboljšanja
5. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja
6. Zaključak

U drugom poglavlju bit će utvrđena mikro i makro lokacija zone obuhvata na kojoj će se provoditi istraživanje te će se detaljno opisati utjecaj užeg i šireg područja na analizirana raskrižja. Poseban naglasak je na važnijim gradskim prometnicama koje privlače najveći volumen prometa te površine gospodarske i društvene namjene.

U trećem poglavlju detaljno će biti opisani svi relevantni elementi raskrižja te provedene sve analize u sklopu kojih se prikazuje postojeće odvijanje prometa. U analizi postojećeg stanja bit će analizirani postojeći prometni tokovi, infrastruktura, regulacija i postojeća prostorno – planska i prometna dokumentacija. Analize obuhvaćaju terenska istraživanja, mjerenja, vizualna zapažanja nedostataka te obradu prikupljenih statističkih i ostalih mjerodavnih podataka.

U četvrtom poglavlju se na temelju uviđaja u postojeće stanje nastoji predložiti novo rješenje koje će otkloniti uočene nedostatke te poboljšati odvijanje prometa i povećati razinu sigurnosti svih sudionika u prometu.

U petom poglavlju se predložena idejna rješenja podvrgavaju izradi modela i simulaciji u programskom alatu PTV Vissim s ciljem evaluacije dobivenih podataka te vrednovanja kvalitete i funkcionalnosti novog rješenja. Na temelju prognoza rasta prometa bit će prikazana i tendencija rasta za 5, 10 i 15 godina.

U zaključnom poglavlju daje se osvrt na dobivene rezultate simulacija i prognoza te se razmatraju novi pravci djelovanja vezani uz obrađenu problematiku.

## 2. DEFINIRANJE ZONE OBUHVATA

Područje provedenog istraživanja je gradska četvrt Stenjevec u gradu Zagrebu koja je ujedno na rubnom dijelu grada, a samim time i županije. Na definiranom prostoru je cilj utvrditi nepravilnosti u odvijanju cestovnog prometa na određenim lokacijama raskrižja te ponuditi prijedlog poboljšanja prema pravilima prometne struke pritom se pridržavajući svih zakona, propisa i pravilnika.

Gradska četvrt Stenjevec smještena je na zapadnom dijelu grada Zagreba, sjeverno od rijeke Save i južno od željezničke pruge Zagreb - Ljubljana. U smjeru istok - zapad proteže se od Zagrebačke ceste do Škorpikove ulice. Graniči s gradskim četvrtima Podsused - Vrapče i Čnomerec na sjeveru, Trešnjevkom - sjever na istoku, Trešnjevkom - jug na jugoistoku i Novim Zagrebom - zapad na jugu (na rijeci Savi). Prostor Gradske četvrti u cijelosti je nizinski, na jugu naslonjen na lijevu obalu Save. Na tom se mjestu u Savu ulijevaju otvoreni donji tokovi podsljemenskih potoka Dubravica, Medpotoki, Vrapčak i Kustošak.

Dvije trećine područja četvrti su urbanizirane. Istočni je dio područja pretežito stambenog karaktera, a na sjeverozapadnom prevladavaju gospodarski sadržaji, donedavno oni tipično industrijski, a u novije vrijeme sve više trgovački i uslužno - obrtnički. Južni dio četvrti (Stara loza), osim Savske opatovine, uglavnom nije nastanjen. Tu prevladavaju poljoprivredne površine s vodocrpilištem i šumom uz savski nasip. U gradskoj četvrti Stenjevec na površini od 1.218,01 ha (12,180 km<sup>2</sup>) živi 53.862 stanovnika raspoređenih u 6 mjesnih odbora [1].

### 2.1. MAKROLOKACIJA ANALIZIRANIH RASKRIŽJA I PODRUČJA GRADSKE ČETVRTI STENJEVEC

Naselje se nalazi se perifernom dijelu grada u neposrednoj blizini gradskih avenija, čije priključne ceste i raskrižja nerijetko postaju uska grla jer sabiru većinu prometa sa prometnica nižeg ranga kojeg distribuiraju prema glavnim gradskim, odnosno arterijskim prometnicama.

Zagrebačka avenija, koja se proteže južnim dijelom četvrti, u smjeru zapada vodi prema Jankomirskom mostu (čvor Jankomir) što ostvaruje dobru poveznicu s gradskom obilaznicom, autocestama A1 prema jugu, A3 prema Bregani i slovenskoj granici prema zapadu. U smjeru istoka avenija povezuje četvrt sa centrom i istočnijim dijelovima grada, a nerijetko se koristi i u svrhu tranzita osobnih i teretnih vozila jer u principu prolazi kroz cijeli grad. Gradska obilaznica sve većim dijelom postaje alternativna ruta za ostvarivanje dnevnih putovanja građana radi preopterećenosti gradskih prometnica tranzitnim i ostalim prometom.



*Slika 1. Makrolokacija gradske četvrti Stenjevec [2]*

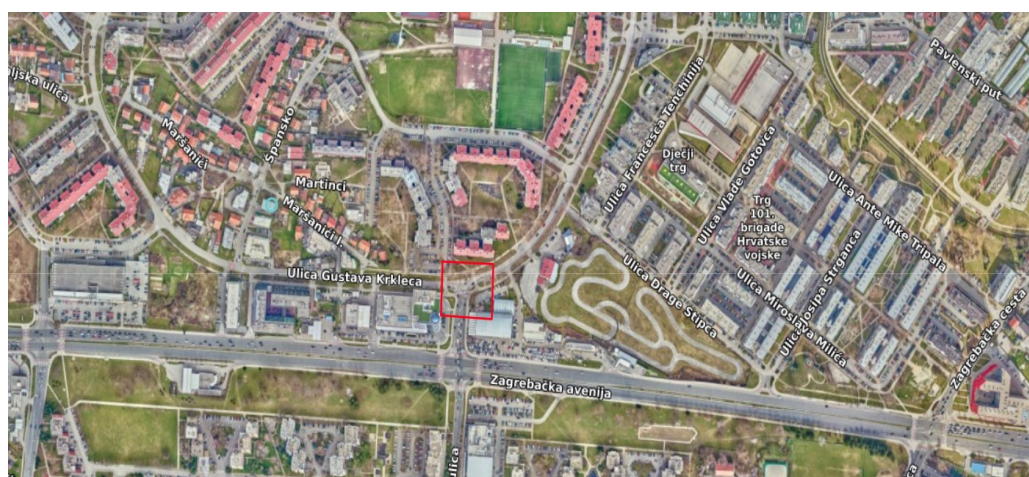
Sjevernim dijelom četvrti u smjeru istok - zapad proteže se aleja grada Bologne, koja je važan prometni pravac koji se nastavlja na Ilicu prema istoku, dok sjeverozapadno tvori granicu između županije Grad Zagreb i Zagrebačke županije. Povezuje gradsku četvrt s gradom Zaprešićem te važnim europskim pravicima (E59) i autocestom A2 (Zagorskom autocestom) prema sjeveru Republike Hrvatske i Macelju na slovenskoj granici. Bitno je napomenuti i Samoborsku cestu na sjeveru četvrti, koja je usporedna s alejom grada Bologne, a povezuje četvrt s prigradskim naseljima i manjim gradovima poput Samobora te njome svakodnevno prometuje značajan broj vozila. Navedena prometnica je dodatno opterećena jakim teretnim prometom zbog razvoja gospodarskih područja u neposrednoj okolici grada, kao i na samom rubu grada.

Poveznica Samoborske ceste i Ljubljanske Avenije (u produžetku Zagrebačka Avenija te dalje Slavonska avenija koja je isti pravac razlomljen u tri segmenta različitog imena) u smjeru sjever – jug je ulica Velimira Škorpika koja čini granicu četvrti na zapadu, a obiluje objektima pretežno trgovačkog i poslovnog značaja. Navedena prometnica ima važnu ulogu, jer je uz podvožnjak ispod željezničke pruge na Vrapču, jedini priključak sa alejom grada Bologne i Ilicom u gradskoj četvrti te je posljedično ključna za vitalnu povezanost sjevera i juga. Ulogu spoja sjevera i juga četvrti na istočnoj granici četvrti preuzima Zagrebačka cesta koja spaja Zagrebačku aveniju sa Ilicom na sjeveru. Avenije često bivaju preopterećene i izvan vršnih sati zbog nedostatka kvalitativno isplativih alternativnih ruta prema centru i zanemarivanja drugih opcija putovanja poput JGP-a.

## 2.2. MIKROLOKACIJA RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU

Raskrižje ima važnu ulogu povezivanja naselja sa Zagrebačkom avenijom, koja je jedna od najopterećenijih prometnica u gradu Zagrebu, naročito u jutarnjim i popodnevним vršnim satima. Velik problem je nedostatan broj priključnih cesta sa avenijom. Velik broj vozila iz istočnih dijelova naselja Špansko, Malešnica te Špansko - Oranice koristi ovu rutu za uključivanje na aveniju jer je vremenski najisplativija, a alternativna ruta je neprivačna jer se vozila prvo moraju uključiti na Zagrebačku cestu koja je u vršnim satima iznimno opterećena u oba smjera.

Zagrebačka cesta predstavlja jednu od rijetkih direktnih poveznica orijentiranih u smjeru sjever – jug koja spaja prometnice većeg značaja u gradu Zagrebu te je zbog toga zagušena čak i izvan razdoblja očekivanih vršnih sati u danu. Druge alternativne rute za priključivanje na Zagrebačku aveniju su atraktivnije za vozila koja dolaze iz zapadnijih dijelova četvrti, a to su priključci ulice Milana Rešetara na aveniju koji se u produžetku nastavlja ulicom Svilkovići prema Horvaćanskoj cesti, kao i priključak deniveliranog kružnog raskrižja kod trgovačkih centara City Center One West i Z centra.



*Slika 2. Mikrolokacija raskrižja ulice Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniju [2]*

## 2.3. MIKROLOKACIJA RASKRIŽJA ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA

Raskrižje se nalazi unutar stambenog područja te se nalazi između ulice Antuna Šoljana na sjeveru, koja je prometno najopterećenija ulica u naselju Špansko i Zagrebačke avenije na jugu. Shodno svrsi prolaska vozila prema glavnim prometnicama u oba smjera, biva poprilično opterećeno. Obzirom da se navedeno raskrižje nalazi u gusto naseljenom području, njime se kreće velik broj pješaka što predstavlja sigurnosni izazov.



*Slika 3. Mikrolokacija raskrižja ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa [2]*

## 2.4. MIKROLOKACIJA RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ

Raskrižje ulice Antuna Šoljana nalazi se na granici gospodarskog i stambenog područja. Zapadno se nalaze proizvodni pogoni te logističko-distribucijski centri, trgovački kompleks Kaufland te Jankomirsko jezero na kojem je reciklažni prostor za gospodarenje automobilskim i drugim otpadom grupacije C.I.O.S. Južno se nalaze trgovački centri City Center One West i novije izgrađeni Z centar koji doprinose stvaranju prometnih zagušenja, naročito vikendima.

Sjevernije se nalaze čestice u gradskom i privatnom vlasništvu koje su uključene u dugoročne prostorne planove grada Zagreba, a istočno je većinski stambeno naselje sa popratnim sadržajima poput škole, doma zdravlja i tržnice. Raskrižjem se praktički ulazi u naselje sa zapada i juga. Veliki broj vozila u vršnim satima stvara problematičnu situaciju na obližnjim raskrižjima, koja bez dodatne podrške ostalih potencijalnih ruta za putovanje, predstavlja problem za budućnost funkcionalnog cestovnog prometa u naselju.



*Slika 4. Mikrolokacija raskrižja ulice Antuna Šoljana - Vilima Korajca - Marije Radič [2]*

### 3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Analiza postojećeg stanja je strateški važan korak u planiranju rekonstrukcije postojećeg ili izgradnje novog objekta prometne infrastrukture, a obuhvaća analizu svih elemenata relevantnih za odvijanje prometnog procesa na području obuhvata istraživanja. [3]

U analizi postojećeg stanja raskrižja na području gradske četvrti Stenjevec u gradu Zagrebu analizirati će se sljedeće:

- Analiza postojećih prometnih tokova
- Analiza javnog gradskog prijevoza
- Analiza postojeće prometne infrastrukture
- Analiza postojeće regulacije i organizacije prometnih tokova
- Analiza sigurnosti odvijanja prometa
- Analiza projektne planske dokumentacije
- Prognoza budućeg prometa

#### 3.1. ANALIZA POSTOJEĆIH PROMETNIH TOKOVA

Prometni tokovi cestovnog prometa su dominantni tokovi u urbanim sredinama te podatci o brojanju prometa i raspodjeli tokova na cestovnoj prometnoj mreži predstavljaju jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Jedan su od glavnih pokazatelja sadašnje prometne potražnje te parametara za prognoziranje prometne potražnje u budućnosti optimizirajući prometne kapacitete prema financijskim, prostornim i ostalim mogućnostima. Pri korištenju podataka dobivenih iz brojanja prometa preporuka je koristiti podatke iz prethodnih brojanja prometa, ako postoje. Na taj način vidljiv je razvoj neke sredine, s prometnog stajališta, u razdoblju nekoliko godina, desetljeća ili dulje.

Prvi korak u analiziranju postojećih prometnih tokova je određivanje zone obuhvata brojanja i načina brojanja. Brojanje se može provoditi na karakterističnim lokacijama prekidno u određenim vremenskim intervalima ili neprekidno automatsko pomoću detektorskih uređaja, kamera i slične tehnologije koje se sustavno provodi na svim važnijim prometnicama u Republici Hrvatskoj. U gradovima se najčešće organizira ručno brojanje neposrednim zapažanjem i bilježenjem na brojački listić [3].

U svrhu izrade idejnih prometnih rješenja korištena je metoda ručnog brojanja prometa u određenim popodnevnim vršnim satima.

Rezultati dobiveni brojanjem moraju se pomnožiti s korekcijskim koeficijentom za pojedine vrste vozila. Svaka pojedina kategorija vozila ima različit utjecaj na prometni tok, zauzeće kapaciteta te posjeduje specifične dinamičke performanse te se pretvorbom vozila svode na ekvivalentne jedinice automobila (EJA). Vrijednosti koeficijenata prikazane su u tablici 1.



*Tablica 1. Pretvorba pojedinih vrsta vozila u ekvivalentne jedinice automobila*

Kategorija vozila	Ekvivalent jedinice automobila (EJA)
Osobno vozilo	1,0
Teretno vozilo	2,0
Autobus	2,0
Motocikl	0,5
Bicikl	0,3

### 3.1.1 ANALIZA PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU

Analiza prometnih tokova ručnim brojanjem prometa i neposrednim opažanjem provedena je 10.01.2024. u popodnevnom vršnom satu između 16:00 – 17:00 h. Prikupljeni podatci bilježili su se u obrasce za brojanje prometa razvrstavajući se prema strukturi prometnog toka te je zabilježeno više tipova vozila kao što su osobni automobili, laka teretna vozila, autobusi i motocikli.

Također, uz evidentiranje motornih vozila, provodilo se i brojanje nemotoriziranog prometa pješaka i biciklista na navedenim pješačkim prijelazima na predmetnom raskrižju. Period brojanja podijeljen je u 15 – minutne intervale kako bi se dobio bolji uvid u oscilaciju prometnih tokova unutar promatranog vršnog sata. Prikaz prometnog opterećenja naveden je tablično u nastavku.

*Tablica 2. Brojanje prometa - smjer 12 GK - ZA*

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	12	0'-15'	104	0	0	0
		15'-30'	63	0	0	1
		30'-45'	73	0	0	1
		45'-60'	77	0	1	0
		<b>ukupno</b>	317	0	1	2
		<b>EJA</b>	317	0	2	1
		<b>sveukupno vozila</b>	320			
		<b>sveukupno EJA</b>	320			

Tablica 3. Brojanje prometa - smjer 13 GK - ZA

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	13	0'-15'	31	0	0	0
		15'-30'	16	0	0	0
		30'-45'	29	0	0	0
		45'-60'	15	0	0	0
		<b>ukupno</b>	91	0	0	0
		<b>EJA</b>	91	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	91			
		<b>sveukupno EJA</b>	91			

Tablica 4. Brojanje prometa - smjer 21 – GK - ZA

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	21	0'-15'	85	0	0	0
		15'-30'	74	0	0	0
		30'-45'	63	0	0	0
		45'-60'	54	0	0	0
		<b>ukupno</b>	276	0	0	0
		<b>EJA</b>	276	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	276			
		<b>sveukupno EJA</b>	276			

Tablica 5. Brojanje prometa - smjer 23 – GK - ZA

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	23	0'-15'	138	0	0	0
		15'-30'	143	0	2	1
		30'-45'	130	1	1	0
		45'-60'	142	2	1	1
		<b>ukupno</b>	553	3	4	2
		<b>EJA</b>	553	6	8	1
		<b>sveukupno vozila</b>	562			
		<b>sveukupno EJA</b>	568			

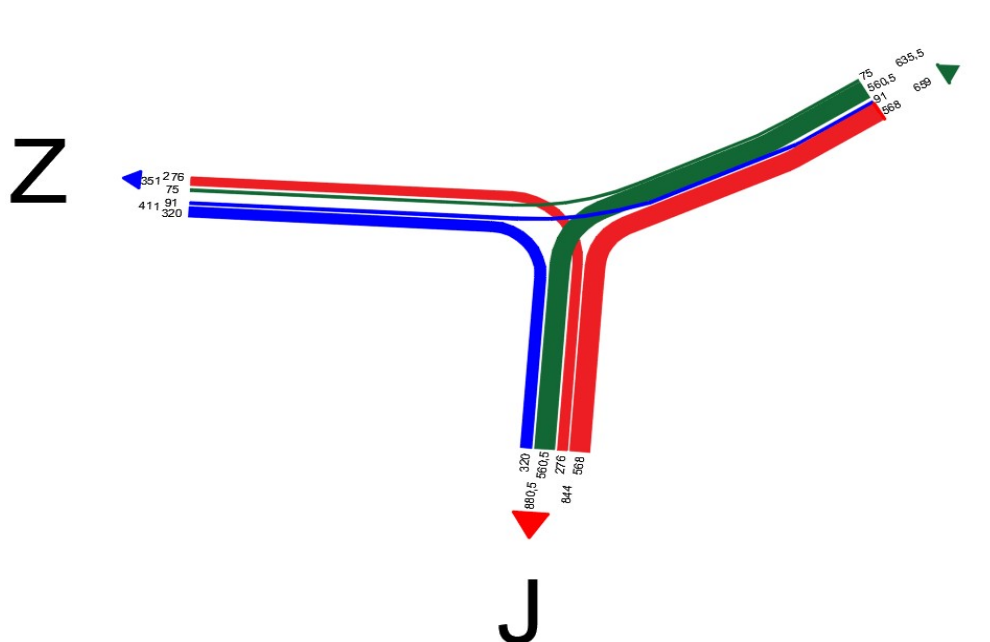
Tablica 6. Brojanje prometa - smjer 31 – GK - ZA

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	31	0'-15'	18	0	0	0
		15'-30'	19	0	0	0
		30'-45'	22	0	0	0
		45'-60'	16	0	0	0
		<b>ukupno</b>	75	0	0	0
		<b>EJA</b>	75	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	75			
		<b>sveukupno EJA</b>	75			

Tablica 7. Brojanje prometa - smjer 32 – GK - ZA

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	32	0'-15'	156	0	1	1
		15'-30'	122	1	1	0
		30'-45'	135	3	1	1
		45'-60'	126	1	2	1
		<b>ukupno</b>	539	5	5	3
		<b>EJA</b>	539	10	10	1,5
		<b>sveukupno vozila</b>	552			
		<b>sveukupno EJA</b>	560,5			

Radi bolje vizualizacije dobivenih podataka izrađen je i grafički prikaz volumena prometnih tokova koji preciznije prikazuje raspodjelu prometnih tokova u raskrižju. Prikaz broja vozila po privozima predložen je na slici u mjerilu M: 1mm = 100 EJA, a nacrtan u programskom alatu AutoCAD 2022.



Slika 5. Grafički prikaz volumena prometa raskrižja Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniiju

Iz grafičkog prikaza može se vidno isčitati da prevladavaju prometni tokovi orijentirani u smjeru J – I jer je upravo to pravac koji je spoj na glavnu gradsku aveniiju. Najveći promet privlači privoz 2 u iznosu od 880.5 EJA, dok najslabiju atrakciju ima privoz 1 u iznosu od 351 EJA. Glavni smjer je znatno opterećeniji, a upravo to dokazuje činjenicu da većina korisnika iz istočnih dijelova bira ovaj put radi nedostatka alternativnih izlaza na aveniiju, a ulica Gustava Krkleca posreduje većini ostvarenog prometa između aveniije i naselja te ga distribuira na ostale lokalne ulice u naselju.

Raskrižje se nalazi odmah uz hotel Antunović što je jedan od razloga priličnog broja pješaka koji njime prolazi, a uz to, odmah kraj pješačkog prijelaza na privozu 3 nalazi se autobusna stanica. U naselju nema tramvajske infrastrukture, a velik dio stanovništva koji putuje iz grada ili obrnuto, koristi se tramvajem čije se linije nalaze usporedno sa Zagrebačkom aveniijom na Horvaćanskoj cesti te velik broj stanovnika četvrti prolazi navedenim raskrižjem putujući pješice kraćim relacijama od tramvajske stanice do mjesta stanovanja.

Stanovnici naselja koji putuju pješke do stanica JGP-a moraju proći navedenim raskrižjem kako bi stigli do odredišta jer svakako moraju doći do autobusne stanice na Zagrebačkoj aveniiji koja se nalazi odmah nasuprot hotela ili tramvajske stanice na Horvaćanskoj cesti koja je smještena točno okomito na predmetno raskrižje u pravcu juga. U nastavku data je tablica s 15 minutnim intervalima prolaska pješaka i biciklista preko pojedinih privoza.

*Tablica 8. Brojanje pješaka - privoz 1 - GK - ZA*

sat	privoz	15'-int	PJ	BIC
16:00 - 17:00	1	0'-15'	31	2
		15'-30'	21	0
		30'-45'	26	2
		45'-60'	23	3
		<b>ukupno</b>	101	7

*Tablica 9. Brojanje pješaka - privoz 2 - GK - ZA*

sat	privoz	15'-int	PJ	BIC
16:00 - 17:00	2	0'-15'	29	1
		15'-30'	27	0
		30'-45'	22	4
		45'-60'	47	2
		<b>ukupno</b>	125	7

*Tablica 10. Brojanje pješaka - privoz 3 - GK - ZA*

sat	privoz	15'-int	PJ	BIC
16:00 - 17:00	3	0'-15'	31	1
		15'-30'	25	0
		30'-45'	20	2
		45'-60'	34	1
		<b>ukupno</b>	110	4

Potrebno je uzeti u obzir da se brojanje provodilo u zimskom razdoblju te je pretpostavka da je broj pješaka, a naročito biciklista znatno manji nego u ostalim dijelovima godine.

### 3.1.2. ANALIZA POSTOJEĆIH PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA

Navedeno raskrižje se nalazi unutar gušće naseljenog prostora sa puno stambenih objekata i parkirališnih prostora u bliskoj okolini. Prometni tokovi sjever - jug predstavljaju poprečne veze kojima vozila gravitiraju prema ulicama višeg ranga, odnosno prema spoju sa ulicom Antuna Šoljana na sjeveru, dok prema jugu vode ka Zagrebačkoj Aveniji. U smjeru istoka ulica Drage Gervaisa priključuje se na ulicu Gustava Krkleca koja ima sabirnu ulogu u naselju Špansko te vodi dalje prema izlazima na aveniju u smjeru juga, a sjeverno prema Ilici i aleji grada Bologne.

U nastavku su tablično predložena prometna opterećenja prikupljena ručnim brojanjem prometa 15.01.2024. u vršnom popodnevnom satu između 16:00 – 17:00 h.

Tablica 11. Brojanje prometa - smjer 12 - MR - DG

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	12	0'-15'	14	0	0	0
		15'-30'	17	0	0	0
		30'-45'	16	0	0	0
		45'-60'	22	0	0	0
		<b>ukupno</b>	69	0	0	0
		<b>EJA</b>	69	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	69			
		<b>sveukupno EJA</b>	69			

Tablica 12. Brojanje prometa - smjer 13 - MR - DG

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	13	0'-15'	55	0	0	1
		15'-30'	63	0	0	0
		30'-45'	62	1	0	1
		45'-60'	66	0	0	0
		<b>ukupno</b>	246	1	0	2
		<b>EJA</b>	246	2	0	1
		<b>sveukupno vozila</b>	249			
		<b>sveukupno EJA</b>	249			

Tablica 13. Brojanje prometa - smjer 21 - MR - DG

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	21	0'-15'	18	0	0	0
		15'-30'	12	0	0	0
		30'-45'	16	0	0	0
		45'-60'	15	0	0	0
		<b>ukupno</b>	61	0	0	0
		<b>EJA</b>	61	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	61			
		<b>sveukupno EJA</b>	61			

Tablica 14. Brojanje prometa - smjer 23 - MR - DG

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	23	0'-15'	11	0	0	0
		15'-30'	17	0	0	0
		30'-45'	18	0	0	0
		45'-60'	8	0	0	0
		<b>ukupno</b>	54	0	0	0
		<b>EJA</b>	54	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	54			
		<b>sveukupno EJA</b>	54			

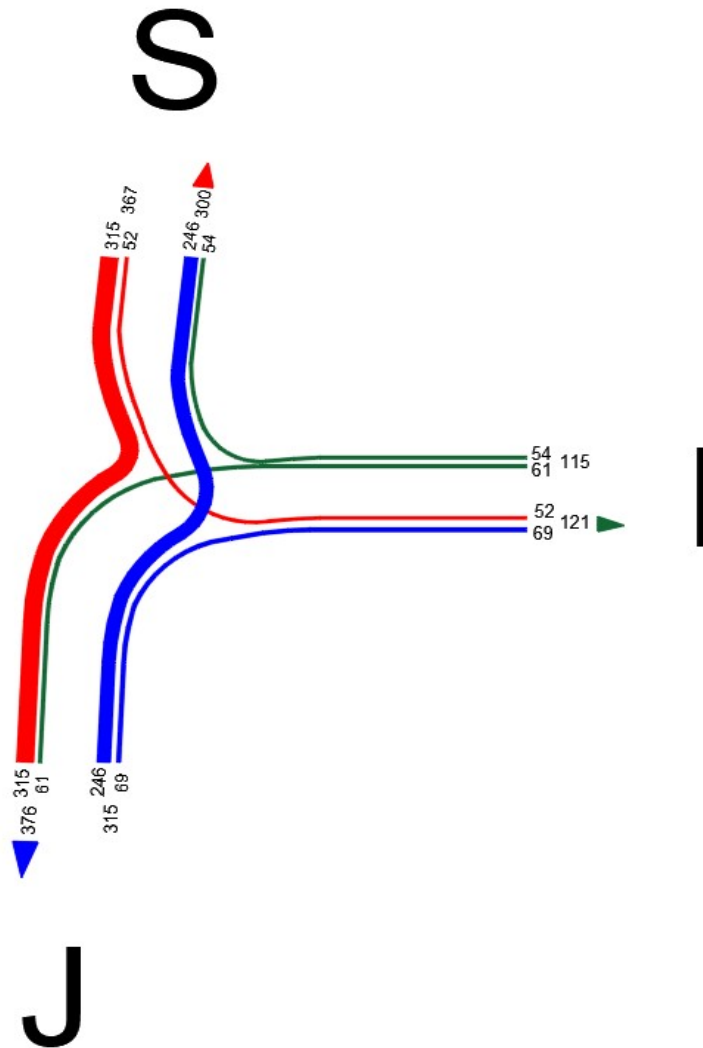
Tablica 15. Brojanje prometa - smjer 31 - MR - DG

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	31	0'-15'	75	0	0	1
		15'-30'	82	1	0	0
		30'-45'	91	0	0	1
		45'-60'	67	0	0	0
		<b>ukupno</b>	315	1	0	2
		<b>EJA</b>	315	2	0	1
		<b>sveukupno vozila</b>	318			
		<b>sveukupno EJA</b>	318			

Tablica 16. Brojanje prometa - smjer 32 - MR - DG

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	32	0'-15'	13	0	0	0
		15'-30'	16	0	0	0
		30'-45'	10	0	0	0
		45'-60'	13	1	0	0
		<b>ukupno</b>	52	1	0	0
		<b>EJA</b>	52	2	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	53			
		<b>sveukupno EJA</b>	54			

U nastavku je grafički prikazano opterećenje pojedinih privoza na raskrižju.



*Slika 6. Grafički prikaz volumena prometa - MR - DG*

Zastupljenost pješačkog i biciklističkog prometa proizlazi iz svakodnevnog kretanja stanovnika naselja, a problem je u tome što geometrija raskrižja ne dozvoljava pješačke prijelaze na svim privozima. Naime, samo privoz 3 ima pješački prijelaz, a ostala dva privoza nemaju radi nedovoljne preglednosti iz perspektive vozača, a i pješaka u smjeru J – I. Pješački prijelazi postoje u blizini, ali su dovoljno udaljeni da pješaci odluče zanemariti opasnost i nepropisno prijeći kolnik na neoznačenom mjestu te u takvim slučajevima dolazi do kasnog uočavanja pješaka od strane vozača koji su prisiljeni forsirano kočiti u slučaju da pješak ne stigne prijeći na vrijeme.

Većina pješaka već ima ustaljenu naviku prijelaza na dotičnom mjestu, a zavoj je toliko nepregledan da vozila koja dolaze iz smjera juga ili istoka ne mogu vidjeti nailazećeg pješaka ili vozilo iz suprotnog smjera sve do samog ulaska u raskrižje. Takva prometna situacija zahtjeva povećanu pozornost svih sudionika, kako vozača, tako i pješaka. U nastavku su izneseni podatci o broju pješaka na obilježenom pješačkom prijelazu, ali i broj pješaka koji nepropisno prelazi kolnik u smjeru S – J.



Tablica 17. Brojanje pješaka - privoz 3 - MR - DG

sat	privoz	15'-int	PJ	BIC	PJ NEPROPISNO
16:00 - 17:00	3	0'-15'	12	0	9
		15'-30'	4	1	6
		30'-45'	9	1	10
		45'-60'	10	1	8
		<b>ukupno</b>	35	3	<b>33</b>

### 3.1.3. ANALIZA PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ

Ručnim brojanjem prometa u vršnom satu na raskrižju Antuna Šoljana primijećeni su veći repovi čekanja na privozu J i Z. U vršnim periodima velik broj vozila koristi navedeno raskrižje kao tranzitnu rutu prema unutrašnjosti naselja iz okolnih gospodarskih područja ili gravitiraju sa Zagrebačke avenije na jugu.

Povezanost sjever - jug u četvrti je dosta loša, te predmetno raskrižje predstavlja jednu od samo nekoliko mogućih koridora u tim pravcima. Ulica Antuna Šoljana je najdulja ulica u naselju Špansko koja se proteže u smjeru istok – zapad, ali preko nje moraju proći i vozila koja se kreću u smjeru sjever – jug, jer se proteže cijelom duljinom naselja. U nastavku su tablično prikazana opterećenja pojedinih smjerova vožnje.

Tablica 18. Brojanje prometa - smjer 12 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	12	0'-15'	19	0	0	0
		15'-30'	23	1	0	0
		30'-45'	28	0	0	0
		45'-60'	32	1	0	0
		<b>ukupno</b>	102	2	0	0
		<b>EJA</b>	102	4	0	0
	<b>sveukupno vozila</b>		104			
	<b>sveukupno EJA</b>		106			

Tablica 19. Brojanje prometa - smjer 13 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	13	0'-15'	112	0	1	1
		15'-30'	145	1	1	0
		30'-45'	127	1	1	0
		45'-60'	134	0	1	1
		<b>ukupno</b>	518	2	4	2
		<b>EJA</b>	518	4	8	1
		<b>sveukupno vozila</b>	526			
		<b>sveukupno EJA</b>	531			

Tablica 20. Brojanje prometa - smjer 14 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	14	0'-15'	41	0	0	0
		15'-30'	57	0	0	0
		30'-45'	52	0	0	0
		45'-60'	58	0	0	0
		<b>ukupno</b>	208	0	0	0
		<b>EJA</b>	208	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	208			
		<b>sveukupno EJA</b>	208			

Tablica 21. Brojanje prometa - smjer 21 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	21	0'-15'	38	1	0	0
		15'-30'	51	1	0	0
		30'-45'	44	1	0	0
		45'-60'	42	0	0	0
		<b>ukupno</b>	175	3	0	0
		<b>EJA</b>	175	6	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	178			
		<b>sveukupno EJA</b>	181			

Tablica 22. Brojanje prometa - smjer 23 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	23	0'-15'	102	0	0	0
		15'-30'	115	0	0	0
		30'-45'	112	2	0	0
		45'-60'	128	1	0	0
		<b>ukupno</b>	457	3	0	0
		<b>EJA</b>	457	6	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	460			
		<b>sveukupno EJA</b>	463			

Tablica 23. Brojanje prometa - smjer 24 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	24	0'-15'	98	0	0	0
		15'-30'	115	0	0	0
		30'-45'	122	0	0	0
		45'-60'	106	0	0	0
		<b>ukupno</b>	441	0	0	0
		<b>EJA</b>	441	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	441			
		<b>sveukupno EJA</b>	441			

Tablica 24. Brojanje prometa - smjer 31 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	31	0'-15'	43	0	0	1
		15'-30'	58	1	1	0
		30'-45'	53	0	1	1
		45'-60'	46	1	1	0
		<b>ukupno</b>	200	2	3	2
		<b>EJA</b>	200	4	6	1
		<b>sveukupno vozila</b>	207			
		<b>sveukupno EJA</b>	211			

Tablica 25. Brojanje prometa - smjer 32 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	32	0'-15'	37	0	0	0
		15'-30'	41	0	0	0
		30'-45'	50	0	0	0
		45'-60'	36	1	0	0
		<b>ukupno</b>	164	0	0	0
		<b>EJA</b>	164	2	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	164			
		<b>sveukupno EJA</b>	166			

Tablica 26. Brojanje prometa - smjer 34 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	34	0'-15'	10	0	0	0
		15'-30'	16	1	0	0
		30'-45'	21	0	0	0
		45'-60'	9	0	0	0
		<b>ukupno</b>	56	1	0	0
		<b>EJA</b>	56	2	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	57			
		<b>sveukupno EJA</b>	58			

Tablica 27. Brojanje prometa - smjer 41 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	41	0'-15'	11	1	0	0
		15'-30'	14	0	0	0
		30'-45'	8	0	0	0
		45'-60'	9	1	0	0
		<b>ukupno</b>	42	2	0	0
		<b>EJA</b>	42	4	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	44			
		<b>sveukupno EJA</b>	46			

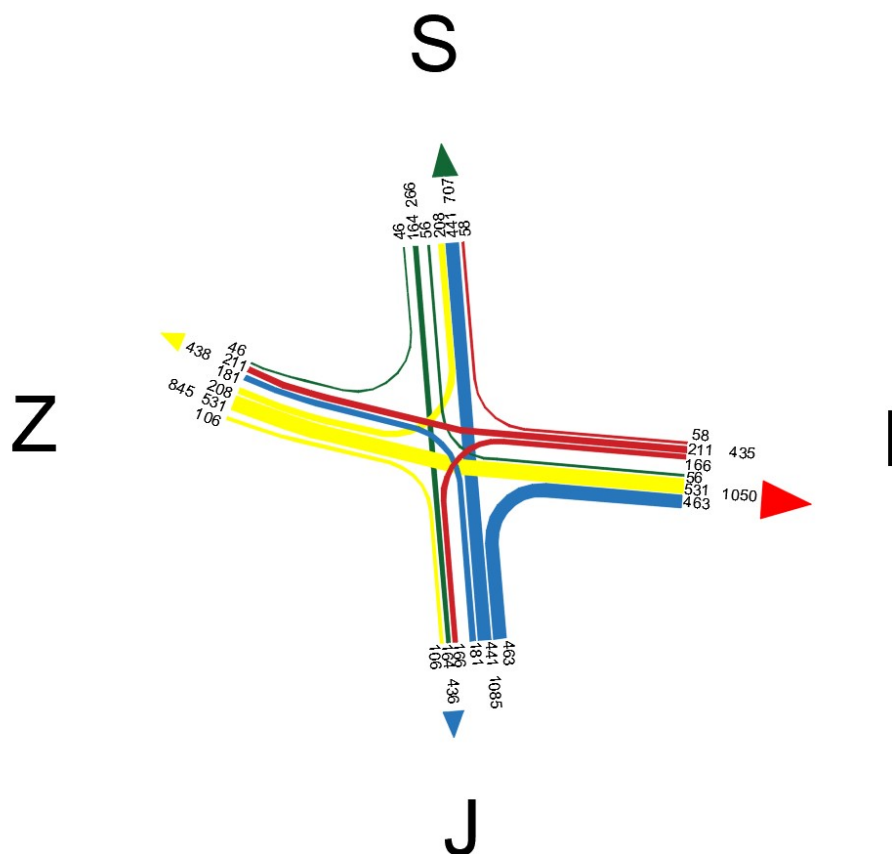
Tablica 28. Brojanje prometa - smjer 42 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	42	0'-15'	36	0	0	0
		15'-30'	32	0	0	0
		30'-45'	49	0	0	0
		45'-60'	47	0	0	0
		<b>ukupno</b>	164	0	0	0
		<b>EJA</b>	164	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	164			
		<b>sveukupno EJA</b>	164			

Tablica 29. Brojanje prometa - smjer 43 - AŠ - VK - MR

sat	smjer	15'-int	OA	TV	BUS	MOT
16:00 - 17:00	43	0'-15'	14	0	0	0
		15'-30'	16	0	0	0
		30'-45'	12	0	0	0
		45'-60'	14	0	0	0
		<b>ukupno</b>	56	0	0	0
		<b>EJA</b>	56	0	0	0
		<b>sveukupno vozila</b>	56			
		<b>sveukupno EJA</b>	56			

Kako bi se bolje predočili rezultati brojanja, potrebno ih je prikazati i grafički da se vizualno utvrde dominantni smjerovi kretanja. Grafički prikaz predočen je na slici u nastavku.



Slika 7. Grafički prikaz volumena prometa - AŠ - VK – MR

Kao što se može vidjeti na grafičkom prikazu volumena, najzastupljeniji su prometni tokovi prema istoku, odnosno prema privozu 3. Najmanji promet je na sjevernom privozu, a najviše vozila dolazi sa južnog privoza odnosno sa Zagrebačke avenije. Očigledna je neravnomjernost u opterećenjima te se jasno vidi kuda vozila gravitiraju u popodnevnom vršnom satu, a to je prema stambenim područjima gradske četvrti.

### 3.2. ANALIZA JAVNOG GRADSKOG PRIJEVOZA

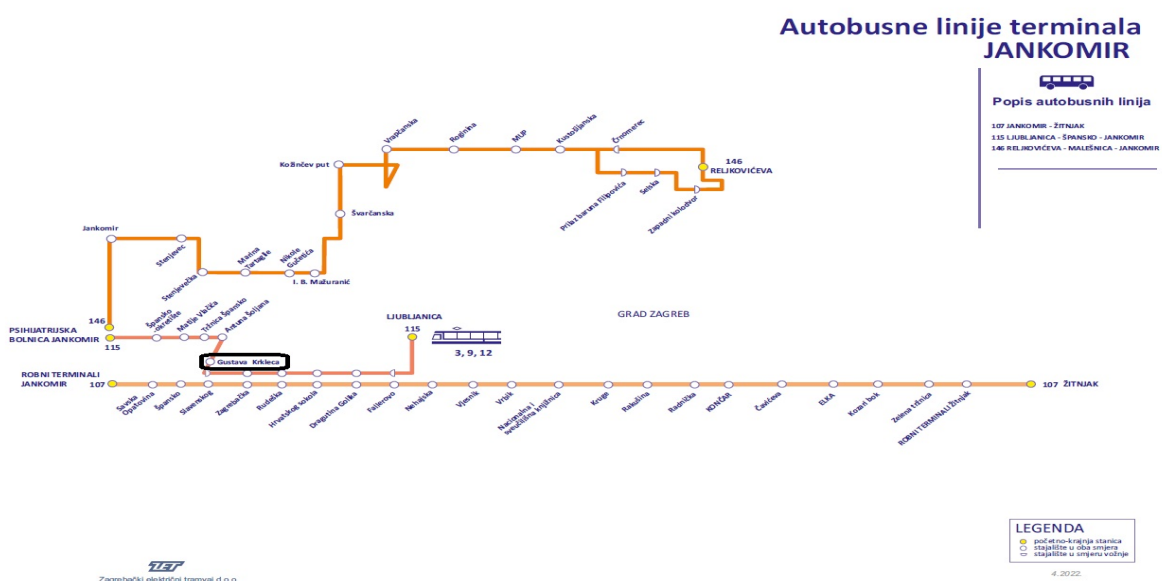
U gradu Zagrebu javni gradski prijevoz obavlja trgovačko društvo ZET (Zagrebački električni tramvaj). U vlasništvu je grada Zagreba kao podružnica Zagrebačkog holdinga d.o.o, koji je nadležan za obavljanje javnih komunalnih usluga na svim područjima koji su od javnog interesa. ZET je nadležan za organizaciju javnog putničkog prijevoza na području grada Zagreba i okolnih područja Zagrebačke županije. Prijevoz putnika obavlja se autobusima, tramvajima, žičarom i uspinjačom, a postoje i druga vozila koje pružaju usluge prijevoza osobama s invaliditetom, u svrhu turizma te ovisno o potrebi gradskog stanovništva. Autobusni promet čini ukupno 147 dnevnih linija i 4 noćne, dok tramvajskih dnevnih linija prometuje 17 i 4 noćne [4].

U gradskoj četvrti Stenjevec prevladava autobusni prijevoz putnika, dok tramvajaska infrastruktura nije izgrađena. To čini slabiju povezanost periferne četvrti s centrom grada, gdje je potreban veći broj presjedanja sa različitih oblika JGP-a kako bi se došlo do željenog

odredišta. Željeznička pruga u gradu Zagrebu orijentirana u smjeru Z – I nalazi se na samom sjeveru četvrti pružajući se usporedno sa alejom grada Bologne i Ilicom. Povezanost između autobusnog i željezničkog prijevoza nije najbolje riješena te bi trebalo osigurati poprečne linije koje vode do samih željezničkih stanica kako bi taj oblik JGP-a postao privlačniji i za stanovnike četvrti koji se ne nalaze u samoj blizini željezničke pruge.

Raskrižjem ulice Gustava Krkleca - Zagrebačka avenija te raskrižjem Antuna Šoljana prometuje jedna linija javnog gradskog prijevoza koja je klasificirana kao dnevna linija i predstavlja jedinu javnu gradsku liniju koja prolazi predmetnim raskrižjima. Radi se o liniji 115 (Ljubljanska-Špansko-Jankomir) koja je dosta frekventna linija s učestalim polascima s oba terminala shodno potrebama stanovništva. Od okretišta Ljubljanska prema zapadu nema tramvajske pruge te je izuzetno bitno kompenzirati taj nedostatak povezanosti zapadnijih perifernih naselja sa ostatkom grada odgovarajućim autobusnim linijama.

Linija 115 Ljubljanska-Špansko-Jankomir radnim danom ima 98 polazaka u oba smjera. Polasci su u rasponu od 8-40 minuta ovisno o dobu dana te u vršnim satima iznose između 8-13 minuta. Subotom je polazaka nešto manje sa 70 polazaka, a frekvencija je također manja u rasponu od 14-40 minuta. Nedjeljom je prometa na liniji 115 najmanje sa 47 polazaka s najmanjom frekvencijom polazaka, a kreću se u rasponu od 20-50 minuta gdje najduži raspon biva u kasnijim večernjim satima zbog manjeg broja putnika. U nastavku je dat prikaz trase linije 115 s označenim stajalištem kod analiziranog raskrižja Gustava Krkleca zajedno s prikazom pojedinih trasa ostalih linija koje prometuju gradskom četvrti Stenjevec, a polazište im je na terminalu Jankomir. Raskrižjem Antuna Šoljana prolazi navedena linija, ali ne koristi stajalište koje se nalazi na njegovom istočnom privozu. Pretpostavka je kako će to stajalište biti namijenjeno nekim novim autobusnim linijama koje će biti uvedene ili će služiti kao produžetak postojećih izmjenjenih linija kad se ostvare prostorni planovi povezivanja prometnica na području gradske četvrti, kako je navedeno u analizi prostorno planske dokumentacije [4].



Slika 8. Trasa autobusnih linija javnog gradskog prijevoza terminala Jankomir [4]

### 3.3. ANALIZA POSTOJEĆE PROMETNE INFRASTRUKTURE

Na prostornom obuhvatu grada Zagreba ceste se svrstavaju u nerazvrstane ceste kojima upravlja Grad Zagreb. Gradnju, nadzor i održavanje provodi Gradsko komunalno gospodarstvo d.o.o. – Holding, preko podružnice „Zagrebačke ceste“. [5] Prostorom grada Zagreba prolazi više od 700 kilometara nerazvrstanih cesta te one predstavljaju oko 90 % ukupne cestovne prometne mreže. Nerazvrstane ceste u Gradu Zagrebu dijele se na avenije, glavne ulice i ulice [6].

Infrastrukturu cestovnog prometa grada čine sve vrste i kategorije cesta uključujući cestovne objekte, cestovna raskrižja, prometnu signalizaciju i parkirališne površine. Analiza provedena u sklopu diplomskog rada obuhvaća vizualnu analizu postojećeg stanja svih relevantnih geometrijsko – oblikovnih elemenata i dimenzija raskrižja [3].

#### 3.3.1. ANALIZA INFRASTRUKTURE RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU

Raskrižje ulice Gustava Krkleca i priljučka na Zagrebačku Aveniju je izvedeno kao trokrako raskrižje (slika 9.). Zapadni privoz ulice Gustava Krkleca označen je brojem 1, južni priključak brojem 2 te istočni privoz brojem 3.



*Slika 9. Numerička oznaka privoza raskrižja Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniju [7]*

Sve navedene slike privoza su snimljene iz perspektive vozača radi realnije percepcije stvarnog stanja i prikaza prometne situacije. Privoz 1 (slika 10.) sastoji se od jedne prometne trake za ravno, na koju je moguće prestrojavanje oko 70 m prije pješačkog prijelaza i jedne prometne trake za desno, obje širine 3 m. U obrnutom smjeru je jedna prometna traka širine 3 m. Na privozu je pješački prijelaz širine 4 m s oznakom za biciklistički prijelaz. Prometnim trakom za desno moguće je skretanje prema privozu 2 u dvije trake, svake širine 3 m.





*Slika 10. Privoz 1 - GK - ZA*

Privoz 2 (slika 11.) je oko 70 m dug priključak na ulicu Gustava Krkleca sa Zagrebačke avenije, koji se sastoji od jednog prometnog traka širine 4,25 m koji se nakon otprilike 45 m proširuje na trak za lijevo širine 3 m i trak za desno skretanje koji ostaje širine 4,25 m. Duljina razvlačenja traka za lijevo iznosi otprilike 20 m.

U obrnutom smjeru se, dvije moguće trake u koju se vozila mogu uključiti sa privoza 1 i 3, raspoređuju na način da krajnja desna traka u smjeru vožnje ostaje traka za ravno, širine 3,5 m, koja se razdvaja u još jednu traku za desno širine 3,25 m. Lijeva traka u koju je moguće uključivanje sa privoza 1 i 3, ostaje traka za lijevo širine 3 m te se razdvaja u još jednu traku za lijevo, isto širine 3 m. Pješački prijelaz na privozu 2 je širine 4 m sa označenim biciklističkim prijelazom preko kolnika.



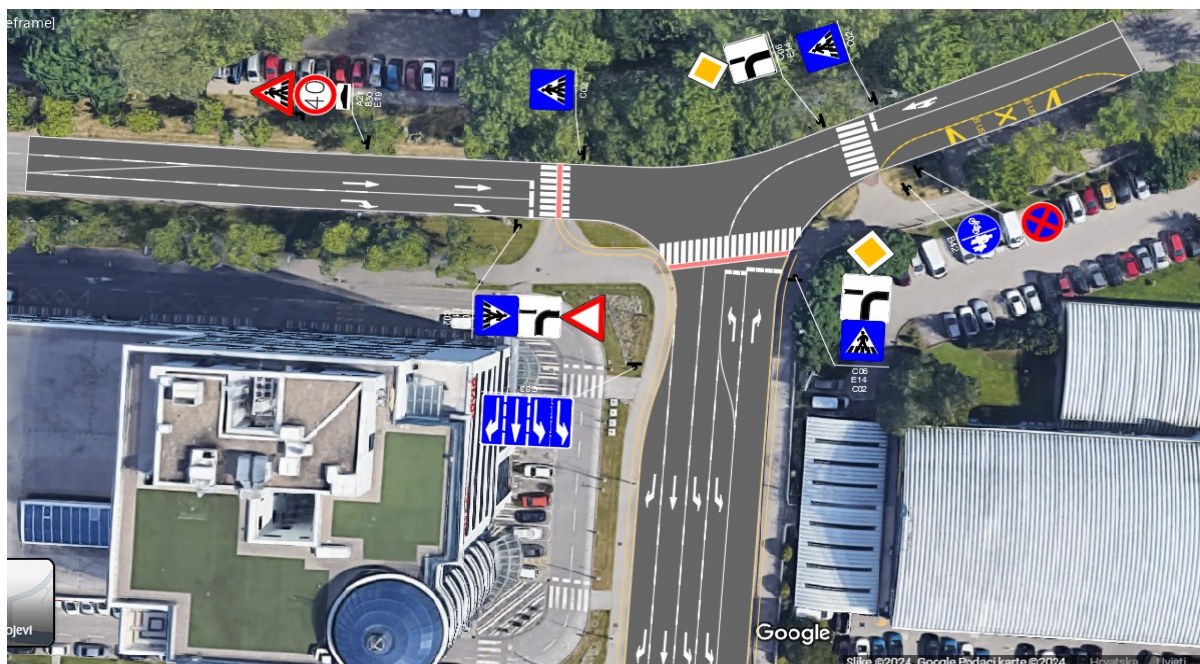
*Slika 11. Privoz 2 - GK - ZA*

Privoz 3 (slika 12.) sastoji se od jedne prometne trake za ravno i desno širine 3 m. U obrnutom smjeru, kolnik je proširen radi autobusa javnog gradskog prijevoza. Stajališta za autobuse mogu biti uz rub kolnika (ugibališta) ili odvojena kao posebna proširenja kolnika. Stajališta kao proširenja kolnika potrebno je izgraditi na cestama i gradskim ulicama na kojima zadržavanje autobusa utječe na prijevoznu moć ceste, smanjuje preglednost, a time i sigurnost prometa [7]. U ovom slučaju stajalište je izvedeno kao ugibalište. Krajnja desna traka uz rub kolnika predviđena je kao autobusno stajalište odmah iza raskrižja u smjeru vožnje širine 3 m, a traka za ravno također iznosi 3 m. Širina pješačkog prijelaza je 4 m. Rubovi kolnika na svim privozima zaobljeni su dovoljnim polumjerom za prolaz duljih teretnih vozila i autobusa.



*Slika 12. Privoz 3 - GK - ZA*

Prikaz postojećeg stanja raskrižja u programskom alatu AutoCad 2022 je u nastavku.



*Slika 13. Postojeće stanje raskrižja ulice Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniju*

### 3.3.2. ANALIZA INFRASTRUKTURE RASKRIŽJA ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA

U sklopu izrade rada analizirano je još jedno trokrako raskrižje. Prikaz s oznakama privoza predložen je na slici 14.



*Slika 14. Numerički prikaz privoza raskrižja ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa [7]*

Ovoga puta je riječ o geometriji koja predstavlja sigurnosne probleme, preciznije problem preglednosti sa privoza 1 i privoza 2. Dodatan uzrok navedenog problema su i vozila koja su parkirana nepropisno na kolničkim prilazima te odmah kod samih pješačkih prijelaza (slika 15.). Navedeno parkiranje uz sam pješački prijelaz prema pravilima struke nije preporučljivo na udaljenostima od barem 5 metara, prije i poslije prijelaza, u slučaju kolnika s

dvosmjernim prometom [3]. Radi gustoće naselja, velikog obujma prometa te potrebe za parkiranjem, u praksi su česti ovakvi slučajevi.



*Slika 15. Privoz 1 - MR - DG*

Prometne trake na svim privozima su širine 3 m, a pješački prijelazi su na privozima 1 i 2 izmaknuti (slika 16.) radi nedovoljne preglednosti i nemogućnosti uočavanja pješaka u slučaju izvedbe pješačkih prijelaza neposredno blizu sjecišta osi privoza. Udaljavanje pješačkih od raskrižja navodi pješake na nepropisne prijelaze koji su, u slučaju ovakve geometrije raskrižja, iznimno opasni.



*Slika 16. Privoz 1 - izmaknut pješački prijelaz radi nedovoljne preglednosti - MR - DG*

Na privozu 3 (slika 17. i 18.) pješački prijelaz je širine 3 m. Popriličan problem su i premali polumjeri rubova kolnika, gdje, primjerice, desni skretači sa privoza 2 i desni skretači sa privoza 3 moraju naglo zakretati upravljačko kolo. Često njihovi krajnji vanjski gabariti vozila prelaze u trakove suprotnog smjera, osobito pri većim brzinama.



*Slika 17. Privoz 2 - MR - DG*



*Slika 18. Privoz 3 - MR - DG*

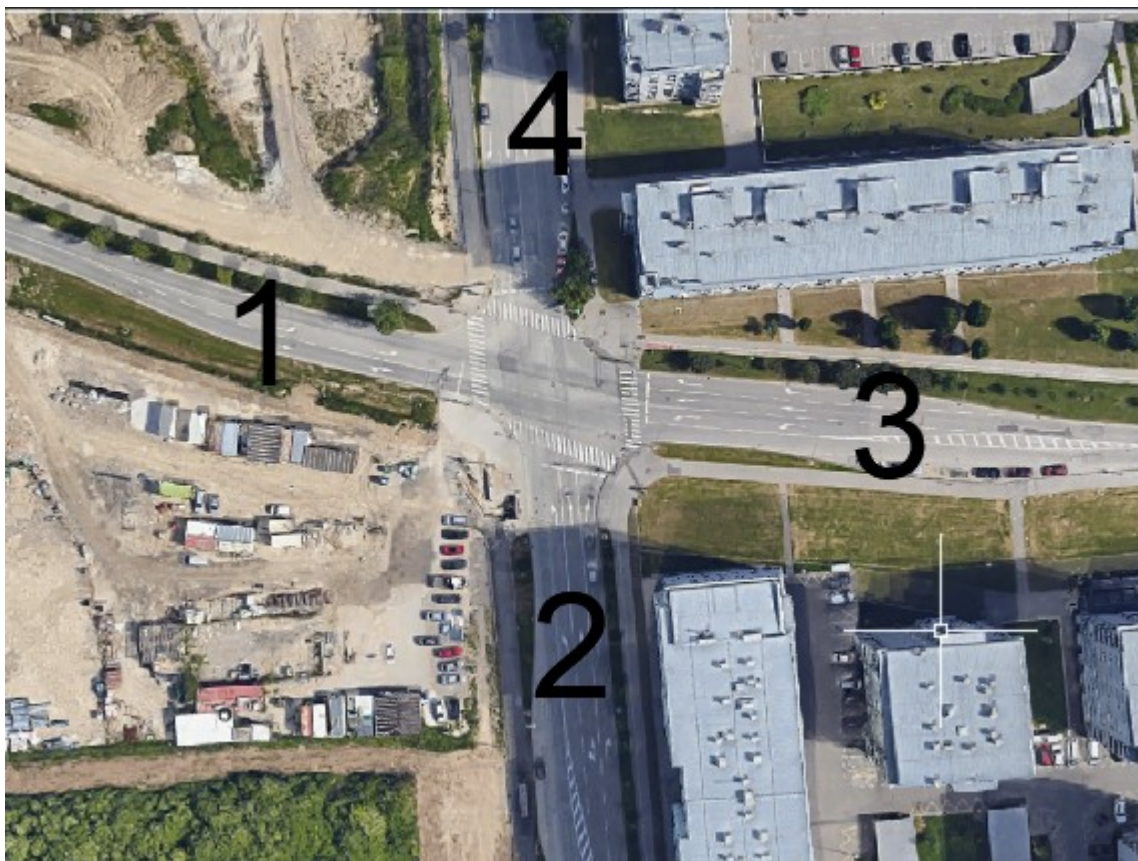
Postojeće stanje raskrižja izrađeno u programskom alatu AutoCad 2022. predočeno je na slici u nastavku.



*Slika 19. Postojeće stanje raskrižja ulice Milana Rešetara i Druge Gervaisa*

### 3.3.3. ANALIZA INFRASTRUKTURE RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ

Raskrižje ulice Antuna Šoljana projektirano je kao klasično četverokrako raskrižje, a prikaz broja privoza naveden je na slici 20.



*Slika 20. Numerički prikaz privoza raskrižja ulice Antuna Šoljana - Vilima Korajca - Marije Radić [7]*

Na potezu prije odvajanja posebnih trakova za skretanje privozi 1, 3 i 4 su dvosmjerni kolnici sa jednom prometnom trakom u svakom smjeru. Privozi 2, 3 i 4 imaju posebnu prometnu traku za svaki smjer kretanja, odnosno 3 prometne trake. Privoz 1 ima kombiniranu traku za ravno i desno te posebnu traku za lijevo skretanje. Svaki privoz sadrži pješački prijelaz širine 3 m, bez oznake biciklističkog prijelaza.

Kombinirana prometna traka za ravno i desno na privozu 1 je širine 3,5 m, a traka za lijevo je širine 3 m. Duljina odvojene trake za lijeve skretače je otprilike 75 m. U suprotnom smjeru je jedna prometna traka širine 3,5 m (slika 21.).



*Slika 21. Privoz 1 - AŠ - VK - MR*

Prije odvajanja dodatnih trakova u oba smjera, prometnica na privozu 2 je dvosmjerna s 2 prometna traka za svaki smjer kretanja. Privoz 2 sastoji se od trake za desno širine 3,25 m, trake za ravno širine 3,25 m te posebnog odvajanja za lijeve skretače (slika 22.). Početak odvajanja je na duljini otprilike 85 m od zaustavne linije, a odvajanje je projektirano izvedbom polja za usmjeravanje prometa. Širina navedenog traka za lijevo skretanje iznosi 3 m.

U suprotnom smjeru širina prometne trake je 3,5 m, a ona se račva na dvije prometne trake na mjestu odvajanja prometnim poljem za usmjeravanje. Autobusno stajalište je izvedeno kao posebno proširenje kolnika širine 3 m. Semaforški stup na privozu 2 postavljen uz desni rub kolnika teško je uočljiv vozačima koji idu ravno i lijevo jer se zbog sjecišta osi privoza oblika "X" zaustavna linija nalazi ispred semaforškog stupa. Potencijalno rješenje bi moglo biti postavljanje semaforškog uređaja na semaforški stup privoza 4 tako da je usmjeren prema privozu 2.





*Slika 22. Privoz 2 - AŠ - VK - MR*

Privoz 3 sastoji se od posebnih prometnih traka za svaki smjer širine 3,25 m (slika 23.). Odvajanje desnih skretača je u duljini trake od otprilike 70 m, a odvajanje lijevih skretača je izvedeno poljem za usmjeravanje prometa, također na duljini od otprilike 70 m. Širina trake u suprotnom smjeru je 3,5 m. Autobusno stajalište u suprotnom smjeru je trenutno korišteno za parkiranje vozila, unatoč znaku zabrane parkiranja, vjerojatno iz razloga jer ga trenutno ne koristi niti jedna linija javnog gradskog prijevoza.



*Slika 23. Privoz 3 - AŠ - VK - MR*

Na privozu 4 (slika 24.), odvajanje prometnih traka od jedne prometne trake za ravno u posebnu traku za svaki smjer, počinje otprilike 50 m od raskrižja. Na duljini prije odvajanja uz rub kolnika su uzdužna parkirna mjesta uz rub zemljanog pojasa. Sve trake na privozu 4 su širine 3,25 m, osim trake u suprotnom smjeru. Prometna traka je proširena te nema jasne rubne krajnje linije, a uz rub kolnika su uglavnom parkirana vozila. Ocrtna parkirna mjesta počinju na duljini od otprilike 50 m od raskrižja, ali se vozila nerijetko parkiraju i u produžetku, sve do raskrižja.

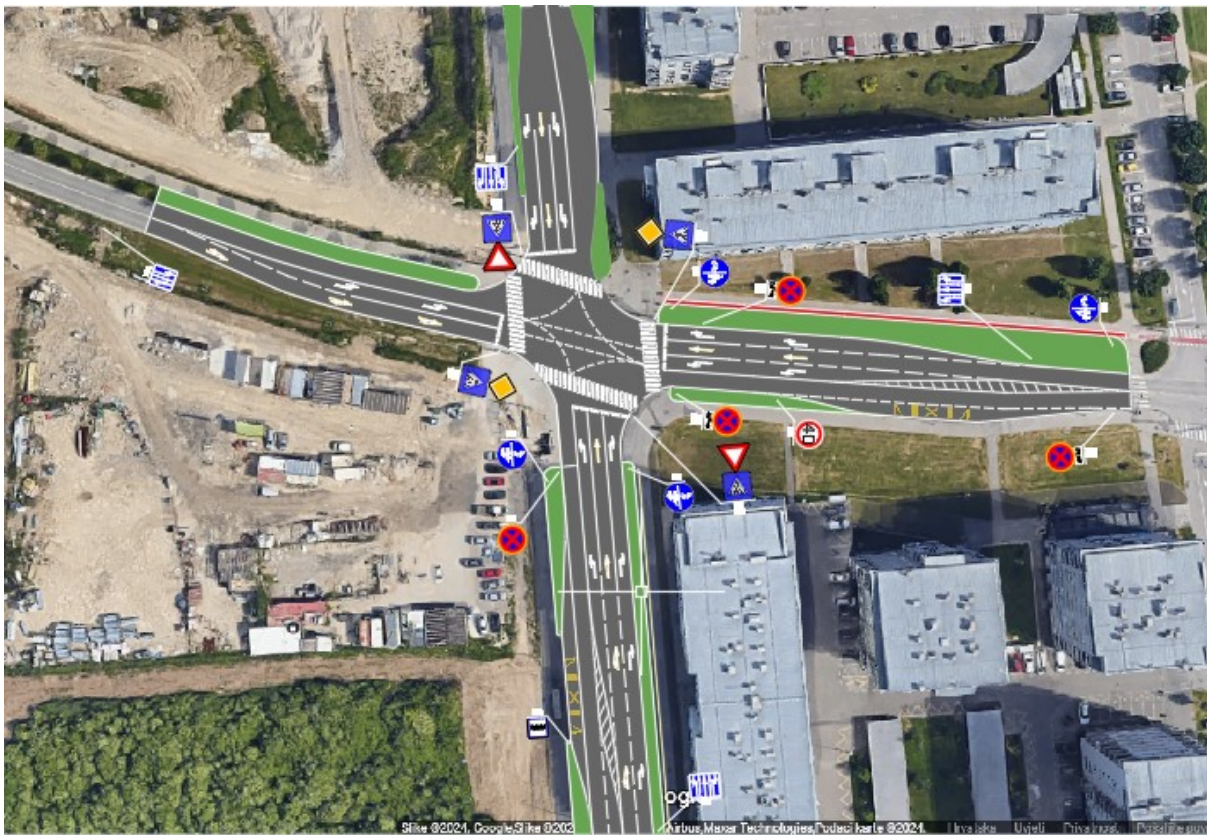
Ista situacija pojavljuje se i na privozu 4 u smjeru vožnje, samo što vozila parkirana direktno u prometnoj traci za desno skretanje često onemogućavaju prestrojavanje vozila u

desnu traku. Pretpostavka je da je proširenje kolnika u suprotnom smjeru, odmah iza raskrižja, predviđeno za javni gradski prijevoz u budućnosti, a za što trenutno nema raspoloživih informacija.



*Slika 24. Privoz 4 - AŠ - VK – MR*

Prikaz postojećeg stanja izrađenog u programskom alatu AutoCad 2022. je u nastavku.



*Slika 25. Postojeće stanje raskrižja ulice Antuna Šoljana - Vilima Korajca - Marije Radić*

### 3.4. ANALIZA REGULACIJE I ORGANIZACIJE PROMETNIH TOKOVA

Organizacija prometnih tokova je bitna stavka u planiranju prometne mreže u gradovima radi optimizacije korištenja prometne mreže sa što manjima troškovima odvijaja prometa. Jedan od učinkovitih načina organizacije je uvođenje sustava jednosmjernih ulica, čime se na određenim mjestima, gdje to ima smisla, povećava propusna moć, sigurnost i stvara dodatan prostor za prenamjenu u pješačku/biciklističku ili parkirnu površinu. Smisljena organizacija podrazumijeva minimiziranje nepotrebnih presijecanja prometnih tokova na kritičnim točkama, a pravilan raspored usmjerenja ulica utječe na izbor rute kojom će vozači izabrati.

Velika većina vozača ima ustaljene rute jer iskustveno znaju gdje u prometnoj mreži mogu očekivati smanjenu propusnu moć, koja se na njih odražava vremenom kašnjenja u prometu. Potrebno je težiti što ravnomjernijem korištenju postojećih kapaciteta, kako bi svaki segment mreže bio podjednako opterećen te kako bi se izbjegla uska grla i kritične točke [3].

U regulaciju prometnih tokova spada regulacija prometa na raskrižjima koja može biti provedena prometnim znakovima, pravilom desne strane ili svjetlosnom signalizacijom. U gradovima je sve zastupljeniji koordinirani sustav semaforiziranih raskrižja sa vremenskim pomakom paljenja zelenih faza na pojedinim semaforima. Raznim detektorskim uređajima koji mogu očitavati prisutnost vozila i pješaka, moguće je dodjeljivanje prioriteta određenim signalnim grupama, kao i prilagođavanje vremena trajanja ciklusa ili raspodjele zelenih faza u ciklusu.

Upravljanje prometnim svjetlima dijelimo na vremenski ustaljeno, poluovisno o prometu i potpuno ovisno o prometu [8].

Raskrižje ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa regulirano je prometnim znakovima te nije zahtjevalo detaljniju razradu.

#### 3.4.1. ANALIZA REGULACIJE I ORGANIZACIJE PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU

Promet na raskrižju reguliran je prometnim znakovima, no direktan utjecaj ima semaforizirano raskrižje priključka na Zagrebačku aveniju udaljeno otprilike 75 m južno od raskrižja (slika 26.). U vršnom popodnevnom satu ručno je izmjeren ciklus semaforiziranog raskrižja u trajanju 150 sekundi.



*Slika 26. Semaforizirano raskrižje priključka na Zagrebačku aveniju*

Desni skretači imaju posebno odvajanje na aveniju te oni prilikom uključivanja moraju propustiti pješake i konfliktni tok sa avenije u smjeru zapada. Vozila koja idu ravno i skreću lijevo na aveniju su kompatibilni prometni tokovi, odnosno zajednička signalna grupa sa trajanjem zelene faze u iznosu od 31 sekundu. U trenutku paljenja žutog svjetla pali se dopunska strelica za lijevo u trajanju od 10 sekundi. Dopunska strelica je važna kako bi se vozila ispraznila iz raskrižja, jer moraju propustiti konfliktni tok vozila sa juga koja ulaze na analizirano raskrižje na privoz 2. Trajanje crvenog svjetla je 114 sekundi, crveno-žutog 2 sekunde, a žutog 3 sekunde.

Pražnjenje lijevih skretača ima velik utjecaj na propusnu moć analiziranog raskrižja jer se u slučaju prevelikog repa čekanja na semaforu vozila zaustavljaju unutar raskrižja što blokira ostale smjerove kretanja. Grafički prikaz toka lijevih skretača na aveniju i njihovog konfliktnog toka prikazan je u nastavku na slici 27.

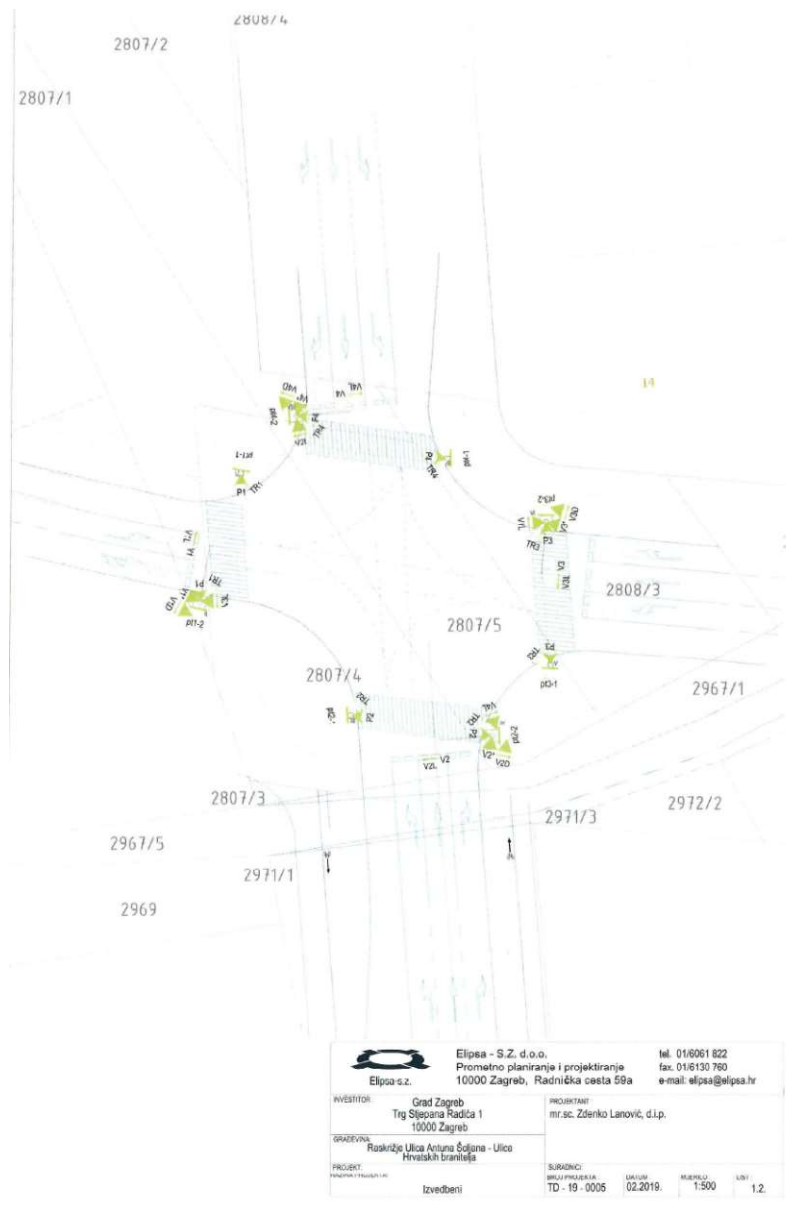


*Slika 27. Grafički prikaz konfliktnog toka lijevim skretačima na aveniju [7]*

### 3.4.2. ANALIZA REGULACIJE I ORGANIZACIJE PROMETNIH TOKOVA RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA

Regulacija raskrižja ulice Antuna Šoljana provodi se semaforским uređajima s logičkim uvjetom rada koji definiraju uvjete sinkronizacije, noćnog rada, najave i produljivanja pojedine faze. Radi se o prometno ovisnom upravljanju semaforским uređajima. Minimalna i maksimalna zelena vremena dodjeljuju se na osnovu najave vozila u zonama detekcije. Duljina trajanja ciklusa je 70 s. Podatci o semaforskoj regulaciji na ulici Antuna Šoljana dobiveni su od Gradskog ureda za mjesnu samoupravu, promet, civilnu zaštitu i sigurnost.

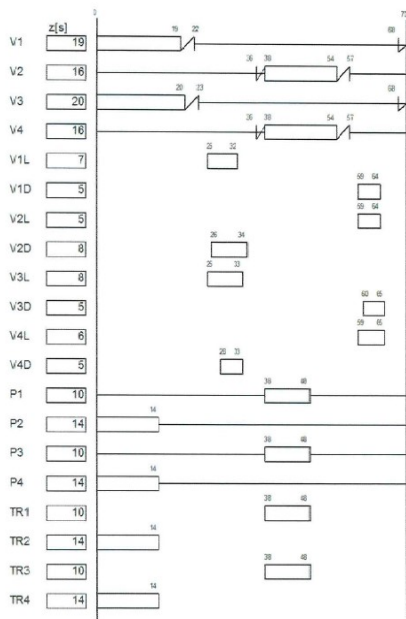
Signalni program projektiran je tako da se prema aktivnom logičkom uvjetu sinkronizacije ostvaruje stalna i vremenski ustaljena prva faza, a bez aktivnog uvjeta semaforizacije uređaj radi lokalno prometno ovisno sa svecrvenom fazom i redosljedom faza ovisnom o najavama na sensorima. Položaj signala prikazan je na slici 28.



*Slika 28. Položaj signala AŠ - VK – MR [10]*

Na navedenom raskrižju postoji vremenska razdioba signalnih programa, a za potrebe diplomskog rada analiziran je signalni program koji je aktivan u dnevnim vršnim satima (slika 29.).

Raskrižje: Antuna Sojana - Hrvatskih branitelja  
C = 70  
Program: P1, P2



Uvjet najave	min Z	max Z	Uvjet: interval procjejenja
LU21 ILI LU1 ILI LU2 ILI LU3 ILI LU4 ILI LU16	19	19	LU1: 1s, LU2: 3s; LU21 max Z
LU9 ILI LU4 ILI LU13 ILI LU15	16	16	LU5: 1s, LU4: 3s
LU21 ILI LU5 ILI LU6 ILI LU4 ILI LU16	20	20	LU5: 1s, LU6: 3s, LU21 max Z
LU7 ILI LU8 ILI LU13 ILI LU15	16	16	LU7: 1s, LU8: 3s
LU9	5	7	
LU1 ILI LU2	5	5	
LU10	5	5	
LU9 ILI LU4 ILI LU22	5	8	
LU11	5	8	
LU9 ILI LU6	5	5	
LU12	5	6	
LU7 ILI LU8	5	5	
LU13	10	10	
LU14 ILI LU21	14	14	
LU15	10	10	
LU16 ILI LU21	14	14	
LU13	10	10	
LU14 ILI LU21	14	14	
LU15	10	10	
LU16 ILI LU21	14	14	

Slips - S.Z. d.o.o.  
Prometno planiranje i projektiranje  
10000 Zagreb, Računski centar 99A  
tel. 0195001822  
fax: 019130790  
e-mail: slips@slips.hr

PROJEKT: Grad Zagreb, **Signalni program raskrižja**  
IZRAĐIO: mr.sc. Davorin Čuček, dipl. inž. prometne tehnike

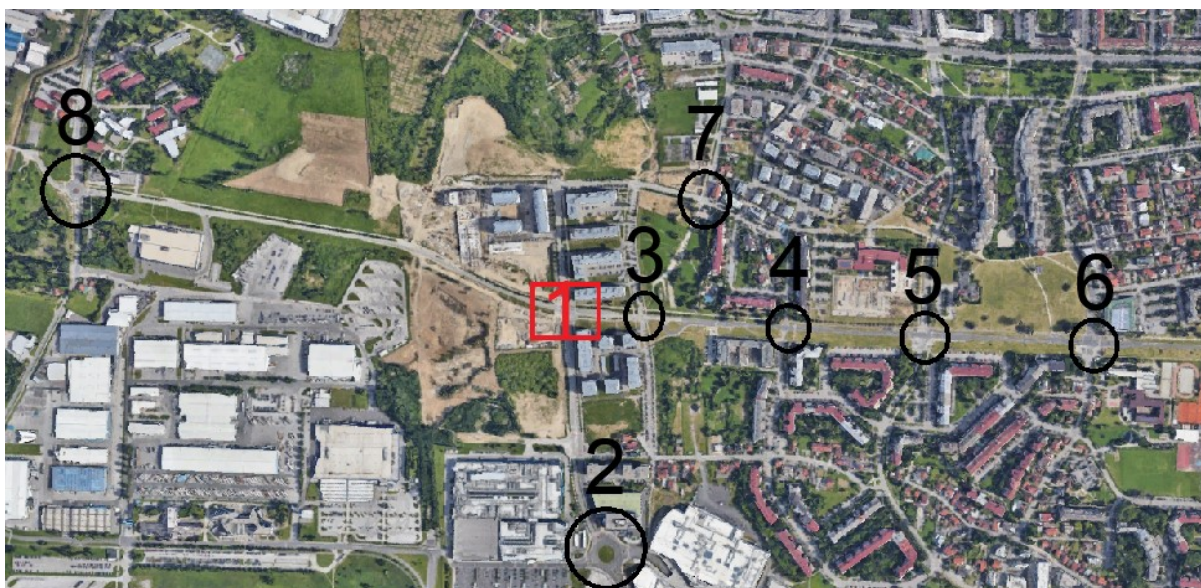
PROJEKTANT: **Slips**  
PROJEKTOVALA: Prometni elaborat: **Signalni program - P1, P2**  
IZVODIO: Izvoden

REGISTRACIJSKI BROJ: 10-19-0005  
DANA: 02.2019.  
LIS: -  
LET: 1.8.

*Slika 29. Signalni program AŠ - VK – MR [10]*

Navedeni signalni program se sastoji od 4 faze. U prvoj fazi prolazak se omogućava privozu 1 i 3 te pješačkim tokovima privoza 2 i 4. U drugoj fazi zeleno svjetlo imaju lijevi skretači sa privoza 1 i 3 te desni skretači sa privoza 2 i 4. Treća faza dodjeljuje zeleno svjetlo vozilima na privozu 2 i 4 te pješačkim tokovima privoza 1 i 3. U zadnjoj fazi zeleno svjetlo imaju lijevi skretači sa privoza 2 i 4 te desni skretači sa privoza 1 i 3. Zaštitna međuvremena za pješake na svim privozima iznose 11 sekundi.

Međutim, potrebno je temeljito analizirati organizaciju prometnih tokova na široj zoni obuhvata kako bi se uzeo u obzir utjecaj okolnih raskrižja. Slika u nastavku prikazuje širu zonu organizacije obližnjih raskrižja.



*Slika 30. Prikaz okolne organizacije prometa u zoni raskrižja AŠ - VK – MR [7]*

Raskrižje s oznakom 1 je analizirano raskrižje, a ostala označena raskrižja u okolici imaju direktan ili indirektan utjecaj na odvijanje prometa u definiranoj zoni. Brojem 2 označeno je dvotračno kružno raskrižje preko kojeg dolazi sav promet na južni privoz. Brojem 8 također je označeno kružno raskrižje s kojeg dolazi sav promet na zapadni privoz. Brojevima 3 – 6 označena su semaforizirana raskrižja koja imaju usklađene signalne programe sa vremenskim pomacima usklađenim za pojedina doba dana te imaju indirektan utjecaj na analizirano raskrižje. Raskrižje 7 je regulirano prometnim znakovima te je također poprilično opterećeno prometom kojemu su cilj sjeverniji dijelovi četvrti.

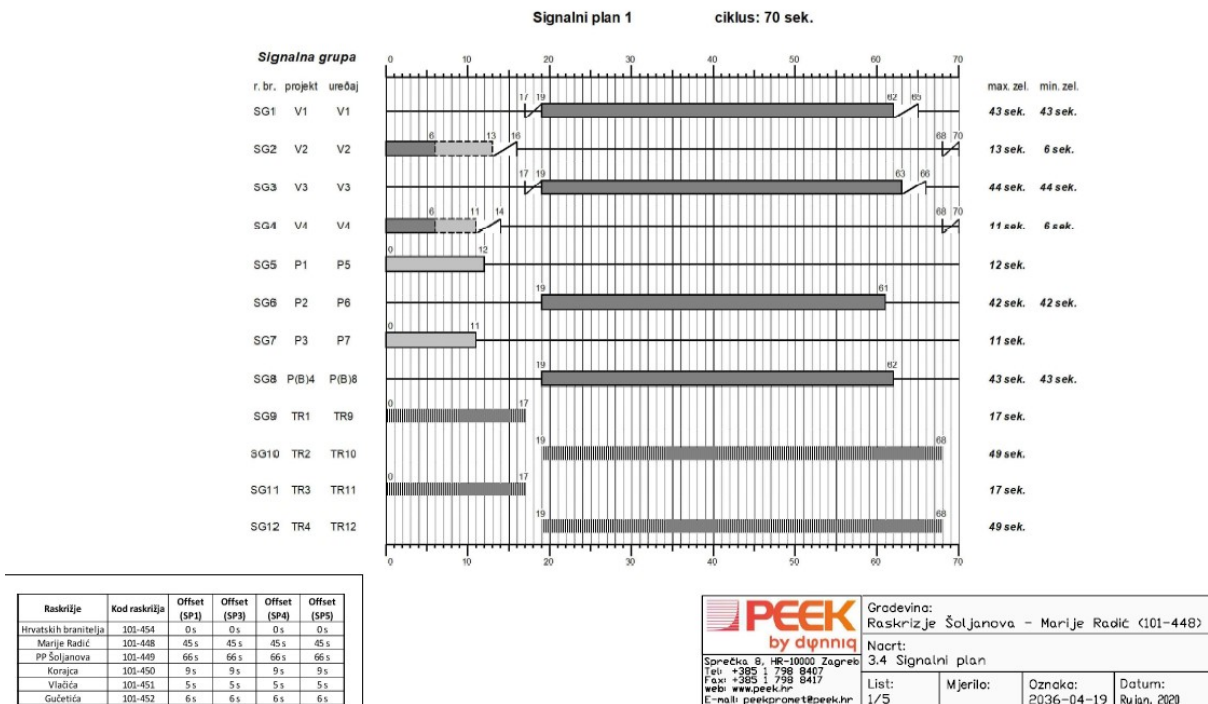
Najveći direktan utjecaj predstavlja raskrižje označeno brojem 3 jer se nalazi na oko 120 metara udaljenosti, a na sljedećoj slici prikazan je privoz raskrižju iz smjera istoka.



*Slika 31. Nailazak na analizirano raskrižje AŠ - VK - MR iz smjera istoka*

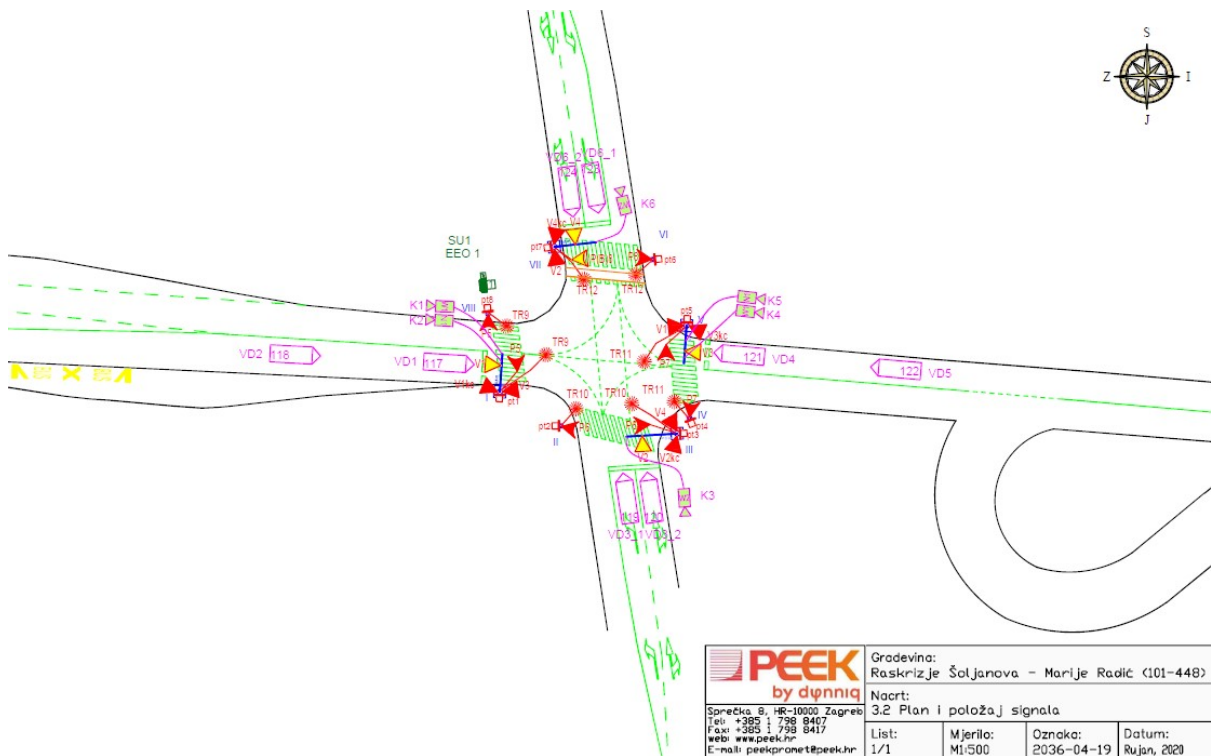
Iz gore navedenih razloga analiziran je signalni program raskrižja ulice Antuna Šoljana – Marije Radić, koji je aktivan u popodnevnom vršnom satu (slika 32.).





Slika 32. Signalni program raskrižja AŠ – MR [10]

Na ovom signalnom planu vidljivo je da je opterećenje sporednog toka znatno manje od glavnog te je shodno tome i programiran. Na slici 33. je prikazan položaj signala.



Slika 33. Položaj signala raskrižja ulice Antuna Šoljana i Marije Radić [10]

### 3.5. ANALIZA SIGURNOSTI ODVIJANJA PROMETA

Analiza sigurnosti jedna je od najvažnijih analiza koje se provode u sklopu planiranja i projektiranja novih prometnih rješenja ili rekonstrukcije postojećih jer se na taj način nastoji mogućnost nesretnog događaja, odnosno prometne nesreće svesti na najmanju moguću mjeru.

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 [11].

Istraživanje problema sigurnosti na cestama isplativ je način sprečavanja prometnih nesreća što je itekako bitno i za gospodarski razvoj budući da troškovi prometnih nesreća čine znatan postotak bruto domaćeg proizvoda (BDP-a). Posljedice mogu biti psihičke naravi u obliku trauma i pretrpljene duševne boli zbog gubitka člana obitelji, a tjelesne u obliku gubitka radne sposobnosti što direktno utječe na društvo u cjelini.

Korist uslijed promjene prometne sigurnosti izračunava se iz razlike troškova nesreća u cestovnome prometu u situaciji kada nikakva mjera nije primijenjena i u slučaju kada je primijenjena neka mjera. Troškove nesreća je potrebno promatrati iz šire perspektive, gdje šteta može biti daleko veća od materijalne u slučaju ozljeđivanja ili gubitka života [3].

Investicijski troškovi projekta u suštini ne bi trebali biti presudan kriterij odabira rješenja u sigurnosnom smislu, naročito ako je rezultatima analize utvrđena prijeka potreba za određenim rješenjem koje u nekim slučajevima zahtjeva veće financijske izdatke od nekog manje sigurnog rješenja za bilo koju skupinu sudionika u prometu. Proaktivnim djelovanjem i pravovremenim uočavanjem i korekcijom sigurnosnih nedostataka može se bitno utjecati na smanjenje prometnih nesreća kao i na ublažavanje njihovih posljedica.

Podaci o broju i vrsti prometnih nesreća u svrhu izrade diplomskog rada prikupljeni su od Ministarstva unutarnjih poslova – Policijske uprave zagrebačke.

#### 3.5.1. ANALIZA SIGURNOSTI NA RASKRIŽJU ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU

Prometne nesreće na predmetnom trokrakom priključku ulice Gustava Krkleca sa Zagrebačkom avenijom prema podacima iz MUP-a nisu evidentirane, ali se semaforizirano raskrižje u neposrednoj blizini predmetnog raskrižja ulica Gustava Krkleca-Zagrebačka avenija-Slavenskog pokazalo se kao kritična točka gdje su se proteklih godina događale nesreće sa lako i teško nastradalim osobama, u nekim slučajevima čak i sa smrtnim posljedicama. Takvi podatci daju naslutiti kršenje prometnih propisa te nepažnju sudionika u prometu, kao i razvijanje neprimjerenih brzina za date uvjete prometnog toka [12].

Unatoč pozitivnoj statistici analiziranog trokrakog raskrižja u blizini kritičnog semaforiziranog, pojavljuju se razni sigurnosni problemi. Uočavanje problema odvijalo se tijekom neposrednog zapažanja prilikom brojanja prometa kao i dugogodišnjim putovanjima raskrižjem. Identificirani su problemi od kojih se najviše ističu sigurnosni, kako za pješake tako i za vozače. Pješački prijelaz preko privoza 2 prelazi preko 4 prometna traka te pješaci

imaju dugu putanju prelaska bez ikakve zaštite od nailazećih vozila. Dosta velik problem predstavlja i zaustavljanje vozila u samom raskrižju jer ne postoje označena mjesta za zaustavljanje u slučaju zatrpanosti vozilima u repu čekanja na semaforu i nemogućnosti daljnjeg prolaska kroz raskrižje. U takvim slučajevima dolazi i do zaklanjanja vidljivosti pješaka na raskrižju, jer vozači ne uspijevaju uočiti pješake od vozila. U takvim slučajevima pješacima treba puno duže da prijeđu preko pješačkog prijelaza jer se osjećaju nesigurno, pa se više puta zaustave nasred prijelaza, ili u samom početku počnu trčati preko što također nije poželjno.

Problemi se javljaju i na privozu 1 jer vozila koja idu ravno prema privozu 3 nemaju jasnu zaustavnu crtu gdje bi trebali čekati za prolaz. Čest je slučaj da i oni prolaze raskrižjem u dvostrukom manevru, odnosno ako vide da nema lijevih skretača, krenu ravno te bivaju prisiljeni zaustaviti se usred raskrižja time blokirajući lijeve skretače koji potencijalno stignu na raskrižje u međuvremenu. Dok propuštaju desne skretače glavnog smjera na privozu 2, dodatno zaklanjaju pješački prijelaz na privozu 2 te ponovno nemaju jasnu zaustavnu crtu, u slučaju da nisu uspjeli proći raskrižjem u jednom manevru.

Lijeve skretači na privozu 2 često izvode nepoželjne manevre zaobilaznja zaustavljenih vozila u raskrižju izvan svoje predviđene putanje skretanja. Time zbunjuju vozače s privoza 1 koji idu ravno, ali i blokiraju lijeve skretače s privoza 3 na glavnom smjeru, budući da im je dulja putanja izlaska iz raskrižja.

### 3.5.2. ANALIZA SIGURNOSTI NA RASKRIŽJU ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA

Dobiveni su podatci iz MUP-a o broju, posljedicama, vrstama te okolnostima koje su prethodile prometnim nesrećama za proteklih 5 godina kao i vremena nastanka prometnih nesreća.

Tijekom 2019., 2020., 2021., 2022. i 2023. godine na raskrižju ulice Milana Rešetara i ulice Drage Gervaisa dogodile su se ukupno 4 prometne nesreće s materijalnom štetom. Smrtno stradalih i ozlijeđenih nije bilo. Podatci su prikazani tablično u nastavku [12].

Tablica 30. Podatci o prometnim nesrećama - MR – DG [12]

Posljedice prom. nesreća	2019	2020	2021	2022	2023	Ukupno
Broj nesreća s mat. štetom	1	0	0	2	1	4
<b>Ukupno:</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Vrsta prometne nesreće	2019	2020	2021	2022	2023	Ukupno
Udar vozila u parkirano	0	0	0	2	0	2
Bočni sudar	1	0	0	0	1	2
<b>Ukupno:</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Okolnosti koje su prethodile	2019	2020	2021	2022	2023	Ukupno
Nepošt. prednosti prolaska	0	0	0	0	1	1
Ostale greške vozača	1	0	0	2	0	3
<b>Ukupno:</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Vremenski interval u danu	2019	2020	2021	2022	2023	Ukupno
08 - 10	0	0	0	1	0	1
10 - 12	1	0	0	0	0	1
14 - 16	0	0	0	0	1	1
20 - 22	0	0	0	1	0	1
<b>Ukupno:</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

### 3.5.3. ANALIZA SIGURNOSTI RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ

Navedeno raskrižje je najproblematičnije od svih analiziranih raskrižja u radu, na kojem se, prema podacima iz MUP-a, dogodilo 15 prometnih nesreća u proteklih 5 godina. U nesrećama nije bilo smrtnih slučajeva, a 3 osobe su zadobile lakše tjelesne ozljede. Ostale posljedice su srećom bile samo sa materijalnom štetom. U nastavku je tablični prikaz svih relevantnih podataka o nastalim prometnim nesrećama u periodu od 2019. do 2023. Godine [12].

Tablica 31. Podatci o prometnim nesrećama - AŠ - VK – MR [12]

Posljedice prom. nesreća	2019	2020	2021	2022	2023	Ukupno
Broj nesreća s ozlijeđenima (LTO)	1	1	0	0	1	3
Broj nesreća s mat. štetom	2	1	2	2	5	12
<b>Ukupno:</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>15</b>

Vrsta prometne nesreće	2019	2020	2021	2022	2023	Ukupno
Udar vozila u objekt kraj ceste	0	0	0	1	0	1
Nalet na pješaka	0	1	0	0	1	2
Čeoni sudar (iz suprotnih smjerova)	1	0	0	0	2	3
Čeoni sudar (Vožnja u slijedu)	0	0	0	0	1	1
Bočni sudar	2	1	2	1	2	8
<b>Ukupno:</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>15</b>

Okolnosti koje su prethodile	2019	2020	2021	2022	2023	Ukupno
Nepoštivanje prometne signalizacije	0	0	0	0	1	1
Nepريمjerena brzina	0	0	0	1	1	2
Nepošt. prednosti prolaska	3	0	2	0	3	8
Neprop.kretanje voz.kol.	0	0	0	1	0	1
Ostale greške vozača	1	2	0	0	1	3
<b>Ukupno:</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>15</b>

Vremenski interval u danu	2019	2020	2021	2022	2023	Ukupno
00 - 02	0	0	0	0	1	1
04 - 06	0	0	0	0	2	2
06 - 08	1	0	0	0	0	1
08 - 10	0	0	1	0	0	1
10 - 12	1	1	0	1	0	3
12 - 14	1	0	0	0	0	1
14 - 16	0	0	1	0	2	3
16 - 18	1	0	0	0	0	1
18 - 20	0	0	0	1	1	2
<b>Ukupno:</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>15</b>

Iz tablica se može isčitati da je najveći razlog nastanka prometnih nesreća bio zbog nepoštivanje prednosti prolaska, njih 8. Najveći broj prometnih nesreća dogodio se između 10 – 12 i 14 – 16 sati, dok je najkritičniji dan događanja bio srijeda sa 4 prometne nesreće [12].

### 3.6. ANALIZA PROJEKTNO PLANSKE DOKUMENTACIJE

Analiza prometne infrastrukture u planskoj i projektnoj dokumentaciji obuhvaća analizu važećih dokumenata prostornog uređenja te postojećih projekata iz područja prometa. Dokumenti prostornog uređenja su dokumenti kojima se osigurava praćenje stanja u prostoru te definiraju pravila djelovanja u prostoru. Dokumenti prostornog uređenja donose se na državnoj razini te kao prostorni planovi na regionalnoj i lokalnoj razini. Prostorni planovi imaju snagu i pravnu prirodu podzakonskog propisa [3].

O svim važećim prostornim planovima na području Grada Zagreba građani se mogu, osim u Gradskom uredu za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo i komunalne poslove, obavijestiti i uvidom na mreženim stranicama Grada Zagreba. Za točniji uvid o mogućnostima gradnje na određenom zemljištu, potrebno je, osim tekstualnog dijela, provjeriti i sve kartografske slojeve važećih prostornih planova [5].

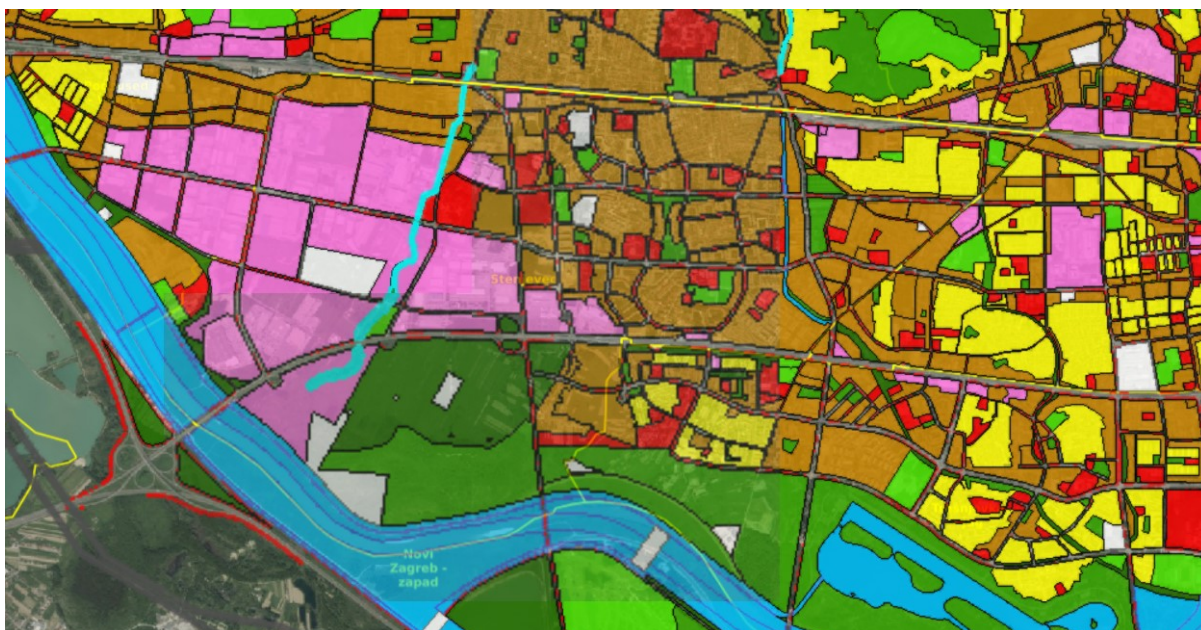
Dokumenti ključni za prostorno planiranje na području grada Zagreba su [2]:

- Generalni urbanistički plan (GUP)
- Prostorni plan grada Zagreba (PPGZ)
- Urbanistički planovi uređenja (UPU)
- Projekti i studije iz područja prometa

#### 3.6.1. GENERALNI URBANISTIČKI PLAN

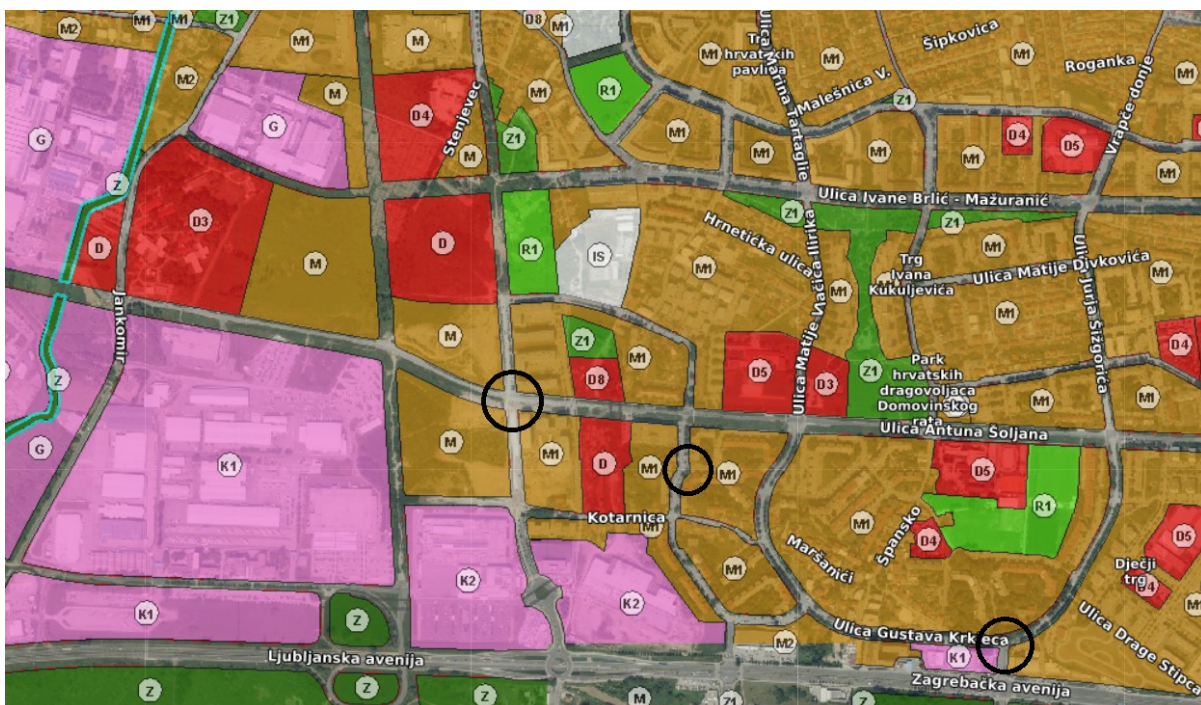
Cilj Generalnog urbanističkog plana grada Zagreba je izraditi plan ali i predložiti sustav reprodukcije grada, urbanu strategiju Zagreba koja će uskladiti tradicije grada i nove tehnološke i civilizacijske izazove i Zagrebu osigurati mjesto u sustavu europskih gradova i nacionalnih središta. To je projekt sustavnih promjena, kolektivnih napora i udruživanja individualnih težnji stručnjaka, građana i gradskih upravnih struktura.

Generalni urbanistički plan grada Zagreba utvrđuje temeljnu organizaciju prostora, zaštitu prirodnih, kulturnih i povijesnih vrijednosti, korištenje i namjenu površina s prijedlogom uvjeta i mjere njihova uređenja. Područje koje obuhvaća iznosi oko 220 km<sup>2</sup> i obuhvaća uže gradsko područje između medvedničke šume i zagrebačke obilaznice, uključujući i njegovo povijesno središte. Na slici u nastavku je prikaz predviđene namjene prostora gradske četvrti Stenjevec prema važećem GUP-u [5].



*Slika 34. Prikaz namjene površina prema važećem GUP-u [2]*

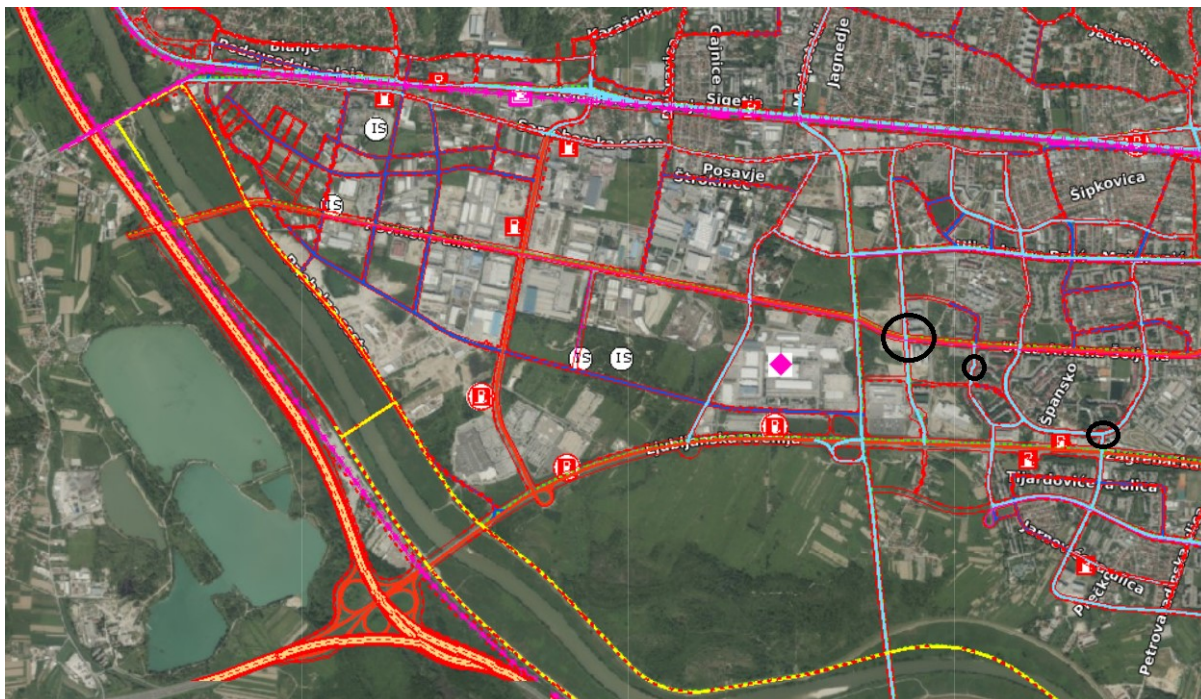
Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba planirane su u zapadnom i središnjem dijelu gradske četvrti velike površine gospodarske namjene (roze površine), južno od Ljubljanske avenije je vodozaštitno područje unutar kojeg su na području Savske Opatovine planirane javne zelene površine (zelene površine). Na ostalom dijelu gradske četvrti planirana je mješovita namjena – pretežito stambena, mješovita namjena – pretežito poslovna i javna i društvena namjena (smeđe i žute površine).



*Slika 35. Prikaz analiziranih raskrižja u sklopu prostornog plana namjene prema GUP-u [2]*

Na slici iznad su označena analizirana raskrižja u sklopu prostornog prikaza s namjenom površina te je vidljivo da su sva tri omeđena uglavnom površinama stambene i

mješovite, odnosno stambeno poslovne namjene. Na zapadu prevladavaju veća gospodarska područja koja su također u blizini navedenih raskrižja.



*Slika 36. Prikaz prometne infrastrukture prema GUP-u [2]*

Na slici iznad su vidljivi predviđeni prometni pravci prema GUP-u. Za raskrižje Antuna Šoljana je predviđeno spajanje sa Samoborskom cestom na sjeveru, a Samoborska cesta se namjerava povezati s ulicom Medpotoki sjeverno od aleje grada Bologne, prema jugu usporedno s analiziranim raskrižjem preko ulice Antuna Šoljana pa sve do Jadranske Avenije.

Prometnice koje prolaze analiziranim raskrižjima su glavne gradske ulice (svijetlo plavo), a ulica Antuna Šoljana je predviđena kao gradska avenija koja bi se trebala protezati sve do gradske obilaznice na zapadu putem izgradnje novog mosta preko rijeke Save te bi trebala biti važna prometnica za povezivanje u smjeru zapad-istok (crvenom bojom označen smjer zapad-istok od označenog gornjeg kruga). U smjeru istoka bi se trebala spajati sa Baštijanovom, sve do Krapinske ulice.

GUP-om je planirano bolje povezivanje dijelova gradske četvrti u uzdužnim i poprečnim pravcima, kao i s ostalim dijelovima grada spojevima na postojeće i izgradnjom novih prometnica. Trenutna prepreka izgradnji navedenih koridora predstavljaju imovinsko pravni sporovi jer navedene rute prolaze preko čestica koje su velikim dijelom u privatnom vlasništvu ili postoje drugi pravne barijere početku izgradnje navedenih infrastrukturnih proširenja.

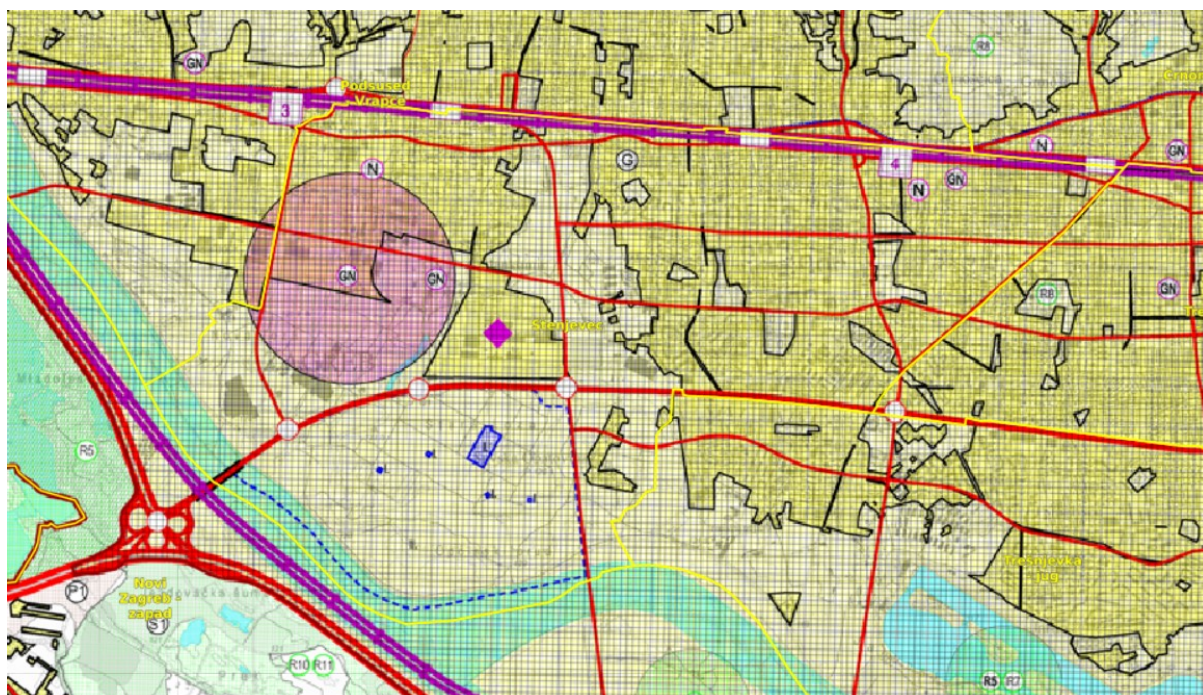
### 3.6.2. PROSTORNI PLAN GRADA ZAGREBA

Temeljna zadaća Prostornog plana Grada Zagreba je odrediti cjeloviti sustav upravljanja i gospodarenja prostorom, a koncipiran je na temelju odrednica Strategije i Programa prostornog uređenja Republike Hrvatske, s ciljem urbane konsolidacije grada, profilacije i očuvanja identiteta Zagreba kao hrvatskoga nacionalnog središta te briga za obzirni, odnosno održivi razvitak gradskog prostora [5].



Prostornim planom se regulira prostorno uređenje cjelokupnog prostora Grada Zagreba. Prostorni plan Grada Zagreba određuje osnovne namjene prostora za gradnju, neizgrađene površine, površine za komunalnu i prometnu infrastrukturu i objekte te druge površine.

Slika 37. prikazuje površine za razvoj i uređenje gdje su žutom bojom označeno građevinsko područje naselja, gdje tamnija boja predstavlja pretežno izgrađena područja, a svjetlija boja područja koja nisu u potpunosti izgrađena. Područje označeno krugom predstavlja gospodarsko područje a crvenom bojom su označene prometnice od većeg značaja čije je planirano prostorno širenje u skladu s važećim GUP-om [5].



*Slika 37. Površine za razvoj i uređenje prema prostornom planu grada Zagreba [2]*

### 3.6.3. URBANISTIČKI PLANOWI UREĐENJA

Na području gradske četvrti Stenjevec važeći prostorni planovi uređenja su [2]:

- Urbanistički plan uređenja “Područja nekadašnje Tvornice cementa u Podsusedu“
- Detaljni plan uređenja “Stambenog naselja na lokaciji vojarne Špansko-Oranice“
- Izmjene i dopune DPU-a “Stambenog naselja na lokaciji vojarne Špansko-Oranice”
  
- Urbanistički plan uređenja “Savska Opatovina“
- Izmjene i dopune UPU-a “Savska Opatovina“
- Urbanistički plan uređenja "Slobodne carinske zone Jankomir"
- Urbanistički plan uređenja “Dubravica-Karažnik“
- Urbanistički plan uređenja „Oranice – TEP tematski park“
- Urbanistički plan uređenja "Jankomir - Prisavišće"
- Urbanistički plan uređenja "Jankomir - Malešnica"
- Urbanistički plan uređenja "Groblje Stenjevec"

Na slici su prikazani urbanistički planovi uređenja, prema GUP-u grada Zagreba, gdje područja s plavom ispunom označavaju donesene planove, a područja s plavim okvirom bez ispunjene područja za koje još uvijek nije donesen.



Slika 38. Urbanistički planovi uređenja na području gradske četvrti Stenjevec [2]

### 3.6.4. MASTER PLAN PROMETNOG SUSTAVA GRADA ZAGREBA, ZAGREBAČKE ŽUPANIJE I KRAPINSKO ZAGORSKE ŽUPANIJE (I. I II. FAZA)

Master plan prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije je temeljni strateški dokument dugoročnog razvoja prometa na spomenutom području za period od 2020. do 2030. g. Sukladno programu Društva IPZP d.o.o. planski su provedene aktivnosti vezane uz njegovu izradu.

Izrada Master plana prometnog sustava uvjetovana je potrebom daljnjeg održivog razvoja prometnog sustava na prostornom obuhvatu grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko – zagorske županije, sukladno gospodarskim i socijalnim ciljevima i potrebama poboljšanja životnih uvjeta, zaštite i očuvanja okoliša, ostvarivanja energetske ušteda i energetske učinkovitosti i održivog razvoja.

Master plan je bazni dokument za planiranje razvoja prometnog sustava sukladno prostornim mogućnostima, zahtjevima gospodarstva i potrebama stanovništva, uz razvoj i unaprijeđenje prometnih sustava prihvatljivih za okoliš, niskim emisijama CO<sub>2</sub> i niskom emisijom buke, te multi modalnih veza radi promicanja održive regionalne i lokalne mobilnosti.

Jedan od početnih zadataka u projektu Master plana bilo je provesti analizu stanja prometnog sustava na području promatrane regije uključujući i analizu stanja sustava javnog prijevoza putnika, kako bi se u kasnijoj fazi razvoja projekta mogli definirati ciljevi i mjere za poboljšanje stanja [6]. Područje obuhvata Master plana prikazano je slikom u nastavku.



*Slika 39. Područje obuhvata Master plana grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko - zagorske županije*

Osnovni ciljevi Master plana prometnog sustava [6]:

- Poboljšanje prometne dostupnosti na cijelom području kroz razvoj učinkovitog i održivog prometnog sustava
- Omogućilo veću mobilnost stanovništva korištenjem oblika transporta koji su ekološki, energetske i ekonomski prihvatljivi za društvo
- Integriranje prometnih podsustava kroz institucionalna, organizacijska i infrastrukturna poboljšanja, s posebnim naglaskom na integriranje sustava javnog prijevoza
- Povećanje sigurnosti prometa
- Osiguranje ekološke i socijalne održivosti te energetske učinkovitosti prometnog sustava;
- Zaštita okoliša
- Unaprjeđenje modalne prometne razdiobe: smanjenje motoriziranih i drugih oblika prometa u korist javnog prijevoza, ekološki prihvatljivih i alternativnih oblika prijevoza

Projekt Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije proveden je kroz dvije faze projekta [6]:

1. faza Master plana prometnog sustava (listopad 2016. – siječanj 2018. godine) obuhvaćala je analizu postojećeg stanja i razvoj prometnog modela te izradu SWOT analize.
2. faza Master plana prometnog sustava (veljača 2019.- travanj 2020. godine) obuhvaćala je provjeru hipoteza i provjeru izrađene SWOT analize, uz pomoć radionica sa ključnim dionicima u prometnom sustavu definirana je Lista ciljeva i Lista mjera te ključni pokazatelji uspješnosti provedbe pojedinih ciljeva za unapređenje prometnog sustava. Mjere su definirane za svaku prometnu granu, promet urbanih područja te javni prijevoz putnika zasebno, a sastoje se od infrastrukturnih, operativnih i organizacijskih mjera te mjera prometne politike.

### 3.7. PROGNOZA PROMETA U BUDUĆNOSTI

Općeniti ciljevi funkcionalnog projektnog planiranja prometa u gradovima su otklanjanje uskih grla, poboljšanje regulacije prometa i slično. Razvoj prometa na određenom području usko je vezan uz buduću namjenu površina, buduća obilježja putovanja kao i za nove tehnologije i koncepte za razmatranje budućih prometnih problema. Istraživanje prometne potražnje uključuje i anketiranje građana radi boljeg uvida u kretanje stanovništva i životne navike građana. Proces projektiranja obavlja se najčešće u svrhu zadovoljavanja potreba prometa u razdoblju od 5 do 20 godina [13].

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

Osnovni ulazni parametri za izradu prometne prognoze odnosno podatci na kojima se temelji prometna prognoza su [3]:

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

Predviđeni budući PGDP računa se pomoću formule za složeni kamatni račun, koja je prikazana u nastavku [14]:

$$C = C_0 * (1 + \frac{P}{100})^n \text{ [14]}$$

Gdje je [14]:

- C –vrijednost PGDP-a nakon n razdoblja porasta
- C0 – početna vrijednost PGDP-a
- p – godišnja stopa porasta prometa [%]
- n – broj godina za koje se predviđa porast prometa

Kao kriterij izračuna buduće prometne potražnje za potrebe diplomskog rada uzet će se podatci o broju registriranih motornih vozila na području grada Zagreba za analizirani period od 2013. do 2022.

Prema podacima iz statističkog ljetopisa grada Zagreba 2023., prikazan je postotak porasta broja registriranih motornih vozila u odnosu na prethodnu godinu. Podatci su prikazani tablično u nastavku.

*Tablica 32. Prikaz stope rasta novoregistriranih motornih vozila u odnosu na prethodnu godinu [5]*

<b>Godina</b>	<b>Broj vozila</b>	<b>Povećanje u odnosu na prethodnu godinu [%]</b>
2013	337,591	
2014	339,749	0,64 %
2015	346,230	1,91 %
2016	358,308	3,49 %
2017	370,505	3,4 %
2018	388,263	4,8 %
2019	404,893	4,28 %
2020	413,117	2,03 %
2021	427,381	3,45 %
2022	442,049	3,43 %
<b>Prosječni porast</b>		<b>3%</b>

U analiziranom vremenskom intervalu dobivena je prosječna stopa rasta broja registriranih motornih vozila na području grada Zagreba koja iznosi 3 %. Svi proračuni bit će provedeni na temelju dobivenih podataka.

Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) izračunava se na način da se broj vozila u izbrojan u vršnom satu pomnoži s koeficijentom između 9 i 14 ovisno o veličini i prometnoj strukturi grada [3].

Za grad Zagreb, za potrebe analize, uzet je koeficijent 14 zbog toga što se radi o glavnom gradu s najopterećenijom mrežom prometnica od svih gradova u Republici Hrvatskoj.

Prema izrazu u nastavku dobit će se okvirno postojeće dnevno prometno opterećenje za navedena raskrižja:

$$PGDP_{\text{raskrižje}} = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) * k$$

Gdje je:

$Q_n$  – prometna opterećenja pojedinih privoza [voz]

$k$  – koeficijent ovisnosti veličine i prometne strukture grada

### 3.7.1. PROGNOZA PGDP-A ZA RASKRIŽJE ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NAZAGREBAČKU AVENIJU

$$PGDP_{GK-ZA} = (411 + 838 + 627) * 14 = 26264 \text{ voz/dan}$$

Prosječno okvirno dnevno opterećenje raskrižja iznosi 26264 voz/dan te će biti izračunata prognoza opterećenja za 5, 10 i 15 godina na temelju ranije navedene formule za složeni kamatni račun. Predviđena opterećenja prikazana su tablično u nastavku.

Tablica 33. Prognoza PGDP-a za raskrižje GK - ZA

Redni broj	Kalendarska	PGDP
0	2024	26,264.00
1	2025	27,051.92
2	2026	27,863.48
3	2027	28,699.38
4	2028	29,560.36
5	2029	30,447.17
6	2030	31,360.59
7	2031	32,301.41
8	2032	33,270.45
9	2033	34,268.56
10	2034	35,296.62
11	2035	36,355.52
12	2036	37,446.18
13	2037	38,569.57
14	2038	39,726.66
15	2039	40,918.46

U okviru prognoze prometa važno je napomenuti da je izgradnja zatvorenog bazena u blizini raskrižja u fazi odabira izvođača te bi projekt trebao biti realiziran u roku nekoliko godina. Projekt obuhvaća izgradnju sportsko - rekreacijskog bazena, malog edukacijsko - rehabilitacijskog bazena, saune, fitnessa, male korektivne dvorane te tribine za 300 gledatelja. Građevina bi se trebala sastojati od jedne podzemne i dvije nadzemne etaže. Ovakav tip

objekta bi zasigurno u budućnosti mogao utjecati na atrakciju putovanja u ovaj dio gradske četvrti, uz stalno godišnje povećanje gradskog stanovništva i rast stupnja motorizacije [5].

### 3.7.2. PROGNOZA PGDP-A ZA RASKRIŽJE ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA

$$PGDP_{MR-DG} = (315 + 115 + 367) * 14 = 11158 \text{ voz/dan}$$

Prosječno okvirno dnevno opterećenje raskrižja iznosi 11158 voz/dan te će biti izračunata prognoza opterećenja za 5, 10 i 15 godina na temelju ranije navedene formule za složeni kamatni račun. Predviđena opterećenja prikazana su tablično u nastavku.

*Tablica 34. Prognoza PGDP-a za raskrižje MR - DG*

Redni broj	Kalendarska	PGDP
0	2024	11,158.00
1	2025	11,492.74
2	2026	11,837.52
3	2027	12,192.65
4	2028	12,558.43
5	2029	12,935.18
6	2030	13,323.24
7	2031	13,722.93
8	2032	14,134.62
9	2033	14,558.66
10	2034	14,995.42
11	2035	15,445.28
12	2036	15,908.64
13	2037	16,385.90
14	2038	16,877.48
15	2039	17,383.80

### 3.7.3. PROGNOZA PGDP-A ZA RASKRIŽJE ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ

$$PGDP_{AŠ-VK-MR} = (832 + 1079 + 424 + 264) * 14 = 36386 \text{ voz/dan}$$

Prosječno okvirno dnevno opterećenje raskrižja iznosi 36386 voz/dan te će biti izračunata prognoza opterećenja za 5, 10 i 15 godina na temelju ranije navedene formule za složeni kamatni račun. Predviđena opterećenja prikazana su tablično u nastavku.

*Tablica 35. Prognoza PGDP-a za raskrižje AŠ - VK - MR*

<b>Redni broj</b>	<b>Kalendarska</b>	<b>PGDP</b>
<b>0</b>	2024	36,386.00
<b>1</b>	2025	37,477.58
<b>2</b>	2026	38,601.91
<b>3</b>	2027	39,759.96
<b>4</b>	2028	40,952.76
<b>5</b>	2029	42,181.35
<b>6</b>	2030	43,446.79
<b>7</b>	2031	44,750.19
<b>8</b>	2032	46,092.70
<b>9</b>	2033	47,475.48
<b>10</b>	2034	48,899.74
<b>11</b>	2035	50,366.73
<b>12</b>	2036	51,877.74
<b>13</b>	2037	53,434.07
<b>14</b>	2038	55,037.09
<b>15</b>	2039	56,688.20

U okviru prognoze za navedeno raskrižje, daje se naslutiti porast putovanja ovom rutom kroz naredni period ukoliko se ostvare postojeći prostorni planovi koji obuhvaćaju značajnije promjene u prometnoj infrastrukturi i izgradnju novih dionica cesta u okolnom području.



## 4. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA

Nakon provedene analize zone obuhvata, postojećeg stanja i prometne prognoze potrebno je predložiti rješenja koja će otkloniti uočene nedostatke odvijanja učinkovitog prometa na datim lokacijama. U nastavku su predložena idejna rješenja koja su projektirana pridržavajući se pravila prometne struke i važećih zakona i pravilnika.

Naglasak je na optimizaciji odvijanja prometnih tokova s visokom razinom sigurnosti za pješake, koji su najranjivija skupina u prometu. Svako pojedinoj problematici na analiziranim raskrižjima pristupalo se u skladu s potrebama stvarnog stanja te su na osnovu toga osmišljena idejna rješenja s izmjenama u elementima prometne infrastrukture, regulaciji, signalizaciji i opremi.

### 4.1. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA RASKRIŽJA ULICE MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA

Navedeno raskrižje pokazalo se kao velik sigurnosni problem sa neadekvatnim geometrijskim elementima poput premalih polumjera rubova kolnika kod desnih skretanja s privoza S i I. Zbog oštrog zavoja orijentiranog J – I lijevi skretači do samog skretanja ne mogu uočiti nailazeće vozilo iz suprotnog smjera. Isto vrijedi i za desne skretače na istočnom privozu. Narušena sigurnost je i radi nedovoljnog polja preglednosti za pješake koji učestalo prelaze kolnik na nedozvoljenom mjestu preko istočnog privoza.

Za sigurno odvijanje prometa u raskrižju potrebno je osigurati različite vidove preglednosti i polja preglednosti, a to su prvenstveno polja za [15]:

- Zaustavnu preglednost (zaustavljanje pred vozilima u skretanju i nemotoriziranim učesnicima u prometu)
- Preglednost kod približavanja (uvoženje u raskrižje bez zaustavljanja)
- Privoznu preglednost (uvoženje sa zaustavne linije)
- Preglednost za pješake i bicikliste

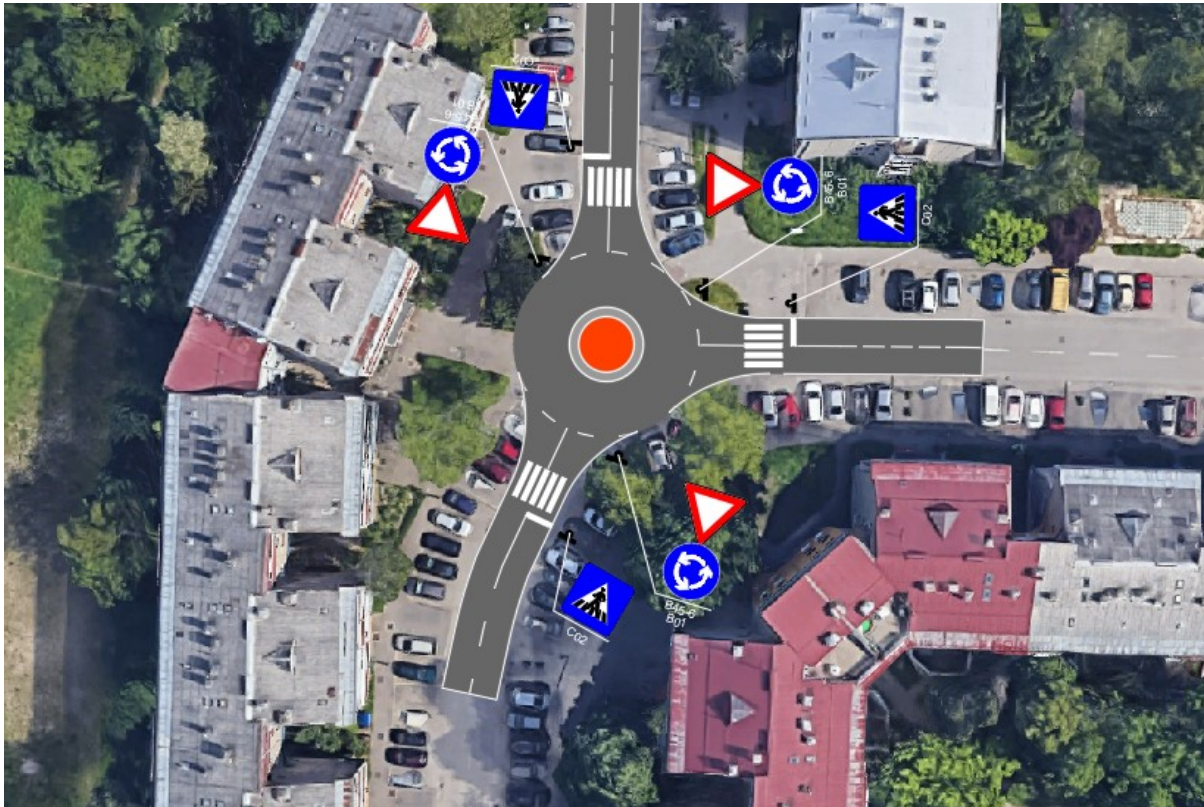
Polja preglednosti u postojećem stanju nisu na zadovoljavajućoj razini te se kao prijedlog mjere povećanja sigurnosti i preglednosti na datoj lokaciji predlaže izvedba mini kružnog raskrižja. Mini kružna raskrižja primjenjuju se najčešće u većim naseljima, a glavna obilježja su im provozni središnji otok, koji koriste dulja vozila u slučaju da zbog prevelikog polumjera skretanja ne mogu proći kroz raskrižje kružnim kolničkim trakom [15].

Neke od prednosti mini kružnih raskrižja pred drugim oblicima raskrižja su [15]:

- Vrlo visok stupanj sigurnosti prometa s manjim udjelom nesreća s težim posljedicama radi obveznog smanjenja brzine i manjeg broja konfliktnih točaka
- Dobra propusna moć i prihvatljivo vrijeme čekanja, mini kružno pokazalo se kao solidno rješenje s prometnim opterećenjima od 15 000 – 17 000 voz/dan
- Površina zemljišta i cijena izvedbe su na razini najjeftinijih rješenja s pozitivnim omjerom uložene ulaganja i producirane učinkovitosti

- Neka Engleska istraživanja navode kako su mini kružna raskrižja s tri privoza sigurnija od onih s 4 privoza, te je utvrđena stopa od 10 nesreća na milijun vozila što je dvostruko manje od utvrđene stope na četverokrakim raskrižjima koja je dvostruko veća.

Na sljedećoj slici prikazano je idejno prometno rješenje izrađeno u programskom alatu AutoCad 2022.



*Slika 40. Idejno prometno rješenje raskrižja ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa*

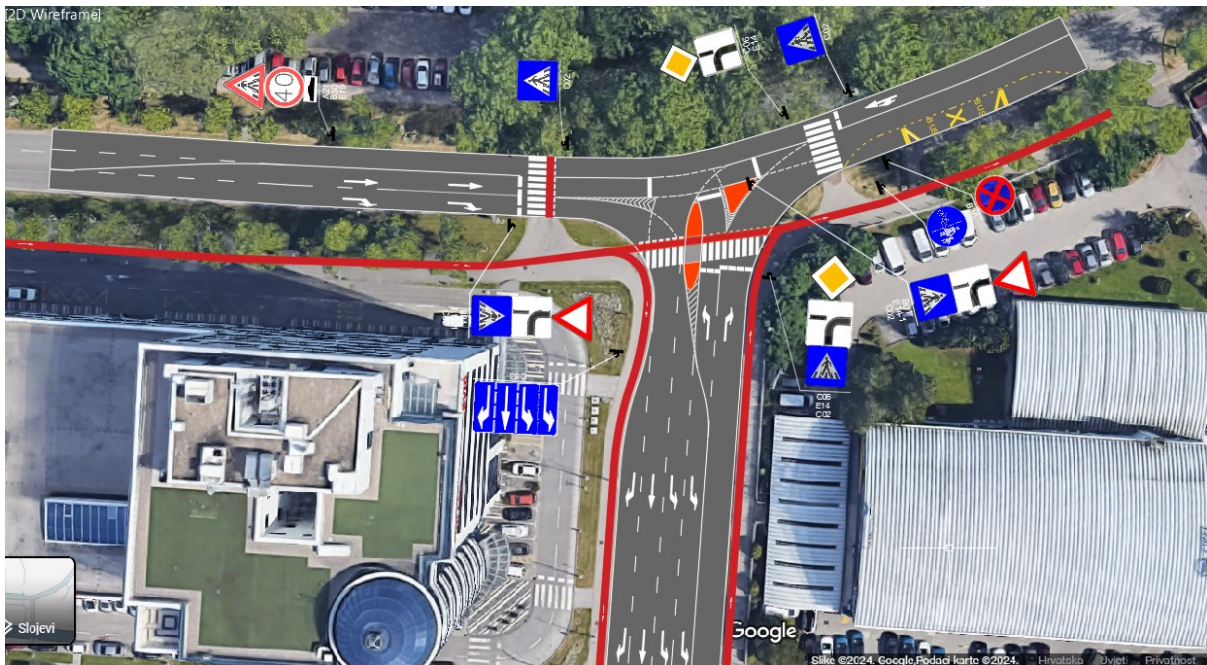
Vanjski promjer mini kružnog raskrižja iznosi 20 metara, a promjer kružnog otoka iznosi 6 metara. Prijelazni prsten je izdignut 4 centimetra od površine kolnika, dok je sredina otoka izdignuta s postepenim upuštanjem prema vanjskom rubu te izvedenim nagibom prema vanjskoj strani kolnika od oko 5%. Izdignuće kružnog otoka izvedeno je radi sprječavanja direktnog prolaska vozila kroz raskrižje [15].

Pješački prijelazi su širine 4 metra, izmaknuti 5 metara od vanjskog ruba kružnog kolnika, koji je širine 6 metara. Ulazni polumjeri rubova kolnika su 14 metara, a izlazni 16 metara. Svi prometni trakovi na privozima su širine 3 metra s proširenjem na ulazima i izlazima radi neometanog prometa u slučaju kvara vozila ili neke druge zapreke.

#### 4.2. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU

Specifičnost prometne situacije u ovom slučaju navodi na šire razmatranje prometne situacije. Naime, blizina semaforiziranog raskrižja s glavnom gradskom avenijom bitno je

utjecala na odabir rješenja. Izazov u navedenom primjeru bilo je prvenstveno povećati sigurnost i otkloniti nejasnoće koje su prisutne u postojećem stanju. Na relativno malom području sa mnogobrojnim konfliktnim točkama potrebno je uskladiti zahtjeve za propusnom moći svih privoza, a da se time ne ugrozi već narušena postojeća sigurnost. Na sljedećoj slici nalazi se prikaz idejnog rješenja.



*Slika 41. Idejno prometno rješenja raskrižja ulice Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku avenuju*

Cilj ovakve izvedbe je prvenstveno zaštita pješaka na južnom privozu i zaštita vozila sa zapadnog privoza koja idu ravno, a nerijetko ostaju zatečeni unutar samog raskrižja. Nedostatak horizontalnih markacija u postojećem stanju doprinose zbunjenosti vozača koji u slučajevima vožnje ravno sa zapadnog privoza. Vozila moraju propuštati dominante tokove, dok pritom nemaju obilježenu zaustavnu crte te najčešće prolaze raskrižje s dozom nesigurnosti i neodlučnosti zbog velike duljine pražnjenja.

Navedenim idejnim rješenjem otklanja se problem nesigurnog prelaska pješaka izvođenjem prometnog otoka koji istovremeno omogućava kanaliziranje i bolje vođenje toka lijevih skretača s južnog privoza. Isto tako, prometni otok osigurava vozilima da uđu dublje u raskrižje, a da budu zaštićeni od prometnih tokova iz svih smjerova. Na taj način omogućava se veći kapacitet trake za lijevo skretanje s južnog privoza prostorom za čekanje, odnosno propuštanje glavnog smjera desnih skretača sa istoka. Prostorom za čekanje omogućava se barem jednom vozilu da uđe dublje u raskrižje i da pritom bude fizički zaštićeno od naleta vozila. Na ovaj način smanjilo bi se i zadržavanje vozila u repu čekanja na samom pješačkom prijelazu što je, prema sadašnjem stanju, sigurnosni problem za pješake.

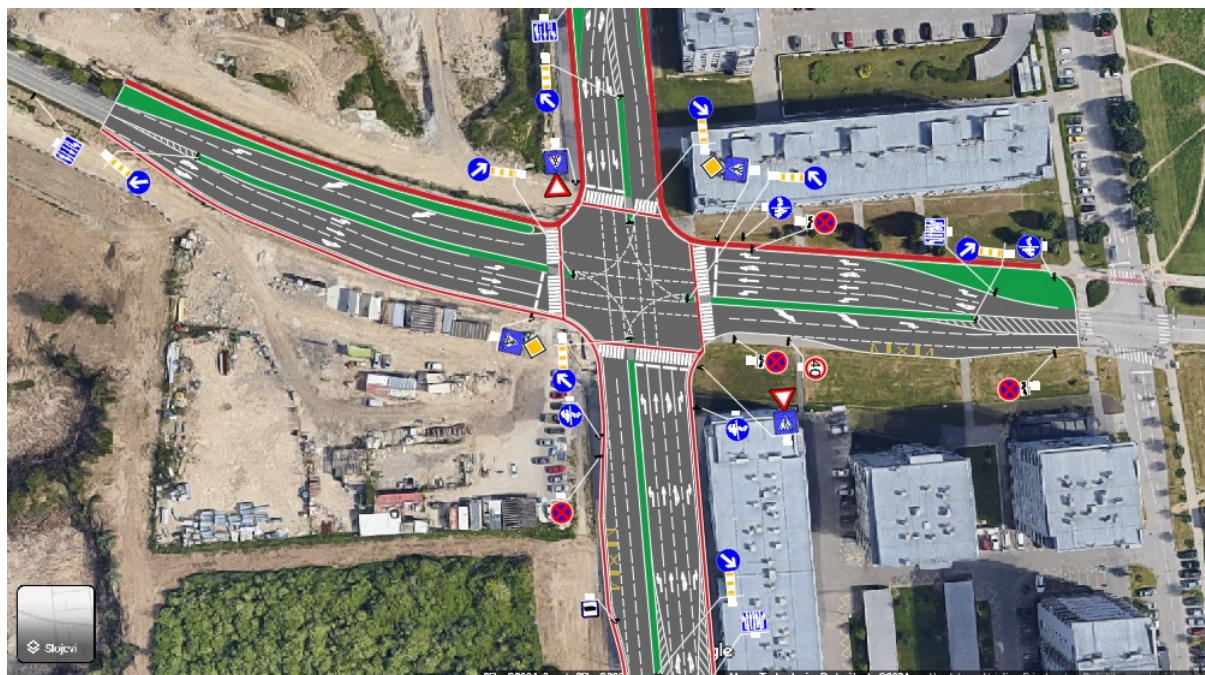
Prednosti se očituju i za vozila koja prolaze ravno jer im se poljem za usmjeravanje također dozvoljava da uđu dublje u raskrižje, a da pritom ne ometaju druge tokove. Izvedbom drugog trokutastog otoka omogućava im se sigurnosno zaustavljanje u raskrižju u slučaju da ne uspiju proći bez nailaska vozila s prednosti prolaska.

Otok u obliku kaplje s poljem za usmjeravanje je duljine nešto više od 13 metara, a gornji rub trokutastog otoka je duljine nešto više od 5 metara s prostorom za zaustavljanje vozila. U idejnom rješenju iscrtane su crte vodilje u samom raskrižju kako bi se otklonio problem nejasnoće. Zbog proвозnosti duljih vozila otoke je moguće izdignuti do maksimalno desetak centimetara iznad kolnika s postepenim upuštanjem rubova. Sve dimenzije prometnih trakova su jednake kao i u postojećem stanju te je rekonstrukcija unutar postojećih gabarita cestovne površine.

#### 4.3. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ

Semaforizirano raskrižje ulice Antuna Šoljana – Vilima Korajca – Marije Radić predstavlja kombinaciju problema propusne moći i sigurnosti. Nalazi se na samoj granici stambenog i gospodarskog područja te ima svojevrsnu ulogu čvorišta sa razdiobom putovanja sa prometnica većeg značaja na one manjeg značaja, i obrnuto. U vršnim satima uočeni su veći repovi čekanja na južnom i istočnom privozu, ali i na zapadnom privozu u slučaju lijevih skretača.

Prijedlog poboljšanja uključuje dodavanje dodatnih trakova na svakom privozu te razdjelnih pojasa radi kompenzacije povećavanja duljine prijelaza pješaka te fluidnijeg vođenja prometnih tokova. Prikaz idejnog rješenja je na slici u nastavku.



*Slika 42. Idejno prometno rješenje raskrižja ulice Antuna Šoljana - Vilima Korajca - Marije Radić*

Počevši od zapadnog privoza, prilazni trak prije proširenja je širine 3,5 m. Projektiran je poseban trak za lijeve skretače širine 3,25 m, trak za ravno širine 3,25 m te kombinirani trak za ravno i desno širine 3,5 m. U suprotnom smjeru se dodaje jedan prometni trak koji služi pretežno za lakše pražnjenje vozila sa semafora te bolji protok kroz raskrižje. Ima

funkciju traka za usporavanje te se nakon 120 m sužava na postojeći profil kolnika s jednim prometnim trakom u smjeru vožnje širine 3,5 m.

Na južnom privozu dodan je jedan prometni trak u smjeru vožnje te se kolnik s 2 prometna traka proširuje na 4 prometna traka. Odvajanje posebnih trakova za lijevo i desno izvedeno je poljima za usmjeravanje. Kolnički trak na privozu sastoji se od traka za lijevo skretanje širine 3 m, a posebni trakovi za ravno, ravno i desno te desno skretanje su širine 3,25 m. U suprotnom smjeru dodan je prometni trak te su oba širine 3,25 m. Autobusna stanica izvedena je u smjeru vožnje kao i u postojećem stanju.

Istočni privoz dobiva dodatan trak za ravno i desno te su sva 4 traka širine 3,25 m. U suprotnom smjeru dodan je trak za usporenje kao i na suprotnom privozu duljine sužavanja 80 m. Oba traka u suprotnom smjeru su širine 3,5 m. Autobusna stanica ostaje kao i u postojećem stanju. Na sjevernom privozu poseban trak za desne skretače se prenamijenjuje u kombinirani trak za ravno i desno, a u suprotnom smjeru dobiva dodatan trak. Širina svih trakova na sjevernom privozu iznosi 3,25 m.

Na svim privozima širina razdjelnog pojasa je 2 m preko kojeg je pješački prijelaz s označenom biciklističkom stazom. Prilazi raskrižju i odvajanje trakova kanalizirani su poljima za usmjeravanje prometa.

## 5. SIMULACIJA I EVALUACIJA PREDLOŽENIH RJEŠENJA

Izradom modela koji vjerno prikazuje postojeće stanje prometnog sustava možemo provesti kvalitetnu simulaciju kojom ćemo dobiti kvalitetne izlazne podatke o raznim parametrima prometnog sustava. Izlazni podatci simulacije o prometnom toku su izrazito bitni kako bi potencijalna idejna rješenja mogli vrednovati na temelju kriterija od interesa. Sama implementacija u realnom sustavu nije moguća bez prethodne provjere funkcionalnosti takvog rješenja. Za potrebe simulacije odvijanja prometa na analiziranim raskrižjima korišten je programski alat PTV Vissim. Navedeni alat služi za mikrosimulaciju kretanja vozila i pješaka po prometnoj mreži te bilježi sve podatke o vremenskim i prostornim komponentama njihovog međudjelovanja u prometnom sustavu.

Na temelju svih prikupljenih podataka iz provedenih analiza, izrađuje se model sustava kojeg kreiramo na način da se na kartografskoj podlozi izrađuje prometna mreža, unose prometna opterećenja, distribucije, struktura prometa te definira konfiguracija i koncept provedbe simulacije softverskim alatom. Najveća prednost primjene simulacija je bezopasno utvrđivanje svih okolnosti primjene novih idejnih rješenja i njihovo ponašanje u stvarnom sustavu.

Za potrebe analize raskrižja provedene su simulacije postojećeg stanja i stanja idejnog rješenja koristeći sve prikupljene podatke o prometnim opterećenjima, signalnim planovima, prognozama budućeg prometa i ostalih relevantnih podataka. Simulacije su provedene u 5 iteracija kako bi se dobile što preciznije prosječne vrijednosti analiziranih parametara, a u ovom slučaju to su prosječna duljina repa čekanja, maksimalna duljina repa čekanja, razina usluge i prosječno vrijeme kašnjenja po vozilu. Tablično je prikazana razina usluge prema prosječnim vremenima kašnjenja vozila prema HCM-u.

*Tablica 36. Razina usluge prema HCM-u [15]*

<b>Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozilo)</b>	<b>Razina usluge</b>
0-10	A
>10-20	B
>20-35	C
>35-55	D
>55-80	E
>80	F

Kako bi provjerili u kojoj mjeri model opisuje stvarno stanje, moramo provesti vrednovanje svih rezultata evaluacije za svaki smjer kretanja prema GEH metodi.

GEH statistika je izraz korišten u prometnom inženjerstvu, a služi za usporedbu rezultata dobivenih simulacijom i stvarnih podataka, odnosno koliko je vjerodostojan model u odnosu na stvarni sustav. Temeljni razlog primjene je svođenje stohastičnosti prometnih podataka u stvarnosti na mjerodavan izraz primjenjiv u praksi. GEH formula dobila je ime po

Geoffreyu E. Haversu, koji ju je osmislio 1970-ih dok je radio kao planer prometa u Londonu. Njegova formula slična je hi-kvadrat testu no zapravo se radi o empirijskoj formuli koja se pokazala korisnom za razne analize iz područja prometa. Model se smatra prihvatljivim ukoliko je dobivena vrijednost izračuna GEH statistike manja od 5 [16].

Formula za izračun GEH statistike prikazana je u nastavku:

$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (X - Y)^2}{X + Y}} [16]$$

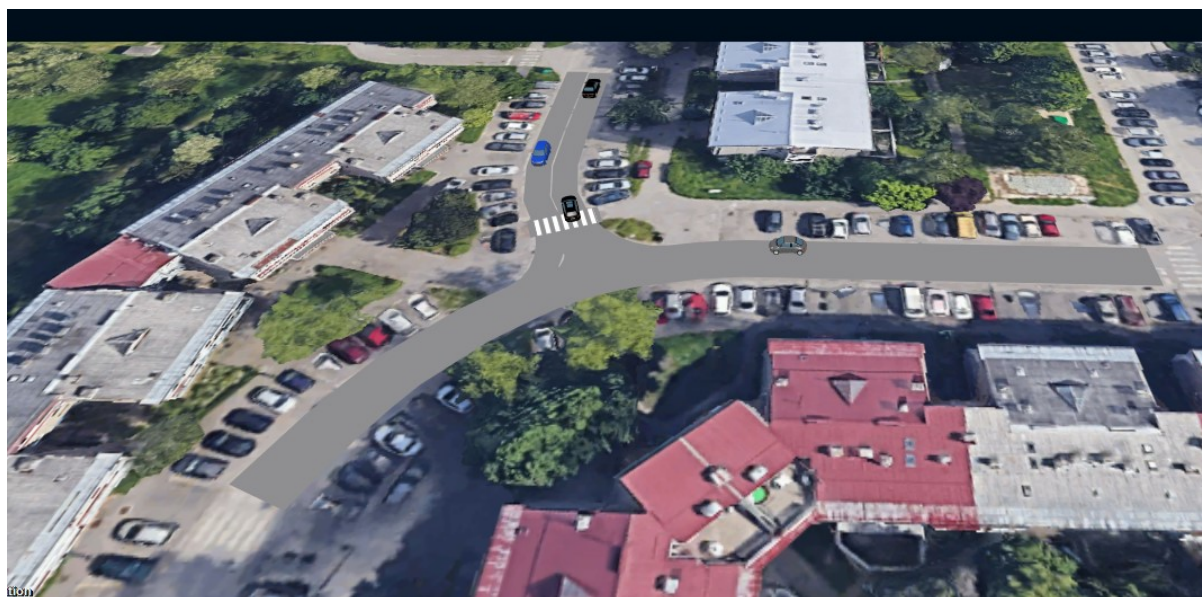
Gdje oznake predstavljaju sljedeće [16]:

X – prometno opterećenje dobiveno simulacijom [voz/h]

Y – stvarno prometno opterećenje [voz/h]

### 5.1. EVALUACIJA POSTOJEĆEG STANJA I IDEJNOG RJEŠENJA RASKRIŽJA MILANA REŠETARA I DRAGE GERVAISA

Izrađen je model trokrakog nesemaforiziranog raskrižja u naselju Špansko s ciljem prikaza odvijanja prometa na navedenoj lokaciji. Model postojećeg stanja izrađen je na digitalnoj ortofoto podlozi i prikazan na slici u nastavku.



*Slika 43. Prikaz postojećeg modela raskrižja MR - DG*

Kako je ranije najavljeno, provedena je GEH statistika vrednovanja prihvatljivosti rezultata modela, s prikazom za postojeće stanje u tablici u nastavku.

*Tablica 37. GEH statistika prihvatljivost postojećeg modela - MR - DG*

<b>Tok</b>	<b>Stvarno opterećenje [voz/h]</b>	<b>Opterećenje u simulaciji [voz/h]</b>	<b>GEH</b>
<b>12</b>	69	66	0.365148
<b>13</b>	249	254	0.315283
<b>21</b>	61	70	1.112044
<b>23</b>	54	49	0.696733
<b>31</b>	318	309	0.508304
<b>32</b>	53	54	0.136717

Rezultati su polučili prihvatljiv ishod, kao što je vidljivo u tablici. Sve dobivene vrijednosti su u granicama ograničenja te model na temelju ovog kriterija možemo smatrati validnim.

*Tablica 38. Evaluacija postojećeg stanja raskrižja MR - DG*

<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
<b>12</b>	0.082814	16.089132	66	A	0.998045
<b>13</b>	0.194581	21.257829	254	A	1.167095
<b>21</b>	0.001366	1.059407	70	A	1.486005
<b>23</b>	0.047637	12.875966	49	A	0.960145
<b>31</b>	0.174583	24.610544	309	A	0.976576
<b>32</b>	0.197524	24.485903	54	A	2.984645

Na rezultatima evaluacije postojećeg stanja u tablici iznad vidljiva je maksimalna razina usluge na svim privozima, s najvećim maksimalnim repovima čekanja na privozu 3. Vremena kašnjenja su zanemarivo malog iznosa.

Nadalje, provedena je i GEH statistika za idejno rješenje s prikazom rezultata u tablici ispod

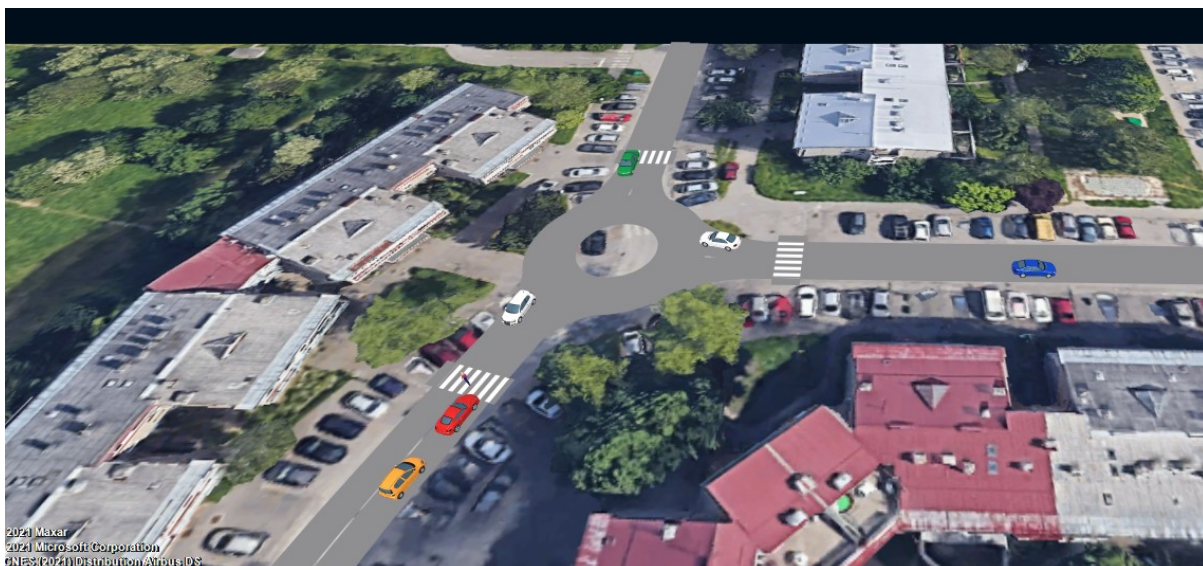


Tablica 39. GEH statistika prihvatljivosti idejnog rješenja raskrižja MR - DG

Tok	Stvarno opterećenje [voz/h]	Opterećenje u simulaciji [voz/h]	GEH
12	69	62	0.864922889
13	249	258	0.565266864
21	61	69	0.992277877
23	54	49	0.696733014
31	318	309	0.508304245
32	53	54	0.136717185

Na temelju rezultata ponovno se daje očitati pozitivan rezultat modela koji je ispravan i donekle uvjerljivo simulira stvarno stanje odvijanja prometa na mini kružnom raskrižju.

Idejni model mini kružnog raskrižja na kartografskoj podlozi prikazan je na slici u nastavku te su ispod njega tablično prikazani rezultati evaluacije.



Slika 44. Prikaz modela idejnog rješenja raskrižja MR - DG

*Tablica 40. Evaluacija rezultata idejnog rješenja raskrižja MR - DG*

<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
<b>12</b>	3.409072	41.133735	62	A	6.517641
<b>13</b>	3.409072	41.133735	258	A	7.265277
<b>21</b>	0.177828	20.290949	69	A	2.326765
<b>23</b>	0.177828	20.290949	49	A	2.266401
<b>31</b>	0.854513	40.589448	309	A	3.793162
<b>32</b>	0.854513	40.589448	54	A	3.88596

Uvođenjem nove regulacije s kružnim tokom evidentan je porast maksimalnog repa čekanja na svim privozima, ali se to nije uvelike odrazilo na vremena kašnjenja vozila. Idejnim rješenjem bio je cilj smiriti promet na navedenom raskrižju te poboljšati uvjete prepoznatljivosti prometne situacije i sigurnosti sudionika te repovi čekanja. Repovi čekanja u postojećem stanju nisu predstavljali potrebu za rekonstrukcijom, a vremena kašnjenja su u idejnom rješenju ostala u granicama prihvatljivosti.

Nakon prikaza rezultata evaluacije postojećeg i idejnog stanja, provedena je prognoza za 5, 10 i 15 godina nakon implementacije idejnog rješenja. Podatci su prikazani tablično u nastavku.

*Tablica 41. Prognoza za 5 godina - MR - DG*

<b>PROGNOZA ZA 5 GODINA</b>					
<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
<b>12</b>	4.381432	41.165706	66	A	7.640243
<b>13</b>	4.381432	41.165706	268	A	8.274093
<b>21</b>	0.206375	20.209674	72	A	2.613242
<b>23</b>	0.206375	20.209674	52	A	2.363765
<b>31</b>	1.095935	41.640499	327	A	4.013919
<b>32</b>	1.095935	41.640499	56	A	4.068121

Tablica 42. Prognoza za 10 godina - MR - DG

<b>PROGNOZA ZA 10 GODINA</b>					
<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
<b>12</b>	6.457191	41.830513	70	A	9.399108
<b>13</b>	6.457191	41.830513	283	B	10.250801
<b>21</b>	0.270917	22.047103	76	A	2.888946
<b>23</b>	0.270917	22.047103	56	A	2.463997
<b>31</b>	1.666065	42.474691	350	A	4.59714
<b>32</b>	1.666065	42.474691	60	A	4.544651

Tablica 43. Prognoza za 15 godina - MR - DG

<b>PROGNOZA ZA 15 GODINA</b>					
<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
<b>12</b>	10.000874	42.480707	75	B	11.920093
<b>13</b>	10.000874	42.480707	302	B	13.105928
<b>21</b>	0.36238	23.617557	82	A	3.168693
<b>23</b>	0.36238	23.617557	62	A	2.751659
<b>31</b>	2.74147	43.208044	377	A	5.46829
<b>32</b>	2.74147	43.208044	64	A	5.471892

Nakon svih analiziranih perioda stanje na raskrižju je ostalo maksimalne razine usluge, osim za prognozu nakon 15 godina, gdje je vidljivo nešto veće vrijeme kašnjenja na privozu 1. Maksimalni repovi čekanja su ostali približno kakvi su i bili početne godine. Dobiveni rezultati se nisu drastično mijenjali te stoga nisu grafički komparirani.

## 5.2. EVALUACIJA POSTOJEĆEG STANJA I IDEJNOG RJEŠENJA RASKRIŽJA ULICE GUSTAVA KRKLECA I PRIKLJUČKA NA ZAGREBAČKU AVENIJU

Raskrižje ulice Gustava Krkleca u neposrednoj blizini spoja sa avenijom modelirano je na način da se i konfliktni tokovi lijevih skretača, odnosno uključivača na aveniju privoza broj 2, uzmu u obzir prilikom simulacije. Raskrižje sa avenijom je semaforizirano te je bilo nužno izmjeriti signalni plan semafora i trajanje pojedinih vremena u vremenu brojanja prometa.

Prikaz postojećeg modela je na slici ispod.



*Slika 45. Prikaz postojećeg modela raskrižja GK - ZA*

U slučaju evaluacije odvijanja prometa na raskrižju Gustava Krkleca ponovno je provedena GEH statistika radi provjere validnosti modela. Podatci su prikazani tablično u nastavku.

*Tablica 44. GEH statistika prihvatljivosti postojećeg modela raskrižja GK - ZA*

<b>Tok</b>	<b>Stvarno opterećenje [voz/h]</b>	<b>Opterećenje u simulaciji [voz/h]</b>	<b>GEH</b>
<b>12</b>	320	295	1.425664871
<b>13</b>	91	111	1.99007438
<b>21</b>	276	293	1.007877583
<b>23</b>	562	602	1.658053345
<b>31</b>	75	84	1.009389877
<b>32</b>	552	591	1.631385093

Zaključno s provedenom statistikom, nisu uočeni nedostaci modela. U nastavku su tablično prikazani dobiveni podatci postojećeg stanja.

Tablica 45. Evaluacija podataka postojećeg stanja raskrižja GK - ZA

Tok	Qlen [m]	QLenMax [m]	Vehs [EJA]	LOS	VehDelay [s]
12	1.437603	35.326309	295	A	2.508916
13	1.581562	35.300116	111	B	10.907481
21	0.798782	63.211483	293	A	3.231205
23	1.715868	67.006759	602	A	5.2231
31	0.538172	5.039007	84	A	2.071989
32	1.231215	9.153281	591	A	2.95427

Sve privoze odlikuje maksimalna razina usluge osim toka vozila koja idu ravno na privozu 1 koji imaju nešto veće vrijeme kašnjenja od ostalih tokova te razinu usluge B. Najveći maksimalni repovi čekanja zabilježeni su kod lijevih skretača sa privoza 2 te desnih skretača koji su najdominantniji prometni tok, a bivaju usporavani od strane lijevih skretača sa privoza 2 koji uspijevaju potpuno napuniti odvojeni trak za lijevo skretanje. Značajnija vremena kašnjenja nisu zabilježena.

Idejni model izvedbe 2 prometna otoka s prikazom odvijanja prometa u datim okolnostima je na slici u nastavku, a ispod je tablični prikaz rezultata GEH statistike navedenog idejnog rješenja.



Slika 46. Model idejnog rješenja raskrižja GK - ZA

*Tablica 46. GEH statistika prihvatljivosti idejnog rješenja raskrižja GK - ZA*

<b>Tok</b>	<b>Stvarno opterećenje [voz/h]</b>	<b>Opterećenje u simulaciji [voz/h]</b>	<b>GEH</b>
<b>12</b>	320	304	0.905821627
<b>13</b>	91	111	1.99007438
<b>21</b>	276	294	1.06622798
<b>23</b>	562	602	1.658053345
<b>31</b>	75	90	1.651445648
<b>32</b>	552	593	1.713547356

Idejno rješenje prema kriterijima GEH statistike spada u prihvatljivo, jer su sve vrijednosti manje od 5.

U nastavku su tablično prikazani rezultati evaluacije idejnog rješenja uvođenja prometnih otoka

*Tablica 47. Evaluacija rezultata idejnog rješenja raskrižja GK - ZA*

<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
<b>12</b>	1.073884	28.941032	304	A	4.790289
<b>13</b>	1.159206	28.940015	115	A	9.524154
<b>21</b>	1.169382	58.057088	294	A	3.181271
<b>23</b>	2.01923	74.071738	602	A	4.170065
<b>31</b>	0.718928	6.681024	90	A	2.686528
<b>32</b>	1.456075	9.02957	618	A	3.590788

Idejnim rješenjem nisu narušene razine usluge na raskrižju te su vremena kašnjenja i maksimalni repovi čekanja u sličnim omjerima kao i u postojećem rješenju, ali se bitno poboljšala sigurnost odvijanja prometa, što je i bio glavni cilj rekonstrukcije.

Provedena prognoza za 5, 10 i 15 godina prikazana je tablično u nastavku.

*Tablica 48. Prognoza za 5 godina - GK - ZA*

<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
<b>12</b>	2.04677	53.628963	271	A	3.485798
<b>13</b>	2.328355	53.627947	127	C	16.130648
<b>21</b>	2.74359	82.221426	338	A	4.644879
<b>23</b>	5.773141	101.254203	704	A	5.605606
<b>31</b>	1.021837	11.202971	103	A	2.274974
<b>32</b>	1.700923	12.429381	662	A	4.864452

Tablica 49. Prognoza za 10 godina - GK - ZA

Tok	Qlen [m]	QLenMax [m]	Vehs [EJA]	LOS	VehDelay [s]
12	20.137163	100.207339	320	C	22.850801
13	20.442754	100.206323	145	E	44.397406
21	8.977409	104.250392	397	A	6.337558
23	12.310629	109.001895	819	A	7.288314
31	4.751053	27.071544	115	A	3.981288
32	4.780884	26.999694	703	A	7.544083

Tablica 50. Prognoza za 15 godina - GK - ZA

Tok	Qlen [m]	QLenMax [m]	Vehs [EJA]	LOS	VehDelay [s]
12	100.86686	118.225277	177	F	141.20773
13	100.87772	118.224261	132	F	203.36717
21	24.514104	126.496761	450	B	10.278697
23	35.357521	125.103152	947	B	10.870019
31	8.72515	52.959142	145	B	9.00648
32	8.785464	52.887292	742	B	14.824726

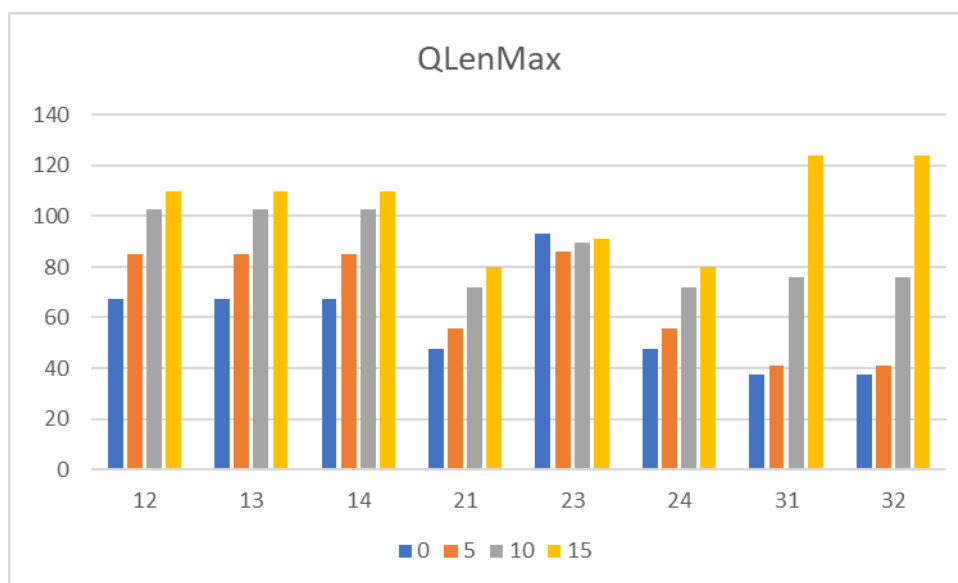
Sabiranjem svih prikupljenih podataka o evaluaciji postojećeg, idejnog te stanja nakon 5, 10 i 15 godina izrađena je tablica s ciljem komparacije dobivenih rezultata prikazana u nastavku.

Tablica 51. Tablični prikaz komparacije rezultata raskrižja GK - ZA

Tok	Postojeće		Idejno		za 5 godina		za 10 godina		za 15 godina	
	LOS	QLenMax	LOS	QLenMax	LOS	QLenMax	LOS	QLenMax	LOS	QLenMax
12	A	35.326309	A	28.941032	A	53.628963	C	100.2073	F	118.22528
13	B	35.300116	A	28.940015	C	53.627947	E	100.2063	F	118.22426
21	A	63.211483	A	58.057088	A	82.221426	A	104.2504	B	126.49676
23	A	67.006759	A	74.071738	A	101.2542	A	109.0019	B	125.10315
31	A	5.039007	A	6.681024	A	11.202971	A	27.07154	B	52.959142
32	A	9.153281	A	9.02957	A	12.429381	A	26.99969	B	52.887292

Vidljiv je postepen pad razine usluge tijekom godina, a najviše dolazi do izražaja nakon razdoblja prognoze za 15 godina. Privoz 1 će nakon 15 godina biti opterećen daleko izvan svojih kapaciteta te će maskimalni repovi čekanja biti preko 100 m. S osobnog stajališta, u smislu dugoročnog planiranja, raskrižje bi moglo biti podvrgnuto i većim

rekonstrukcijama u vidu denivelacije ili proširivanja postojećih gabarita. Grafikon poblje prikazuje promjenu maksimalnog repa čekanja kroz promatrani vremenski period.



*Grafikon 1. Komparacija rezultata evaluacije raskrižja GK - ZA*

### 5.3. EVALUACIJA POSTOJEĆEG STANJA I IDEJNOG RJEŠENJA RASKRIŽJA ULICE ANTUNA ŠOLJANA – VILIMA KORAJCA – MARIJE RADIĆ

Postojeće stanje modela raskrižja ulice Antuna Šoljana obuhvaća navedeno raskrižje i susjedno koje je pozicionirano istočno od navedenog raskrižja te se moralo obuhvatiti u sklopu analize zajedno sa prometnim opterećenjima koja ulaze i izlaze na privoz 3 analiziranog raskrižja.

Prikaz modela u prostornom obuhvatu ulice Antuna Šoljana izložen je u nastavku.



*Slika 47. Prikaz postojećeg modela raskrižja AŠ - VK\_MR*



Ponovno je provedena GEH statistika, kao neizostavan dio predviđene analize modela, s prikazom podataka u tablici ispod.

*Tablica 52. Geh statistika postojećeg modela raskrižja AŠ - VK - MR*

<b>Tok</b>	<b>Stvarno opterećenje [voz/h]</b>	<b>Opterećenje u simulaciji [voz/h]</b>	<b>GEH</b>
<b>12</b>	104	90	1.421484631
<b>13</b>	526	481	2.00545433
<b>14</b>	208	178	2.159447252
<b>21</b>	178	181	0.223918011
<b>23</b>	460	454	0.280668162
<b>24</b>	441	436	0.238772994
<b>31</b>	207	209	0.138675049
<b>32</b>	164	142	1.778594584
<b>34</b>	57	60	0.39223227
<b>41</b>	44	47	0.44474959
<b>42</b>	164	168	0.31046021
<b>43</b>	56	49	0.966091783

Model vjerodostojno prikazuje stvarno stanje odvijanja prometa na raskrižju, a prikaz evaluacije postojećeg stanja prikazan je tablicom u nastavku.

*Tablica 53. Evaluacija postojećeg stanja raskrižja AŠ - VK - MR*

<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
<b>12</b>	204.88189	244.333325	90	E	73.366696
<b>13</b>	204.88189	244.333325	481	E	71.815362
<b>14</b>	23.571719	121.74055	178	D	44.539355
<b>21</b>	7.421551	67.703806	181	C	29.174707
<b>23</b>	29.797902	141.328629	454	D	34.856051
<b>24</b>	7.333867	95.298227	436	B	13.171125
<b>31</b>	117.68193	299.470943	209	E	57.242459
<b>32</b>	63.95021	208.393923	142	F	117.83033
<b>34</b>	2.030089	44.88356	60	D	40.837175
<b>41</b>	1.013141	17.202395	47	B	17.10045
<b>42</b>	1.630517	42.089249	168	A	10.499953
<b>43</b>	1.945546	26.880309	49	C	28.03182

U evaluaciji postojećeg stanja uviđeni su mnogi nedostaci trenutnog odvijanja prometa. Počevši od privoza 1, potrebno je naglasiti velike maksimalne repove čekanja

lijevih skretača i vozila koja idu ravno. Repovi se u najgorem slučaju protežu preko 240 metara. Razina usluge na privozu 1 je na granici maksimalnog kapaciteta s razinom usluge E i vremenima kašnjenja od preko 70 sekundi. Desni skretači zbog kombiniranog traka za ravno i lijevo moraju čekati u repu zajedno sa vozilima koja idu ravno te se kod njih pojavljuje razina usluge D.

Privoz 2 ima nešto bolju razinu usluge, s najgorom uslugom za tokove desnih skretača koja je vrijednosti D. Maksimalni repovi čekanja su preko 140 metara, iako postoji poseban trak za desne skretače. Privoz 3 također ima lošu razinu usluge gdje vozila za ravno, a pogotovo za lijevo, imaju velike repove čekanja. Razina usluge lijevih skretača je F, sa skoro dvije minute provedene u repu čekanja. Privoz 4 ima najmanje prometno opterećenje, pa tako i najbolju razinu usluge, gdje najviše za prolazak kroz raskrižje čekaju lijevi skretači sa otprilike pola minute čekanja i razinom usluge C.

Idejno rješenje modela također obuhvaća oba raskrižja u analizi te je prikazano u nastavku, zajedno sa tablicom provjere GEH statistike.



*Slika 48. Prikaz idejnog modela raskrižja AŠ - VK - MR*

*Tablica 54. GEH statistika idejnog rješenja raskrižja AŠ - VK - MR*

<b>Tok</b>	<b>Stvarno opterećenje [voz/h]</b>	<b>Opterećenje u simulaciji [voz/h]</b>	<b>GEH</b>
12	104	107	0.29207543
13	526	517	0.394108093
14	208	206	0.139009609
21	178	162	1.227143982
23	460	413	2.24960223
24	441	402	1.899615994
31	207	204	0.209274032
32	164	132	2.630383797
34	57	58	0.131876095
41	44	46	0.298142397
42	164	171	0.540867187
43	56	50	0.824163384

Provedba analize vjerodostojnosti podataka dala je zadovoljavajuće rezultate te se može nastaviti sa analizom dobivenih podataka evaluacije idejnog modela. Prikaz podataka je u tablici u nastavku.

*Tablica 55. Rezultati evaluacije idejnog rješenja raskrižja AŠ - VK - MR*

<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
12	17.188881	67.176753	107	C	26.464924
13	17.188881	67.176753	517	C	24.169253
14	17.188881	67.176753	206	B	16.91492
21	11.288745	47.743101	162	C	32.364716
23	11.764939	93.134771	413	B	19.499116
24	11.288745	47.743101	402	C	22.471043
31	6.442896	37.331412	204	B	14.787836
32	6.442896	37.331412	132	C	24.08498
34	6.442896	37.331412	58	B	16.657475
41	3.469712	30.477664	46	B	13.538582
42	3.469712	30.477664	171	B	18.826913
43	3.469712	30.477664	50	C	22.733605

Idejno rješenje produciralo je pozitivne učinke na smanjenje maksimalnih repova čekanja i razine usluge. Uvođenje dodatnih trakova pospješilo je protočnost vozila kroz raskrižje na svim privozima te je tok s najgorom razinom usluge C, što je za gradske uvjete vršnog sata zadovoljavajuć rezultat. Kako bi analiza bila kompletna, potrebno je provesti i

prognozu idejnog rješenja za uvjete porasta prometa nakon 5, 10 i 15 godina. Prikaz prognoza je u nastavku predložen tablično.

*Tablica 56. Prognoza za 5 godina - AŠ - VK - MR*

<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
12	23.948691	84.887601	109	C	31.989108
13	23.948691	84.887601	519	C	29.43462
14	23.948691	84.887601	203	C	21.989752
21	13.612553	55.822442	163	D	34.890805
23	22.041696	85.926618	417	C	27.86087
24	13.612553	55.822442	398	C	22.73902
31	8.691246	41.036449	204	B	14.510915
32	8.691246	41.036449	163	C	30.097181
34	8.691246	41.036449	56	B	16.252079
41	4.413999	34.111618	46	B	16.682587
42	4.413999	34.111618	78	C	20.521834
43	4.413999	34.111618	50	C	27.459893

*Tablica 57. Prognoza za 10 godina - AŠ - VK - MR*

<b>Tok</b>	<b>Qlen [m]</b>	<b>QLenMax [m]</b>	<b>Vehs [EJA]</b>	<b>LOS</b>	<b>VehDelay [s]</b>
12	47.556879	102.629596	123	D	53.8053
13	47.556879	102.629596	583	D	50.088321
14	47.556879	102.629596	232	D	46.839565
21	27.126357	71.988357	183	D	66.741757
23	41.135691	89.602138	444	D	47.782795
24	27.126357	71.988357	457	C	43.330813
31	23.424847	76.17459	249	B	17.5991
32	23.424847	76.17459	192	D	70.313468
34	23.424847	76.17459	69	B	17.050524
41	5.42359	36.927579	54	B	16.357753
42	5.42359	36.927579	90	C	21.710164
43	5.42359	36.927579	57	D	36.066346

Tablica 58. Prognoza za 15 godina - AŠ - VK - MR

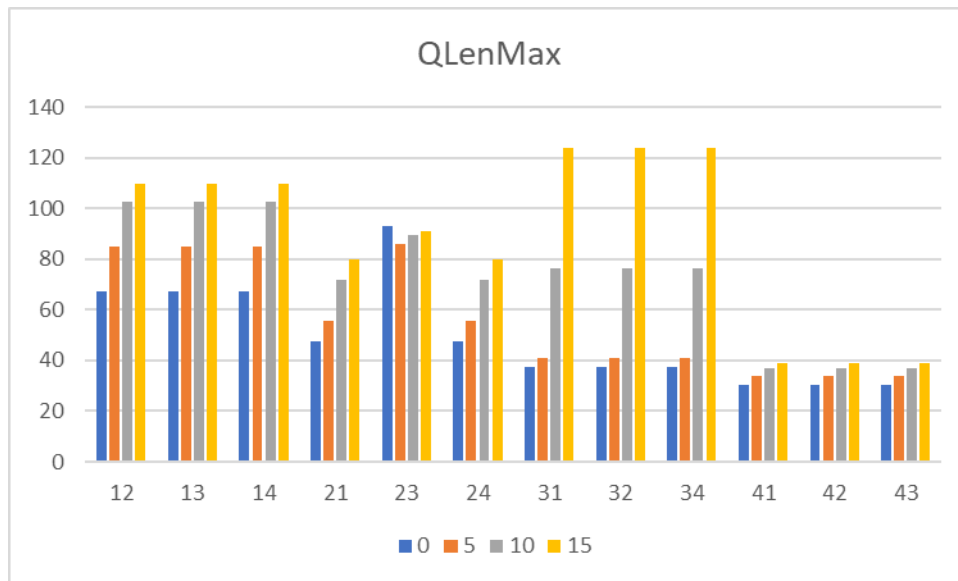
Tok	Qlen [m]	QLenMax [m]	Vehs [EJA]	LOS	VehDelay [s]
12	61.838533	109.86346	123	E	70.910427
13	61.838533	109.86346	586	E	67.714721
14	61.838533	109.86346	233	E	65.850464
21	45.439272	79.835612	178	F	113.83832
23	51.646439	91.183014	431	E	63.652423
24	45.439272	79.835612	450	F	85.773076
31	40.34479	124.02682	275	C	21.61748
32	40.34479	124.02682	207	F	105.31768
34	40.34479	124.02682	77	B	18.59396
41	6.11529	38.880533	60	B	16.314971
42	6.11529	38.880533	99	C	22.066039
43	6.11529	38.880533	64	D	38.76803

Rezultati prognoze su nakon 5 godina i dalje zadovoljavajući, dok se na privozu 1 i 2 osjeti pad razine usluge s uvjetnom prihvatljivošću. Maksimalni repovi čekanja dostižu i do preko 100 metara. Nakon 15 godina velika većina tokova ima nisku razinu usluge E ili F što predstavlja problem normalnom odvijanju prometa, a vremena kašnjenja dostižu skoro 2 minute.

Komparacija dobivenih podataka u tabličnom i grafičkom obliku predočena je u nastavku.

Tablica 59. Tablični prikaz komparacije rezultata simulacije raskrižja AŠ - VK - MR

Tok	Postojeće		Idejno		za 5 godina		za 10 godina		za 15 godina	
	LOS	QLenMax	LOS	QLenMax	LOS	QLenMax	LOS	QLenMax	LOS	QLenMax
12	E	244.333325	C	67.176753	C	84.887601	D	102.6296	E	109.86346
13	E	244.333325	C	67.176753	C	84.887601	D	102.6296	E	109.86346
14	D	121.74055	B	67.176753	C	84.887601	D	102.6296	E	109.86346
21	C	67.703806	C	47.743101	D	55.822442	D	71.988357	F	79.835612
23	E	141.328629	B	93.134771	C	85.926618	D	89.602138	E	91.183014
24	B	95.298227	C	47.743101	C	55.822442	C	71.988357	F	79.835612
31	E	299.470943	B	37.331412	B	41.036449	B	76.17459	C	124.02682
32	F	208.393923	C	37.331412	C	41.036449	D	76.17459	F	124.02682
34	D	44.88356	B	37.331412	B	41.036449	B	76.17459	B	124.02682
41	B	17.202395	B	30.477664	B	34.111618	B	36.927579	B	38.880533
42	A	42.089249	B	30.477664	C	34.111618	C	36.927579	C	38.880533
43	C	26.880309	C	30.477664	C	34.111618	D	36.927579	D	38.880533



**Grafikon 2.** Grafički prikaz komparacije rezultata simulacije raskrižja AŠ - VK - MR

## 6. ZAKLJUČAK

Globalnim širenjem utjecaja cestovnog prometa na svakodnevni život stanovnika urbanog područja pojavljuju se problemi koji predstavljaju izazov sadašnjim i budućim prometnim planerima. Rast gospodarstva, motorizacije i općenito gradskog stanovništva dolaze u centar pozornosti kad je u pitanju održivi razvoj mobilnosti u velikim gradovima poput Zagreba. U proteklim godinama došlo je do osjetnog povećanja broja automobila a tendencija rasta novoregistriranih motornih vozila je i dalje prisutna. U Zagrebu se većina prometa odvija osobnim automobilima što postojeće prometne kapacitete dovodi do zagušenja, čak i u vremenima izvan jutarnjih i popodnevnih vršnih sati. Velik problem je i nedostatak parkirališnih kapaciteta za promet u mirovanju te sve češće nepropisno parkiranje po javnim zelenim površinama i uz objekte javne namjene. Buduća rješenja bi trebala zadovoljavati kriterije za kvalitetan funkcionalan život u vremenima kada je cestovni promet najzastupljeniji oblik prijevoza u gradovima. Nastojanja u skladu potrebe za rasterećenjem postojećih kapaciteta treba usmjeriti ka modernizaciji i planskom razvitku infrastrukture javnog gradskog prijevoza.

Na raskrižjima pojedinih gradskih ulica se, zbog prostornih ograničenja, često naginje prema rješenjima koja za posljedicu imaju narušenu preglednost i sigurnost. Reprezentativan primjer je raskrižje ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa koje sumira navedene prometne probleme, uz dodatan sveprisutan problem manjka parkirališnih kapaciteta i kulture sudionika u prometu. Izvedbom mini kružnih raskrižja se u gradovima može dati relativno brzo, jeftino i lako izvedivo rješenje koje ne zahtjeva prevelike financijske izdatke i radove. Razina sigurnosti se izvedbom takvih rješenja, u odnosu na postojeće problematične slučajeve, može višestruko poboljšati.

Velik problem perifernih četvrti je manjak direktnih prometnih pravaca prema središtu grada te na taj način nekolicina postojećih biva preopterećena. Priključci na glavne gradske prometnice u gradskoj četvrti Stenjevec su intenzivno okupirane prometom. U primjeru spoja sa Zagrebačkom avenijom na jugu vidljiv je nedostatak izlaza na aveniju, koja je uz aleju grada Bologne i Ilicu na sjeveru, jedna od rijetkih prometnih pravaca orijentiranih u smjeru zapad-istok. Velik problem su i pravci sjever-jug jer nedostaje spojnih koridora upravo između tih glavnih prometnica koje su jedne od značajnijih u gradu Zagrebu. Uvjet primjene optimalnih rješenja za raskrižja u gusto naseljenim urbanim sredinama je pravilno planiranje iskorištavanja prostora uz poštivanje svih strukovnih i lokacijskih uvjeta prema uvjetima potražnje.

Prioritet u gradovima treba davati javnom gradskom prijevozu, a prometnom politikom i pristupačnim tarifama utjecati na izbor moda prijevoza. Korištenje javnog prijevoza potrebno je učiniti atraktivnim za korisnike ulaganjem u infrastrukturu, organizacijom postojećih te uvođenjem novih linija. Potrebno je ostvariti bolju povezanost naselja sa gradskim avenijama kao i gradnju uzdužnih i poprečnih pravaca prometnica. Postojeću gradsku obilaznicu moguće je rasteretiti izgradnjom novih spojeva sa glavnim gradskim prometnicama, koja će biti okosnica uspostavljanja ravnoteže između lokalnog i tranzitnog prometa.

Denivelacija najopterećenijih raskrižja gradskih prometnica, razvoj javnog gradskog prijevoza, željeznice te povećanje intermodalnosti između modova prijevoza može biti od presudnog značaja za rješavanje bitnih prometnih problematika u gradovima. Stalnim praćenjem i nadzorom stanja u prometu mogu se utvrditi nedostaci pojedinih lokacija koji su ključni za potencijalnu intervenciju u vidu promjene i projektiranja poboljšanja odvijanja

prometa. Neminovno je usklađivanje razvoja prometne infrastrukture s ekspanzijom stambenih i gospodarskih područja radi obostranog rasta i razvitka te kako bi implementirana rješenja donijela korist društvu u cjelini.



## POPIS LITERATURE

- [1] Grad Zagreb, Mjesna samouprava, 2024. Preuzeto s: <https://aktivnosti.zagreb.hr/stenjevec/160.>, [Pristupljeno: 21.2.2024.]
- [2] Zagrebačka infrastruktura prostornih podataka, Preuzeto s: <https://geoportal.zagreb.hr/>. [Pristupljeno 25.2.2024.]
- [3] Šoštarić M., Ščukanec, A., Jakovljević, M.: Prometno tehnološko projektiranje - autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
- [4] ZET - Zagrebački električni tramvaj, Preuzeto s: <https://www.zet.hr/>. [Pristupljeno 26.2.2024.]
- [5] Službene stranice grada Zagreba, Preuzeto s: <https://www.zagreb.hr/>. [Pristupljeno 19.2.2024.]
- [6] IPZP - Integrirani promet zagrebačkog područja, Master plan prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko - zagorske županije, veljača 2020., Preuzeto s: [https://www.zagrebacka-zupanija.hr/media/filer\\_public/13/a4/13a486f1-ef23-4542-9021-102d4af87591/master\\_plan\\_prometnog\\_sustava\\_grada\\_zagreba\\_zagrebacke\\_zupanije\\_i\\_krapinsko-zagorske\\_zupanije.pdf.](https://www.zagrebacka-zupanija.hr/media/filer_public/13/a4/13a486f1-ef23-4542-9021-102d4af87591/master_plan_prometnog_sustava_grada_zagreba_zagrebacke_zupanije_i_krapinsko-zagorske_zupanije.pdf.), [Pristupljeno 15.2.2024.]
- [7] Google Maps, Preuzeto s: <https://www.google.com/maps.>, [Pristupljeno 24.2.2024.]
- [8] I. Legac, : Cestovne prometnice I - javne ceste, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
- [9] Novačko L, Pilko, H.: Cestovne prometnice II, Upute za auditorne vježbe i seminarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti.
- [10] Gradski ured za mjesnu samoupravu, promet, civilnu zaštitu i sigurnost, grad Zagreb.
- [11] Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN (67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20, 85/22, 114/22, 133/23),” Preuzeto s: <https://www.zakon.hr/z/78/Zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama.>, [Pristupljeno 25.2.2024.]
- [12] Ministarstvo unutarnjih poslova, Policijska uprava zagrebačka  
]
- [13] Legac, I. i koautori: Gradske prometnice I, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2011..
- [14] Dadić, I. i suradnici: Teorija i organizacija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti , Zagreb, 2014..
- [15] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta - cestovne prometnice II, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2008.

[16] Wikipedia, “GEH statistics,” Preuzeto s: [https://en.wikipedia.org/wiki/GEH\\_statistics](https://en.wikipedia.org/wiki/GEH_statistics),  
[Pristupljeno: 22.2.2024.]

## POPIS KRATICA

Ha – hektar

JGP – javni gradski prijevoz

EJA – ekvivalentna jedinica automobila

GUP – Generalni urbanistički plan

PPGZ – Prostorni plan grada Zagreba

UPU – Urbanistički plan uređenja

PGDP – prosječni godišnji dnevni promet

HCM – Highway Capacity Manual

LOS – Level of service

## POPIS SLIKA

<b>Slika 1.</b> Makrolokacija gradske četvrti Stenjevec [2].....	4
<b>Slika 2.</b> Mikrolokacija raskrižja ulice Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniju [2] .....	5
<b>Slika 3.</b> Mikrolokacija raskrižja ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa [2].....	6
<b>Slika 4.</b> Mikrolokacija raskrižja ulice Antuna Šoljana - Vilima Korajca - Marije Radić [2] ....	7
<b>Slika 5.</b> Grafički prikaz volumena prometa raskrižja Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniju.....	12
<b>Slika 6.</b> Grafički prikaz volumena prometa - MR - DG.....	16
<b>Slika 7.</b> Grafički prikaz volumena prometa - AŠ - VK – MR .....	22
<b>Slika 8.</b> Trasa autobusnih linija javnog gradskog prijevoza terminala Jankomir .....	23
<b>Slika 9.</b> Numerička oznaka privoza raskrižja Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniju [7] .....	24
<b>Slika 10.</b> Privoz 1 - GK - ZA.....	25
<b>Slika 11.</b> Privoz 2 - GK - ZA .....	25
<b>Slika 12.</b> Privoz 3 - GK - ZA.....	26
<b>Slika 13.</b> Postojeće stanje raskrižja ulice Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniju .....	27
<b>Slika 14.</b> Numerički prikaz privoza raskrižja ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa [7] ....	27
<b>Slika 15.</b> Privoz 1 - MR - DG.....	28
<b>Slika 16.</b> Privoz 1 - izmaknut pješački prijelaz radi nedovoljne preglednosti - MR - DG.....	28
<b>Slika 17.</b> Privoz 2 - MR - DG.....	29
<b>Slika 18.</b> Privoz 3 - MR – DG .....	29
<b>Slika 19.</b> Postojeće stanje raskrižja ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa .....	30
<b>Slika 20.</b> Numerički prikaz privoza raskrižja ulice Antuna Šoljana - Vilima Korajca - Marije Radić [7].....	31
<b>Slika 21.</b> Privoz 1 - AŠ - VK - MR.....	32
<b>Slika 22.</b> Privoz 2 - AŠ - VK - MR.....	33
<b>Slika 23.</b> Privoz 3 - AŠ - VK - MR.....	33
<b>Slika 24.</b> Privoz 4 - AŠ - VK – MR.....	34
<b>Slika 25.</b> Postojeće stanje raskrižja ulice Antuna Šoljana - Vilima Korajca - Marije Radić ...	34
<b>Slika 26.</b> Semaforizirano raskrižje priključka na Zagrebačku aveniju.....	36
<b>Slika 27.</b> Grafički prikaz konfliktnog toka lijevim skretačima na aveniju [7] .....	37
<b>Slika 28.</b> Položaj signala AŠ - VK – MR [9].....	38
<b>Slika 29.</b> Signalni program AŠ - VK – MR [9] .....	39
<b>Slika 30.</b> Prikaz okolne organizacije prometa u zoni raskrižja AŠ - VK – MR [7].....	40
<b>Slika 31.</b> Nailazak na analizirano raskrižje AŠ - VK - MR iz smjera istoka.....	40
<b>Slika 32.</b> Signalni program raskrižja AŠ – MR [10] .....	41
<b>Slika 33.</b> Položaj signala raskrižja ulice Antuna Šoljana i Marije Radić .....	41
<b>Slika 34.</b> Prikaz namjene površina prema važećem GUP-u [2] .....	47
<b>Slika 35.</b> Prikaz analiziranih raskrižja u sklopu prostornog plana namjene prema GUP-u [2] .....	47
<b>Slika 36.</b> Prikaz prometne infrastrukture prema GUP-u [2].....	48
<b>Slika 37.</b> Površine za razvoj i uređenje prema prostornom planu grada Zagreba [2] .....	49
<b>Slika 38.</b> Urbanistički planovi uređenja na području gradske četvrti Stenjevec [2] .....	50

<b>Slika 39.</b> Područje obuhvata Master plana grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko - zagorske županije.....	51
<b>Slika 40.</b> Idejno prometno rješenje raskrižja ulice Milana Rešetara i Drage Gervaisa .....	58
<b>Slika 41.</b> Idejno prometno rješenja raskrižja ulice Gustava Krkleca i priključka na Zagrebačku aveniju.....	59
<b>Slika 42.</b> Idejno prometno rješenje raskrižja ulice Antuna Šoljana - Vilima Korajca - Marije Radić .....	60
<b>Slika 43.</b> Prikaz postojećeg modela raskrižja MR - DG.....	63
<b>Slika 44.</b> Prikaz modela idejnog rješenja raskrižja MR - DG .....	65
<b>Slika 45.</b> Prikaz postojećeg modela raskrižja GK - ZA.....	68
<b>Slika 46.</b> Model idejnog rješenja raskrižja GK - ZA.....	69
<b>Slika 47.</b> Prikaz postojećeg modela raskrižja AŠ - VK _MR.....	72
<b>Slika 48.</b> Prikaz idejnog modela raskrižja AŠ - VK - MR.....	74

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1.</b> Pretvorba pojedinih vrsta vozila u ekvivalentne jedinice automobila.....	9
<b>Tablica 2.</b> Brojanje prometa - smjer 12 GK - ZA .....	9
<b>Tablica 3.</b> Brojanje prometa - smjer 13 GK - ZA .....	10
<b>Tablica 4.</b> Brojanje prometa - smjer 21 – GK - ZA .....	10
<b>Tablica 5.</b> Brojanje prometa - smjer 23 – GK - ZA .....	10
<b>Tablica 6.</b> Brojanje prometa - smjer 31 – GK - ZA .....	11
<b>Tablica 7.</b> Brojanje prometa - smjer 32 – GK - ZA .....	11
<b>Tablica 8.</b> Brojanje pješaka - privoz 1 - GK - ZA.....	13
<b>Tablica 9.</b> Brojanje pješaka - privoz 2 - GK - ZA.....	13
<b>Tablica 10.</b> Brojanje pješaka - privoz 3 - GK - ZA.....	13
<b>Tablica 11.</b> Brojanje prometa - smjer 12 - MR - DG .....	14
<b>Tablica 12.</b> Brojanje prometa - smjer 13 - MR - DG .....	14
<b>Tablica 13.</b> Brojanje prometa - smjer 21 - MR - DG .....	14
<b>Tablica 14.</b> Brojanje prometa - smjer 23 - MR - DG .....	15
<b>Tablica 15.</b> Brojanje prometa - smjer 31 - MR - DG .....	15
<b>Tablica 16.</b> Brojanje prometa - smjer 32 - MR - DG .....	15
<b>Tablica 17.</b> Brojanje pješaka - privoz 3 - MR - DG.....	17
<b>Tablica 18.</b> Brojanje prometa - smjer 12 - AŠ - VK - MR.....	17
<b>Tablica 19.</b> Brojanje prometa - smjer 13 - AŠ - VK - MR.....	18
<b>Tablica 20.</b> Brojanje prometa - smjer 14 - AŠ -VK - MR.....	18
<b>Tablica 21.</b> Brojanje prometa - smjer 21 - AŠ - VK - MR.....	18
<b>Tablica 22.</b> Brojanje prometa - smjer 23 - AŠ - VK - MR.....	19
<b>Tablica 23.</b> Brojanje prometa - smjer 24 - AŠ - VK - MR.....	19
<b>Tablica 24.</b> Brojanje prometa - smjer 31 - AŠ - VK - MR.....	19
<b>Tablica 25.</b> Brojanje prometa - smjer 32 - AŠ - VK - MR.....	20
<b>Tablica 26.</b> Brojanje prometa - smjer 34 - AŠ - VK - MR.....	20
<b>Tablica 27.</b> Brojanje prometa - smjer 41 - AŠ - VK - MR.....	20
<b>Tablica 28.</b> Brojanje prometa - smjer 42 - AŠ - VK - MR.....	21
<b>Tablica 29.</b> Brojanje prometa - smjer 43 - AŠ - VK - MR.....	21
<b>Tablica 30.</b> Podatci o prometnim nesrećama - MR – DG [12].....	44
<b>Tablica 31.</b> Podatci o prometnim nesrećama - AŠ - VK – MR [12] .....	45
<b>Tablica 32.</b> Prikaz stope rasta novoregistriranih motornih vozila u odnosu na prethodnu godinu [5].....	53
<b>Tablica 33.</b> Prognoza PGDP-a za raskrižje GK - ZA.....	54
<b>Tablica 34.</b> Prognoza PGDP-a za raskrižje MR - DG.....	55
<b>Tablica 35.</b> Prognoza PGDP-a za raskrižje AŠ - VK - MR.....	56
<b>Tablica 36.</b> Razina usluge prema HCM-u [15] .....	62
<b>Tablica 37.</b> GEH statistika prihvatljivost postojećeg modela - MR - DG.....	64
<b>Tablica 38.</b> Evaluacija postojećeg stanja raskrižja MR - DG.....	64
<b>Tablica 39.</b> GEH statistika prihvatljivosti idejnog rješenja raskrižja MR - DG.....	65
<b>Tablica 40.</b> Evaluacija rezultata idejnog rješenja raskrižja MR - DG.....	66
<b>Tablica 41.</b> Prognoza za 5 godina - MR - DG.....	66
<b>Tablica 42.</b> Prognoza za 10 godina - MR - DG.....	67
<b>Tablica 43.</b> Prognoza za 15 godina - MR - DG.....	67

<b>Tablica 44.</b> GEH statistika prihvatljivosti postojećeg modela raskrižja GK - ZA .....	68
<b>Tablica 45.</b> Evaluacija podataka postojećeg stanja raskrižja GK - ZA .....	69
<b>Tablica 46.</b> GEH statistika prihvatljivosti idejnog rješenja raskrižja GK - ZA .....	70
<b>Tablica 47.</b> Evaluacija rezultata idejnog rješenja raskrižja GK - ZA.....	70
<b>Tablica 48.</b> Prognoza za 5 godina - GK - ZA.....	70
<b>Tablica 49.</b> Prognoza za 10 godina - GK - ZA.....	71
<b>Tablica 50.</b> Prognoza za 15 godina - GK - ZA.....	71
<b>Tablica 51.</b> Tablični prikaz komparacije rezultata raskrižja GK - ZA .....	71
<b>Tablica 52.</b> Geh statistika postojećeg modela raskrižja AŠ - VK - MR.....	73
<b>Tablica 53.</b> Evaluacija postojećeg stanja raskrižja AŠ - VK - MR .....	73
<b>Tablica 54.</b> GEH statistika idejnog rješenja raskrižja AŠ - VK - MR.....	75
<b>Tablica 55.</b> Rezulati evaluacije idejnog rješenja raskrižja AŠ - VK - MR.....	75
<b>Tablica 56.</b> Prognoza za 5 godina - AŠ - VK - MR.....	76
<b>Tablica 57.</b> Prognoza za 10 godina - AŠ - VK - MR.....	76
<b>Tablica 58.</b> Prognoza za 15 godina - AŠ - VK - MR.....	77
<b>Tablica 59.</b> Tablični prikaz komparacije rezultata simulacije raskrižja AŠ - VK - MR.....	77

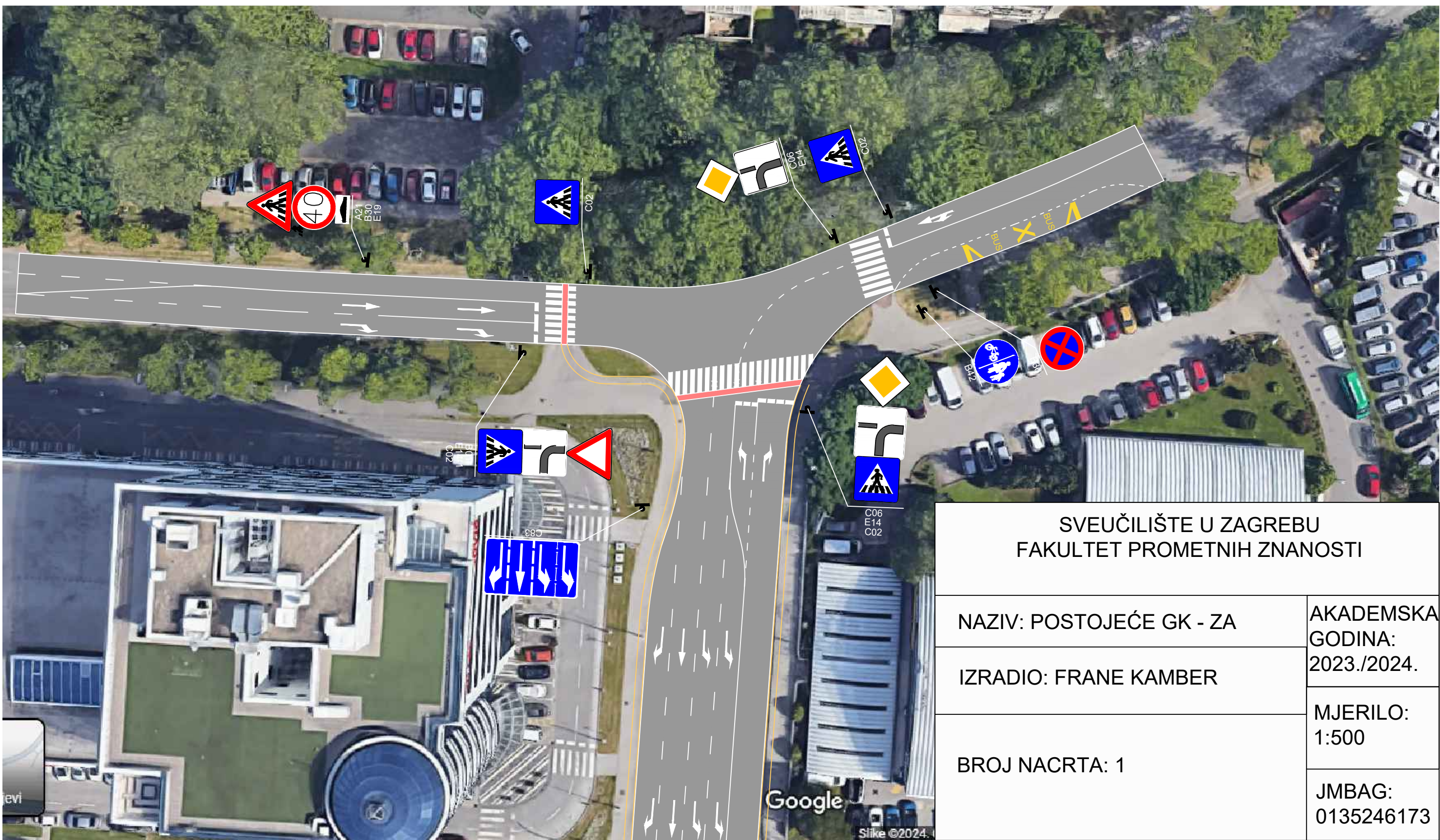
## POPIS GRAFIKONA

<b>Grafikon 1.</b> Komparacija rezultata evaluacije raskrižja GK - ZA.....	72
<b>Grafikon 2.</b> Grafički prikaz komparacije rezultata simulacije raskrižja AŠ - VK - MR .....	78

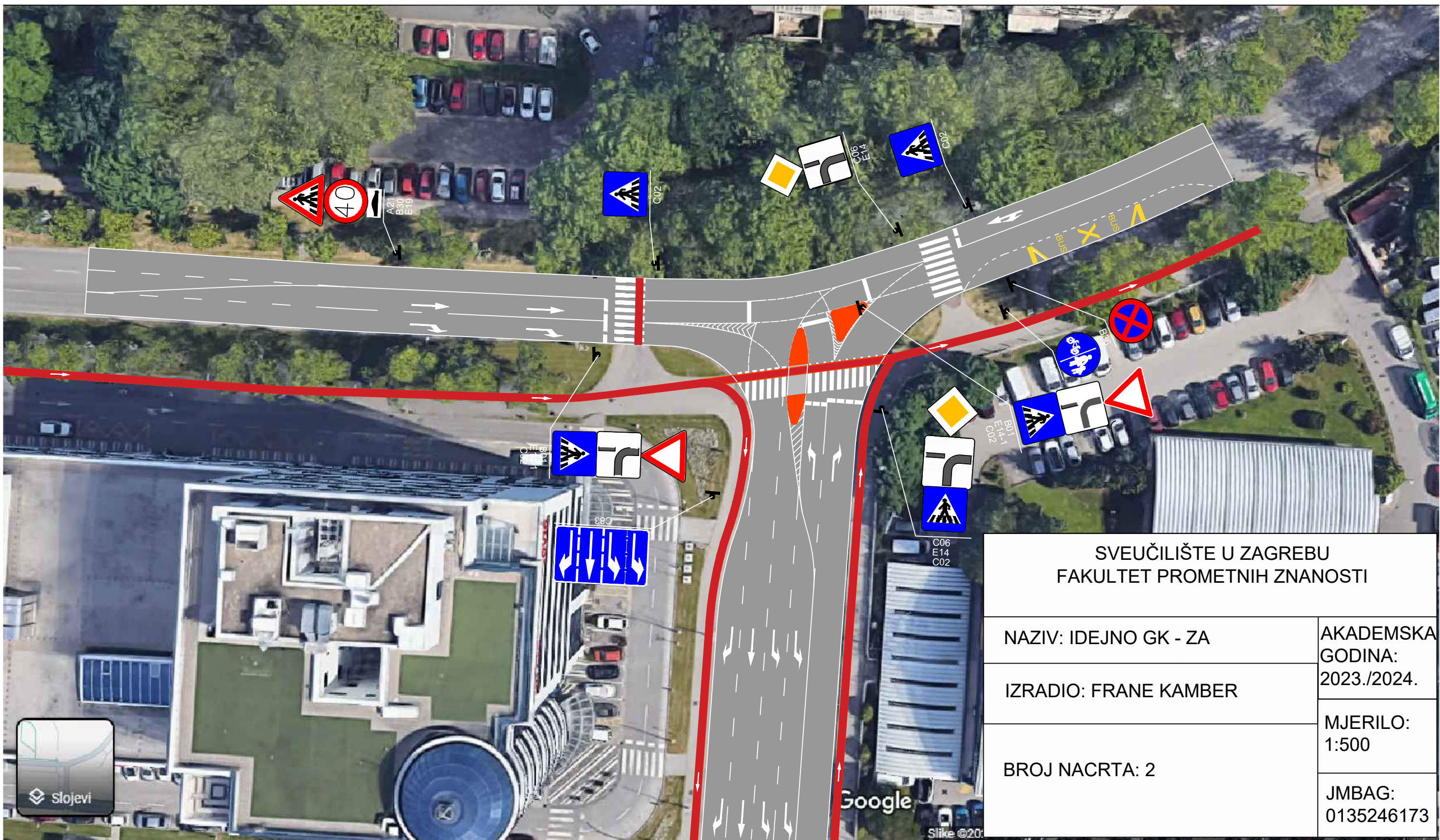


## POPIS PRILOGA

1. POSTOJEĆE GK-ZA
2. IDEJNO GK-ZA
3. POSTOJEĆE MR-DG
4. IDEJNO MR-DG
5. POSTOJEĆE AŠ-VK-MR
6. IDEJNO AŠ-VK-MR



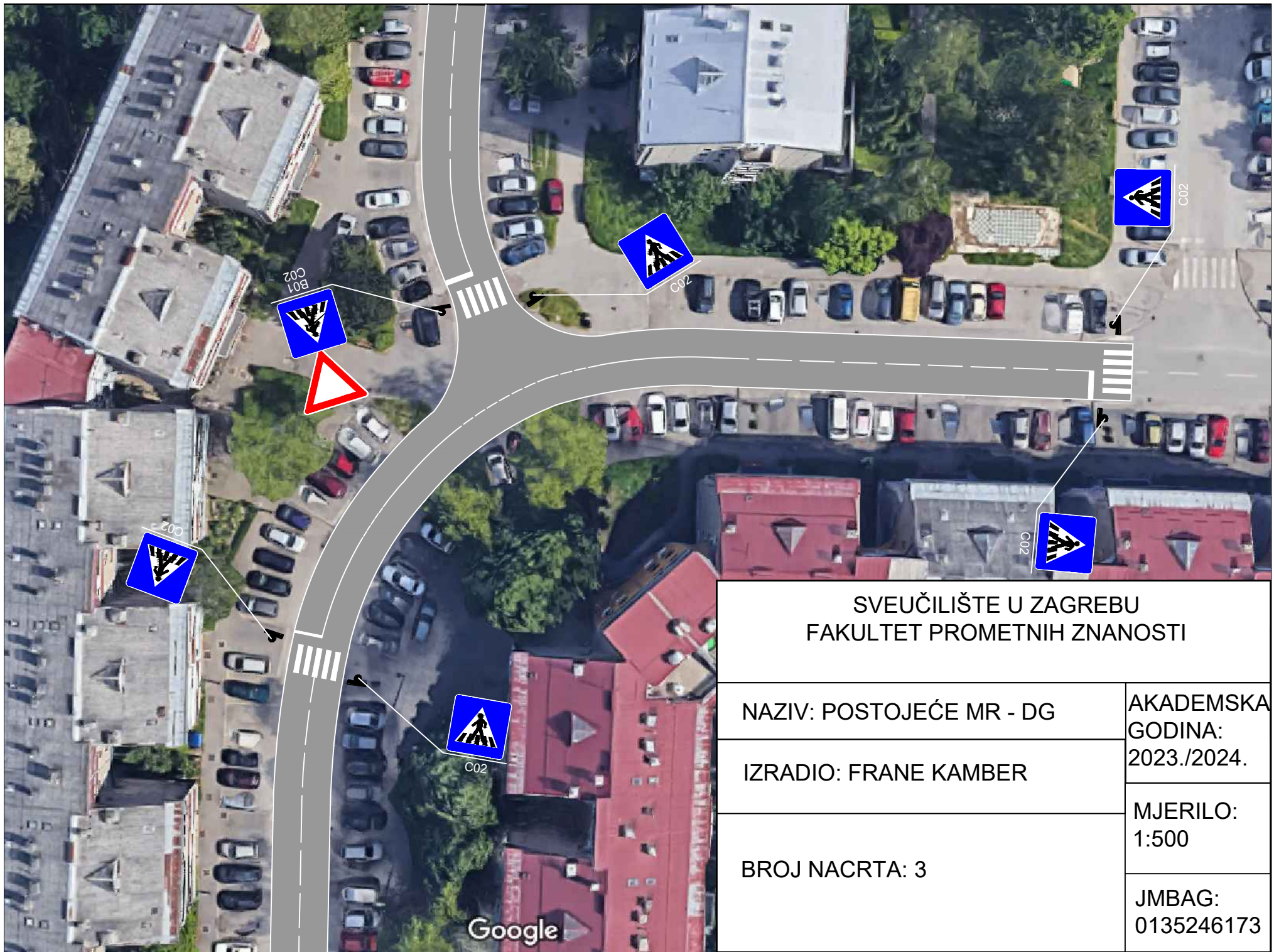
<b>SVEUČILIŠTE U ZAGREBU</b> <b>FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI</b>	
NAZIV: POSTOJEĆE GK - ZA	AKADEMSKA GODINA: 2023./2024.
IZRADIO: FRANE KAMBER	MJERILO: 1:500
BROJ NACRTA: 1	JMBAG: 0135246173



<b>SVEUČILIŠTE U ZAGREBU</b> <b>FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI</b>	
NAZIV: IDEJNO GK - ZA	AKADEMSKA GODINA: 2023./2024.
IZRADIO: FRANE KAMBER	MJERILO: 1:500
BROJ NACRTA: 2	JMBAG: 0135246173

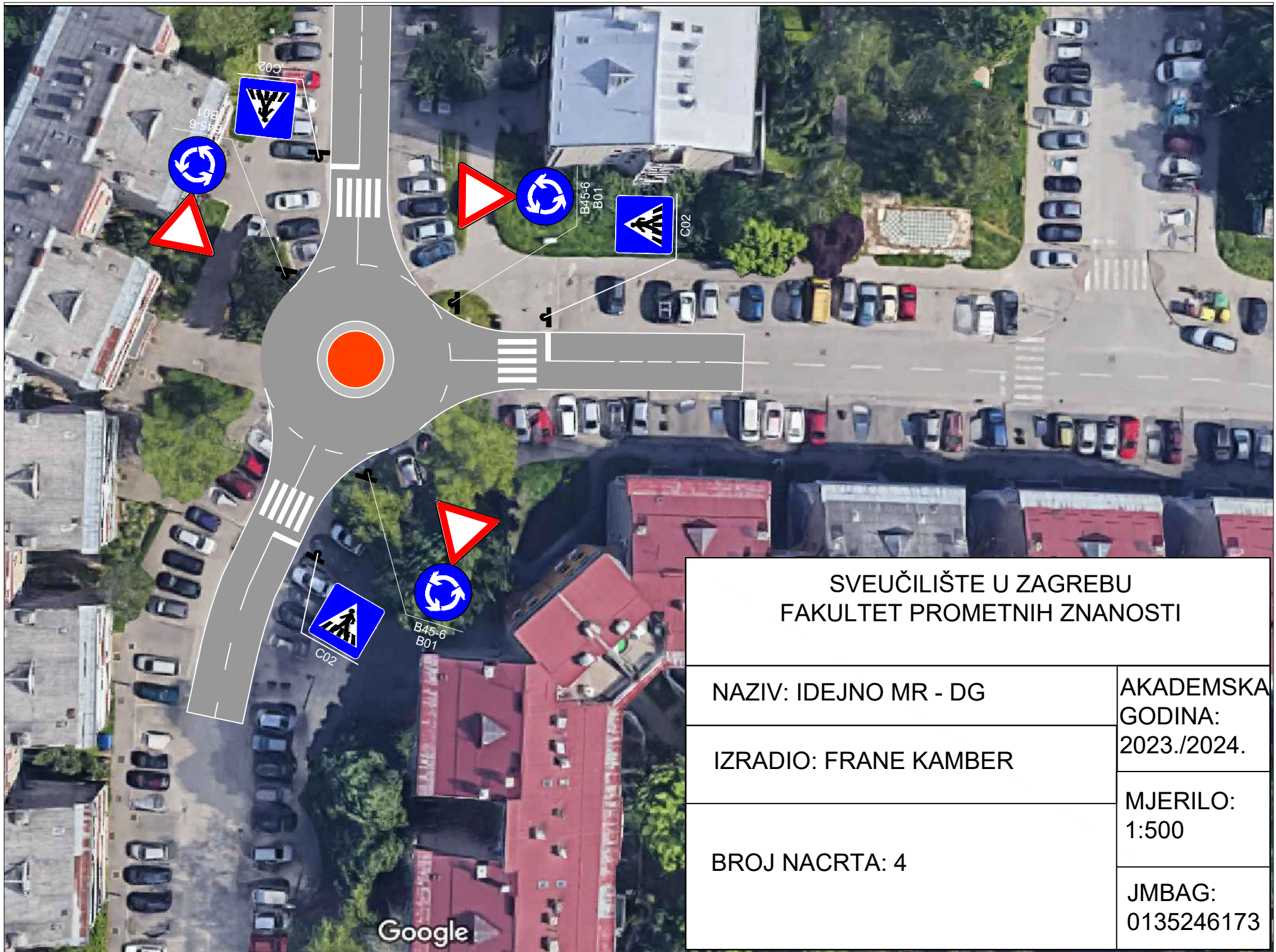


Slike ©20...



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

NAZIV: POSTOJEĆE MR - DG	AKADEMSKA GODINA: 2023./2024.
IZRADIO: FRANE KAMBER	MJERILO: 1:500
BROJ NACRTA: 3	JMBAG: 0135246173



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

NAZIV: IDEJNO MR - DG

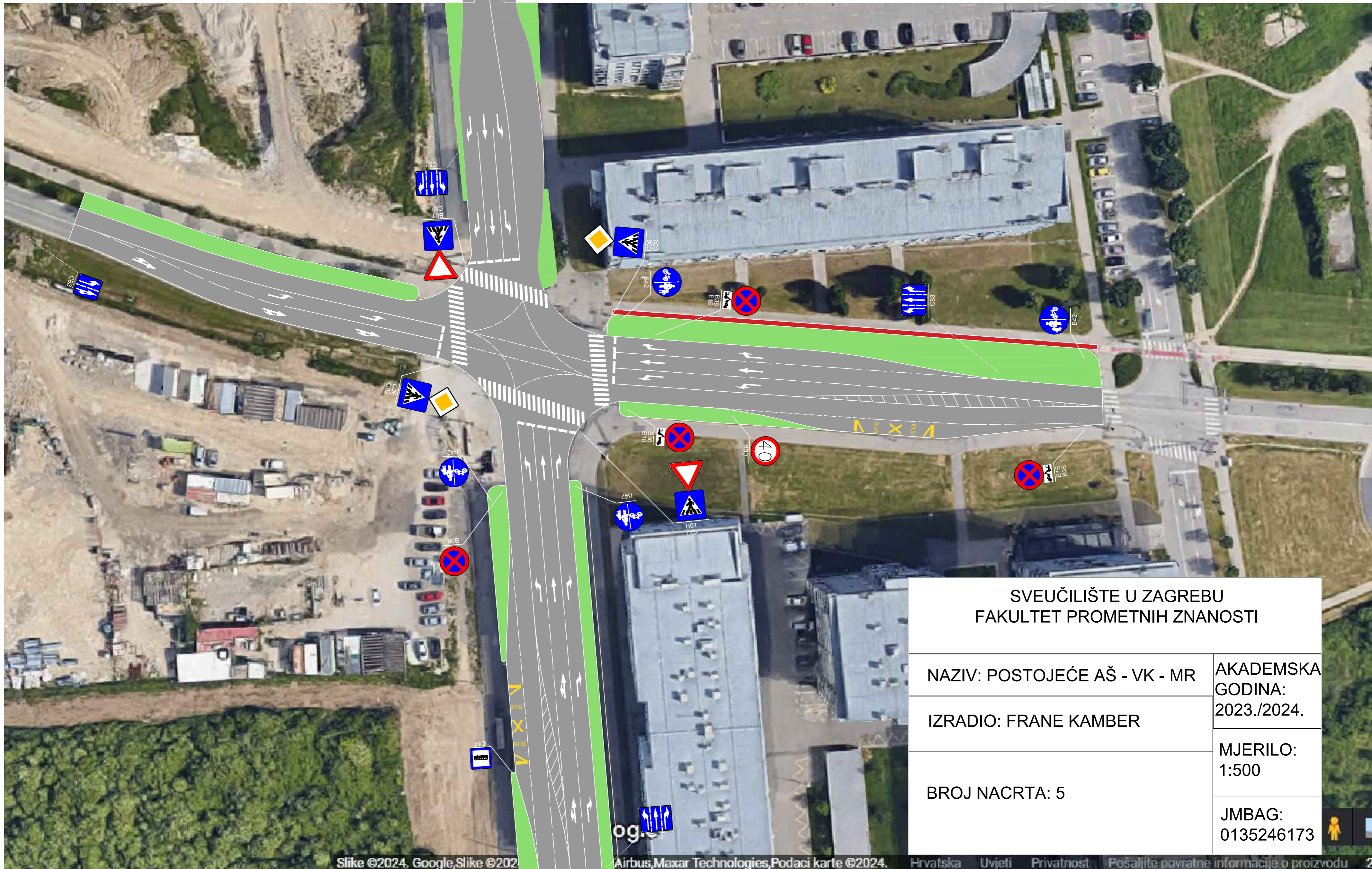
AKADEMSKA  
GODINA:  
2023./2024.

IZRADIO: FRANE KAMBER

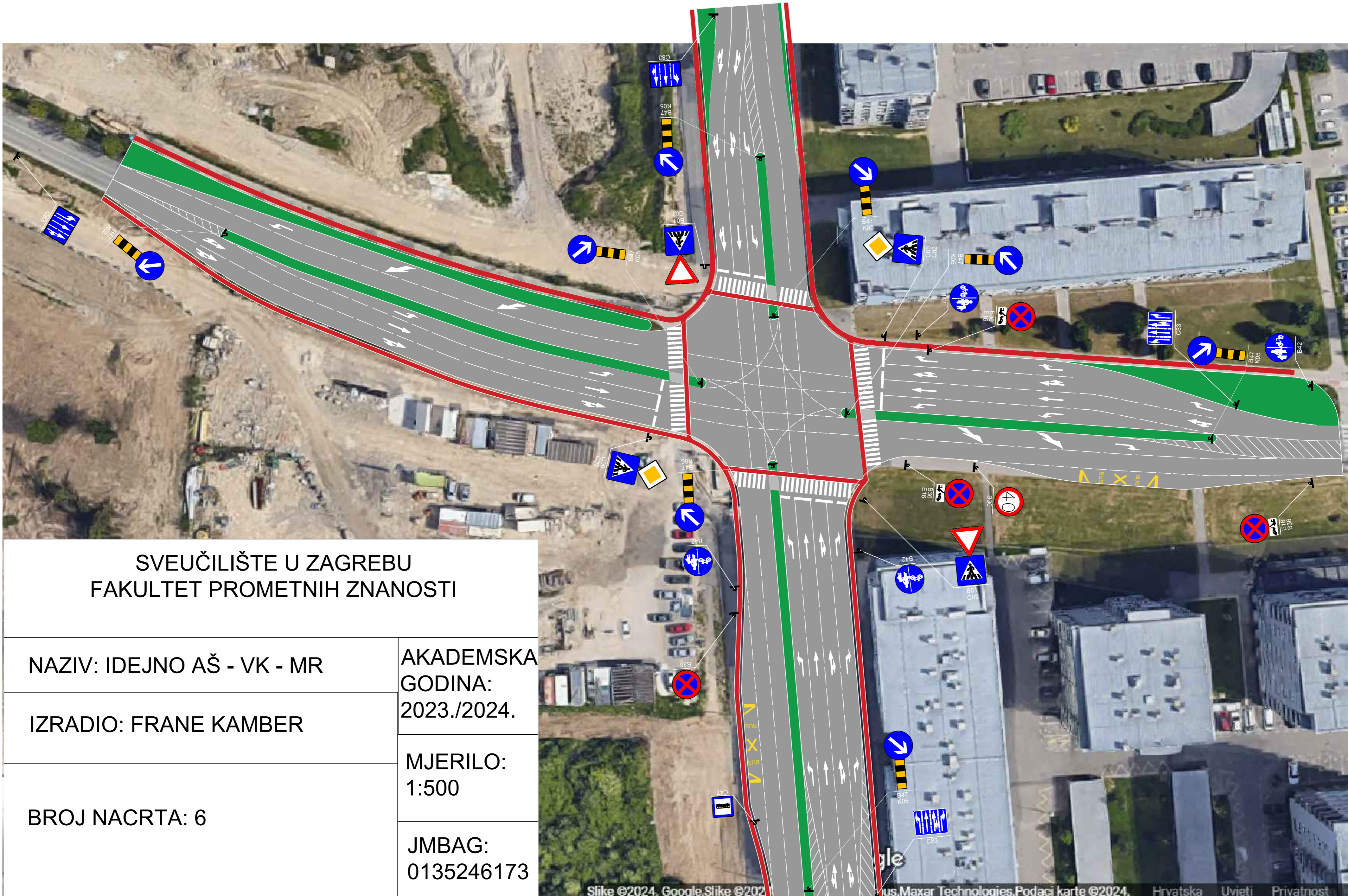
MJERILO:  
1:500

BROJ NACRTA: 4

JMBAG:  
0135246173



<b>SVEUČILIŠTE U ZAGREBU</b> <b>FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI</b>	
NAZIV: POSTOJEĆE AŠ - VK - MR	AKADEMSKA GODINA: 2023./2024.
IZRADIO: FRANE KAMBER	MJERILO: 1:500
BROJ NACRTA: 5	JMBAG: 0135246173



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

NAZIV: IDEJNO AŠ - VK - MR	AKADEMSKA GODINA: 2023./2024.
IZRADIO: FRANE KAMBER	MJERILO: 1:500
BROJ NACRTA: 6	JMBAG: 0135246173

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 završnog/diplomskog rada pod naslovom \_\_\_\_\_ Analiza i prijedlozi poboljšanja raskrižja na području gradske četvrti Stenjevec u gradu Zagrebu \_\_\_\_\_, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, \_\_\_\_\_ 04.03.2024. \_\_\_\_\_

FRANE KAMBER  
(ime i prezime, potpis)

*Franco Kamber*



