

Optimizacija prometnih tokova u Ulici kralja Tomislava u Križevcima

Švagelj, Marijana

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:266748>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-21**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Marijana Švagelj

**OPTIMIZACIJA PROMETNIH TOKOVA U ULICI KRALJA
TOMISLAVA U KRIŽEVCIMA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

Zagreb, 27. ožujka 2020.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5972

Pristupnik: **Marijana Švagelj (0135236609)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Optimizacija prometnih tokova u Ulici kralja Tomislava u Križevcima**

Opis zadatka:

U diplomskom radu studentica će analizirati te dati svoj prijedlog optimizacije prometnih tokova u Ulici kralja Tomislava u Križevcima. U prvom dijelu rada analizirat će se postojeća prostorno-prometna dokumentacija grada Križevaca. U nastavku rada analizirat će se postojeće stanje upravljanja prometnim tokovima u analiziranoj ulici. Nakon toga studentica će dati svoje prijedloge poboljšanja postojećeg stanja, a na kraju će simulirati i evaluirati predložena rješenja primjenom simulacijskog alata PTV Vissim.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

doc. dr. sc. Luka Novačko

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

**OPTIMIZACIJA PROMETNIH TOKOVA U ULICI KRALJA
TOMISLAVA U KRIŽEVCIMA**

**OPTIMIZATION OF TRAFFIC FLOWS IN KRALJA TOMISLAVA
STREET IN THE CITY OF KRIŽEVCI**

Mentor: doc.dr.sc. Luka Novačko

Student: Marijana Švagelj
JMBAG: 0135236609

Zagreb, rujan 2020.

SAŽETAK:

U diplomskom radu analizirano je postojeće stanje Ulice kralja Tomislava u Križevcima. Brojanjem prometa su dobiveni podaci o postojećem stanju cestovne mreže prometa. Podaci dobiveni brojanjem prometa su bili ulazni podaci za dobivanje simulacija na kojima je prikazano rješenje postojećih problema analiziranog područja. Na temelju takvih rješenja će se bolje optimizirati prometni tokovi što je i cilj ovog rada. Analizirana su tri raskrižja na kojima su predložena optimalna rješenja rekonstrukcija. Prilikom izrade diplomskog rada nova rješenja izrađena su u programskom alatu AutoCAD map 3D, na temelju kojih su napravljene simulacije u programskom alatu SIDRA Intersection i PTV Vissim.

KLJUČNE RIJEČI: analiza postojećeg stanja, brojanje prometa, optimizacija prometnih tokova, optimalna rješenja, simulacija prometa

SUMMARY:

In the master's thesis the current condition of the Kralja Tomislava Street in the town of Križevci was analyzed. With traffic counting the data about the current condition of the road grid was obtained. Those data were input data for obtaining simulations on which the solution to existing problems is displayed. Based on this solution, the traffic flows will be optimized, which is the goal and purpose of this thesis. Three intersections were analysed for which the solution is proposed. Upon drafting this thesis, the solutions were made in AutoCAD Map 3D, based on which the simulations in SIDRA Intersection i PTV Vissim were made.

KEY WORDS: Analysis of current situation, traffic counting, optimization of traffic flows, optimal solutions, traffic simulation

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. ANALIZA PROMETNIH I PROSTORNIH PLANOVA I STUDIJA U KRIŽEVCIMA ...	2
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ANALIZIRANOG PODRUČJA OBUHVATA	7
3.1. Analiza geoprometnog položaja.....	7
3.2. Demografska analiza.....	9
3.2.1. Prirodno kretanje stanovništva.....	10
3.2.2. Doseљeno i odseljeno stanovništvo.....	11
3.3. Analiza pješačkih i biciklističkih staza	13
3.4. Analiza parkirališnih površina	15
3.5. Analiza sigurnosti prometa	18
4. ANALIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA U PROMATRANOJ ULICI.....	24
4.1. Raskrižje 1: Ulica kralja Tomislava – Ulica Petra Zrinskog – Trg Svetog Florijana – Trg Josipa Jurja Strossmayera	27
4.2. Raskrižje 2: Ulica kralja Tomislava - Ulica Ivana Gundulića - Ulica Marcela Kiepacha.....	37
4.3. Raskrižje 3: Ulica kralja Tomislava – Bjelovarska ulica.....	45
5. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG STANJA.....	52
5.1. Prijedlog poboljšanja raskrižja u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera.....	52
5.2. Prijedlog poboljšanja raskrižja u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha	54
5.3. Prijedlog poboljšanja raskrižja u Ulici kralja Tomislava i Bjelovarskoj ulici	57
6. SIMULACIJA PREDLOŽENIH VARIJANTI RJEŠENJA I ODABIR OPTIMALNE VARIJANTE.....	64
6.1. Simulacija raskrižja Ulice kralja Tomislava – Trga Josipa Jurja Strossmayera – Ulice Petra Zrinskog – Trga Svetog Florijana.....	64
6.2. Simulacija raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha	68
6.3. Simulacija raskrižja Ulice kralja Tomislava – Bjelovarske ulice	70
7. ZAKLJUČAK	72
LITERATURA	73
Popis slika.....	75
Popis tablica.....	77

Popis grafikona	78
Popis priloga	79

1. UVOD

Grad Križevci nalaze se u jugozapadnom djelu Koprivničko – križevačke županije, jedan je od tri grada u županiji, također se nalazi podno Kalnika. Udaljen je 57 km sjeverno od glavnog Grada Zagreba, te je važno cestovno – željezničko raskrižje koje spaja glavni Grad Zagreb s Republikom Mađarskom. Kroz grad prolaze važne prometnice poput državne ceste D41 i državne ceste D22 koja vodi prema brznoj cesti D10 te se za Grad Križevce može reći da ima dobar geoprometni položaj. Spomenute ceste prolaze predmetnom Ulicom kralja Tomislava koja predstavlja bitan pravac za povezivanje s drugim gradovima i općinama.

Glavni problem Ulice kralja Tomislava je to što se u vršnom satu događaju zagušenja na susjednim raskrižjima zbog povećanog teretnog prometa i zbog cestovno – željezničkog prijelaza što predstavlja najveći problem na okolnim raskrižjima. Svrha i cilj diplomskog rada je predložiti odgovarajuća prometno – tehnička rješenja za optimizaciju prometnih tokova koja će doprinijeti postizanju učinkovitog i održivog prometnog sustava sukladno potrebama stanovništva. Naslov diplomskog rada glasi: „Optimizacija prometnih tokova u Ulici kralja Tomislava u Križevcima“. Rad se sastoji od sedam poglavlja, uključujući uvodna i zaključna razmatranja kako slijedi:

1. Uvod
2. Analiza prometnih i prostornih planova i studija u Križevcima
3. Analiza postojećeg stanja analiziranog područja obuhvata
4. Analiza podataka o brojanju prometa u promatranj u ulici
5. Prijedlog poboljšanja postojećeg stanja
6. Simulacija predloženih varijanti rješenja i odabir optimalne varijante
7. Zaključak

U drugom poglavlju izvršena je analiza prometnih i prostornih planova Grada Križevaca, te su navedeni važni planovi i ciljevi usko vezani za promet i infrastrukturu.

U trećem poglavlju se analizira postojeće stanje područja te svi bitni elementi koji pospješuju odvijanje prometnog procesa te daju uvid u trenutno stanje.

U četvrtom poglavlju analiziraju se podaci o brojanju prometa te na temelju tih podataka izrađuju se simulacije postojećeg stanja i uvid na probleme istog.

Peto poglavlje obuhvaća prijedloge optimalnog rješenja za poboljšanje postojećeg stanja u optimizaciji prometnih tokova u svrhu sigurnosti na raskrižjima i povećanju propusne moći.

Šesto poglavlje obuhvaća rezultate simulacija predloženih rješenja u programskim alatima SIDRA Intersection i PTV Vissim.

2. ANALIZA PROMETNIH I PROSTORNIH PLANOVA I STUDIJA U KRIŽEVCIMA

Analiza prometnih i prostornih planova u Križevcima trenutno ima Prostorni plan uređenja i Generalni urbanistički plan te nema izrađenu prometnu studiju. Generalni urbanistički plan i Prostorni plan uređenja mijenjali su se nekoliko puta. Dvije tisuće i dvadesete godine je peta izmjena koja još nije do kraja usvojena i promijenjena, na temelju koje će se u radu koncipirati prometna mreža predmetnog raskrižja.

Generalni urbanistički plan (GUP) je dokument koji određuje površine na kojima je moguće graditi, što se na njima može graditi u smislu namjene površina te kolika je dopuštena veličina građevine. To je plan koji se donosi sam za građevinsko područje grada/naselja, dok se cijelo administrativno područje grada određuje prostornim planom [2].

Prostorni plan uređenja Grada Križevaca je temeljni prostorno-planski dokument za područje jedinice lokalne samouprave. Odluka o donošenju Prostornog plana uređenja grada usvojena je na Gradskom vijeću 2005. godine i objavljena u „Službenom vjesniku“ Grada Križevaca. Ukupna površina grada obuhvaćena GUP-om grada Križevaca iznosi 1207 ha, odnosno 12,07 km² [1].

I. izmjene i dopune Prostornog plana uređenja grada Križevaca usvojene su 2007. godine, a izvršene su prije svega zbog usklađenja s Izmjenama i dopunama Prostornog plana Koprivničko-križevačke županije i to najviše radi smanjenja ograničenja lociranja gospodarskih djelatnosti u prostoru. Odluka o donošenju I. izmjena i dopuna PPUG objavljena je u Službenom vjesniku Grada Križevaca broj 1/07. Gradsko vijeće Grada Križevaca je 2009. godine usvojilo Odluku o izmjeni Odluke o donošenju Prostornog plana uređenja Grada Križevaca, kojom je ukinuta obveza izrade provedbenog prostornog plana (DPU) za gospodarsku zonu Poljana Križevačka, što je bilo u skladu s napatkom nadležnog Ministarstva [1].

II. izmjene i dopune Prostornog plana uređenja grada Križevaca usvojene su 2011. godine, odnosile su se na usklađenje plana s propisima o zaštiti prirode, odnosno ekološke mreže i s propisima telekomunikacijske infrastrukture, te su se preciznije utvrdili uvjeti gradnje autoceste A12, kao i spojne ceste do gospodarske zone Gornji Čret. Odluka je objavljena u „Službenom vjesniku“ Grada Križevaca broj 1/11. 2013. godine je usvojena Zajednička Odluka o usklađenju Prostornog plana uređenja grada Križevaca i Generalnog urbanističkog plana uređenja gospodarske zone Cubinec, a odnosi se na usklađenje prostornih planova s uvjetima zaštite izvorišta vodocrpilišta „Trstenik“ sukladno Odluci o zaštiti izvorišta „Trstenik“ [1].

III. izmjene i dopune Prostornog plana uređenja grada Križevaca usvojene su 2014. godine, a izrađene su kao ciljane izmjene i dopune s ciljem usklađenja planirane trase željezničke pruge od posebnog značaja za međunarodni promet M201- ((Gyekenyes) - Državna granica – Botovo – Koprivnica - Dugo Selo) s idejnim projektom izrađenim za navedeni zahvat,

kao i zbog usklađenja cestovnih prometnica i cestovnih prijelaza preko željezničke pruge M201 na području Grada Križevaca [1].

IV. izmjene i dopune Prostornog plana uređenja grada Križevaca usvojene su 2015. godine, a izrađene su radi korekcije građevinskih područja u nekoliko naselja, a to su naselja Bojnikovec, Gornja Brckovčina, Lemeš, Sveta Helena i Potočec, na zahtjev pojedinačnih korisnika prostora, uglavnom gospodarskih tvrtki. S ciljem usklađenja prostorno - planske dokumentacije sa stanjem u stvarnosti ili zbog omogućavanja razvoja djelujućih gospodarskih subjekata [1].

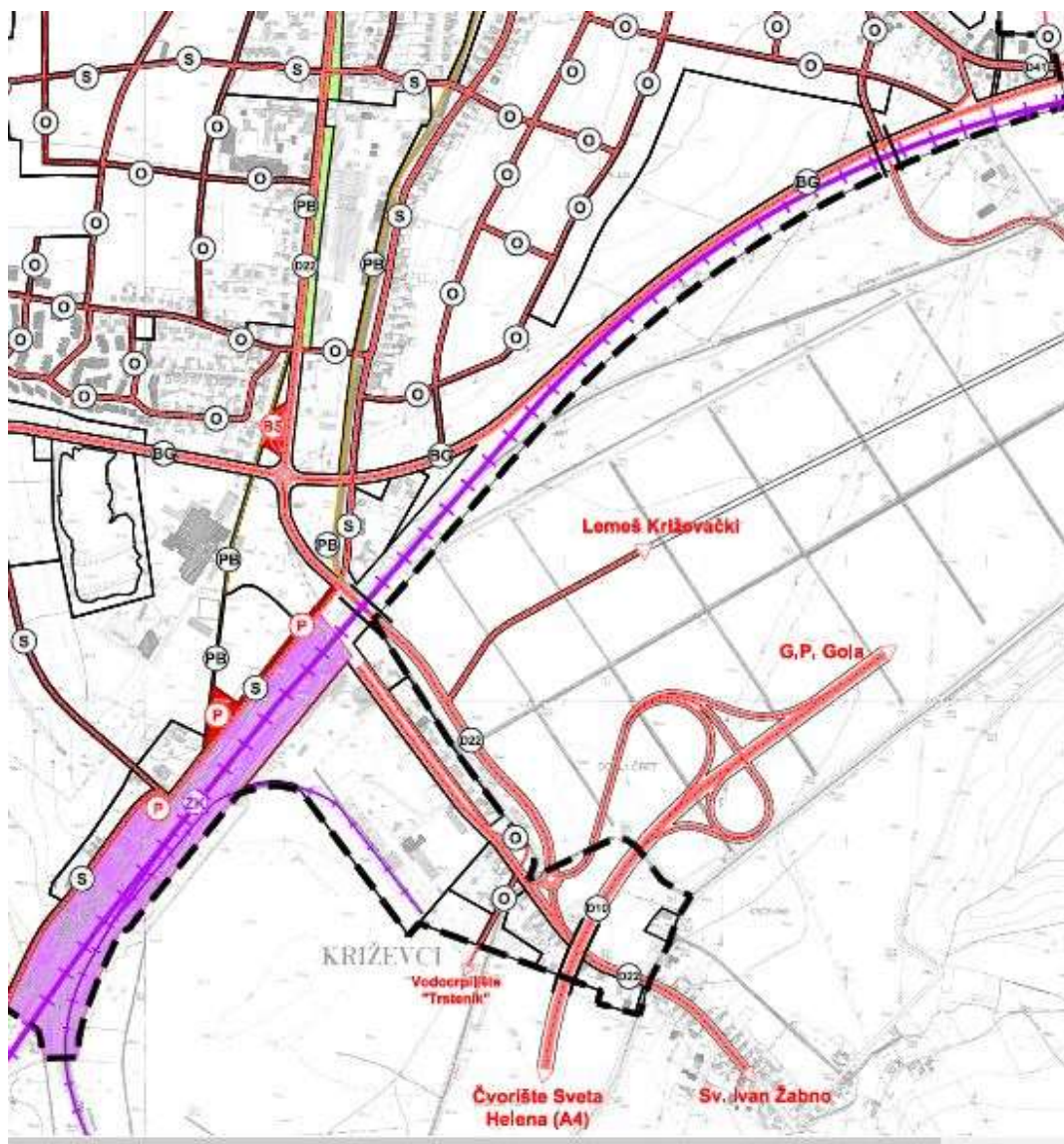
Gradsko vijeća Grada Križevaca je na 16. sjednici održanoj 2019. godine donijelo odluku o izradi V. izmjene i dopune Prostornog plana uređenja grada Križevaca, kojom su navedeni sljedeći ciljevi izrade Plana, a to su:

- usklađenje sa zakonskim propisima koji se odnose na prostorno uređenje, zaštitu okoliša i gospodarenje otpadom
- usklađenje Prostornog plana uređenja grada sa stvarnim stanjem u prostoru
- analiza mogućeg proširenja građevinskih područja postojećih gospodarskih zona
- analiza mogućeg proširenja građevinskih područja naselja
- izmjena odredbi za provođenje plana [3].

Uvjeti uređenja prostora za građevine od važnosti za Državu i Županiju određuju se sukladno ovim odredbama i posebnim propisima. Prema posebnim propisima i odredbama planova šireg područja na području obuhvata ovog plana sljedeći zahvati u prostoru su:

- državna cesta DC10 (Čvorište Sv. Helena (A4) – čvorište Dubrava – čvorište Gradec – Križevci – Koprivnica – G.P. Gola (gr. R. Mađarske) – brza cesta s pripadajućim građevinama i uređajima,
- izgradnja gradskih prometnica kategoriziranih kao državne ceste,
- rekonstrukcija postojećeg i izgradnja drugog kolosijeka na željezničkoj pruzi od značaja za međunarodni promet M201 (Gyékényes) – Državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo (dio sustava željezničkih pruga na ogranku V.b) paneuropskog koridora DG – Botovo – Koprivnica -Zagreb – Rijeka) s pripadajućim građevinama i uređajima,
- rekonstrukcija željezničkog kolodvora Križevci,
- eventualna izgradnja proizvodnih građevina i kompleksa za proizvodnju obojenih metala, crne metalurgije, nemetalnih minerala, cementa, stakla, keramike, celuloze, papira, tekstila i kože,
- rekonstrukcija 110 kV dalekovoda i transformatorskog postrojenja,
- izgradnja retencije na potoku Vrtlinu,
- izgradnja ili rekonstrukcija športske dvorane,
- izgradnja i rekonstrukcija športsko rekreacijskog centra,
- eventualna izgradnja trgovačkog centra površine 5 ha ili veće,
- eksploatacija geotermalne vode na Ratarni [3].

U Planu je predviđena rekonstrukcija željezničkog kolodvora i željezničke pruge koja je od velikog značaja za međunarodni promet M201. Pod rekonstrukcijom željezničkog kolodvora podrazumijeva se i poboljšanje njegovih tehničkih karakteristika i njegovo upotpunjavanje s efikasnim pratećim sadržajima kao što su ugostiteljski, manji poslovni trgovački i uslužni sadržaji s javnim parkiralištem i sanitarijama. Također se podrazumijeva rekonstrukcija postojećeg i izgradnja drugog kolosijeka, elektrifikacija i daljinsko upravljanje prometom u cilju osposobljavanja pruge velike propusne moći uključujući pruge na kojima će se razvijati velike brzine do 160 km/h, možda i veće, ako će za to postojati uvjeti i opravdanost. Sukladno posebnom propisu određen je zaštitni pružni pojas koji je prikazan na Slici 1. na kartografskom prikazu gdje je ljubičastom bojom prikazana planirana izgradnja pruge i rješenje za cestovno – željeznički prijelaz izvan razine [3].



Slika 1. Kartografski prikaz prometne mreže GUP Križevci

Izvor: [1]

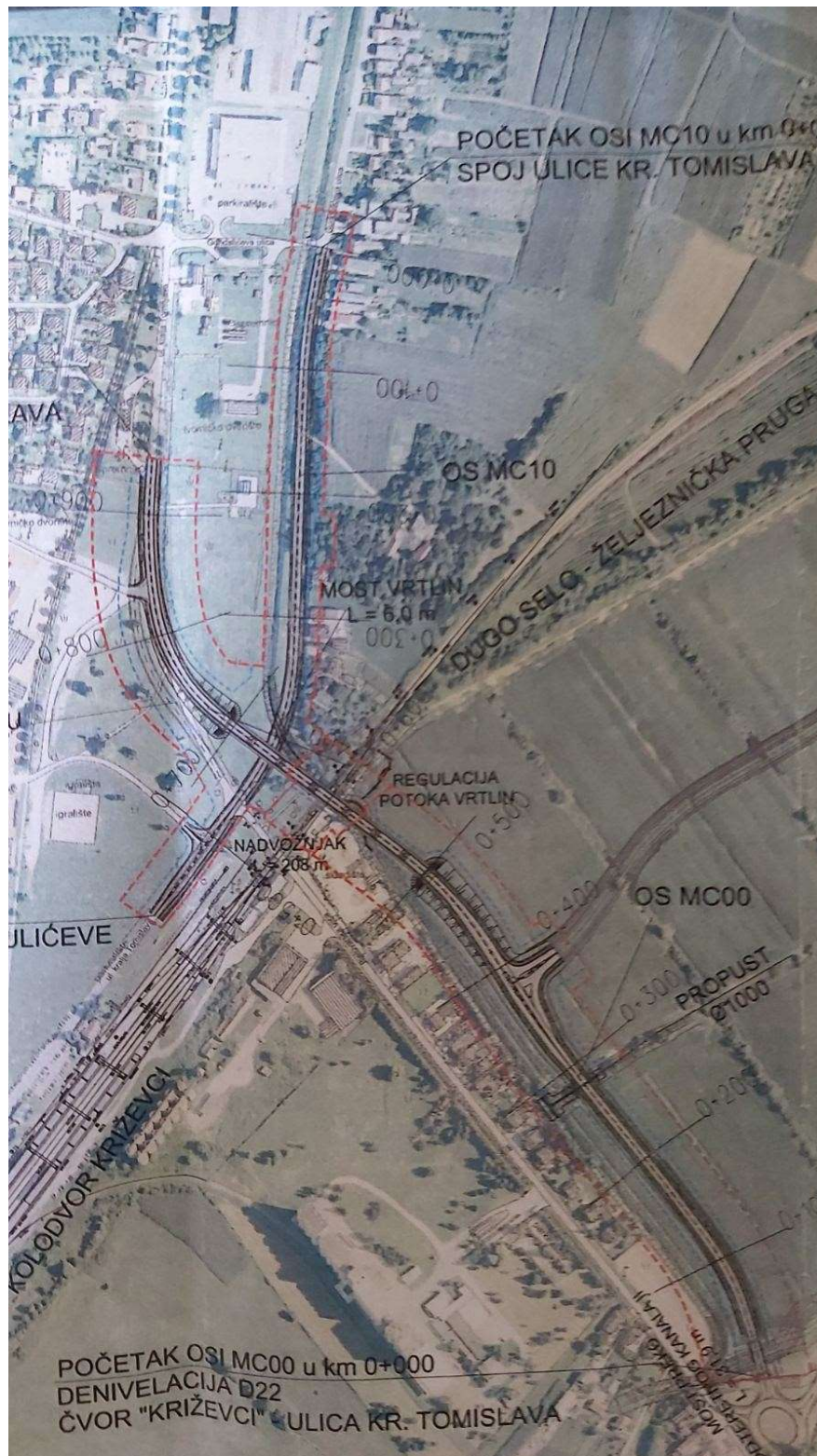
Za cestovne prijelaze kategoriziranih prometnica i željezničke pruge M201 unutar područja grada potrebno je riješiti denivelirano. Denivelacija željezničke pruge i cesta izvan razine obavezna je u slučajevima:

- na križanju željezničke pruge i autoceste,
- na križanju željezničke pruge i brze ceste,
- na križanju željezničke pruge za međunarodni promet i državne ceste,
- na križanju glavne (koridorske) željezničke pruge za međunarodni promet i županijske ceste,
- na novosagrađenom križanju postojeće glavne (koridorske) željezničke pruge za međunarodni promet i ceste,
- na križanju željezničke pruge s dopuštenom brzinom vlakova većom od 160 km/h i ceste,
- na križanju željezničke pruge i ceste u kolodvorskom području na prostoru između ulaznih skretnica od kojih počinju kolodvorski kolosijeci,
- na križanju željezničke pruge i ceste s intenzivnim željezničkim i cestovnim prometom,
- na križanju željezničke pruge i ceste gdje uslijed specifičnih mjesnih prilika ili drugih razloga nije moguće uspostaviti propisanu sigurnost željezničkog sustava [4].

Također za križanje željezničke pruge i pješačke staze izvan razine mora biti u slučajevima:

- na križanju gdje je dopuštena infrastrukturna brzina na željezničkoj pruzi veća od 160 km/h,
- na križanju u kolodvorskom području na prostoru između ulaznih skretnica od kojih počinju kolodvorski kolosijeci,
- na križanju željezničke pruge s intenzivnim željezničkim prometom i pješačke staze,
- na križanju željezničke pruge i pješačke staze gdje uslijed specifičnih mjesnih prilika ili drugih razloga nije moguće uspostaviti propisanu sigurnost željezničkog sustava [4].

U diplomskom radu će se raditi prijedlog rješenja prema Generalnom urbanističkom planu i Prostornom planu uređenja u Ulici kralja Tomislava i Bjelovarskoj ulici na kojoj je spomenuti cestovno - željeznički prijelaz. Na Slici 2. prikazano je rješenje za smještaj prometnice po kojoj je rađeno rješenje prema posljednjoj izmjeni Generalnog urbanističkog plana i Prostornog plana uređenja grada.



Slika 2. Kartografski prikaz položaja nove prometnice

Izvor: [5]

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ANALIZIRANOG PODRUČJA OBUHVATA

Analiza postojećeg stanja je analiza svih bitnih elemenata koji pospješuju odvijanje prometnog procesa na širem području raskrižja te daju uvid na trenutno stvarno stanje. Analiza postojeće situacije nekog zatvorenog prometnog sustava bitna je kako bi se dobio osvrt na stvarno trenutno stanje na prometnicama, neovisno o tome obavlja li se samo korekcija postojećeg sustava ili se planiraju neki veći investicijski zahvati [6].

Analizu postojećeg stanja čine:

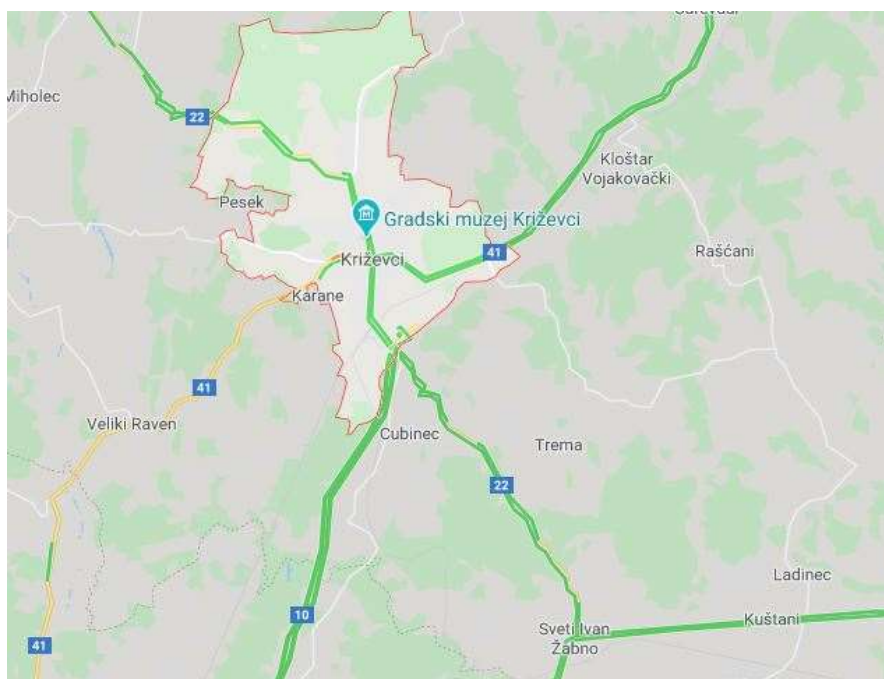
- Analiza geoprometnog položaja
- Demografska analiza
- Analiza pješačkih i biciklističkih staza
- Analiza parkirališnih površina
- Analiza sigurnosti prometa

3.1. Analiza geoprometnog položaja

Grad Križevci smješten je u jugozapadnom dijelu Koprivničko – križevačke županije i jedan je od tri grada unutar županije, čije je središte županije Koprivnica. Važno je cestovno - željezničko križište koje povezuje Grad Zagreb s Republikom Mađarskom. Ukupna površina iznosi cca 263,72 km² čini 15,10% ukupne površine Koprivničko–križevačke županije, čija je površina 1.746,40 km². Prema namjeni površina, prostor neposredno oko Križevaca, a posebno južno i zapadno od njega, pretežito je obradivo tlo, a površine sjeverno i istočno od Križevaca su pretežito pod šumom. Za nastanak Križevaca je važan makro prometni položaj. Na križevačkom prostoru se još od antike i srednjeg vijeka nalazilo križište prometnih pravaca, a kroz Križevce je prolazila poznata cesta kralja Kolomana koja je povezivala panonski i jadranski prostor [7].

Zbog blizine grada Zagreba koji je udaljen 57 km, Križevci se razvijaju kao gradsko naselje s povoljnim smještajem u blizini regionalnih središta poput Koprivnice koja je udaljena 31 km, Bjelovara 33 km i Varaždina 48 km, stoga se može zaključiti da Križevci imaju povoljan geoprometni položaj. Kroz Grad Križevce prolaze neke bitne prometnice, a to su brza cesta DC10 i dvije državne ceste D22 i D41 te su prikazane na Slici 3 [7].

Državne ceste čine 212,5 km u duljini od 45,6 km, županijske ceste u duljini od 70,8 km i lokalne 96,2 km [1].



Slika 3. Bitne prometnice koje prolaze kroz Grad Križevce

Izvor: [8]

Prometnu infrastrukturu grada Križevaca prema prostornom planu obuhvaćaju brze ceste, državne ceste, županijske ceste, lokalne ceste i nerazvrstane ceste te prateće pješačke, biciklističke staze, parkirališta i ostali prometni objekti. Na području Grada Križevaca nema postojećih autocesta. Kroz sam grad prolaze dvije državne ceste D41 u smjeru Koprivnica – Križevci – Zagreb i D22 u smjeru Bjelovar – Križevci – Varaždin. Navedene ceste prolaze u blizini samog centra i kroz dio naselja. Prometnu mrežu Grada Križevaca ukupne duljine 213,5 km čine državne ceste u duljini od 45,60 km koje su u potpunosti u nadležnosti Hrvatskih cesta, županijske ceste u duljini od 70,76 km od kojih je neasfaltirano 1,07 km i lokalne ceste u duljini od 96,18 km od kojih nije asfaltirano 23,72 km ceste, te su navedene ceste prikazane u Tablici 1. Navedenim cestama upravlja Županijska uprava za ceste [1].

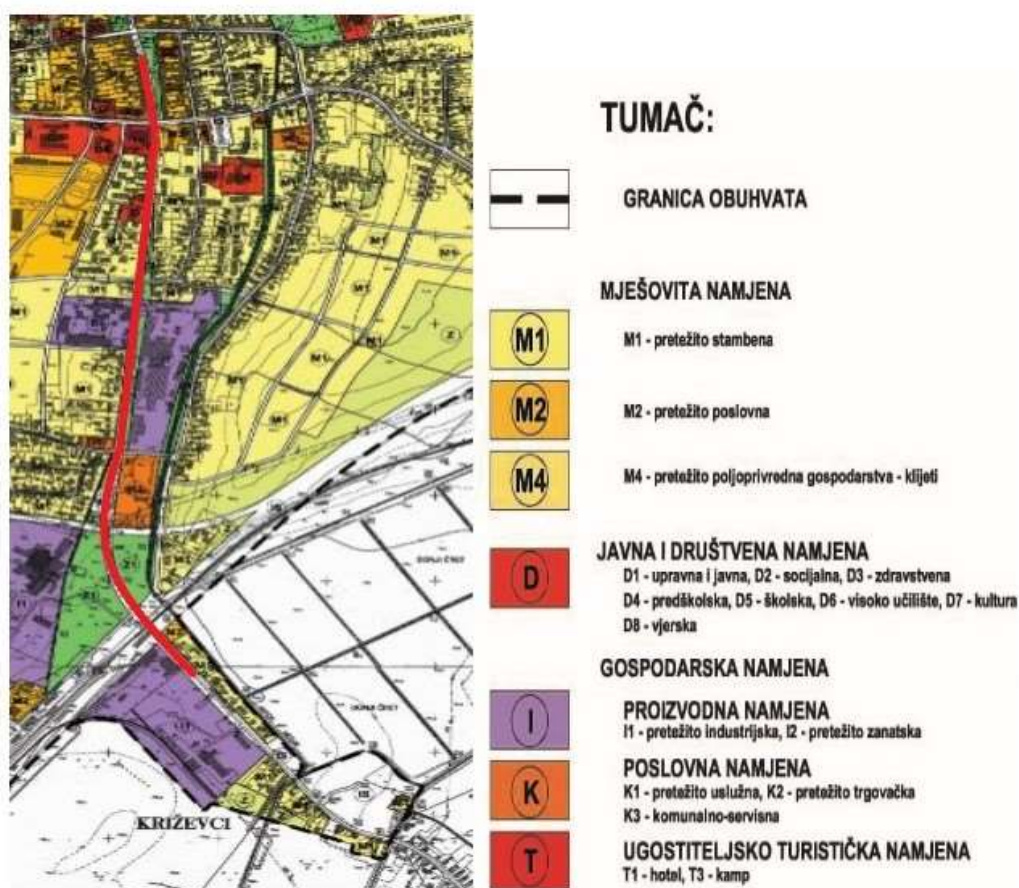
Tablica 1. Ceste na području Grada Križevaca

	Vrsta ceste	Asfaltirano [km]	Makadam [km]	Ukupno [km]
1.	Državne ceste	45,60	0,00	46,60
2.	Županijske ceste	69,69	1,07	70,76
3.	Lokalne ceste	72,46	23,72	96,18
Ukupno		187,75	24,79	213,54

Izvor: [1]

3.2. Demografska analiza

Prema službenim podacima popisa iz 2011. godine Grad Križevci je imao 21.122 stanovnika od čega je više od 53% stanovnika živjelo u samom Gradu Križevci i to 11.231 stanovnik. Grad Križevci se sastoji od šezdeset naselja koja su površinski i po broju stanovnika mala. Broj stanovnika u svim naseljima osim naselja Cubinec je manji od 500 stanovnika koji prosječno iznosi 167,64 stanovnika po naselju. Od popisa stanovnika 1981. godine kada je popisano 22.724 stanovnika, na području Grada Križevaca broj stanovnika je kontinuirano padao sve do zadnjeg popisa 2011. godine indeks 1981./2011. iznosi 0,93. U Gradu Križevcima je ukupan broj stanovnika u tom tridesetogodišnjem razdoblju od 1981. do 2011. godine manji za 1.602 stanovnika. Iz Slike 4. vidljivo je da je predmetna ulica Ulica kralja Tomislava označena crvenom linijom prema namjeni pretežito stambena i gospodarska zona što nam predstavlja oznaka M1 i I [9].



Slika 4. Karta namjene zemljišta u Ulici kralja Tomislava

Izvor:[4]

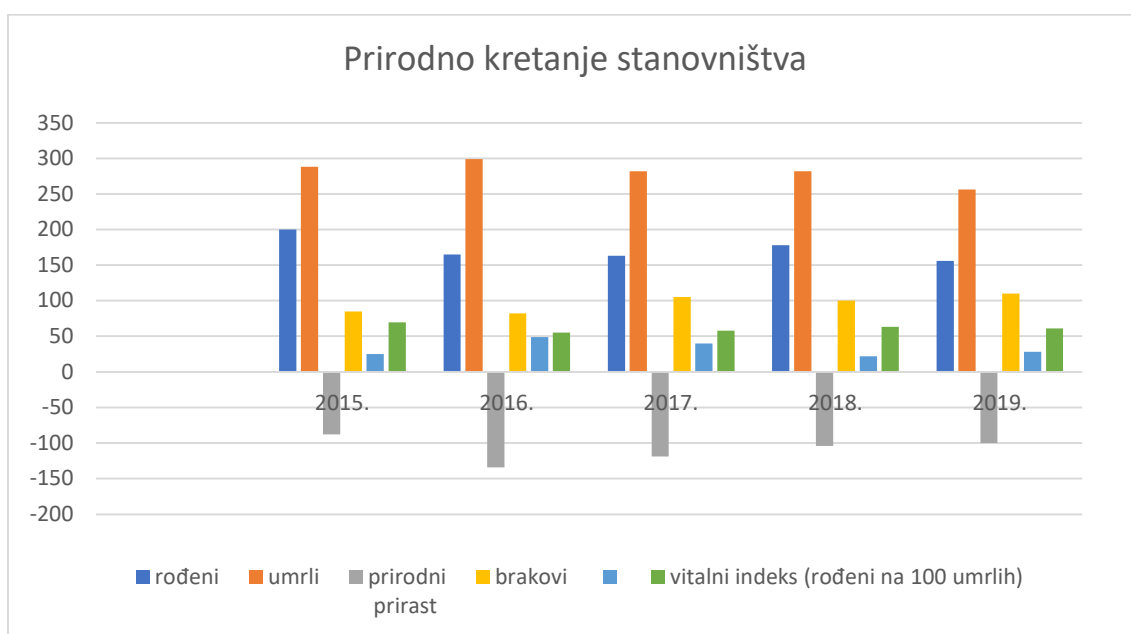
3.2.1. Prirodno kretanje stanovništva

Iz analize prirodnog kretanja stanovništva u proteklom razdoblju evidentirano je da Grad Križevci ima negativan prirodni priraštaj koji iznosi između -88 i -134 osoba godišnje. U Tablici 2. prikazano je prirodno kretanje stanovništva Grada.

Tablica 2. Prirodno kretanje stanovništva Grada Križevaca od 2015. do 2019.

godina	rođeni	umrli	prirodni prirast	brakovi		vitalni indeks (rođeni na 100 umrlih)
				sklopljeni	razvedeni	
2015.	200	288	-88	85	25	69,4
2016.	165	299	-134	82	49	55,2
2017.	163	282	-119	105	40	57,8
2018.	178	282	-104	100	22	63,1
2019.	156	256	-100	110	28	60,9
2015. - 2019. ukupno	862	1407	-545	482	164	61,3

Izvor: [10]



Grafikon 1. Prirodno kretanje stanovništva od 2015. do 2019.

Izvor: [10]

Grafikon 1. prikazuje broj rođene djece u razmatranom razdoblju prosječno iznosi 172 godišnje, pri čemu je najviše djece rođeno 2015. godine čak 200 djece, a najmanje 2017. godine samo 163 djeteta. Stopa nataliteta (rođeni po 1.000 stanovnika) od 2015. do 2019. godine iznosila je prosječno 8,2%. Broj umrlih od 2015. do 2019. godine je prosječno 281 osoba godišnje, pri čemu je najviše umrlih u 2016. godini čak 299, a najmanje 2019. godine oko 256 osoba. Stopa mortaliteta (umrli na 1.000 stanovnika) u razmatranom razdoblju iznosila je prosječno 13,3%. Prirodni prirast stanovništva Grada Križevaca u razmatranom razdoblju od 2015. do 2019. godine kontinuirano je negativan i ukupno iznosi -545 osoba, odnosno prosječno 109 osoba godišnje. Negativni prirodni prirast naročito je izražen u 2016. godini kada je iznosio -134 osobe, odnosno vitalni indeks (rođeni na 100 umrlih) bio je 55,2 [10].

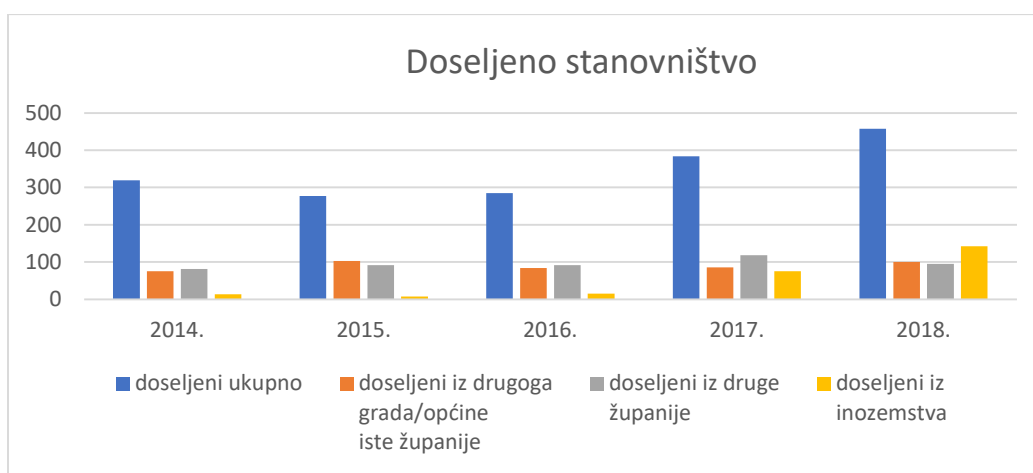
3.2.2. Doseljeno i odseljeno stanovništvo

Grad Križevci u razdoblju od 2014. do 2018. godine ima kontinuirano negativan migracijski saldo koji iznosi prosječno -96 osoba godišnje. U Tablici 3. prikazano je doseljeno i odseljeno stanovništvo Grada.

Tablica 3. Doseljeno i odseljeno stanovništvo Grada Križevaca od 2014. do 2018. godine

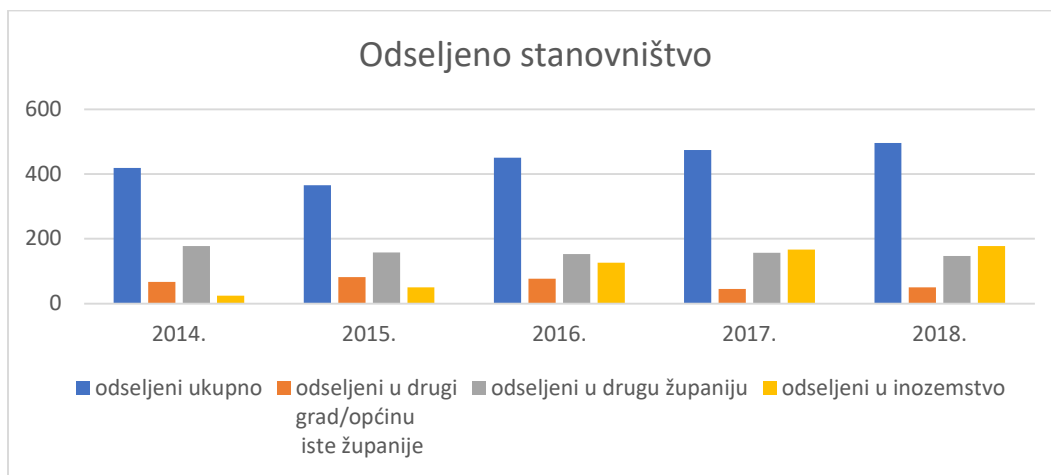
godina	doseljeni				odseljeni				ukupno razlika doseljeni/odseljeni
	ukupno	iz drugoga grada/općine iste županije	iz druge županije	iz inozemstva	ukupno	u drugi grad/općinu iste županije	u drugu županiju	u inozemstvo	
2014.	319	75	81	13	419	67	178	24	-100
2015.	277	103	92	7	365	82	158	50	-88
2016.	285	84	92	15	450	77	153	126	-165
2017.	384	86	118	75	474	45	157	167	-90
2018.	458	100	95	142	496	50	147	178	-38
2014.-2018. ukupno	1723	448	478	252	2204	321	793	545	-481

Izvor: [11]



Grafikon 2. Doseljeno stanovništvo od 2014. do 2018.

Izvor: [11]



Grafikon 3. Odseljeno stanovništvo od 2014. do 2018.

Izvor: [11]

Grafikoni 2. i 3. u proteklom razdoblju prikazuju da se iz inozemstva doselilo 252 osobe, a u inozemstvo je odselilo 545 osoba. Saldo vanjske migracije u razdoblju od 2014. do 2018. godine je negativan i iznosio je -293 osoba, odnosno čak -59 osoba godišnje. U razdoblju od 2014. do 2017. godine doselilo se iz drugih županija 478 osoba, a u druge županije je odselilo 793 osobe. Iz drugih jedinica lokalne samouprave Koprivničko-križevačke županije doselilo se 448 osoba, a odselilo 321 osoba. Razlika do ukupnog broja doseljenih/odseljenih odnosi se na preseljenja među naseljima Grada Križevaca. Iako raspoloživi podaci zbog razlike u metodologiji nisu u potpunosti neposredno usporedivi, uzimajući u obzir objavljene podatke Državnog zavoda za statistiku o prirodnom prirastu i migracijama stanovništva, procjena ukupnog broja stanovnika Grada Križevaca, ukazuje da se kontinuirani pad broja stanovnika nakon popisa 2011. godine i dalje nastavlja [11].

3.3. Analiza pješačkih i biciklističkih staza

U predmetnoj ulici postoji pješačko – biciklistička staza. Koja je prošle godine odnosno 2019. godine izgrađena kroz cijele Križevce, a staze se nadovezuju na postojeće biciklističke staze od željezničke stanice i protežu do gradskog groblja. Pješačko – biciklistička staza je dužine od 4,35 km i širine od 3 m, za nesmetano kretanje biciklista i pješaka istovremeno. U promatranj Ulici kralja Tomislava cijela pješačko – biciklistička staza je odvojena zelenim pojasom te sigurna za kretanje po istoj. Projekt je financirala EU bespovratnim sredstvima 85%, a Grad Križevci samo ostalih 15%, vrijednost projekta bila je 1.560.000 eura. Na Slici 5. prikazana je mreža izgrađene pješačko - biciklističke staze. Pješačka zona se nalazi u samom centru grada u blizini prvog raskrižja na privozu sjever-jug te je prikazana na Slici 6. i označena bijelom bojom [12].



Slika 5. Pješačko – biciklistička staza

Izvor: [12]



Slika 6. Prikaz pješačke zone

Izvor:[14]

3.4. Analiza parkirališnih površina

Javna parkirališta mogu biti s naplatom ili bez naplate, ograničenog ili neograničenog vremena parkiranja te stalna ili privremena. Stalna javna parkirališta su parkirališta na kojima se parkiranje naplaćuje tijekom cijele kalendarske godine. Privremena javna parkirališta su parkirališta na kojima se parkiranje naplaćuje tijekom privremene regulacije prometa, organizacije prigodnih manifestacija, priredbi i slično [13].

Parkirališta u Gradu Križevcima su pod petogodišnjom koncesijom zagrebačke tvrtke Tillia kojoj koncesija istječe 2020. godine. Grad Križevci imaju javna parkirališta u dvije zone. U prvoj zoni je 90 parkirališnih mjesta i 5 mjesta za osobe s invaliditetom. U prvu zonu spadaju ulice: Trg Josipa Jurja Strossmayera, Ulica bana Josipa Jelačića do raskrižja s Trgom bana Lackovića, Trg Silvija Strahimira Kranjčevića i Ulica Mojsija Baltića te je cijena naknade 4 kn po satu. U drugu zonu spada 253 parkirališnih mjesta i dodatnih 18 mjesta za osobe s invaliditetom. U drugu zonu spadaju ulice: Trg Milutina Mayera, Ulica Petra Preradovića, Ulica kralja Tomislava, Ulica Matije Gupca, Svetokriška ulica, Trg bana Lackovića, Ulica Ljudevita Gaja, Ulica Petra Zrinskog, Obrtnička ulica, Frankopanska ulica, istočni kolnik Trga Ivana Mažuranića i Ulica Augusta Šenoae, gdje naknada za parkiranje košta 2 kn po satu. Naplata se vrši radnim danom za I. zonu od 8 do 17 sati i za II. zonu od 8 do 16 sati, subotom od 8 do 13 sati, a nedjeljom i blagdanom se parking ne naplaćuje [13].

Prodaja parkirališnih karata obavlja se:

- automatizirano putem parkirališnih automata (ubacivanjem kovanica u parkirališni automat)
- mobilnim telefonom (prijemom SMS poruke o plaćenju parkirališnoj satnoj karti)
- na blagajni Organizatora parkiranja (dnevne, mjesečne ili godišnje parkirališne karte) [13].

Na promatranom raskrižju 1. Ulica kralja Tomislava – Ulica Petra Zrinskog – Trg Svetog Florijana – Trg Josipa Jurja Strossmayera parkirališta se nalaze pola u I., a pola u II. zoni naplate. Gdje se još nalaze i dva privatna parkirališta koja se ne naplaćuju, a to su parking od Trgovačkog centra KTC i parking od Hotela Kalnik gdje se smiju parkirati samo kupci i gosti. Na Slici 7. prikazana su parkirna mjesta s naplatom označena plavom bojom i bez naplate označena bijelom bojom.



Slika 7. Parkirališna mjesta s naplatom i bez

Izvor:[14]

Na promatranom raskrižju 2. Ulice kralja Tomislava koja je glavna i dvije sporedne ulice Ulica Marcela Kiepača i Ulica Ivana Gundulića koje nemaju parkirališnih mjesta koja su pod naplatom te imaju samo parkiralište od Trgovačkog centra Plodine koje se ne naplaćuje. Na Slici 8. prikazano je parkiralište koje se ne naplaćuje i označeno bijelom bojom.



Slika 8. Parkiralište bez naplate

Izvor: [14]

Promatrano raskrižje 3. Ulica kralja Tomislava i Bjelovarska ulica se također nalaze u sustavu naplate parkinga. Ovo raskrižje se nalazi blizu željezničke stanice gdje još nema izgrađenog parkirališnog prostora. Putnici koji dolaze automobilima na vlak se parkiraju na mjesta koja nisu asfaltirana i koja su u budućnosti predviđena za parkiralište. Na Slici 9. prikazano je neasfaltirano područje parkiranja kod željezničke stanice označeno bijelom bojom.



Slika 9. Područje neasfaltiranog parkirališta

Izvor: [14]

3.5. Analiza sigurnosti prometa

U ovom poglavlju će se odrediti stanje sigurnosti cestovnog prometa s obzirom na postojeće statističke podatke vezane za broj prometnih nesreća u Gradu Križevci. Značajan čimbenik kod analize prometnog sustava grada je analiza sigurnosti prometa. Isplativ način sprečavanja prometnih nesreća je istraživanje problema sigurnosti na cestama. Takav način je bitan i za gospodarski razvoj s obzirom na to da troškovi prometnih nesreća čine značajan postotak bruto domaćeg proizvoda (BDP-a) [6].

Kako bi se utvrdili kritični elementi prometnog sustava s aspekta sigurnosti odvijanja prometa potrebno je izvršiti detaljnu analizu sigurnosti odvijanja prometa.

U tu svrhu analiziraju se sljedeći podaci:

- broj i vrsta prometnih nesreća [6].

Prometna nesreća je događaj na cesti 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. Nije prometna nesreća kada je radno vozilo, radni stroj, moto kultivator, traktor ili zaprežno vozilo krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu sletjelo s nerazvrstane ceste ili se prevrnulo ili udarilo u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta [15].

Policijska postaja Križevci ustupila je podatke o prometnim nesrećama na području Grada Križevaca i predmetne ulice u razdoblju od posljednjih pet godina.

Posljedice prometnih nesreća mogu biti:

- s poginulim osobama
- s ozlijeđenim osobama
- s materijalnom štetom

Težine tjelesnih ozljeda:

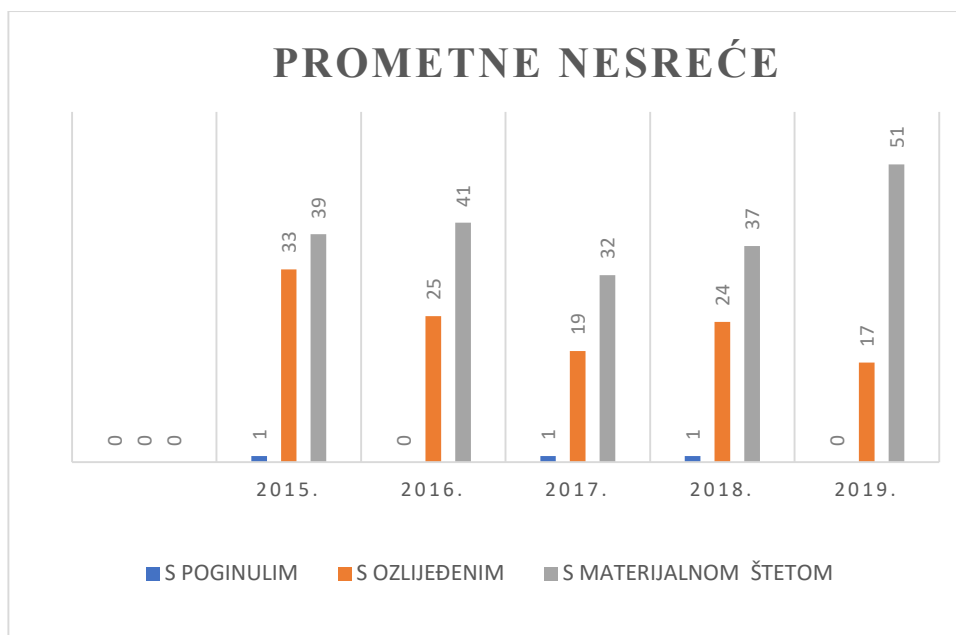
- lakše ozlijeđene osobe
- teže ozlijeđene osobe
- smrtno stradale osobe

U Tablici 4. prikazani su podaci broja prometnih nesreća na području Grada Križevaca u razdoblju od pet godina te u Tablici 5. težine tjelesnih ozljeda.

Tablica 4. Broj prometnih nesreća na području Grada Križevaca u razdoblju od pet godina

Godina	Prometne nesreće			UKUPNO
	S POGINULIM OSOBAMA	S OZLIJEĐENIM OSOBAMA	S MATERIJALNOM ŠTETOM	
2015.	1	33	39	73
2016.	0	25	41	66
2017.	1	19	32	52
2018.	1	24	37	62
2019.	0	17	51	68

Izvor: [15]



Grafikon 4. Prikaz prometnih nesreća unazad pet godina

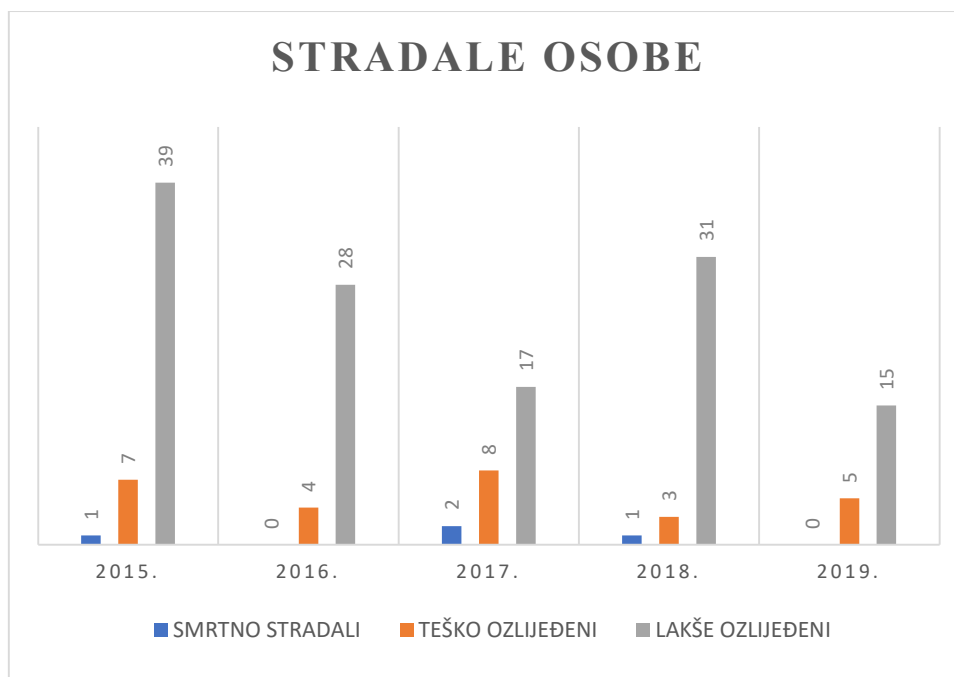
Izvor: [15]

U Grafikonu 4. je vidljivo da je poginulih osoba bilo u 2015., 2017. i 2018. godini po jedna osoba u svakoj godini. Ozlijeđenih osoba je najviše bilo 2015. godine čak 33, a najmanje 2019. godine oko 17. S materijalnom štetom ih je najviše bilo 2019. godine 51, a najmanje 2017. godine oko 32.

Tablica 5. Broj prometnih nesreća prema stradalim osobama

Godina	Stradale osobe			UKUPNO
	SMRTRNO STRADALI	TEŠKO OZLIJEĐENI	LAKŠE OZLIJEĐENI	
2015.	1	7	39	47
2016.	0	4	28	32
2017.	2	8	17	27
2018.	1	3	31	35
2019.	0	5	15	20

Izvor: [15]



Grafikon 5. Prikaz stradalih osoba unazad pet godina

Izvor: [15]

U Grafikonu 5. prikazane su stradale osobe u posljednjih pet godina gdje ih je najviše smrtno stradalo u 2017. godini 2, a godine 2016. i 2019. niti jedna osoba. Teško ozlijeđenih je najviše bilo 2017. godine 8. a najmanje 2018. samo 3. Lakše ozlijeđenih je najviše bilo 2015. godine oko 39, a najmanje 2017. godine 17.

Također je i analiziran broj prometnih nesreća po raskrižjima u Ulici kralja Tomislava koji je prikazan u sljedećim Tablicama 6. i 7.

Tablica 6. Broj prometnih nesreća na predmetnim raskrižjima u Ulici kralja Tomislava

		Prometne nesreće				
1.	Ulica kralja Tomislava - Trg J.J. Strossmayera - Ulica Petra Zrinskog - Trg Svetog Florijana	Godina	S POGINULIM OSOBAMA	S OZLIJEĐENIM OSOBAMA	S MATERIJALNOM ŠTETOM	UKUPNO
		2015.	0	0	1	1
2016.	0	0	1	1		
2017.	0	0	0	0		
2018.	0	1	1	2		
2019.	0	0	1	1		
2.	Ulica kralja Tomislava - Ulica Ivana Gundulića - Ulica Marcela Kiepacha -	Godina	S POGINULIM OSOBAMA	S OZLIJEĐENIM OSOBAMA	S MATERIJALNOM ŠTETOM	UKUPNO
		2015.	0	1	0	1
2016.	0	0	4	4		
2017.	0	1	4	5		
2018.	0	1	3	4		
2019.	0	0	1	1		
3.	Ulica kralja Tomislava - Bjelovrska ulica	Godina	S POGINULIM OSOBAMA	S OZLIJEĐENIM OSOBAMA	S MATERIJALNOM ŠTETOM	UKUPNO
		2015.	0	0	0	0
2016.	0	0	0	0		
2017.	0	0	1	1		
2018.	0	0	2	2		
2019.	0	0	0	0		

Izvor: [15]

U Tablici 6. prikazane su prometne nesreće po raskrižjima gdje je na raskrižju 1. ozlijeđenih osoba bilo samo jedna i to 2018. godini, a s materijalnom štetom ih je bilo 2015., 2016., 2018. i 2019. godine po jedna osoba. Na raskrižju 2. ozlijeđenih osoba je bilo 2015., 2017. i 2018. godine po jedna osoba. S materijalnom štetom ih je najviše bilo 2016. i 2017. godine po 4, a najmanje 2019. samo jedna osoba. Na raskrižju 3. s materijalnom štetom ih je najviše bilo 2018. godine 2, a najmanje 2017. godine samo jedna osoba. S poginulim osobama nije bilo niti jedne osobe na sva tri raskrižja.

Tablica 7. Broj stradalih osoba na predmetnim raskrižjima u Ulici kralja Tomislava

		Stradale osobe				
1.	Ulica kralja Tomislava - Trg J.J. Strossmayera - Ulica Petra Zrinskog - Trg Svetog Florijana	Godina	SMRTNO STRADALI	TEŠKO OZLIJEĐENI	LAKŠE OZLIJEĐENI	UKUPNO
		2015.	0	0	0	0	0
2016.	0	0	0	0	0	
2017.	0	0	0	0	0	
2018.	0	0	0	1	1	
2019.	0	0	0	0	0	
2.	Ulica kralja Tomislava - Ulica Ivana Gundulića - Ulica Marcela Kiepacha -	Godina	SMRTNO STRADALI	TEŠKO OZLIJEĐENI	LAKŠE OZLIJEĐENI	UKUPNO
		2015.	0	0	1	1
2016.	0	0	0	0	0	
2017.	0	0	0	1	1	
2018.	0	0	0	1	1	
2019.	0	0	0	0	0	
3.	Ulica kralja Tomislava - Bjelovrska ulica	Godina	SMRTNO STRADALI	TEŠKO OZLIJEĐENI	LAKŠE OZLIJEĐENI	UKUPNO
		2015.	0	0	0	0
2016.	0	0	0	0	0	
2017.	0	0	0	0	0	
2018.	0	0	0	0	0	
2019.	0	0	0	0	0	

Izvor: [15]

U Tablici 7. po predmetnim raskrižjima prikazane su stradale osobe te je na raskrižju 1. samo jedna osoba lakše ozlijeđena 2018. godine. Na 2. raskrižju je po jedna lakše ozlijeđena osoba u 2015., 2017. i 2018. godini. Na 3. raskrižju nema niti jedne stradale osobe.

4. ANALIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA U PROMATRANOJ ULICI

U gradovima je najzastupljeniji cestovni promet te su u sustavu cestovnog prometa prisutni najznačajniji prometni problemi, u prometnim studijama gradova najviše pažnje se posvećuje prometnim tokovima cestovnog prometa [6].

Kod prometnog planiranja i projektiranja jedan od glavnih ulaznih podataka je brojanje prometa. Podaci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutnu sliku dinamike prometnih tokova. Takvi podaci se mogu sastojati od informacija kao što su prometna opterećenja na cestovnim prometnicama, struktura prometnog toka, brzina kretanja vozila, razmak između vozila u prometnom toku, smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži, vršna opterećenja o određenim vremenskim rasponima i slično. Iz takvih se podataka dobiva točna slika o prometnim zahtjevima unutar neke zone obrade. Na temelju tih podataka mogu se odrediti budući pravci, rekonstrukcija postojeće prometne infrastrukture i izraditi reorganizacija prometnih tokova [6].

Parametre koje je potrebno odrediti za potrebe brojanja prometa na samom početku je potrebno odrediti zonu obuhvata, nakon toga se utvrđuju točne lokacije na kojima će se izvršiti brojanje prometa. Razlog analiziranja postojećeg stanja je kontrolno brojanje, projektiranje novih prometnica, rekonstrukcija postojećih, određivanje signalnog plana semaforiziranog raskrižja. Potrebno je odrediti vremenske periode unutar kojih će se brojanje provoditi. Brojanje se može provoditi tijekom jednog ili više dana, također je potrebno odrediti vremenske intervale unutar jednog dana ili sati [6].

Podjela načina brojanja promet:

- ručno
- automatsko
- kamerom
- naplatno
- satelitsko
- brojanje vozila prevezenih trajektima
- brojanje na parkirališnim površinama [6].

U radu se brojanje prometa provodilo metodom ručnog brojanja prometa. Takva metoda je najjednostavnija za brojanje na manjim raskrižjima kao što je slučaj u ovom diplomskom radu. Prikazana je šira zona obuhvata promatrane ulice, te će se za točne lokacije analizirati tri raskrižja. Kao mjerodavan dan u tjednu uzet je utorak te se brojanje izvršilo u popodnevnom vršnom satu od 15 do 16 sati. Kao što je navedeno promet je brojan na tri raskrižja u svim smjerovima, interval u kojem se vršilo brojanje je po 15 minuta u vršnom satu. Na Slici 10. prikazane su lokacije raskrižja na kojima se vršilo brojanje prometa označene crvenim kružićem.



Slika 10. Lokacije brojanja prometa u promatranoj ulici

Izvor: [14]

Zbog lakšeg određivanja intenziteta prometnih tokova svaka skupina vozila ponderirana je određenim koeficijentom i svedena je na ekvivalentnu jedinicu automobila oznaka je EJA. Za osobna vozila taj koeficijent iznosi 1, za teška teretna vozila i autobuse iznosi 2, za laka teretna vozila iznosi 1,5 i za motocikle iznosi 0,5. U Tablici 8. prikazano je kako je izgledao brojački listić [6].

Tablica 8. Brojački listić korišten kod ručnog brojanja prometa

LOKACIJA (raskrižje):

SMJER	min	OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
LIJEVO	15						
	30						
	45						
	60						
UKUPNO							
EJA							

SMJER	min	OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
RAVNO	15						
	30						
	45						
	60						
UKUPNO							
EJA							

SMJER	min	OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
DESNO	15						
	30						
	45						
	60						
UKUPNO							
EJA							

4.1. Raskrižje 1: Ulica kralja Tomislava – Ulica Petra Zrinskog – Trg Svetog Florijana – Trg Josipa Jurja Strossmayera

Predmetno raskrižje je četverokrako semaforizirano raskrižje koje se nazali u samom centru grada. Na promatranom raskrižju za upravljanje prometa vozilima na kolniku koriste se semafori, a za promet pješaka koriste se posebni uređaji za davanje znakova prometnim svjetlima crvene i zelene boje te uređaji za davanje zvučnih signala. Na raskrižju je vremenski ograničeno upravljanje prometnim svjetlima. Upravljanje prometom na semaforiziranom raskrižju vrši se stvaranjem signalnog plana. Na analiziranom raskrižju signalni plan se sastoji od dvije faze. Signalna faza predstavlja vremenski period u kojem pojedini prometni tokovi imaju slobodan prolaz raskrižjem.

Na raskrižju glavna prometnica je Ulica Petra Zrinskog na istoku i Trga Svetog Florijana na zapadu kojom prolazi državna cesta D41, na nju se križaju sporedne ceste Ulica kralja Tomislava na jugu i Trg Josipa Jurja Strossmayera sjever. U zoni raskrižja Ulica Petra Zrinskog je izvedena s dva prometna traka u jednom smjeru, za ravno i desno zajedno te je širine od 3m, a za lijeve skretače posebno te je širine 3,25m, i jedan prometni trak u suprotnom smjeru. Trg Svetog Florijana je također izveden s po dva prometna traka u jednom smjeru, za ravno i desno zajedno gdje je širina traka 3m i za lijeve skretače posebno izgrađen trak širine 3,25m. Ova cesta ima dva prometna traka u suprotnom smjeru širine svakog po 3m, te se smije i polukružno okretati. Ova dva smjera su fizički odvojena prometnim otokom. Sporedne ceste Ulica kralja Tomislava i Trg Josipa Jurja Strossmayera su izvedene s po dva prometna traka u jednom smjeru za ravno i desno zajedno i za lijeve skretače posebno kao i kod ostalih cesta, te imaju jedan prometni trak u suprotnom smjeru. Širina prometnih trakova u Ulici kralja Tomislava ista je na sva tri privoza 3,25m, a na Trgu J.J. Strossmayera trak za ravno i desno iznose 3m, trak za lijevo 3,25. i u suprotnom smjeru 3m. Na Slici 11. prikazano je postojeće stanje prvog raskrižja.



Slika 11. Postojeće stanje Ulica kralja Tomislava – Ulica Petra Zrinskog – Trg Svetog Florijana – Trg Josipa Jurja Strossmayera

Izvor: [17]

U sljedećim tablicama prikazana je analiza brojanja prometa po privozima u popodnevnom vršnom satu od 15 do 16 h, dana 19.05.2020. godine. Opterećenje raskrižja je manje nego u prijašnjim godinama zbog trenutne situacije sa COVID 19.

Tablica 9. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera istočni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje: 1 Ulica Petra Zrinskog ISTOK

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
L	15	8	14	5			70
	30	4	2	1			
	45	11	3	0			
	60	10	1	0			
UKUPNO		33	20	6	0	0	
EJA		33	30	12	0	0	75

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	45	1	1			
	30	29	0	1			
	45	49	2	0			
	60	55	0	0			
UKUPNO		178	3	2	0	0	
EJA		178	4,5	4	0	0	186,5

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	6	0	0			
	30	10	0	0			
	45	11	0	0			
	60	16	2	1			
UKUPNO		43	2	1	0	0	
EJA		43	3	2	0	0	48

Prema podacima iz tablice 9. udio teretnog prometa na istočnom privozu iznosi 12%.

Tablica 10. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera zapadni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 1: Trg Sv. Florijana ZAPAD

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
L	15	71	1				56
	30	62	1				
	45	54	2				
	60	51	1				
UKUPNO		238	5	0	0	0	
EJA		238	7,5	0	0	0	245,5

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	60	6	1		0	
	30	51	3	3		2	
	45	40	0	0		0	
	60	43	2	1		0	
UKUPNO		194	11	5	0	2	
EJA		194	16,5	10	0	1,4	221,9

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	34	0				
	30	33	1				
	45	32	0				
	60	25	2				
UKUPNO		124	3	0	0	0	
EJA		124	4,5	0	0	0	128,5

Prema podacima iz tablice 10. udio teretnog prometa na zapadnom privozu iznosi 4%.

Tablica 11. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera sjeverni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 1: Trg J.J. Strossmayera SJEVER

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
L	15	9	2				66
	30	11	2				
	45	5	2				
	60	12	2				
UKUPNO		37	8	0	0	0	
EJA		37	12	0	0	0	49

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	37	3				
	30	24	1				
	45	25	0				
	60	24	10				
UKUPNO		110	14	0	0	0	
EJA		110	21	0	0	0	131

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	58	1			1	
	30	44	2			0	
	45	43	2			0	
	60	38	2			0	
UKUPNO		183	7			1	
EJA		183	10,5	0	0	0,7	194,2

Prema podacima iz tablice 11. udio lakog teretnog prometa na sjevernom privozu iznosi 9%.

Tablica 12. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera južni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 1: Ulica kralja Tomislava JUG

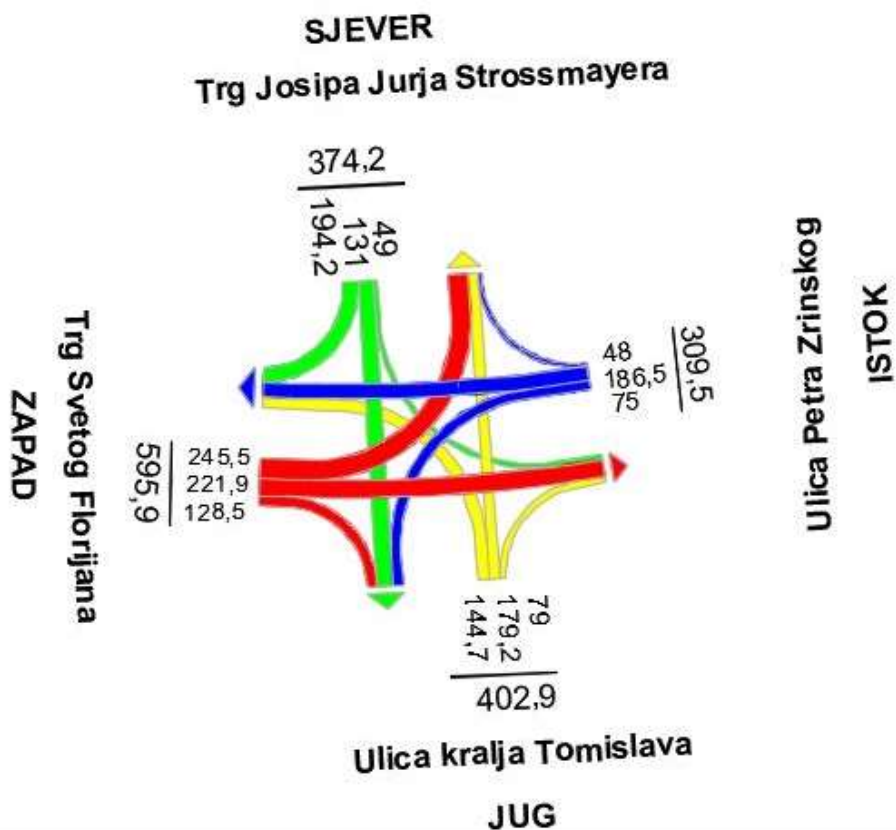
SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
L	15	55	1	3		0	60
	30	27	3	0		1	
	45	20	1	0		0	
	60	27	1	0		0	
UKUPNO		129	6	3	0	1	
EJA		129	9	6	0	0,7	144,7

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	54	0	0		0	
	30	45	3	1		0	
	45	42	2	1		1	
	60	44	0	0		0	
UKUPNO		185	5	2	0	1	
EJA		185	7,5	4	0	0,7	197,2

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	17	2	1			
	30	14	2	5			
	45	15	0	2			
	60	9	0	1			
UKUPNO		55	4	9	0	0	
EJA		55	6	18	0	0	79

Prema podacima iz tablice 12. udio teškog teretnog prometa na južnom privozu iznosi 8%.

Na Slici 12. grafički je prikazano prometno opterećenje prvog raskrižja.

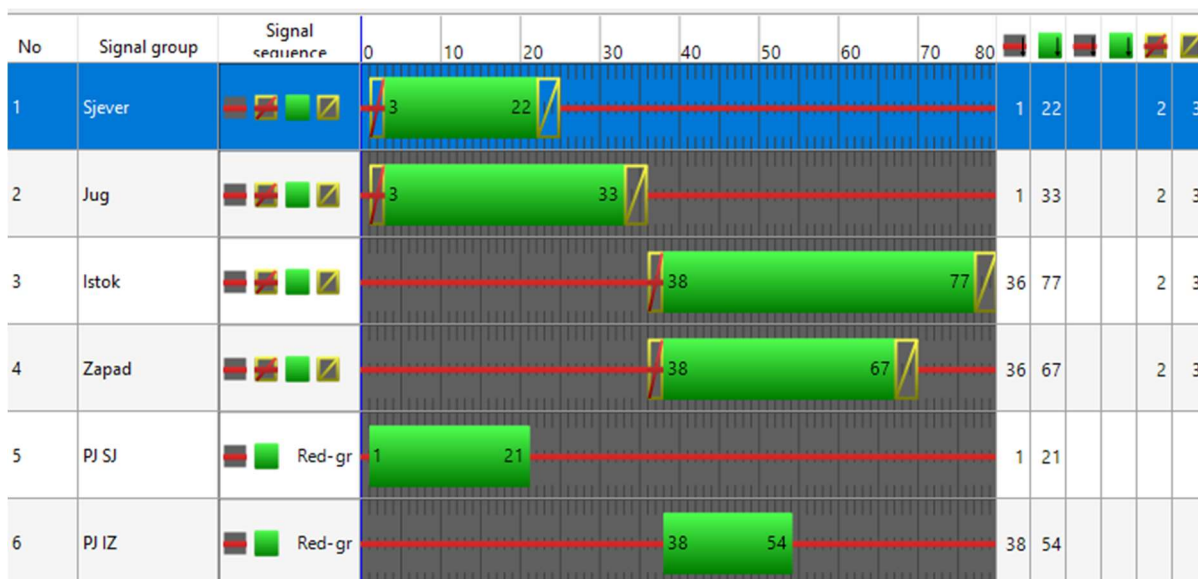


Slika 12. Grafički prikaz opterećenja u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera

Izvor: [17]

U sklopu analize brojanja prometa napravljene su simulacije postojećeg stanja u simulacijskim alatima SIDRA Intersection i PTV Vissim.

Postojeće stanje je semaforizirano u dvije faze. Prva faza je istok-zapad ujedno i glavna prometnica na kojoj je trajanje zelenog svijetla na istočnom privozu u trajanju od 39 s, a na zapadnom privozu 29 s, druga faza je sjever – jug koja je sporedna prometnica na kojoj je trajanje zelenog svijetla na sjevernom privozu 19 s, a na južnom 30 s. Žuto svijetlo traje 3s, a crveno-žuto 2s. Ciklus cijelog raskrižja je 80s. Na Slici 13. u simulacijskom alatu PTV Vissim prikazan je signalni plan postojećeg stanja.



Slika 13. Signalni plan postojećeg stanja promatranog raskrižja

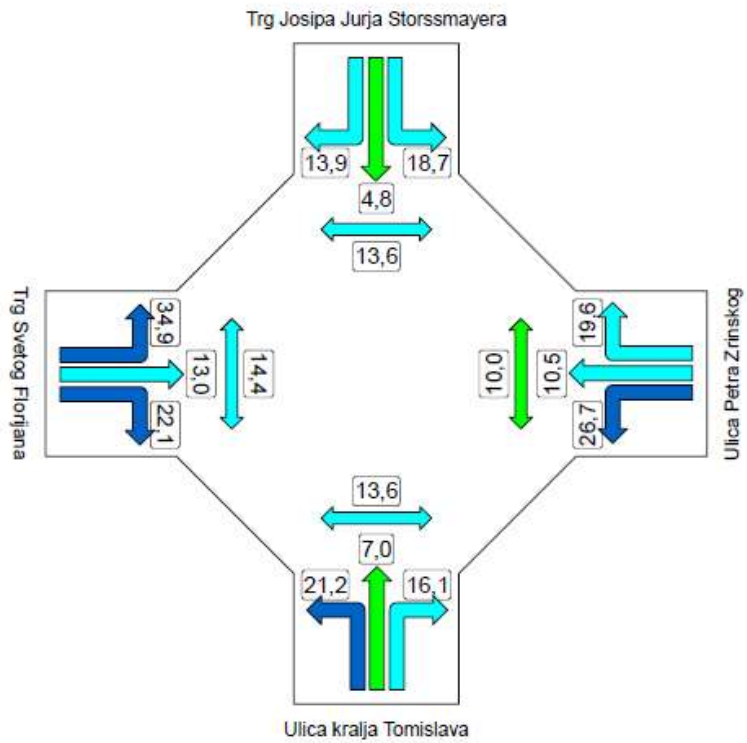
Razina usluge se može definirati kao kvalitativna veličina koja opisuje uvjete unutar prometnog toka, u smislu veličina kao što su brzina i vrijeme putovanja, sloboda manevriranja prometna zagušenja, pogodnost i udobnost. Razina usluge definira se u šest kategorija od A do F. Razina usluge A predstavlja najpovoljnije uvjete, a F najlošije uvjete. Zbog utjecaja na okoliš, visoke cijene i ostalih uvjeta prilično je teško ostvariti razinu usluge A. Razinu usluge računamo po tablici iz HCM-a za semaforizirana raskrižja te je prikazana u Tablici 13 [18].

Tablica 13. Razina uslužnosti semaforiziranog raskrižja

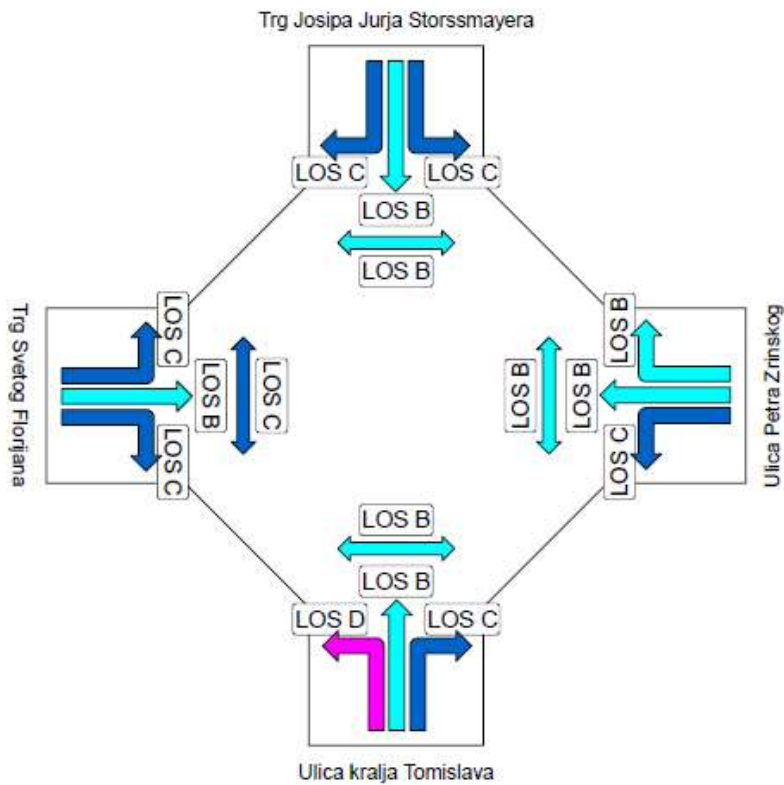
Semaforizirano raskrižje	
Razina uslužnosti	Prosječno vrijeme čekanja d [s/voz]
A	0 -10
B	> 10 - 20
C	> 20 - 35
D	> 35 - 55
E	> 55 - 80
F	> 80

Izvor: [19]

U simulacijskom alatu SIDRA Intersection unijeli smo dobivene podatke kako bi dobili prosječno vrijeme kašnjenja i razinu usluge koju ona sama računa na predmetnom prvom raskrižju koja je prikazana na Slici 14. i 15.



Slika 14. Prosječno vrijeme kašnjenja na prvom raskrižju

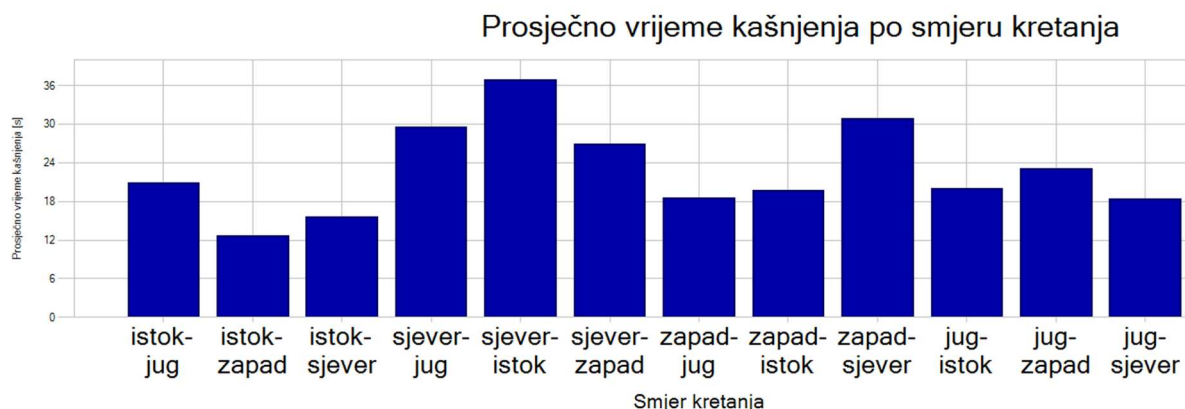


Slika 15. Razina usluge postojećeg stanja prvog raskrižja

Također smo te iste podatke unijeli i u simulacijski alat PTV Vissim te su podaci prikazani na Slici 16. i 17.

Movement	QLen	VehDelay	LOS(All)	Vehs(All)	StopDelay(A)	EmissionsCO
1 - 11: Ulica Petra Zrinskog ulaz@12.7 - 2: Ulica kralja Tomislava izlaz@17.1	5.13	20.87	LOS_C	68	12.61	67.691
1 - 11: Ulica Petra Zrinskog ulaz@12.7 - 6: Trg Svetog Florijana izlaz@14.6	5.13	12.66	LOS_B	177	7.37	112.228
1 - 11: Ulica Petra Zrinskog ulaz@12.7 - 8: Ulica Josipa Jurja Strossmayera iz	5.13	15.66	LOS_B	30	8.07	85.359
1 - 13: Ulica Josipa Jurja Strossmayera ulaz@5.8 - 2: Ulica kralja Tomislava iz	15.82	29.50	LOS_C	141	20.49	149.309
1 - 13: Ulica Josipa Jurja Strossmayera ulaz@5.8 - 3: Ulica Petra Zrinskog izl	15.82	36.87	LOS_D	47	24.14	69.965
1 - 13: Ulica Josipa Jurja Strossmayera ulaz@5.8 - 6: Trg Svetog Florijana izla	15.82	26.89	LOS_C	185	17.99	184.768
1 - 14: Trg Svetog Florijana ulaz@13.2 - 2: Ulica kralja Tomislava izlaz@17.1	15.08	18.50	LOS_B	119	12.28	90.887
1 - 14: Trg Svetog Florijana ulaz@13.2 - 3: Ulica Petra Zrinskog izlaz@12.0	15.08	19.80	LOS_B	192	12.92	164.752
1 - 14: Trg Svetog Florijana ulaz@13.2 - 6: Trg Svetog Florijana izlaz@14.6	15.08		LOS_A	0		0.000
1 - 14: Trg Svetog Florijana ulaz@13.2 - 8: Ulica Josipa Jurja Strossmayera izl	15.08	30.94	LOS_C	256	17.15	434.789
1 - 10016: Ulica kralja Tomislava@0.5 - 3: Ulica Petra Zrinskog izlaz@12.0	8.76	20.01	LOS_C	67	13.61	52.848
1 - 10016: Ulica kralja Tomislava@0.5 - 6: Trg Svetog Florijana izlaz@14.6	8.76	23.09	LOS_C	152	11.50	160.415
1 - 10016: Ulica kralja Tomislava@0.5 - 8: Ulica Josipa Jurja Strossmayera izl	8.76	18.34	LOS_B	193	11.47	151.731

Slika 16. Prikaz rezultata u simulacijskom alatu PTV Vissim za postojeće stanje prvog raskrižja



Slika 17. Prikaz grafikona iz simulacijskog alata PTV Vissim za prosječno vrijeme kašnjenja prvog raskrižja

Usporedbom dva simulacijska alata SIDRA Intersection i PTV Vissim može se zaključiti da se dobiveni rezultati razlikuju u nekim segmentima u razini usluge i u vremenu kašnjenja. Kod SIDRA Intersection najlošija je razina usluge D na sporednoj cesti Ulice kralja Tomislava lijevi privoz, a kod PTV Vissim-a najlošija razina usluge je također D na sporednom privozu ali ulica Trga J.J. Strossmayera lijevi privoz. Kritični smjer na ovom raskrižju je glavna cesta Trg Svetog Florijana i Ulica Petra Zrinskog lijevi privoz u oba programa razina usluge je C. Prosječno vrijeme kašnjenja iz SIDRE Intersection je na kritičnom lijevom privozu zapad s 34.9s i istok s 26,7s što je i najveće vrijeme kašnjenja na privozima. U PTV Vissim-u na grafikonu je prikazano da ponajveće prosječno vrijeme kašnjenja ima smjer sjever na svim privozima, a na lijevom privozu je najveće i također zapad na lijevom privozu kao i kod SIDRE Intersection.

4.2. Raskrižje 2: Ulica kralja Tomislava - Ulica Ivana Gundulića - Ulica Marcela Kiepacha

Predmetno raskrižje je četverokrako raskrižje regulirano prometnim znakovima. Ulica kralja Tomislava je cesta s prednošću prolaska odnosno na državnoj cesti D22, koja je u zoni raskrižja izvedena u oba smjera s po jednim prometnim trakom. Jedan prometni trak je kombiniran za ravno, desno i lijevo skretanje, te je jedan trak u suprotnom smjeru. Okomito na nju pružaju se lokalne ceste Ulica Ivana Gundulića i ulica Marcela Kiepacha koje imaju kombinirani trak za ravno, desno i lijevo skretanje te oni nisu odvojeni niti posebno izgrađeni, imaju i jedan trak za suprotan smjer. Na predmetom raskrižju izvedena su samo tri pješačka prijelaza na sjevernom, južnom i zapadnom dijelu, a na istočnom privozu nije izveden pješački prijelaz. Zbog navedenog nedostatka pješačkog prijelaza se pješaci ne mogu sigurno kretati po istočnom privozu. Na glavnoj prometnici Ulici kralja Tomislava širina prometnih trakova je 3,5m u oba smjera, a na suprotnim privozima Ulici Ivana Gundulića i Ulici Marcela Kiepacha je 3m u oba smjera. Na Slici 18. prikazano je postojeće stanje drugog raskrižja.



Slika 18. Postojeće stanje Ulica kralja Tomislava - Ulica Ivana Gundulića - Ulica Marcela Kiepacha

Izvor: [17]

U sljedećim tablicama prikazana je analiza brojanja prometa po privozima u popodnevnom vršnom satu zbog većeg opterećenja raskrižja.

Tablica 14. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha istočni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 2: Ulica Ivana Gundulića ISTOK

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
L	15	20	1	0			
	30	15	2	1			
	45	10	0	0			
	60	11	0	0			
UKUPNO		56	3	1	0	0	
EJA		56	4,5	2	0	0	62,5

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	42	2				
	30	23	2				
	45	18	0				
	60	12	0				
UKUPNO		95	4	0	0	0	
EJA		95	6	0	0	0	101

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	22	0				
	30	20	0				
	45	17	0				
	60	14	1				
UKUPNO		73	1	0	0	0	
EJA		73	1,5	0	0	0	74,5

Prema podacima iz tablice 9. udio teretnog prometa na istočnom privozu iznosi 4%.

Tablica 15. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha zapadni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 2: Ulica Marcela Kiepacha ZAPAD

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
L	15	13	2				9
	30	28	2				
	45	15	1				
	60	20	0				
UKUPNO		76	5	0	0	0	
EJA		76	7,5	0	0	0	83,5

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	22	2	0			
	30	29	0	0			
	45	22	0	2			
	60	23	0	0			
UKUPNO		96	2	2	0	0	
EJA		96	3	4	0	0	103

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	13	1	0			
	30	16	0	1			
	45	10	0	0			
	60	15	0	0			
UKUPNO		54	1	1	0	0	
EJA		54	1,5	2	0	0	57,5

Prema podacima iz tablice 15. udio teretnog prometa na zapadnom privozu iznosi 5%

Tablica 16. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha sjeverni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 2: Ulica kralja Tomislava SJEVER

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
L	15	24	3				4
	30	25	0				
	45	16	1				
	60	15	0				
UKUPNO		80	4	0	0	0	
EJA		80	6	0	0	0	86

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	105	3	4			
	30	85	6	2			
	45	75	2	0			
	60	80	4	0			
UKUPNO		345	15	6	0	0	
EJA		345	22,5	12	0	0	379,5

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	28	1	0			
	30	25	0	0			
	45	20	0	0			
	60	17	0	0			
UKUPNO		90	1	0	0	0	
EJA		90	1,5	0	0	0	91,5

Prema podacima iz tablice 16. udio teretnog prometa na sjevernom privozu iznosi također 5%.

Tablica 17. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha južni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 2: Ul. kralja Tomislava JUG

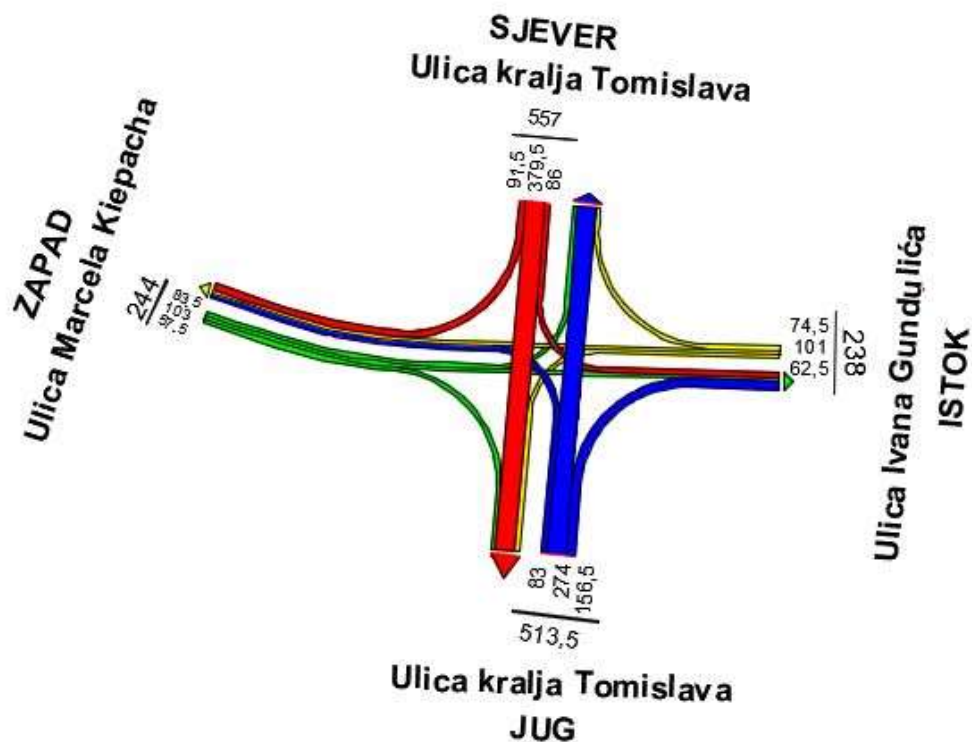
SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	PJEŠACI
L	15	26	2				3
	30	20	0				
	45	19	0				
	60	15	0				
UKUPNO		80	2	0	0	0	
EJA		80	3	0	0	0	83

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	66	3	4			
	30	56	4	4			
	45	55	3	2			
	60	57	2	1			
UKUPNO		234	12	11	0	0	
EJA		234	18	22	0	0	274

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	55	3	0			
	30	35	2	1			
	45	28	2	0			
	60	26	0	0			
UKUPNO		144	7	1	0	0	
EJA		144	10,5	2	0	0	156,5

Prema podacima iz tablice 17. udio teretnog prometa na južnom privozu iznosi 7%.

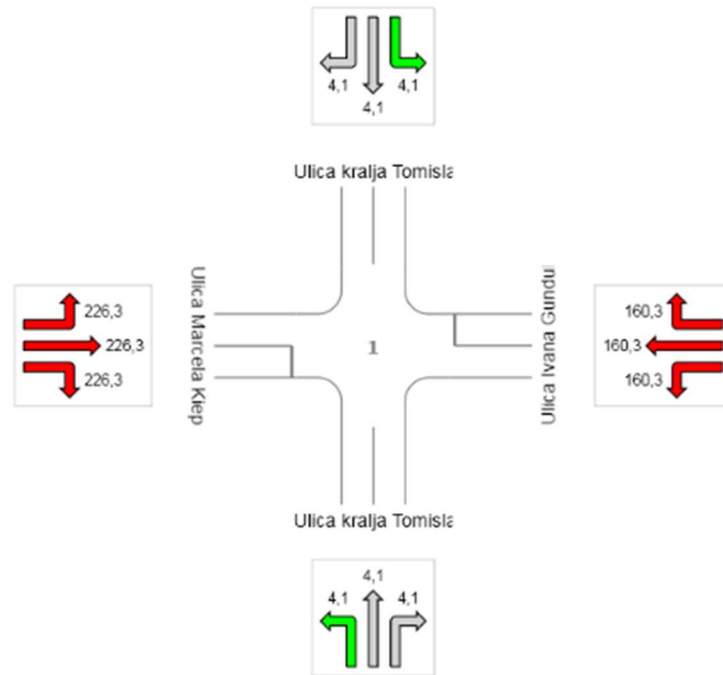
Na Slici 19. grafički je prikazano prometno opterećenje drugog raskrižja.



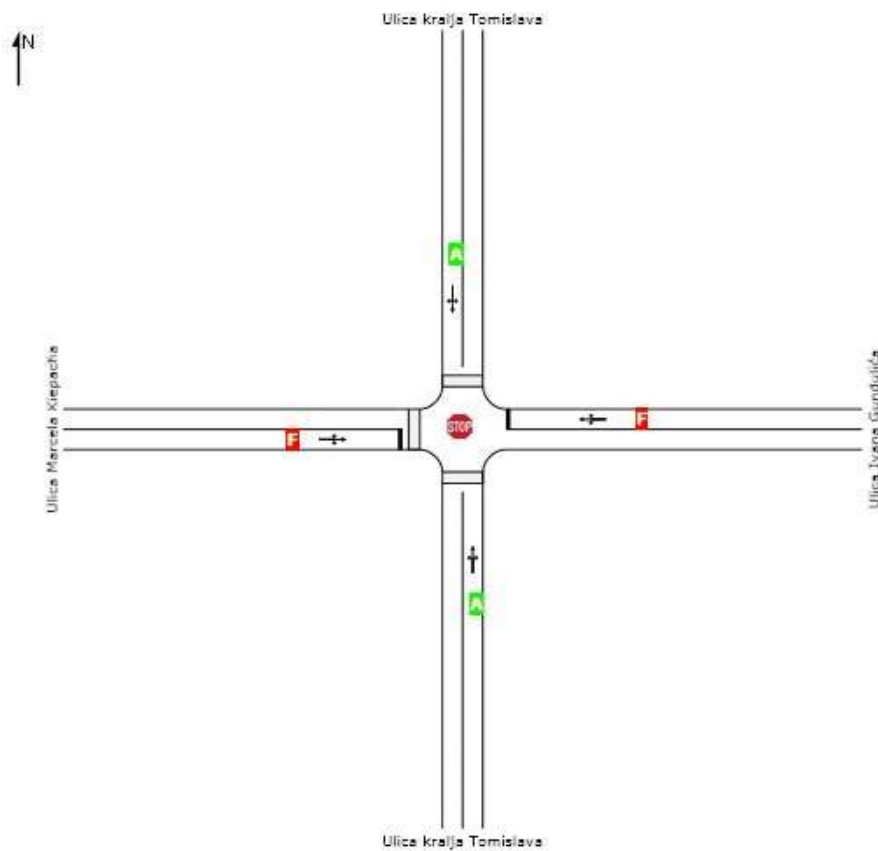
Slika 19. Grafički prikaz opterećenja u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha

Izvor: [17]

Također smo u simulacijskom alatu SIDRA Intersection unijeli dobivene podatke kako bi dobili prosječno vrijeme kašnjenja i razinu usluge na predmetnom drugom raskrižju koje je prikazana na Slici 20. i 21.



Slika 20. Prosječno vrijeme kašnjenja na drugom raskrižju



Slika 21. Razina usluge postojećeg stanja drugog raskrižja

Također smo te iste podatke unijeli i u simulacijski alat PTV Vissim te su podaci prikazani na Slici 22. i 23.

Movement	QLen	VehDelay(s)	LOS(All)	Stops(%)	EmissionsCO
3 - 2: Ulica Marcela Kiepača ulaz@115.0 - 4: Ulica Ivana Gundulića izlaz@27.8	2.68	14.34	LOS_B	1.06	136.959
3 - 2: Ulica Marcela Kiepača ulaz@115.0 - 6: Ulica kralja Tomislava Sjever izlaz@25.4	2.68	22.66	LOS_C	1.46	45.010
3 - 2: Ulica Marcela Kiepača ulaz@115.0 - 7: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz@19.5	2.68	9.64	LOS_A	0.53	47.643
3 - 3: Ulica Ivana Gundulića ulaz@82.4 - 1: Ulica Marcela Kiepača izlaz@27.6	4.90	15.39	LOS_C	1.04	93.671
3 - 3: Ulica Ivana Gundulića ulaz@82.4 - 6: Ulica kralja Tomislava Sjever izlaz@25.4	6.34	9.08	LOS_A	0.53	52.152
3 - 3: Ulica Ivana Gundulića ulaz@82.4 - 7: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz@19.5	4.33	22.76	LOS_C	2.12	100.083
3 - 5: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@96.6 - 1: Ulica Marcela Kiepača izlaz@27.6	0.67	2.82	LOS_A	0.14	32.964
3 - 5: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@96.6 - 4: Ulica Ivana Gundulića izlaz@27.8	0.67	4.63	LOS_A	0.39	33.189
3 - 5: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@96.6 - 7: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz@19.5	0.67	2.60	LOS_A	0.13	147.870
3 - 17: Ulica kralja Tomislava JUG ulaz@173.3 - 1: Ulica Marcela Kiepača izlaz@27.6	3.94	10.29	LOS_B	0.70	48.061
3 - 17: Ulica kralja Tomislava JUG ulaz@173.3 - 4: Ulica Ivana Gundulića izlaz@27.8	3.94	8.02	LOS_A	0.42	72.666
3 - 17: Ulica kralja Tomislava JUG ulaz@173.3 - 6: Ulica kralja Tomislava Sjever izlaz@	3.94	7.83	LOS_A	0.26	98.317

Slika 22. Prikaz rezultata u simulacijskom alatu PTV Vissim za postojeće stanje drugog raskrižja



Slika 23. Prikaz grafikona iz simulacijskog alata PTV Vissim za prosječno vrijeme kašnjenja drugog raskrižja

Usporedbom dva simulacijska alata SIDRA Intersection i PTV Vissim može se zaključiti da se dobiveni rezultati razlikuju u nekim segmentima u razini usluge i u vremenu kašnjenja. Kod SIDRA Intersection najlošija je razina usluge F na sporednim cestama Ulice Ivana Gundulića i Ulice Marcela Kiepača, a kod PTV Vissim-a najlošija razina usluge je D na sporednom privozu lijevo skretanje Ulica Ivana Gundulića u Ulicu Kralja Tomislava jug. Kritični smjerovi na ovom raskrižju u sporedne ceste Ulica Ivana Gundulića i Ulica Marcela Kiepača gdje je u SIDRI točno stanje na postojećem stanju gdje je razina usluge F i gdje je prosječno vrijeme kašnjenja također najveće. U PTV Vissim-u na grafikonu je također vrijeme kašnjenja veliko na sporednim cestama lijevi privozi u oba smjera.

4.3. Raskrižje 3: Ulica kralja Tomislava – Bjelovarska ulica

Predmetno raskrižje je trokrako raskrižje regulirano također prometnim znakovima. Ulica kralja Tomislava i Bjelovarska ulica su križanje cestovno – željezničkog prijelaza te je to ujedno i glavna cesta na koju se priključuje Ulica kralja Tomislava jug koja je sporedna cesta te koja vodi do željezničkog kolodvora Križevci. Cestovno – željeznički prijelaz je reguliran rampom s polubranicama, svjetlosnim i zvučnim signalima. Cesta ima po jedan privoz u oba smjera. Na sporednoj cesti nema posebno izgrađenog traka za lijeva i desna skretanja. Glavna prometnica je Ulica kralja Tomislava i Bjelovarska ulica širina prometnih trakova u oba smjera je 3,5m, a na sporednom privozu 3m. Slika 20. prikazuje postojeće stanje trećeg raskrižja na kojem je crvenim kružićem označen cestovno-željeznički prijelaz.



Slika 24. Postojeće stanje Ulica kralja Tomislava – Bjelovarska ulica

Izvor: [17]

U sljedećim tablicama prikazana je analiza brojanja prometa postojećeg stanja trećeg raskrižja po privozima.

Tablica 18. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Bjelovarskoj ulici zapadni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 3: Ulica kralja Tomislava ZAPAD

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	56	6	5			
	30	48	4	4			
	45	32	3	2			
	60	35	4	0			
UKUPNO		171	17	11	0	0	
EJA		171	25,5	22	0	0	218,5

SMJER		OSOBNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	10					
	30	12					
	45	11					
	60	10					
UKUPNO		43	0	0	0	0	
EJA		43	0	0	0	0	43

Prema podacima iz tablice 18. analiziranog raskrižja udio teretnog prometa na zapadnom privozu iznosi 13%.

Tablica 19. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Bjelovarskoj ulici istočni privoz

LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 3: Bjelovarska ulica ISTOK

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
L	15	23	4	0			
	30	18	3	6		1	
	45	23	0	5			
	60	20	1	0			
UKUPNO		84	8	11	0	1	
EJA		84	12	22	0	0,7	118,7

SMJER		OSOBN VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
R	15	85	6	3			
	30	75	6	7			
	45	63	4	1			
	60	51	0	1			
UKUPNO		274	16	12	0	0	
EJA		274	24	24	0	0	322

Prema podacima iz tablice 19. analiziranog raskrižja udio teretnog prometa na istočnom privozu također iznosi 13%.

Tablica 20. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Bjelovarskoj ulici južni privoz

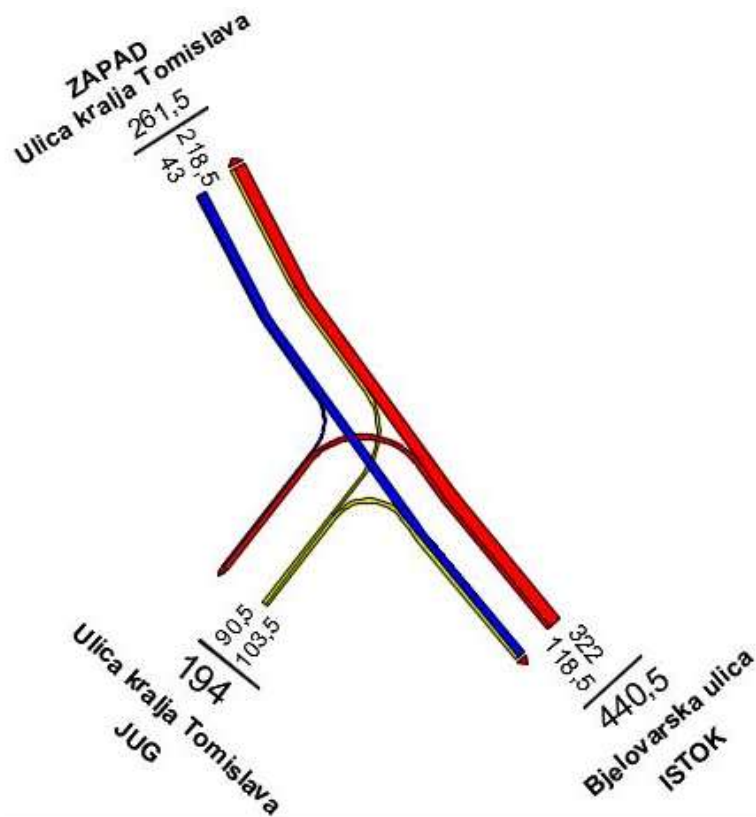
LOKACIJA (raskrižje): Raskrižje 3: Ul. kralja Tomislava JUG

SMJER		OSOBNNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
L	15	29	2				
	30	20	0				
	45	19	0				
	60	18	1				
UKUPNO		86	3	0	0	0	
EJA		86	4,5	0	0	0	90,5

SMJER		OSOBNNA VOZILA	LAKA TERETNA	TEŠKA TERETNA	BUS	MOTOCIKL	
D	15	26	1	4			
	30	21	1	0			
	45	20	0	2			
	60	18	1	1			
UKUPNO		85	3	7	0	0	
EJA		85	4,5	14	0	0	103,5

Prema podacima iz tablice 20. analiziranog raskrižja udio teretnog prometa na južnom privozu iznosi 8%.

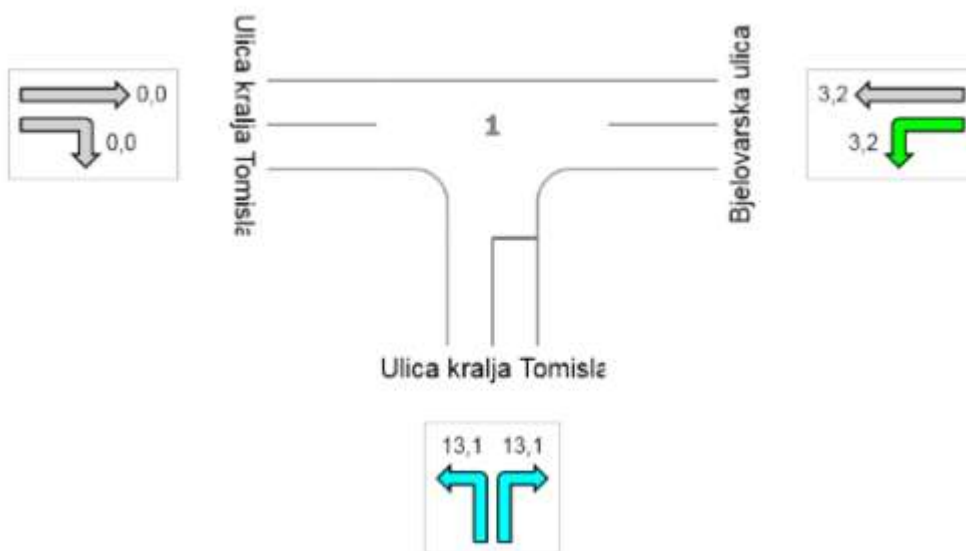
Na Slici 25. grafički je prikazano prometno opterećenje trećeg raskrižja.



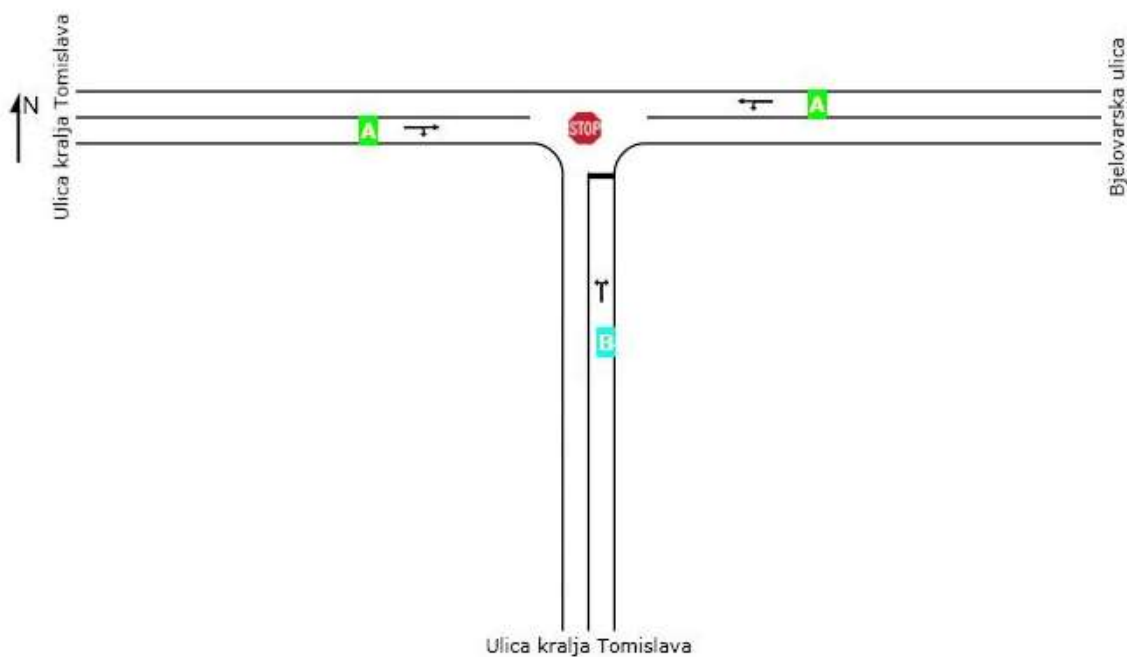
Slika 25. Grafički prikaz opterećenja u Ulici kralja Tomislava – Bjelovarskoj ulici

Izvor: [17]

I na ovom raskrižju smo u simulacijskom alatu SIDRA Intersection unijeli dobivene podatke kako bi dobili prosječno vrijeme kašnjenja i razinu usluge na predmetnom trećem raskrižju koje je prikazana na Slici 26. i 27.



Slika 26. Prosječno vrijeme kašnjenja na trećem raskrižju



Slika 27. Razina usluge postojećeg stanja trćeg raskrižja

Također smo te iste podatke unijeli i u simulacijski alat PTV Vissim te su podaci prikazani na Slici 28. i 29.

Movement	QLen	VehDelay(s)	LOS(All)	Stops(/h)	EmissionsCO
2 - 7: Ulica kralja Tomislava Zapad ulaz@437.0 - 10: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz	0.00	1.67	LOS_A	0.00	31.037
2 - 7: Ulica kralja Tomislava Zapad ulaz@437.0 - 13: Bjelovarska ulica izlaz@20.0	0.00	1.70	LOS_A	0.00	143.302
2 - 9: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@345.8 - 8: Ulica kralja Tomislava Zapad izlaz@	1.16	7.89	LOS_A	0.57	72.209
2 - 9: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@345.8 - 13: Bjelovarska ulica izlaz@20.0	1.33	5.39	LOS_A	0.29	42.240
2 - 11: Bjelovarska ulica ulaz@255.3 - 8: Ulica kralja Tomislava Zapad izlaz@32.4	0.74	6.12	LOS_A	0.11	122.719
2 - 11: Bjelovarska ulica ulaz@255.3 - 10: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz@42.6	1.63	9.57	LOS_A	0.37	61.026

Slika 28. Prikaz rezultata u simulacijskom alatu PTV Vissim za postojeće stanje trćeg raskrižja



Slika 29. Prikaz grafikona iz simulacijskog alata PTV Vissim za prosječno vrijeme kašnjenja trećeg raskrižja

Usporedbom dva simulacijska alata SIDRA Intersection i PTV Vissim može se zaključiti da se dobiveni rezultati razlikuju u nekim segmentima u razini usluge i u vremenu kašnjenja. Kod SIDRA Intersection najlošija je razina usluge B na sporednoj cesti Ulice kralja Tomislava, a kod PTV Vissim-a razina usluge je A na svim privozima. Ovo raskrižje ima veliku protočnost jedini problem je prijelaz preko cestovno-željezničkog prijelaza na kojem se stvaraju zastoji zbog spuštene rampe i prolaska vlakova. U SIDRI prosječno vrijeme kašnjenja je na sporednom privozu, dok u PTV Vissim-u na grafikonu je vrijeme kašnjenja izraženo kod lijevih skretača s glavnog smjera istoka prema jugu i kod sporednog smjera juga prema zapadu što su također lijevi skretači.

5. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG STANJA

U ovom poglavlju diplomskog rada predložit će se rješenje navedenih prometnih problema postojećeg stanja raskrižja u promatranoj ulici. Za analizirana raskrižja bit će predložena rješenja koja se zbog prikupljenih podataka koja su prikazana u prethodnim poglavljima smatraju kao optimalna za tu situaciju. Rekonstrukcijom i izmjenom signalnog plana će se omogućiti povećanje propusne moći i sigurnosti ne samo na području rekonstrukcije raskrižja već na cijeloj dionici promatrane ulice.

5.1. Prijedlog poboljšanja raskrižja u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera

Problem ovog raskrižja je što nema dodatne faze za lijeve skretače s glavne ceste kojih u vršnom satu ima više od 200 voz/h te se stvara veliki rep čekanja. Problem nastaje iz ulice Trga Svetog Florijana gdje vozila koja sreću lijevo ne mogu proć raskrižje jer nemaju dovoljno vremena zbog velikog broja vozila koja dolaze ravno iz suprotnog smjera, također vozila iz suprotnog smjera iz Ulice Petra Zrinskog gdje ima puno teretnog prometa koji skreću lijevo te zagušuju sam privoz te ga usporavaju. Prijedlozi rješenja optimizacije prometa izrađeni su u programu AutoCAD Map 3D 2019.

Grafički prikaz opterećenja prometa za predmetno prvo raskrižje gdje je vidljivo u prethodnom poglavlju na slici 12.. Prometno opterećenje raskrižja brojano je u popodnevnom vršnom satu. Na grafikonu je vidljivo da se najveći udio vozila nalazi na glavnoj prometnici istok – zapad i zapad – istok dok su sporedni privozi manje opterećeni. Glavni privoz iz smjera zapada generira više lijevih skretača i onih koji idu ravno iz oba smjera, dok sporedni privoz iz smjera sjever generira više desnih skretača i onih koji idu ravno. Ostali privozi podjednako su opterećeni. Ovim raskrižjem prolazi državna cesta D41 iz smjera istok te kroz nju prometuje velik broj teretnih vozila oko 12% na tom privozu. Najviše ih sreće lijevo u Ulicu kralja Tomislava gdje se spajaju na državnu cestu D22 koja ih vodi do većih gradova.

Prijedlog poboljšanja ovog raskrižja je dodati treću fazu za lijeve skretače prvenstveno iz razloga sigurnosti vozača. Gdje u vršnom satu lijevi skretači nemaju osigurano vrijeme za prolazak raskrižjem te se stvara rep čekanja. Prijedlog rješenja prikazan je na Slici 30. , a na Slici 31. prikazano je kotirano raskrižje.

5.2. Prijedlog poboljšanja raskrižja u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha

Problem ovog raskrižja je zagušenje na sporednim privozima u vrijeme vršnog sata, odnosno otežano je uključivanje vozila iz suprotnog smjera u glavni smjer, kao što je navedeno nesigurno je vođenje pješaka preko istočnog privoza i jedan od glavnih problema navedenog raskrižja je razvijanje velikih brzina osobnih i teretnih vozila na ravnom predjelu trase.

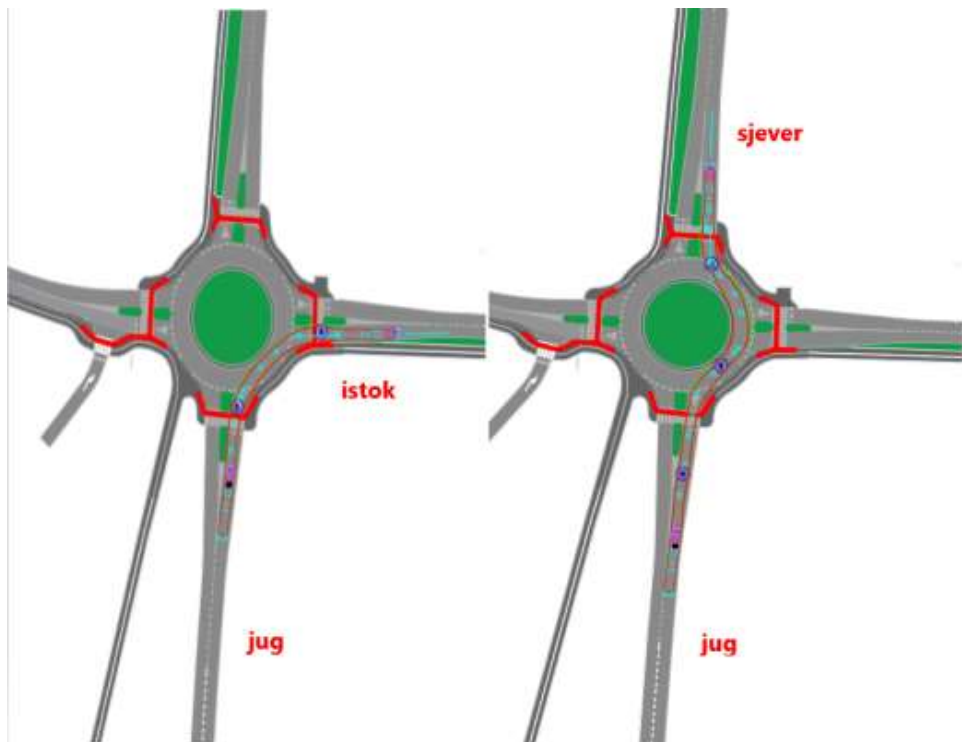
Grafički prikaz opterećenja prometa za predmetno drugo raskrižje prikazuje da se najveći udio vozila nalazi na glavnom privozu u smjeru sjever - jug te jug – sjever, dok su sporedni privozi manje opterećeni. Glavni privoz generira više desnih skretača, dok su na sporednim privozima lijeva i desna skretanja podjednako opterećena. Ovim raskrižjem prolazi državna cesta D22 iz smjera jug – sjever te kroz nju prometuje povećan broj teretnog prometa iz smjera juga 7%, a iz smjera sjevera 5%.

Prijedlog rješenja predmetnog raskrižja je kružni tok prometa. Kružno raskrižje je kanalizirano raskrižje kružnog oblika s ne provoznim središnjim otokom i kružnim voznim trakom na koji se vežu četiri privoza i u kojem će se promet odvijati suprotno od kazaljke na satu. Izgradnjom kružnog toka povećala bi se sigurnost u samom raskrižju, vozila bi se sigurnije i brže uključivala u promet te bi se smanjio rep čekanja na sporednim privozima. Smanjila bi se brzina u raskrižju te bi se vođenje pješaka odvijalo sigurnije u samom raskrižju. Odvijanje prometa u kružnom raskrižju određeno je vertikalnom i horizontalnom signalizacijom te je prikazano na Slici 32., a na Slici 33. prikazano je kotirano kružno raskrižje.

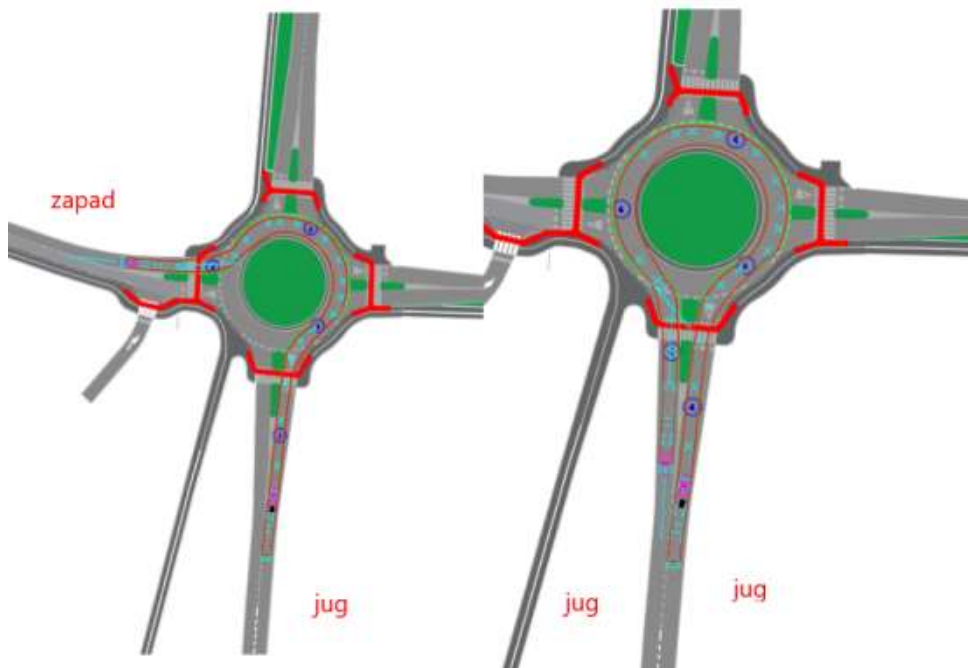
Osnovne dimenzije kružnog raskrižja:

- Polumjer vanjskog kruga – 18,5 m
- Polumjer središnjeg otoka – 12 m
- Polumjer provoznog dijela otoka 1 m
- Širina prometnog traka unutar kružnog raskrižja – 5,5 m
- Širina ulaznog i izlaznog traka - 4,5 m
- Širina trake na glavnom smjeru – 3,5 m
- Širina trake na suprotnom smjeru – 3 m
- Širina prometnih otoka – 3 m
- Ulazni i izlazni radijus 12 m

Za prijedlog rješenja u programskom alatu Vehicle Tracking provjerile su se trajektorije za mjerodavno vozilo uzet je kamion s prikolicom u kružnom raskrižju u svim smjerovima. Za primjer je uzet samo privoz jug te je prikazan na Slici 34. i 35.



Slika 34. Provjera trajektorija za smjer jug-istok i jug - sjever na predmetnom raskrižju



Slika 35. Provjera trajektorija za smjer jug - zapad i jug - jug na predmetnom raskrižju

5.3. Prijedlog poboljšanja raskrižja u Ulici kralja Tomislava i Bjelovarskoj ulici

Glavni problem ovog raskrižja je cestovno – željezničkog prijelaz što stvara velike repove čekanja na državnoj cesti D22 zbog izrazito gustog prometa , te velik broj vlakova koji prolaze prugom koja povezuje glavni Grad Zagreb s Republikom Mađarskom. Ovakav prijelaz stvara repove čekanja kada je rampa spuštена i čekanje na prolazak vlaka to stvara velike probleme na susjednom raskrižju u Ulici kralja Tomislava – Ulici Ivana Gundulića – Ulici Marcela Kiepača kada se rampa otvori tada se zaguši cijelo raskrižje jer se vozila sa sporednih privoza ne mogu uključiti na glavnu prometnicu zbog velikog broja vozila iz smjera juga. Pružni prijelaz je nesiguran zbog pješaka i biciklista koji nemaju poseban prijelaz preko pruge nego prolaze zajedno s vozilima.

Grafički prikaz prometnog opterećenja za predmetno treće raskrižje prikazuje da se najveći udio vozila nalazi na glavnom pravcu u smjeru zapad – istok te istok zapad, dok je sporedni privoz manje opterećen. Na glavnom privozu lijevih skretača ima podjednako. Ovim raskrižjem također prolazi državna cesta D22 iz smjera zapad – istok prema Bjelovaru i brzoj cesti D10 te kroz nju prometuje povećan broj teretnog prometa oko 13% u oba smjera.

Prijedlog rješenja predmetnog raskrižja je denivelacija pruge i ceste u dvije razine. Nadvožnjak je crtan prema Generalnom urbanističkom planu Grada Križevaca. Rekonstrukcija ovakvog raskrižja je zahtjevna te je za nju potreban dug period izgradnje. Radovi su počeli ali zbog izmjena na GUP-u i PPUG-u trenutno su u mirovanju. Nadvožnjak će se pružati paralelno uz Bjelovarsku ulicu istok, gdje je postojeći kružni tok koji ima izgrađen četvrti privoz za priključak na nadvožnjak. S druge strane nadvožnjak će se spojiti na postojeću prometnicu Ulice kralja Tomislava zapad. Na Slici 36. i 37. su prikazana predložena rješenja za optimizaciju prometa.



Slika 36. Prikaz nadvožnjaka iz smjera zapad-istok

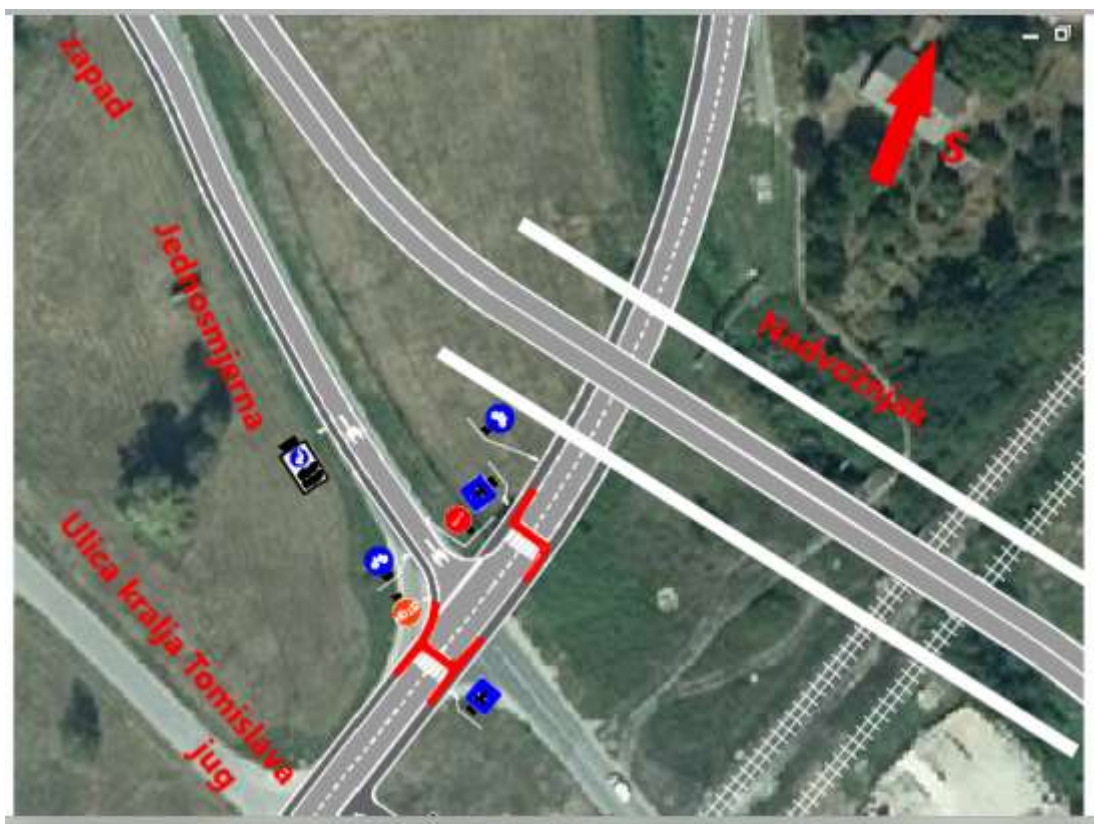
Izvor: [17]



Slika 37. Prikaz nadvožnjaka na spoj s kružnim tokom istok-zapad

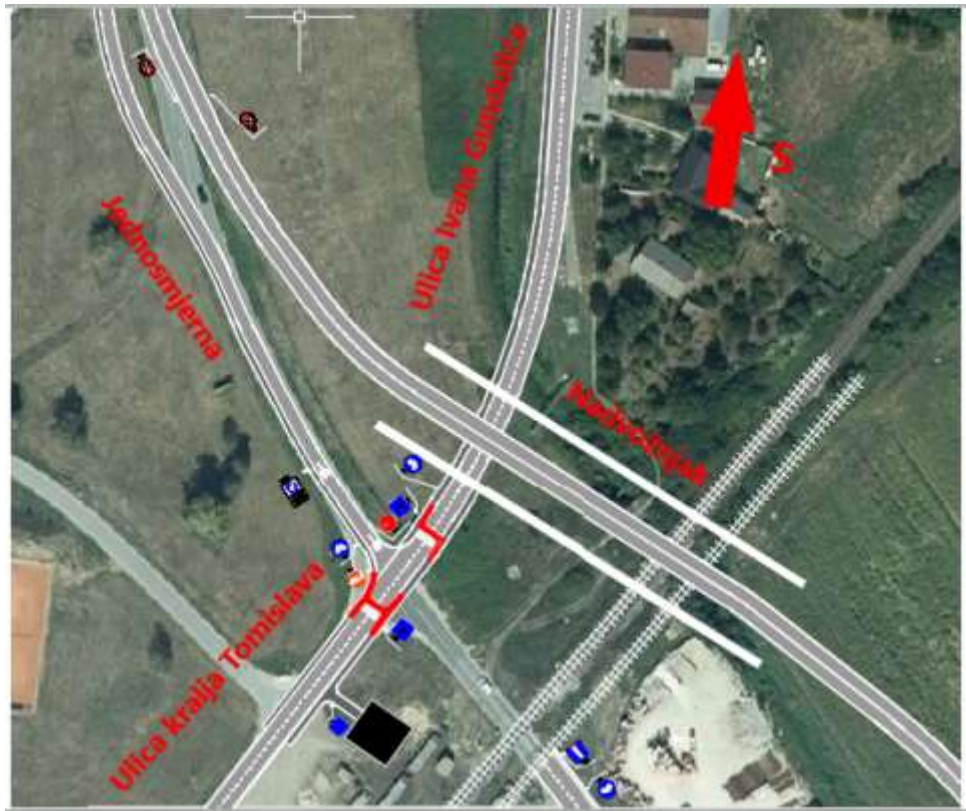
Izvor:[17]

Izgradnjom nadvožnjaka iznad željezničke pruge kao glavne ceste nestaje spoj s Ulicom kralja Tomislava jug koja vodi do željezničkog kolodvora Križevci, stoga će se rekonstruirati dio ceste koja je ostala neiskorištena kao jednosmjerna ulica. Ulica Ivana Gundulića sjever je prema postojećem stanju slijepa ulica koja će se spojiti s postojećom Ulicom kralja Tomislava jug te će tako omogućiti bolju povezanost s ostatkom grada i samim centrom. Također će rasteretiti semaforizirano raskrižje u centru grada. Uz predloženo rješenje za vozila predlažu se i biciklističke staze uz prometnice koje bi biciklistima omogućile nesmetano i sigurno kretanje prometom. Izgradnjom nadvožnjaka javlja se još jedan problem prelaska preko željezničke pruge za pješake i bicikliste gdje se predlaže izgradnja pothodnika kako bi se nesmetano i sigurno odvijao prolazak s jedne strane na drugu. Predložena rješenja prikazana su na sljedećim slikama.



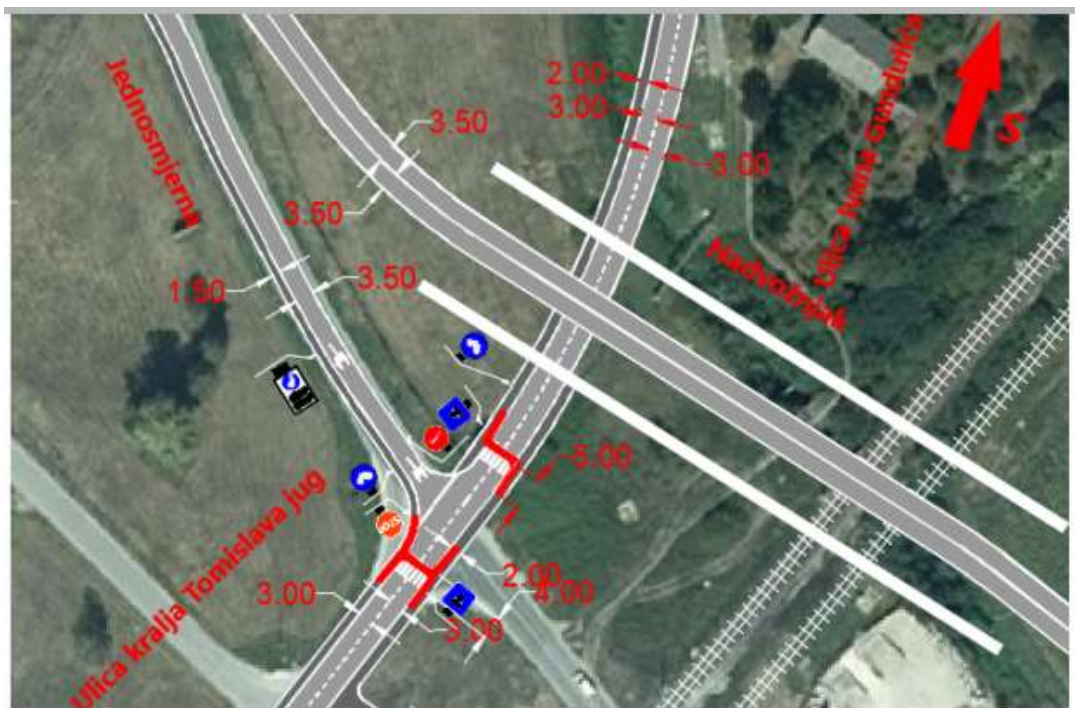
Slika 38. Prikaz spoja jednosmjerne ulice na Ulicu kralja Tomislava jug

Izvor:[17]



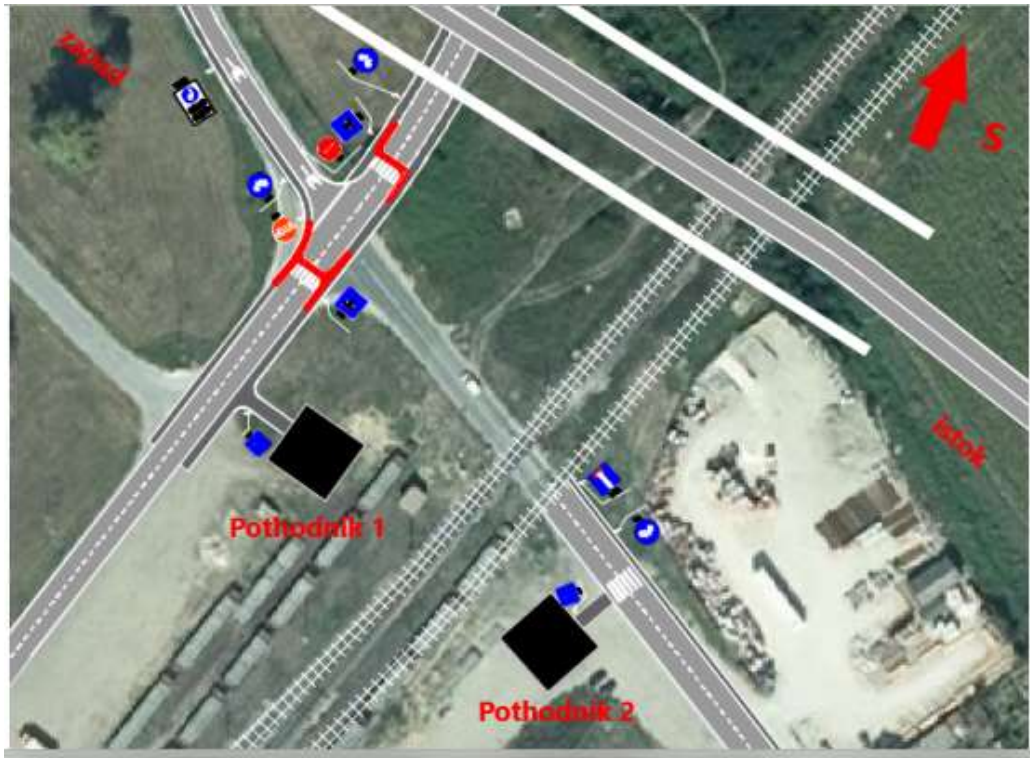
Slika 39. Prikaz spoja Ulice kralja Tomislava s Ulicom Ivana Gundulića

Izvor:[17]



Slika 40. Prikaz novog raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića -
Jednosmjerne ulice s kotama

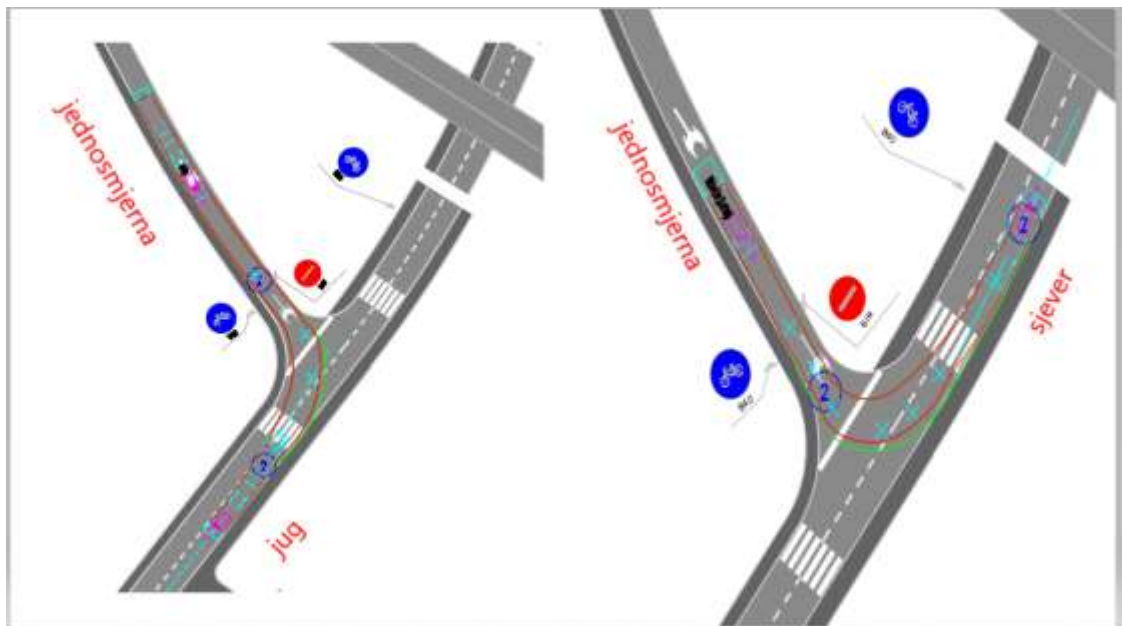
Izvor: [17]



Slika 41. Prikaz pothodnika za pješake i bicikliste

Izvor: [17]

Također je u programskom alatu Vehicle Tracking provjerene trajektorije za mjerodavno vozilo na trokrakom raskrižju iz jednosmjerne ulice gdje je lijevo skretanje za sva vozila, a desno je za kamione s prikolicom zabranjeno. Na Slici 42. prikazane su trajektorije.



Slika 42. Provjera trajektorija na trokrakom raskrižju iz jednosmjerne ulice

Postojeći kružni tok ima loše izveden privoz na nadvožnjak zato što je radijus ulaza 6m što je za teška teretna vozila otežano skretanje na nadvožnjak, minimalni radijus mora biti 12m da bi nesmetano mogli skrenuti. Jedno rješenje je polukružno okretanje u kružnom toku, a drugo rješenje je posebno desno odvajanje gdje je širina 7m, drugo rješenje je skuplja varijanta. Prijedlozi rješenja prikazani su na Slici 43., a na Slici 44. prikazane su i kote.

Dimenzije desnog odvajanja na kružni tok:

- Ulaz na 30m
- Radijus – 10m
- Izlaz na 60m
- Širina trake nadvožnjaka – 3,5m
- Širina ulaznog i izlaznog traka kružnog toga – 5,5m



Slika 43. Prikaz spoja sa kružnim tokom i posebno desno odvajanje

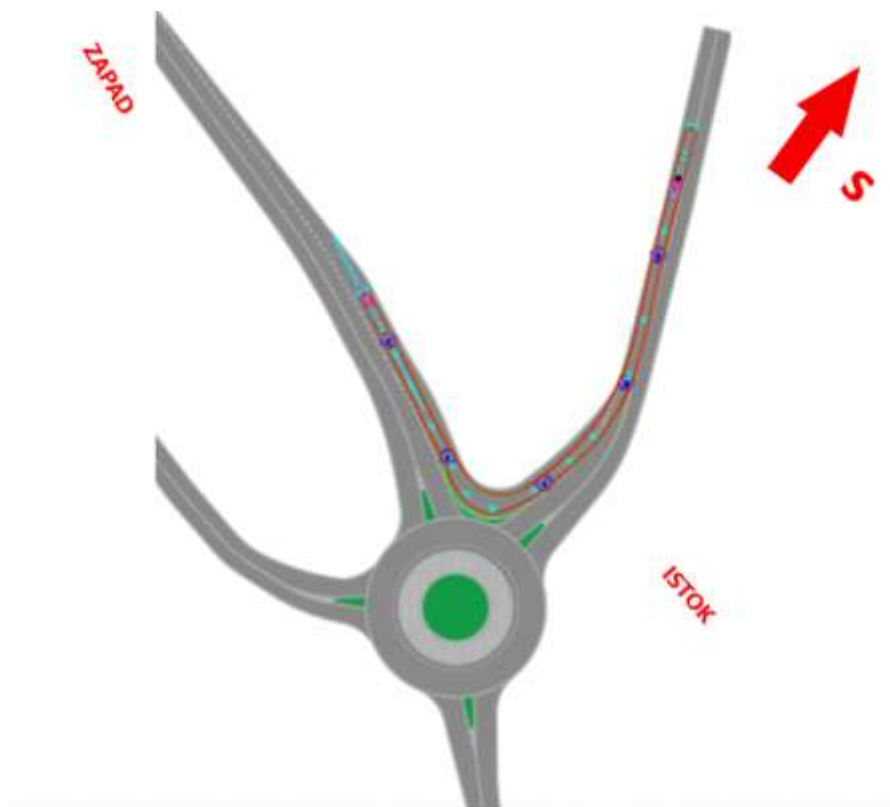
Izvor: [17]



Slika 44. Prikaz spoja sa kružnim tokom i posebno desno odvajanje s kotama

Izvor:[17]

Također su i za ovo raskrižje u programskom alatu Vehicle Tracking provjerene trajektorije za mjerodavno vozilo na kružnom toku za posebno desno skretanje te je prikazano na Slici 45.



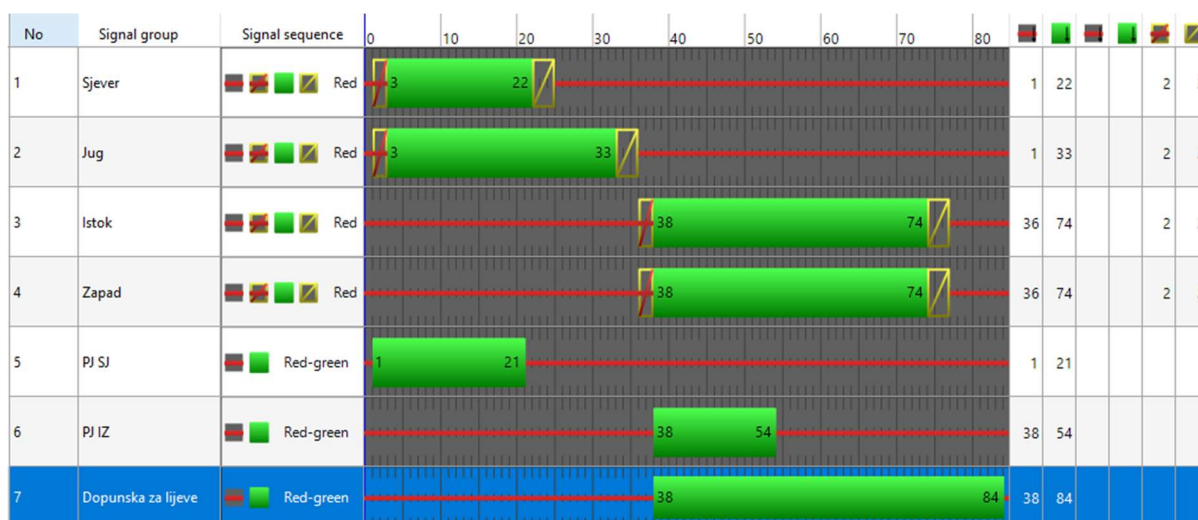
Slika 45. Prikaz trajektorija za posebno desno skretanje

6. SIMULACIJA PREDLOŽENIH VARIJANTI RJEŠENJA I ODABIR OPTIMALNE VARIJANTE

Za izradu simulacije predloženih rješenja Ulice kralja Tomislava u Gradu Križevcima također su korišteni programski alati SIDRA Intersection i PTV Vissim. PTV Vissim je program koji se u svijetu koristi kao vodeći za mikrosimulaciju. Simulacija predloženih rješenja izrađena je za odabrana tri raskrižja u promatranoj ulici, te će se na kraju napraviti usporedba dobivenih rješenja.

6.1. Simulacija raskrižja Ulice kralja Tomislava – Trga Josipa Jurja Strossmayera – Ulice Petra Zrinskog – Trga Svetog Florijana

Rezultati simulacije rješenja prvog raskrižja koje je semaforizirano prikazani su u nastavku. Na slici 46. prikazan je signalni plan s dodatnom strelicom za lijeve skretače.



Slika 46. Novi signalni plan prvog raskrižja s dodatnom lijevom strelicom

U novom signalnom planu na Slici 46. može se vidjeti da je na glavnom pravcu faza 36s dok je na sporednom pravcu faza 30s, a vrijeme dopunske strelice je 11 s. U ovom signalnom planu ciklus smo produžili za dodatnih 5 s te on traje 85 s.

U Tablici 21. prikazuje se proračun zaštitnih međuvremena konfliktnih privoza i zaštitna vremena koja su potrebna za siguran prolaz pješaka.

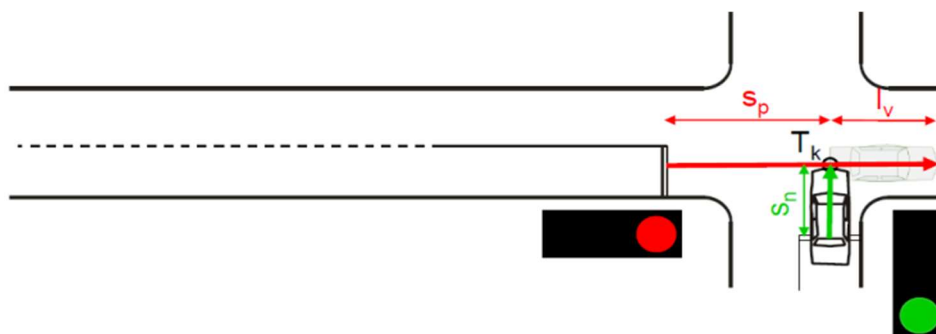
Tablica 21. Tablica zaštitnih međuvremena

		NALET															
		V1L	V1	V1D	V2L	V2	V2D	V3L	V3	V3D	V4L	V4	V4D	P1	P2	P3	P4
P R A Ž N J E N J E	V1L				4	5			6	6	5	4		4			8
	V1				4	5	6	4			5	4		4		7	
	V1D							4				4		4	5		
	V2L	5	4					4				5		5	2		
	V2	4	4					4	5	5	4				4		7
	V2D		3								4				4	6	
	V3L		4	6	5	4						3	5		6	2	
	V3	3				4					5	5	6	7		4	
	V3D	3				3										4	7
	V4L	5	5			5	6	6	4							8	2
	V4	4	5	6	5			5	3						7		4
	V4D								3					6			4
	P1	14	14	14	10				11				12				
	P2			7	9	9	9	6				6					
	P3		5				6	8	8	8	5						
	P4	6				6				8	9	9	9				

Formula za izračun zaštinog međuvremena (t_z) te su neki od parametara koji se mjere prikazani na Slici 47.

$$t_z = t_K + t_P - t_N = t_K + \frac{S_p + l_v}{v_p} - \frac{S_N}{v_N} \text{ [s]}$$

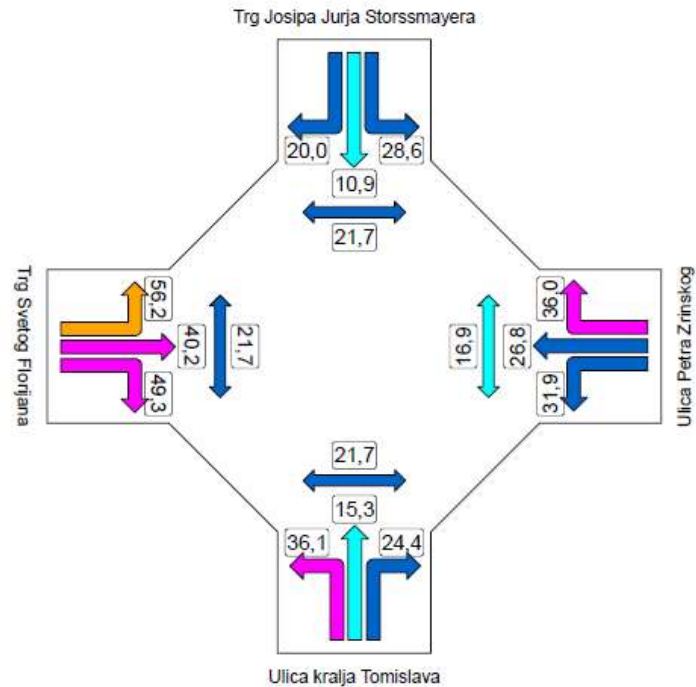
- t_K – provozno vrijeme [s]
- t_P – vrijeme pražnjenja [s]
- t_N – vrijeme naleta [s]
- T_K – točka kolizije
- V_p – brzina pražnjenja [m/s]
- S_N – put naleta [m]
- V_N – brzina naleta [m/s]



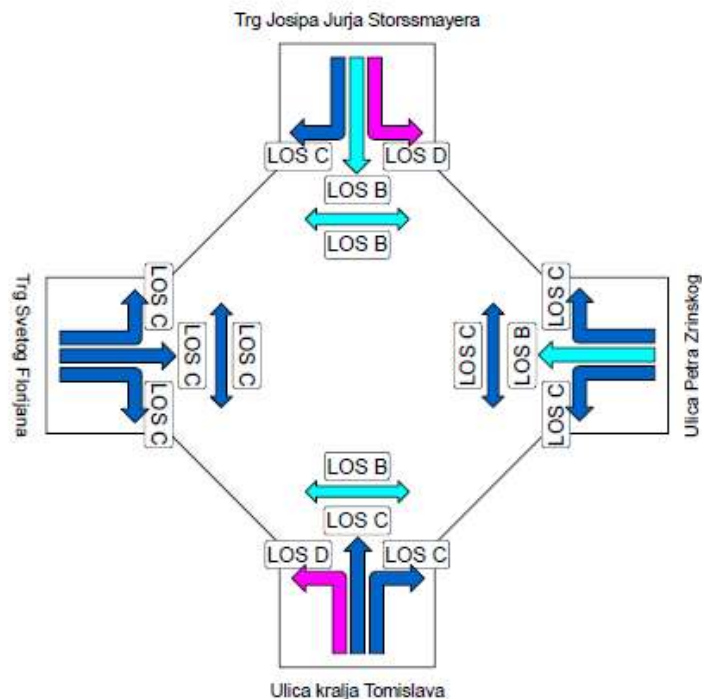
Slika 47. Prikaz elemenata za izračun zaštitnih međuvremena

Izvor: [20]

Izračun prosječnog vremena kašnjenja i razine usluge se također izradilo u simulacijskim alatima SIDRA Intersection i PTV Vissim. Na Slici 48. prikazano je prosječno vremena kašnjenja, a na Slici 49. prikazana je razina usluge u SIDRI Intersection.



Slika 48. Prosječno vrijeme kašnjenja nakon dodatne strelice za lijeve skretače

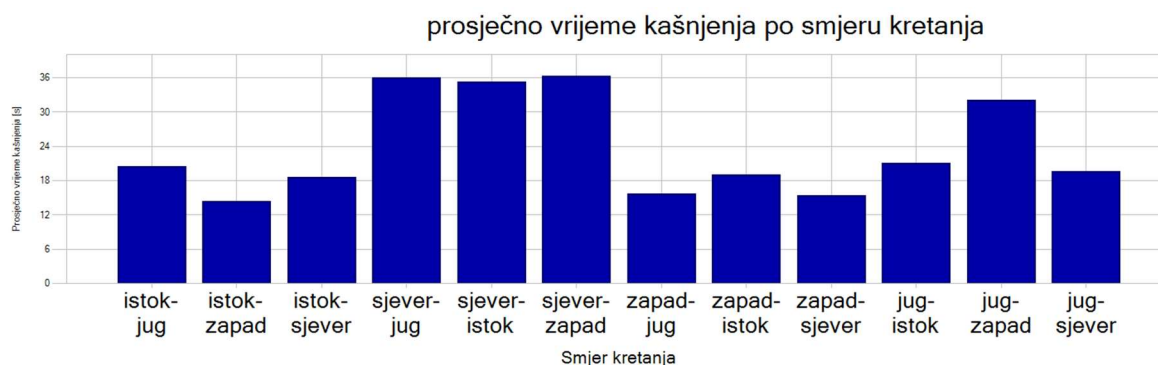


Slika 49. Razina usluge nakon dodatne strelice za lijeve skretače

Na slici 50. u simulacijskom alatu Vissim prikazani su podaci o duljini kolone vozila, prosječnom vremenu kašnjenja, razini usluge, broju zaustavljanja vozila, te emisiji ugljikovog monoksida.

Movement	QLen	VehDelay	LOS(All)	Vehs(All)	EmissionsCO
1 - 11: Ulica Petra Zrinskog ulaz@12.7 - 2: Ulica kralja Tomislava izlaz@17.1	6.17	20.42	LOS_C	66	67.247
1 - 11: Ulica Petra Zrinskog ulaz@12.7 - 6: Trg Svetog Florijana izlaz@14.6	6.17	14.33	LOS_B	178	120.568
1 - 11: Ulica Petra Zrinskog ulaz@12.7 - 8: Ulica Josipa Jurja Strossmayera iz	6.17	18.60	LOS_B	30	24.836
1 - 13: Ulica Josipa Jurja Strossmayera ulaz@5.8 - 2: Ulica kralja Tomislava iz	20.76	35.92	LOS_D	142	168.303
1 - 13: Ulica Josipa Jurja Strossmayera ulaz@5.8 - 3: Ulica Petra Zrinskog izl	20.76	35.30	LOS_D	47	64.835
1 - 13: Ulica Josipa Jurja Strossmayera ulaz@5.8 - 6: Trg Svetog Florijana izla	20.76	36.27	LOS_D	185	219.649
1 - 14: Trg Svetog Florijana ulaz@13.2 - 2: Ulica kralja Tomislava izlaz@17.1	10.64	15.66	LOS_B	121	86.599
1 - 14: Trg Svetog Florijana ulaz@13.2 - 3: Ulica Petra Zrinskog izlaz@12.0	10.64	19.03	LOS_B	192	155.485
1 - 14: Trg Svetog Florijana ulaz@13.2 - 6: Trg Svetog Florijana izlaz@14.6	10.64		LOS_A	0	0.000
1 - 14: Trg Svetog Florijana ulaz@13.2 - 8: Ulica Josipa Jurja Strossmayera izl	10.64	15.36	LOS_B	254	210.623
1 - 10016: Ulica kralja Tomislava@0.5 - 3: Ulica Petra Zrinskog izlaz@12.0	11.35	21.11	LOS_C	67	55.779
1 - 10016: Ulica kralja Tomislava@0.5 - 6: Trg Svetog Florijana izlaz@14.6	11.35	32.12	LOS_C	154	209.409
1 - 10016: Ulica kralja Tomislava@0.5 - 8: Ulica Josipa Jurja Strossmayera izl	11.35	19.55	LOS_B	192	151.725

Slika 50. Rezultati simulacije rješenja prvog raskrižja

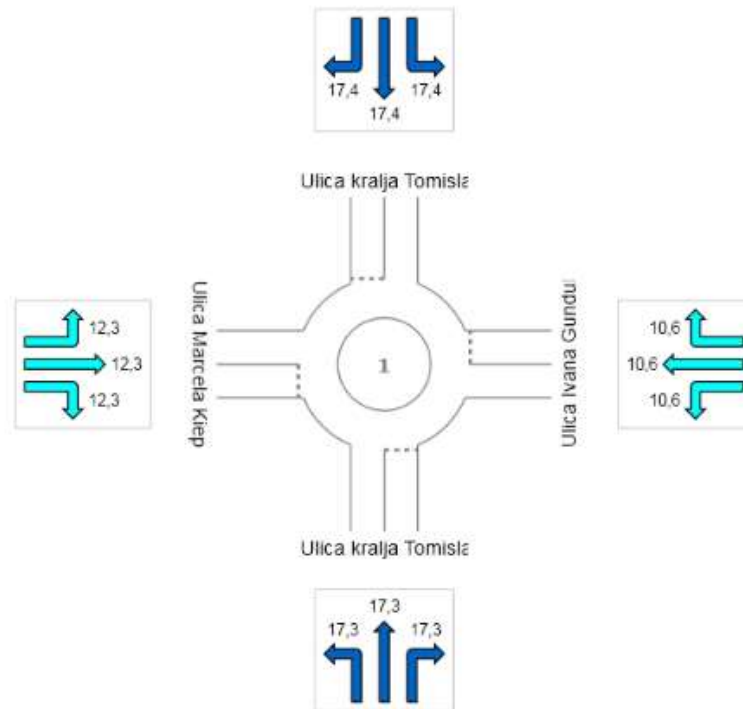


Slika 51. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja prvog raskrižja

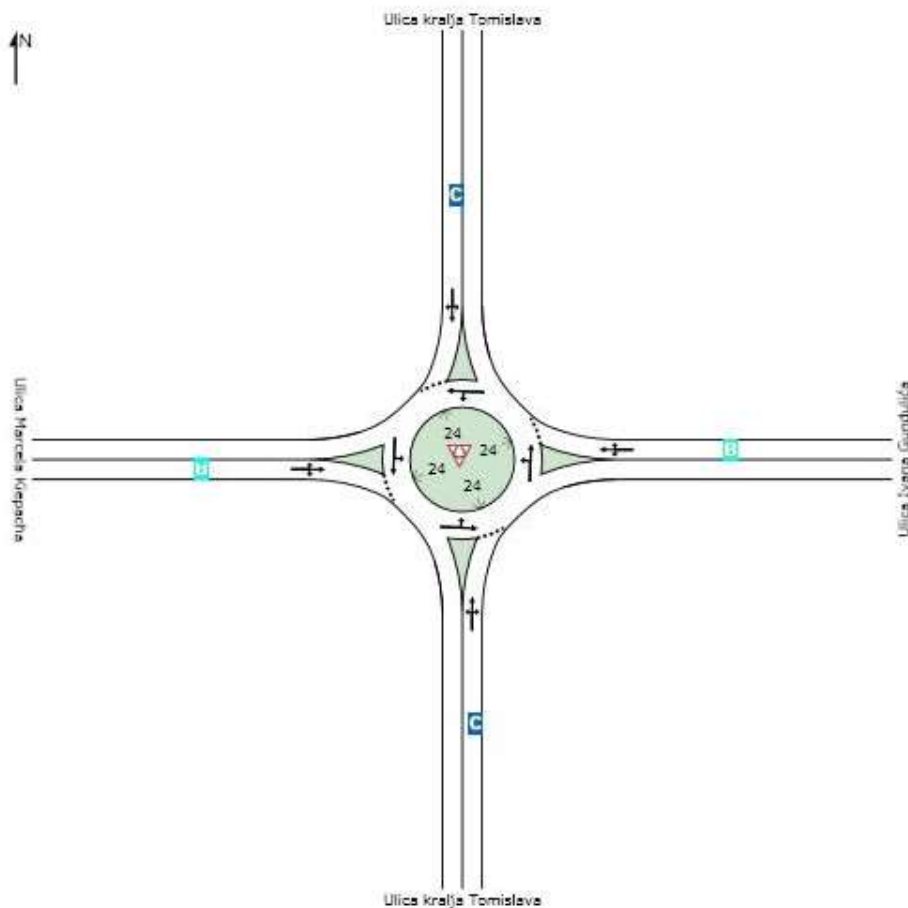
Usporedbom dobivenih rezultata iz SIDRE vidljivo je da je prosječno vrijeme kašnjenja znatno veće nego kod postojećeg stanja, te se razlikuje i razina usluge po nekim privozima. Kritični tok zapad – istok za lijeve skretače ostao je nepromijenjen te razina usluge i dalje je C. Kod simulacijskog programa PTV Vissim prosječno vrijeme kašnjenja na kritičnom privozu se smanjilo u odnosu na postojeće stanje te iznosi 15,36 s/voz dok je na postojećem stanju 30,94 s/voz. Razina usluge je B dok je na postojećem C što je u PTV Vissimu s dodatnom strelicom za lijeve skretače bolja razina usluge nego bez nje, te je sigurnije za prolaz vozila. Usporedbom simulacijskih alata SIDRA Intersection i PTV Vissim može se zaključiti da se razlikuju u nekim segmentima u prikazanim rezultatima, ali je na kritičnom toku zapad - istok kod SIDRE lošija razina usluge koja iznosi C, nego kod Vissima gdje iznosi B.

6.2. Simulacija raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha

U simulacijskom alatu SIDRA Intersection na Slici 52. prikazano je prosječno vrijeme kašnjenja, a na Slici 53. prikazana je razina usluge.



Slika 52. Prosječno vrijeme kašnjenja na novom kružnom raskrižju

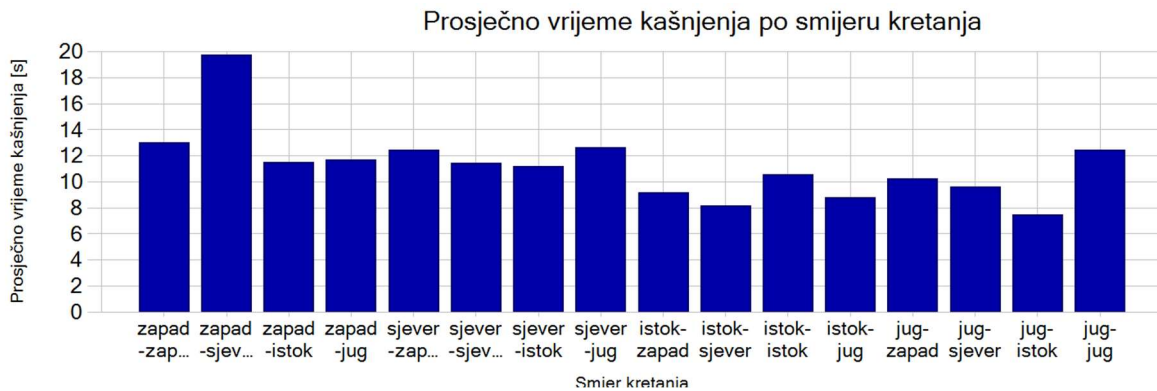


Slika 53. Razina usluge na novom kružnom raskrižju

Na slici 54. u simulacijskom alatu Vissim prikazani su izlazni podaci novog kružnog raskrižja.

Movement	QLen	VehDelay(	LOS(All)	Vehs(A	EmissionsC
1 - 2: Ulica Marcela Kiepača ulaz@153.0 - 3: Ulica Marcela Kiepača izlaz@16.8	2.82	13.03	LOS_B	3	2.859
1 - 2: Ulica Marcela Kiepača ulaz@153.0 - 5: Ulica kralja Tomislava Sjever izlaz@14.	2.82	19.75	LOS_C	28	34.911
1 - 2: Ulica Marcela Kiepača ulaz@153.0 - 8: Ulica Ivana Gundulića@9.1	2.82	11.51	LOS_B	133	111.126
1 - 2: Ulica Marcela Kiepača ulaz@153.0 - 9: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz@7.7	2.82	11.67	LOS_B	74	60.900
1 - 4: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@70.7 - 3: Ulica Marcela Kiepača izlaz@16.8	8.06	12.47	LOS_B	95	76.831
1 - 4: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@70.7 - 5: Ulica kralja Tomislava Sjever izlaz@	8.06	11.44	LOS_B	13	9.463
1 - 4: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@70.7 - 8: Ulica Ivana Gundulića@9.1	8.06	11.19	LOS_B	61	41.860
1 - 4: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@70.7 - 9: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz@7.7	8.06	12.61	LOS_B	366	284.405
1 - 17: Ulica Ivana Gundulića ulaz@39.0 - 3: Ulica Marcela Kiepača izlaz@16.8	1.67	9.16	LOS_A	78	55.122
1 - 17: Ulica Ivana Gundulića ulaz@39.0 - 5: Ulica kralja Tomislava Sjever izlaz@14.4	1.67	8.15	LOS_A	161	90.660
1 - 17: Ulica Ivana Gundulića ulaz@39.0 - 8: Ulica Ivana Gundulića@9.1	1.67	10.58	LOS_B	6	4.545
1 - 17: Ulica Ivana Gundulića ulaz@39.0 - 9: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz@7.7	1.67	8.80	LOS_A	35	25.818
1 - 19: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@138.4 - 3: Ulica Marcela Kiepača izlaz@16.8	3.02	10.26	LOS_B	75	60.286
1 - 19: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@138.4 - 5: Ulica kralja Tomislava Sjever izlaz@	3.02	9.64	LOS_A	213	159.216
1 - 19: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@138.4 - 8: Ulica Ivana Gundulića@9.1	3.02	7.50	LOS_A	116	70.952
1 - 19: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@138.4 - 9: Ulica kralja Tomislava Jug izlaz@7.7	3.02	12.43	LOS_B	6	5.788

Slika 54. Rezultati simulacije rješenja drugog raskrižja



Slika 55. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja drugog raskrižja

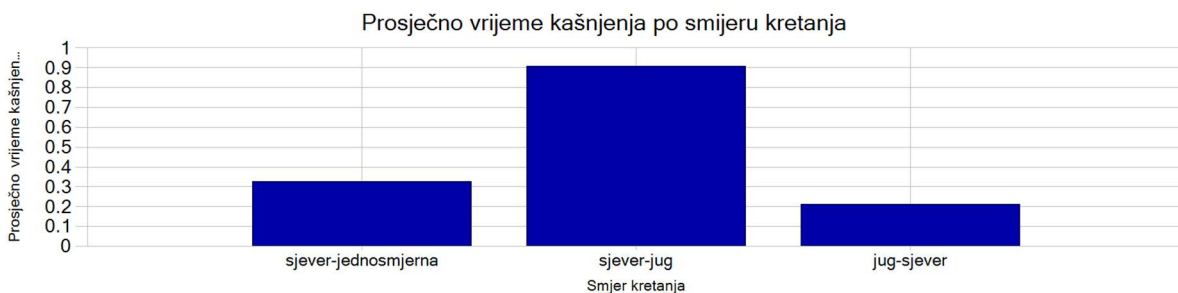
Usporedbom dobivenih rezultata iz SIDRE vidljivo je da je prosječno vrijeme kašnjenja znatno smanjeno nego kod postojećeg stanja, te se poboljšala i razina usluge na sporednim privozima koja je na postojećem stanju bila F sada je B. Kod simulacijskog programa PTV Vissim prosječno vrijeme kašnjenja na kritičnim privozima se također smanjilo u odnosu na postojeće stanje. Razina usluge je u nekim segmentima bolja u rješenju nego u postojećem stanju, većinom je ostala nepromijenjena. Usporedbom simulacijskih alata SIDRA Intersection i PTV Vissim može se zaključiti da se razlikuju u prikazanim rezultatima, a na kritičnom toku zapad - istok kod SIDRE razina usluge se poboljšala i iznosi B, a kod Vissima iznosi C.

6.3. Simulacija raskrižja Ulice kralja Tomislava – Bjelovarske ulice

U simulacijskom alatu SIDRA Intersection za novo raskrižje i nadvožnjak se nije mogla napraviti SIDRA jer nije bilo ulaznih podataka, te su rezultati samo iz PTV Vissima. Na sljedećim slikama prikazana su rješenja nekih segmenata raskrižja. Na slici 56. i 58. prikazani su podaci iz PTV Vissima, a na Slici 57. i 59. prikazano je prosječno vrijeme kašnjenja na ulazu/izlazu u/iz jednosmjerne ulice na novo trokrako raskrižje.

Movement	QLen	VehDelay(	LOS(All)	Vehs(A	Stops(All)	EmissionsCO
3 - 18: Ulica kralja Tomislava Sjever-Jug@46.5 - 13: jednosmjerna@75.5	0.00	0.33	LOS_A	58	0.00	21.815
3 - 18: Ulica kralja Tomislava Sjever-Jug@46.5 - 10009@13.9	0.00	0.91	LOS_A	427	0.00	165.938
3 - 10010@34.8 - 10: Ulica kralja Tomislava Jug-Sjever@103.3	0.00	0.21	LOS_A	411	0.00	154.171

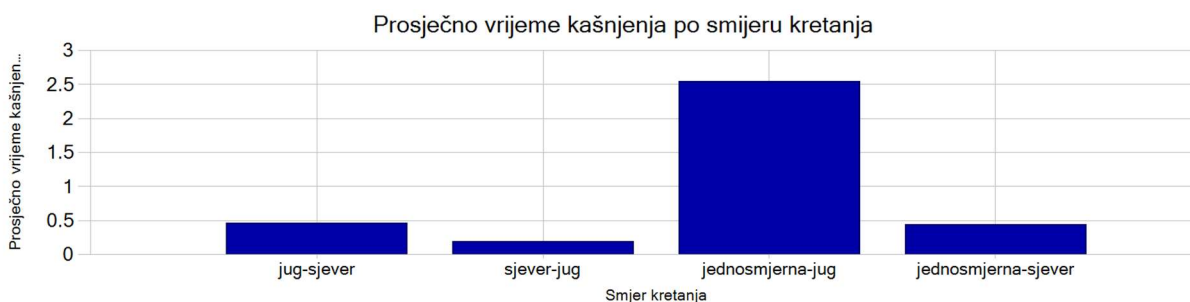
Slika 56. Rezultati simulacije rješenja jednosmjerna ulica ulaz



Slika 57. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja jednosmjerna ulica ulaz

Movement	QLen	VehDelay(	LOS(All)	Vehs(A	Stops(All)	EmissionsCO
4 - 20: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@174.8 - 20: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@2	0.00	0.46	LOS_A	189	0.00	49.748
4 - 25: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@42.0 - 25: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz	0.00	0.19	LOS_A	363	0.00	92.457
4 - 40: jednosmjerna @57.9 - 20: Ulica kralja Tomislava Jug ulaz@222.0	0.02	2.54	LOS_A	23	0.17	8.528
4 - 40: jednosmjerna @57.9 - 25: Ulica kralja Tomislava Sjever ulaz@89.5	0.00	0.44	LOS_A	35	0.00	8.559

Slika 58. Rezultati simulacije rješenja jednosmjerna ulica izlaz



Slika 59. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja jednosmjerna ulica izlaz

Na slikama je prikazano prosječno vrijeme kašnjenja koje je na Slici 57. najveće u smjeru sjever – jug, a na Slici 59. najveće je na smjeru jednosmjerna ulica - jug.

7. ZAKLJUČAK

Analizom postojećeg stanja Ulice kralja Tomislava ustanovljena su zagušenja na raskrižjima zbog velikog broja teretnog prometa i cestovno – željezničkog prijelaza. Nedostaci koji su uočeni nakon analize na prvom raskrižju koje je četverokrako semaforizirano koje ima fiksni signalni plan, problem se javlja na glavnom privozu smjer zapad – istok gdje nema posebne strelice za lijeve skretače te oni ne mogu sigurno proći raskrižjem. Analizom drugog raskrižja ustanovljeno je prometno zagušenje na sporednim privozima u vrijeme vršnog sata gdje vozila iz sporednog privoza imaju otežano uključivanje u glavni privoz te zbog toga nastaju veliki repovi čekanja na sporednim pravcima. Još jedan bitan problem predmetnog raskrižja je nedostatak pješačkog prijelaza na istočnom djelu privoza gdje je vođenje pješaka nesigurno i opasno. Glavni razlog rekonstrukcije predmetnog raskrižja je razvijanje velikih brzina osobnih i teretnih vozila na ravnom predjelu trase. Analizom trećeg raskrižja utvrđeni su problemi s cestovno – željezničkim prijelazom kod kojeg kada se spusti rampa nastaju veliki repovi čekanja te kada se podigne rampa i vozila krenu u promet zaguše sva susjedna raskrižja. Također vođenje pješaka preko cestovno željezničkog prijelaza je opasno jer nemaju poseban prijelaz za pješake nego prelaze zajedno sa vozilima te se predlaže pothodnik.

Na temelju podataka o brojanju prometa u popodnevnom vršnom satu na predmetnim raskrižjima izrađene su simulacije za postojeće stanje raskrižja u programskim alatima SIDRA Intersection i PTV Vissim koji se razlikuju u pojedinim segmentima u razini usluge na predmetnim raskrižjima.

Kako bi se povećala razina usluge te rasteretila prometna mreža kroz grad potrebna je rekonstrukcija trećeg raskrižja kao denivelacija cestovno - željezničkog prijelaza. Na taj način rekonstruiralo bi se još jedno raskrižje Ulica kralja Tomislava zapad i jug te Ulica Ivana Gundulića postale bi trokrako raskrižje koje bi povezivalo istočni i zapadni dio grada te bolja poveznica sa Željezničkim kolodvorom. Izgradnjom nadvožnjaka i rekonstrukcije drugog raskrižja s kružnim tokom prometa povećala bi se razina usluge i propusna moć cijele ulice, a vođenje pješaka bi bilo sigurno. Također predlažu se biciklističke staze uz navedene prometnice kako bi i biciklisti nesmetano obavljali svoje putovanje. Javlja se jedan problem kod prijelaza preko pruge za bicikliste i pješake, naime nakon rekonstrukcije raskrižja Bjelovarska ulica postaje slijepa te se zatvara prijelaz preko pruge te na taj način biciklisti i pješaci ne bi imali mogućnost prelaska. Prijedlog je izgradnja pješačkih nogostupa, što je skupa investicija ali neophodna za pješački i biciklistički promet. Spoj nadvožnjaka na postojeće kružno raskrižje koje ima četvrti privoz planiran za nadvožnjak ima nedostatak što kamioni koji dolaze iz smjera brze ceste neće moći skrenuti na nadvožnjak zbog pre malog radijusa skretanja, predloženo rješenje je desno odvajanje koje bi olakšalo skretanje kamionima da se ne moraju polukružno okretati u kružnom toku.

Cilj ovog diplomskog rada je predložiti rješenja za optimizaciju prometnih tokova koja će doprinijeti postizanju učinkovitog i održivog prometnog sustava sukladno potrebama stanovništva, te se na temelju dobivenih rezultata u simulacijskim programskim alatima SIDRA Intersection i PTV Vissim poboljšala razina usluge i sigurnost raskrižja.

LITERATURA

- [1] Prostorni plan grada Križevaca, Križevci od 2005. do 2017.
- [2] <https://mgipu.gov.hr/> (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [3] Generalni urbanistički plan, Križevci 2018.
- [4] Pravilnik o uvjetima za određivanje križanja željezničke pruge i drugih prometnica NN 111/15, Zagreb 2015.
- [5] Hrvatske ceste d.o.o.
- [6] Prometno tehnološko projektiranje (autorizirana predavanja, radna verzija), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
- [7] <http://podravina.org/datoteke/Podravina22-041-056.pdf> (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [8] <https://www.google.com/maps> (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [9] Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine, Državni zavod za statistiku RH
- [10] Prirodno kretanje stanovništva Republike Hrvatske - priopćenja, Državni zavod za statistiku RH
- [11] Doseljeno i odseljeno stanovništvo po gradovima/općinama - priopćenja, Državni zavod za statistiku RH
- [12] <https://epodravina.hr/krizevci-biciklisticke-staze-dobili-novih-6-milijuna-kuna-iz-eu-fondova/> (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [13] https://krizevci.hr/wpcontent/uploads/2017/11/Odluka_o_naplati_parkiranja.pdf (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [14] Uredio autor iz <https://www.google.com/maps> (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [15] Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN 64/15, Zagreb 2015.
- [16] Policijska postaja Križevci: Podaci o prometnim nesrećama
- [17] Uredio autor iz AutoCAD Map 3D
- [18] Novačko, L., Pilko, H., Cestovne prometnice 2, priručnik za auditorne vježbe i seminarski rad
- [19] Legac, I., Raskrižja javnih cesta, Cestovne prometnice 2, Fakultet prometnih znanosti, 2008.

[20] Dedić, L., Cestovna Telematika, Fakultet prometnih znanosti

Popis slika

Slika 1. Kartografski prikaz prometne mreže GUP Križevci	4
Slika 2. Kartografski prikaz položaja nove prometnice.....	6
Slika 3. Bitne prometnice koje prolaze kroz Grad Križevce	8
Slika 4. Karta namjene zemljišta u Ulici kralja Tomislava	9
Slika 5. Pješačko – biciklistička staza.....	13
Slika 6. Prikaz pješačke zone.....	14
Slika 7. Parkirališna mjesta s naplatom i bez.....	16
Slika 8. Parkiralište bez naplate	17
Slika 9. Područje neasfaltiranog parkirališta	18
Slika 10. Lokacije brojanja prometa u promatranj ulici	25
Slika 11. Postojeće stanje Ulica kralja Tomislava – Ulica Petra Zrinskog – Trg Svetog Florijana – Trg Josipa Jurja Strossmayera	28
Slika 12. Grafički prikaz opterećenja u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera.....	33
Slika 13. Signalni plan postojećeg stanja promatranog raskrižja	34
Slika 14. Prosječno vrijeme kašnjenja na prvom raskrižju.....	35
Slika 15. Razina usluge postojećeg stanja prvog raskrižja	35
Slika 16. Prikaz rezultata u simulacijskom alatu PTV Vissim za postojeće stanje prvog raskrižja.....	36
Slika 17. Prikaz grafikona iz simulacijskog alata PTV Vissim za prosječno vrijeme kašnjenja prvog raskrižja	36
Slika 18. Postojeće stanje Ulica kralja Tomislava - Ulica Ivana Gundulića - Ulica Marcela Kiepača	37
Slika 19. Grafički prikaz opterećenja u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepača	42
Slika 20. Prosječno vrijeme kašnjenja na drugom raskrižju.....	43
Slika 21. Razina usluge postojećeg stanja drugog raskrižja	43
Slika 22. Prikaz rezultata u simulacijskom alatu PTV Vissim za postojeće stanje drugog raskrižja.....	44
Slika 23. Prikaz grafikona iz simulacijskog alata PTV Vissim za prosječno vrijeme kašnjenja drugog raskrižja	44
Slika 24. Postojeće stanje Ulica kralja Tomislava – Bjelovarska ulica	45
Slika 25. Grafički prikaz opterećenja u Ulici kralja Tomislava – Bjelovarskoj ulici.....	49
Slika 26. Prosječno vrijeme kašnjenja na trećem raskrižju.....	49
Slika 27. Razina usluge postojećeg stanja trćeg raskrižja.....	50
Slika 28. Prikaz rezultata u simulacijskom alatu PTV Vissim za postojeće stanje trećeg raskrižja.....	50
Slika 29. Prikaz grafikona iz simulacijskog alata PTV Vissim za prosječno vrijeme kašnjenja trećeg raskrižja	51
Slika 30. Prijedlog rješenja prvog raskrižja	53
Slika 31. Rješenje prvog raskrižja s kotama	53

Slika 32. Prijedlog rješenje drugog raskrižja	55
Slika 33. Rješenje drugog raskrižja s kotama	55
Slika 34. Provjera trajektorija za smjer jug-istok i jug - sjever na predmetnom raskrižju.....	56
Slika 35. Provjera trajektorija za smjer jug - zapad i jug - jug na predmetnom raskrižju.....	56
Slika 36. Prikaz nadvožnjaka iz smjera zapad-istok.....	58
Slika 37. Prikaz nadvožnjaka na spoj s kružnim tokom istok-zapad.....	58
Slika 38. Prikaz spoja jednosmjerne ulice na Ulicu kralja Tomislava jug.....	59
Slika 39. Prikaz spoja Ulice kralja Tomislava s Ulicom Ivana Gundulića.....	60
Slika 40. Prikaz novog raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića -Jednosmjerne ulice s kotama	60
Slika 41. Prikaz pothodnika za pješake i bicikliste.....	61
Slika 42. Provjera trajektorija na trokrakom raskrižju iz jednosmjerne ulice.....	61
Slika 43. Prikaz spoja sa kružnim tokom i posebno desno odvajanje	62
Slika 44. Prikaz spoja sa kružnim tokom i posebno desno odvajanje s kotama	63
Slika 45. Prikaz trajektorija za posebno desno skretanje.....	63
Slika 46. Novi signalni plan prvog raskrižja s dodatnom lijevom strelicom.....	64
Slika 47. Prikaz elemenata za izračun zaštitnih međuvremena.....	65
Slika 48. Prosječno vrijeme kašnjenja nakon dodatne strelice za lijeve skretače.....	66
Slika 49. Razina usluge nakon dodatne strelice za lijeve skretače	66
Slika 50. Rezultati simulacije rješenja prvog raskrižja.....	67
Slika 51. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja prvog raskrižja	67
Slika 52. Prosječno vrijeme kašnjenja na novom kružnom raskrižju	68
Slika 53. Razina usluge na novom kružnom raskrižju.....	69
Slika 54. Rezultati simulacije rješenja drugog raskrižja.....	69
Slika 55. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja drugog raskrižja	70
Slika 56. Rezultati simulacije rješenja jednosmjerna ulica ulaz.....	70
Slika 57. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja jednosmjerna ulica izlaz.....	70
Slika 58. Rezultati simulacije rješenja jednosmjerna ulica izlaz	71
Slika 59. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja jednosmjerna ulica izlaz.....	71

Popis tablica

Tablica 1. Ceste na području Grada Križevaca.....	8
Tablica 2. Prirodno kretanje stanovništva Grada Križevaca od 2015. do 2019.....	10
Tablica 3. Doseljeno i odseljeno stanovništvo Grada Križevaca od 2014. do 2018. godine.....	12
Tablica 4. Broj prometnih nesreća na području Grada Križevaca u razdoblju od pet godina.....	19
Tablica 5. Broj prometnih nesreća prema stradalim osobama	20
Tablica 6. Broj prometnih nesreća na predmetnim raskrižjima u Ulici kralja Tomislava.....	22
Tablica 7. Broj stradalih osoba na predmetnim raskrižjima u Ulici kralja Tomislava	23
Tablica 8. Brojački listić korišten kod ručnog brojanja prometa.....	26
Tablica 9. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera istočni privoz	29
Tablica 10. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera zapadni privoz	30
Tablica 11. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera sjeverni privoz	31
Tablica 12. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Ulici Petra Zrinskog – Trgu Svetog Florijana – Trgu Josipa Jurja Strossmayera južni privoz.....	32
Tablica 13. Razina uslužnosti semaforiziranog raskrižja.....	34
Tablica 14. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha istočni privoz.....	38
Tablica 15. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha zapadni privoz.....	39
Tablica 16. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha sjeverni privoz.....	40
Tablica 17. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava - Ulici Ivana Gundulića - Ulici Marcela Kiepacha južni privoz	41
Tablica 18. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Bjelovarskoj ulici zapadni privoz.....	46
Tablica 19. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Bjelovarskoj ulici istočni privoz.....	47
Tablica 20. Brojanje prometa u Ulici kralja Tomislava – Bjelovarskoj ulici južni privoz.....	48
Tablica 21. Tablica zaštitnih međuvremena.....	65

Popis grafikona

Grafikon 1. Prirodno kretanje stanovništva od 2015. do 2019.	10
Grafikon 2. Doseljeno stanovništvo od 2014. do 2018.....	12
Grafikon 3. Odseljeno stanovništvo od 2014. do 2018.....	12
Grafikon 4. Prikaz prometnih nesreća unazad pet godina.....	20
Grafikon 5. Prikaz stradalih osoba unazad pet godina.....	21

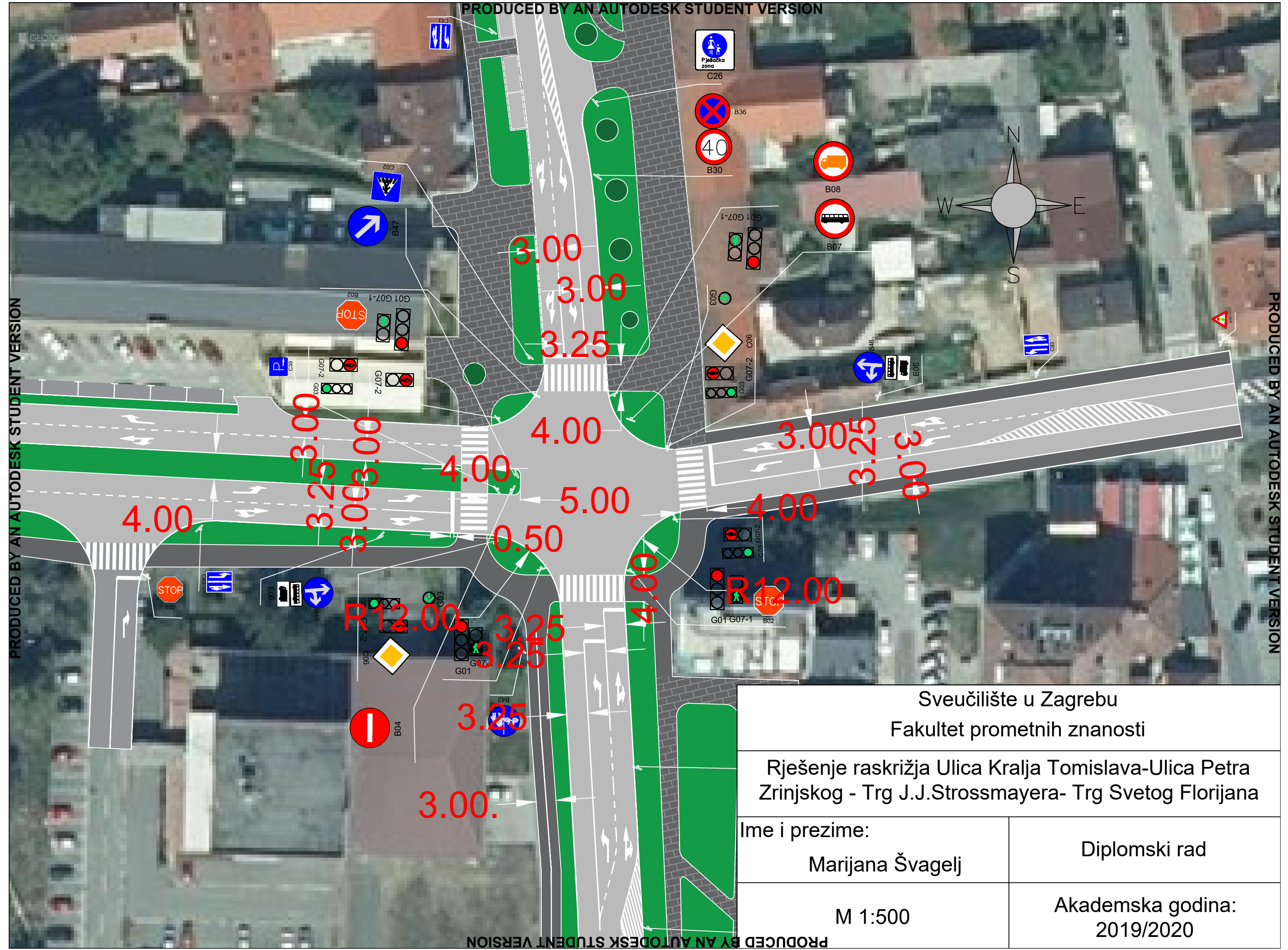
Popis priloga

PRILOG 1. Rješenje raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Petra Zrinjskog – Trg J.J. Strossmayera – Trg Svetog Florijana

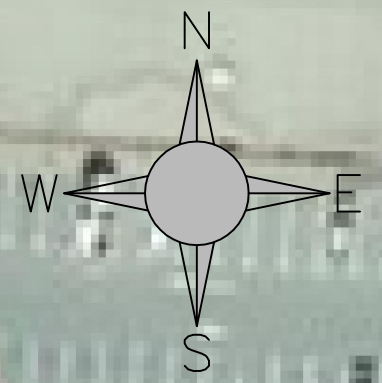
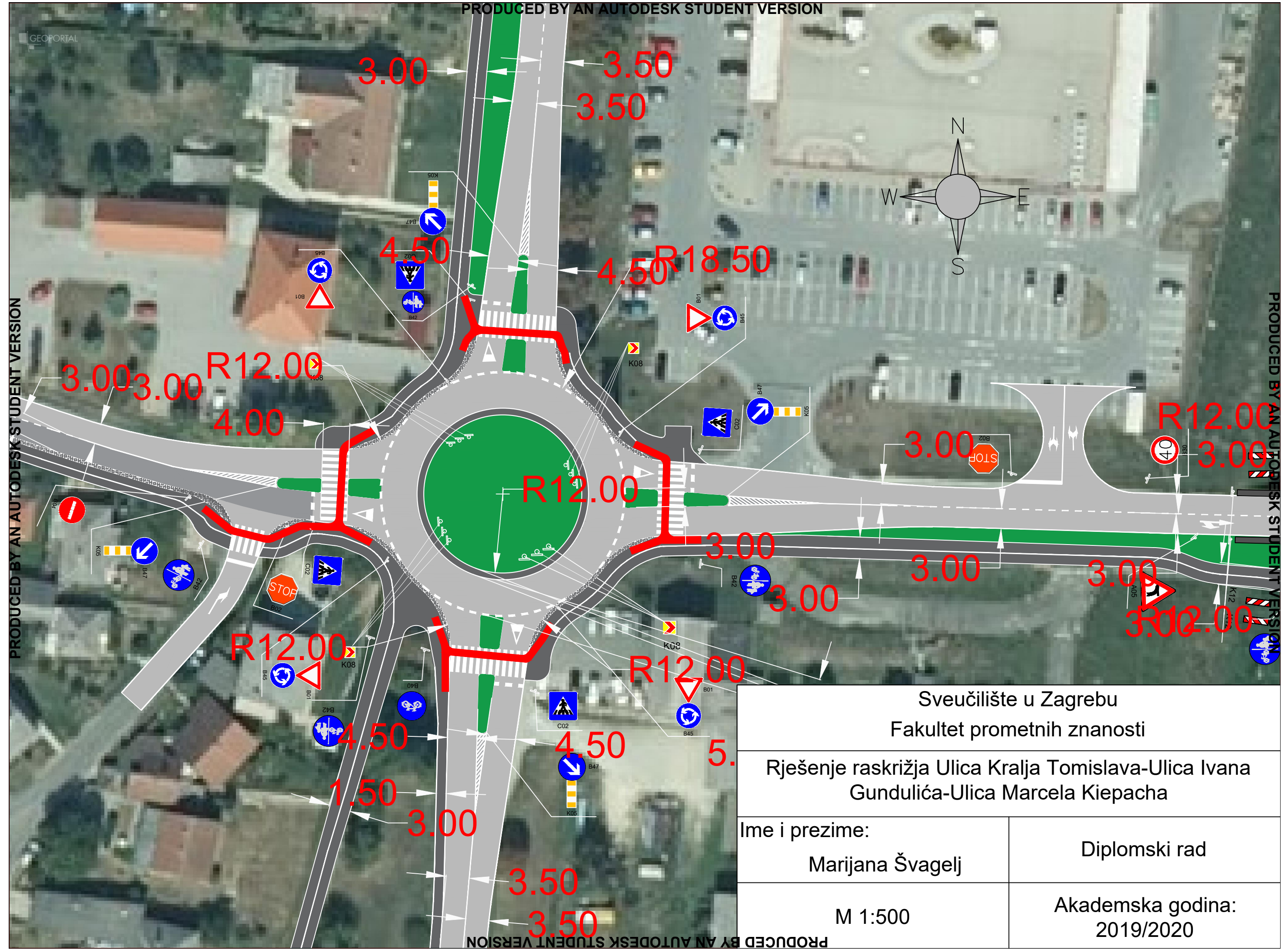
PRILOG 2. Rješenje raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha

PRILOG 3. Rješenje nadvožnjaka

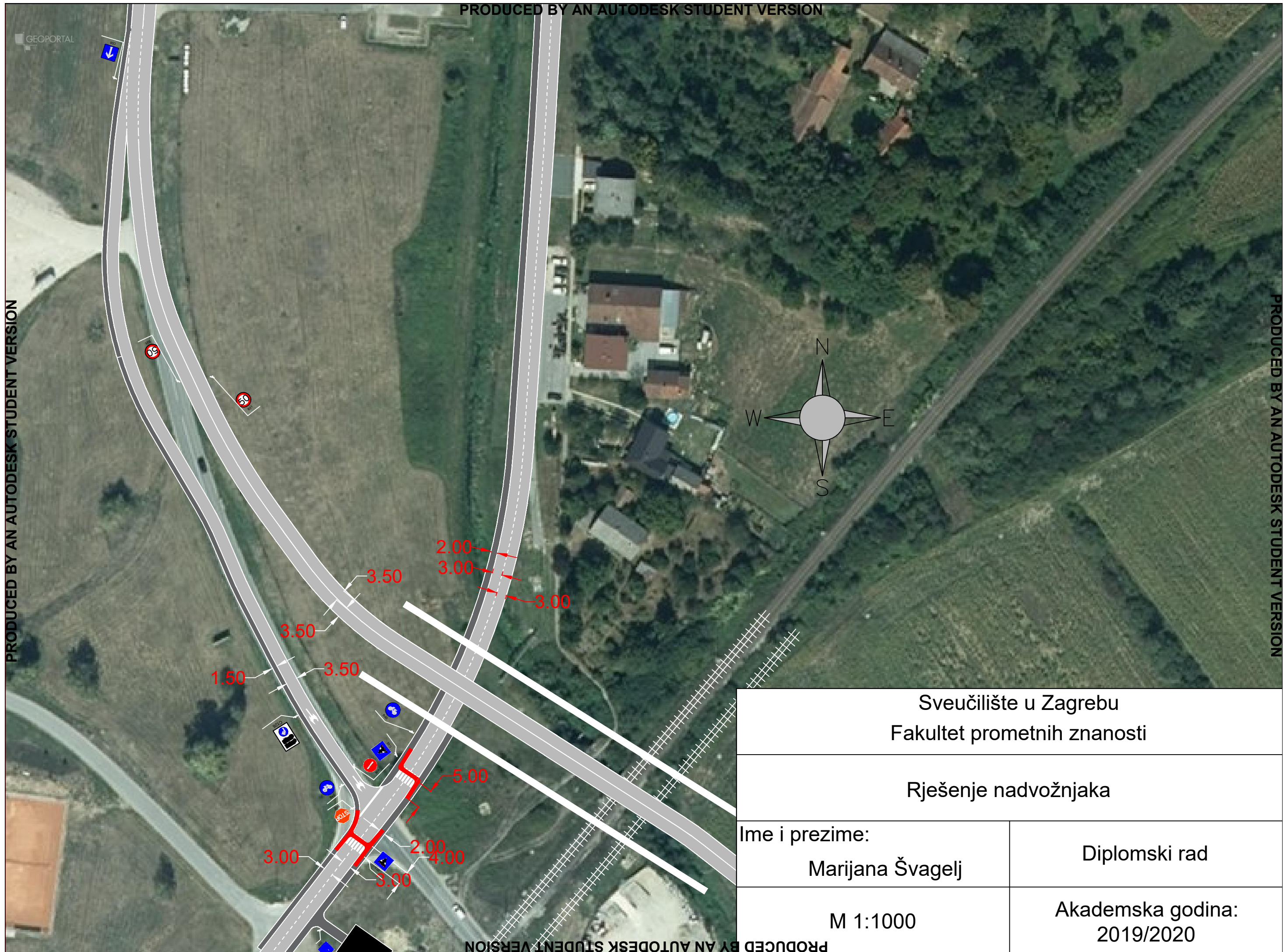
PRILOG 4. Rješenje raskrižja nadvožnjak – kružni tok



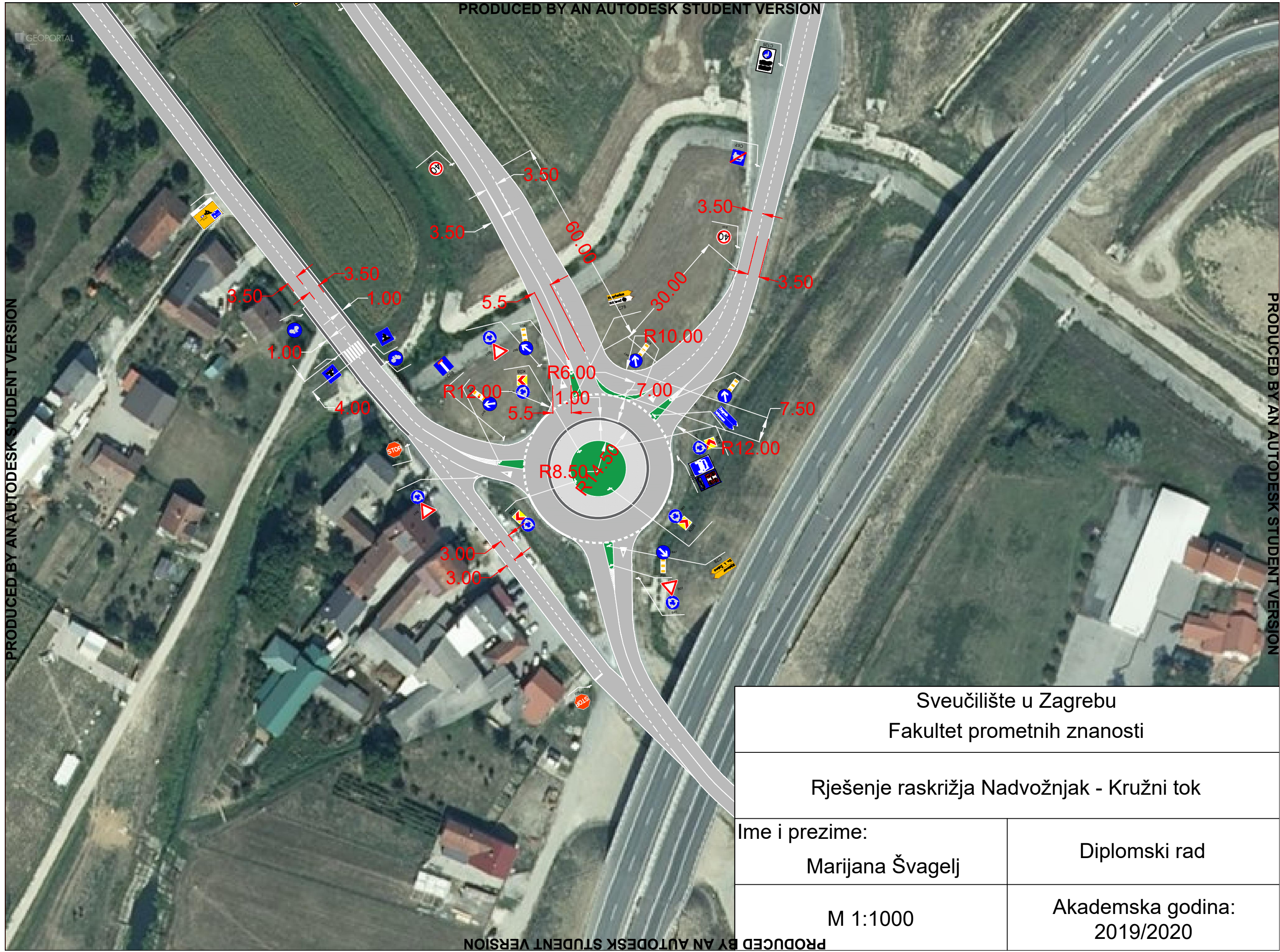
Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti	
Rješenje raskrižja Ulica Kralja Tomislava-Ulica Petra Zrinjskog - Trg J.J.Strossmayera- Trg Svetog Florijana	
Ime i prezime: Marijana Švagelj	Diplomski rad
M 1:500	Akademska godina: 2019/2020



Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti	
Rješenje raskrižja Ulica Kralja Tomislava-Ulica Ivana Gundulića-Ulica Marcela Kieпча	
Ime i prezime: Marijana Švagelj	Diplomski rad
M 1:500	Akademska godina: 2019/2020



Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti	
Rješenje nadvožnjaka	
Ime i prezime: Marijana Švagelj	Diplomski rad
M 1:1000	Akadska godina: 2019/2020



Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti	
Rješenje raskrižja Nadvožnjak - Kružni tok	
Ime i prezime: Marijana Švigelj	Diplomski rad
M 1:1000	Akademska godina: 2019/2020



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada

pod naslovom **OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA U ULICI KRALJA TOMISLAVA
U KRIŽEVCIMA**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 17/09/2020

(potpis)