

Analiza i prijedlozi poboljšanja odvijanja prometnih tokova u Ulici Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci

Došlić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:119:489778>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Ivan Došlić

**ANALIZA I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ODVIJANJA
PROMETNIH TOKOVA U ULICI ALOJZIJA STEPINCA U
NOVOJ GRADIŠCI**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 21. travnja 2017.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 3901

Pristupnik: **Ivan Došlić (0119008230)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza i prijedlozi poboljšanja odvijanja prometnih tokova u Ulici Alojzija
Stepinca u Novoj Gradišci**

Opis zadatka:

U diplomskom radu potrebno je analizirati postojeće stanje odvijanja prometnih tokova, odnosno, odrediti mikrolokaciju i makrolokaciju promatrane ulice, prikazati problematiku regulacije i organizacije prometnih tokova, te prikupiti podatke o strukturi i smjerovima kretanja prometnih tokova (brojanjem prometa). Temeljem napravljene analize sadašnjeg stanja, te analize prognoziranih prometa potrebno je navesti prijedloge poboljšanja odvijanja prometnih tokova, te objasniti njihov doprinos optimalnom odvijanju prometnih tokova na području promatrane ulice. Potrebno je napraviti evaluaciju predloženih rješenja uz pomoć pripadajućih matematičkih modela iz područja teorije prometnih tokova.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ODVIJANJA
PROMETNIH TOKOVA U ULICI ALOJZIJA STEPINCA U
NOVOJ GRADIŠCI**

**ANALYSIS AND PROPOSALS FOR IMPROVEMENT OF
TRAFFIC FLOW IN ALOJZIJA STEPINCA STREET IN
NOVA GRADIŠKA**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić

Student: Ivan Došlić
JMBAG: 0119008230

Zagreb, srpanj 2017.

ANALIZA I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA U ULICI ALOJZIJA STEPINCA U NOVOJ GRADIŠCI

SAŽETAK

Pojam organizacije prometnih tokova podrazumijeva sustavno kretanje prometnih tokova prometnom mrežom. U slučaju nepravilne regulacije prometnih tokova dolazi do zagušenja i stvaranja repova čekanja te do nepotrebnih presijecanja prometnih tokova. Ulica Alojzija Stepinca jedna od glavnih i najprometnijih ulica u gradu Novoj Gradišci. Sadašnje stanje ulice nije zadovoljavajuće jer se prometni tokovi ne odvijaju na optimalan način, a razlog tomu je loše dodijeljeni prioriteti prolaska na raskrižjima. U ulici je, također smanjena i sigurnost zbog izuzetno loše horizontalne preglednosti na raskrižjima. Kao rješenje ovih problema predlaže se izgradnja dva raskrižja s kružnim tokom prometa u samoj ulici te jednog u susjednoj ulici radi harmoniziranog odvijanja prometnih tokova šireg područja. Rješenje se temelji na analizi prometnih tokova u gradu, te brojanju prometa. Svrha i cilj ovog rada je otklanjanje čimbenika koji negativno utječu na odvijanje prometnih tokova, kako bi se promet odvijao optimalno, te se razina sigurnosti povećala.

KLJUČNE RIJEČI: analiza; prometni tokovi; regulacija; raskrižje s kružnim tokom prometa

SUMMARY

A notion of organisation of traffic flows means the systematic movement of traffic flows through the traffic networks. Traffic jams, waiting in lines and unnecessary cutting of traffic flows occur due to defective regulation. Alojzija Stepinca street is one of the main and most crowded streets in Nova Gradiška. The current state of the street is not satisfactory because the traffic flows do not take place in an optimal way, and the reason of that is inefficiently assigned priorities in passing the crossroads. Also, the street safety is decreased due to extremely bad horizontal layout on the crossroads. As the solution of these problems one suggests the building of two crossroads with roundabout in this very street and one crossroad in the neighbouring street for the purpose of the harmonisation of traffic flows in the wider area. The solution is based on the analysis of traffic flows in the city, and on the basis of measurement of density of the traffic. The purpose and the goal of this work is to remove the factors which negatively affect the traffic flows, so that the traffic takes place optimally and that the level of safety is increased.

KEYWORDS: analysis; traffic flows; regulation; crossroad with roundabout

Sadržaj:

1. UVOD	1
2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA.....	3
2.1. Područje obuhvata (mikrolokacija i makrolokacija).....	4
2.2. Analiza prometne infrastrukture	7
2.3. Brojanje prometa	8
2.3.1. Brojanje prometa na raskrižju 1	11
2.3.2. Brojanje prometa na raskrižju 2	14
2.3.3. Brojanje prometa na raskrižju 3	17
2.3.4. Analiza podataka o brojanju prometa	20
3. DEFINIRANJE PROBLEMA.....	24
3.1. Problem odvijanja prometnih tokova	24
3.2. Problem smanjene sigurnosti na promatranim raskrižjima	26
4. ANALIZA PROGNOZIRANOG PROMETA.....	31
4.1. Trend rasta prometa (brojanje prometa – Hrvatske ceste).....	31
4.2. Prognoza prometa za 5 i 10 godina za predmetna raskrižja	33
4.2.1. Prognoza prometa za 5 godina	33
4.2.2. Prognoza prometa za 10 godina	34
4.2.3. Procijenjeno opterećenje u vršnom satu za 5 i 10 godina	34
5. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA.....	37
5.1. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava).....	45
5.2. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice).....	46
5.3. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)	47
6. EVALUACIJA PREDLOŽENIH RJEŠENJA.....	48
6.1. Konverzija brojenog prometa pri rekonstrukciji četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa.....	48
6.2. Smanjenje broja konflikata	52
6.1.1. Smanjenje broja konflikata na raskrižju 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava)	52
6.1.2. Smanjenje broja konflikata na raskrižju 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice).....	54

6.1.3. Smanjenje broja konflikata na raskrižju 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)	56
6.3. Usporedba razine usluge prije i nakon rekonstrukcije raskrižja.....	59
6.3.1. Usporedba razina usluge na raskrižju 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava)	59
6.3.2. Usporedba razina usluge na raskrižju 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice).....	62
6.3.3. Usporedba razina usluge na raskrižju 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)	65
7. ZAKLJUČAK	69
LITERATURA:.....	70
POPIS SLIKA	72
POPIS TABLICA.....	74
POPIS GRAFIKONA	75
PRILOZI.....	76

1. UVOD

Grad Nova Gradiška ima značajan prometni položaj, prvenstveno zbog toga jer se nalazi uz autocestu A3, te zbog državne ceste D51 koja preko Nove Gradiške povezuje autocestu A3 i Požegu. Ulica Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci, od velikoj je značaja jer je jedna od najprometnijih ulica u gradu. Također, promatrana ulica povezuje centar grada sa južnim dijelom grada gdje se nalazi autobusni i željeznički kolodvor kao i neki gospodarski atraktori, te je zbog toga jedna od vodećih ulica u gradu što se tiče prometnog opterećenja.

Tema diplomskog rada je „Analiza i prijedlozi poboljšanja odvijanja prometnih tokova u Ulici Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci“. Čestim sudjelovanjem u prometu, uočeni su nedostaci odvijanja prometnih tokova, kako u samoj ulici tako i na prilaznim cestama, što je djelovalo motivirajuće za obrađivanjem ove teme diplomskog rada.

Svrha istraživanja je otklanjanje čimbenika koji negativno utječu na optimalno odvijanje prometnih tokova u promatranoj ulici i pristupnim cestama, te predloženim rješenjima optimizirati odvijanje prometnih tokova u ulici te unaprijediti kvalitetu odvijanja prometnih tokova. Ciljevi istraživanja su analiziranje područja obuhvata, te postojećeg stanja odvijanja prometnih tokova, njihov intenzitet, smjer kretanja i struktura uz pomoć prikupljenih podataka o brojanju prometa kao i definiranje problema odvijanja istih. Prognoziranje budućih prometnih tokova te davanje prijedloga poboljšanja odvijanja prometnih tokova, kao najvažniji cilj i njihova evaluacija upotrebom matematičkih modela iz područja teorije prometnih tokova.

Rad se sastoji od sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Analiza postojećeg stanja
3. Definiranje problema
4. Analiza prognoziranog prometa
5. Prijedlozi poboljšanja odvijanja prometnih tokova
6. Evaluacija predloženih rješenja
7. Zaključak

U drugom poglavlju opisano je područje obuhvata, odnosno mikrolokacija i makrolokacija promatrane ulice, zatim je prikazano stanje cestovne infrastrukture kao i analiza raskrižja na području ulice. Zatim su prikazane lokacije i rezultati brojanja prometa te je napravljena analiza podataka o brojanju prometa.

U trećem poglavlju su definirani problemi optimalnog odvijanja prometnih tokova, kako u samoj ulici tako i na širem području, također su prikazani problemi regulacije prometnih tokova kao i kritične točke, uzevši u obzir podatke o prometnim nesrećama.

Četvrto poglavlje se bavi analizom prognoziranog prometa, odnosno porastom prometne potražnje za razdoblje 5 i 10 godina.

U petom poglavlju su izneseni prijedlozi poboljšanja odvijanja prometnih tokova, odnosno data su idejna rješenja rekonstrukcije dva raskrižja u promatranoj ulici te jednog raskrižja u susjednoj ulici, kako bi se postigla harmonizacija odvijanja prometnih tokova na širem području.

Šesto poglavlje obrađuje evaluaciju predloženih rješenja, odnosno prikazuje konverziju brojenog prometa pri rekonstrukciji četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa, zatim prikazuje smanjenje broja konflikata te usporedbu razine usluge prije i nakon rekonstrukcije raskrižja.

Za izradu diplomskog rada korištena je stručna literatura, relevantni podaci prikupljeni na internetu, podaci prikupljeni vlastitim radom i zapažanjem autora kao i statistički podaci MUP RH-a.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

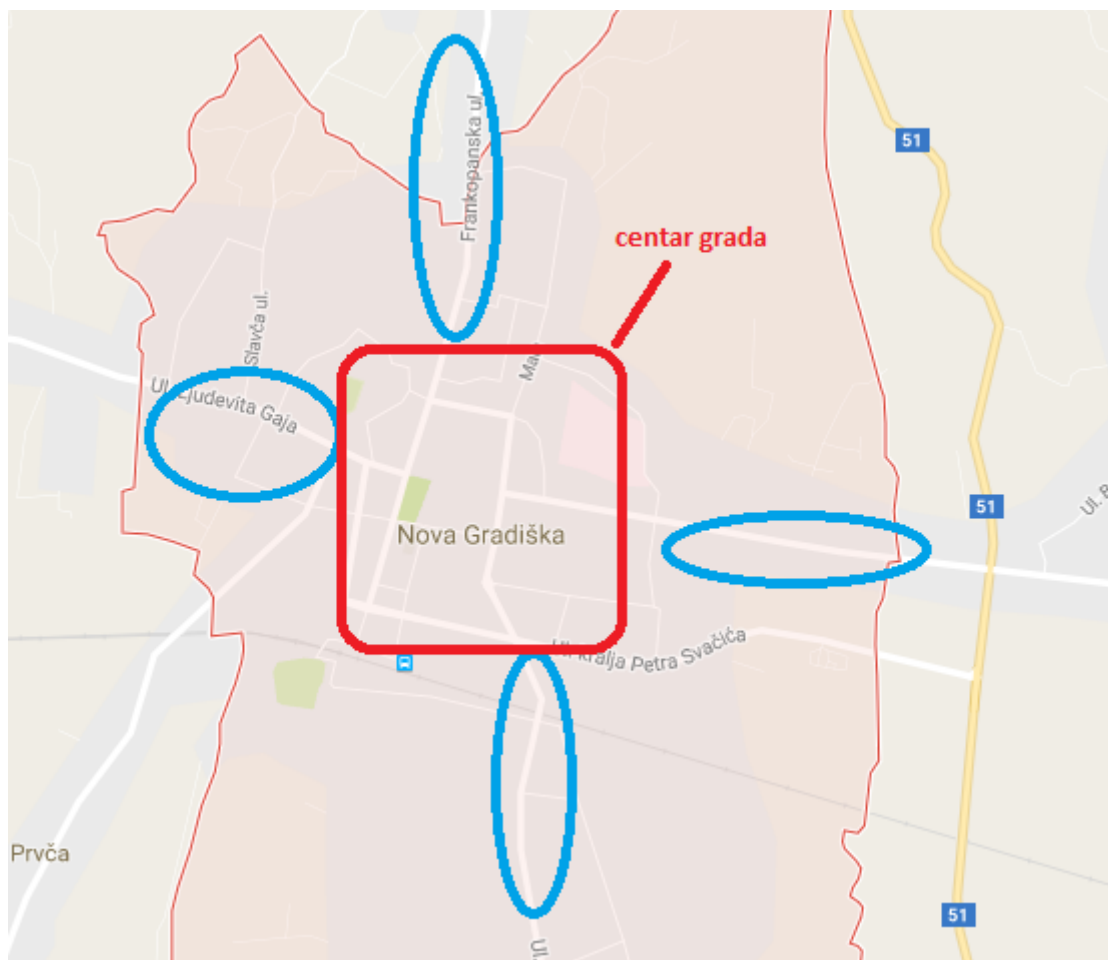
Grad Nova gradiška se nalazi u jugozapadnom dijelu istočne Hrvatske te je po veličini drugi grad Brodsko-posavske županije. Grad se nalazi uz vrlo važne prometne pravce, tj. uz autocestu A3 (Zagreb – Slavonski Brod – Beograd), a kroz grad prolazi i državna cesta D51 koja vodi prema Požegi i Našicama (slika 2.1.). Kroz grad također prolazi i željeznička pruga Zagreb – Vinkovci.



Slika 2.1. Položaj grada Nova Gradiška, [1]

Gledajući iz perspektive prometa, spomenuta autocesta koja se nalazi na paneuropskom cestovnom koridoru X te željeznička magistrala koja je na paneuropskom željezničkom koridoru X, omogućuju veliku mobilnost u regiji i međunarodno. Grad Nova Gradiška je također bitna poveznica između Bosanske i Brodske Posavine s Hrvatskom, a nedaleko (nekoliko kilometara dalje) se nalazi i granični prijelaz sa BiH u Staroj Gradišci. Bitno je i napomenuti kako Nova Gradiška preko Požege povezuje sjever i jug Slavonije.

Prometna mreža grada nije sustavno razvijana te dolazi do poteškoća u odvijanju u reguliranju prometnih tokova. Grad se nalazi na takvom položaju da postoji dosta tranzitnog prometa (nema ni početnu ni završnu točku u tom prostoru, ali se odvija njime), a gradska mreža nije povoljno razvijena za takvu vrstu prometa. U gradu se spajaju prometni pravci sa sjevera i juga, kao i oni sa istoka i zapada (slika 2.2.), ali mreža prometnica nije razvijena na način da se taj tranzitni promet odvija na rubovima grada već se on sav odvija u području grada, pa velikim dijelom i u užem središnjem području samoga grada.



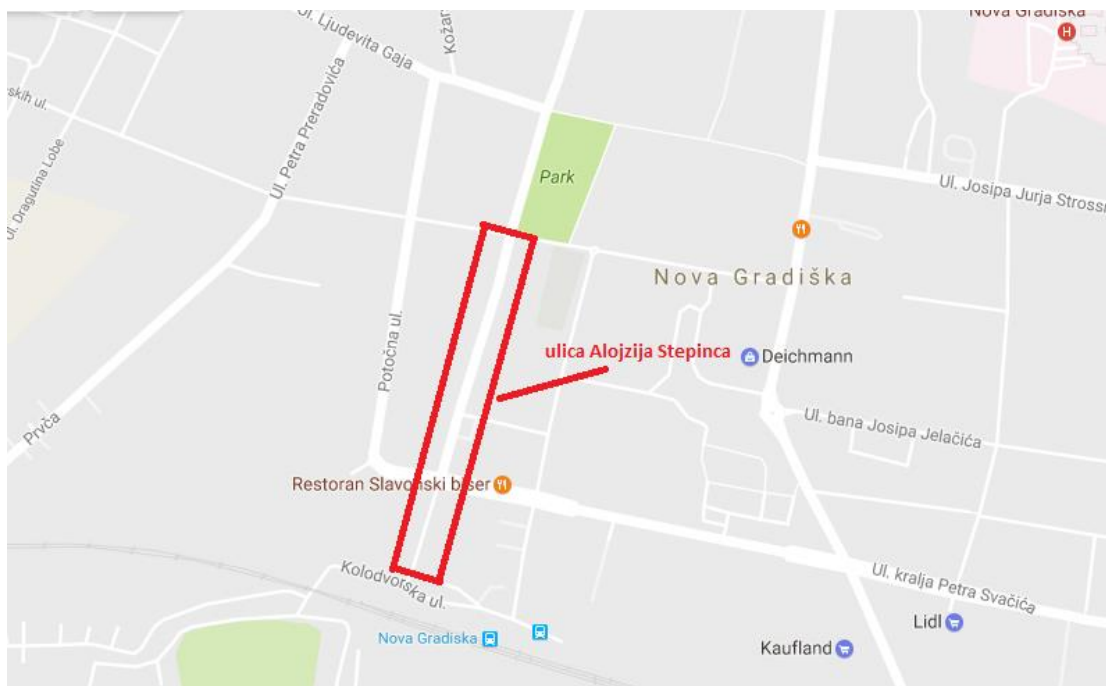
Slika 2.2. Položaj uličnih parkirališta

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

Najpovoljniji pravac za tranzitni promet je onaj koji preko Ulice kralja Petra Svačića spaja državnu cestu D51 na istoku grada te Ulicu Ljudevita Gaja na zapadnom dijelu grada.

2.1. Područje obuhvata (mikrolokacija i makrolokacija)

Područje analiziranja postojećeg stanja, za potrebe ovog diplomskog rada, podijeljeno je na mikrolokaciju i makrolokaciju promatrane ulice. Ulica Alojzija Stepinca, kao što je već rečeno, se nalazi u Novoj Gradišci i povezuje centar grada sa južnim dijelom grada (slika 2.3.) gdje se nalaze autobusni i željeznički kolodvor kao i drugi atraktori i produktori koji privlače i generiraju određeni broj putovanja.

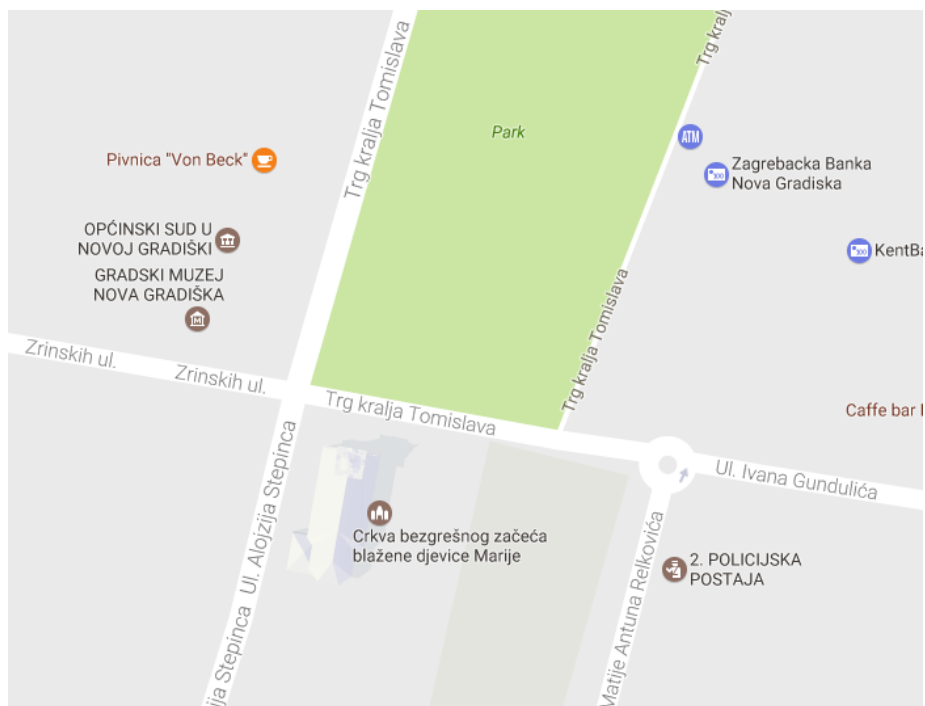


Slika 2.3. Položaj Ulice Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci (makrolokacija)

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

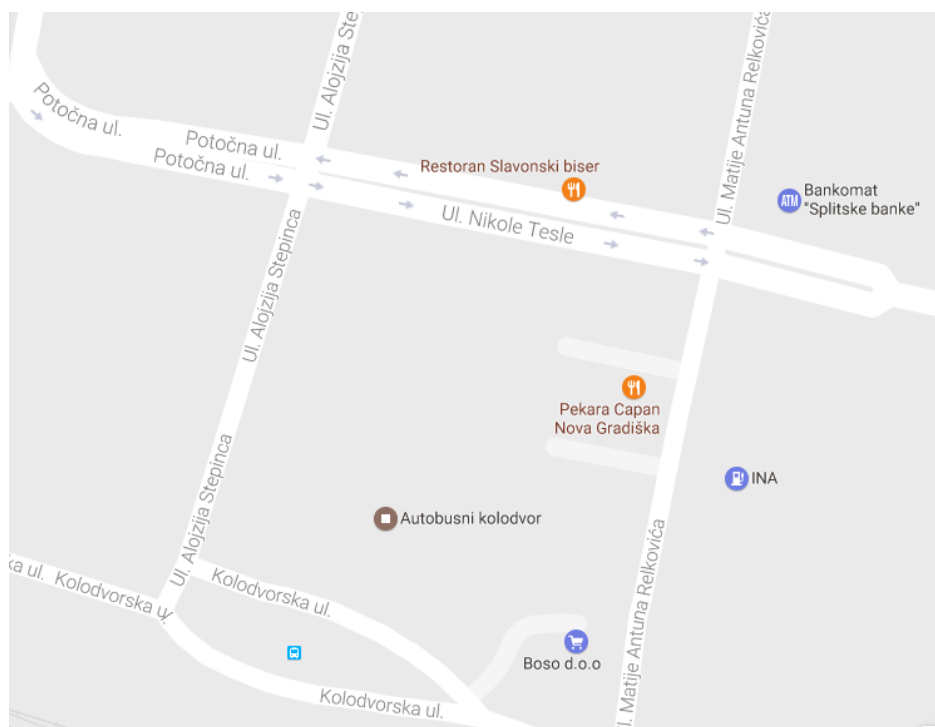
Iz tih spoznaja proizlazi važnost promatrane ulice te njen utjecaj na odvijanje prometnih tokova u cijelom gradu. Ako se uzme u obzir bilo kakvo povećanje aktivnosti ili putovanja u gradu kao i u njegovim rubnim dijelovima, to će se odraziti na prometno opterećenje promatrane ulice i zbog toga je Ulica Alojzija Stepinca od izuzetog značaja za analiziranje i utvrđivanje nedostataka optimalnog odvijanja prometnih tokova.

Promatrana ulica se na svome sjevernom dijelu spaja sa Ulicom Zrinskih i Trgom kralja Tomislava (slika 2.4.), te je to područje gdje se nalazi park i sami centar grada u kome se nalaze brojne institucije, ugostiteljski objekti i slično.



Slika 2.4. Položaj sjevernog dijela Ulice Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci (mikrolokacija), [1]

Promatrana ulica, na svome južnom dijelu, se križa sa Potočnom ulicom te Ulicom Nikole Tesle, a zatim produžuje sve do Kolodvorske ulice (slika 2.5). U južnom dijelu Ulice Alojzija Stepinaca se nalazi autobusni i željeznički kolodvor kao i ostali atraktori i produktori koji privlače i generiraju određeni broj putovanja.



Slika 2.5. Položaj južnog dijela Ulice Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci (mikrolokacija), [1]

2.2. Analiza prometne infrastrukture

Ulica Alojzija Stepinca je dvotračna ulica, odnosno jedna prometna traka u svakome smjeru kretanja (slika 2.6.). Širina prometne trake je 3,00 m, dok je širina posebnih traka za lijevo skretanje također 3,00 m.



Slika 2.6. Prikaz Ulice Alojzija Stepinca, [1]

Uz kolnik se sa obje strane nalazi zeleni travnati dio na kome je i drvoređ, a iza drvoređa se nalaze uređene površine za kretanje pješaka. U ulici nisu izvedene posebne površine za kretanje biciklističkog prometa, nego se on odvija po površinama za kretanje motornih vozila.

Sva raskrižja u ulici su nesemaforizirana raskrižja, odnosno raskrižja upravljana prometnim znakovima (slika 2.7.).



Slika 2.7. Prikaz raskrižja u Ulici Alojzija Stepinca, [1]

Prometni znakovi su izrađeni od retroreflektirajućih materijala, pretežno materijala klase 2 čija je snaga retrorefleksije do $250 \text{ cd} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, a nakon 10 godina zadržavaju 80 % prvotne sjajnosti. Prometni znakovi se u naseljenim područjima postavljaju prema Pravilniku

o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama na visini od 0,30 do 2,20 m, a stup prometnog znaka se postavlja najviše 2,00 m od kolničkog ruba, dok je vodoravni razmak između ruba kolnika i najbližeg ruba prometnog znaka najmanje 0,30 m.[2]

Može se zaključiti da su u promatranoj ulici svi znakovi postavljeni na odgovarajuću visinu i udaljenost od ruba kolnika. Oznake na kolniku su izvedene bojom dok su oznake pješačkih prijelaza izvedene od plastičnih materijala debljine 1 do 3 mm.

2.3. Brojanje prometa

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Podaci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Ti podaci se mogu sastojati od informacija kao što su:

- Prometna opterećenja na cestovnim prometnicama,
- Struktura prometnog toka,
- Brzina kretanja vozila u prometnom toku,
- Razmak između vozila u prometnom toku,
- Smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži,
- Vršna opterećenja u određenim vremenskim rasponima i slično.[3]

Prvi parametar koji je potrebno odrediti za potrebe brojanja prometa je određivanje zone obuhvata brojanja. Nakon toga se metodom sondiranja utvrđuju lokacije na kojima će se, zbog njihovog značaja, provoditi brojanje te kasnije analizirati cijeli sustav unutar zadane zone. Brojanja se mogu provoditi tokom jednog ili više dana, kontinuirano ili prekidno. Isto tako, potrebno je odrediti vremenski interval unutar jednog dana, tj. broji li se samo neki specifični sati u danu ili kontinuirano svi sati.[3]

U praksi se razlikuju dvije vrste brojenja:

- Statičko brojanje, tj. brojenje u nekom presjeku,
- Dinamičko brojanje, tj. brojenje prometnog toka.[4]

Sva ta brojanja mogu se izvršiti:

- Ručno,
- Automatsko,
- Kameranom,
- Naplatno,
- Satelitsko,
- Brojanje vozila prevezenih trajektima,
- Brojanje na parkirališnim površinama.[3]

Pri statičkom brojenju broje se vozila koja u određenom vremenskom intervalu prođu kroz određeni presjek ceste. Statičko brojenje daje podatke o opterećenju ceste, a koristi se za

dimenzioniranje prometnica i raskrižja. Prednost je statičkog brojanja u tome što ne ometa promet.[4]

Dinamičko brojenje je brojenje prometnih tokova. Njime se utvrđuje jačina, smjer i put prometnog strujanja. Glavna je zadaća dinamičkog brojanja utvrđivanje izvora i cilja pojedinih prometnih tokova. Takvo brojenje zadržava promet te se mora pažljivo odabrati mjesto brojenja.[4]

U gradu Novoj Gradišci je najveće prometno opterećenje u jutarnjem vršnom satu zbog svih aktivnosti koje se tad odvijaju, ljudi odlaze na posao, školarci idu u školu i slično, dok prometno opterećenje u popodnevnom vršnom satu nije toliko istaknuto jer se sve aktivnosti (ljudi idu s posla, djeca iz škole i slično) rasporede kroz duži vremenski period te nema većih prometnih opterećenja unutar jednog sata. Brojanje prometa je obavljeno u jutarnjem vršnom satu od 06:30 do 07:30 sati, dana 29.03.2017. (srijeda) i 30.03.2017. (četvrtak). Brojanje je rađeno sredinom tjedna zbog ustaljenog prometa na raskrižjima kako bi se dobio što reprezentativniji uzorak. Brojanje je izvršeno ručno a vozila su svrstana u pet kategorija, a to su:

1. Osobna vozila (OV)
2. Teretna vozila (TV)
3. Autobusi (BUS)
4. Motocikli (MOT)
5. Bicikli (BIC)

Zbog jednostavnijeg izračuna intenziteta presijecanja prometnih tokova, brojana vozila mogu se svrstati u pet kategorija i svedena na ekvivalentnu jedinicu automobila (EJA).[3] Kategorije vozila svedene na ekvivalentnu jedinicu automobila prikazane su u tablici 2.1..

Tablica 2.1. Kategorije vozila svedene na ekvivalentnu jedinicu automobila.

Kategorija vozila	Ekvivalent jedinice automobila
Osobna vozila	1
Teretna vozila	2
Autobusi	2
Motocikli	0,5
Bicikli	0,3

Izvor: [5]

Kao što je već navedeno, brojanje prometa je izvršeno ručno uz pomoć brojačkog listića (tablica 2.2). brojanje prometa je obavljeno na tri raskrižja u Novoj Gradišci. Dva raskrižja se nalaze u Ulici Alojzija Stepinca a treće se nalazi u blizini promatrane ulice.

Tablica 2.2. Brojački listić

Brojački listić								
Datum:			Vrijeme:			Mjesto:		
Ime i prezime brojača:								
15-min interval	Smjer	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
	Ukupno:							

Lokacije raskrižja na kojima je odrađeno brojanje prometa ranije navedenom vremenu, prikazane su na slici 2.8.



Slika 2.8. Prikaz lokacija brojanja prometa

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

2.3.1. Brojanje prometa na raskrižju 1

Brojanje prometa na raskrižju 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava) je obavljeno na četiri brojačka položaja (slika 2.9.), a rezultati brojanja su prikazani u tablicama 2.3., 2.4., 2.5. i 2.6..



Slika 2.9. Prikaz položaja brojačkih mjesta na raskrižju 1

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

Tablica 2.3. Brojanje prometa na raskrižju 1 (sjeverni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	12	0 - 15'	12	0	0	0	1
		15' - 30'	9	0	0	2	0
		30' - 45'	13	0	0	1	0
		45' - 60'	10	0	0	2	2
		ukupno	44	0	0	5	3
		EJA	44	0	0	2,5	0,9
	sveukupno vozila		52				
	sveukupno EJA		47,4				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	13	0 - 15'	27	2	1	2	0
		15' - 30'	30	3	1	1	2
		30' - 45'	29	1	2	3	1
		45' - 60'	31	2	2	3	2
		ukupno	117	8	6	9	5
		EJA	117	16	12	4,5	1,5
	sveukupno vozila		145				
	sveukupno EJA		151				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	14	0 - 15'	6	0	0	0	1
		15' - 30'	4	2	0	2	0
		30' - 45'	5	1	0	1	0
		45' - 60'	3	0	0	3	2
		ukupno	18	3	0	6	3
		EJA	18	6	0	3	0,9
	sveukupno vozila		30				
	sveukupno EJA		27,9				

Tablica 2.4. Brojanje prometa na raskrižju 1 (južni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	31	0 - 15'	18	0	0	0	1
		15' - 30'	19	0	1	1	0
		30' - 45'	13	0	0	2	2
		45' - 60'	17	0	0	1	2
		ukupno	67	0	1	4	5
		EJA	67	0	2	2	1,5
	sveukupno vozila		77				
	sveukupno EJA		72,5				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	32	0 - 15'	9	0	0	1	0
		15' - 30'	10	0	0	3	1
		30' - 45'	12	0	0	2	3
		45' - 60'	11	0	0	3	2
		ukupno	42	0	0	9	6
		EJA	42	0	0	4,5	1,8
	sveukupno vozila		57				
	sveukupno EJA		48,3				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	34	0 - 15'	9	0	0	1	1
		15' - 30'	8	0	0	2	0
		30' - 45'	11	0	0	1	3
		45' - 60'	8	0	0	3	2
		ukupno	36	0	0	7	6
		EJA	36	0	0	3,5	1,8
	sveukupno vozila		49				
	sveukupno EJA		41,3				

Tablica 2.5. Brojanje prometa na raskrižju 1 (istočni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	21	0 - 15'	30	0	0	0	0
		15' - 30'	35	1	0	3	3
		30' - 45'	34	0	0	2	2
		45' - 60'	33	1	0	1	2
		ukupno	132	2	0	6	7
		EJA	132	4	0	3	2,1
	sveukupno vozila		147				
	sveukupno EJA		141,1				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	23	0 - 15'	9	0	0	0	0
		15' - 30'	8	0	0	2	2
		30' - 45'	9	0	0	2	1
		45' - 60'	11	0	0	3	2
		ukupno	37	0	0	7	5
		EJA	37	0	0	3,5	1,5
	sveukupno vozila		49				
	sveukupno EJA		42				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	24	0 - 15'	34	0	0	2	0
		15' - 30'	36	1	0	2	1
		30' - 45'	30	0	0	3	3
		45' - 60'	35	0	0	3	2
		ukupno	135	1	0	10	6
		EJA	135	2	0	5	1,8
	sveukupno vozila		152				
	sveukupno EJA		143,8				

Tablica 2.6. Brojanje prometa na raskrižju 1 (zapadni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	41	0 - 15'	6	0	0	1	0
		15' - 30'	5	0	0	2	1
		30' - 45'	8	0	0	2	2
		45' - 60'	9	0	0	3	2
		ukupno	28	0	0	8	5
		EJA	28	0	0	4	1,5
	sveukupno vozila		41				
	sveukupno EJA		33,5				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	42	0 - 15'	15	0	0	0	0
		15' - 30'	14	0	0	1	2
		30' - 45'	17	0	0	3	1
		45' - 60'	11	0	0	2	2
		ukupno	57	0	0	6	5
		EJA	57	0	0	3	1,5
	sveukupno vozila		68				
	sveukupno EJA		61,5				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	43	0 - 15'	6	0	0	1	1
		15' - 30'	8	0	0	2	0
		30' - 45'	12	0	0	1	3
		45' - 60'	9	0	0	3	2
		ukupno	35	0	0	7	6
		EJA	35	0	0	3,5	1,8
	sveukupno vozila		48				
	sveukupno EJA		40,3				

2.3.2. Brojanje prometa na raskrižju 2

Brojanje prometa na raskrižju 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice) je obavljeno na četiri brojačka položaja (slika 2.10.), a rezultati brojanja su prikazani u tablicama 2.7., 2.8., 2.9. i 2.10..



Slika 2.10. Prikaz položaja brojačkih mjesta na raskrižju 2

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

Tablica 2.7. Brojanje prometa na raskrižju 2 (sjeverni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	12	0 - 15'	12	0	1	1	2
		15' - 30'	13	2	0	1	0
		30' - 45'	10	1	1	3	2
		45' - 60'	11	0	2	3	2
		ukupno	46	3	4	8	6
		EJA	46	6	8	4	1,8
	sveukupno vozila	67					
	sveukupno EJA	65,8					
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	13	0 - 15'	12	0	0	0	0
		15' - 30'	14	2	0	1	1
		30' - 45'	9	0	0	2	3
		45' - 60'	10	1	0	2	2
		ukupno	45	3	0	5	6
		EJA	45	6	0	2,5	1,8
	sveukupno vozila	59					
	sveukupno EJA	55,3					
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	14	0 - 15'	2	0	0	0	1
		15' - 30'	4	0	0	1	0
		30' - 45'	3	0	0	2	1
		45' - 60'	1	0	0	0	2
		ukupno	10	0	0	3	4
		EJA	10	0	0	1,5	1,2
	sveukupno vozila	17					
	sveukupno EJA	12,7					

Tablica 2.8. Brojanje prometa na raskrižju 2 (južni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	31	0 - 15'	10	0	0	0	2
		15' - 30'	12	1	0	1	1
		30' - 45'	9	1	0	3	3
		45' - 60'	8	0	0	2	2
		ukupno	39	2	0	6	8
		EJA	39	4	0	3	2,4
	sveukupno vozila	55					
	sveukupno EJA	48,4					
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	32	0 - 15'	8	0	1	0	2
		15' - 30'	9	2	2	1	1
		30' - 45'	11	0	2	0	1
		45' - 60'	10	1	1	2	2
		ukupno	38	3	6	3	6
		EJA	38	6	12	1,5	1,8
	sveukupno vozila	56					
	sveukupno EJA	59,3					
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	34	0 - 15'	3	0	0	1	1
		15' - 30'	5	1	0	0	2
		30' - 45'	8	0	0	2	1
		45' - 60'	4	1	0	0	1
		ukupno	20	2	0	3	5
		EJA	20	4	0	1,5	1,5
	sveukupno vozila	30					
	sveukupno EJA	27					

Tablica 2.9. Brojanje prometa na raskrižju 2 (istočni privoz)

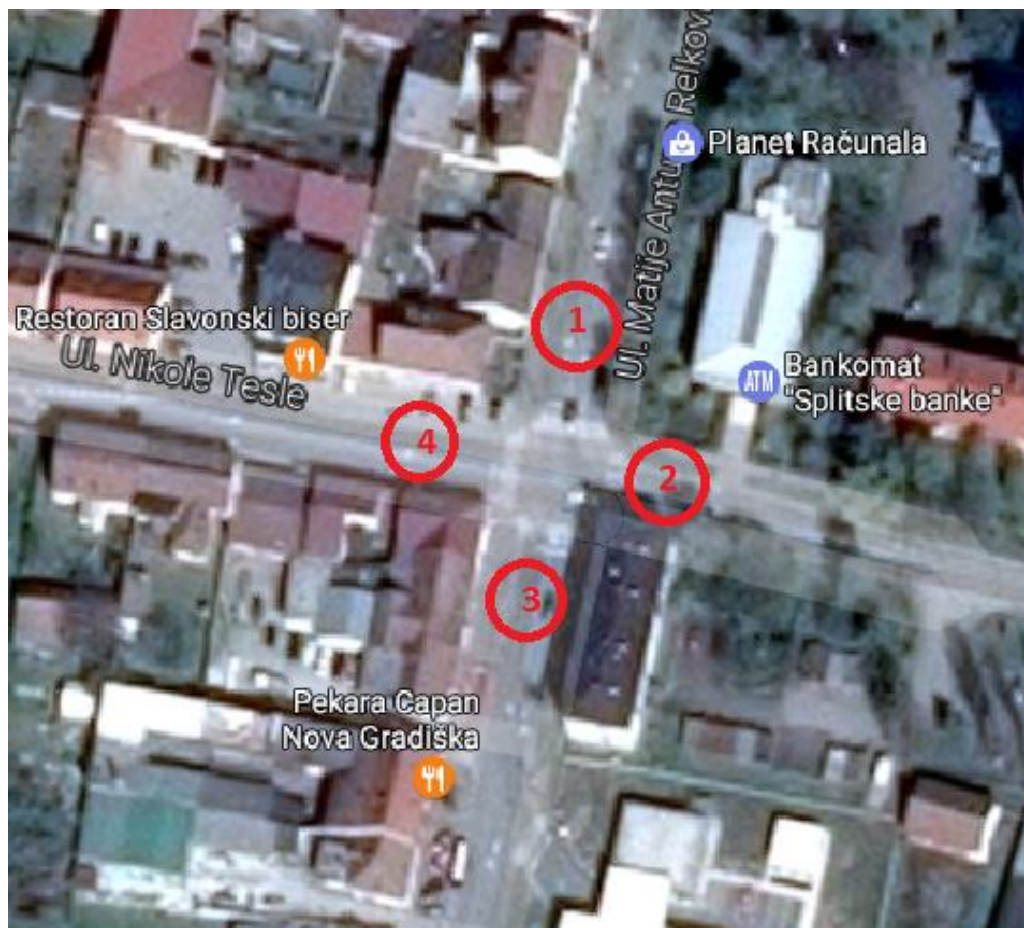
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	21	0 - 15'	10	1	0	0	2
		15' - 30'	9	0	0	1	2
		30' - 45'	10	1	0	2	3
		45' - 60'	11	0	0	1	1
		ukupno	40	2	0	4	8
		EJA	40	4	0	2	2,4
	sveukupno vozila		54				
	sveukupno EJA		48,4				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	23	0 - 15'	6	0	0	1	0
		15' - 30'	5	2	0	2	2
		30' - 45'	6	0	0	0	1
		45' - 60'	8	1	0	2	2
		ukupno	25	3	0	5	5
		EJA	25	6	0	2,5	1,5
	sveukupno vozila		38				
	sveukupno EJA		35				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	24	0 - 15'	28	2	0	0	1
		15' - 30'	25	1	0	3	1
		30' - 45'	30	3	0	2	3
		45' - 60'	24	1	0	0	1
		ukupno	107	7	0	5	6
		EJA	107	14	0	2,5	1,8
	sveukupno vozila		125				
	sveukupno EJA		125,3				

Tablica 2.10. Brojanje prometa na raskrižju 2 (zapadni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	41	0 - 15'	5	0	0	0	1
		15' - 30'	6	2	0	1	0
		30' - 45'	4	1	0	1	3
		45' - 60'	3	0	0	1	1
		ukupno	18	3	0	3	5
		EJA	18	6	0	1,5	1,5
	sveukupno vozila		29				
	sveukupno EJA		27				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	42	0 - 15'	48	1	0	0	1
		15' - 30'	50	2	1	2	2
		30' - 45'	51	3	0	1	3
		45' - 60'	49	1	0	2	2
		ukupno	198	7	1	5	8
		EJA	198	14	2	2,5	2,4
	sveukupno vozila		219				
	sveukupno EJA		218,9				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	43	0 - 15'	8	1	0	0	1
		15' - 30'	10	2	0	1	1
		30' - 45'	9	2	0	2	2
		45' - 60'	11	1	0	3	1
		ukupno	38	6	0	6	5
		EJA	38	12	0	3	1,5
	sveukupno vozila		55				
	sveukupno EJA		54,5				

2.3.3. Brojanje prometa na raskrižju 3

Brojanje prometa na raskrižju 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića) je obavljeno na četiri brojačka položaja (slika 2.11.), a rezultati brojanja su prikazani u tablicama 2.11., 2.12., 2.13. i 2.14..



Slika 2.11. Prikaz položaja brojačkih mjesta na raskrižju 3

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

Tablica 2.11. Brojanje prometa na raskrižju 3 (sjeverni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	12	0 - 15'	21	0	0	0	0
		15' - 30'	16	1	0	1	1
		30' - 45'	19	0	0	2	1
		45' - 60'	18	0	0	1	2
		ukupno	74	1	0	4	4
		EJA	74	2	0	2	1,2
	sveukupno vozila		83				
	sveukupno EJA		79,2				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	13	0 - 15'	24	0	0	0	1
		15' - 30'	25	1	0	1	0
		30' - 45'	21	1	0	1	1
		45' - 60'	27	0	0	2	2
		ukupno	97	2	0	4	4
		EJA	97	4	0	2	1,2
	sveukupno vozila		107				
	sveukupno EJA		104,2				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	14	0 - 15'	6	1	0	0	1
		15' - 30'	9	0	0	2	2
		30' - 45'	5	2	0	1	1
		45' - 60'	8	0	0	3	2
		ukupno	28	3	0	6	6
		EJA	28	6	0	3	1,8
	sveukupno vozila		43				
	sveukupno EJA		38,8				

Tablica 2.12. Brojanje prometa na raskrižju 3 (južni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	31	0 - 15'	8	0	0	0	0
		15' - 30'	9	0	0	1	1
		30' - 45'	5	1	0	1	0
		45' - 60'	7	0	0	1	1
		ukupno	29	1	0	3	2
		EJA	29	2	0	1,5	0,6
	sveukupno vozila		35				
	sveukupno EJA		33,1				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	32	0 - 15'	24	0	0	0	1
		15' - 30'	25	1	0	1	0
		30' - 45'	21	1	0	1	1
		45' - 60'	27	0	0	2	2
		ukupno	97	2	0	4	4
		EJA	97	4	0	2	1,2
	sveukupno vozila		107				
	sveukupno EJA		104,2				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	34	0 - 15'	20	0	0	0	1
		15' - 30'	19	1	0	1	0
		30' - 45'	21	2	0	1	1
		45' - 60'	19	1	0	2	2
		ukupno	79	4	0	4	4
		EJA	79	8	0	2	1,2
	sveukupno vozila		91				
	sveukupno EJA		90,2				

Tablica 2.13. Brojanje prometa na raskrižju 3 (istočni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	21	0 - 15'	9	0	0	0	0
		15' - 30'	8	1	0	1	1
		30' - 45'	10	0	0	2	2
		45' - 60'	9	0	0	1	1
		ukupno	36	1	0	4	4
		EJA	36	2	0	2	1,2
	sveukupno vozila		45				
	sveukupno EJA		41,2				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	23	0 - 15'	22	0	0	2	1
		15' - 30'	19	1	2	1	0
		30' - 45'	16	1	0	1	1
		45' - 60'	17	0	1	0	1
		ukupno	74	2	3	4	3
		EJA	74	4	6	2	0,9
	sveukupno vozila		86				
	sveukupno EJA		86,9				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	24	0 - 15'	28	2	0	0	1
		15' - 30'	25	1	0	1	0
		30' - 45'	29	1	0	1	1
		45' - 60'	27	3	0	2	0
		ukupno	109	7	0	4	2
		EJA	109	14	0	2	0,6
	sveukupno vozila		122				
	sveukupno EJA		125,6				

Tablica 2.14. Brojanje prometa na raskrižju 3 (zapadni privoz)

sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	41	0 - 15'	5	0	0	0	0
		15' - 30'	4	0	0	1	2
		30' - 45'	5	0	0	1	0
		45' - 60'	3	0	0	2	1
		ukupno	17	0	0	4	3
		EJA	17	0	0	2	0,9
	sveukupno vozila		24				
	sveukupno EJA		19,9				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	42	0 - 15'	50	2	0	1	1
		15' - 30'	52	1	0	1	0
		30' - 45'	56	1	0	2	1
		45' - 60'	48	2	0	0	2
		ukupno	206	6	0	4	4
		EJA	206	12	0	2	1,2
	sveukupno vozila		220				
	sveukupno EJA		221,2				
sat	smjer	15'-int	OV	TV	BUS	MOT	BIC
06:30 - 07:30	43	0 - 15'	9	1	1	2	0
		15' - 30'	12	1	0	1	1
		30' - 45'	15	1	1	1	1
		45' - 60'	16	3	0	2	0
		ukupno	52	6	2	6	2
		EJA	52	12	4	3	0,6
	sveukupno vozila		68				
	sveukupno EJA		71,6				

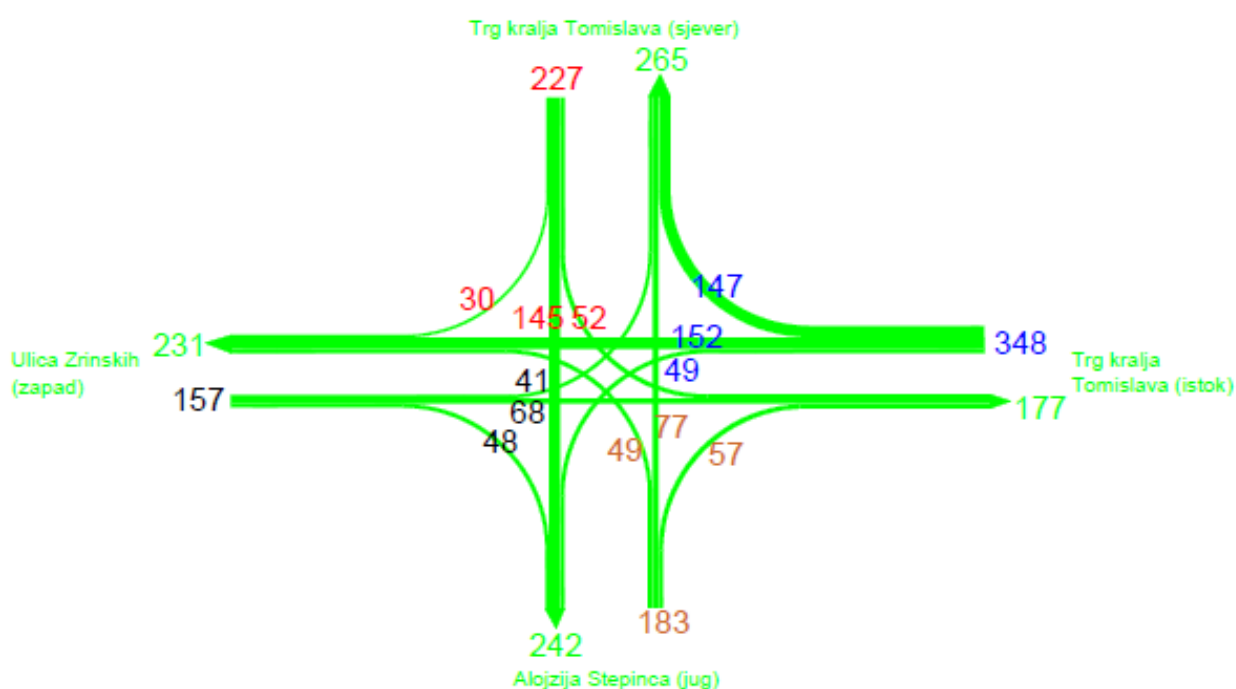
2.3.4. Analiza podataka o brojanju prometa

Brojanje prometa je prvi i najbitniji korak pri svakoj analizi odvijanja prometnih tokova i općenito odvijanja prometa na cestovnoj infrastrukturi. Brojanje prometa daje najrealniji uvid u broj vozila koja prođu kroz određeni presjek ceste ili raskrižje, kao i u strukturu vozila koja su izbrojana. Uz pomoć tih podataka može se pristupiti analiziranju i rekonstrukciji prometnih površina, kao i reguliranju prometnih tokova.

Nakon brojanja prometa na predmetnim raskrižjima može se pristupiti analiziranju podataka dobivenih brojanjem.

A. Analiza prometa na raskrižju 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava)

Brojanje prometa na raskrižju 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava) je obavljeno na četiri brojačka položaja (slika 2.9.), a rezultati brojanja, radi lakšeg analiziranja su prikazani grafički (slika 2.12.).



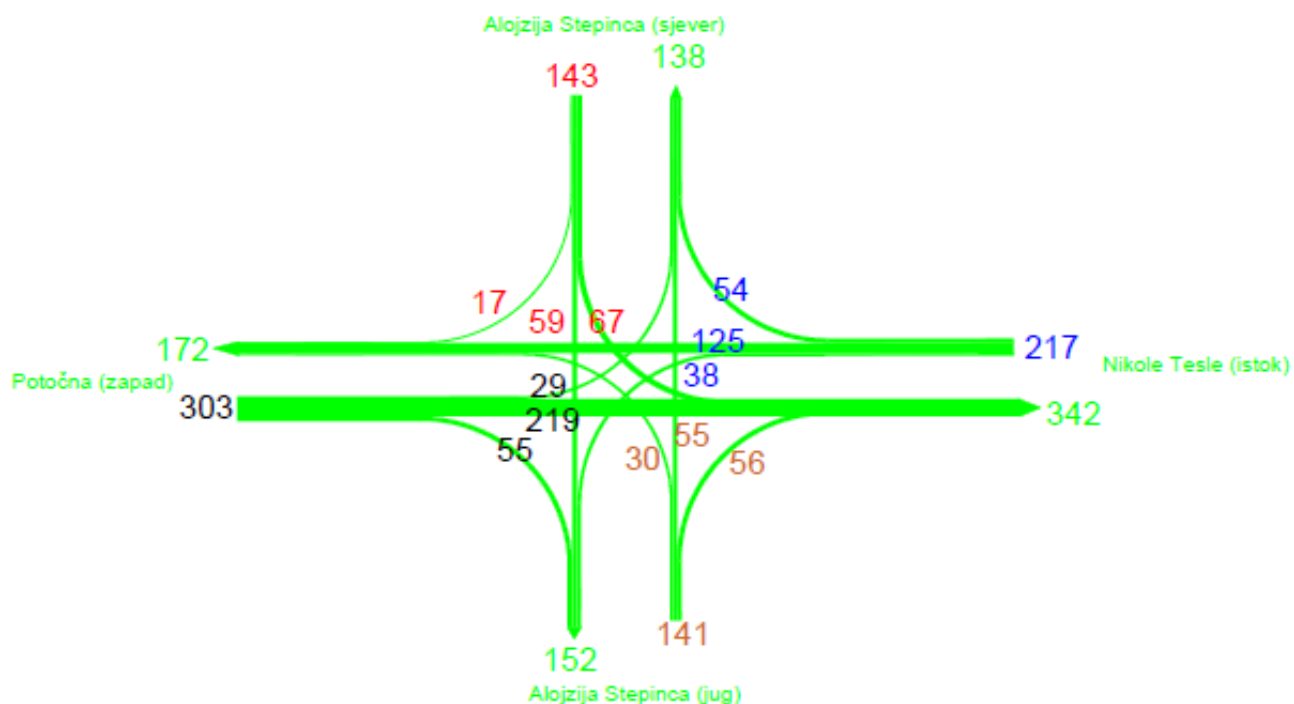
Slika 2.12. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju 1 u promatranom vremenu

Kod analiziranja ovog raskrižja potrebno je napomenuti kako prednost prolaska imaju vozila na privozima sjever i jug dok su privozi sa istoka i zapada sporedni uz obavezno zaustavljanje. Kao što se može vidjeti sa grafičkog prikaza prometnih tokova, velik broj vozila dolazi sa sporednih privoza, 505 vozila na oba sporedna privoza, dok na glavnim privozima ima 410 vozila na oba privoza zajedno. Ovakva regulacija nije dobra na

promatranom raskrižju, te će u idućim poglavljima biti predložena rekonstrukcija raskrižja s ciljem optimiziranja odvijanja prometnih tokova na raskrižju.

B. Analiza prometa na raskrižju 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice)

Brojanje prometa na raskrižju 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice) je obavljeno na četiri brojačka položaja (slika 2.10.), a rezultati brojanja su prikazani grafički (slika 2.13.) radi lakšeg analiziranja prometnih tokova na raskrižju.



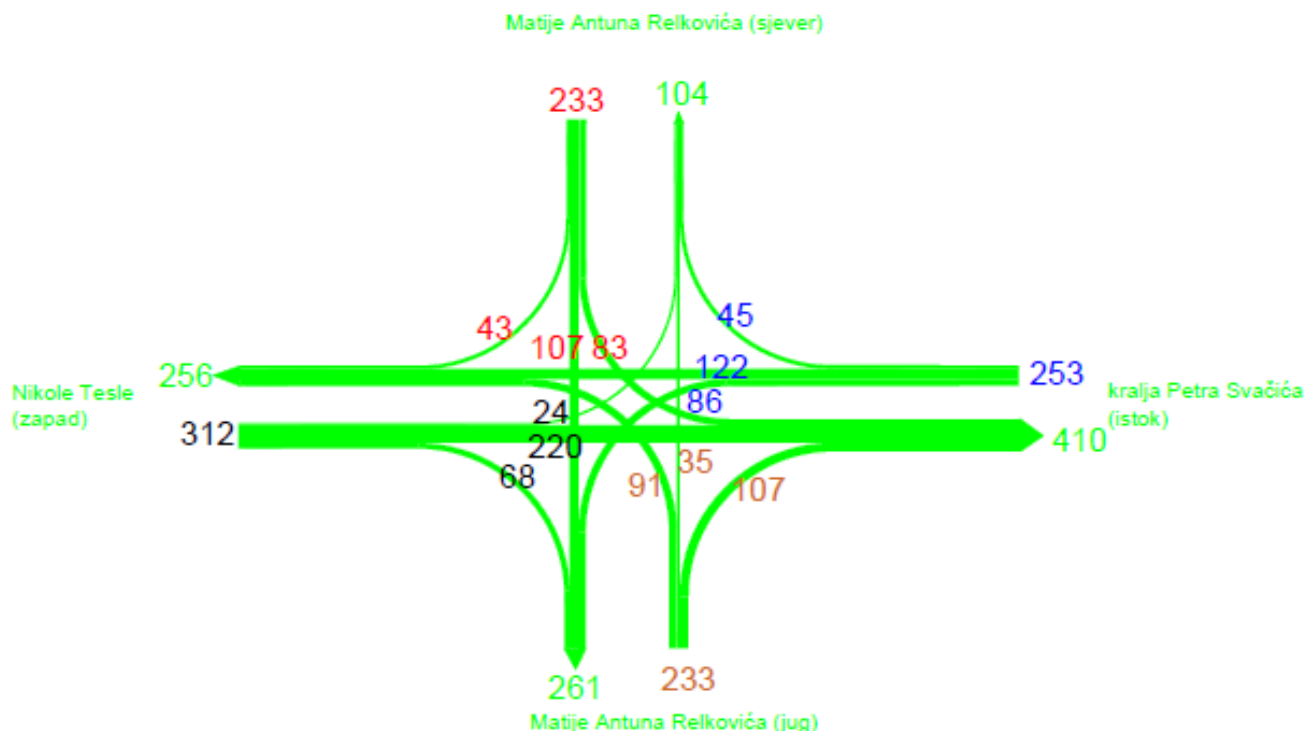
Slika 2.13. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju 2 u promatranom vremenu

Na promatranom raskrižju prednost prolaska imaju vozila na istočnom i zapadnom privozu, dok vozila na južnom i sjevernom privozu imaju obavezu zaustavljanja. Sa grafičkog prikaza se vidi kako je najveće opterećenje na glavnom prometnom pravcu (prometni pravci koji imaju prednost prolaska) što je i dobro, ali na ovom raskrižju veliki problem za prometne tokove sa sporednih privoza predstavlja jako loša horizontalna preglednost te je dosta otežano uključivanje u glavni prometni tok ili prolazak kroz raskrižje, ali o tome će više riječi biti u sljedećem poglavlju.

C. Analiza prometa na raskrižju 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)

Brojanje prometa na raskrižju 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića) je obavljeno na četiri brojačka položaja (slika

2.11.), a rezultati brojanja su prikazani grafički (slika 2.14.) radi lakšeg analiziranja prometnih tokova.



Slika 2.14. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju 3 u promatranom vremenu

Na promatranom raskrižju prednost prolaska imaju vozila sa istočnog i zapadnog privoza dok vozila sa južnog i sjevernog privoza imaju obavezu zaustavljanja. Na ovom raskrižju je dobro jer su najopterećeniji privozi oni koji imaju prednost prolaska, ali nije za zanemariti ni broj vozila koja dolaze sa sjevernog i južnog privoza, uzevši u obzir poteškoće pri uključivanju u glavni prometni tok te zbog toga povremeno nastaju repovi čekanja što negativno utječe na odvijanje prometnih tokova kako na privozima tako i na širem području. Ovo raskrižje se ne nalazi u predmetnoj ulici (ulici Alojzija Stepinca) ali je u neposrednoj blizini i nije moguće analizirati prometne tokove u promatranom ulici bez analiziranja ovoga raskrižja.

Iz podataka o brojanju prometa na raskrižjima, može se izračunati i prosječni godišnji dnevni promet na promatranim raskrižjima.

Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) izračunava se na način da se broj vozila izbrojan u vršnom satu pomnoži sa koeficijentom između 9 i 14, ovisno o veličini i prometnoj strukturi grada.[2]

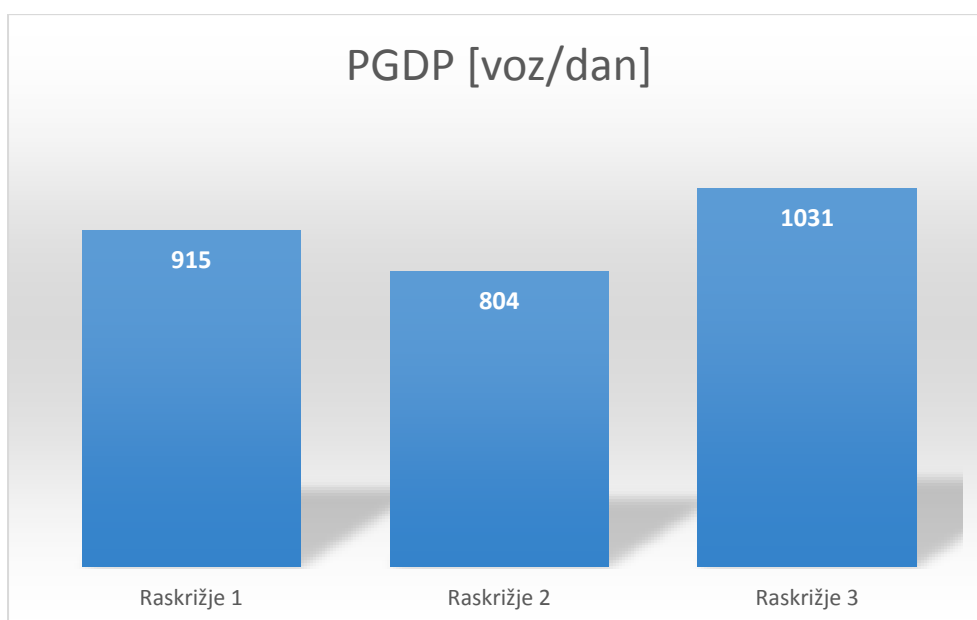
Potrebno je prvo odrediti broj vozila koja u vršnom satu prođu kroz raskrižje. To se može odrediti tako da se zbroje sva vozila koja su ušla na svim privozima u raskrižje u vršnom satu ili zbroje sva vozila koja su izašla iz raskrižja na svim privozima u vršnom satu. Prema tome, broj vozila koja su u vršnom satu prošla kroz raskrižja iznosi:

- 915 vozila – raskrižje 1,
- 804 vozila – raskrižje 2,
- 1031 vozilo – raskrižje 3.

Uzevši u obzir veličinu i prometnu strukturu grada Nova Gradiška, kao koeficijent se uzima 10 te se s njim množi broj vozila na svakom raskrižju kako bi se dobio PGDP. Tako je PGDP za raskrižja jednak:

- Za raskrižje 1: PGDP je $915 \text{ vozila} * 10$ što iznosi 9150 vozila/danu,
- Za raskrižje 2: PGDP je $804 \text{ vozila} * 10$ što iznosi 8040 vozila/danu,
- Za raskrižje 3: PGDP je $1031 \text{ vozila} * 10$ što iznosi 10310 vozila/danu.

Prosječni godišnji dnevni promet za sva tri promatrana raskrižja, radi lakšeg predočavanja opterećenja na pojedinom raskrižju, prikazan je na grafikonu 2.1.



Grafikon 2.1. PGDP za promatrana raskrižja

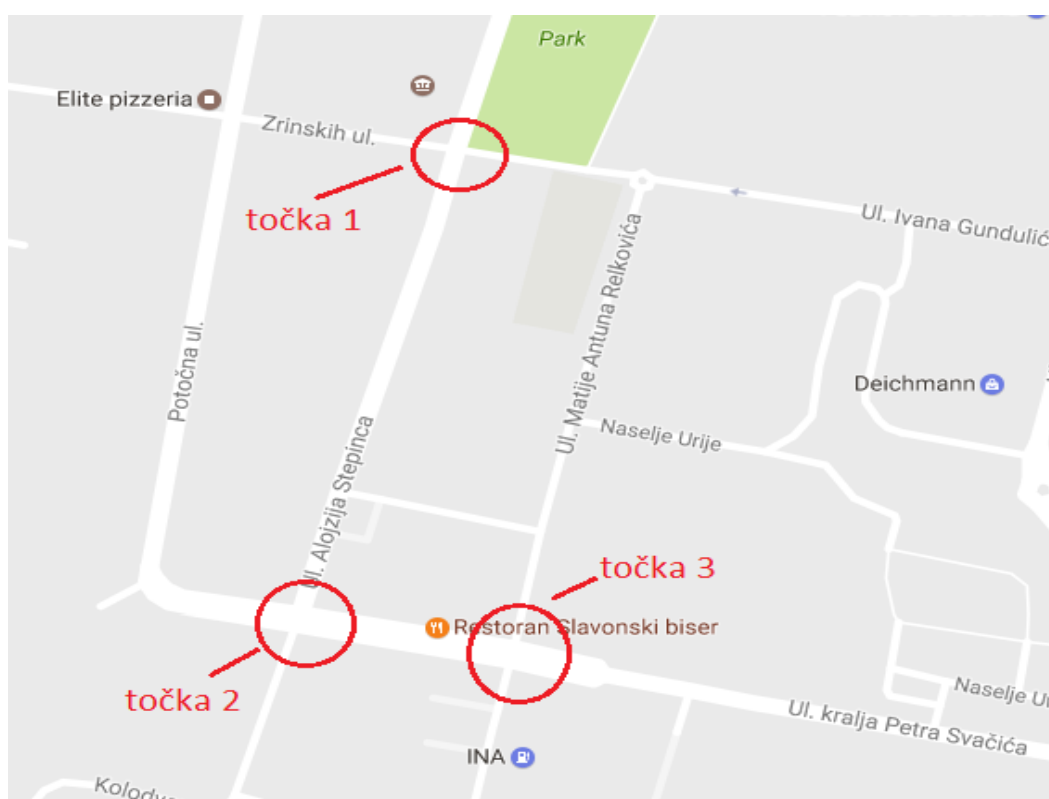
Iz grafikona 1 se može vidjeti kako je najopterećenije raskrižje upravo raskrižje 3 te ga treba analizirati bez obzira jer se ne nalazi u promatranoj ulici. Drugo raskrižje po opterećenju je raskrižje 1 te mu treba posvetiti pažnju posebice zbog toga jer su sporedni privozi opterećeniji od privoza sa prednosti prolaska.

3. DEFINIRANJE PROBLEMA

Gledajući samu Ulicu Alojzija Stepinca nije moguće steći uvid u pravu problematiku odvijanja prometnih tokova na području ulice i njenih priključnih cesta. Iz toga razloga potrebno je razmotriti stanje odvijanja prometnih tokova na širem području ulice. Ako se pogleda mikrolokacija i makrolokacija promatrane ulice, što je navedeno u poglavlju 2, može se pristupiti definiranju problema. Naime, ulica se nalazi između dva područja u gradu gdje su brojni atraktori koji privlače određeni broj putovanja, kao i produktori koji ih generiraju te je potrebno osigurati što lakše prometovanje između tih područja.

3.1. Problem odvijanja prometnih tokova

Problemi odvijanja prometnih tokova se događaju na tri lokacije (točke) u samoj ulici i njenoj blizini (slika 3.1.). Iz toga razloga ova ulica nije poželjna kod vozača te ju mnogi izbjegavaju, što dovodi do povećanja prometa u nekim okolnim ulicama i stvaranja mogućih gužvi, a što onda dovodi do veće vjerojatnosti nastanka prometne nesreće.



Slika 3.1.. Položaj tri problematične lokacije u ulici

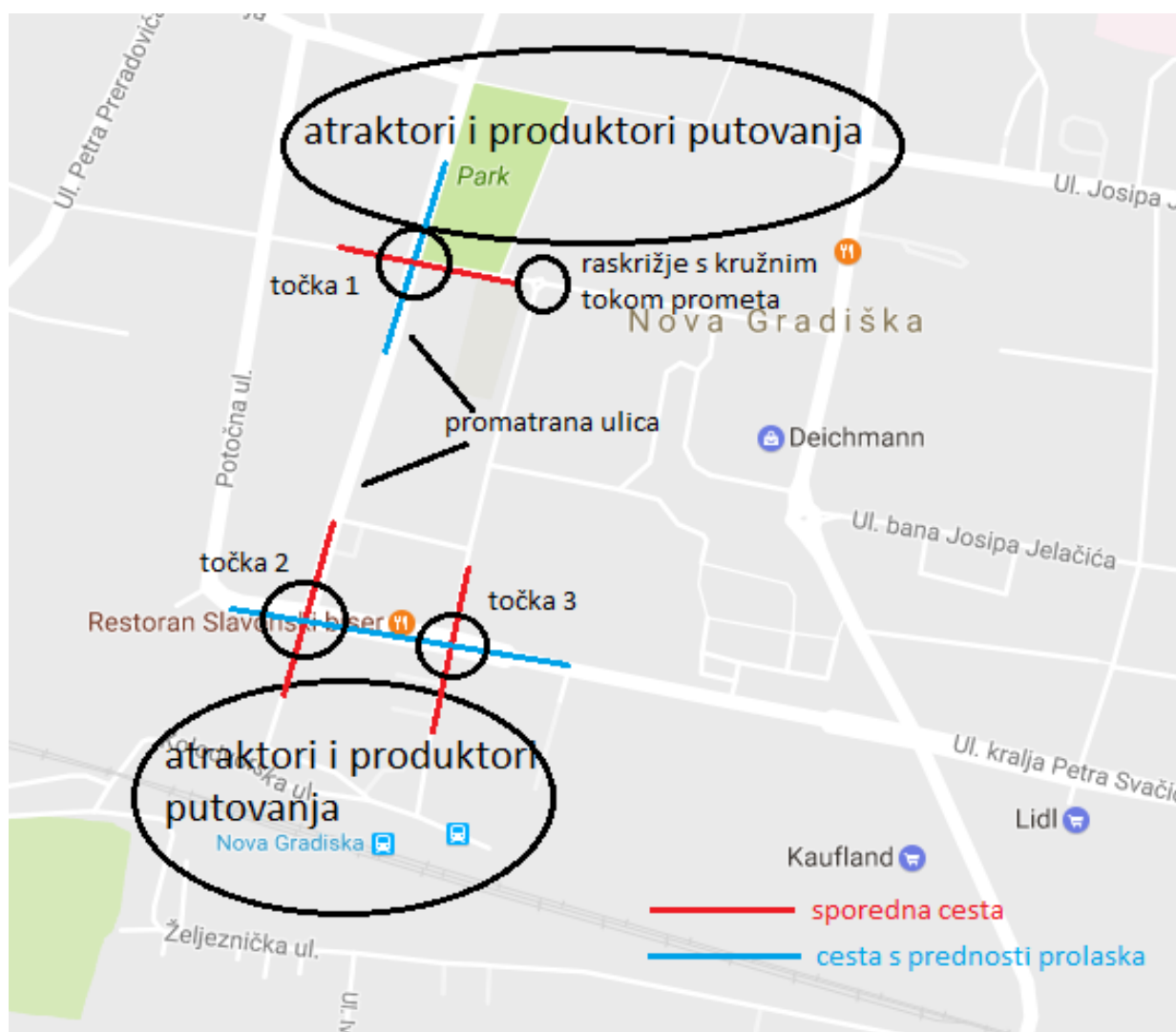
Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

Točka 1 je raskrižje 1 analizirano u poglavlju 2, odnosno križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava. Gledajući podatke o brojanju prometa, veći je broj vozila na sporednim nego na glavnim privozima što je rezultat čekanja na uključenje u glavni prometni tok ili prolaska kroz raskrižje.

Točka 2 i točka 3 su raskrižja 2 i 3 analizirana u poglavlju 2, odnosno to je križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice i križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića. Na ova dva raskrižja je problem uključivanja sa sporednih privoza kao i prolazak kroz raskrižje zbog jako loše horizontalne preglednosti.

Gledajući prometne tokove između centra grada i južnog dijela grada, možemo zamijetiti kako na promatrana tri raskrižja dolazi do ometanja prometnih tokova te se tokovi preusmjeravaju na druge pravce koji su duži ali je njima lakše prometovati.

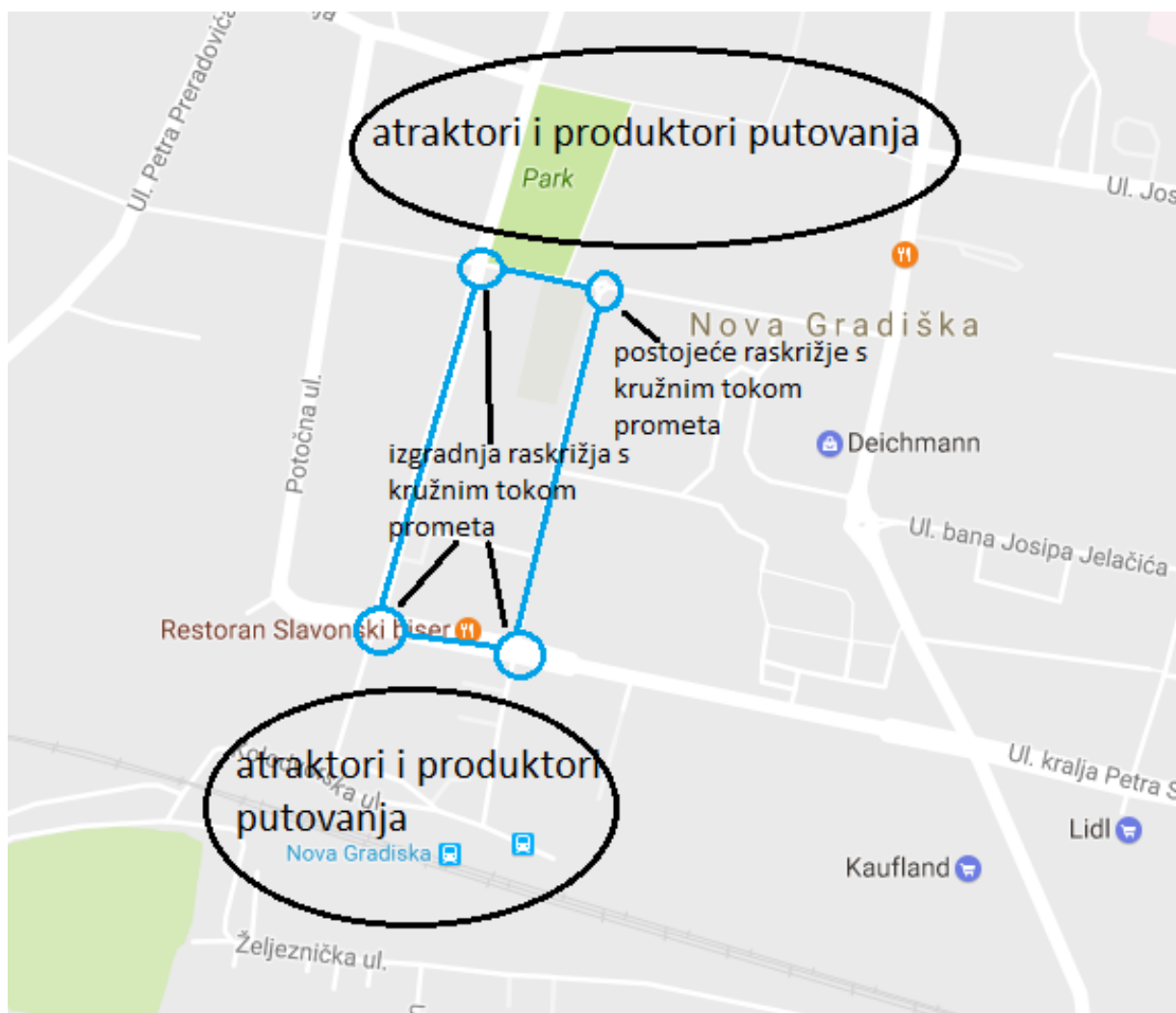
Gledajući sadašnje stanje odvijanja prometa (slika 3.2.), može se zaključiti kako je problem odvijanja prometnih tokova između dvije zone. Naime, nije moguće doći između dvije zone, nekom kraćom rutom, a da ti pri tome nema zastoja i prekida prometnog toka na neke od tri točke.



Slika 3.2. Pregled odvijanja prometnih tokova na području Ulice Alojzija Stepinca

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

Gledajući raskrižje s kružnim tokom prometa, izgrađeno u blizini promatrane ulice te na kojem nema problema sa odvijanjem prometnih tokova kao na predmetna tri raskrižja, dolazi se do zaključka o stvaranju pravokutnika od ulica, kome bi na vrhovima bila raskrižja s kružnim tokom prometa (slika 3.3.). Ovakvom rekonstrukcijom promatrana dva raskrižja u Ulici Alojzija Stepinca i jednoga u obližnjoj ulici, a uzevši u obzir prednosti kružnih raskrižja, znatno bi se poboljšalo odvijanje prometnih tokova o čemu će biti riječi u idućim poglavljima.



Slika 3.3. Prijedlog regulacije prometnih tokova na području Ulice Alojzija Stepinca

Izvor: Autor prilagodio prema izvoru [1]

3.2. Problem smanjene sigurnosti na promatranim raskrižjima

Raskrižja su točke u kojima se povezuju dvije ili više cesta. U raskrižju se prometni tokovi spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Pri konstrukciji raskrižja potrebno je svaki slučaj detaljno proučiti, jer lošom izvedbom raskrižja ugrožena je sigurnost. Kod projektiranja raskrižja potrebno je ispuniti sljedeće zahtjeve:

- Sigurnost prometa,
- Kvaliteta odvijanja prometa,
- Utjecaj na okolinu,
- Ekonomska isplativost.[6]

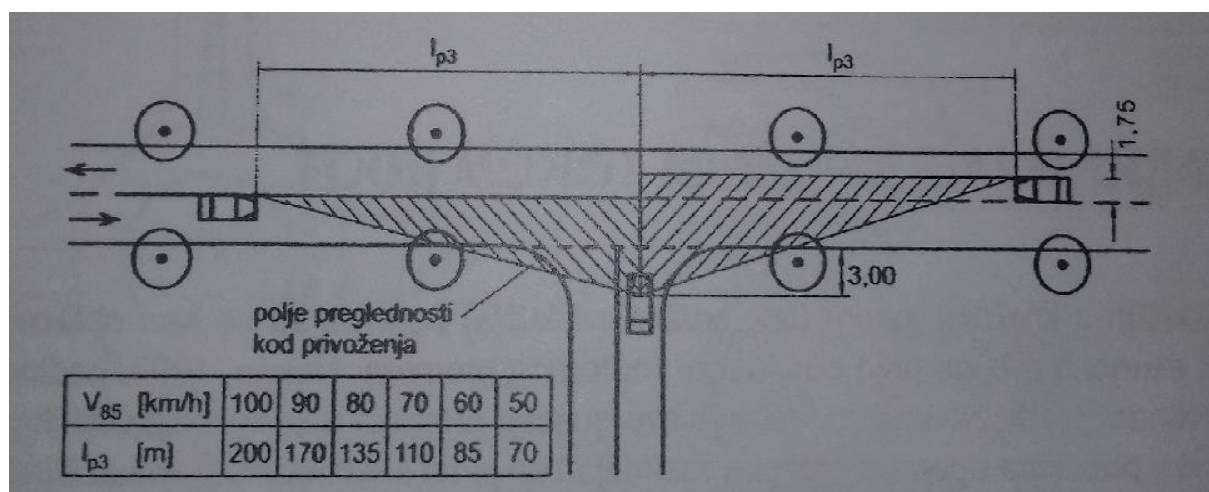
Sigurnost vožnje je jedan od najvažnijih kriterija kod oblikovanja raskrižja, a da bi sigurnost bila osigurana potrebno je pri projektiranju uzeti u obzir četiri osnovna načela:

- Vidljivost,
- Preglednost,
- Prilagodljivost,
- Protočnost.[6]

S gledišta sigurnosti treba voditi računa o tome da se prometni tokovi što manje sukobljavaju, te smanjiti broj konfliktnih točaka u čvorištu. Ovisno o značenju cestovnog pravca, križanja se izvode u istoj razini za ceste nižeg reda i u dvije ili više razina za ceste višeg reda.

Raskrižja su mjesta gdje se događa najveći broj nesreća, a u naseljima broj nesreća na raskrižjima se kreće oko 40 do 50% od ukupnog broja nesreća. Ukoliko nije moguće izvesti raskrižje u dvije ili više razina, potrebo je osigurati dobru preglednost za sve smjerove kretanja i dobro upravljanje prometom.[6]

Na predmetnim raskrižjima, s obzirom da su na sporednima privozima znakovi obaveznog zaustavljanja (znak stop), potrebna je dovoljna horizontalna preglednost, odnosno privozna preglednost. Privozna preglednost označava doglednost koju mora imati vozač kada čeka na razmaku 3 metra od ruba kolnika glavne ceste kako bi, unatoč prednosti i uz očekivano ometanje iz glavne ceste, mogao uvesti svoje vozilo (slika 3.4.).[7]



Slika 3.4. Privozna preglednost l_{p3} , [7]

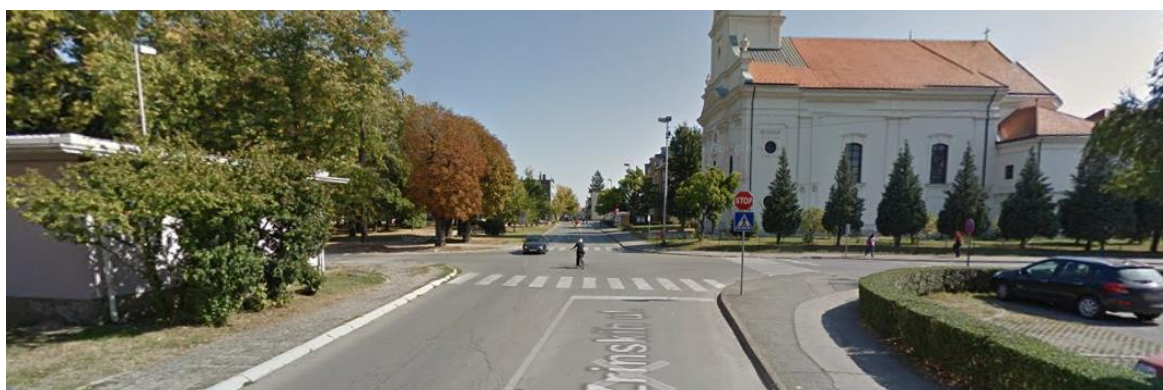
Na predmetnim raskrižjima uočen je problem izrazito loše horizontalne preglednosti, posebice na sporednim privozima gdje vozila svojim prednjim dijelom ulaze u glavni prometni tok kako bi povećali horizontalnu preglednost što dovodi do povećane vjerojatnosti

nastanka prometne nesreće. Također, potrebno je napomenuti da je uočeno kako se vozila na prometnim pravcima sa prednosti prolaska kreću brzinama većima od dozvoljenih što u kombinaciji sa lošom horizontalnom preglednosti dovodi do smanjene sigurnosti, što potvrđuju i podaci o prometnim nesrećama.

Na prvom promatranom raskrižju (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava) horizontalnu preglednost ograničavaju stabla te parkirani automobili uz rub ceste (slika 3.5. i slika 3.6.), dok su u tablici 3.1. prikazani podaci o broju prometnih nesreća i posljedicama na predmetnom raskrižju u razdoblju od 2014. do 2016. godine.



Slika 3.5. Horizontalna preglednost na raskrižju 1 (istočni privoz), [1]



Slika 3.6. Horizontalna preglednost na raskrižju 1 (zapadni privoz), [1]

Tablica 3.1. Prometne nesreće na raskrižju 1

Prometne nesreće u razdoblju od 2014. - 2016. godine			
Nesreće s ozlijeđenim osobama	Nesreće s materijalnom štetom	Teško ozlijeđene osobe	Lakše ozlijeđene osobe
7	6	0	11
$\Sigma = 13$		$\Sigma = 11$	

Izvor: [8]

Na drugom promatranom raskrižju (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice) se zamjećuje izrazito loša horizontalna preglednost koju ograničavaju zgrade i ograde, a posebno na sporednim privozima (slika 3.7. i slika 3.8.), dok su u tablici 3.2. prikazani podaci o broju prometnih nesreća i posljedicama na predmetnom raskrižju u razdoblju od 2014. do 2016. godine.



Slika 3.7. Horizontalna preglednost na raskrižju 2 (južni privoz), [1]



Slika 3.8. Horizontalna preglednost na raskrižju 2 (sjeverni privoz), [1]

Tablica 3.2. Prometne nesreće na raskrižju 2

Prometne nesreće u razdoblju od 2014. - 2016. godine			
Nesreće s ozlijeđenim osobama	Nesreće s materijalnom štetom	Teško ozlijeđene osobe	Lakše ozlijeđene osobe
6	7	0	12
$\Sigma = 13$		$\Sigma = 12$	

Izvor: [8]

Na trećem promatranom raskrižju (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulica kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića) je slična situacija kao i na drugom raskrižju što se može i vidjeti na slikama 3.9. i 3.10., dok su u tablici 3.3. prikazani podaci o broju prometnih nesreća i posljedicama na predmetnom raskrižju u razdoblju od 2014. do 2016. godine.



Slika 3.9. Horizontalna preglednost na raskrižju 3 (južni privoz), [1]



Slika 3.10. Horizontalna preglednost na raskrižju 3 (sjeverni privoz), [1]

Tablica 3.3. Prometne nesreće na raskrižju 3

Prometne nesreće u razdoblju od 2014. - 2016. godine			
Nesreće s ozlijeđenim osobama	Nesreće s materijalnom štetom	Teško ozlijeđene osobe	Lakše ozlijeđene osobe
4	8	1	3
$\Sigma = 12$		$\Sigma = 4$	

Izvor: [8]

4. ANALIZA PROGNOZIRANOG PROMETA

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

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

- Postojeći intenzitet prometnih tokova,
- Demografska analiza,
- Stupanj motorizacije (br. vozila / stanovniku),
- Ekonomska analiza (BDP),
- Razvoj aktivnosti na određenom području.[3]

U praksi postoje razni matematički, statistički i ekspertni modeli za izradu prognoze prometa temeljem navedenih ulaznih podataka. Najčešće korišteni model je „model jednakih budućih faktora rasta za sve promatrane cestovne presjeke u zoni obuhvata, na bazi višekriterijske trend analize vremenske serije“.[3]

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

- Izraditi jedinstveni model prometne potražnje kroz koji se sublimiraju sva dosadašnja saznanja o prometnim parametrima važnim za izradu „izvorišno-ciljnog” modela putovanja korisnika prometnog sustava za prostor istraživanja;
- Na takvom baznom modelu nekom od metoda utvrditi prognostičke veličine prometne potražnje za ciljne vremenske presjeke planskog razdoblja;
- Izvesti ravnotežna stanja prometne ponude i potražnje na analiziranoj cestovnoj mreži, i dobiti prometna opterećenja na promatranim cestovnim presjecima za buduće vremensko razdoblje;
- Izraditi scenarije budućeg prometnog opterećenja ovisno i izvršenim zahvatima na prometnoj mreži (nove dionice, rekonstrukcija ili proširenje kapaciteta novih dionica itd.).[3]

4.1. Trend rasta prometa (brojanje prometa – Hrvatske ceste)

Na temelju podataka o brojanju prometa iz prijašnjih godina, a koji su preuzeti sa službenih stranica Hrvatskih cesta, može se napraviti godišnji porast prometa za prognozirana razdoblja u programskom alatu Excel. Za prognozirano razdoblje moguće je koristiti optimističnu i pesimističnu varijantu porasta prometnog opterećenja. U ovom slučaju, za godišnji rast prometa korišten je optimističan slučaj porasta prometnog opterećenja (tablica 4.1.).

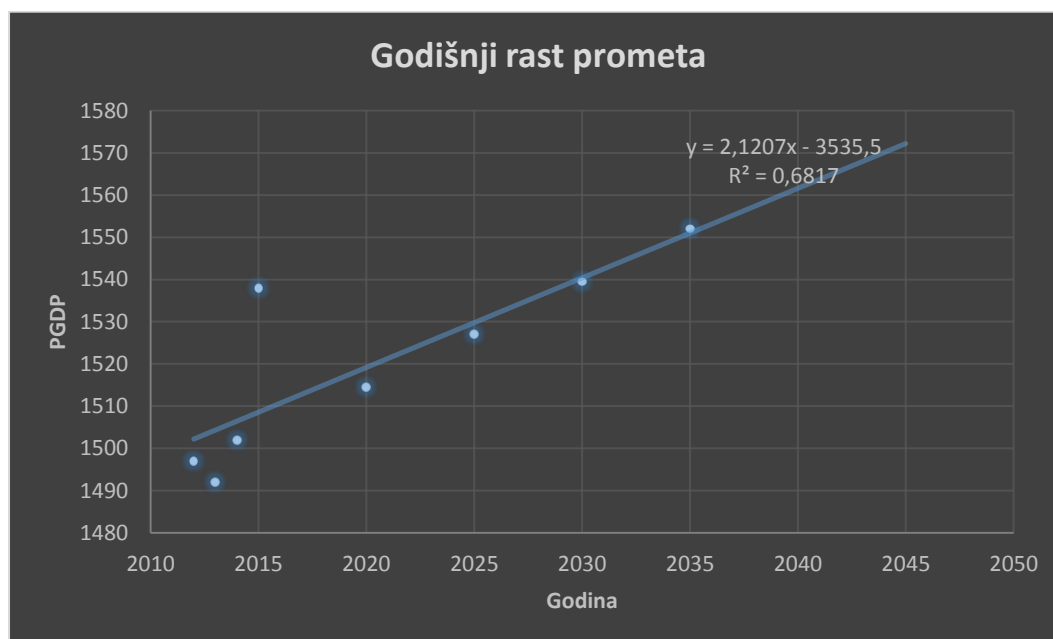
Tablica 4.1. Prikaz PGDP-a za državnu cestu D51 i optimistični porast u narednim razdobljima

Godina	PGDP
2012	1497
2013	1492
2014	1502
2015	1538
2020	1514,5
2025	1527
2030	1539,5
2035	1552

Izvor: [9]

Podaci o brojanju prometa, koji su preuzeti sa službenih stranica Hrvatskih cesta, uzeti su za državnu cestu D51 koja se pruža od autoceste A3, tangira grad Novu Gradišku te nastavlja prema Požegi. Također, sa državne ceste D51 je izveden i spoj na industrijsku zonu grada. Dolazi se do zaključka da svako povećanje ili smanjenje prometa na državnoj cesti D51 daje za rezultat i povećanje ili smanjenje prometnog opterećenja u gradu kao i u samoj Ulici Alojzija Stepinca.

Grafikon 4.1. je izrađen u programskom alatu Excel i prikazuje linearni porast prometnog opterećenje u narednim godinama, a temeljen je na podacima o brojanju prometa od 2012. do 2015. godine. Koeficijent determinacije prikazuje nam da je točnost predviđenog porasta prometa i iznosi 0,6817.



Grafikon 4.1. Godišnji rast prometa

4.2. Prognoza prometa za 5 i 10 godina za predmetna raskrižja

Pošto se u ovom diplomskom radu obrađuje ulica, a za prethodno navedene parametre u četvrtom poglavlju bi trebalo obaviti analizu većeg obima, prognoza prometa za promatrana raskrižja će se obaviti na temelju podataka o brojanju prometa i procjene porasta prometa.

Porast prometa može se procijeniti uzevši u obzir više parametara. Iz podataka o brojanju prometa Hrvatskih cesta za državnu cestu D51 može se vidjeti da je promet porastao 2,5% u 2015. godini u odnosu na 2014. godinu. Na osnovu toga podatka može se pretpostaviti da bi promet u gradu kao i u samoj ulici mogao porasti u otprilike istom postotku, te će se dalje u ovom poglavlju koristiti podatak od 2,5% kao prognozirani godišnji porast prometa.

Procjena porasta prometa na predmetnim raskrižjima, a prema izvoru [10], obavljena je upotrebom složenog kamatnog računa uz pomoć formule (1) i izračunatim vrijednostima PGDP-a na osnovu podataka o brojanju prometa u drugom poglavlju. Tako je PGDP za raskrižja jednak:

- Za raskrižje 1: PGDP iznosi 9150 vozila/danu,
- Za raskrižje 2: PGDP iznosi 8040 vozila/danu,
- Za raskrižje 3: PGDP iznosi 10310 vozila/danu.

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

Pri čemu je:

P – stopa porasta prometa

n – broj godina za koje se prognozira

4.2.1. Prognoza prometa za 5 godina

A. Rezultat prognoze prometa za 5 godina na raskrižju 1 je:

$$9150 * \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^5 = 10352,3 \approx 10352$$

Što bi značilo da će prosječni godišnji dnevni promet na raskrižju 1 iznositi 10352 vozila/dan.

B. Rezultat prognoze prometa za 5 godina na raskrižju 2 je:

$$8040 * \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^5 = 9096,5 \approx 9097$$

Što bi značilo da će prosječni godišnji dnevni promet na raskrižju 2 iznositi 9097 vozila/dan.

C. Rezultat prognoze prometa za 5 godina na raskrižju 3 je:

$$10310 * \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^5 = 11664,8 \approx 11665$$

Što bi značilo da će prosječni godišnji dnevni promet na raskrižju 1 iznositi 11665 vozila/dan.

4.2.2. Prognoza prometa za 10 godina

A. Rezultat prognoze prometa za 10 godina na raskrižju 1 je:

$$9150 * \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^{10} = 11712,7 \approx 11713$$

Što bi značilo da će prosječni godišnji dnevni promet na raskrižju 1 iznositi 11713 vozila/dan.

B. Rezultat prognoze prometa za 10 godina na raskrižju 2 je:

$$8040 * \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^{10} = 10291,8 \approx 10292$$

Što bi značilo da će prosječni godišnji dnevni promet na raskrižju 1 iznositi 10292 vozila/dan.

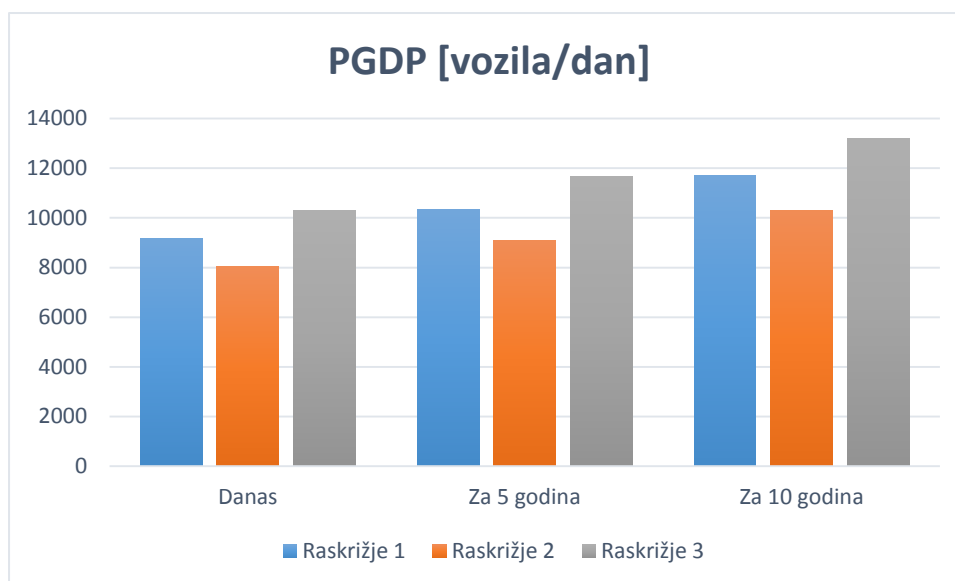
C. Rezultat prognoze prometa za 10 godina na raskrižju 3 je:

$$10310 * \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^{10} = 13197,6 \approx 13198$$

Što bi značilo da će prosječni godišnji dnevni promet na raskrižju 1 iznositi 13198 vozila/dan.

4.2.3. Procijenjeno opterećenje u vršnom satu za 5 i 10 godina

U prethodnom poglavlju izračunat je prosječni godišnji dnevni promet za predmetna raskrižja u razdoblju 5 i 10 godina u usporedbi sa današnjim (grafikon 4.2.).



Grafikon 4.2. PGDP za 5 i 10 godina u odnosu na današnji

Iz podataka o prosječnom godišnjem dnevnom prometu za 5 i 10 godina, može se procijeniti i opterećenje u vršnom satu tako da se PGDP podijeli sa koeficijentom između 9 i 14, u diplomskom radu uzet je koeficijent 10.

A. Procjena opterećenja u vršnom satu za 5 i 10 godina za raskrižje 1:

Opterećenje u vršnom satu za 5 godina:

$$\frac{10352}{10} = 1035,2 \approx 1035$$

Iz izračuna je vidljivo da bi broj vozila koja u vršnom satu ulaze u raskrižje iznosio 1035 vozila.

Opterećenje u vršnom satu za 10 godina:

$$\frac{11713}{10} = 1171,3 \approx 1171$$

Iz izračuna je vidljivo da bi broj vozila koja u vršnom satu ulaze u raskrižje iznosio 1171 vozila.

B. Procjena opterećenja u vršnom satu za 5 i 10 godina za raskrižje 2:

Opterećenje u vršnom satu za 5 godina:

$$\frac{9097}{10} = 909,7 \approx 910$$

Iz izračuna je vidljivo da bi broj vozila koja u vršnom satu ulaze u raskrižje iznosio 910 vozilo.

Opterećenje u vršnom satu za 10 godina:

$$\frac{10292}{10} = 1029,2 \approx 1029$$

Iz izračuna je vidljivo da bi broj vozila koja u vršnom satu ulaze u raskrižje iznosio 1029 vozila.

C. Procjena opterećenja u vršnom satu za 5 i 10 godina za raskrižje 3:

Opterećenje u vršnom satu za 5 godina:

$$\frac{11665}{10} = 1166,5 \approx 1167$$

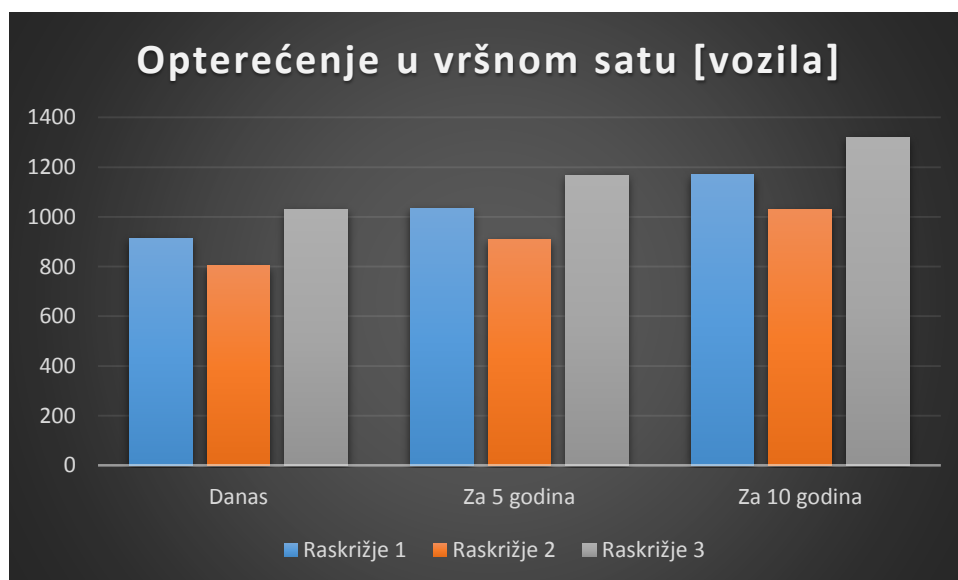
Iz izračuna je vidljivo da bi broj vozila koja u vršnom satu ulaze u raskrižje iznosio 1167 vozila.

Opterećenje u vršnom satu za 10 godina:

$$\frac{13198}{10} = 1319,8 \approx 1320$$

Iz izračuna je vidljivo da bi broj vozila koja u vršnom satu ulaze u raskrižje iznosio 1320 vozila.

Na grafikonu 4.3. prikazana su prometna opterećenja u vršnom satu za 5 i 10 godina u usporedbi sa današnjim.



Grafikon 4.3. Opterećenja u vršnom satu za 5 i 10 godina u odnosu na današnje

5. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA

Prijedlozi rješenja su prijedlozi mjera i zahvata na području obuhvata kojima je moguće unaprijediti stanje prometnog sustava. Prijedlozi mjera su prijedlozi kojima se predlažu promjene u organizaciji prometnog sustava i prometnoj politici, a prijedlozi zahvata su prijedlozi kojima se daju rješenja za izgradnju ili rekonstrukciju elemenata prometne infrastrukture.[3]

Prijedlozi rješenja izrađuju se na temelju:

- Rezultata analize postojećeg stanja (ustanovljeni problemi);
- Prognoze prometa (trend porasta ili smanjenja intenziteta prometnih tokova);
- Najnovijih znanstvenih i stručnih spoznaja na području tehnologije prometa i transporta.[3]

Kao što je već rečeno, pri definiranju problema, u Ulici Alojzija Stepinca predlaže se izgradnja dva raskrižja sa kružnim tokom prometa u samoj ulici kao i jednog raskrižja sa kružnim tokom prometa u neposrednoj blizini predmetne ulice.

Također, u blizini promatrane ulice, nalazi se već postojeće raskrižje s kružnim tokom prometa na kome nisu prisutne poteškoće odvijanja prometnih tokova kao što je to slučaj na raskrižjima analiziranim u ovom radu. Na promatranim raskrižjima dolazi do čekanja na sporednim privozima zbog poteškoća pri uključenju na glavni prometni pravac što uzrokuje loše horizontalne preglednosti, te brzine vozila na glavnom prometnom pravcu koje bi trebale biti manje uzevši u obzir i pješake koji su dosta zastupljeni na tome području.

Zbog svih tih razloga vozači često izbjegavaju predmetna raskrižja i ulicu te se koriste dužim rutama kako bi došli do željenog cilja. Zbog toga, a i zato jer su svi privozi podjednako opterećeni, predlaže se izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa na sva tri promatrana raskrižja, koja bi uz već jedno izgrađeno raskrižje s kružnim tokom prometa činila pravokutnik od ulica, koje povezuju dva aktivna dijela grada, koje bi povezivala raskrižja s kružnim tokom prometa.

Posebnosti kružnih raskrižja, po kojima se ona razlikuju od uobičajenih raskrižja u razini jesu:

- Kružna raskrižja su raskrižja s kombinacijom prekinutoga i neprekinutoga prometnog toka,
- Prvenstvo prolaza imaju vozila u kružnom toku pred vozilima na prilazima u raskrižje (u kružnim raskrižjima dakle ne vrijedi „pravilo desnog“),
- Vozilo na ulazu u kružno raskrižje se, u slučaju slobodnog kružnog toka, ne zaustavlja već smanjenom brzinom ulazi u kružni tok,
- Mala kružna raskrižja u urbanim sredinama omogućuju vožnju samo malim brzinama i s velikim skretnim kutom prednjih kotača,

- Za pješake i bicikliste u kružnim raskrižjima vrijede jednaka pravila kao i u drugim raskrižjima,
- U kružnim raskrižjima je zabranjena (a i nepotrebna) vožnja unatrag,
- Dugim vozilima je tijekom vožnje kružnim tokom dopušteno koristiti i prošireni dio kružnog kolničkog traka (povozni dio središnjeg otoka); za druga vozila malih dimenzija za to nema potrebe.[11]

Prednosti raskrižja s kružnim tokom prometa:

- Znatno veća sigurnost (manji broj konfliktnih točaka nego na klasičnim izravno kanaliziranim raskrižjima u jednoj razini, nemogućnost vožnje kroz kružno raskrižje bez smanjene brzine...),
- Manje posljedice prometnih nesreća (nema čelnih sudara i sudara pod pravim kutom),
- Mogućnost propuštanja prometnih tokova velikih jakosti,
- Kraće čekanje na prilazima (kontinuiranost vožnje),
- Manja buka i emisija ispušnih plinova motora vozila,
- Manje zauzimanje prostora (nepotrebni su trakovi za lijevo i desno skretanje) pri jednakoj propusnoj moći,
- Dobro rješenje za raskrižja s približno jednakim prometnim opterećenjem na glavnom i sporednom prometnom smjeru (ukupan zbroj sporednih tokova ne smije biti manji od polovice glavnog prometnog toka, odnosno najmanji ulazni tok, u pravilu, ne bi trebao biti manji od petine najvećeg ulaznog toka),
- Dobro rješenje u raskrižjima s više krakova (pet i više),
- Manji troškovi održavanja (nego kod semaforiziranih raskrižja),
- Dobro rješenje kao mjera za smirivanje prometa u urbanim sredinama,
- Mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor, odnosno uređenja kružnog raskrižja.[11]

Nedostaci raskrižja s kružnim tokom prometa:

- Povećanjem broja voznih trakova u kružnom toku, smanjuje se prometna sigurnost,
- Poteškoće s pomanjkanjem prostora za izvedbu središnjeg otoka u već izgrađenim područjima,
- Veliko odnosno višetrako kružno raskrižje nije najprikladnije rješenje pred institucijama za slijepe i slabovidne osobe, pred domovima za starije osobe, bolnicama i zdravstvenim domovima i na svim onim mjestima gdje nemotorizirani sudionici u prometu zbog svojih privremenih ili trajnih fizičkih oštećenja ne mogu sigurno prelaziti raskrižja bez svjetlosnih signalnih uređaja,
- Velika kružna raskrižja nisu najprikladnije rješenje pred dječjim vrtićima i školama i na drugim mjestima na kojima se kreće velik broj djece (koja obično idu u većim skupinama ili koloni),

- Problemi pri velikom intenzitetu biciklističkog i/ili pješačkog prometa, koji presijeca jedan ili više krakova jednotračnog kružnog raskrižja,
- Slabo rješenje pri velikom intenzitetu lijevih skretanja,
- Naknadna semaforizacija ne utječe bitno na povećanje propusne moći,
- Produljenje putanja vozila i pješaka u odnosu na izravno kanalizirana raskrižja,
- Tokovi koji skreću ulijevo iz suprotnih smjerova nepotrebno se presijecaju, tj prepliću, što nije slučaj kod izravno kanaliziranih raskrižja.[11]

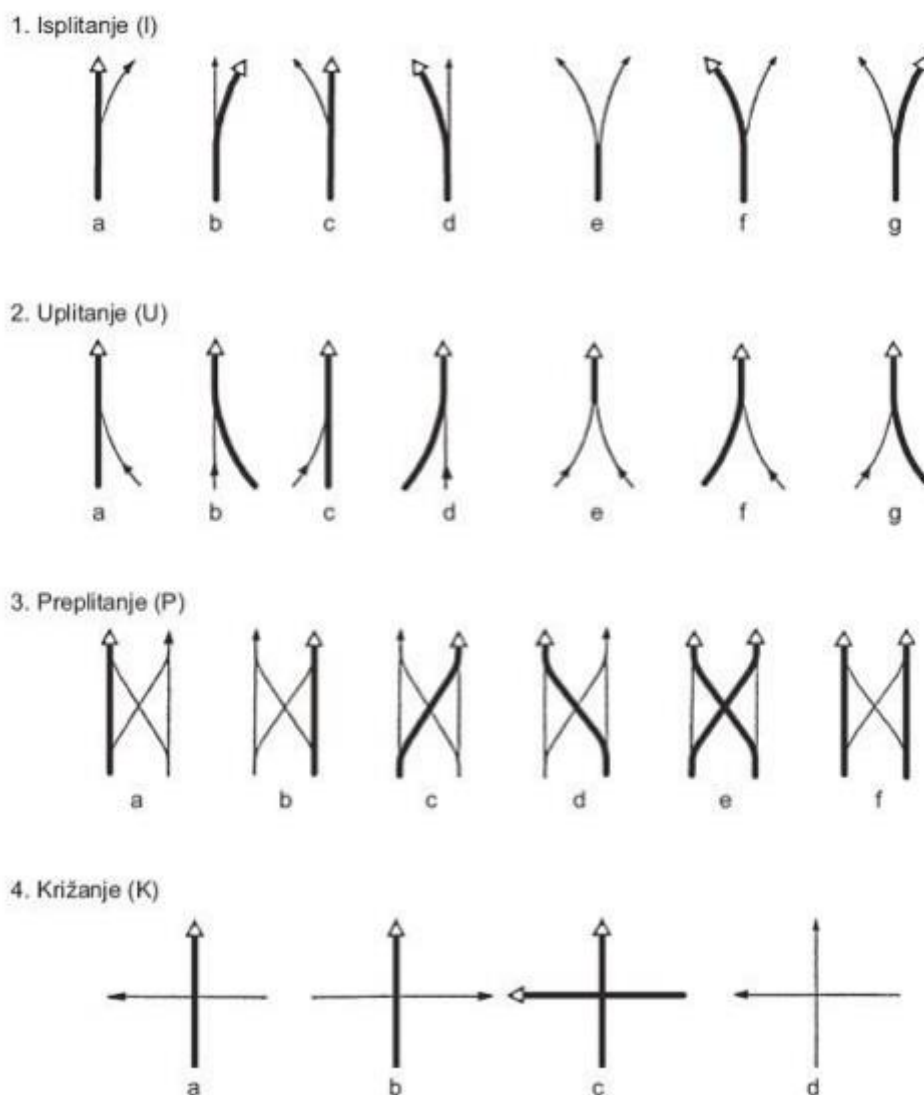
S obzirom na lokaciju i veličinu, raskrižja s kružnim tokom prometa se mogu podijeliti na:

- Urbana kružna raskrižja:
 - Mini kružna raskrižja,
 - Mala kružna raskrižja,
 - Srednje velika kružna raskrižja.
- Izvan urbana kružna raskrižja:
 - Srednje velika kružna raskrižja,
 - Srednje velika dvotračna kružna raskrižja,
 - Velika kružna raskrižja.[11]

Potrebno je napomenuti kako raskrižja s kružnim tokom prometa imaju prednost pred običnim raskrižjima zbog smanjenog broja konfliktnih točaka u raskrižju, a samim time je i manja vjerojatnost nastanka prometne nesreće.

Prema tumačenju Takebea, u području raskrižja izvode se sljedeće prometne radnje (slika 5.1.):

- Isplitanje – dijeljenje prometnih tokova,
- Uplitanje – sjedinjavanje prometnih tokova,
- Preplitanje – međusobna izmjena prometnih trakova ili tokova,
- Križanje – međusobno križanje/presijecanje prometnih tokova.[7]

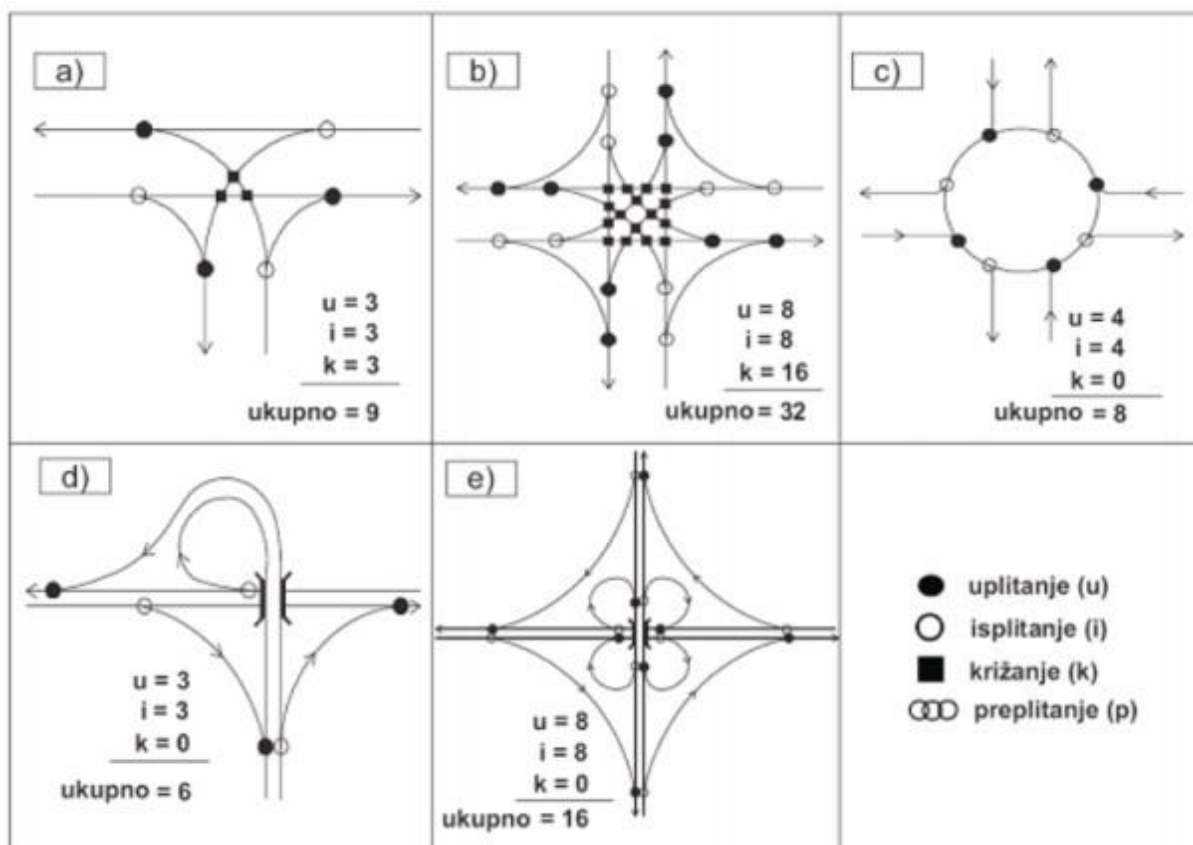


Slika 5.1. Prometne radnje u raskrižju, [7]

Konfliktna situacija se može definirati kao zbroj svih konfliktnih točaka koje su uzrokovane prometnim radnjama isplitanja, uplitanja, preplitanja i križanja prometnih tokova na površini raskrižja (uvjetno se konfliktna točka ovdje izjednačava s četiri vrste prometnih radnji).[7]

Broj konfliktnih točaka ovisi samo o vrsti/tipu i obliku raskrižja, a stvaran broj konflikata u znatnoj mjeri ovisan je o geometrijskom oblikovanju, o slobodnoj vidljivosti, o prometnom opterećenju i slično. [7]

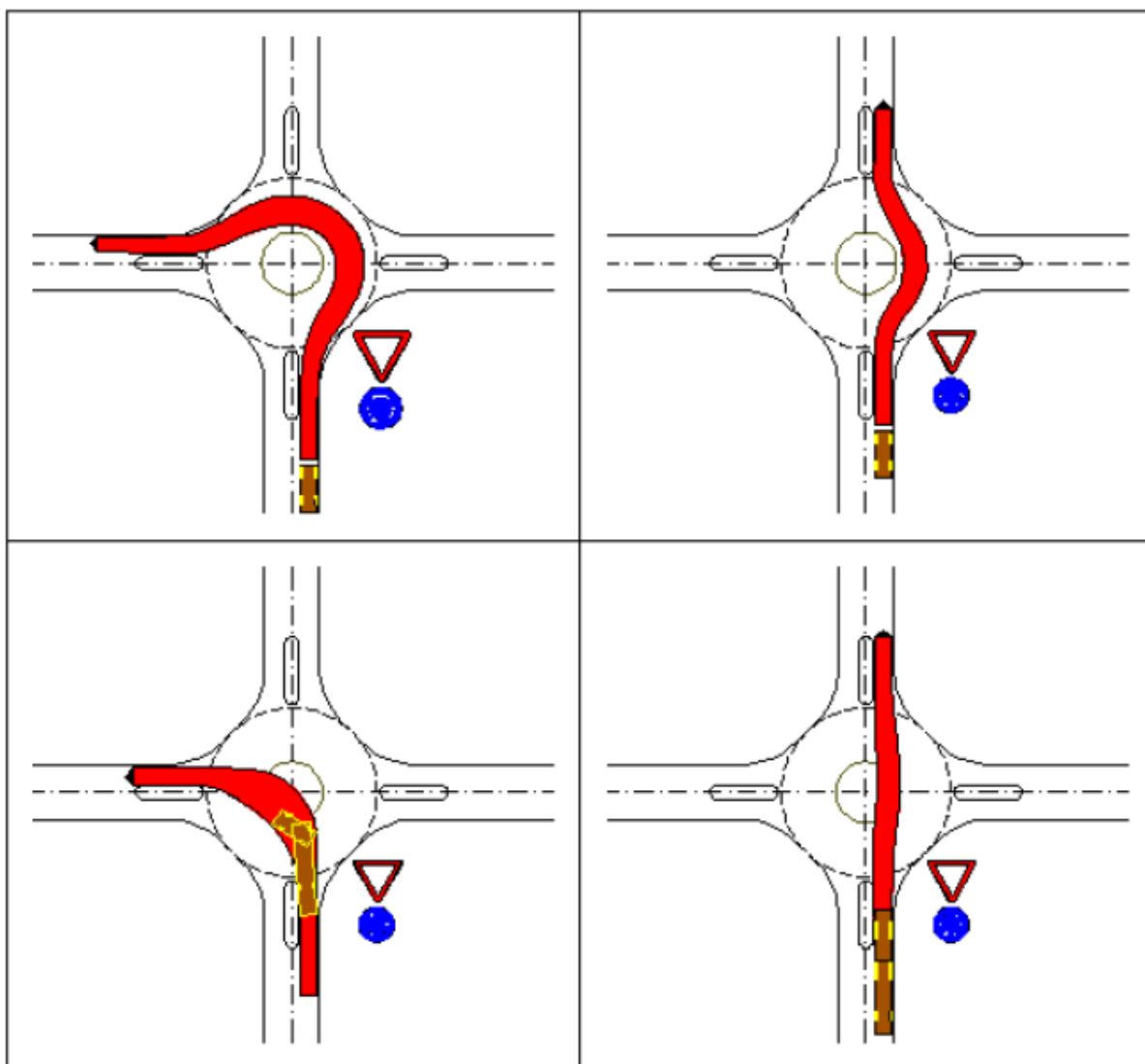
Može se zamijetiti da rekonstrukcijom običnog četverokrakog raskrižja u raskrižje sa kružnim tokom prometa, broj konfliktnih točaka se smanji sa ukupno 32 na ukupno 8 (slika 5.2.). Odnosno, broj uplitanja se smanji sa 8 na 4 točke, broj isplitanja također sa 8 na 4 točke, a broj križanja (presijecanja) se smanji sa 16 točaka na 0 u raskrižju sa kružnim tokom prometa.



Slika 5.2. Primjeri konfliktnih točaka na raskrižjima, [7]

U ovom radu se predlaže izgradnja mini kružnih raskrižja, koja imaju neke posebnosti u odnosu na standarda raskrižja s kružnim tokom.

Mini kružna raskrižja je dozvoljeno izvoditi samo na cestama unutar naselja. Očekivana brzina prolaska vozila kroz mini kružno raskrižje je do 25 km/h. U usporedbi s klasičnim nesemaforiziranim raskrižjima mini kružna raskrižja imaju u pravilu veću propusnu moć i višu razinu prometne sigurnosti te manje troškove izvedbe. Pravila vožnje u mini kružnim raskrižjima su jednaka kao i kod ostalih tipova kružnih raskrižja. Očekuje se da automobili prate kružnu putanju oko središnjeg otoka i da ga zaobilaze jer se u suprotnom povećava mogućnost sudara. Dulja vozila, koja zbog premalog radijusa ne mogu zaobići središnji otok, moraju preko njega dijelom ili u potpunosti proći (slika 5.3.).[12]



Slika 5.3. Skica prolaska osobnog automobila i teretnog vozila kroz mini kružno raskrižje, [12]

Mini kružna raskrižja mogu biti izvedena kao 3 ili 4-kraka, a samo u iznimnim slučajevima kao 5-kraka. Priključne ceste u mini kružno raskrižje mogu biti jednostrane (jednosmjerne) ili dvotračne (dvosmjerne). Izvedba mini kružnog raskrižja na četverotračnim (ili više tračnim) cestama nije dozvoljena. Najveći vanjski polumjer mini kružnog raskrižja iznosi 12,5 m (vanjski promjer 25 m). U slučaju potrebe za većim dimenzijama, umjesto mini kružnog raskrižja izvođe se urbana jednostrana kružna raskrižja.[12]

Posebnu pozornost pri projektiranju mini kružnih raskrižja potrebno je posvetiti slijedećim tlocrtnim elementima:

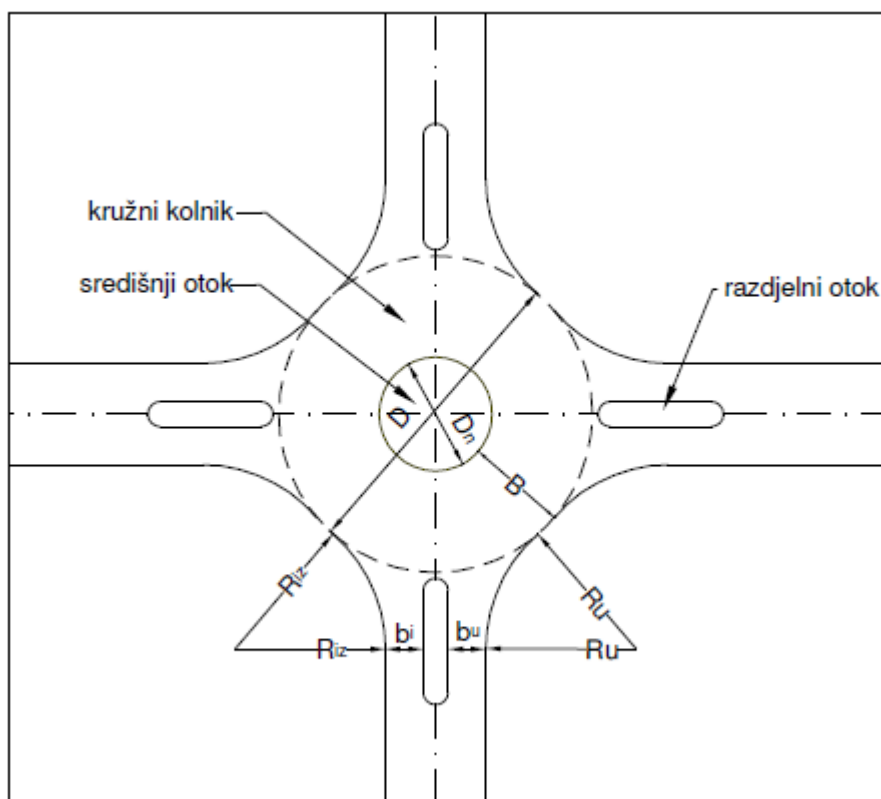
- Osovine priključnih cesta u mini kružno raskrižje moraju biti postavljene na način da je (za svaki smjer vožnje) postignuta defleksija (zakrivljenost krivulje vožnje) barem $R = 60 \text{ m}$;
- Veličina razdjelnih otoka i središnjeg otoka odredi se na osnovu iscrtanih krivulja vožnje (trajektorija) mjerodavnog vozila, za sve moguće smjerove vožnje;

- Vanjski polumjer (d) mini kružnog raskrižja mora iznositi najmanje 6,5 m i najviše 12,5 m, promjer (D) 13,0 do 25 metara;
- Širina kružnog kolnika (B) iznosi od 4,5 do 5,0 m;
- Središnji otok (Dn) mora biti polumjera od 3,5 m do 4,5m, odnosno, promjera od 7.0 m do 9.0 m;
- Središnji otok (Dn) mora biti izveden uzdignuto i u obliku kupole, pri čemu je vanjski rub otoka uzdignut za 2 - 3 cm s obzirom na visinu kružnog kolnika, a na sredini je kupola visine 10 - 12 cm;
- Zbog bolje uočljivosti mini kružnog raskrižja, preporučljivo je da je središnji otok izveden od drugog materijala (kamene ili betonske kocke ili materijal sličnih karakteristika);
- Ukoliko je središnji otok izveden od asfalta, mora barem uzdignuti rub otoka biti izveden od kamenih ili betonskih kocaka ili rubnjaka.[12]

Razdjelni otoci na mini kružnim raskrižjima mogu biti izvedeni:

- Kao uzdignuti razdjelni otoci u slučaju klada su na najužem dijelu širine barem 1.2m (postavljanje prometnih znakova: B-59 i K-06);
- Kao prevozni otoci od materijala istog kao i središnji otok kada nije na raspolaganju širina 1,2 m. Ova vrsta razdjelnog otoka se izvodi od kamenih ili betonskih kocaka ili od materijala sličnih karakteristika sa rubom uzdignutim 2-3 cm;
- Kao montažni element: izvedba razdjelnog otoka s predgotovljenim elementima;
- Na sporednom smjeru, na kojemu nema dovoljno raspoložive širine za izvedbu razdjelnih otoka, je moguće suprotne smjerove na privozu mini kružnom raskrižju označiti i samo horizontalnom signalizacijom na kolniku.[12]

Ulazni (bu) i izlazni trak (bi) moraju biti širine najmanje 2.75 i najviše 3.30 m[12], kao što je prikazano na slici 5.3..



Slika 5.4. Glavni projektno tehnički elementi mini kružnog raskrižja, [12]

Projektiranje kružnog raskrižja izvodi se u dvanaest glavnih koraka:

1. Vanjski polumjer (R_v),
2. Širinu kružnog kolničkog traka,
3. Širinu ulaznog traka pred kružnim raskrižjem (v) i razdjelni otok,
4. Širinu ulaza u raskrižje (e),
5. Duljinu proširenja ulaza (I'),
6. Ulazni polumjer (R_{UL}),
7. Ulazni kut (Φ),
8. Širinu izlaza iz kružnog raskrižja,
9. Izlazni polumjer (R_{IZ}),
10. Horizontalno i visinsko vođenje kružnog raskrižja,
11. Poprečni nagib kružnog traka i odvodnju,
12. Ostale elemente kružnog raskrižja.[11]

5.1. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava)

Kao rješenje rekonstrukcije raskrižja 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava), predlaže se izgradnja mini kružnog raskrižja vanjskog polumjera 10 m i širine kružnog kolnika 5,5 m s provoznim središnjim otokom kao i provoznim otocima za razdvajanje prometnih tokova na privozima mini kružnom raskrižju dužine 15 m i širine 2 m (slika 5.5. i prilog 1).



Slika 5.5. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava)

Izvor kartografske podloge: [13]

Središnji otok je izdignut i izveden u obliku kupole, pri čemu je vanjski rub otoka uzdignut oko 2 cm s obzirom na visinu kružnog kolnika, a na sredini je kupola visine 10-ak cm. Razdjelni otoci su izvedeni kao provozni i od istog materijala kao središnji otok sa rubovima uzdignutima oko 2 cm u odnosu na kolnik.

5.2. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice)

Kao rješenje rekonstrukcije raskrižja 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice), predlaže se izgradnja mini kružnog raskrižja vanjskog polumjera 9 m i širine kružnog kolnika 4,5 m s provoznim središnjim otokom kao i provoznim otocima za razdvajanje prometnih tokova na privozima mini kružnom raskrižju dužine 15 m i širine 2 m (slika 5.6. i prilog 2).



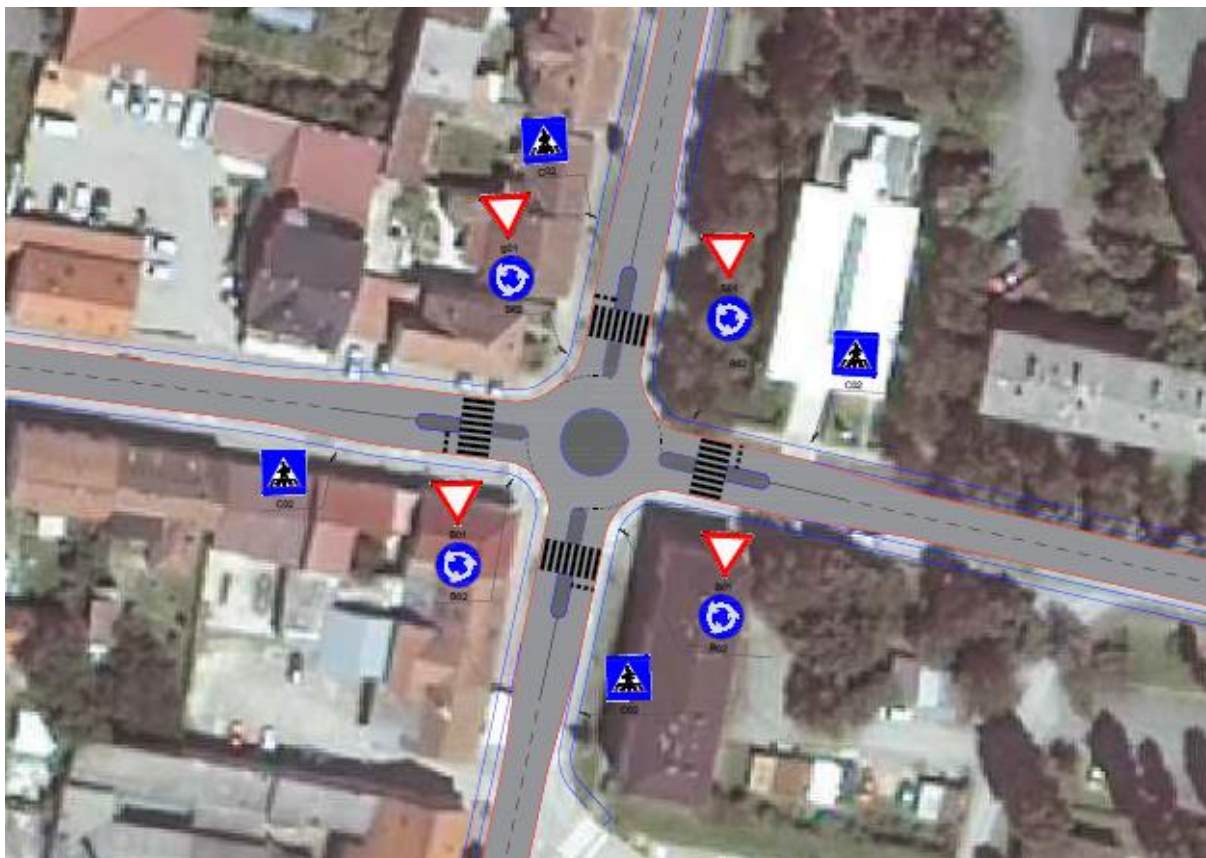
Slika 5.6. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice)

Izvor kartografske podloge: [13]

Središnji otok je izdignut i izveden u obliku kupole, pri čemu je vanjski rub otoka uzdignut oko 2 cm s obzirom na visinu kružnog kolnika, a na sredini je kupola visine 10-ak cm. Razdjelni otoci su izvedeni kao provozni i od istog materijala kao središnji otok sa rubovima uzdignutima oko 2 cm u odnosu na kolnik.

5.3. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)

Kao rješenje rekonstrukcije raskrižja 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića), predlaže se izgradnja mini kružnog raskrižja vanjskog polumjera 9 m i širine kružnog kolnika 4,5 m s provoznim središnjim otokom kao i provoznim otocima za razdvajanje prometnih tokova na privozima mini kružnom raskrižju dužine 15 m i širine 2 m (slika 5.7. i prilog 3).



Slika 5.7. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)

Izvor kartografske podloge: [13]

Središnji otok je izdignut i izveden u obliku kupole, pri čemu je vanjski rub otoka uzdignut oko 2 cm s obzirom na visinu kružnog kolnika, a na sredini je kupola visine 10-ak cm. Razdjelni otoci su izvedeni kao provozni i od istog materijala kao središnji otok sa rubovima uzdignutima oko 2 cm u odnosu na kolnik.

6. EVALUACIJA PREDLOŽENIH RJEŠENJA

Evaluacija (vrednovanje), gledajući općenito, znači analizu, opis, vrednovanje i ocjenu projekta ili nekog procesa. Također, može označavati i procjenu pojedinca, skupine ljudi ili neke institucije, kao i njihovih rezultata.

U ovom diplomskom radu, evaluacija je napravljena na procjeni pojedinca (autora), te uz pomoć matematičkih modela iz područja teorije prometnih tokova.

Kao što je već obrađeno u diplomskom radu, u svrhu poboljšanja odvijanja prometnih tokova u Ulici Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci, predlaže se rekonstrukcija tri standardna četverokraka raskrižja u raskrižja s kružnim tokom prometa. Pošto je područje obuhvata u urbanoj sredini predložena su mini kružna raskrižja.

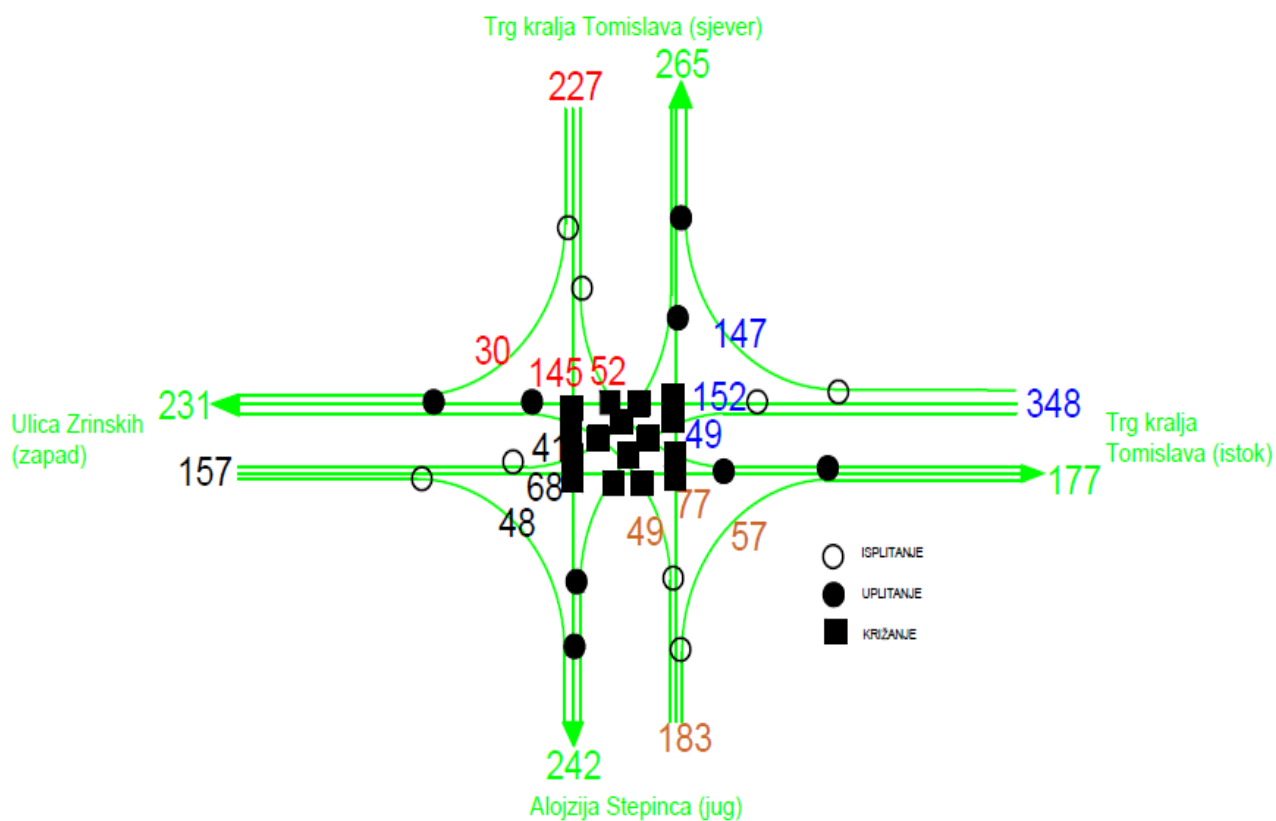
Uzevši u obzir sve već navedene probleme odvijanja prometnih tokova, može se napraviti procjena utjecaja predloženih rješenja na odvijanje prometnih tokova, odnosno njihovo poboljšanje. Prema izvoru [12], okvirni kapacitet mini urbanog kružnog raskrižja iznosi 10000 (15000) voz/dan, što zadovoljava procijenjeno buduće opterećenje za 5 i 10 godina uz pretpostavku da će prometno opterećenje rasti 2,5 % godišnje, što je dosta značajan porast prometa na razini jedne godine.

Ovim rješenjima se postiže izjednačavanje važnosti (prioriteta) vozila na svim privozima raskrižju, što je bitno jer je vidljivo iz podataka o brojanju prometa da su na svim privozima podjednaka opterećenja te da su neki sporedni privozi čak više opterećeni od privoza s prioritetom prolaska. Isto tako, to bi omogućilo lakše uključenje vozila sa svih privoza, što bi poboljšalo odvijanje prometnih tokova te bi tako promatrana ulica privlačila veći broj putovanja zbog lakoće odvijanja prometnih tokova, što trenutno nije slučaj. Uz sve navedeno, potrebno je i reći da bi se ovim rješenjima povećala sigurnost, uzevši u obzir veće brzine kretanja na glavnim prometnim pravcima te loša horizontalna preglednost pri uključanju u raskrižje, a svi ti problemi bi bili otklonjeni ovim rješenjima rekonstrukcije predmetnih raskrižja.

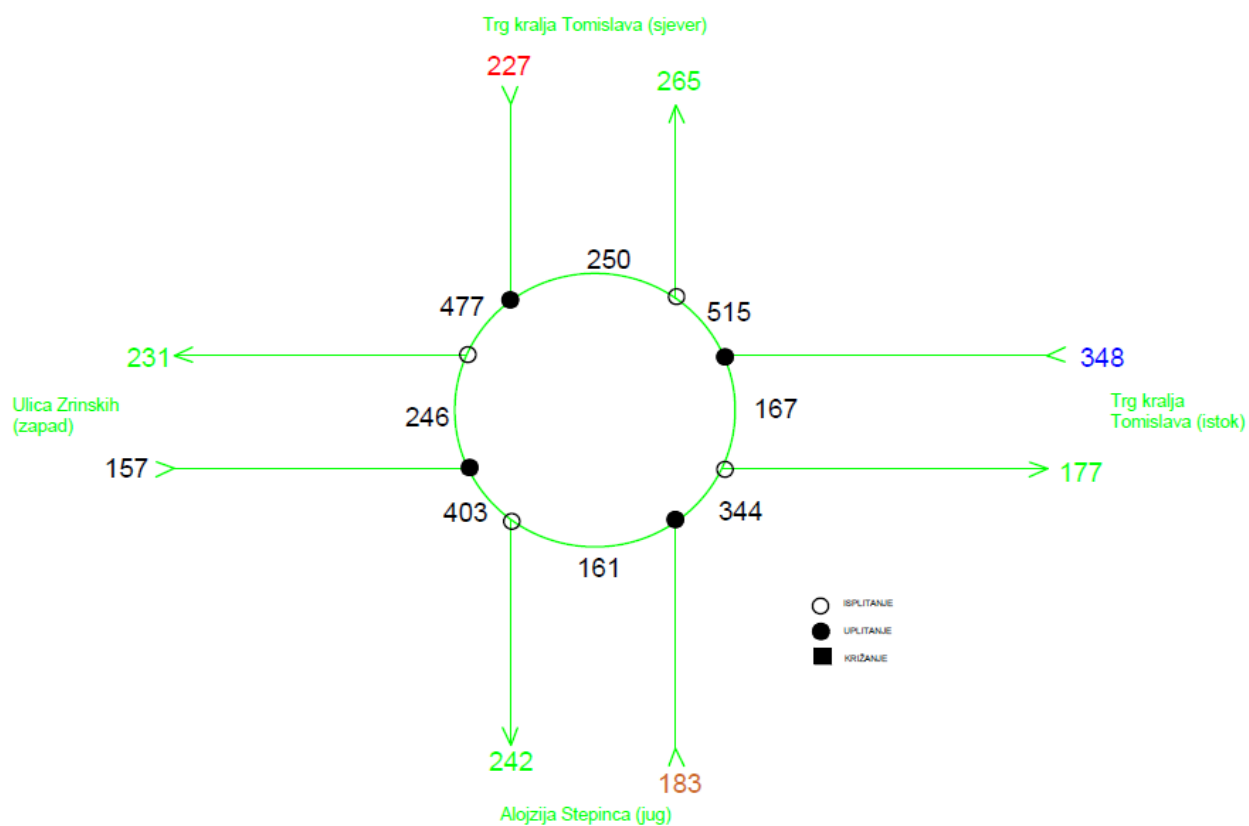
6.1. Konverzija brojanog prometa pri rekonstrukciji četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa

U ovom poglavlju je prikazana konverzija stvarnog (izbrojanog) prometnog opterećenja pri rekonstrukciji standardnog kanaliziranog četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa.

Na slici 6.1. i slici 6.2. prikazana je konverzija prometnog opterećenja raskrižja 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava) u mjerodavno prometno opterećenje predloženog raskrižja s kružnim tokom prometa, kao i broj točaka isplitanja, uplitanja i križanja prometnih tokova.

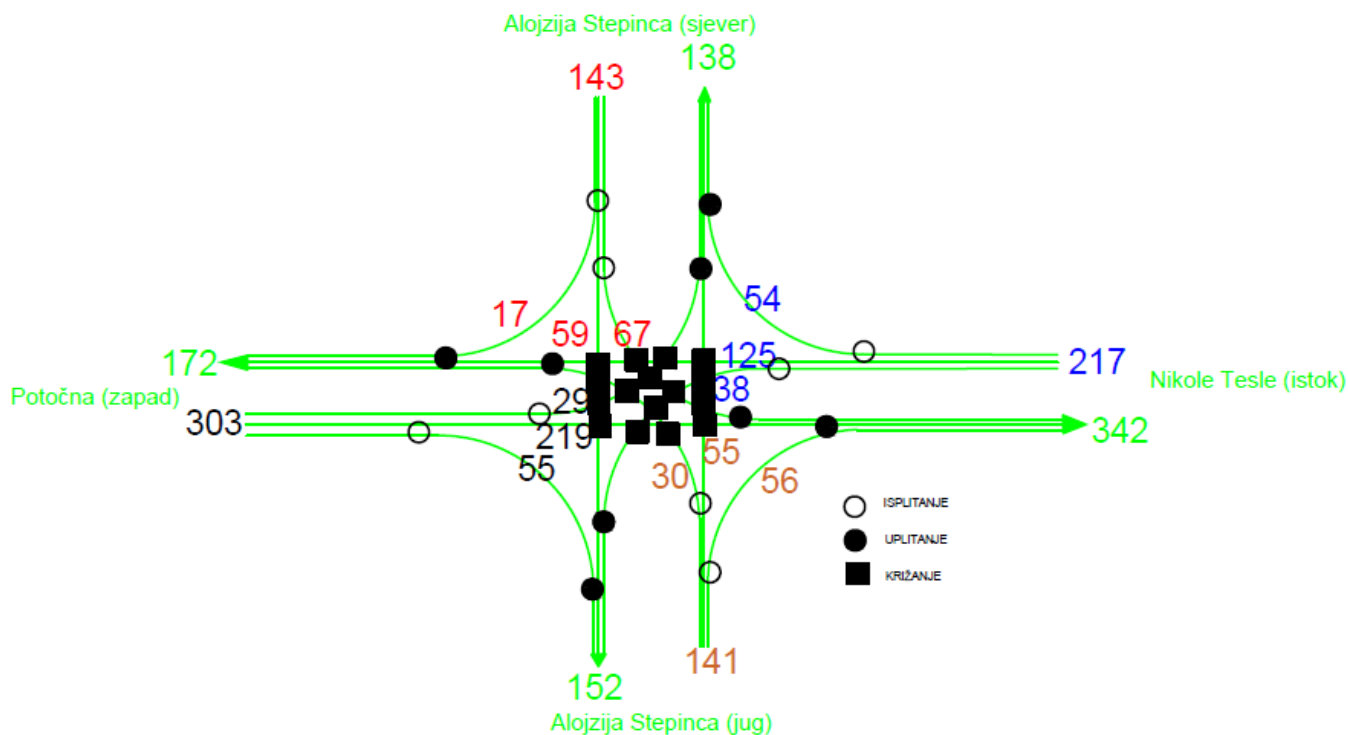


Slika 6.1. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 1

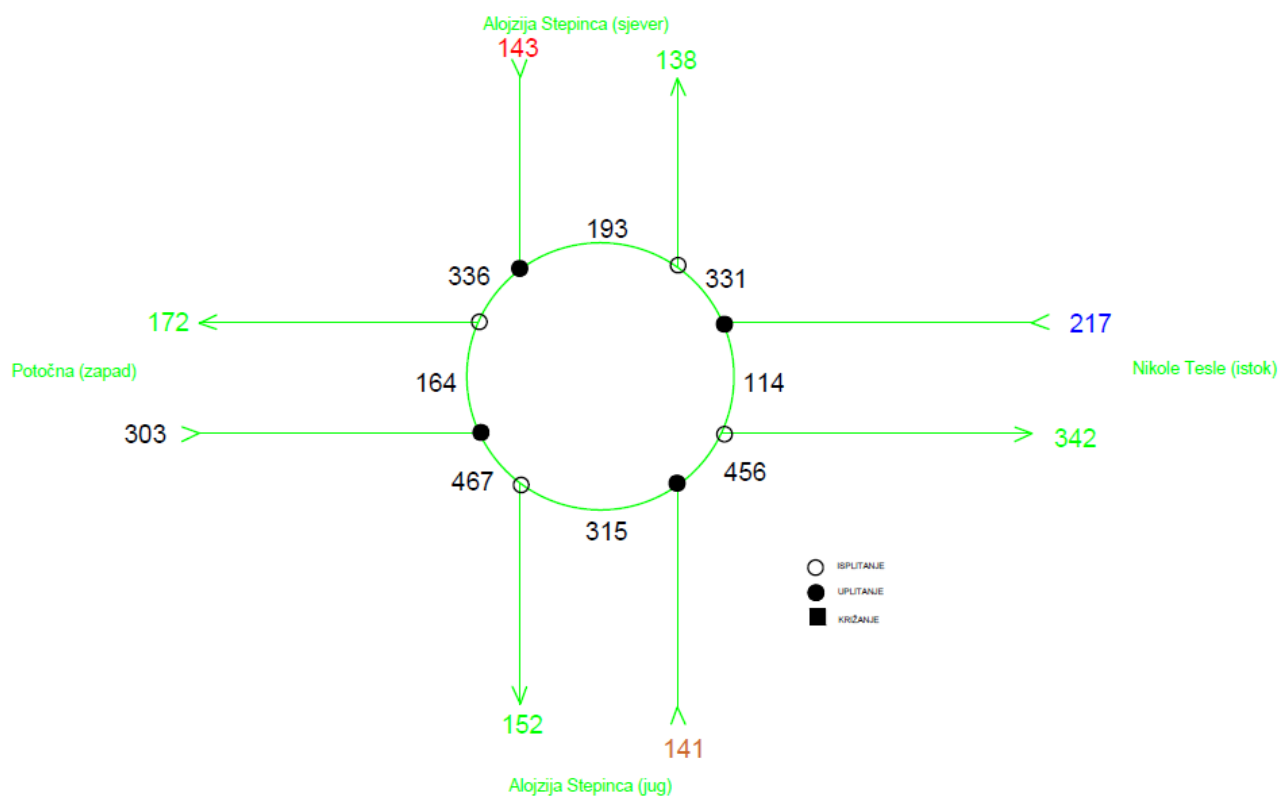


Slika 6.2. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 1 nakon izvršene konverzije

Na slici 6.3. i slici 6.4. prikazana je konverzija prometnog opterećenja raskrižja 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice) u mjerodavno prometno opterećenje predloženog raskrižja s kružnim tokom prometa, kao i broj točaka isplivanja, uplivanja i križanja prometnih tokova.

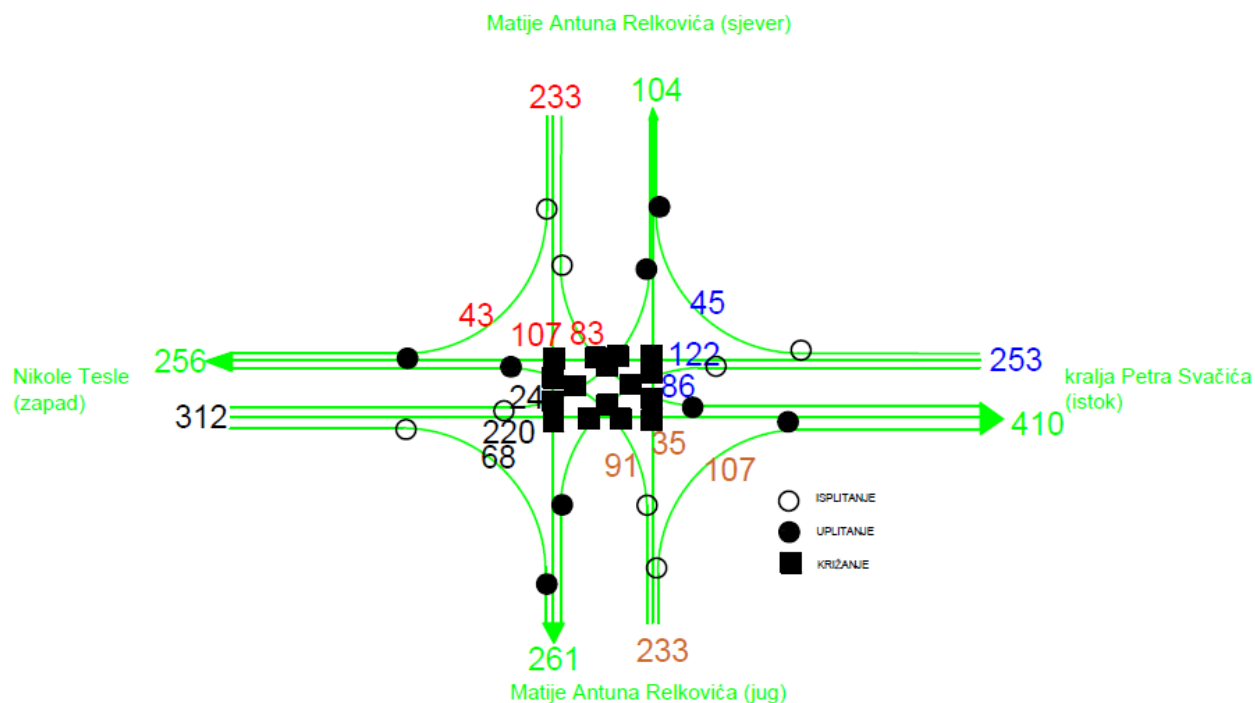


Slika 6.3. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 2

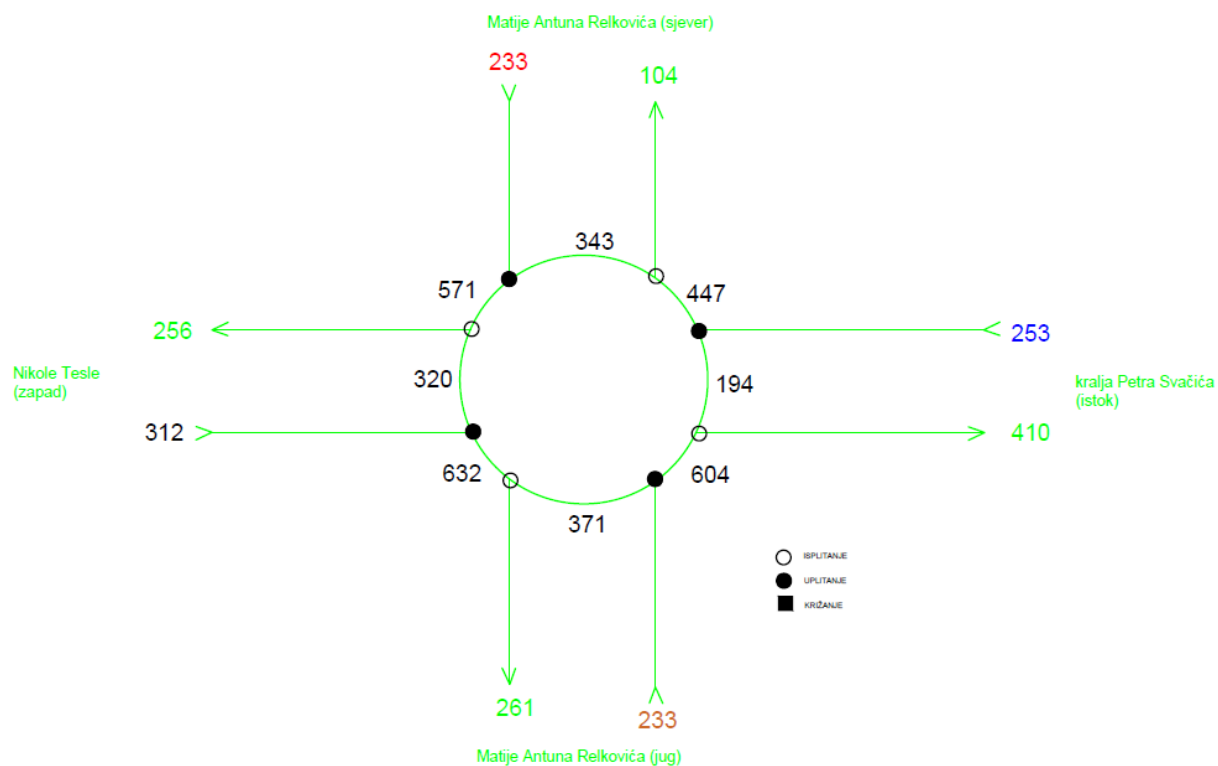


Slika 6.4. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 2 nakon izvršene konverzije

Na slici 6.5. i slici 6.6. prikazana je konverzija prometnog opterećenja raskrižja 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića) u mjerodavno prometno opterećenje predloženog raskrižja s kružnim tokom prometa, kao i broj točaka isplivanja, uplivanja i križanja prometnih tokova.



Slika 6.5. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 3



Slika 6.6. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 3 nakon izvršene konverzije

6.2. Smanjenje broja konflikata

Intenzitet konflikata u točki gdje se sijeku prometni tokovi je veći što su intenzivniji prometni tokovi koji se presijecaju. U konfliktnoj točki mogu biti različite vrste konflikata, a to su:

- Presijecanja,
- Ulijevanja,
- Izlijevanja.

Temeljem istraživanja postavljene su tri metode za mjerenje intenziteta sukoba (presijecanja, ulijevanja i odlijevanja) na uličnoj mreži:

- Metoda minimalnog toka u točki sukoba, pri kojoj intenzitet sukoba predstavlja manji prometni tok,
- Metoda zbroja prometnih tokova u točki sukoba; nedostatak je u tome što sukob postoji i kada je jedan od tokova jednak nuli, stoga se postavlja dodatni uvjet da oba prometna toka moraju biti veća od nule,
- Metoda drugog korijena umnoška prometnih tokova u točkama presijecanja i ulijevanja.[15]

Za proračun konflikata između prometnih tokova, u ovom radu će se koristiti Metoda zbroja prometnih tokova u točki konflikata. Ova metoda se još naziva i Glavna metoda, a računa se, prema izvoru [15] pomoću formule (2):

$$Is(t) = p + q [voz/h] \quad (2)$$

U ovom radu, radi jednostavnijeg postupka, svi konflikti ulijevanja i izlijevanja će se računati na način kao i presijecanja prometnih tokova.

6.1.1. Smanjenje broja konflikata na raskrižju 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava)

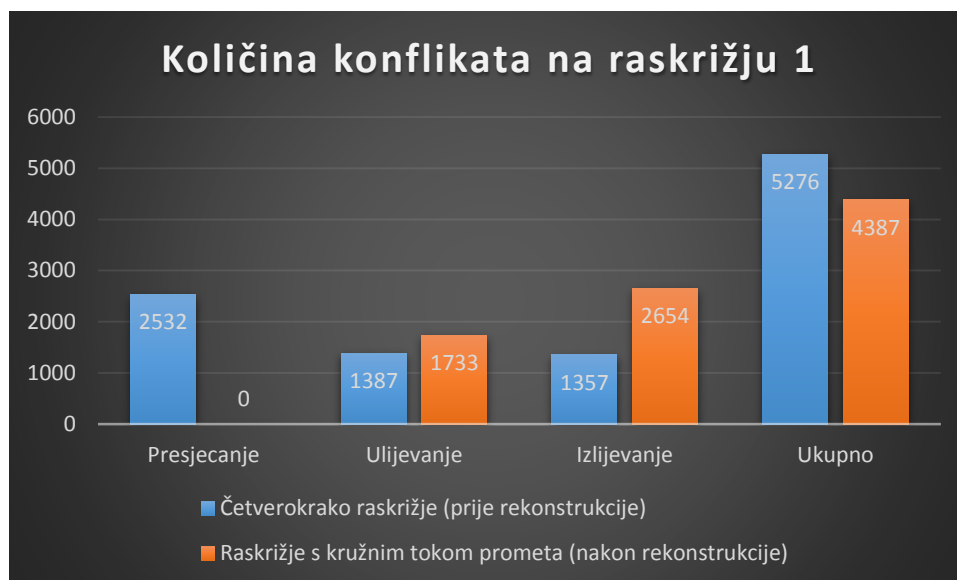
Količina konflikata na promatranom raskrižju prije rekonstrukcije prikazana je u tablici 6.1., a količina konflikata nakon rekonstrukcije prikazana je u tablici 6.2., dok je usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcije prikazana grafikonom 6.1..

Tablica 6.1. Količina konflikata na raskrižju 1 prije rekonstrukcije

Točka presjecanja (p,g)		Količina konflikata		
		Glavna metoda (metoda p+q)		
		<i>Presjecanje</i>	<i>Ulijevanje</i>	<i>Izlijevanje</i>
68	145	213	-	-
41	145	186	-	-
49	145	194	-	-
145	152	297	-	-
52	152	204	-	-
41	152	193	-	-
77	152	229	-	-
77	49	126	-	-
52	77	129	-	-
68	77	145	-	-
49	68	117	-	-
49	68	117	-	-
49	49	98	-	-
49	52	101	-	-
41	52	93	-	-
41	49	90	-	-
30	152	-	182	-
152	49	-	201	-
77	147	-	224	-
77	71	-	148	-
68	52	-	120	-
68	57	-	125	-
145	49	-	194	-
145	48	-	193	-
68	48	-	-	116
68	41	-	-	109
77	49	-	-	126
77	57	-	-	134
152	49	-	-	201
152	147	-	-	299
145	52	-	-	197
145	30	-	-	175
Σ		2532	1387	1357
Σ		5276		

Tablica 6.2. Količina konflikata na raskrižju 1 nakon rekonstrukcije

Točka presjecanja (p,g)		Količina konflikata		
		Glavna metoda (metoda p+q)		
		Presjecanje	Ulijevanje	Izlijevanje
246	157	-	403	-
161	183	-	344	-
161	348	-	509	-
250	227	-	477	-
477	231	-	-	708
403	242	-	-	645
344	177	-	-	521
515	265	-	-	780
Σ		0	1733	2654
Σ		4387		



Grafikon 6.1. Usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 1

6.1.2. Smanjenje broja konflikata na raskrižju 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice)

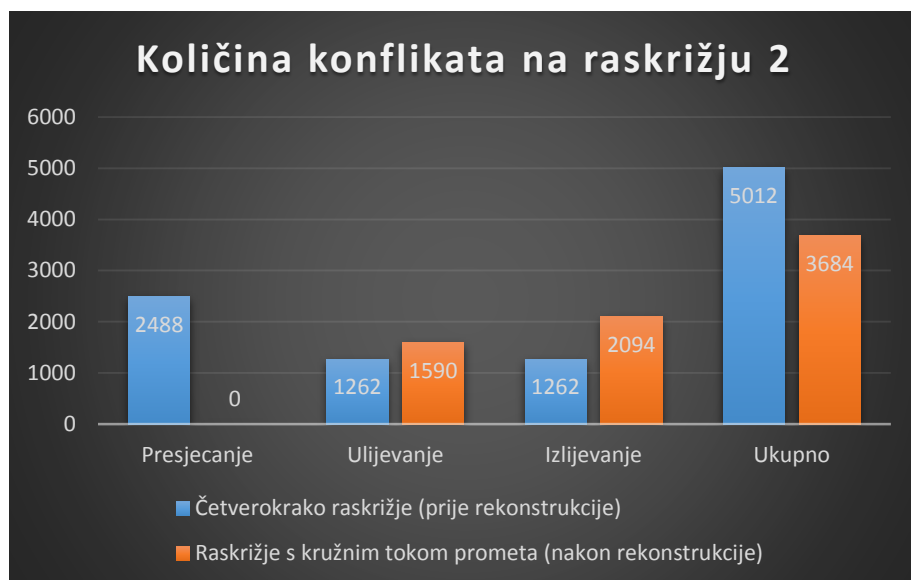
Količina konflikata na promatranom raskrižju prije rekonstrukcije prikazana je u tablici 6.3., a količina konflikata nakon rekonstrukcije prikazana je u tablici 6.4., dok je usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcije prikazana grafikonom 6.2..

Tablica 6.3. Količina konflikata na raskrižju 2 prije rekonstrukcije

Točka presjecanja (p,g)		Količina konflikata		
		Glavna metoda (metoda p+q)		
		Presjecanje	Ulijevanje	Izlijevanje
59	125	184	-	-
59	30	89	-	-
59	29	88	-	-
59	219	278	-	-
219	38	257	-	-
219	30	249	-	-
219	55	274	-	-
55	67	122	-	-
55	38	93	-	-
55	125	180	-	-
125	29	154	-	-
125	67	192	-	-
67	29	96	-	-
29	30	59	-	-
30	38	68	-	-
38	67	105	-	-
125	17	-	142	-
125	30	-	155	-
59	55	-	114	-
59	38	-	97	-
219	56	-	275	-
219	67	-	286	-
55	54	-	109	-
55	29	-	84	-
219	55	-	-	274
219	29	-	-	248
55	30	-	-	85
55	56	-	-	111
125	54	-	-	179
125	38	-	-	163
59	17	-	-	76
59	67	-	-	126
Σ		2488	1262	1262
Σ		5012		

Tablica 6.4. Količina konflikata na raskrižju 2 nakon rekonstrukcije

Točka presjecanja (p,g)		Količina konflikata		
		Glavna metoda (metoda p+q)		
		Presjecanje	Ulijevanje	Izlijevanje
164	303	-	467	-
315	141	-	456	-
217	114	-	331	-
143	193	-	336	-
336	172	-	-	508
167	152	-	-	319
456	342	-	-	798
331	138	-	-	469
Σ		0	1590	2094
Σ		3684		



Grafikon 6.2. Usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 2

6.1.3. Smanjenje broja konflikata na raskrižju 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)

Količina konflikata na promatranom raskrižju prije rekonstrukcije prikazana je u tablici 6.5., a količina konflikata nakon rekonstrukcije prikazana je u tablici 6.6., dok je usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcije prikazana grafikonom 6.3..

Tablica 6.5. Količina konflikata na raskrižju 3 prije rekonstrukcije

Točka presjecanja (p,g)		Količina konflikata		
		Glavna metoda (metoda p+q)		
		<i>Presjecanje</i>	<i>Ulijevanje</i>	<i>Izlijevanje</i>
107	122	229	-	-
107	91	198	-	-
107	24	131	-	-
107	220	327	-	-
220	86	306	-	-
220	91	311	-	-
220	35	255	-	-
35	83	118	-	-
35	86	121	-	-
35	122	157	-	-
122	24	146	-	-
122	83	205	-	-
24	91	115	-	-
86	91	177	-	-
86	83	169	-	-
83	24	107	-	-
122	43	-	165	-
122	91	-	213	-
107	86	-	193	-
107	68	-	175	-
220	107	-	327	-
220	86	-	306	-
35	45	-	80	-
35	24	-	59	-
220	24	-	-	244
220	68	-	-	288
35	107	-	-	142
35	91	-	-	126
122	86	-	-	208
122	45	-	-	167
107	83	-	-	190
107	43	-	-	150
Σ		3072	1518	1515
Σ		6105		

Tablica 6.6. Količina konflikata na raskrižju 3 nakon rekonstrukcije

Točka presjecanja (p,g)		Količina konflikata		
		Glavna metoda (metoda p+q)		
		Presjecanje	Ulijevanje	Izlijevanje
320	312	-	632	-
371	233	-	604	-
253	194	-	447	-
343	233	-	576	-
632	261	-	-	893
604	410	-	-	1014
447	104	-	-	551
571	256	-	-	827
Σ		0	2259	3285
Σ		5544		



Grafikon 6.3. Usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 3

6.3. Usporedba razine usluge prije i nakon rekonstrukcije raskrižja

Razina uslužnosti predstavlja razinu operativnih uvjeta, odnosno niz karakteristika koje opisuju uvjete vožnje koji se pojavljuju na određenom dijelu ceste. Te karakteristike mogu biti brzina, vrijeme putovanja, prekidi, sigurnost, udobnost vožnje, cijena koštanja i slično.[17]

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

- RU – A: uvjeti slobodnog toka, najviše 10 % međusobnih utjecaja između vozila u prometnom toku, prosječna vremena čekanja na raskrižjima su minimalna;
- RU – B: oko 70 % vozila nalazi se u uvjetima slobodnog toka, prosječna vremena čekanja na raskrižjima nisu značajna;
- RU – C: stabilni uvjeti prometa, oko 50 % vozila u uvjetima slobodnog toka, mogući manji povećani repovi čekanja na raskrižjima izazivajući veća prosječna vremena čekanja;
- RU – D: oko 40 % vozila se nalazi u uvjetima slobodnog toka, malo povećanje prometnog toka izaziva povećanje repove čekanja s većim prosječnim vremenom čekanja;
- RU – E: manje od trećine vozila su u slobodnom toku, to je stanje u kojem je dosegnuta propusna moć ili se postiže malim povećanjem prometnog toka, prosječna vremena čekanja na raskrižjima su znakovito velika;
- RU – F: prometna potražnja je iznad propusne moći, na privozima raskrižja dolazi do zagušenja, velika vremena čekanja znatno utječu na okolnu prometnu mrežu.[17]

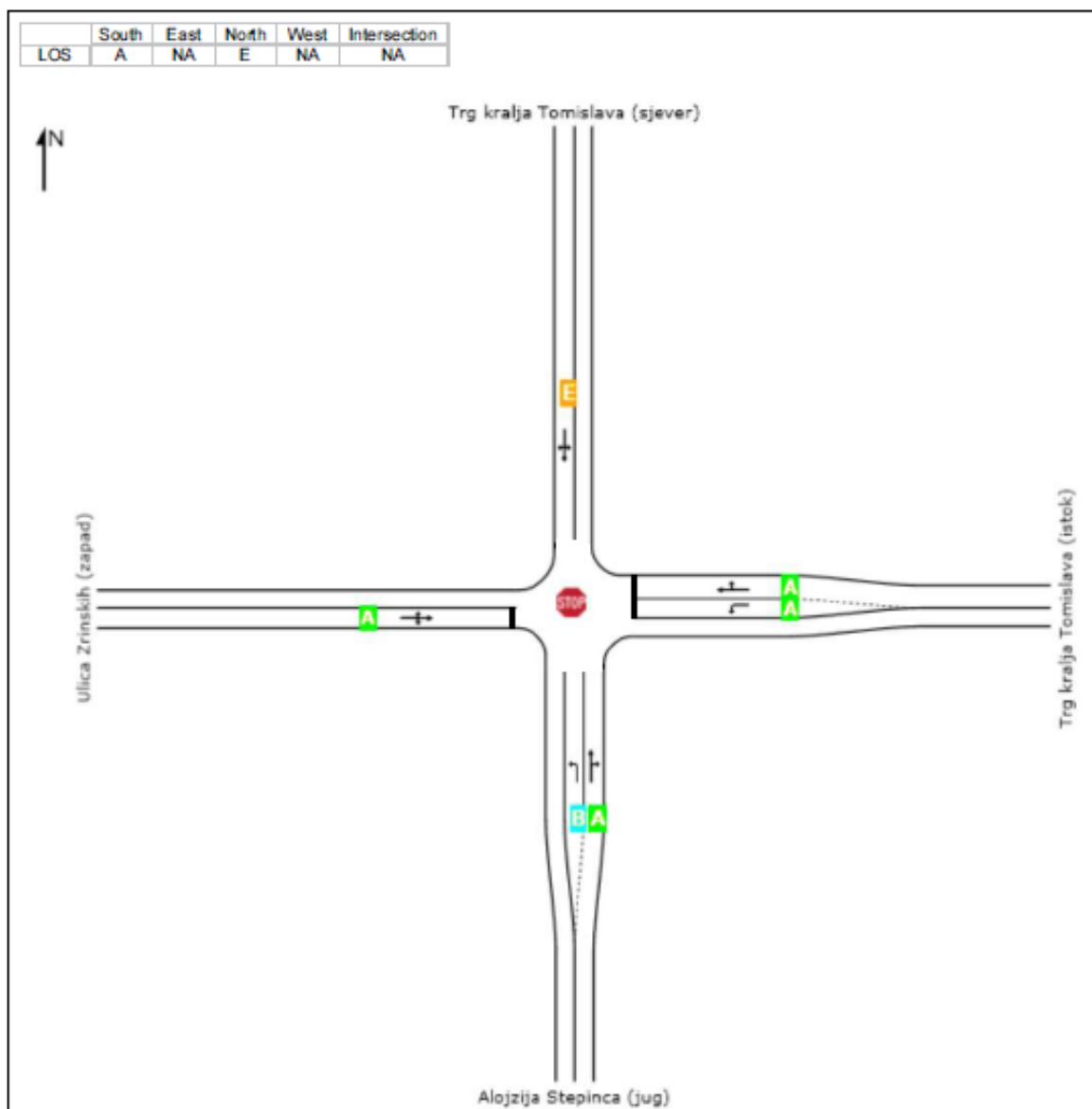
Razine usluga koje su dobivene programskim alatom Sidra Intersection za nesemaforizirano i raskrižje s kružnim tokom prometa međusobno će se usporediti radi lakšeg predloženja poboljšanja razine uslužnosti na predloženim rješenjima u ovom radu.

Sidra Intersection je alat koji izračunava razine usluga, kapacitet te analize različitih čimbenika koji utječu na odvijanje prometa raskrižjem. Također, ovaj program izračunava i izlazne parametre kao što su emisije ispušnih plinova i slično.

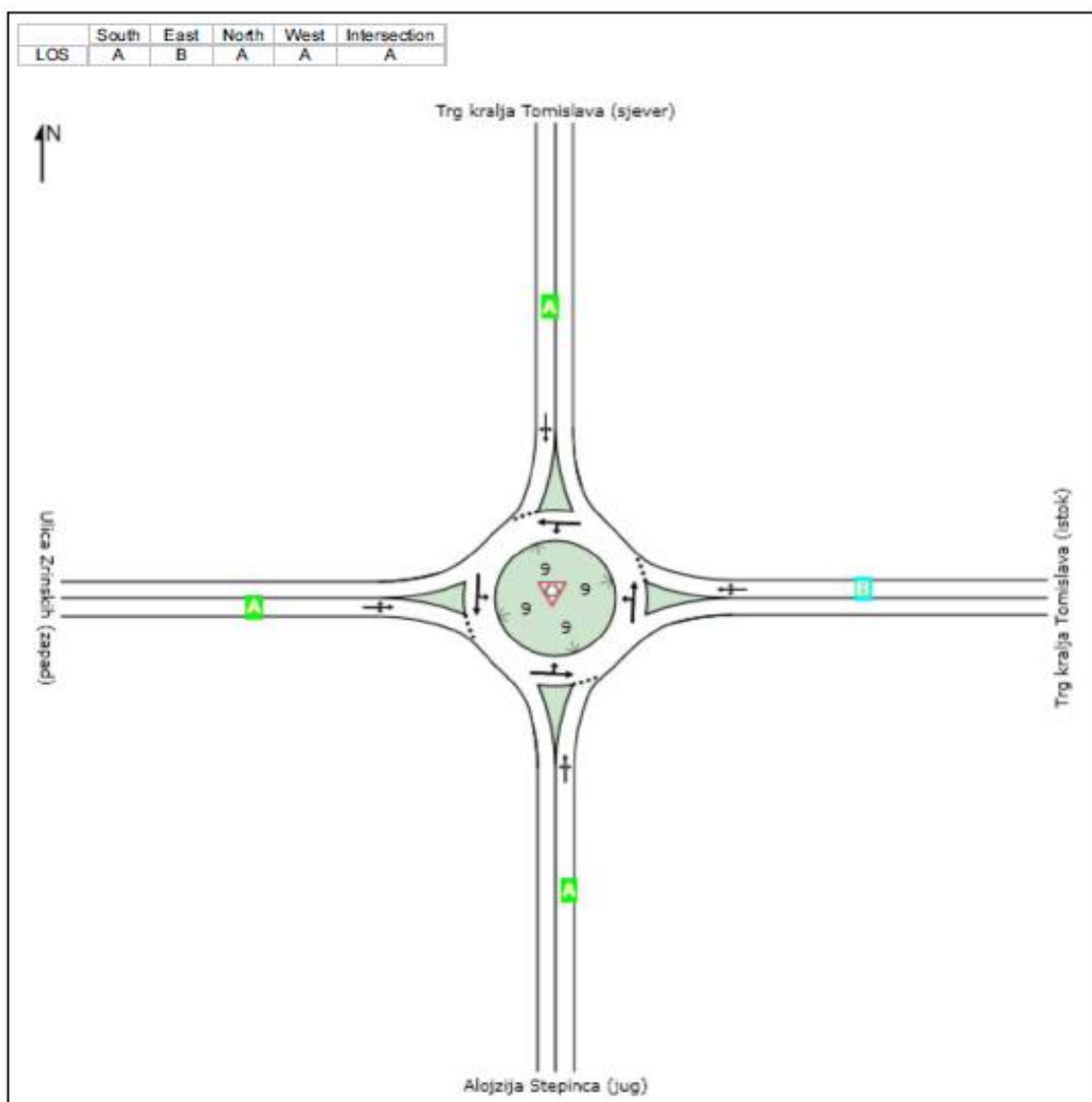
6.3.1. Usporedba razina usluge na raskrižju 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava)

Uz pomoć programskog alata Sidra Intersection, a na osnovu opterećenja dobivenih brojanjem prometa kao i postotka teških vozila za svaki smjer, dobivene su razine usluga po privozima, kao i razina usluge cijelog raskrižja. Usporedbom slike 6.7. i slike 6.8. može se vidjeti poboljšanje razine usluge na raskrižju s kružnim tokom prometa. Radi lakšeg uvida u

poboljšanje razine usluge rekonstrukcijom standardnog četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa, usporedba razina usluga je prikazana u tablici 6.7..



Slika 6.7. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 1 prije rekonstrukcije



Slika 6.8. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 1 nakon rekonstrukcije

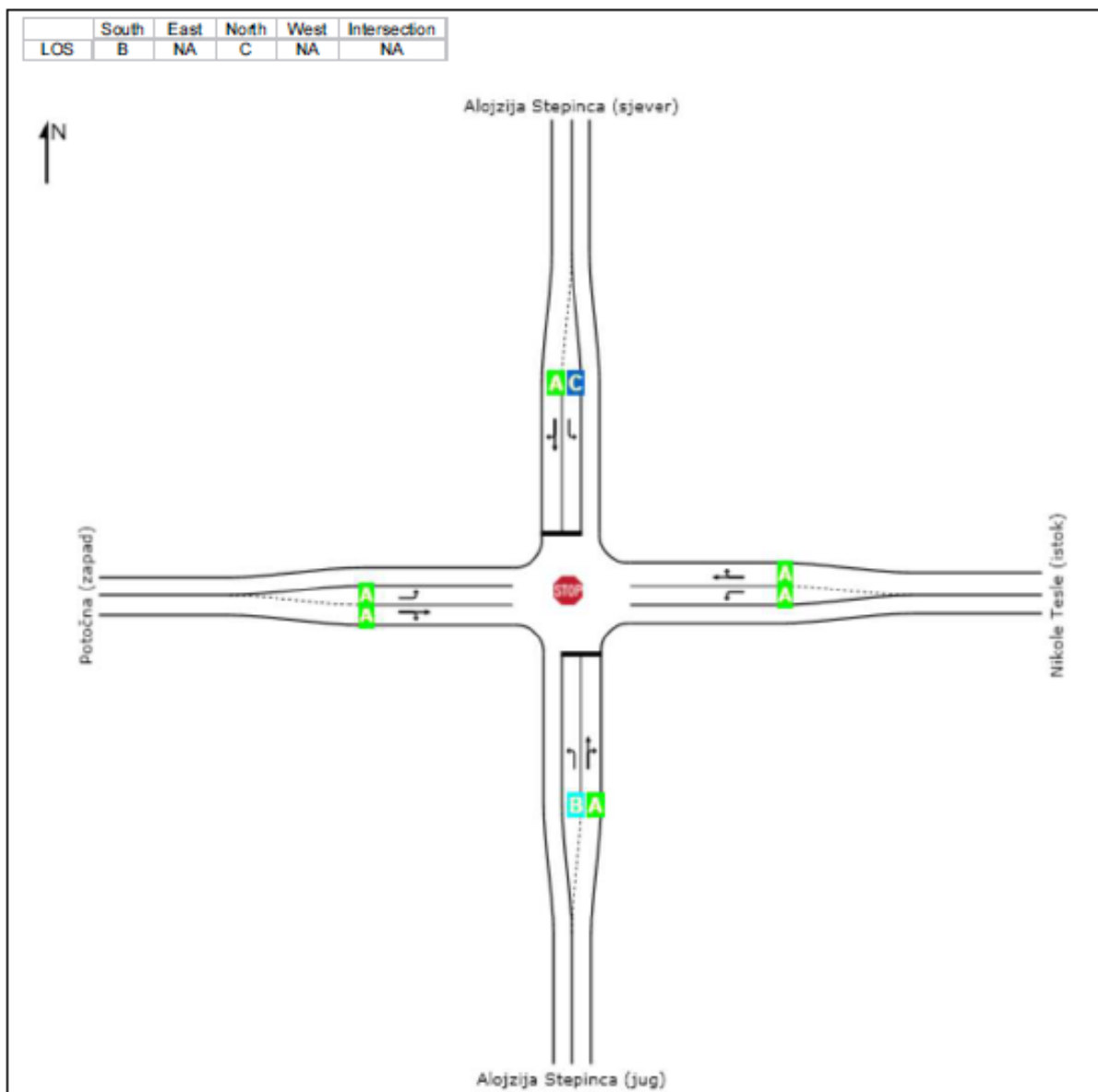
Tablica 6.7. Usporedba razine uslužnosti prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 1

RAZINE USLUŽNOSTI		
	PRIJE REKONSTRUKCIJE	NAKON REKONSTRUKCIJE
ISTOČNI PRIVOZ	A, A	B
ZAPADNI PRIVOZ	A	A
JUŽNI PRIVOZ	B, A	A
SJEVERNI PRIVOZ	E	A
UKUPNO RASKRIŽJE	A	A

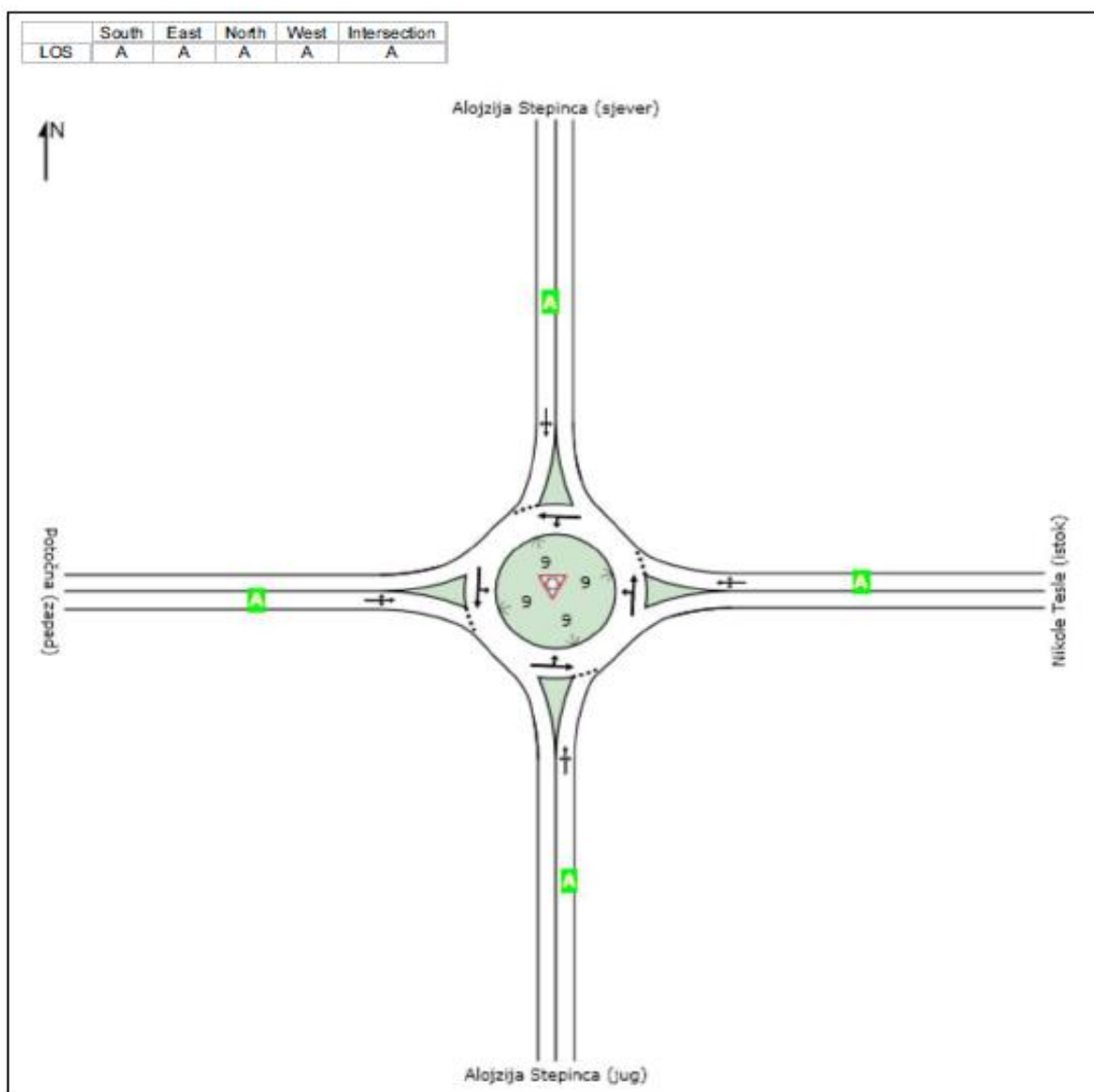
Iz priložene tablice se može vidjeti kako se razina usluge razlikuje po pojedinim smjerovima određenog privoza prije rekonstrukcije, dok nakon rekonstrukcije, kod raskrižja s kružnim tokom prometa dolazi na nekim privozima do poboljšanja razine usluge osobito na sjevernom privozu gdje se razine usluge poboljšala sa razine E na razinu A.

6.3.2. Usporedba razina usluge na raskrižju 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice)

Uz pomoć programskog alata Sidra Intersection, a na osnovu opterećenja dobivenih brojanjem prometa kao i postotka teških vozila za svaki smjer, dobivene su razine usluga po privozima, kao i razina usluge cijelog raskrižja. Usporedbom slike 6.9. i slike 6.10. može se vidjeti poboljšanje razine usluge na raskrižju s kružnim tokom prometa. Radi lakšeg uvida u poboljšanje razine usluge rekonstrukcijom standardnog četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa, usporedba razina usluga je prikazana u tablici 6.8..



Slika 6.9. Prikaz razine usluznosti za raskrižje 2 prije rekonstrukcije



Slika 6.10. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 2 nakon rekonstrukcije

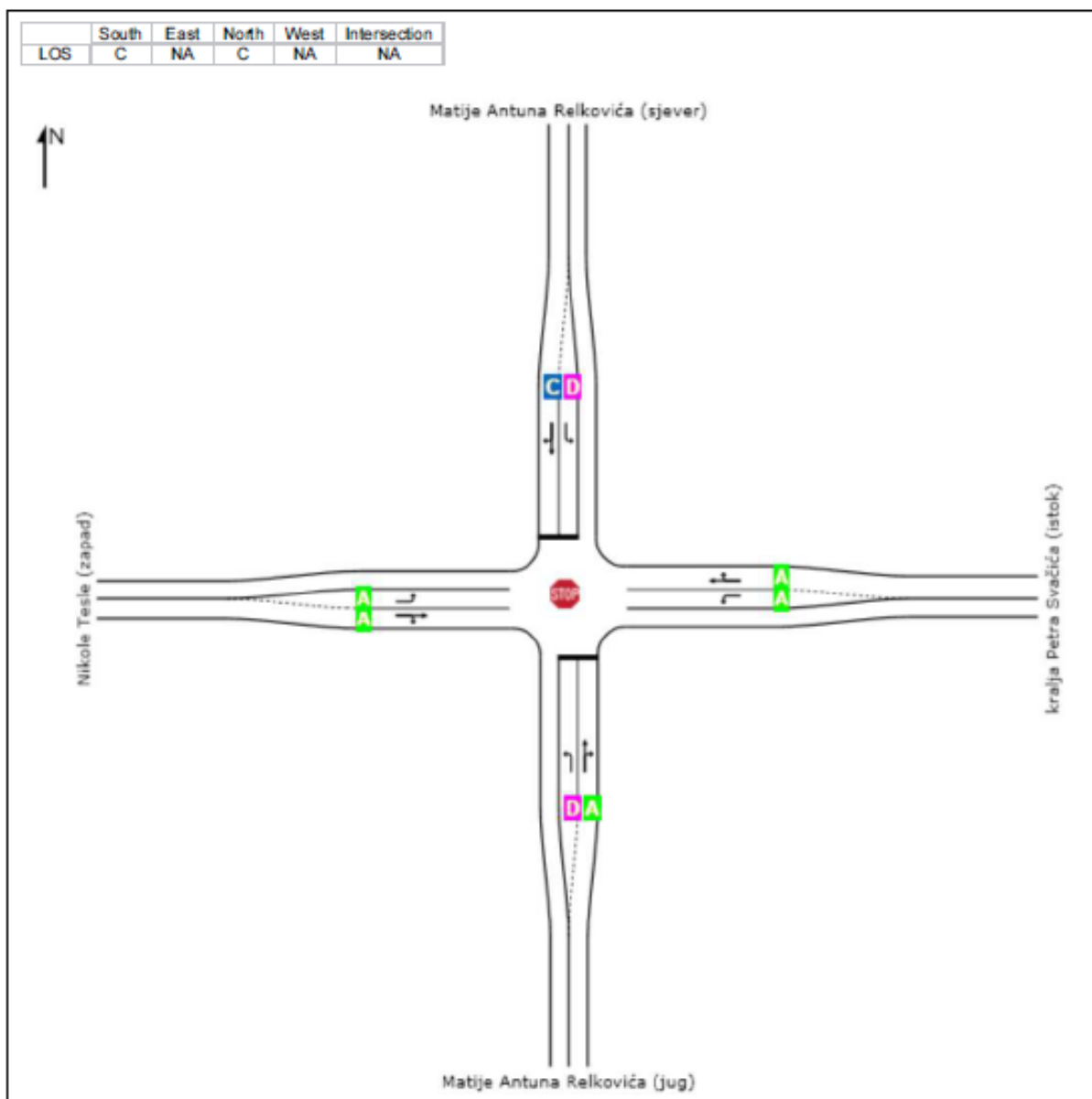
Tablica 6.8. Usporedba razine uslužnosti prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 2

RAZINE USLUŽNOSTI		
	PRIJE REKONSTRUKCIJE	NAKON REKONSTRUKCIJE
ISTOČNI PRIVOZ	A, A	A
ZAPADNI PRIVOZ	A, A	A
JUŽNI PRIVOZ	B, A	A
SJEVERNI PRIVOZ	A, C	A
UKUPNO RASKRIŽJE	A	A

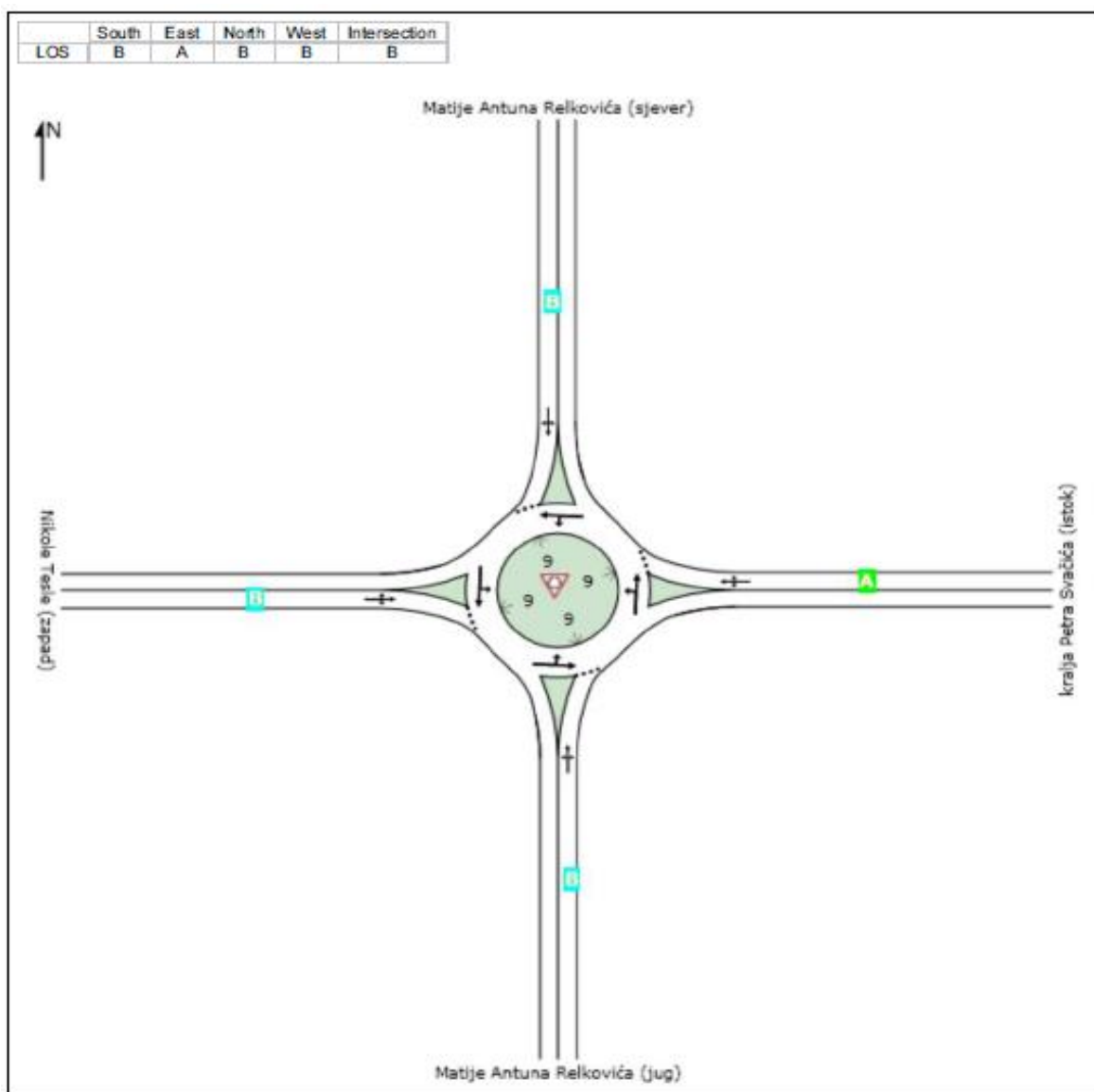
Iz priložene tablice se može vidjeti kako se razina usluge razlikuje po pojedinim smjerovima određenog privoza prije rekonstrukcije, dok nakon rekonstrukcije, kod raskrižja s kružnim tokom prometa dolazi na nekim privozima do poboljšanja razine usluge osobito na sjevernom privozu gdje se razina usluge poboljšala sa razine A za smjer ravno i desno i razine C za smjer lijevo na razinu A ukupnog privoza.

6.3.3. Usporedba razina usluge na raskrižju 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Ulice kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)

Uz pomoć programskog alata Sidra Intersection, a na osnovu opterećenja dobivenih brojanjem prometa kao i postotka teških vozila za svaki smjer, dobivene su razine usluga po privozima, kao i razina usluge cijelog raskrižja. Usporedbom slike 6.11. i slike 6.12. može se vidjeti poboljšanje razine usluge na raskrižju s kružnim tokom prometa. Radi lakšeg uvida u poboljšanje razine usluge rekonstrukcijom standardnog četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa, usporedba razina usluga je prikazana u tablici 6.9..



Slika 6.11. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 3 prije rekonstrukcije



Slika 6.12. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 3 nakon rekonstrukcije

Tablica 6.3. Usporedba razine uslužnosti prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 3

RAZINE USLUŽNOSTI		
	PRIJE REKONSTRUKCIJE	NAKON REKONSTRUKCIJE
ISTOČNI PRIVOZ	A, A	A
ZAPADNI PRIVOZ	A, A	B
JUŽNI PRIVOZ	D, A	B
SJEVERNI PRIVOZ	C, D	B
UKUPNO RASKRIŽJE	A	B

Iz priložene tablice se može vidjeti kako se razina usluge razlikuje po pojedinim smjerovima određenog privoza prije rekonstrukcije, dok nakon rekonstrukcije, kod raskrižja s kružnim tokom prometa dolazi na nekim privozima do poboljšanja razine usluge osobito na sjevernom privozu gdje se razina usluge poboljšala sa razine C za smjer ravno i desno i razine D za smjer lijevo na razinu B ukupnog privoza. Također, na južnom privozu gdje se razina usluge promijenila sa razine A za smjer ravno i desno i razine D za smjer lijevo na razinu B ukupnog privoza. Iz navedenoga se vidi kako, gledajući po privozima, je došlo do znatnih poboljšanja na nekim privozima, što je bolje nego da je došlo do poboljšanja razine usluge kompletnog raskrižja.

7. ZAKLJUČAK

Grad Nova Gradiška ima značajan prometni položaj, osobito jer se nalazi uz autocestu A3 kao i uz željezničku prugu Zagreb – Vinkovci te zbog državne ceste D51 koja preko Nove Gradiške povezuje autocestu A3 i Požegu. Ulica Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci, od velikoj je značaja jer je jedna od najprometnijih ulica u gradu. U ovom radu je provedena analiza postojećeg stanja u Ulici Alojzija Stepinca, kao i na širem prostoru oko ulice. Nakon analize sadašnjeg stanja, te prognoze porasta prometa, predložena su određena idejna rješenja, koja bi u slučaju realizacije doprinijela poboljšanju odvijanja prometnih tokova, kao i povećanju sigurnosti na području promatrane ulice, kao i na tome dijelu grada.

Analizom sadašnjeg stanja je ustanovljeno da je optimalno odvijanje prometnih tokova onemogućeno zbog nepravilne regulacije, kao i nepravilne izvedbe dva raskrižja u promatranoj ulici, kao i jednoga u blizini promatrane ulice, nakon čega je izvršeno brojanje prometa na istima te su napravljena prometna opterećenja koja su kasnije u radu služila kao ulazni podatak pri analizi sadašnjeg stanja ali i evaluaciji predloženih rješenja. Nakon toga je napravljena prognoza porasta prometa za razdoblje 5 i 10 godina, kao i proračun prosječnog godišnjeg dnevnog prometa.

Nakon prognoze porasta prometa i definiranja problema, predložena su idejna rješenja rekonstrukcije tri problematična raskrižja (rekonstrukcija standardnih četverokrakih raskrižja u raskrižja s kružnim tokom prometa). Predložena rješenja su napravljena uz pretpostavku da je do željenih rezultata, a to su poboljšanje odvijanja prometnih tokova i povećanje sigurnosti, potrebno doći uz što manja investicijska ulaganja.

Predložena idejna rješenja su zatim evaluirana, što je pokazalo u kojoj mjeri su rješenja prikladna. Evaluacija je odrađena na način da je napravljena konverzija brojenog prometa pri rekonstrukciji četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa, a zatim je metodom zbroja prometnih tokova prikazano smanjenje broja konflikata. Na kraju je napravljena usporedba razine usluge prije i nakon rekonstrukcije u programskom alatu Sidra Intersection. Svim ovim je dokazano da su predložena rješenja prikladna i pridonose krajnjem cilju, a to je poboljšanje odvijanja prometa na području Ulice Alojzija Stepinca.

LITERATURA:

- [1] URL: <https://www.google.hr/maps/>, (pristupljeno: travanj 2017.)
- [2] Babić, D., Nastavni materijali iz kolegija Prometna signalizacija, akademska godina 2016/2017.
- [3] Dadić, I., Šoštarić, M., Brlek, P.; Prometno tehnološko projektiranje, Autorizirana predavanja, Zagreb, 2012.
- [4] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [5] Slavulj, M., Brojanje prometa, Autorizirana predavanja, Zagreb, 2010.
- [6] Perotić, V.: Prometna tehnika 1, Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994.
- [7] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta – cestovne prometnice 2, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
- [8] Statistički podaci, MUP RH
- [9] URL: <http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=46>, (pristupljeno: travanj 2017.)
- [10] Šoštarić, M., Nastavni materijali iz kolegija Prometno tehnološko projektiranje, akademska godina 2016/2017.
- [11] Dadić, I., Kos, G.: Prometno i prostorno planiranje, Skripta iz predavanja, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, Veleučilište u Gospiću, Zagreb, 2007.
- [12] Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Rijeka, 2014.
- [13] URL: <https://geoportal.dgu.hr/>, (pristupljeno: travanj 2017.)
- [14] Ševrović, M., Nastavni materijali iz kolegija Teorija prometnih tokova, akademska godina 2015/2016.
- [15] Dadić, I., Kos, G.: Teorija i organizacija prometnih tokova, Skripta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
- [16] Dadić, I., Kos, G., Ševrović M.: Teorija prometnog toka, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [17] Hozjan, D., Nastavni materijali iz kolegija Cestovne prometnice 2, akademska godina 2015/2016.
- [18] Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1- radni materijal za predavanja, Fakultet prometnih znanosti, 2010.

- [19] Dadić, I., Kos, G., Ševrović M.: Teorija prometnog toka, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [20] Dadić, I. i suradnici: Teorija i organizacija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [21] Ševrović, M., Jovanović B.: Teorija prometnih tokova, Skripta sa rješanim primjerima zadataka, Fakultet prometnih znanosti, zagreb, 2017.

POPIS SLIKA

Slika 2.2. Položaj uličnih parkirališta	4
Slika 2.3. Položaj ulice Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci (makrolokacija).....	5
Slika 2.4. Položaj sjevernog dijela Ulice Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci (mikrolokacija) 6	
Slika 2.5. Položaj južnog dijela Ulice Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci (mikrolokacija).....	6
Slika 2.6. Prikaz Ulice Alojzija Stepinca.....	7
Slika 2.7. Prikaz raskrižja u Ulici Alojzija Stepinca.....	7
Slika 2.8. Prikaz lokacija brojanja prometa	10
Slika 2.9. Prikaz položaja brojačkih mjesta na raskrižju 1	11
Slika 2.10. Prikaz položaja brojačkih mjesta na raskrižju 2	14
Slika 2.11. Prikaz položaja brojačkih mjesta na raskrižju 3	17
Slika 2.12. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju 1 u promatranom vremenu	20
Slika 2.13. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju 2 u promatranom vremenu	21
Slika 2.14. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju 3 u promatranom vremenu	22
Slika 3.1. Položaj tri problematične lokacije u ulici	24
Slika 3.2. Pregled odvijanja prometnih tokova na području Ulice Alojzija Stepinca.....	25
Slika 3.3. Prijedlog regulacije prometnih tokova na području Ulice Alojzija Stepinca	26
Slika 3.4. Privozna preglednost l_{p3}	27
Slika 3.5. Horizontalna preglednost na raskrižju 1 (istočni privoz)	28
Slika 3.6. Horizontalna preglednost na raskrižju 1 (zapadni privoz).....	28
Slika 3.7. Horizontalna preglednost na raskrižju 2 (južni privoz)	29
Slika 3.8. Horizontalna preglednost na raskrižju 2 (sjeverni privoz)	29
Slika 3.9. Horizontalna preglednost na raskrižju 3 (južni privoz)	30
Slika 3.10. Horizontalna preglednost na raskrižju 3 (sjeverni privoz)	30
Slika 5.1. Prometne radnje u raskrižju	40
Slika 5.2. Primjeri konfliktnih točaka na raskrižjima	41
Slika 5.3. Skica prolaska osobnog automobila i teretnog vozila kroz mini kružno raskrižje..	42
Slika 5.4. Glavni projektno tehnički elementi mini kružnog raskrižja	44
Slika 5.5. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 1 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Zrinskih i Trga kralja Tomislava)	45
Slika 5.6. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 2 (križanje Ulice Alojzija Stepinca, Ulice Nikole Tesle i Potočne ulice)	46
Slika 5.7. Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja 3 (križanje Ulice Nikole Tesle, Kralja Petra Svačića i Ulice Matije Antuna Relkovića)	47
Slika 6.1. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 1	49
Slika 6.2. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 1 nakon izvršene konverzije	49
Slika 6.3. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 2	50
Slika 6.4. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 2 nakon izvršene konverzije	50
Slika 6.5. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 3	51
Slika 6.6. Prikaz brojenog prometa na raskrižju 3 nakon izvršene konverzije	51
Slika 6.7. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 1 prije rekonstrukcije	60
Slika 6.8. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 1 nakon rekonstrukcije	61

Slika 6.9. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 2 prije rekonstrukcije	63
Slika 6.10. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 2 nakon rekonstrukcije	64
Slika 6.11. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 3 prije rekonstrukcije	66
Slika 6.12. Prikaz razine uslužnosti za raskrižje 3 nakon rekonstrukcije	67

POPIS TABLICA

Tablica 2.1. Kategorije vozila svedene na ekvivalentnu jedinicu automobila.	9
Tablica 2.2. Brojački listić	10
Tablica 2.3. Brojanje prometa na raskrižju 1 (sjeverni privoz).....	12
Tablica 2.4. Brojanje prometa na raskrižju 1 (južni privoz)	12
Tablica 2.5. Brojanje prometa na raskrižju 1 (istočni privoz).....	13
Tablica 2.6. Brojanje prometa na raskrižju 1 (zapadni privoz)	13
Tablica 2.7. Brojanje prometa na raskrižju 2 (sjeverni privoz).....	15
Tablica 2.8. Brojanje prometa na raskrižju 2 (južni privoz)	15
Tablica 2.9. Brojanje prometa na raskrižju 2 (istočni privoz).....	16
Tablica 2.10. Brojanje prometa na raskrižju 2 (zapadni privoz)	16
Tablica 2.11. Brojanje prometa na raskrižju 3 (sjeverni privoz).....	18
Tablica 2.12. Brojanje prometa na raskrižju 3 (južni privoz)	18
Tablica 2.13. Brojanje prometa na raskrižju 3 (istočni privoz).....	19
Tablica 2.14. Brojanje prometa na raskrižju 3 (zapadni privoz)	19
Tablica 3.1. Prometne nesreće na raskrižju 1	28
Tablica 3.2. Prometne nesreće na raskrižju 2	29
Tablica 3.3. Prometne nesreće na raskrižju 3	30
Tablica 4.1. Prikaz PGDP-a za državnu cestu D51 i optimistični porast u narednim razdobljima.....	32
Tablica 6.1. Količina konflikata na raskrižju 1 prije rekonstrukcije	53
Tablica 6.2. Količina konflikata na raskrižju 1 nakon rekonstrukcije.....	54
Tablica 6.3. Količina konflikata na raskrižju 2 prije rekonstrukcije	55
Tablica 6.4. Količina konflikata na raskrižju 2 nakon rekonstrukcije.....	56
Tablica 6.5. Količina konflikata na raskrižju 3 prije rekonstrukcije	57
Tablica 6.6. Količina konflikata na raskrižju 3 nakon rekonstrukcije.....	58
Tablica 6.7. Usporedba razine uslužnosti prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 1	61
Tablica 6.8. Usporedba razine uslužnosti prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 2.....	64
Tablica 6.3. Usporedba razine uslužnosti prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 3.....	67

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 2.1. PGDP za promatrana raskrižja	23
Grafikon 4.1. Godišnji rast prometa	32
Grafikon 4.2. PGDP za 5 i 10 godina u odnosu na današnji.....	35
Grafikon 4.3. Opterećenja u vršnom satu za 5 i 10 godina u odnosu na današnje.....	36
Grafikon 6.1. Usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcijena raskrižju 1	54
Grafikon 6.2. Usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 2.....	56
Grafikon 6.3. Usporedba količine konflikata prije i nakon rekonstrukcije na raskrižju 3.....	58

PRILOZI

Prilog 1

Prilog 2

Prilog 3



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 **Analiza i prijedlozi poboljšanja odvijanja prometnih tokova u Ulici Alojzija Stepinca u Novoj Gradišci**

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

U Zagrebu, 29.5.2017 _____

Student/ica:


(potpis)