

Idejno rješenje optimizacije postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulica Maršala Tita - Magistralni put M17 u gradu Mostaru

Ivanković, Anđela

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:119:945642>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Anđela Ivanković

**IDEJNO RJEŠENJE OPTIMIZACIJE POSTOJEĆIH PROMETNIH
TOKOVA NA RASKRIŽJU ULICA MARŠALA TITA – MAGISTRALNI
PUT M17 U GRADU MOSTARU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2023.



Sveučilište u Zagrebu
FAKULTET
PROMETNIH ZNANOSTI
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb
DIPLOMSKI STUDIJ

Diplomski studij: Promet
Katedra: Zavod za prometno planiranje
Predmet: Teorija prometnih tokova

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Pristupnik: Anđela Ivanković
Matični broj: 0135268265
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: Idejno rješenje optimizacije postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulica Maršala Tita – Magistralni put M17 u gradu Mostaru

Engleski naziv zadatka: Conceptual Solution Optimizing the Existing Traffic Flows at the Maršal Tito Street and M17 Intersection in the City of Mostar

Opis zadatka:

U diplomskom radu definirat će se područje obuhvata, odnosno mikro i makro lokacija raskrižja. Analizom trenutnog stanja prometnih tokova na raskrižju utvrdit će se razlozi problematike samog raskrižja. Pomoću prikupljenih podataka analize i ručnog brojanja prometa utvrdit će se buduća prometna potražnja. Nakon dobivenih podataka predložiti će se idejna rješenja s ciljem optimizacije postojećih prometnih tokova, odnosno povećanja razine usluge, sigurnosti i propusne moći te će se na samom kraju prikazati njihova evaluacija.

Nadzorni nastavnik:

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Djelovođa:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**IDEJNO RJEŠENJE OPTIMIZACIJE POSTOJEĆIH PROMETNIH
TOKOVA NA RASKRIŽJU ULICA MARŠALA TITA – MAGISTRALNI
PUT M17 U GRADU MOSTARU**

**CONCEPTUAL SOLUTION OPTIMIZING THE EXISTING TRAFFIC
FLOWS AT THE MARŠAL TITO STREET AND M17 INTERSECTION IN
THE CITY OF MOSTAR**

Mentor: prof. dr. sc. Grgo Luburić

Studentica: Anđela Ivanković

JMBAG: 0135268265

Zagreb, srpanj 2023.

IDEJNO RJEŠENJE OPTIMIZACIJE POSTOJEĆIH PROMETNIH TOKOVA NA RASKRIŽJU ULICA MARŠALA TITA – MAGISTRALNI PUT M17 U GRADU MOSTARU

SAŽETAK

U ovom diplomskom radu predloženo je idejno rješenje u cilju optimizacije postojećih prometnih tokova predmetnog raskrižja. Naime, riječ je o jednom od najopterećenijih raskrižja u gradu Mostaru čiji se nedostatak očituje kroz duge repove čekanja, odnosno vremenima kašnjenja posebice na sporednom privozu u vršnim satima. Kako bi se utvrdio točan nedostatak raskrižja provedena je detaljna analiza postojećeg stanja, a nakon analize provedena je prognoza prometa za narednih 20 godina. Na temelju dobivenih zaključaka predloženo je idejno rješenje s ciljem optimizacije postojećih prometnih tokova koje je izrađeno pomoću programskog alata AutoCAD. Kako bi se utvrdila učinkovitost predloženog rješenja napravljena je evaluacija rezultata simulacije postojećeg stanja i idejnog rješenja koje su međusobno uspoređene i koje su izrađene pomoću mikrosimulacijskog alata PTV Vissim. Na samom kraju je obrazloženo u kojoj mjeri idejno rješenje udovoljava zahtjevima propusne moći i sigurnosti uzimajući u obzir prometnu potražnju u narednih 20 godina.

KLJUČNE RIJEČI: prometni tok, optimizacija, područje obuhvata, analiza trenutnog stanja, prometna potražnja, idejno rješenje, razina usluge

CONCEPTUAL SOLUTION OPTIMIZING THE EXISTING TRAFFIC FLOWS AT THE MARŠAL TITO STREET AND M17 INTERSECTION IN THE CITY OF MOSTAR

SUMMARY

In this graduate work, a conceptual solution was proposed in order to optimize the existing traffic flows of the subject intersection. Namely, it is one of the most congested intersections in the city of Mostar, the lack of which is manifested in long queues, i.e. delays, especially on the side access during peak hours. In order to determine the exact lack of an intersection, a detailed analysis of the current situation was carried out, and after the analysis, a traffic forecast for the next 20 years was carried out. Based on the obtained conclusions, a conceptual solution was proposed with the aim of optimizing existing traffic flows, which was created using the AutoCAD software tool. In order to determine the effectiveness of the proposed solution, an evaluation was made of the results of the simulation of the existing state and the conceptual solution, which were compared with each other and were created using the PTV Vissim microsimulation tool. At the very end, it is explained to what extent the conceptual solution meets the requirements of bandwidth and safety, taking into account traffic demand in the next 20 years.

KEYWORDS: traffic flow, optimization, coverage area, current situation analysis, traffic demand, conceptual solution, level of service

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. DEFINIRANJE PODRUČJA OBUHVATA	3
2.1. Definiranje makro lokacije.....	3
2.2. Definiranje mikro lokacije	4
3. ANALIZA TRENUTNOG STANJA	6
3.1. Analiza prometne infrastrukture.....	6
3.2. Analiza postojećih prometnih tokova.....	11
3.3. Analiza prometne signalizacije	22
3.3.1. Prometni znakovi.....	23
3.3.2. Oznake na kolniku	28
3.4. Analiza sigurnosti.....	30
3.4.1. Prometna nesreća.....	31
3.4.2. Prometni konflikti.....	32
4. ANALIZA BUDUĆE PROMETNE POTRAŽNJE	35
5. PRIJEDLOG IDEJNOG RJEŠENJA PROMETNIH TOKOVA	40
6. EVALUACIJA PREDLOŽENOG RJEŠENJA	44
6.1. Evaluacija postojećeg stanja.....	45
6.2. Evaluacija idejnog rješenja.....	49
6.3. Komparacija postojećeg stanja i idejnog rješenja	53
7. ZAKLJUČAK	56
LITERATURA	58
POPIS SLIKA:.....	60
POPIS TABLICA:	61
POPIS GRAFIKONA:	63

1. UVOD

Promet je jedan od najvažnijih čimbenika za gospodarski i ekonomski razvoj neke zemlje. Zbog trenda modernizacije i urbanizacije sve je veći stupanj motorizacije, odnosno povećanja prometa u gradovima. Zbog toga se javljaju sve veći prometni zahtjevi koji trebaju zadovoljiti razinu uslužnosti i sigurnosti kako bi na samom kraju utjecali i na gospodarski i ekonomski razvoj. Nažalost, Bosna i Hercegovina spada u manje napredne zemlje što često dovodi do nedovoljne razine uslužnosti i sigurnosti po pitanju svih sudionika u prometu.

Najveći prometni problemi se najviše očituju na raskrižjima gdje dolazi do križanja, preplitanja, spajanja i razdvajanja prometnih tokova. Problemi se najčešće očituju kroz duge repove čekanja, veća vremena kašnjenja koje na samom kraju smanjuju razinu uslužnosti određenog raskrižja i naravno sigurnosti. Ono što dodatno stvara problem na raskrižju jesu loša prometna rješenja, odnosno loša organizacija prometnih tokova.

Tema ovog diplomskog rada je „Idejno rješenje optimizacije postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulica Maršala Tita – Magistralni put M17 u gradu Mostaru“. Cilj rada je upravo pronaći rješenje koje će optimizirati postojeće raskrižje na kojem su utvrđena zagušenja u vršnim satima koja se očituju kroz duge repove čekanja i veća vremena kašnjenja posebice na sporednom privozu. Dakle, kako bi se utvrdili točni nedostaci raskrižja kroz diplomski rad provest će se detaljna analiza trenutnog stanja raskrižja kao i buduća prognoza prometa te na samom kraju na temelju dobivenih podataka predložiti će se adekvatno prometno rješenje.

Diplomski rad sastoji se od sljedećih poglavlja:

1. Uvod
2. Definicija područja obuhvata
3. Analiza trenutnog stanja
4. Analiza buduće prometne potražnje
5. Prijedlog idejnog rješenja prometnih tokova
6. Evaluacija predloženog rješenja
7. Zaključak

U uvodnom dijelu ukratko je objašnjena tema i problematika diplomskog rada te sama struktura rada.

U drugom dijelu definirano je područje obuhvata raskrižja u kojem je objašnjen geoprometni položaj predmetnog raskrižja te mikro i makro lokacija.

U trećem poglavlju napravljena je detaljna analiza trenutnog stanja raskrižja kako bi se mogli utvrditi točni nedostaci raskrižja koja obuhvaća analizu prometne infrastrukture, prometnih tokova, prometne signalizacije i sigurnosti što se ponajviše odnosi na prometne nesreće i konfliktne točke raskrižja.

U četvrtom poglavlju napravljena je analiza buduće prometne potražnje u vremenskom periodu od 5, 10, 15 i 20 godina primjenom metode jednakih budućih faktora rasta. Prognoza je napravljena prema povijesnim podacima s brojačkog mjesta Potoci (573) te prema podacima o trenutnom intenzitetu prometnih tokova koji su dobiveni ručnim brojanjem u jutarnjem vršnom satu.

U petom poglavlju se predlaže idejno rješenje na temelju dobivenih zaključaka kroz prethodna poglavlja i prema suvremenim znanstvenim i stručnim spoznajama iz područja tehnologije prometa i transporta. Dakle, predloženo idejno rješenje je srednje veliko kružno raskrižje koje je napravljeno uz pomoć programskog alata AutoCAD.

U šestom dijelu je uz pomoć mikrosimulacijskog alata PTV Vissim napravljena evaluacija postojećeg stanja i predloženog rješenja. Nakon dobivenih izlaznih podataka iz simulacija napravljena je komparacija, odnosno usporedba rezultata ta dva rješenja. Također je važno napomenuti da se komparacija temelji na podacima o razini usluge, odnosno propusnoj moći.

U zadnjem dijelu rada iznijeti su sami zaključci rada te je prikazana učinkovitost idejnog rješenja u odnosu na postojeće stanje raskrižja.

2. DEFINIRANJE PODRUČJA OBUHVATA

Područje obuhvata predstavlja područje na kojem će se vršiti istraživanje i prometna analiza, nakon čega se predlažu idejna rješenja. Prilikom toga potrebno je analizirati uže i šire područje studije, odnosno mikro i makro lokaciju.

2.1. Definiranje makro lokacije

Definiranje makro lokacije, odnosno šire zone obuhvaća promatrano raskrižje kao i ostalo područje na koje isto utječe.

Grad Mostar nalazi se na jugu Bosne i Hercegovine, točnije u središtu Hercegovine i predstavlja čvorište sjeverne, zapadne i istočne Hercegovine. Površina grada je 1.166 kilometara četvornih, a prema popisu stanovnika iz 2013. godine ima 113.169 stanovnika. Grad ima povoljan geoprometni položaj. Kroz sami grad prolazi magistralna cesta koja povezuje sjeverni dio BiH s južnim dijelom kao i s Republikom Hrvatskom. Također je bitno naglasiti da je trenutno u gradnji autocesta A1 koja će također ići kroz grad i omogućiti bolju povezanost. Osim cestovnog prometa razvijen je i željeznički promet koji je željezničkom prugom povezan sa Sarajevom i lukom Ploče u RH. Mostar također ima i zračnu luku koja radi prilikom ljetne sezone, a nalazi se nedaleko od centra u naselju Ortiješ.

Raskrižje koje predstavlja problematiku, odnosno raskrižje Ulica Maršala Tita – Magistralni put M17 nalazi se na sjevernom dijelu grada Mostara i predstavlja glavni ulaz, odnosno izlaz iz grada koji se račva na smjerove Sarajevo i Dubrovnik. Prilikom analize postojećeg stanja potrebno je analizirati problematiku spomenutih pravaca. Makrolokacije je prikazana na slici 2.1.



Slika 2. 1. Makrolokacija

Izvor: <https://www.katastar.ba/geoportal/preglednik/> , [Pristupljeno: 12.03.2023.]

2.2. Definiranje mikro lokacije

Mikro lokacija predstavlja uže područje obuhvata koje uključuje promatrano raskrižje. Raskrižje Ulica Maršala Tita – Magistralni put M17 nalazi se sjeveroistočno od centra na perifernom dijelu grada, tako da se u neposrednoj blizini nalazi samo jedno naselje (Bafo naselje) i manji tržni centar (Bingo hipermarket). Budući da se nalazi na periferiji predstavlja jedno od dva glavna ulaza/izlaza iz grada. Zapravo se radi o trokrakom raskrižju u kojem je Ulica Maršala Tita sporedni pravac, dok je Magistralni put glavni pravac s prvenstvom prolaza. Ono što je bitno naglasiti jest da je magistralni put zapravo jedini cestovni pravac koji Hercegovinu povezuje s Bosnom i s Republikom Hrvatskom što znači da se cijeli promet (teretni, javni i osobni) odvija po tom pravcu. Tako da predmetno raskrižje predstavlja jedno od najopterećenijih raskrižja u gradu posebice u jutarnjim i popodnevним vršnim satima čija problematika traje već dugo. Zona rekonstrukcije obuhvaća područje zaokruženo na slici 2.2, koje je ujedno mikrolokacija.



Slika 2. 2. Mikrolokacija

Izvor: <https://www.katastar.ba/geoportal/preglednik/>, [Pristupljeno: 12.03.2023.]

3. ANALIZA TRENUTNOG STANJA

Analiza trenutnog stanja je analiza svih elemenata raskrižja koji su bitni za odvijanje prometa i njegovo poboljšanje, odnosno za otkrivanje problema na raskrižju. Nakon provođenja analize trenutnog stanja moguće je donijeti zaključke o problematici i nedostacima te na temelju njih predložiti idejna prometna rješenja koja bi optimizirala postojeće prometne tokove na raskrižju. Tako da je analiza trenutnog stanja zasigurno neizostavan dio svake prometne studije. Na temelju prikupljenih i dostupnih podataka analiza trenutnog stanja u ovom diplomskom radu odnosi se na:

- Analizu prometne infrastrukture
- Analizu postojećih prometnih tokova
- Analizu prometne signalizacije
- Analizu sigurnosti

3.1. Analiza prometne infrastrukture

Analiza prometne infrastrukture odnosi se na analizu svih elemenata koji su relevantni za odvijanje prometnog toka na promatranom raskrižju, tj. proučavat će se isključivo cestovna infrastruktura s obzirom da se radi o motoriziranom prometu. Tako da će analiza obuhvatiti mjerenje kolnika i prometnih otoka.

Dionica se nalazi na sjevernoj strani grada Mostara, odnosno njegovom ulazi/izlazu. Predmetno raskrižje je klasično trokrako raskrižje koje je regulirano prometnim znakovima. Na slici 3.1. je prikazano raskrižje s označenim privozima gdje glavni prometni tok predstavljaju privozi 2 i 3, dok je privoz broj 1 sporedni tok.



Slika 3. 1. Prikaz privoza na postojećem raskrižju

Izvor: <https://www.katastar.ba/geoportal/preglednik/>, [Pristupljeno: 12.12.2022.]

Privoz 1 (Ulica Maršala Tita) je dvosmjerni prometni trak koji se sastoji od dva ulazna prometna traka i dva izlazna prometna traka koji se sužavaju u jedan prometni trak. Ulazni trak se sastoji od jednog traka za lijeve skretače (3,25 m) koji se iz Mostara uključuju prema smjeru Sarajeva te jednog zasebnog traka za desno skretanje (3,25 m) koji se iz smjera Mostar uključuju prema pravcu Dubrovnika. Izlazni prometni trakovi su širina 3,25 m gdje je prometni trak (3-1) iz smjera Sarajeva prema Mostaru dulji i ima pravo prvenstva prolaza u odnosu na drugi izlazni trak koji je kraći tako da vozila iz smjera Dubrovnik-Mostar (2-1) moraju propustiti ta vozila. Privoz 1 je prikazan na slici u nastavku.



Slika 3. 2. Privoz 1 – Ulica Maršala Tita

Izvor: Autor

Ulazni trakovi za lijevo i desno skretanje odvojeni su trokutastim otokom koji je od ruba kolnika odmaknut za 0,5 m s obje strane. Trak za desno skretanje izveden je radijusom i privoz se nalazi u usponu od 3,5 %, a širina je 8 m zbog sigurnosti prilikom uključivanja u prometni tok. Trak za lijevo skretanje u najširem dijelu prilikom uključivanja iznosi 5,5 metara zbog teretnih vozila i vozila javnog prijevoza kako bi se mogli sigurno uključiti u prometni tok. Na slici u nastavku su prikazani trakovi za desno i lijevo skretanje. Privoz 1 se sastoji od 3 prometna otoka. Prometni otok koji razdvaja ulazne i izlazne trakove je dužine 70 metara te s obzirom na svoj neparvilni oblik u najširem dijelu iznosi 11 metara. Trokutasti otok koji razdvaja dva ulazna traka je dimenzija 10*15*18 m. Prometni otok koji razdvaja dva izlazna traka je dužine 36 metara, a širine 15 metara u najširem dijelu.



Slika 3. 3. Privoz 1 – trakovi za desno i lijevo skretanje

Izvor: Autor

Izlazni trakovi su također odvojeni trokutastim prometnim otokom, trak 3-1 je širine 3,25 m, jer se radi o pravcu gdje vozila mogu nastaviti vožnju istom brzinom kao i na magistralnom putu. Dok je trak 2-1 izveden radijusom te je time njegova širina 5,5 metara, a duljina iznosi 20 m gdje se nakon toga ulijeva u trak 3-1.

Privozi 2 i 3 predstavljaju glavni prometni tok (Magistralni put M17) sastoji se od jednog prometnog traka u pojedinom smjeru širine 3,25 m. Jedina je razlika što privoz 2 ima dodatni trak za lijeve skretače koji se s glavnog prometnog toka mogu uključiti u sporedni prometni tok, odnosno privoz 1. Ukupna duljina traka iznosi 40 m, a širina iznosi 3,5 m. U nastavku su prikazane slike s privozom 2 i 3.



Slika 3. 4. Privoz 2 – Magistralni put M17

Izvor: Autor



Slika 3. 5. Privoz 3 – Magistralni put M17

Izvor: Autor

S obzirom na to da se na predmetnom raskrižju odvija isključivo motorizirani promet pješački prijelazi nisu izvedeni ni na jednom od privoza niti nogostupi, jer na tom području nema pješaka.

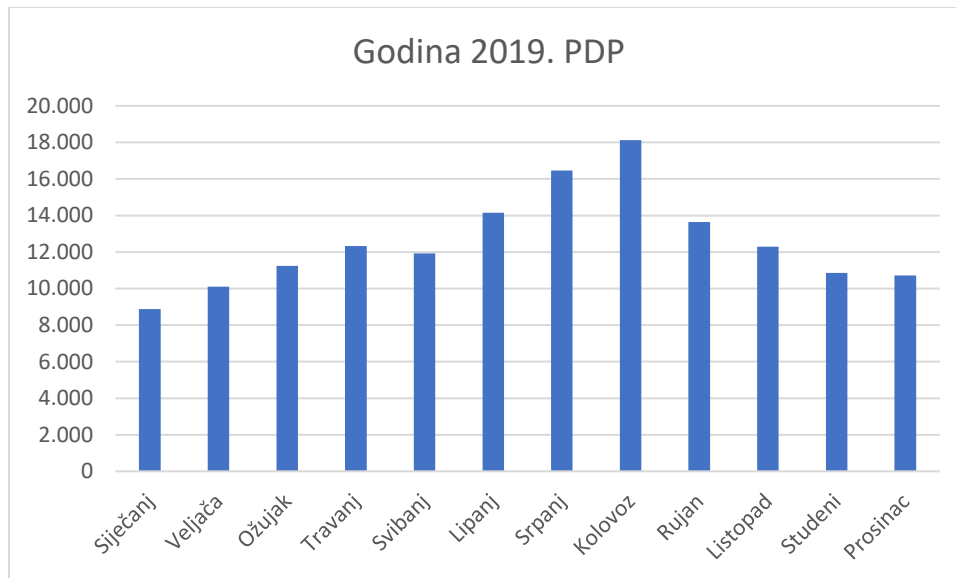
3.2. Analiza postojećih prometnih tokova

Analiza prometnih tokova odnosi se na brojanje prometa. Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka kada je riječ o prometnom planiranju i projektiranju te se time dobiva stvarna slika prometnog toka. Brojanjem prometa se dobivaju podaci kao što su: prometno opterećenje, struktura prometnog toka, brzina vozila, razmak između vozila, smjer kretanja vozila i slično. [1]

Prilikom brojanja prometa potrebno je prvo odrediti zonu obuhvata u kojoj će se izvoditi brojanje, a zatim je potrebno odrediti vremenske periode u kojima će se provoditi brojanje. Brojanje se može provoditi tijekom jednog ili više dana, kontinuirano ili prekidano ovisno o potrebama projekta te je također potrebno odrediti vremenske intervale brojanja primjerice unutar jednog dana. Načini brojanja prometa su: [1]

- Ručno
- Automatsko
- Satelitsko
- Kamerom
- Naplatno
- Brojanje vozila prevezenih trajektima
- Brojanje na parkirališnim površinama

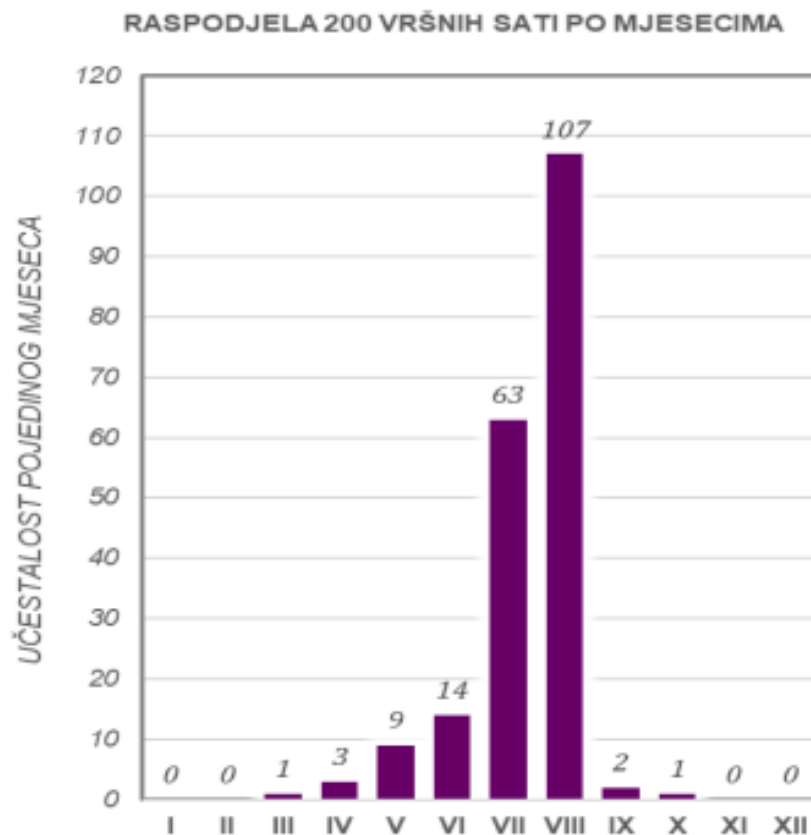
Kako bi se što preciznije odredio vremenski period za brojanje prometa koristit će se podaci o brojanju prometa na cestama Federacije Bosne i Hercegovine koje su obavile JP Ceste FBiH. Koristit će se podaci s automatskog brojača 573 na lokaciji Potoci, dionici Potoci-Mostar Centar, a broj ceste M17.



Grafikon 3. 1. Prosječni dnevni promet na brojačkom mjestu (573) 2019. godine

Izvor: <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/brojanje-saobracaja/22> [Pristupljeno: 20.04.2023.]

Prema grafikonu 3.1. vidljivo je kako je prometno opterećenje veće tijekom sezone tj. u ljetnim mjesecima od početka lipnja do kraja kolovoza, dok je prometno opterećenje u zimskim mjesecima nešto manje od ostalih.

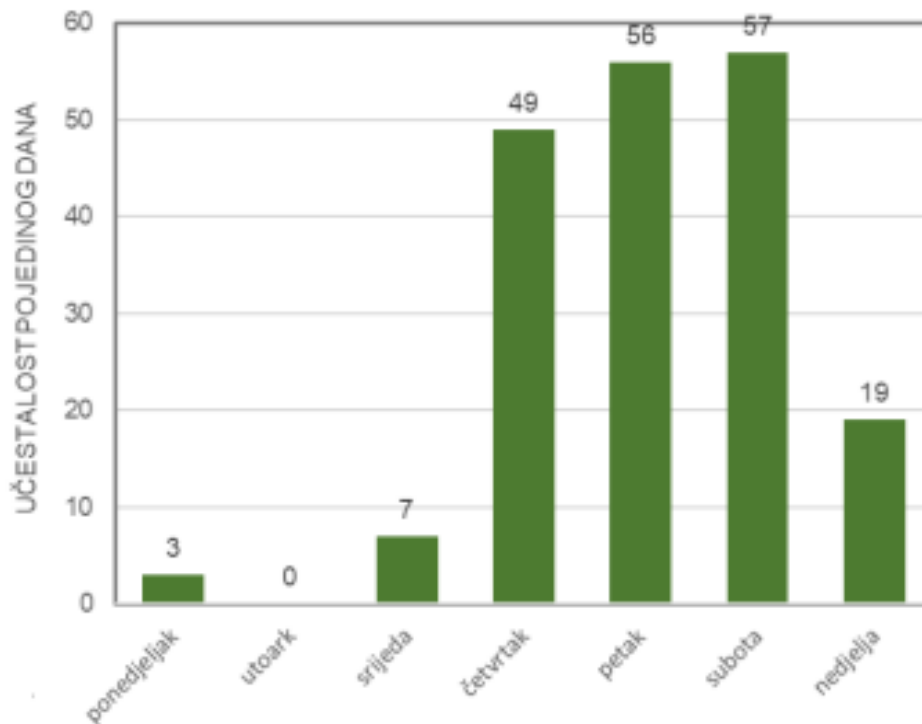


Grafikon 3. 2. Raspodjela 200 vršnih sati po mjesecima u godini

Izvor: <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/brojanje-saobracaja/22> [Pristupljeno: 20.04.2023.]

U grafikonu 3.2. prikazana je raspodjela 200 vršnih sati u 2019. godini. Kada je riječ o prometno tehnološkom projektiranju mjerodavno je od 30-og do 200-og najopterećenijeg sata. Ti podaci su bitni kako ne bi došlo do pre ili poddimenzioniranja raskrižja odnosno kako ne bi došlo do neiskorištenosti kapaciteta raskrižja ili u suprotnom do nedovoljne razine usluge. Prema grafikonu vidljivo je kako je mjesec kolovoz najopterećeniji mjesec u godini koji ima ukupno 107 vršnih sati od ukupnih 200. Prema tim saznanjima najidealnije bi bilo provesti brojanje prometa u mjesecu kolovozu kako bi se idejno rješenje najviše uklopilo u realnom svijetu.

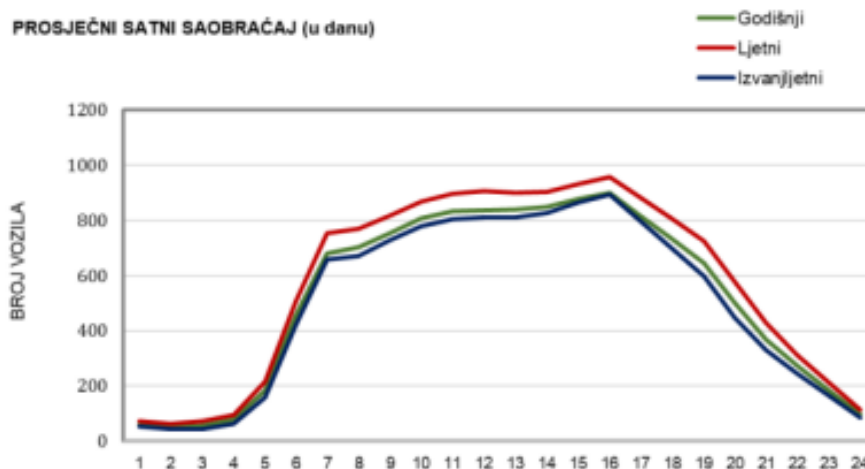
RASPODJELA 200 VRŠNIH SATI PO DANIMA U SEDMICI



Grafikon 3. 3. Raspodjela 200 vršnih sati po danima u tjednu

Izvor: <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/brojanje-saobracaja/22> [Pristupljeno: 20.04.2023.]

Iz grafikona 3.3. koji prikazuje raspodjelu 200 vršnih sati po danima u tjednu je vidljivo kako se najveći raspoređeni broj vršnih sati ostvari subotom tako da bi to bio najidealniji dan za brojanje prometa.



Grafikon 3. 4. Prosječni satni promet u danu

Izvor: <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/brojanje-saobracaja/22> [Pristupljeno: 20.04.2023.]

Na grafikonu 3.4. prikazano je prosječno satno opterećenje u danu za 2019. godinu. S obzirom da je najveće prometno opterećenje koje je prikazano i na prethodnim grafikonima u ljetnom periodu najidealnije bi bilo izabrati ljetni prosječni satni promet što je na grafikonu prikazano crvenom bojom. Prema tome brojanje prometa potrebno je obaviti u vremenskim periodima koji su najopterećeniji što je iz grafikona vidljivo da se radi o periodima između 7 i 8 sati u jutarnjem periodu te između 16 i 17 sati u poslijepodnevnom periodu.

Prema svemu navedenom u ovom diplomskom radu brojanje prometa izvedeno je ručnim načinom brojanja tijekom jednog dana u 2 vremenska intervala, tj. u jutarnjem i poslijepodnevnom vršnom satu u periodima između 7:00 h i 8:00 h te između 16:00 h i 17:00 h. Navedena dva vršna sata podijelit će se na 15-minutne intervale kako bi se mogla odrediti i vremenska neravnomjernost prometnog opterećenja.

Obzirom na sastav i strukturu prometni tok može biti homogeni i nehomogeni (mješoviti). Homogeni tok sastavljen je od jedne vrste motornih vozila, primjerice putničkih automobila, dok je nehomogeni tok sastavljen od dva ili više različitih vrsta motornih vozila, kakav tok i jeste u stvarnosti. [2]

Za prometno tehnološko projektiranje potrebno je nehomogeni tok svesti na uvjetno homogeni tok pomoću ekvivalentnih jedinica osobnih automobila (EJA). Vozila su u ovom radu podijeljena na 3 kategorije vozila gdje je svakome od njih dodijeljena ekvivalentna jedinica.

Tablica 3. 1. Ekvivalentne jedinice osobnih automobila za pojedine skupine vozila

KATEGORIJA	Koeficijent za pretvaranje broja vozila u EJA
Osobni automobil (OA)	1
Teretno vozilo (TV)	2
Autobus (BUS)	2,5

Izvor: Dadić, I., Kos, G., Ševrović, M.: Teorija prometnog toka, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.

U ovom diplomskom radu brojanje prometa vršit će se statički u dva vremenska intervala u jutarnjem vršnom satu u period od 7:00 do 8:00 sati i u poslijepodnevnom vršnom satu u period od 16:00 do 17:00 sati dana 18.05.2023. (četvrtak). Također je važno spomenuti da će se brojati isključivo motorizirani promet, jer se predmetno raskrižje nalazi na perifernom dijelu grada tako da je nemotorizirani promet zanemariv.

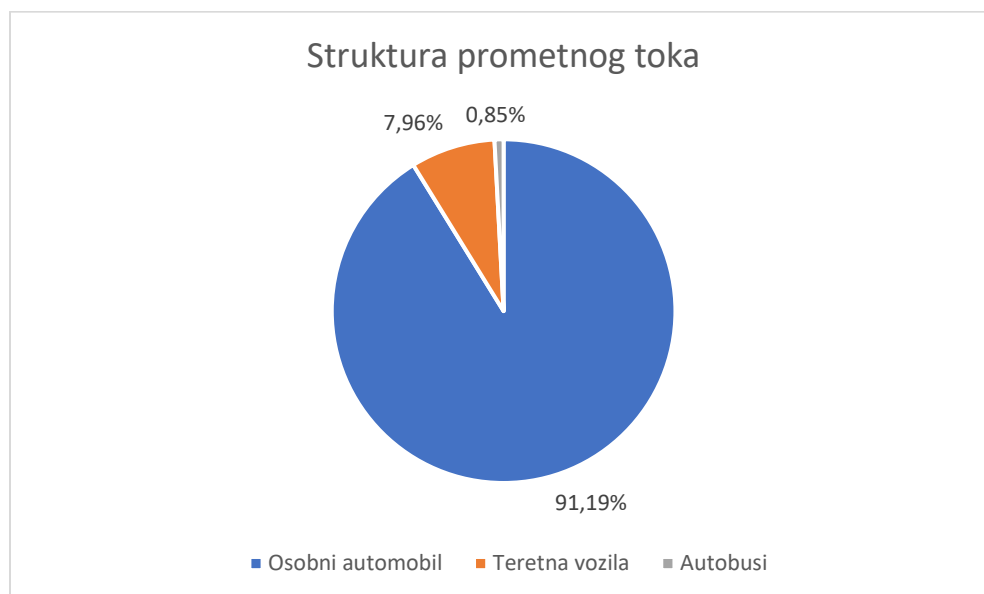
Tablica 3. 2. Rezultati brojanja prometa u jutarnjem vršnom satu

Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS
07:00 - 08:00	1 - 2	0 - 15`	16	0	1
		15` - 30`	10	2	0
		30` - 45`	15	0	1
		45` - 60`	46	0	0
		Ukupno	87	2	2
		Udio	95,60%	2,20%	2,20%
		EJA	87	4	5
	Sveukupno vozila		91		
	Sveukupno EJA		96		
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS
07:00 - 08:00	1 - 3	0 - 15`	45	2	1
		15` - 30`	48	6	2
		30` - 45`	60	3	1
		45` - 60`	63	6	0
		Ukupno	216	17	4
		Udio	91,14%	7,17%	1,69%
		EJA	216	34	10
	Sveukupno vozila		237		
	Sveukupno EJA		260		

Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS	
07:00 - 08:00	2 - 1	0 - 15`	12	1	0	
		15` - 30`	13	1	0	
		30` - 45`	18	1	0	
		45` - 60`	30	2	0	
		Ukupno	73	5	0	
		Udio	93,59%	6,41%	0,00%	
		EJA	73	10	0	
	Sveukupno vozila				78	
	Sveukupno EJA				83	
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS	
07:00 - 08:00	2 - 3	0 - 15`	78	9	0	
		15` - 30`	50	18	0	
		30` - 45`	87	15	0	
		45` - 60`	99	12	0	
		Ukupno	314	54	0	
		Udio	85,33%	14,67%	0,00%	
		EJA	314	108	0	
	Sveukupno vozila				368	
	Sveukupno EJA				422	
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS	
07:00 - 08:00	3 - 1	0 - 15`	89	4	0	
		15` - 30`	101	1	3	
		30` - 45`	97	1	1	
		45` - 60`	118	6	1	
		Ukupno	405	12	5	
		Udio	95,97%	2,84%	1,18%	
		EJA	405	24	12,5	
	Sveukupno vozila				422	
	Sveukupno EJA				441,5	
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS	
07:00 - 08:00	3 - 2	0 - 15`	76	10	1	
		15` - 30`	95	7	0	
		30` - 45`	106	7	0	
		45` - 60`	129	17	2	
		Ukupno	406	41	3	
		Udio	90,22%	9,11%	0,67%	
		EJA	406	82	7,5	
	Sveukupno vozila				450	
	Sveukupno EJA				495,5	

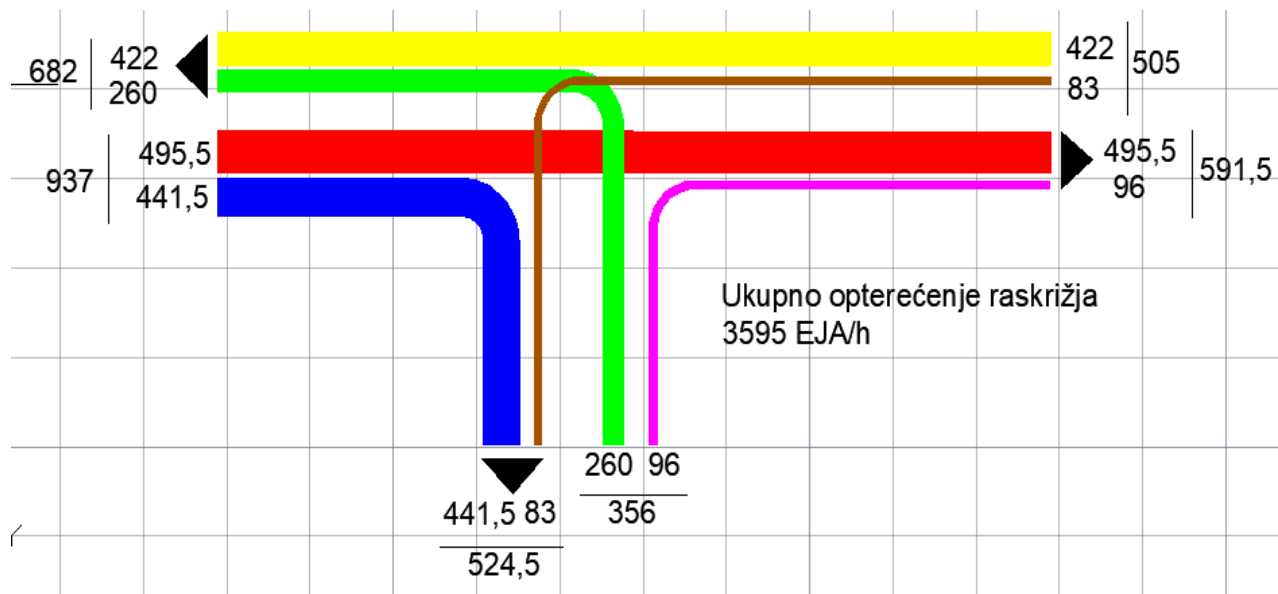
Izvor: Izradio autor

Iz tablice 3.2. je vidljivo kako kroz raskrižje u jutarnjem vršnom satu prođe ukupno 1.646 vozila. Na privozu 1 prođe ukupno 328 vozila, kroz privoz 2 prođe 872 vozila, a kroz privoz 3 ukupno 446 vozila u jednom satu. Vezano za prometnu strukturu predmetnog raskrižja na svim privozima najveći je udio osobnih automobila, zatim slijede teretna vozila, pa autobusi što je vidljivo na grafikonu 3.5.



Grafikon 3. 5. Udio vozila u prometnom toku

Izvor: Izradio autor



Slika 3. 6. Intenzitet i distribucija prometnih tokova u jutarnjem vršnom satu

Izvor: Izradio autor

Na slici 3.6. grafički je prikazana distribucija i intenzitet prometnih tokova raskrižja u jutarnjem vršnom satu. Ukupno prometno opterećenje raskrižja je 3292 voz/h, odnosno 3595 EJA/h. u nastavku su prikazana prometna opterećenja po privozu:

- Privoz 1 – 828 voz/h (880,5 EJA/h)
- Privoz 2 – 987 voz/h (1096,5 EJA/h)
- Privoz 3 – 1477 voz/h (1619 EJA/h)

Tablica 3. 3. Rezultati brojanja prometa u poslijepodnevnom vršnom satu

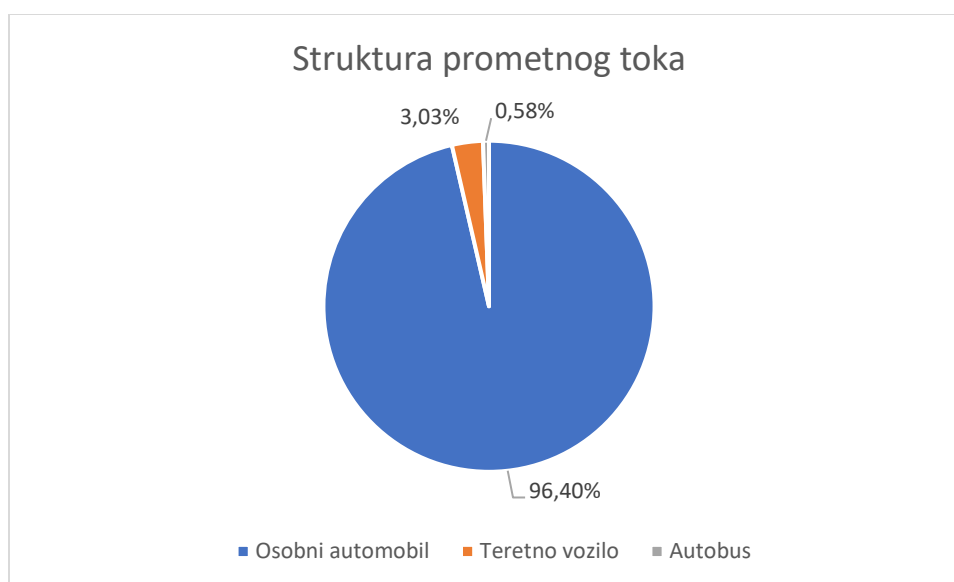
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS
16:00 - 17:00	1 - 2	0 - 15`	73	3	1
		15` - 30`	79	1	2
		30` - 45`	86	1	0
		45` - 60`	81	0	1
		Ukupno	319	5	4
		Udio	97,26%	1,52%	1,22%
		EJA	319	10	10
	Sveukupno vozila	328			
Sveukupno EJA	339				
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS
16:00 - 17:00	1 - 3	0 - 15`	56	1	1

		15` - 30`	43	3	0
		30` - 45`	50	1	7
		45` - 60`	51	1	1
		Ukupno	200	6	9
		Udio	93,02%	2,79%	4,19%
		EJA	200	12	22,5
	Sveukupno vozila		215		
	Sveukupno EJA		234,5		
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS
16:00 - 17:00	2 - 1	0 - 15`	14	0	0
		15` - 30`	20	0	0
		30` - 45`	55	0	0
		45` - 60`	31	0	0
		Ukupno	120	0	0
		Udio	100,00%	0,00%	0,00%
		EJA	120	0	0
	Sveukupno vozila		120		
Sveukupno EJA		120			
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS
16:00 - 17:00	2 - 3	0 - 15`	237	10	1
		15` - 30`	390	20	0
		30` - 45`	550	10	0
		45` - 60`	386	7	0
		Ukupno	1563	47	1
		Udio	97,02%	2,92%	0,06%
		EJA	1563	94	2,5
	Sveukupno vozila		1611		
Sveukupno EJA		1659,5			
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS
16:00 - 17:00	3 - 1	0 - 15`	97	5	0
		15` - 30`	88	2	1
		30` - 45`	67	2	2
		45` - 60`	58	3	0
		Ukupno	310	12	3
		Udio	95,38%	3,69%	0,92%
		EJA	310	24	7,5
	Sveukupno vozila		325		
Sveukupno EJA		341,5			
Vrijeme	Manevar	15` interval	OA	TV	BUS
16:00 - 17:00	3 - 2	0 - 15`	119	10	1
		15` - 30`	149	3	0
		30` - 45`	120	9	0
		45` - 60`	95	2	0

	Ukupno	483	24	1
	Udio	95,08%	4,72%	0,20%
	EJA	483	48	2,5
Sveukupno vozila		508		
Sveukupno EJA		533,5		

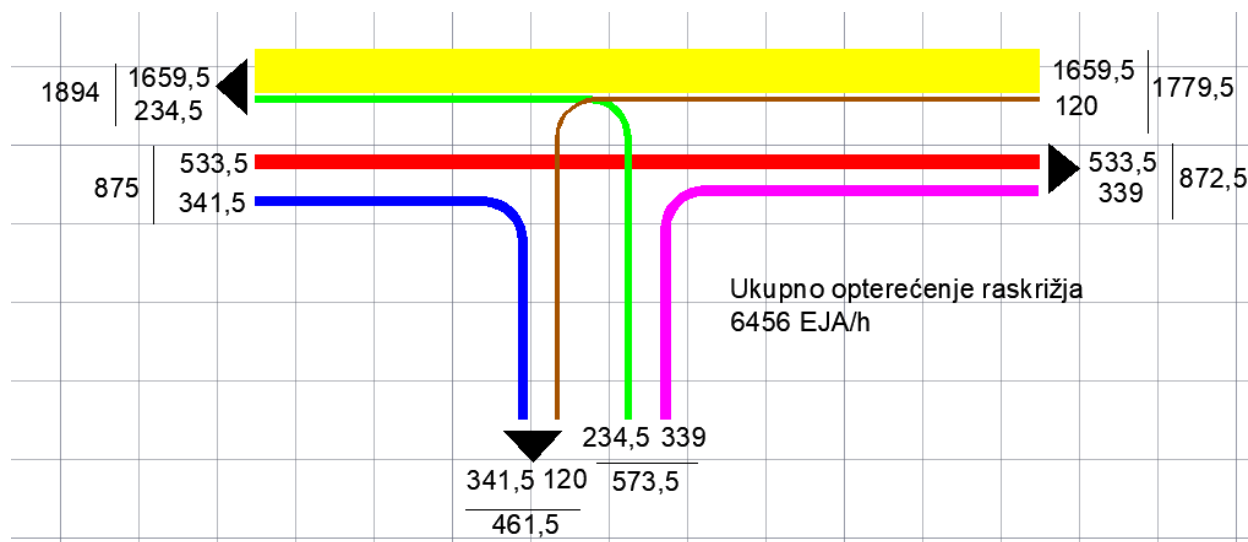
Izvor: Izradio autor

U tablici 3.3. prikazani su rezultati brojanja prometa u poslijepodnevnom vršnom satu u periodu od 16:00 do 17:00 sati, gdje je ukupan broj vozila 3107, odnosno 3228 EJA. Na privozu 1 ukupno prođe 543 vozila, na privozu 2 prođe 1731 vozilo, a na privozu 3833 vozila. U nastavku na grafikonu 3.6. prikazan je odnos udjela vozila u prometnom toku.



Grafikon 3. 6. Udio vozila u prometnom toku

Izvor: Izradio autor



Slika 3. 7. Intenzitet i distribucija prometnih tokova u poslijepodnevnom vršnom satu

Izvor: Izradio autor

Na slici 3.7. prikazan je intenzitet i distribucija prometnih tokova u poslijepodnevnom vršnom satu gdje je ukupno opterećenje raskrižja 6456 EJA/h, odnosno 6214 voz/h od kojih je po pojedinom privozu:

- Privoz 1 – 988 voz/h (1035 EJA/h)
- Privoz 2 – 2567 voz/h (2652 EJA/h)
- Privoz 3 – 2659 voz/h (2769 EJA/h)

3.3. Analiza prometne signalizacije

Prometni znakovi, signalizacija i oprema na cestama su sredstva i uređaji koji sudionike u prometu upozoravaju na opasnost, definiraju zabrane, ograničenja i obaveze te pružaju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan promet. [3]

Prilikom analize trenutnog stanja potrebno je napraviti analizu postojeće prometne signalizacije, a pri tome je potrebno poznavati sljedeće: [1]

- Pravilnik o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama (NN 33/05)
- Pravilnik o turističkoj i ostaloj signalizaciji na cestama (NN 87/02)
- Hrvatske norme koje definiraju prometne znakove (HRN 1114, 1115 itd.)

Prometne znakove, signalizaciju i opremu na cestama čine: [3]

- Prometni znakovi
- Prometna svjetla
- Oznake na kolniku i drugim prometnim površinama
- Prometna oprema ceste

Osnovna funkcija prometne signalizacije jest upravljanje, reguliranje, usmjeravanje i informiranje sudionika u prometu, pomoću specifičnog oblika, boje te simbola, odnosno teksta.

U ovom diplomskom radu analizirat će se prometni znakovi i oznake na kolniku.

3.3.1. Prometni znakovi

Prometni znakovi predstavljaju osnovni način komunikacije između upravitelja cesta i sudionika u prometu. Najvažnija njihova podjela je prema funkciji, odnosno značenju i kao takva dijeli se na: [4]

- Znakove opasnosti
- Znakove izričitih naredbi
- Znakove obavijesti
- Znakove obavijesti za vođenje prometa
- Dopunske ploče
- Promjenjive prometne znakove

Prometni znakovi postavljaju se na način da ih sudionici u prometu mogu pravodobno uočiti i prepoznati njihovo značenje te uskladiti ponašanje na temelju primljenih informacija. Izrađuju se tako da je njihovo značenje stalno ili promjenjivo. Površina stalnih prometnih znakova izrađuje se od retroreflektirajućih materijala najmanjeg koeficijenta retrorefleksije razreda RA1, a za autoceste i ceste namijenjene isključivo prometu motornih vozila najmanje koeficijenta retrorefleksije razreda RA2. Ako područje u kojem se prometni znak postavlja nije osvijetljeno javnom rasvjetom, prometni znakovi postavljeni s lijeve strane ili iznad kolnika izrađuju se od materijala najmanjeg koeficijenta retrorefleksije razreda RA2, a ukoliko jest osvijetljeno znakovi postavljeni s lijeve strane ili iznad kolnika izrađuju se od retroreflektirajućeg materijala razreda propisanog za pojedini prometni znak. Prometni znak mora se zamijeniti kada njegova

reflektirajuća svojstva ne zadovoljavaju najmanje 70 % zahtijevane vrijednosti za novi znak i/ili kada njegove kromatične vrijednosti ne zadovoljavaju propisani razred kvalitete (CR1). [4]

Prometni znakovi mogu se postaviti: [4]

- S lijeve ili desne strane ceste
- Na portalima iznad ceste
- Na rasvjetnim stupovima
- Na stupovima semafora
- Na zidovima i ogradama

Znakovi se u pravilu postavljaju s desne strane ceste uz kolnik u smjeru kretanja vozila, jedino ako na mjestu na kojem se postavlja prometni znak postoji opasnost da ga sudionici u prometu neće na vrijeme primijetiti zbog gustoće prometa ili zbog drugih razloga, prometni znak može se postaviti i na suprotnoj, tj. lijevoj strani ceste ili iznad kolnika. Također na isti se stup mogu postaviti najviše dva prometna znaka čiji koeficijent retrorefleksije mora biti istog razreda. [4]

U naseljima smješteni uz kolnik prometni znakovi se postavljaju na visini 0,30 do 2,20 m, a prometni znakovi smješteni iznad kolnika postavljaju se na visini 4,5 m, u pravilu, 5 m. Prometni znak se postavlja tako da je rub znaka udaljen 0,75 m od ruba kolnika. Vodoravni razmak između ruba kolnika i najbližeg ruba prometnog znaka iznosi najmanje 0,30 m u naselju, odnosno 0,5 m izvan naselja te 0,25 m od biciklističke staze, dok je iznimna priča za autoceste. [4]

Za potrebe ovog diplomskog rada će se utvrditi koji znakovi su postavljeni na predmetnom raskrižju te ispravnost njihovog postavljanja. Ispravnost retroreflektirajućih materijala nažalost neće biti moguće utvrditi zbog nedostatka potrebne opreme.

Tablica 3. 4. Provjera ispravnosti prometnih znakova – privoz 1

Prometni znakovi							
Privoz 1 - Ulica Maršala Tita - SMJER jugozapad-sjeveroistok							
Red. Br.	Oznaka	Dimenzije	Visina postavljanja	Udaljenost od ruba kolnika	Proizvođač	Datum izrade	Ispravnost
1.	B02	90	200	100	Buljan ceste	X/2015	DA
2.	B02	90	150	80	Buljan ceste	NN	NE

3.	B45-2	60	150	90	NN	NN	NE
4.	C78-1	60	150	120	Buljan ceste	4/2015	DA
5.	K07	50*100	20	100	Sacom	X/2015	DA
Privoz 1 - Ulica Maršala Tita - SMJER sjeveroistok-jugozapad							
Red. Br.	Oznaka	Dimenzije	Visina postavljanja	Udaljenost od ruba kolnika	Proizvođač	Datum izrade	Ispravnost
1.	B02	60	220	60	NN	NN	NE
2.	K07	50*100	20	100	Sacom	X/2015	DA
3.	Turistička	100*30	100	120	Timing	X/2017	DA

Izvor: Izradio autor

Iz tablice 3.4. vidljivo je da se na privozu 1 (Ulica Maršala Tita) nalazi osam prometnih znakova od kojih je ispravno pet prometnih znakova, a neispravno tri prometna znaka prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

Tablica 3. 5. Provjera ispravnosti prometnih znakova – privoz 2

Prometni znakovi							
Privoz 2 - Magistralni put M17 - SMJER jug - sjever							
Red. Br.	Oznaka	Dimenzije	Visina postavljanja	Udaljenost od ruba kolnika	Proizvođač	Datum izrade	Ispravnost
1.	C06	60	100	60	NN	NN	NE
2.	C83	60*60	150	100	Buljan ceste	2/2015	DA
3.	D03	60*90	120	50	Sacom	X/2018	DA
4.	Turistička	različita	100	150	NN	NN	NE
Privoz 2 - Magistralni put M17 - SMJER sjever - jug							
Red. Br.	Oznaka	Dimenzije	Visina postavljanja	Udaljenost od ruba kolnika	Proizvođač	Datum izrade	Ispravnost
1.	A05	60	120	100	NN	NN	NE
2.	B30	60	160	110	NN	NN	NE

Izvor: Izradio autor

U tablici 3.5. prikazani su rezultati analize prometnih znakova koji se nalaze na privozu 2 (Magistralni put M17). Ukupno se nalazi šest prometnih znakova od kojih su dva prometna znaka ispravna, a njih četiri su neispravna prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

Tablica 3. 6. Provjera ispravnosti prometnih znakova – privoz 3

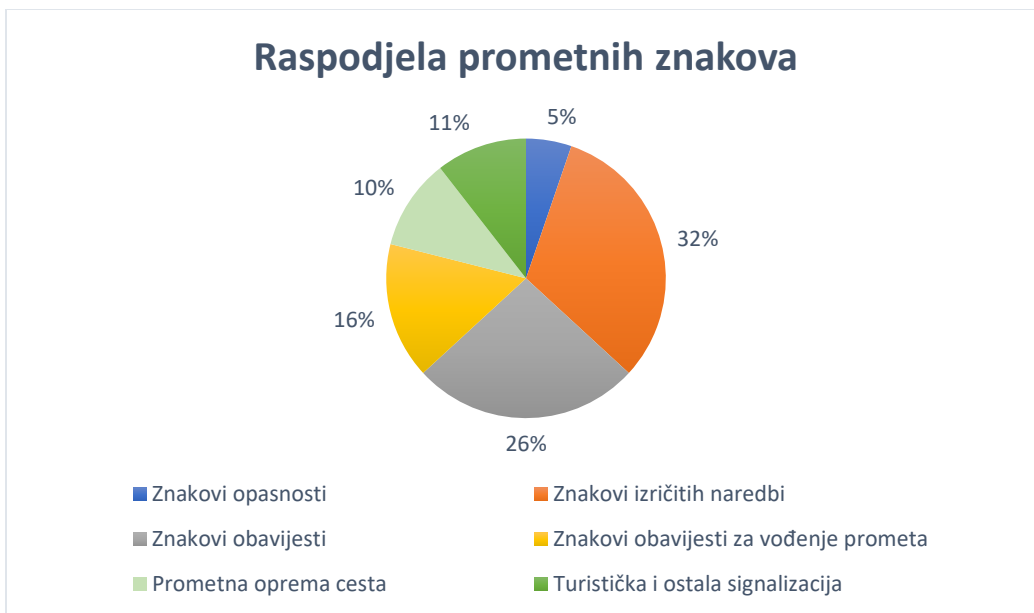
Prometni znakovi							
Privoz 3 - Magistralni put M17 - SMJER jug - sjever							
Red. Br.	Oznaka	Dimenzije	Visina postavljanja	Udaljenost od ruba kolnika	Proizvođač	Datum izrade	Ispravnost
1.	B30	60	120	100	Sacom	X/2018	DA
2.	D07	60*90	120	100	Buljan ceste	2/2015	DA
Privoz 3 - Magistralni put M17 - SMJER sjever - jug							
Red. Br.	Oznaka	Dimenzije	Visina postavljanja	Udaljenost od ruba kolnika	Proizvođač	Datum izrade	Ispravnost
1.	C06	60	110	60	NN	NN	NE
2.	C83	60*60	150	100	Buljan ceste	2/2015	DA
3.	D03	60*90	160	90	NN	NN	NE

Izvor: Izradio autor

U tablici 3.6. prikazani su rezultati analize prometnih znakova koji se nalaze na privozu 3 (Magistralni put M17). Ukupno se nalazi pet prometnih znakova od kojih su tri prometna znaka ispravna, a dva prometna znaka su neispravna prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

Ukupno je analizirano 19 prometnih znakova koji se nalaze na predmetnom raskrižju koji se mogu podijeliti na:

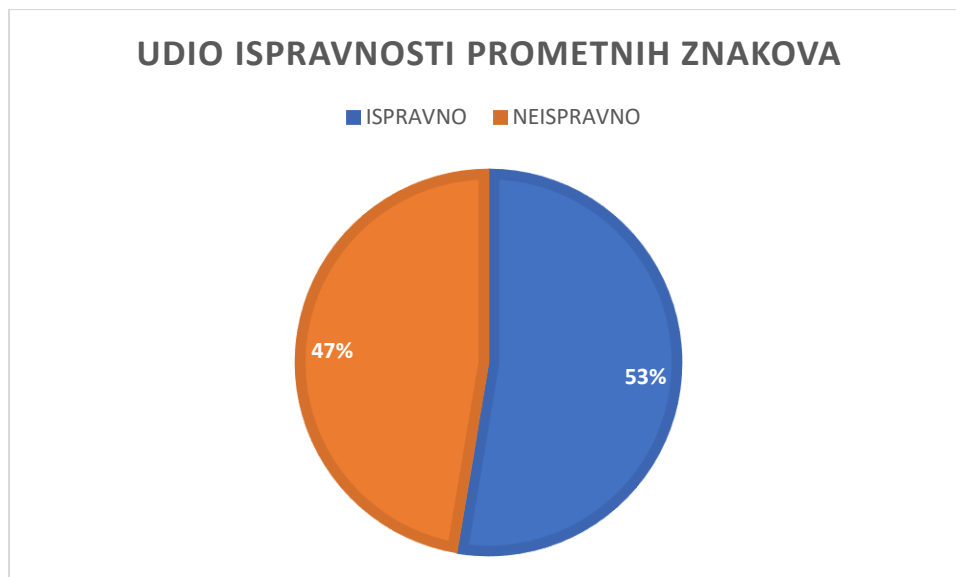
- Znakove opasnosti – 1 prometni znak
- Znakove izričitih naredbi – 6 prometnih znakova
- Znakove obavijesti – 5 prometnih znakova
- Znakove obavijesti za vođenje prometa – 3 prometna znaka
- Prometnu opremu cesta – 2 prometna znaka
- Turističku i ostalu signalizaciju – 2 prometna znaka



Grafikon 3. 7. Raspodjela prometnih znakova prema njihovoj funkciji

Izvor: Izradio autor

U grafikonu 3.7. prikazana je raspodjela prometnih znakova prema funkciji iz čega je vidljivo da je na području raskrižja najviše prometnih znakova izričitih naredbi, a najmanje znakova opasnosti.



Grafikon 3. 8. Udio ispravnosti postavljenih prometnih znakova

Izvor: Izradio autor

Na grafikonu 3.8. prikazan je udio ispravnosti prometnih znakova koji se nalaze na predmetnom raskrižju od koji je 53% znakova ispravno postavljeno, a 47% znakova je neispravno postavljeno, odnosno deset je ispravnih, a devet neispravnih.

3.3.2. Oznake na kolniku

Oznake na kolniku predstavljaju dio prometne signalizacije koji korištenjem i kombinacijom crta, natpisa i simbola oblikuje prometnu površinu te daje informacije vezane uz vizualno vođenje sudionika u prometu. Predstavljaju neizostavan element suvremenih kolničkih površina te se izvode od različitih materijala, boja, debljina, struktura itd. [4]

Oznake na kolniku dijele se na: [3]

- Uzdužne oznake
- Poprečne oznake
- Ostale oznake na kolniku i objekti uz rub kolnika

Oznake na kolniku mogu biti stalne i privremene. Privremene oznake namijenjene su označavanju radova na cesti ili privremenih opasnosti na kolniku te se po završetku radova ili privremenih opasnosti iste moraju se ukloniti. [4]

Oznake na kolniku mogu se izvoditi ucrtavanjem, lijepljenjem, ugrađivanjem ili utiskivanjem u kolnički zastor ili drugu prometnu površinu te pri tome ne smiju povećavati njihovu sklizavost. Također ne smiju biti više od 6 mm, osim delineatora.

Širina uzdužnih crta može biti najmanje 10 cm te razdjelna i rubna crta moraju biti iste, ovisno o tipu ceste razlikuju se širine: [4]

- Autoceste 20 cm
- Ostale javne ceste i glavne gradske prometnice 12-15 cm
- Ostale javne ceste 12 cm

U sklopu analize oznaka na kolniku u ovom diplomskom radu napravljena je analiza oznaka u užem području raskrižja. Zbog nedostatka odgovarajuće opreme nije izvedeno ispitivanje kromatičnosti boje, otpora na klizanje te razine retrorefleksije oznaka. Tako da je u sklopu analize za pojedini privoz navedena vrsta oznake, konfiguracija, material, boja i širina izvedenih oznaka

na kolniku koje su navedene u tablicama u nastavku. Također što je važno naglasiti zbog nedostatka opreme nije moguće odlučivati o ispravnosti izvedenih oznaka na kolniku.

Tablica 3. 7. Analiza oznaka na kolniku – privoz 1

Oznake na kolniku						
Privoz 1 - Ulica Maršala Tita - SMJER jugozapad-sjeveroistok						
Red. Br.	Oznaka	Vrsta oznake	Konfiguracija	Materijal	Boja	Širina
1.	H01	Uzdužna - rubna	Puna	Boja	Bijela	15
2.	H02	Uzdužna - razdjelna	Puna	Boja	Bijela	15
3.	H03	Uzdužna - razdjelna	Isprekidana 3/3/3	Boja	Bijela	15
4.	H14	Poprečna - crta zaustavljanja	Puna	Boja	Bijela	50
5.	H47-2	Polje za usmjeravanje prometa	-	Boja	Bijela	-
6.	H47-3	Polje za usmjeravanje prometa	-	Boja	Bijela	-

Izvor: Izradio autor

U tablici 3.7. prikazane su izvedene oznake na kolniku koje se nalaze na privozu 1. Sve oznake su izvedene bojom i bijele su boje te u svezi konfiguracije i širine izrađene su u skladu Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

Tablica 3. 8. Analiza oznaka na kolniku – privoz 2

Oznake na kolniku						
Privoz 2 - Magistralni put M17						
Red. Br.	Oznaka	Vrsta oznake	Konfiguracija	Materijal	Boja	Širina
1.	H01	Uzdužna - rubna	Puna	Boja	Bijela	15
2.	H02	Uzdužna - razdjelna	Puna	Boja	Bijela	15
3.	H03	Uzdužna - razdjelna	Isprekidana 3/3/3	Boja	Bijela	15
4.	H04	Uzdužna - rubna	Isprekidana 3/3/3	Boja	Bijela	15
5.	H14	Poprečna - crta zaustavljanja	Puna	Boja	Bijela	50
6.	H22	Strelica	-	Boja	Bijela	(500)
7.	H23	Strelica	-	Boja	Bijela	(500)
8.	H28	Strelica	-	Boja	Bijela	(500)
9.	H46	Polje za usmjeravanje prometa	-	Boja	Bijela	-

Izvor: Izradio autor

U tablici 3.8. prikazane su izvedene oznake na kolniku koje se nalaze na privozu 2. Sve oznake su izvedene bojom i bijele su boje te u svezi konfiguracije i širine izrađene su u skladu Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

Tablica 3. 9. Analiza oznaka na kolniku – privoz 3

Oznake na kolniku						
Privoz 3 - Magistralni put M17						
Red. Br.	Oznaka	Vrsta oznake	Konfiguracija	Materijal	Boja	Širina
1.	H01	Uzdužna - rubna	Puna	Boja	Bijela	15
2.	H02	Uzdužna - razdjelna	Puna	Boja	Bijela	15
3.	H03	Uzdužna - razdjelna	Isprekidana 3/3/3	Boja	Bijela	15
4.	H04	Uzdužna - rubna	Isprekidana 3/3/3	Boja	Bijela	15
5.	H22	Strelica	-	Boja	Bijela	(500)
6.	H24	Strelica	-	Boja	Bijela	(500)

Izvor: Izradio autor

U tablici 3.9. prikazane su izvedene oznake na kolniku koje se nalaze na privozu 3. Sve oznake su izvedene bojom i bijele su boje te u svezi konfiguracije i širine izrađene su u skladu Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

Provedenom analizom izvedenih oznaka na kolniku utvrđeno je kako su sve oznake u smislu konfiguracije i dimenzija postavljene u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. S obzirom na nedostatak opreme u ovoj analizi nije bilo moguće utvrditi detaljnije ispitivanje oznaka na kolniku, no vizualnim pogledom moguće je utvrditi dotrajalost oznaka, posebice na sporednom privozu, tj. u Ulici Maršala Tita.

3.4. Analiza sigurnosti

U prometu dolazi do brojnih konfliktnih situacija te da bi se povećala sigurnost potrebno je provesti brojne mjere čiji je cilj smanjenje opasnosti, odnosno smanjenje broja smrtno stradalih, ozljeda te imovinskih šteta koje nastaju uslijed prometnih nesreća.

Količina presijecanja prometnih tokova u izravnoj je vezi s količinom, odnosno intenzitetom prometnih tokova i u korelacije s propusnom moći te ovisi i o vrsti raskrižja. [5]

U ovom diplomskom radu analiza sigurnosti odnosi se na:

- Prometne nesreće
- Prometne konflikte

3.4.1. Prometna nesreća

Prometna nesreća je događaj na cesti izazvan kršenjem prometnih propisa u kojemu je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili je u roku od 30 dana preminula od posljedica prometne nesreće ili je izazvana materijalna šteta. [6]

Postoji niz načina za promatranje prometnih nesreća, a u ovom diplomskom radu odnosit će se na broj prometnih nesreća koji se dogodio na promatranom raskrižju te broju ozlijeđenih u nesrećama. Analiza prometnih nesreća provodi se kako bi se mogli utvrditi eventualni nedostaci raskrižja i kako bi se time mogla povećati sigurnost. Analiza će se provoditi na temelju podataka iz evidencije Policijske uprave Mostar, Policijske stanice za sigurnost prometa što će biti prikazano u sljedećim tablicama.

Tablica 3. 10. Broj prometnih nesreća po godinama

Godina	Broj prometnih nesreća
2020.	12
2021.	19
2022.	21
UKUPNO	52

Izvor: Podaci o broju prometnih nesreća, Policijska uprava Mostar, Policijska stanica za sigurnost prometa, Ministarstvo unutrašnjih poslova HNŽ

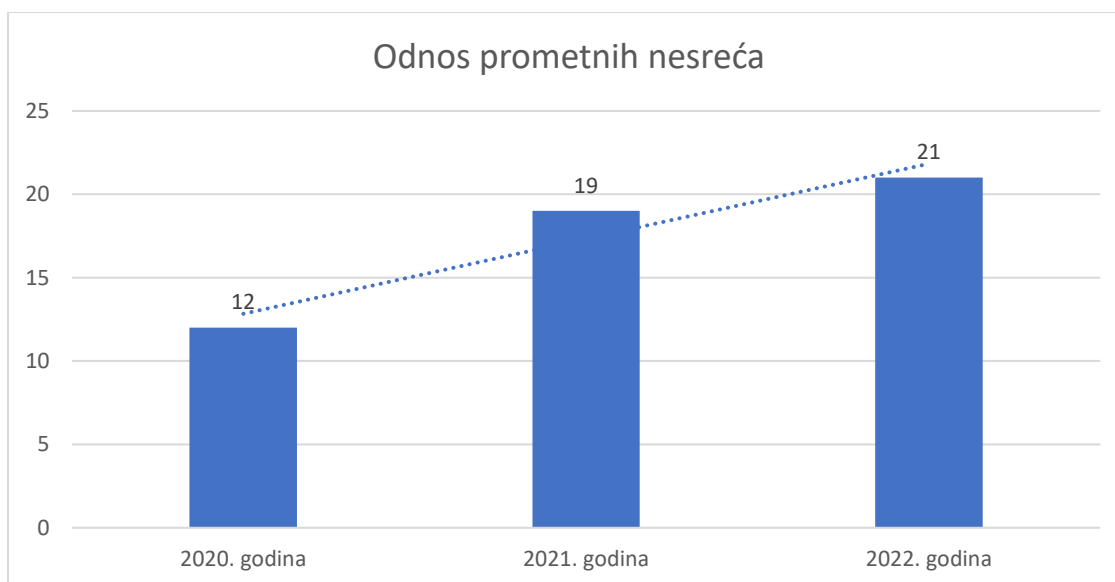
Prema podacima iz tablice 3.10. vidljivo je da su se u posljednje 3 godine dogodile 52 prometne nesreće na promatranom raskrižju. Najmanje nesreća se dogodilo u 2020. godini zbog korone i smanjenog kretanja stanovništva. Prema tablici se u prosijeku godišnje dogodi 18 prometnih nesreća samo na području raskrižja.

Tablica 3. 11. Prometne nesreće s obzirom na posljedice

Prometne nesreće s obzirom na posljedice	Godina			
	2020.	2021.	2022.	UKUPNO
PN s lakše ozlijeđenima	8	11	14	33
PN s teže ozlijeđenima	0	3	3	6
PN s poginulima	0	0	0	0
UKUPNO	8	14	17	39

Izvor: Podaci o broju prometnih nesreća, Policijska uprava Mostar, Policijska stanica za sigurnost prometa, Ministarstvo unutrašnjih poslova HNŽ

U tablici 3.11. prikazani su podaci prema težini ozljeda kroz godine gdje je u 2020. godini bilo 8 osoba ozlijeđeno s lakšim tjelesnim ozljedama, dok je u 2021. godini bilo 11 osoba s lakšim tjelesnim ozljedama i 3 osobe s težim tjelesnim ozljedama. U 2022. godini bilo je 14 osoba s lakšim tjelesnim ozljedama te 3 osobe s težim tjelesnim ozljedama. Ono što je važno zaključiti jest da nije bilo poginulih osoba kroz prethodne 3 godine, a bilo je ukupno ozlijeđeno 39 osoba.



Grafikon 3. 9. Usporedba broja prometnih nesreća

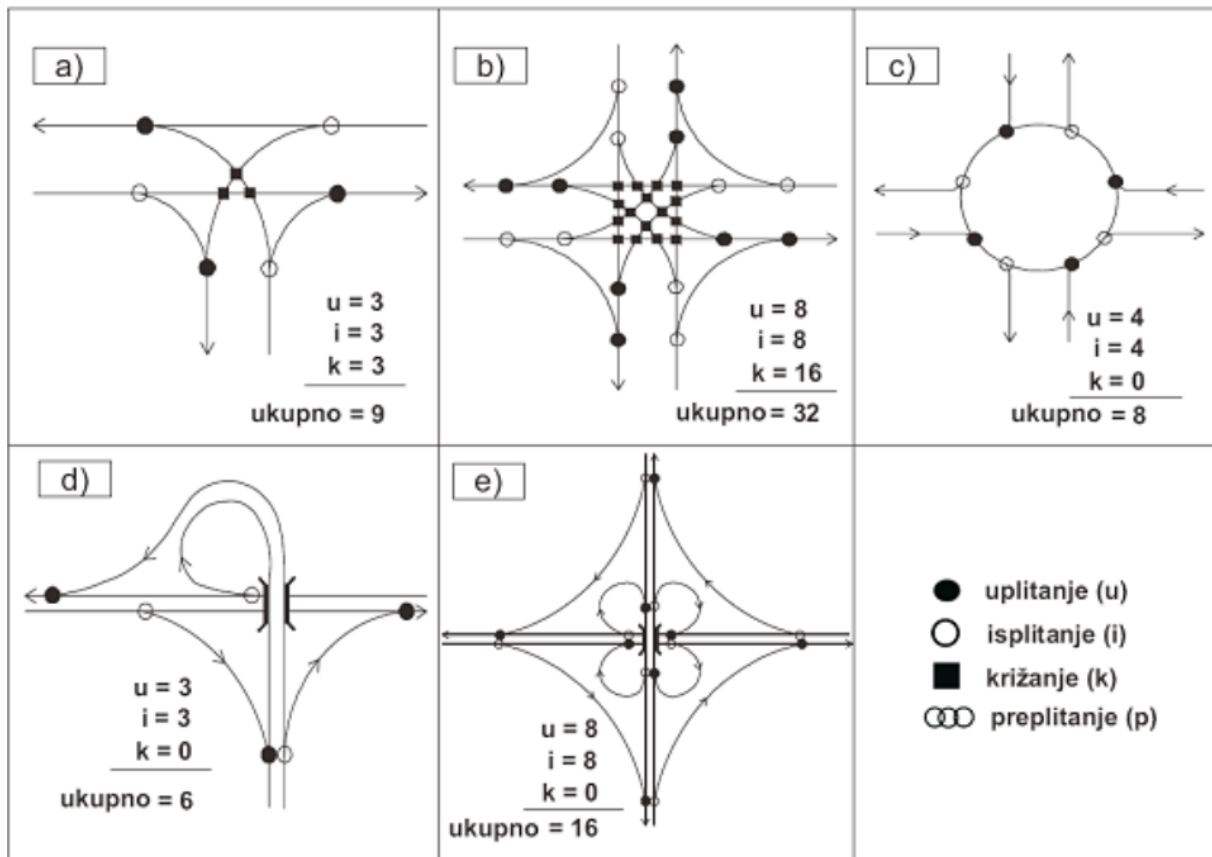
Izvor: Izradio autor

Iz grafikona 3.9. je vidljivo kako broj prometnih nesreća raste, pa se s toga može zaključiti da je na raskrižju sigurnost dosta upitna, jer iako nema poginulih osoba na raskrižju u protekle 3 godine broj prometnih nesreća je u porastu, te samim tim raste i broj ozlijeđenih u prometu.

3.4.2. Prometni konflikti

Konfliktna situacija je zbroj svih konfliktnih točaka koje su uzrokovane prometnim radnjama što su isplitanja, uplitanja, preplitanja i križanja prometnih tokova na površini raskrižja, uvjetno se konfliktna točka može izjednačiti s četiri vrste prometnih radnji. Broj konfliktnih točaka ovisi o vrsti, odnosno tipu raskrižja što je vidljivo na slici 3.8. [7]

Konflikte točke općenito predstavljaju mjesta na cestovnoj mreži gdje postoji mogućnost nastanka prometne nesreće, odnosno sudara dvaju ili više vozila zbog presijecanja prometnih tokova.



Slika 3. 8. Primjeri konfliktnih točaka

Izvor: Novačko, L., Hozjan, D.: Cestovne prometnice II – autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2021.

Veća sigurnost prometa je manji broj konfliktnih točaka. Vozači na konfliktnim privozima moraju moći uočiti jedni druge kako bi mogli percipirati potencijalnu opasnost i poduzeti odgovarajuće mjere (kočenje). Pravodobno uočavanje te jasno prepoznavanje stanja na raskrižju od presudnog je značaja za prometnu sigurnost, vozači trebaju pravovremeno prepoznati moguće konflikte i prosuditi na koje ih načine izbjeći. [7]

Upravo iz navedenih razloga sigurnost na predmetnom raskrižju je dosta smanjena što će biti prikazano na sljedećoj slici što također utječe na stvaranje repova čekanja na sporednom privozu zbog presijecanja prometnih tokova.



Slika 3. 9. Konfliktna situacija na predmetnom raskrižju

Izvor: Izradio autor

Na slici 3.9. prikazana je trenutna konfliktna situacija na predmetnom raskrižju gdje je ukupno 8 konfliktnih točaka od kojih su 3 točke križanja (crvena boja), 3 točke uplitanja (zelena boja) i 2 točke isplitanja (plava boja). S obzirom da je u pitanju trokrako raskrižje koje u pravilu ima 9 konfliktnih točaka na ovom raskrižju je čak i manje, no problem predstavljaju križanja na vrlo malim udaljenostima koje smanjuju sigurnost s obzirom da se na magistralnom putu postižu veće brzine.

4. ANALIZA BUDUĆE PROMETNE POTRAŽNJE

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

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

U praksi postoje brojni statistički, matematički i ekspertni modeli za izradu prometne prognoze na temelju navedenih ulaznih podataka, a u ovom diplomskom radu koristit će se metoda jednakih budućih faktora rasta. Preporuka za prometnu potražnju je 20 godina, tako da će se u ovom slučaju raditi za 5, 10, 15 i 20 godina, a sama svrha izrade buduće prometne potražnje je da ne bi došlo do predimenzioniranja idejnog rješenja u određenom vremenskom periodu.

Metoda jednakih budućih faktora rasta je metoda u kojoj se intenzitet postojećih prometnih tokova povećava u svakom sljedećem vremenskom razdoblju za određeni faktor rasta i računa se prema formuli:[1]

$$q_n = q_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n$$

značenje oznaka je:

q_n - intenzitet prometnog toka u n-toj godini [voz/h; voz/danu]

q_0 - postojeći intenzitet prometnog toka [voz/h; voz/danu]

p – stopa rasta prometa [%]

n – broj godina za koje se prognozira intenzitet prometnog toka

Za određivanje postojećeg intenziteta prometnog toka (q_0) koristit će se podaci dobiveni statičkim brojanjem prometa. Stopa rasta prometa dobit će se korištenjem podataka o PLDP-u i PGDP-u s brojačkog mjesta Potoci (573), odnosno na temelju prosječnog rasta PLDP-a ili pada.

Tablica 4. 1. Rast/pad PGDP-a i PLDP-a

BROJAČKO MJESTO 573-Potoci				
Godina	PGDP	PLDP	Pad/rast PGDP-a u odnosu na prošlu godinu	Pad/rast PLDP-a u odnosu na prošlu godinu
2017.	11391	12970	-	-
2018.	12578	14856	9,437%	12,695%
2019.	12598	16244	0,158%	8,544%
2020.	11271	12110	-1,053%	-6,630%
PROSJEK	15946	18726,67	2,847%	4,869%

Izvor: Izradio autor

U tablici 4.1. prikazan je rast PGDP-a i PLDP-a kroz 4 godine, zbog nedostatka podataka. Kao stopa rasta uzet će se prosječna stopa za PGDP zato što se i brojanje prometa nije vršilo u ljetnom period te će se dalje pristupiti metodi jednakih budućih faktora rasta koristeći podatke o postojećem intenzitetu prometa u jutarnjem vršnom satu.

Tablica 4. 2. Prognoza prometa za intenzitet prometnih tokova za pojedini manevar

PROGNOZA PROMETA						
PRIVOZ	MANEVAR	TRENTNI (2023.) [voz/h]	5 GODINA (2028.) [voz/h]	10 GODINA (2033.) [voz/h]	15 GODINA (2038.) [voz/h]	20 GODINA (2043.) [voz/h]
1	1 – 2	91	104	120	138	159
	1 – 3	237	272	313	361	415
2	2 – 1	78	89	103	118	136
	2 – 3	368	423	487	560	645
3	3 – 1	422	485	558	642	739
	3 – 2	450	517	595	685	788

Izvor: Izradio autor

U tablici 4.2. prikazan je intenzitet prometnih tokova po manevaru prema prognozi prometa za razdoblja od 5, 10, 15 i 20 godina. Izračun za svaki manevar se radi na isti način, pa će u nastavku biti prikazan izračun za manevar 1 – 2 u svim navedenim razdobljima.

$$q_n = q_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n$$

$$q_n = 91 \cdot \left(1 + \frac{2,847}{100}\right)^5 = 104,71 \approx 104 \text{ voz/h}$$

$$q_n = 91 \cdot \left(1 + \frac{2,847}{100}\right)^{10} = 120,49 \approx 120 \text{ voz/h}$$

$$q_n = 91 \cdot \left(1 + \frac{2,847}{100}\right)^{15} = 138,64 \approx 138 \text{ voz/h}$$

$$q_n = 91 \cdot \left(1 + \frac{2,847}{100}\right)^{20} = 159,54 \approx 159 \text{ voz/h}$$

Nakon određivanja prognoze prometa za svaki manevar odredit će se prometno opterećenje za svaki privoz u već spomenutim vremenskim razdobljima. Prometno opterećenje za svaki privoz se računa na način da se zbroje sva vozila koja prođu kroz određeni privoz u oba smjera u određenoj vremenskoj jedinici, a u ovom primjeru će se uzeti jutarnji vršni sat.

Tablica 4. 3. Prometno opterećenje za svaki privoz prema prometnoj prognozi

PROGNOZA PROMETA - PROMETNO OPTEREĆENJE ZA SVAKI PRIVOZ					
PRIVOZ	TRENUTNI (2023.) [voz/h]	5 GODINA (2028.) [voz/h]	10 GODINA (2033.) [voz/h]	15 GODINA (2038.) [voz/h]	20 GODINA (2043.) [voz/h]
1	828	950	1094	1259	1449
2	987	1133	1305	1501	1728
3	1477	1697	1953	2248	2587

Izvor: Izradio autor

U tablici 4.3. prikazano je prometno opterećenje za svaki privoz prema prometnoj prognozi u vremenskim razdobljima od 5, 10, 15 i 20 godina. Kao i za prometno opterećenje pojedinog manevra tako je i za svaki privoz jednak izračun po vremenskim razdobljima, tako da će izračun za privoz 1 biti prikazan u nastavku.

$$104 + 272 + 89 + 485 = 950 \text{ voz/h}$$

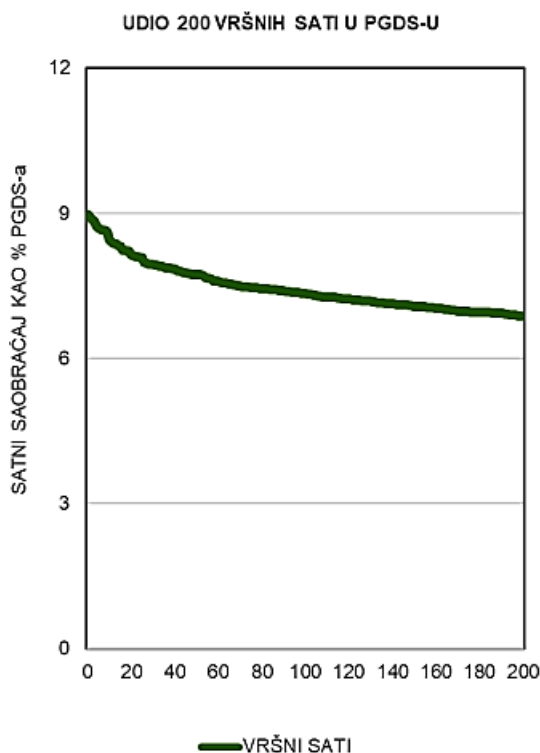
$$120 + 313 + 103 + 558 = 1094 \text{ voz/h}$$

$$138 + 361 + 118 + 642 = 1259 \text{ voz/h}$$

$$159 + 415 + 136 + 739 = 1449 \text{ voz/h}$$

Dakle, prikazani su izračuni prometnog opterećenja za privoz 1 u vremenskim razdobljima za 5, 10, 15 i 20 godina, dobiveni su na način da se zbrajaju manevri 1 – 2; 1 – 3; 2 – 1; 3 – 1 (tablica 4.2.) za svaki od tih vremenskih razdoblja.

Nakon prognoze prometa za svaki privoz potrebno je odrediti prometno opterećenje predmetnog raskrižja u vremenskim razdobljima od 5, 10, 15 i 20 godina. Prometno opterećenje raskrižja računa se na način da se zbroji broj vozila koji uđe u promatrano raskrižje ili koji izađe u određenoj vremenskoj jedinici. U ovom slučaju vremenska jedinica će biti voz/h, jer se podaci temelja na jutarnjem vršnom satu. Također kako bi se utvrdio PGDP ili PLDP raskrižja potrebno je pretpostaviti odnos između PGDP-a i PLDP-a i vršnog sata prema podacima s brojačkog mjesta Potoci – 573.



Grafikon 4. 1. Vršni sati kao postotak PGDP-a na brojačkom mjestu Potoci 573

Izvor: <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/brojanje-saobracaja/22> [Pristupljeno 27.04.2023.]

Grafikon 4.1. prikazuje odnos PGDP-a i vršnog sata na brojačkom mjestu Potoci (573). Iz grafikona je vidljivo da se 200 najopterećeniji vršnih sati nalazi u rasponu između 7 i 9 % PGDP-a. Prema tome pretpostavit će se da je prometno opterećenje unutar vršnog sata 8% PGDP-a.

Tablica 4. 4. Prometno opterećenje raskrižja prema prognozi prometa

PROGNOZA PROMETA - PROMETNO OPTEREĆENJE RASKRIŽJA		
GODINA	VRŠNI SAT [voz/h]	PGDP [voz/danu]
2023	1646	20575
2028	1890	23625
2033	2176	27200
2038	2504	31300
2043	2882	36025

Izvor: Izradio autor

Iz tablice 4.4. vidljivo je prometno opterećenje raskrižja prema prognozi prometa za vremenska razdoblja 5, 10, 15 i 20 godina, ako uzmemo u obzir da je vršni sat 8% PGDP-a. budući da je za svaku godinu isti izračun prikazat će se primjer za 2028. godinu, tj. za razdoblje nakon 5 godina.

$$104 + 272 + 89 + 423 + 485 + 517 = 1890 \text{ voz/h}$$

Prometno opterećenje raskrižja u vršnom satu za 2028. godinu dobije se tako da se zbroje intenziteti prometnih tokova za svaki manevar, odnosno za pojedini privoz (tablica 4.2.). Da bi se dobiveno prometno opterećenje u vršnom satu pretvorilo u PGDP ili PLDP koristi se prethodni odnos koji prikazuje da prometno opterećenje u vršnom satu iznosi 8% PGDP-a, tako da se PGDP za 2028. godinu dobije na sljedeći način:

$$\text{PGDP} * \frac{8}{100} = 1890 \rightarrow \text{PGDP} = 23625 \text{ voz/danu}$$

Iz tablice 4.4. je vidljivo da se prometno opterećenje nakon 20 godina poveća s 20575 voz/danu na 36025 voz/danu što predstavlja rast prometne potražnje.

5. PRIJEDLOG IDEJNOG RJEŠENJA PROMETNIH TOKOVA

Idejno prometno rješenje izrađuje se na temelju projektnog zadatka i parametara koji proizlaze iz prethodno izrađene prometne studije, prostorno-planske dokumentacije ili ostale projektne dokumentacije u zoni objekta za koji se radi idejno prometno rješenje. Idejnim rješenjem se daje osnovna inženjerska, prostorna i funkcionalna rješenja građevine. [1]

Prijedlozi idejnih rješenja predstavljaju niz mjera i zahvata na području obuhvata studije 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. [1]

Prijedlozi rješenja izrađuju se na temelju: [1]

- 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

Prijedlozi rješenja se prema cilju djelovanja, odnosno prema segmentu prometnog sustava za koji se predlažu izmjene dijele na: [1]

- prijedloge djelovanja na prometnoj infrastrukturi
- prijedloge djelovanja na organizaciji elemenata prometnog sustava
- prijedloge djelovanja na prometnu politiku

Prijedlozi rješenja se prema vremenskom periodu realizacije, odnosno prema razdoblju za koje se predlaže njihovo provođenje dijele na: [1]

- trenutne - realizacija do 2 godine od prihvaćanja studije
- kratkoročne - realizacija od 5 godina od prihvaćanja studije
- srednjoročne - realizacija od 5 do 10 godina nakon prihvaćanja studije
- dugoročne - realizacija od 10 do 20 godina nakon prihvaćanja studije

Nakon provedene analize postojećeg stanja ustanovljeni su problem odvijanja prometnih tokova na užoj zoni obuhvata predmetnog raskrižja. Na temelju zaključaka analize postojećeg stanja i prognoze prometa u nastavku se predlaže idejno rješenje koje je popraćeno najnovijim znanstvenim i stručnim spoznajama na području tehnologije prometa i transporta. U cilju optimizacije postojećih prometnih tokova na raskrižju predlaže se kratkoročno idejno rješenje. Dakle, prijedloga je izgradnja srednje velikog kružnog raskrižja s dva dodatna traka za desno skretanje.

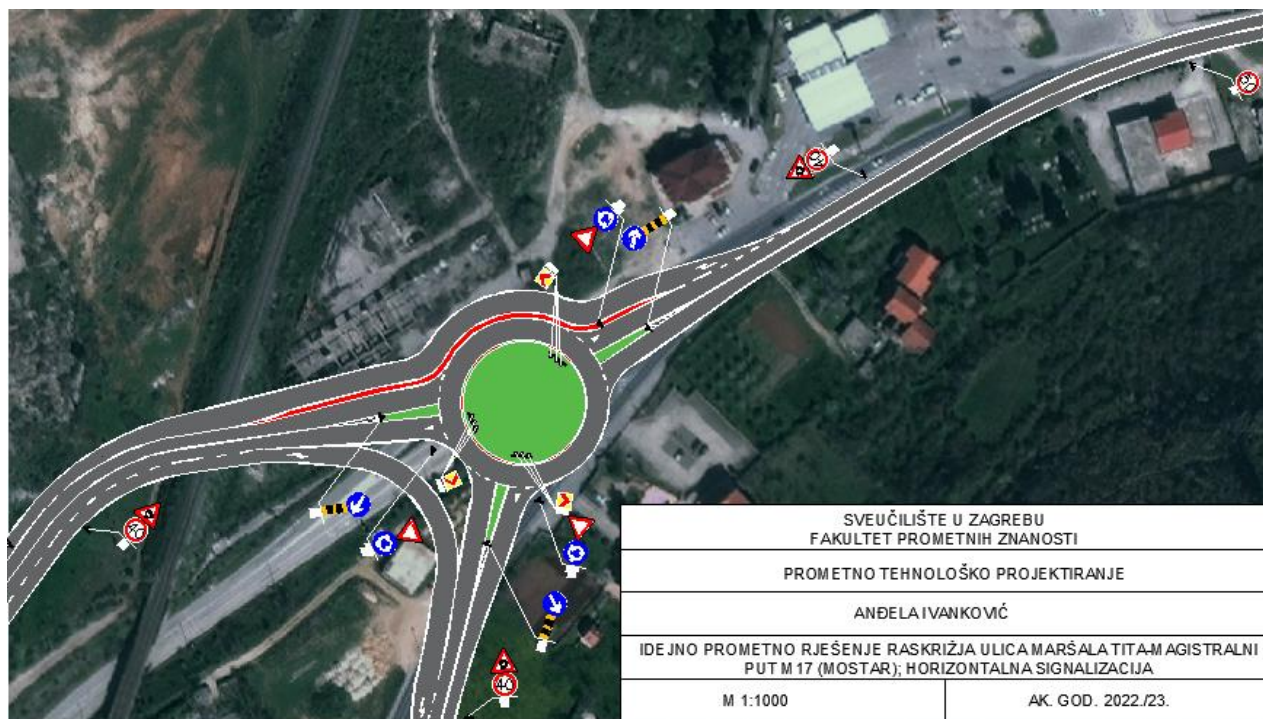
Rješenje koje se predlaže je rekonstrukcija postojećeg trokrakog raskrižja u srednje veliko kružno raskrižje s dodavanjem dva dodatna traka za desne skretače. Budući da se predmetno raskrižje nalazi na perifernom dijelu grada koje nije naseljeno moguće je napraviti rekonstrukciju bez značajnih prostornih ograničenja.

Srednje velika kružna raskrižja izvode se na križanjima javnih cesta izvan izgrađenih urbanih područja, na prometno opterećenim raskrižjima i na raskrižjima gdje su velike brzine i smanjena sigurnost odvijanja prometa. U raskrižju je uobičajena brzina kretanja 40 km/h. Na ovim raskrižjima u pravilu nije predviđeno kretanje pješaka, a bicikliste je poželjno voditi izdvojenim biciklističkim stazama, a preko privoza prijelazima na kojima biciklisti nemaju prednost prolaza. [8]

Tablica 5. 1. Izvanurbana kružna raskrižja

Tip kružnog raskrižja	Vanjski polumjer [m]	Okvirni kapacitet (voz/dan)
Srednje veliko izvanurbano	17,5 - 22,5	22.000 (24.000)
Veliko izvanurbano	>25	-

Izvor: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014.



Slika 5. 1. Idejno rješenje prikazano u programskom alatu AutoCAD

Izvor: Izradio Autor

Na slici 5.1. prikazano je idejno rješenje u programskom alatu AutoCAD. Dakle, radi se o kružnom raskrižju koje se sastoji od 3 privoza, a detaljno objašnjenje po pojedinom privozu objašnjeno je u nastavku.

Privoz 1 (Ulica Maršala Tita) sastoji se od 4 prometna traka od kojih su dva ulazna i dva izlazna traka. Ulazni i izlazni trakovi odvojeni su razdjelnim otokom dužine 15 metara i širine 3 metra. Ulazni i izlazni prometni trakovi su širine 3,25 metara. Ulazni trakovi se sastoje od vanjskog i unutarnjeg traka, unutarnji prometni trak vodi promet lijevo i polukružno, pri ulazu je širine 5,5 metara zbog mjerodavnog vozila, a unutarnji radijus je 12 metara. Vanjski ulazni trak omogućava zasebno desno skretanje i izveden je radijusom od 30 metara i širine je 5,5 metara te se nakon 30 metara ulijeva u prometni trak iz privoza 2. Izlazni prometni trakovi dodatno su odvojeni razdjelnim pojasom širine 1,5 metar i dužine 40 metara, širina su 5,5 metara zbog mjerodavnog vozila, a izlazni radijus je 12 metara.

Privoz 2 (Magistralni put M17) dvosmjerni je privoz koji se sastoji od jednog prometnog traka za pojedini smjer, a trakovi su širine 3,25 metara. Ulazni i izlazni radijus je 12 metara, a

širine pri samom ulasku/izlasku iz rotora jesu 5,5 metara zbog mjerodavnog vozila. Ulazni prometni trak namijenjen je za kretanje ravno, lijevo ili polukružno. U izlazni prometni trak se na udaljenosti 40 metara od rotora ulijeva promet iz vanjskog ulaznog traka privoza 1.

Privoz 3 (Magistralni put M17) sastoji se od tri prometna traka, dva ulazna i jednog izlaznog prometnog traka koji su širina 3,25 metara. Ulazni prometni trak se dakle sastoji od unutarnjeg i vanjskog traka koji su odvojeni razdjelnim pojasom širine 1,5 metar kako ne bi mogli utjecati na odvijanje prometa u samom kružnom raskrižju te narušiti sigurnost. Unutarnji ulazni trak ima ulazni radijus 12 metara i širine 5,5 metara te omogućuje kretanje vozila ravno, polukružno te imaju mogućnost i desnog skretanja, no zbog velikog broja desnih skretača izveden je vanjski prometni trak koji je namijenjen za desne skretače kako bi se rasteretilo opterećenje u kružnom toku, širine je 5,5 metara, a ulazni radijus je također 12 metara zbog mjerodavnog vozila.

Kružni otok ima unutarnji radijus 15,5 metara, a promjera 31 metar s tim da je izveden 1 metar koji je provozni dio zbog teških teretnih vozila što zapravo čini promjer od 32 metra. Vanjski radijus je 21,5 metar, ukupnog promjera 43 metra. Kolnički trak unutar kružnog toka širine je 5,5 metara zbog mjerodavnog vozila.

6. EVALUACIJA PREDLOŽENOG RJEŠENJA

Evaluacija predloženog rješenja u ovom diplomskom radu napraviti će se pomoću mikrosimulacijskog alata PTV Vissim. PTV Vissim je mikroskopski simulacijski alat koji služi za modeliranje gradske prometne mreže i operacija javnoga gradskoga prijevoza te tokova pješaka. [9]

Evaluaciju predloženih rješenja moguće je napraviti na više načina, no u ovom diplomskom radu evaluacija će se temeljiti na razini usluge koja se određuje prema HCM-u. Razina usluge (eng. Level of service) je kvalitativna mjera koja opisuje operativne uvjete prometnog toka, a mjere na temelju kojih se utvrđuje su: brzina, vrijeme putovanja, sloboda manevriranja i slično. Definirano je 6 razina od A (najbolja razina) do F (najlošija razina). HCM (engl. Highway Capacity Manual) predstavlja standard u planiranju i projektiranju cesta, autocesta i gradskih ulica, a prvenstveno služi za proračun kapaciteta i razine usluge raskrižja, dionice cesta, javnog gradskog prijevoza te pješačkog i biciklističkog prometa. [10]

U diplomskom radu za određivanje razine usluge koristit će se prosječno vrijeme kašnjenja koje je vidljivo u tablici 6.1.

Tablica 6. 1. Razina usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja

Razina usluge raskrižja sa kružnim tokom	Prosječno vrijeme kašnjenja [s]
A	≤ 10
B	$> 10 - 15$
C	$> 15 - 25$
D	$> 25 - 35$
E	$> 35 - 50$
F	> 50

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta – Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

Proces same izrade simulacija započinje nekim osnovnim koracima kao što su: umetanje podloge, umetanje linkova i konektora te određivanje njihove dužine i širine, unos stvarnog prometnog opterećenje, definiranje kompozicije vozila, određivanje konfliktnih točaka i prednost prolaska, definiranje ruta i distribucije prometnih tokova, definiranje zone raskrižja za potrebe rezultata i analize simulacije.

6.1. Evaluacija postojećeg stanja

Postojeće stanje predstavlja trokrako raskrižje čiji su prometni tokovi upravljani prometnim znakovima. Za izradu simulacije u programskom alatu PTV Vissim korišteni su ulazni podaci o prometnom opterećenju, distribuciji i strukturi prometnih tokova raskrižja koji su dobiveni brojanjem prometa te podaci o budućoj prometnoj potražnji. U ovom slučaju koristit će se podaci iz jutarnjeg vršnog sata.



Slika 6. 1. Postojeće stanje u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim

Izvor: Autor

Tablica 6. 2. Rezultati simulacije postojećeg stanja

REZULTATI SIMULACIJE POSTOJEĆEG STANJA											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS(All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	3 - 2	4	85	599	LOS_B	12	282	54	65	4
Average	900-4500	3 - 1	0	0	401	LOS_A	0	157	30	36	2
Average	900-4500	2 - 1	15	139	460	LOS_C	17	354	69	82	5
Average	900-4500	2 - 3	9	132	189	LOS_B	12	191	37	44	3
Average	900-4500	1 - 2	95	173	151	LOS_C	52	339	66	79	5
Average	900-4500	1 - 3	215	443	270	LOS_F	159	2.015	392	467	29

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.2. prikazano je postojeće stanje raskrižja prema trenutnoj prometnoj potražnji. Prema simulacijskom modelu na privozu 1 formira se maksimalni rep čekanja 443 metra, dok je vrijeme kašnjenja 159 sekundi, što odgovara razini usluge F. Na privozu 2 maksimalni rep čekanja iznosi 139 metara, a vrijeme kašnjenja 17 sekundi što odgovara razini usluge C. Na privozu 3 maksimalni rep čekanja iznosi 85 metara, a vrijeme kašnjenja iznosi 12 sekundi što odgovara razini usluge B. Ukupno vrijeme kašnjenja na predmetnom raskrižju iznosi 42 sekunde što čini razinu usluge E.

Prema simulacijskom modelu unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 48 litara goriva što utječe na onečišćenje okoliša, pri čemu se emitira 3338 grama ugljikovog monoksida, 614 grama dušikovog oksida i 773 grama hlapljivih organskih spojeva.

Tablica 6. 3. Rezultati simulacije postojećeg stanja za 5 godina

REZULTATI SIMULACIJE POSTOJEĆEG STANJA - za 5 godina											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS(All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	3 - 2	6	106	753	LOS_C	15	352	67	81	5
Average	900-4500	3 - 1	4	5	504	LOS_A	1	196	37	45	3
Average	900-4500	2 - 1	18	173	578	LOS_C	22	442	86	102	6
Average	900-4500	2 - 3	11	165	237	LOS_C	15	238	46	55	4
Average	900-4500	1 - 2	118	216	189	LOS_F	65	423	82	98	6
Average	900-4500	1 - 3	268	554	339	LOS_F	198	2.518	490	583	36

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.3. prikazano je postojeće stanje raskrižja u vremenskom periodu za 5 godina. Prema simulacijskom modelu na privozu 1 formira se maksimalni rep čekanja 554 metra, dok je vrijeme kašnjenja 198 sekundi, što odgovara razini usluge F. Na privozu 2 maksimalni rep čekanja iznosi 173 metra, a vrijeme kašnjenja 22 sekunde što odgovara razini usluge C. Na privozu 3 maksimalni rep čekanja iznosi 106 metara, a vrijeme kašnjenja iznosi 15 sekundi što odgovara razini usluge C.

Prema simulacijskom modelu unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 60 litara goriva što utječe na onečišćenje okoliša, pri čemu se emitira 4169 grama ugljikovog monoksida, 767 grama dušikovog oksida i 964 grama hlapljivih organskih spojeva.

Tablica 6. 4. Rezultati simulacije postojećeg stanja za 10 godina

REZULTATI SIMULACIJE POSTOJEĆEG STANJA - za 10 godina											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS(All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	3 - 2	7	133	946	LOS_C	18	440	84	101	6
Average	900-4500	3 - 1	5	6	633	LOS_A	2	245	46	56	4
Average	900-4500	2 - 1	22	217	726	LOS_D	27	553	108	128	8
Average	900-4500	2 - 3	13	207	298	LOS_C	18	298	58	69	5
Average	900-4500	1 - 2	148	271	237	LOS_F	81	529	103	123	8
Average	900-4500	1 - 3	337	696	426	LOS_F	249	3148	613	729	45

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.4. prikazano je postojeće stanje raskrižja u vremenskom periodu za 10 godina. Prema simulacijskom modelu na privozu 1 formira se maksimalni rep čekanja 696 metara, dok je vrijeme kašnjenja 249 sekundi, što odgovara razini usluge F. Na privozu 2 maksimalni rep čekanja iznosi 217 metara, a vrijeme kašnjenja 27 sekundi što odgovara razini usluge D. Na privozu 3 maksimalni rep čekanja iznosi 133 metara, a vrijeme kašnjenja iznosi 18 sekundi što odgovara razini usluge C.

Prema simulacijskom modelu unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 75 litara goriva što utječe na onečišćenje okoliša, pri čemu se emitira 5211 grama ugljikovog monoksida, 1010 grama dušikovog oksida i 1205 grama hlapljivih organskih spojeva.

Tablica 6. 5. Rezultati simulacije postojećeg stanja za 15 godina

REZULTATI SIMULACIJE POSTOJEĆEG STANJA - za 15 godina											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS(All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	3 - 2	9	166	1183	LOS_C	22	550	105	127	8
Average	900-4500	3 - 1	6	8	791	LOS_A	3	306	58	70	5
Average	900-4500	2 - 1	28	271	908	LOS_D	33	691	134	159	9
Average	900-4500	2 - 3	16	259	373	LOS_C	22	372	72	86	6
Average	900-4500	1 - 2	185	339	296	LOS_F	101	661	128	153	9
Average	900-4500	1 - 3	421	870	533	LOS_F	313	3934	766	911	56

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.5. prikazano je postojeće stanje raskrižja u vremenskom periodu za 15 godina. Prema simulacijskom modelu na privozu 1 formira se maksimalni rep čekanja 870 metara, dok je vrijeme kašnjenja 313 sekundi, što odgovara razini usluge F. Na privozu 2 maksimalni rep čekanja iznosi 271 metar, a vrijeme kašnjenja 33 sekunde što odgovara razini usluge D. Na privozu 3 maksimalni rep čekanja iznosi 166 metara, a vrijeme kašnjenja iznosi 22 sekunde što odgovara razini usluge C.

Prema simulacijskom modelu unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 94 litre goriva što utječe na onečišćenje okoliša, pri čemu se emitira 6514 grama ugljikovog monoksida, 1263 grama dušikovog oksida i 1506 grama hlapljivih organskih spojeva.

Tablica 6. 6. Rezultati simulacije postojećeg stanja za 20 godina

REZULTATI SIMULACIJE POSTOJEĆEG STANJA - za 20 godina											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS(All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	3 - 2	11	208	1478	LOS_D	28	688	131	158	10
Average	900-4500	3 - 1	8	9	989	LOS_A	4	383	72	88	6
Average	900-4500	2 - 1	34	339	1134	LOS_E	41	863	168	199	12
Average	900-4500	2 - 3	20	323	466	LOS_D	28	465	90	107	8
Average	900-4500	1 - 2	231	423	370	LOS_F	126	826	160	191	12
Average	900-4500	1 - 3	527	1088	666	LOS_F	391	4918	957	1139	70

Izvor: Izradio autor

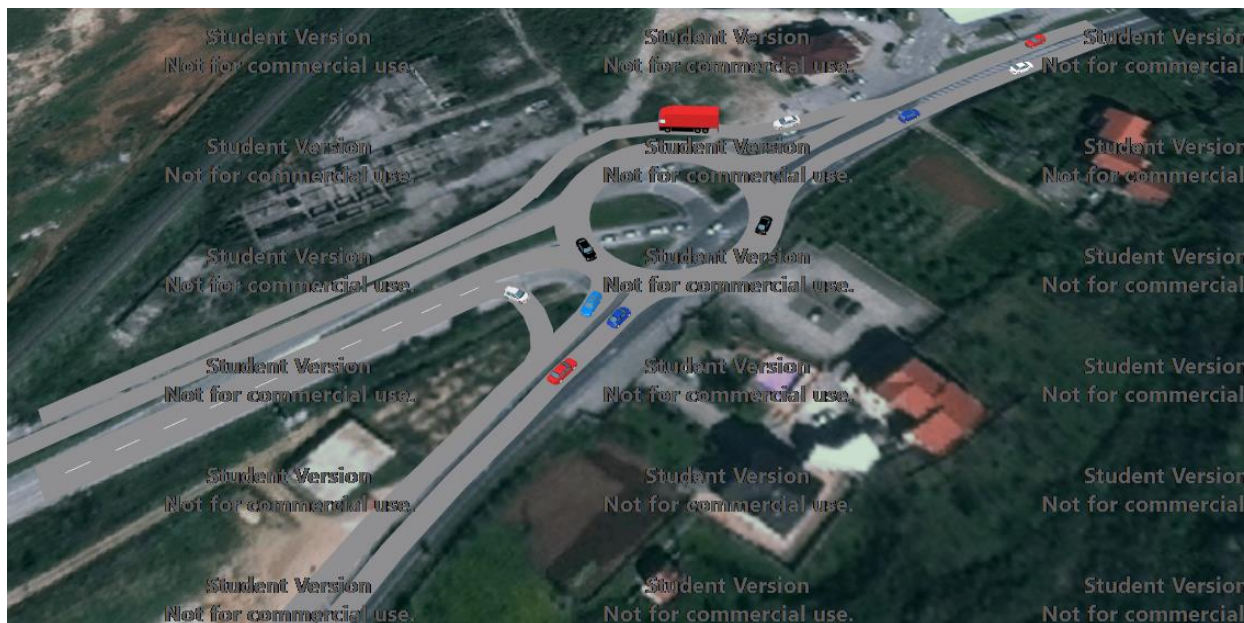
U tablici 6.6. prikazano je postojeće stanje raskrižja u vremenskom periodu za 20 godina. Prema simulacijskom modelu na privozu 1 formira se maksimalni rep čekanja 1088 metara, dok je vrijeme kašnjenja 391 sekundu, što odgovara razini usluge F. Na privozu 2 maksimalni rep čekanja iznosi 339 metara, a vrijeme kašnjenja 41 sekundu što odgovara razini usluge E. Na privozu 3 maksimalni rep čekanja iznosi 208 metara, a vrijeme kašnjenja iznosi 28 sekundi što odgovara razini usluge D.

Prema simulacijskom modelu unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 117 litara goriva što utječe na onečišćenje okoliša, pri čemu se emitira 8143 grama ugljikovog monoksida, 1578 grama dušikovog oksida i 1883 grama hlapljivih organskih spojeva.

Dakle, ono što se može zaključiti iz navedenih tablica da je privoz 1 konstantno razina usluge F, dok privoz 2 iz razine usluge C prelazi u razinu usluge E kroz 20 godina, a privoz 3 iz razine usluge B u periodu od 20 godina prelazi u razinu usluge D. Privoz 1 predstavlja sporedni privoz (Ulica Maršala Tita) koji je zasigurno glavni problem ovoga raskrižja, jer se priliv vozila koji dolaze iz grada ne mogu priključiti na magistralni put M17 zbog preopterećenosti ceste.

6.2. Evaluacija idejnog rješenja

Idejno rješenje predstavlja srednje veliko kružno raskrižje čiji su prometni tokovi upravljani prometnim znakovima. Za izradu simulacije koristit će se ulazni podaci o prometnom opterećenju, distribuciji prometnih tokova i strukturi koji su dobiveni brojanjem prometa te podaci o budućoj prometnoj potražnji. Za izradu simulacije korišteni su podaci iz jutarnjeg vršnog sata.



Slika 6. 2. Idejno rješenje u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim

Izvor: Izradio autor

Na slici 6.2. prikazana je simulacija idejnog rješenja u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim, a u nastavku su prikazane tablice rezultata simulacije postojećeg stanja te rezultata buduće prometne potražnje od 5 do 20 godina.

Tablica 6. 7. Rezultati simulacije idejnog rješenja za trenutnu prometnu potražnju

REZULTATI SIMULACIJE PREDLOŽENOG RJEŠENJA											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS (All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	2 - 3	14	97	450	LOS_B	13	397	77	92	6
Average	900-4500	2 - 1	16	98	185	LOS_B	14	130	25	30	2
Average	900-4500	3 - 2	18	130	591	LOS_C	15	472	92	109	7
Average	900-4500	3 - 1	10	90	402	LOS_A	4	241	47	56	3
Average	900-4500	1 - 2	2	15	135	LOS_A	6	74	14	17	1
Average	900-4500	1 - 3	10	62	271	LOS_B	11	178	35	41	3

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.7. prikazani su rezultati simulacije idejnog rješenja za trenutnu prometnu potražnju. Razina usluge je određena prema vremenu kašnjenja, odnosno prema tablici 6.1.

Iz tablice je vidljivo da je na privozu 1 maksimalna duljina repa čekanja 62 metra, a vrijeme kašnjenja 11 sekundi što predstavlja razinu usluge B. Privoz 2 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 98 metara, a vrijeme kašnjenja 14 sekundi što je razina usluge B. Privoz 3 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 130 metara, vrijeme kašnjenja 15 sekundi što predstavlja razinu usluge C. Ukupno prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja iznosi 11 sekundi što čini razinu usluge B.

S obzirom na to da cestovna vozila emitiraju štetne plinove koje utječu na onečišćenje okoliša, prema simulaciji unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 22 litre goriva, pri čemu se emitira oko 1492 grama ugljikovog monoksida, 290 grama dušikovog oksida i oko 345 grama hlapljivih organskih spojeva.

Tablica 6. 8. Rezultati simulacije idejnog rješenja nakon 5 godina

REZULTATI SIMULACIJE PREDLOŽENOG RJEŠENJA - nakon 5 godina											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS (All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	2 - 3	17	120	556	LOS_C	16	490	95	114	7
Average	900-4500	2 - 1	20	121	228	LOS_C	17	161	31	37	2
Average	900-4500	3 - 2	22	111	730	LOS_C	19	583	114	135	9
Average	900-4500	3 - 1	12	161	496	LOS_A	5	298	58	69	4
Average	900-4500	1 - 2	2	19	167	LOS_A	7	91	17	21	1

Average	900-4500	1 - 3	12	77	333	LOS_B	13	220	43	51	4
---------	----------	-------	----	----	-----	-------	----	-----	----	----	---

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.8. prikazano je rješenje simulacije idejnog rješenja prema prometnoj potražnji nakon 5 godina. Vidljivo da je na privozu 1 maksimalna duljina repa čekanja 77 metara, a vrijeme kašnjenja 13 sekundi što predstavlja razinu usluge B. Privoz 2 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 121 metar, a vrijeme kašnjenja 17 sekundi što je razina usluge C. Privoz 3 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 161 metar, a vrijeme kašnjenja 19 sekundi što predstavlja razinu usluge C. Ukupno prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja iznosi 13 sekundi što čini razinu usluge B.

S obzirom na to da cestovna vozila emitiraju štetne plinove koje utječu na onečišćenje okoliša, prema simulaciji unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 27 litara goriva, pri čemu se emitira oko 1843 grama ugljikovog monoksida, 358 grama dušikovog oksida i oko 426 grama hlapljivih organskih spojeva.

Tablica 6. 9. Rezultati simulacije idejnog rješenja nakon 10 godina

REZULTATI SIMULACIJE PREDLOŽENOG RJEŠENJA – nakon 10 godina											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS (All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	2 - 3	21	148	686	LOS_C	20	606	117	140	9
Average	900-4500	2 - 1	24	149	282	LOS_C	21	198	38	46	3
Average	900-4500	3 - 2	27	198	901	LOS_C	23	720	140	166	11
Average	900-4500	3 - 1	15	137	613	LOS_A	6	368	72	85	5
Average	900-4500	1 - 2	3	23	206	LOS_A	9	113	21	26	2
Average	900-4500	1 - 3	15	95	412	LOS_C	16	271	53	63	5

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.9. prikazano je rješenje simulacije idejnog rješenja prema prometnoj potražnji nakon 10 godina. Vidljivo da je na privozu 1 maksimalna duljina repa čekanja 95 metara, a vrijeme kašnjenja 16 sekundi što predstavlja razinu usluge C. Privoz 2 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 149 metara, a vrijeme kašnjenja 21 sekundu što je razina usluge C. Privoz 3 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 198 metara, a vrijeme kašnjenja 23 sekunde što predstavlja razinu usluge C. Ukupno prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja iznosi 16 sekundi što čini razinu usluge C.

S obzirom da cestovna vozila emitiraju štetne plinove koje utječu na onečišćenje okoliša, prema simulaciji unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 34 litre goriva, pri čemu se emitira oko 2276 grama ugljikovog monoksida, 442 grama dušikovog oksida i oko 526 grama hlapljivih organskih spojeva.

Tablica 6. 10. Rezultati simulacije idejnog rješenja nakon 15 godina

REZULTATI SIMULACIJE PREDLOŽENOG RJEŠENJA - nakon 15 godina											
SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS (All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	2 - 3	26	183	848	LOS_C	24	748	145	173	11
Average	900-4500	2 - 1	30	185	348	LOS_D	26	245	47	57	4
Average	900-4500	3 - 2	34	245	1113	LOS_D	28	889	173	205	13
Average	900-4500	3 - 1	19	170	757	LOS_A	8	454	89	105	6
Average	900-4500	1 - 2	4	28	254	LOS_B	11	139	26	32	2
Average	900-4500	1 - 3	18	117	509	LOS_C	20	335	66	77	6

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.10. prikazano je rješenje simulacije idejnog rješenja prema prometnoj potražnji nakon 15 godina. Vidljivo da je na privozu 1 maksimalna duljina repa čekanja 117 metara, a vrijeme kašnjenja 20 sekundi što predstavlja razinu usluge C. Privoz 2 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 185 metara, a vrijeme kašnjenja 26 sekundi što je razina usluge D. Privoz 3 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 245 metara, a vrijeme kašnjenja 28 sekundi što predstavlja razinu usluge D. Ukupno prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja iznosi 20 sekundi što čini razinu usluge C.

S obzirom da cestovna vozila emitiraju štetne plinove koje utječu na onečišćenje okoliša, prema simulaciji unutar jednog vršnog sata prosječno se potroši 42 litre goriva, pri čemu se emitira oko 2810 grama ugljikovog monoksida, 546 grama dušikovog oksida i oko 650 grama hlapljivih organskih spojeva.

Tablica 6. 11. Rezultati simulacije idejnog rješenja nakon 20 godina

REZULTATI SIMULACIJE PREDLOŽENOG RJEŠENJA - nakon 20 godina

SimRun	Vremenski interval	Kretanja vozila	Duljina repa čekanja	Maks. rep čekanja	Vozila (sva)	LOS (All)	Vrijeme kašnjenja	Emisije CO	Emisije Nox	Emisije VOC	Potrošnja goriva
Average	900-4500	2 - 3	33	226	1047	LOS_D	30	924	179	214	14
Average	900-4500	2 - 1	37	228	430	LOS_D	33	302	58	70	5
Average	900-4500	3 - 2	42	302	1375	LOS_E	35	1098	214	254	16
Average	900-4500	3 - 1	23	209	935	LOS_A	9	561	109	130	7
Average	900-4500	1 - 2	5	35	314	LOS_B	14	172	33	40	2
Average	900-4500	1 - 3	22	144	628	LOS_D	26	414	81	95	7

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.11. prikazano je rješenje simulacije idejnog rješenja prema prometnoj potražnji nakon 20 godina. Vidljivo da je na privozu 1 maksimalna duljina repa čekanja 144 metra, a vrijeme kašnjenja 26 sekundi što predstavlja razinu usluge D. Privoz 2 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 228 metara, a vrijeme kašnjenja 33 sekunde što je razina usluge D. Privoz 3 ima maksimalnu duljinu repa čekanja 302 metra, a vrijeme kašnjenja 35 sekundi što predstavlja razinu usluge E. Ukupno prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja iznosi 26 sekunde što čini razinu usluge D.

Kako je već spomenuto cestovna vozila emitiraju štetne plinove koje utječu na onečišćenje okoliša, tako da se prema simulaciji unutar jednog vršnog sata prosječno potroši 42 litre goriva, pri čemu se emitira oko 3417 grama ugljikovog monoksida, 675 grama dušikovog oksida i oko 803 grama hlapljivih organskih spojeva.

6.3. Komparacija postojećeg stanja i idejnog rješenja

Kako bi se utvrdila učinkovitost idejnog rješenja u ovom dijelu će se usporediti izlazni rezultati simulacije postojećeg stanja i idejnog rješenja. Parametri po kojima će se vršiti komparacija su:

- Prosječni rep čekanja
- Maksimalni rep čekanja
- Vrijeme kašnjenja
- Razina usluge

U nastavku su u tablicama prikazane usporedbe idejnog rješenja i postojećeg stanja te što je važno naglasiti da su se pri tome koristili podaci prema trenutnom prometnom opterećenju koje je dobiveno brojanjem prometa.

Tablica 6. 12. Komparacija prosječnog repa čekanja

PROSJEČNI REP ČEKANJA		
Smjer	Postojeće	Idejno
1 - 2	95	2
1 - 3	215	10
2 - 1	15	16
2 - 3	9	14
3 - 1	0	10
3 - 2	4	18

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.12. prikazana je usporedba prosječnog repa čekanja iz koje je vidljivo da je rep čekanja znatno manji na privozu 1 koje čini sporedni privoz, dok se na glavnoj prometnici, točnije na privozima 2 i 3 povećao prosječni rep čekanja zbog gubitka prvenstva prolaza u odnosu na sporedni privoz izgradnjom kružnog toka.

Tablica 6. 13. Komparacija maksimalnog repa čekanja

MAKSIMALNI REP ČEKANJA		
Smjer	Postojeće	Idejno
1 - 2	173	15
1 - 3	443	62
2 - 1	139	98
2 - 3	132	97
3 - 1	0	90
3 - 2	85	130

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.13. prikazana je usporedba maksimalnog repa čekanja gdje je vidljivo da se rep čekanja smanjio na privozima 1 i 2 dok se povećao na privozu 3. S obzirom na to da su korišteni podaci o brojanju prometa iz jutarnjeg vršnog sata priliv vozila iz tog smjera je veći nego na privozu 2, pa je se iz toga razloga izgradnjom kružnog toka javlja veći rep čekanja.

Tablica 6. 14. Komparacija vremena kašnjenja

VRIJEME KAŠNJENJA		
Smjer	Postojeće	Idejno
1 - 2	52	6
1 - 3	159	11
2 - 1	17	14
2 - 3	12	13
3 - 1	0	4
3 - 2	12	15

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.14. prikazana je usporedba vremena kašnjenja iz koje je vidljivo da se vrijeme kašnjenja znatno smanjilo na sporednom privozu (privoz 1), dok se na glavnom toku vrijeme kašnjenja povećalo izgradnjom kružnog toka.

Tablica 6. 15. Komparacija razine usluge

RAZINA USLUGE		
Smjer	Postojeće	Idejno
1 - 2	LOS_C	LOS_A
1 - 3	LOS_F	LOS_B
2 - 1	LOS_C	LOS_B
2 - 3	LOS_B	LOS_B
3 - 1	LOS_A	LOS_A
3 - 2	LOS_B	LOS_C

Izvor: Izradio autor

U tablici 6.15. prikazana je komparacija razine usluge iz koje je vidljivo da bi izgradnja kružnog toka optimizirala postojeće stanje raskrižja u smislu veće razine usluge, primjerice na privozu 1 razina usluge iz F prelazi u B, dok je na privozu 2 i 3 slično stanje. Također je ukupna razina usluge na postojećem raskrižju E, dok je izgradnjom kružnog toka razina usluge raskrižja B.

7. ZAKLJUČAK

Grad Mostar nalazi se u središtu Hercegovine što znači da je prometno središte, jer predstavlja poveznicu prema Bosni na sjevernoj strani te prema južnoj Hrvatskoj s južne strane. Predmetno raskrižje nalazi se na sjevernoj strani grada te predstavlja jedan od glavnih ulaza/izlaza iz grada s obzirom da se nalazi na samoj periferiji grada. Dakle, raskrižje se sastoji od Ulice Maršala Tita koje predstavlja sporedni privoz i koji vodi promet iz grada, odnosno prema gradu i sastoji se od Magistralne ceste M17 koje zapravo predstavlja glavni prometni pravac u Hercegovini koji se pruža od Mostara prema Sarajevu i Dubrovniku.

Nedostaci na predmetnom raskrižju su stalna prometna zagušenja u vršnim satima koja se očituju dugim repovima čekanja, pa samim tim i smanjenom razinom uslužnosti koja je prema trenutnom prometnom opterećenju razina E. Dakle, smanjena razina uslužnosti je u ovom slučaju zbog potkapacitiranosti raskrižja jer je magistralni put preopterećen što otežava uključivanje vozila sa sporednom privoza, pa se stvaraju dugi repovi čekanja. Ostali nedostaci su utvrđeni detaljnom analizom trenutnog stanja koji su objašnjeni u radu. Također što je važno spomenuti je i sigurnost raskrižja, jer se samom kvalitetom uslužnosti utječe i na sigurnost, tako da se treba naglasiti da su se u posljednje 3 godine dogodile 52 prometne nesreće čiji je uzrok zapravo iscrpljenost vozača zbog dugih repova čekanja koja se na kraju očituju naletom vozila na magistralnom putu.

Analizom buduće prometne potražnje utvrđeno je da se promet povećava za 2,84% svake godine. Budući da se analiza radi za sljedećih 20 godina dobiveno je da se prosječni godišnji dnevni promet poveća s 20575 voz/danu na 36025 voz/danu.

Nakon svih zaključaka predloženo je idejno rješenje što je srednje veliko kružno raskrižje. Njegovom realizacijom bi se maksimalni rep čekanja smanjio s 972 metra na 492 metra, a razina usluge bi se s razine E povećala na razinu usluge B. Također kada se uzme u obzir prognoza prometa za 20 godina razina usluge idejnog rješenja bi se smanjila na razinu usluge D. S aspekta sigurnosti izgradnja kružnog raskrižja utjecala bi na njezino povećanje, jer bi smirila promet posebice na glavnom toku tako da više ne bi bilo nesreća s naletom vozila.

Dakle, cilj ovog diplomskog rada je bio predložiti idejno rješenje koje će optimizirati postojeće prometne tokove na raskrižju. Nakon svih provedenih analiza i predloženog idejnog rješenja može se zaključiti kako je nakon evaluacije predloženo rješenje učinkovito. Ovim

rješenjem zadovoljena su dva najvažnija kriterija, a to je razina usluge i sigurnost te što je važno napomenuti da se nakon 20 godina ne bi narušila učinkovitost predloženog rješenja.

LITERATURA

- [1] Šošarić, M., Ščukanec, A., Jakovljević, M.: **Prometno tehnološko projektiranje – autorizirana predavanja**, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
- [2] Dadić, I., Kos, G., Ševrović, M.: **Teorija prometnog toka**, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [3] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19)
- [4] Babić, D., Babić, D., Fiolić, M.: **Prometna signalizacija – autorizirana predavanja**, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2021.
- [5] Luburić G., Ševrović M., Jovanović B.: **Predavanja iz kolegija Teorija prometnih tokova**, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2021.
- [6] Zovak G., Šarić Ž.: **Prometno tehničke ekspertize i sigurnost – autorizirana predavanja**, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [7] Novačko, L., Hozjan, D.: **Cestovne prometnice II – autorizirana predavanja**, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2021.
- [8] Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014.
- [9] Vujić, M., Dedić, L.: **Priručnik za izradu osnovnog modela semaforiziranog raskrižja korištenjem mikrosimulacijskog alata PTV Vissim**, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [10] Novačko, L., Pilko, H.: **Cestovne prometnice II – Upute za auditorne vježbe i seminarski rad**, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.

INTERNET IZVORI

1. URL: <https://www.google.com/maps> [Pristupljeno: svibanj 2023.]
2. URL: <https://www.katastar.ba/geoportal> [Pristupljeno: svibanj 2023.]
3. Brojanje prometa na cestama Federacije Bosne i Hercegovine: <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/brojanje-saobracaja/22> [Pristupljeno: svibanj 2023.]

OSTALI IZVORI:

1. Podaci o prometnim nesrećama, Postaja prometne policije, Policijska uprava Mostar,
Ministarstvo unutarnjih poslova

POPIS SLIKA:

Slika 2. 1. Makrolokacija.....	4
Slika 2. 2. Mikrolokacija	5
Slika 3. 1. Prikaz privoza na postojećem raskrižju.....	7
Slika 3. 2. Privoz 1 – Ulica Maršala Tita	8
Slika 3. 3. Privoz 1 – trakovi za desno i lijevo skretanje.....	9
Slika 3. 4. Privoz 2 – Magistralni put M17	10
Slika 3. 5. Privoz 3 – Magistralni put M17	10
Slika 3. 6. Intenzitet i distribucija prometnih tokova u jutarnjem vršnom satu.....	19
Slika 3. 7. Intenzitet i distribucija prometnih tokova u poslijepodnevnom vršnom satu	22
Slika 3. 8. Primjeri konfliktnih točaka.....	33
Slika 3. 9. Konfliktna situacija na predmetnom raskrižju	34
Slika 5. 1. Idejno rješenje prikazanu u programskom alatu AutoCAD	42
Slika 6. 1. Postojeće stanje u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim.....	45
Slika 6. 2. Idejno rješenje u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim.....	49

POPIS TABLICA:

Tablica 3. 1. Ekvivalentne jedinice osobnih automobila za pojedine skupine vozila.....	16
<i>Tablica 3. 2.</i> Rezultati brojanja prometa u jutarnjem vršnom satu.....	16
Tablica 3. 3. Rezultati brojanja prometa u poslijepodnevnom vršnom satu	19
Tablica 3. 4. Provjera ispravnosti prometnih znakova – privoz 1.....	24
Tablica 3. 5. Provjera ispravnosti prometnih znakova – privoz 2.....	25
Tablica 3. 6. Provjera ispravnosti prometnih znakova – privoz 3.....	26
<i>Tablica 3. 7.</i> Analiza oznaka na kolniku – privoz 1	29
Tablica 3. 8. Analiza oznaka na kolniku – privoz 2.....	29
Tablica 3. 9. Analiza oznaka na kolniku – privoz 3.....	30
Tablica 3. 10. Broj prometnih nesreća po godinama	31
Tablica 3. 11. Prometne nesreće s obzirom na posljedice	31
Tablica 4. 1. Rast/pad PGDP-a i PLDP-a	36
<i>Tablica 4. 2.</i> Prognoza prometa za intenzitet prometnih tokova za pojedini manevar.....	36
Tablica 4. 3. Prometno opterećenje za svaki privoz prema prometnoj prognozi.....	37
Tablica 4. 4. Prometno opterećenje raskrižja prema prognozi prometa.....	39
Tablica 5. 1. Izvanurbana kružna raskrižja	41
Tablica 6. 1. Razina usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja.....	44
<i>Tablica 6. 2.</i> Rezultati simulacije postojećeg stanja.....	45
Tablica 6. 3. Rezultati simulacije postojećeg stanja za 5 godina.....	46
Tablica 6. 4. Rezultati simulacije postojećeg stanja za 10 godina.....	47
Tablica 6. 5. Rezultati simulacije postojećeg stanja za 15 godina.....	47
Tablica 6. 6. Rezultati simulacije postojećeg stanja za 20 godina.....	48
Tablica 6. 7. Rezultati simulacije idejnog rješenja za trenutnu prometnu potražnju	49
Tablica 6. 8. Rezultati simulacije idejnog rješenja nakon 5 godina.....	50
Tablica 6. 9. Rezultati simulacije idejnog rješenja nakon 10 godina.....	51
Tablica 6. 10. Rezultati simulacije idejnog rješenja nakon 15 godina.....	52
Tablica 6. 11. Rezultati simulacije idejnog rješenja nakon 20 godina.....	52
Tablica 6. 12. Komparacija prosječnog repa čekanja	54
Tablica 6. 13. Komparacija maksimalnog repa čekanja	54
Tablica 6. 14. Komparacija vremena kašnjenja	55

Tablica 6. 15. Komparacija razine usluge..... 55

POPIS GRAFIKONA:

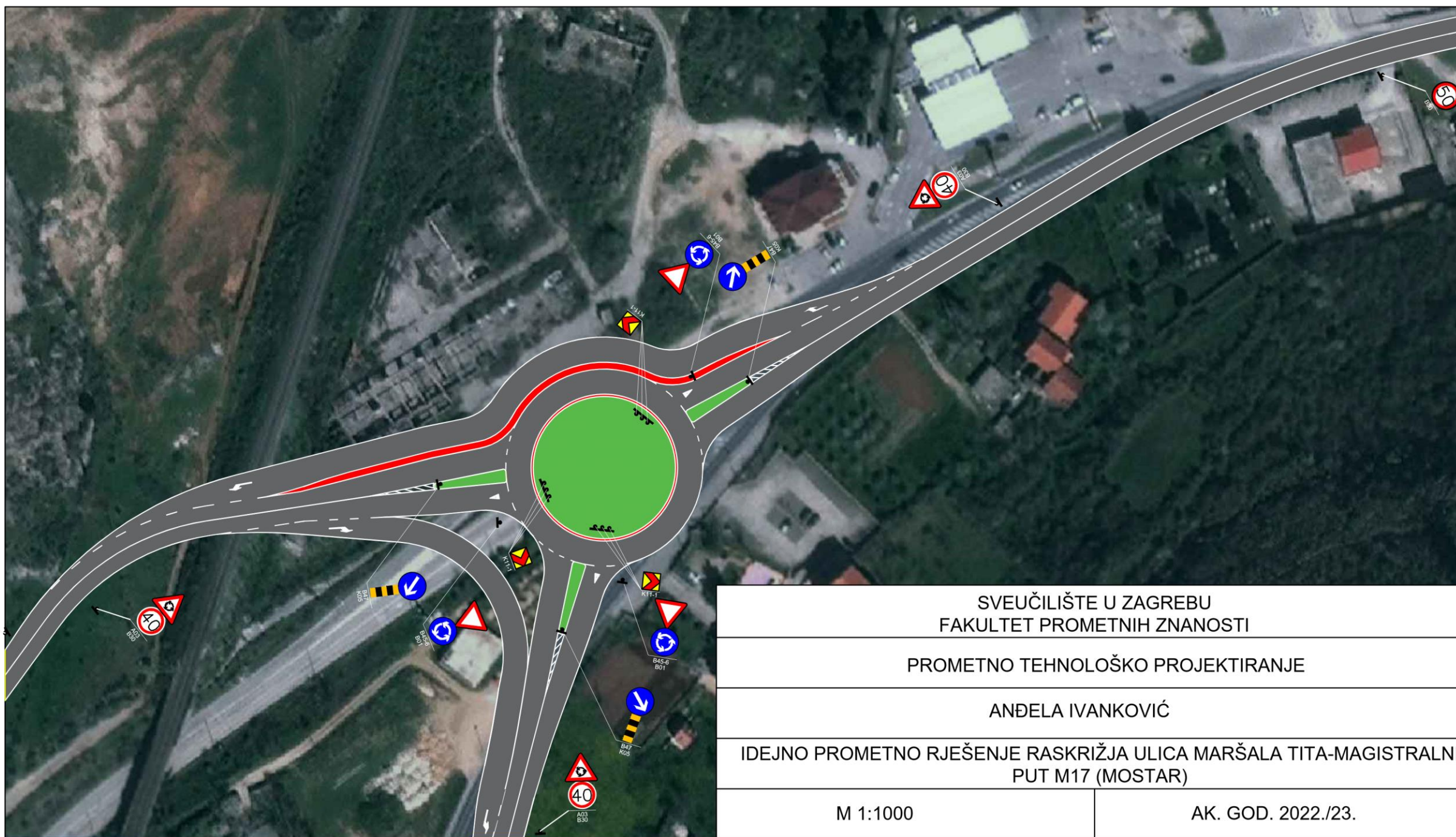
Grafikon 3. 1. Prosječni dnevni promet na brojačkom mjestu (573) 2019. godine.....	12
Grafikon 3. 2. Raspodjela 200 vršnih sati po mjesecima u godini	13
Grafikon 3. 3. Raspodjela 200 vršnih sati po danima u tjednu.....	14
Grafikon 3. 4. Prosječni satni promet u danu	15
Grafikon 3. 5. Udio vozila u prometnom toku	18
Grafikon 3. 6. Udio vozila u prometnom toku	21
Grafikon 3. 7. Raspodjela prometnih znakova prema njihovoj funkciji	27
Grafikon 3. 8. Udio ispravnosti postavljenih prometnih znakova.....	27
Grafikon 3. 9. Usporedba broja prometnih nesreća.....	32
Grafikon 4. 1. Vršni sati kao postotak PGDP-a na brojačkom mjestu Potoci 573.....	38

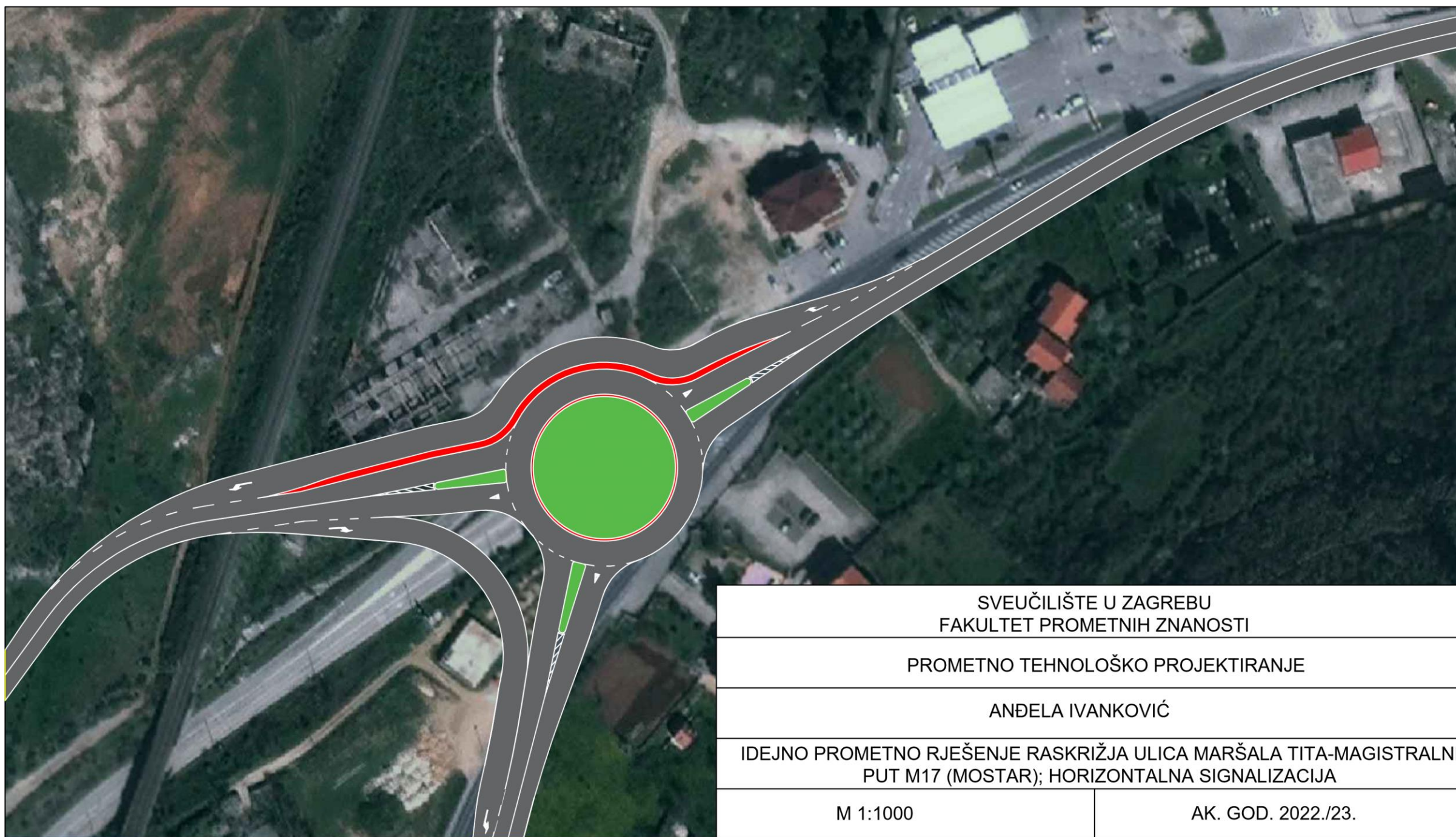
POPIS PRILOGA:

Prilog 1. Tlocrt idejnog rješenja

Prilog 2. Idejno rješenje – horizontalna signalizacija

Prilog 3. Idejno rješenje – vertikalna signalizacija





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

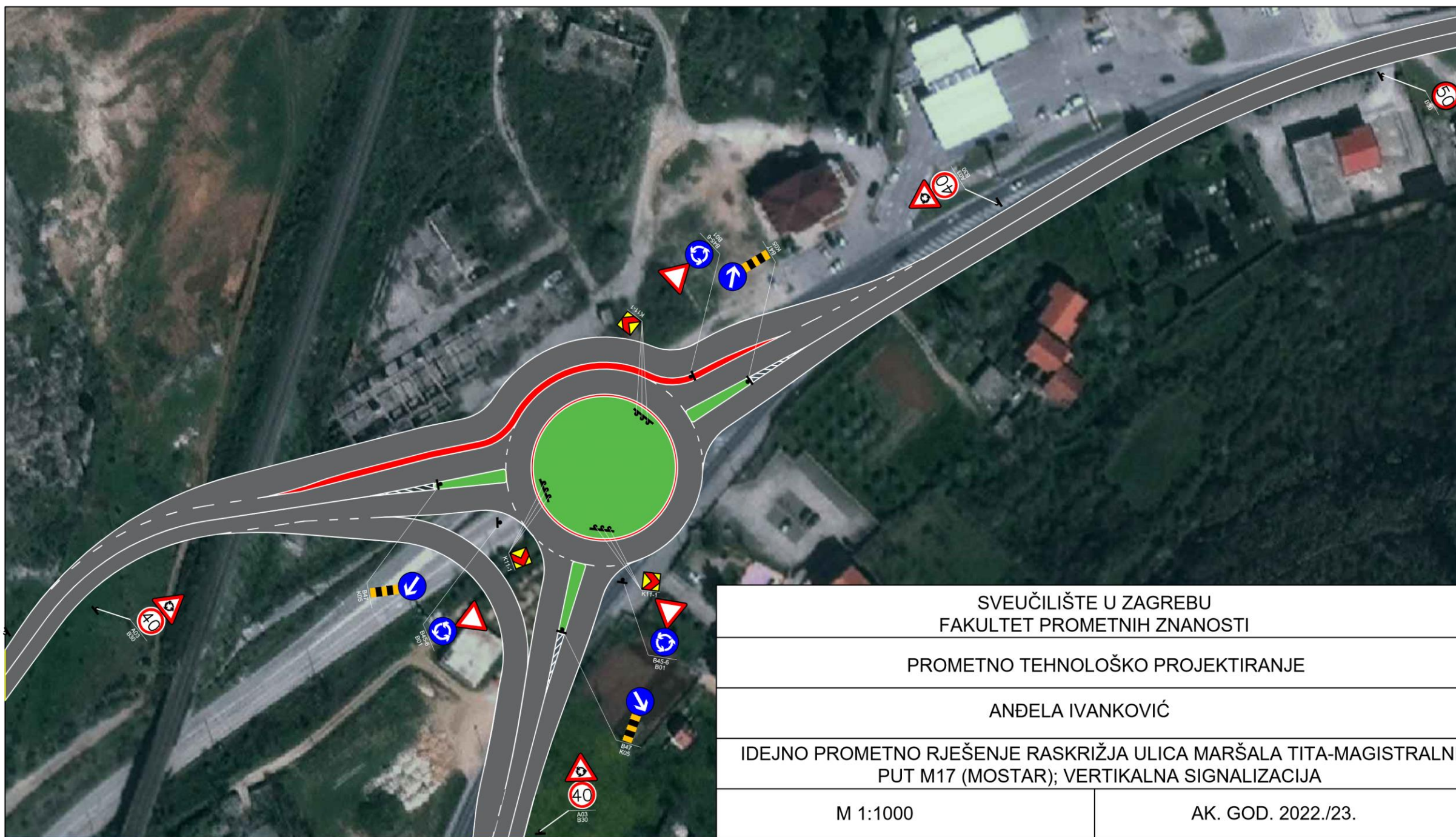
PROMETNO TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE

ANĐELA IVANKOVIĆ

IDEJNO PROMETNO RJEŠENJE RASKRIŽJA ULICA MARŠALA TITA-MAGISTRALNI
PUT M17 (MOSTAR); HORIZONTALNA SIGNALIZACIJA

M 1:1000

AK. GOD. 2022./23.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI	
PROMETNO TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE	
ANĐELA IVANKOVIĆ	
IDEJNO PROMETNO RJEŠENJE RASKRIŽJA ULICA MARŠALA TITA-MAGISTRALNI PUT M17 (MOSTAR); VERTIKALNA SIGNALIZACIJA	
M 1:1000	AK. GOD. 2022./23.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb


IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ diplomski rad
(vrsta rada)
isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom **Idejno rješenje optimizacije postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulica Maršala Tita – Magistralni put M17 u gradu Mostaru**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 16.06.2023.

Student/ica:

Anđela Ivanković 

(ime i prezime, *potpis*)