

# Optimizacija upravljanja raskrižjima na djelu Ulice Grada Vukovara u Gradu Zagrebu primjenom simulacijskog alata PTV Vissim

---

Dumančić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:401611>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**DIPLOMSKI RAD**

**Optimizacija upravljanja raskrižjima na dijelu Ulice Grada  
Vukovara u Gradu Zagrebu primjenom simulacijskog alata  
PTV Vissim**

**Optimization of the management of intersections on the  
part of Ulica Grada Vukovara in the City of Zagreb using the  
PTV Vissim simulation tool**

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

Student: Ivan Dumančić, 0135255361

Zagreb, lipanj 2024.

**Sažetak:**

Svrha diplomskog rada je na koridoru Vukovarske ulice koji se proteže od Savske ceste do Avenije Marina Držića ponuditi rješenje adaptivnog upravljanja prometom koje bi u odnosu na sadašnje upravljanje svjetlosnom signalizacijom sa fiksnim signalnim planovima omogućilo smanjenje vremena putovanja, smanjenje repova čekanja, povećanje propusne moći te prioritiziranje javnog gradskog prijevoza. Cilj diplomskog rada je simulacijskim alatom PTV Vissim utvrditi parametre prometnog toka kao što su razina usluge, duljine repova čekanja, vrijeme putovanja i sl. za postojeće stanje (upravljanje fiksnim signalnim planova) te ih usporediti sa parametrima dobivenima za predloženo rješenje odnosno adaptivno upravljanje prometom.

**KLJUČNE RIJEČI:** Optimizacija, modeliranje, simulacijski alat, prioritet javnog gradskog prijevoza

**Summary:**

The purpose of the master thesis is to offer adaptive traffic management solution on the corridor of Vukovarska street, which stretches from Savska Cesta to Marin Držić Avenue, which, compared to the current management of light signaling with fixed signal plans, would enable the reduction of travel time, the reduction of queues, the increase of capacity and prioritization public city transport. The aim of the thesis is to use the PTV Vissim simulation tool to determine traffic flow parameters such as service level, queue length, travel time, etc. for the current situation (management of light signaling with fixed signal plans) and compare it with the parameters obtained for the proposed solution, i.e. adaptive traffic management.

**KEY WORDS:** Optimization, modeling, simulation tools, transit priority

Zagreb, 12. lipnja 2024.

Zavod: **Zavod za gradski promet**  
Predmet: **Prometno planiranje u gradovima**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7439

Pristupnik: **Ivan Dumančić (0135255361)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Gradski promet**

Zadatak: **Optimizacija upravljanja raskrižjima na djelu Ulice Grada Vukovara u Gradu Zagrebu primjenom simulacijskog alata PTV Vissim**

### Opis zadatka:

Tema diplomskog rada je optimizacija upravljanja raskrižjima na dijelu Ulice grada Vukovara od raskrižja sa Savskom ulicom do raskrižja s Avenijom Marina Držića u Gradu Zagrebu. Optimizacija upravljanja raskrižjima će se provesti poboljšanjem svjetlosne signalizacije na način da će se implementirati adaptivno upravljanje prometom. Razvoj i evaluacija optimiranog upravljanja raskrižjima provest će se u simulacijskom alatu PTV Vissim i podmodelu PTV Epics. Očekivani rezultati istraživanja su povećanje razine usluge, smanjenje vremena putovanja, smanjenje repova čekanja, povećanje propusne moći te prioritiziranje javnog gradskog prijevoza na odabranom dijelu Ulice grada Vukovara u Zagrebu.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Luka Novačko

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Analiza postojeće cestovne infrastrukture na području obuhvata .....	4
2.2 Analiza signalnih planova raskrižja na području obuhvata .....	15
2.3 Analiza prometnih tokova na području obuhvata .....	39
2.4 Analiza javnog gradskog prijevoza na području obuhvata .....	63
<b>3. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG STANJA .....</b>	<b>66</b>
<b>4. IZRADA SIMULACIJSKOG MODELA POSTOJEĆEG STANJA S     PRIJEDLOGOM RJEŠENJA.....</b>	<b>70</b>
<b>5. EVALUACIJA REZULTATA SIMULACIJSKOG MODELA .....</b>	<b>82</b>
5.1 Savska cesta – Vukovarska ulica .....	84
5.2 Koranska ulica – Vukovarska ulica .....	85
5.3 Ulica Ivana Lucića – Vukovarska Ulica .....	86
5.4 Miramarska cesta – Vukovarska ulica .....	87
5.5 Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica .....	88
5.6 Ulica Kruge – Vukovarska ulica .....	89
5.7 Strojarska ulica – Vukovarska ulica .....	90
5.8 Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica .....	91
5.9 Vrijeme putovanja vozila javnog gradskog prijevoza kroz koridor .....	92
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>93</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>95</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>97</b>

## 1. UVOD

Porastom stupnja urbanizacije, dolazi do povećanja gustoće naseljenosti, razvoja gradova i metropolitanskih središta. Sve to dovodi i do stalnog porasta prometa, posebice u urbanim sredinama. Porast prometa ne prati u istoj mjeri razvoj infrastrukture, koja je često prostorno ograničena, što dovodi do narušavanja propusne moći, sigurnosti te naposljetku razine usluge. Najveći problemi se pritom javljaju na gradskim čvorištima i raskrižjima u razini. Razlozi istih često se kriju u neadekvatnoj prometnoj infrastrukturi, prometnoj optimizaciji te u krajnjem slučaju prometnoj politici. Problemi koji rezultiraju kao produkt neadekvatne prometne politike su: neuravnoteženost prometne ponude i potražnje, zagušenost mreže, onečišćenje okoliša, smanjenje sigurnosti odvijanja prometa, povećanje troškova prometnog sustava i slično.

Novi trendovi u prometnoj politici su sve veći naglasak na održivi razvoj i ulogu javnog gradskog prijevoza. Osnovne težnje prometne politike usmjerene su na postizanje veće ravnoteže pojedinih oblika prometa, zatim na uklanjanje uskih grla unutar sustava te stavljanje korisnika u središte prometne politike. Upravo je održivi razvoj, razvoj koji omogućuje ostvarenje postojećih zahtjeva, ali ne ograničava mogućnost zadovoljenja zahtjeva budućih generacija. Razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologija omogućio je primjenu različitih alata za poboljšanje stanja u prometnom tijeku, temeljenih na podacima u stvarnom vremenu. Tako je stvorena okosnica za razvoj inteligentnih transportnih sustava (ITS) koji se danas koriste u različitim segmentima prometa i transporta. Primjena ITS-a je u ekspanziji u mnogim zemljama svijeta zahvaljujući svojim mogućnostima koje se prvenstveno ogledaju u prikupljanju, pohrani, analizi i distribuciji velike količine podataka o prometu i drugim sastavnicama prometnog okruženja. Osnovni cilj implementacije ovih sustava je poboljšanje funkcioniranja prometa i razine usluge koja se pruža korisnicima.

Tema ovog diplomskog rada je „Optimizacija upravljanja raskrižjima na dijelu Ulice Grada Vukovara u Gradu Zagrebu primjenom simulacijskog alata PTV Vissim“. Svrha istraživanja je na odabranoj lokaciji ponuditi rješenje adaptivnog upravljanja prometom koje bi u odnosu na sadašnje upravljanje svjetlosnom signalizacijom sa fiksnim signalnim planovima omogućilo smanjenje vremena putovanja, smanjenje repova čekanja, povećanje propusne moći te prioritiziranje javnog gradskog prijevoza. Cilj istraživanja je simulacijskim alatom PTV Vissim utvrditi parametre prometnog toka kao što su razina usluge, duljine repova čekanja, vrijeme putovanja i sl. za postojeće stanje (upravljanje fiksnim signalnim planova) te ih usporediti sa parametrima dobivenima za predloženo rješenje odnosno adaptivno upravljanje prometom.

Rad se sastoji od osam poglavlja, a to su:

1. Uvod,
2. Analiza postojećeg stanja,
3. Prijedlog mjera poboljšanja postojećeg stanja,

4. Izrada simulacijskog modela postojećeg stanja s prijedlogom rješenja,
5. Evaluacija rezultata simulacijskog modela,
6. Zaključak.

U drugom poglavlju provedena je analiza postojećeg stanja prometa na Ulici Grada Vukovara na način da je analizirano postojeće stanje prometne infrastrukture, signalnih planova, prometnih tokova te javnog gradskog prijevoza na području odabranoga koridora. Analiza postojećeg stanja obuhvaća vizualni pregled općeg stanja kolnika, utvrđivanje dimenzija pojedinih elemenata prometnice, pregled prometne signalizacije i opreme te utvrđivanje preglednosti iz perspektive vozača. Analiza signalnih planova obuhvaća utvrđivanje načina upravljanja pojedinim raskrižjem pregledom elemenata signalnog plana kao što su duljine ciklusa i faze, signalne grupe, matrice zaštitnih međuvremena i slično. Analiza prometnih tokova obuhvaća brojanje prometa na odabranim raskrižjima kako bi se dobila stvarna slika trenutne dinamike prometa. Analiza javnog gradskog prijevoza obuhvaća pregled linija javnog gradskog prijevoza koje prometuju promatranim koridorom te utvrđivanje pojedinih elemenata kao što su prosječna brzina kretanja vozila javnog gradskog prijevoza i slično.

U trećem poglavlju predložen je način na koji će se provesti optimizacija upravljanja raskrižjima te poboljšati postojeće stanje. Optimizacija upravljanja raskrižjima provedena je poboljšanjem svjetlosne signalizacije na način da je implementirano adaptivno upravljanje prometom sa naglaskom na prioritet javnog gradskog prijevoza.

U četvrtom poglavlju opisan je postupak izrade simulacije postojećeg stanja te simulacije prijedloga rješenja u simulacijskom alatu PTV Vissim.

U petom poglavlju provedena je evaluacija optimiranog upravljanja raskrižjima u simulacijskom alatu PTV Vissim. Pri tom su parametri prometnog toka kao što su razina usluge, duljine repova čekanja, vrijeme putovanja i sl. za postojeće stanje (upravljanje fiksnim signalnim planova) uspoređeni sa parametrima dobivenima za predloženo rješenje odnosno adaptivno upravljanje prometom.

## 2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Analizirano područje je koridor na Vukovarskoj ulici u gradu Zagrebu koji se pruža od Savske ulice do avenije Marina Držića te uključuje ukupno osam raskrižja. Svakim raskrižjem na promatranom koridoru se upravlja svjetlosnim signalima. Navedeni koridor ima značajnu prometnu funkciju u povezivanju zapadnog i istočnog dijela grada Zagreba te rasterećuje Slavonsku aveniju. Zbog toga je taj dio Vukovarske ulice svakodnevno izložen velikim prometnim opterećenjima. Na promatranom području prometuje ukupno 10 tramvajskih linija od kojih je većina fizički odvojena od ostalog prometa. Koridor pripada gradskoj četvrti Trnje. Slikom 1. prikazana je šira zona obuhvata koridora koja predstavlja njegovu lokaciju i položaj u globalnoj cestovnoj mreži grada Zagreba.



**Slika 1. Šire područje obuhvata promatranog koridora**

Izvor: [1]

Od značajnijih prometnica u široj zoni koridora ističu se Savska cesta, Avenija Marina Držića, Radnička cesta, Ulica Hrvatske Bratske Zajednice, Zagrebačka avenija te Ulica kneza Branimira koje odabrani koridor spajaju sa zapadnim i istočnim dijelovima grada Zagreba, Novim Zagrebom, zračnom lukom te zagrebačkom obilaznicom (A3) koja vodi prema istoku Republike Hrvatske i autocestama A1 i A6 koje se pružaju prema jugu Republike Hrvatske.

Slikom 2. prikazano je uže područje obuhvata koje predstavlja samo uži dio prostora koji okružuje promatrani koridor, a u kojemu se nalaze elementi i objekti koji mogu direktno ili indirektno utjecati na odvijanje prometa i prometna rješenja promatranog područja.





**Slika 2. Uže područje obuhvata promatranog koridora**

Izvor: [1]

U užem području obuhvata nalaze se mnogi atraktori i generatori prometa od kojih su najznačajniji autobusni kolodvor, glavni kolodvor, Nacionalna i sveučilišna knjižnica i razni fakulteti, te poslovna zona u Strojarskoj ulici i slično.

Analiza postojećeg stanja predstavlja analizu svih elemenata relevantnih za odvijanje prometnog procesa. Analiza postojeće situacije nekog prometnog sustava bitna je kako bi se dobio uvid u stvarno stanje na analiziranim prometnicama, bez obzira radi li se samo o korekcijskim zahvatima ili nekom većem investicijskom zahvatu [2].

Za potrebe kreiranja optimalnog prometnog rješenja provedena je detaljna analiza postojećeg stanja. Analiza postojećeg stanja temeljena je na [2]:

- analizi postojeće infrastrukture cestovnog prometa,
- analizi postojeće infrastrukture pješačkog i biciklističkog prometa,
- analizi postojeće infrastrukture javnog gradskog prijevoza,
- analizi parkirališnih površina,
- analizi postojećih prometnih tokova.

Za potrebe ovoga rada analizirano je postojeće stanje cestovne infrastrukture na području obuhvata, signalnih planova raskrižja na području obuhvata, prometnih tokova na području obuhvata te javnog gradskog prijevoza na području obuhvata.

## **2.1 Analiza postojeće cestovne infrastrukture na području obuhvata**

Cestovnu infrastrukturu čine sve vrste i kategorije cesta, cestovni objekti (mostovi, nadvožnjaci i ostalo), cestovna raskrižja, prometna signalizacija i parkirališne površine [2]. Sav

gradski promet odvija se gradskom uličnom mrežom. Pojmom ulična mreža obuhvaćen je sklop elemenata putem kojih se manifestira promet [3]. Prema funkcionalnom obilježju, ceste, ulice i prometne površine u gradovima mogu se podijeliti na [4]:

- Ceste visokog učinka,
- Gradske avenije,
- Glavne ulice,
- Ulice.

Analiza obuhvaća cjelokupni vizualni pregled općeg stanja kolnika, utvrđivanje postojanosti i dimenzija svih elemenata prometnice. Analiza mora obuhvatiti i stanje opreme ceste i prometne signalizacije, te preglednost iz perspektive vozača [2].

### **2.1.1 Savska cesta – Vukovarska ulica**

Raskrižje Savske ceste i Vukovarske (Slika 3.) ulice četverokrako je raskrižje u razini kojim je dozvoljeno prometovanje u svim smjerovima. Savska cesta čini sjeverni i južni privoz, dok Vukovarska ulica čini istočni i zapadni privoz. Na sjevernom, južnom i zapadnom privozu prometuju tramvajske linije, na sjevernom i južnom privozu površinama odvojenim oznakama na kolniku, dok su na zapadnom privozu površine za kretanje vozila javnog gradskog prijevoza fizički odvojene. Sjeverni privoz sastoji se od jednog kolnika sa dva smjera kretanja ukupne širine 25 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak za ravno i desno skretanje širine 3 metra, jedan prometni trak namijenjen za kretanje vozila javnog gradskog prijevoza širine 3 metra na kojemu se nalaze tračnice širine 1 metra, jedan prometni trak za ravno širine 3 metra i jedan prometni trak za lijevo skretanje širine 3 metra. Južni privoz sastoji se također od jednog kolnika sa dva smjera kretanja čija je ukupna širina 28 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan trak za desno skretanje širine 3 metra, dva traka za kretanje vozila ravno širine po 3 metra, jedan trak namijenjen kretanje vozila javnog gradskog prijevoza širine 3 metra te jedan trak namijenjen za lijevo skretanje širine 3 metra. Zapadni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena zelenom površinom. Ukupna širina privoza iznosi 33 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju označen je znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska) i sastoji se od odvojenog traka za desno skretanje širine 5,5 metara, tri traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Istočni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 34 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju označen je znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska) i sastoji se od odvojenog traka za desno skretanje širine 5,5 metara, dva traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Sa svake strane svih privoza nalaze se pješačke površine čije širine variraju, a s obe strane istočnog privoza i biciklističke staze širine od 1 do 2 metra.

Vidljivost oznaka na kolniku i stanje kolnika u raskrižju na zadovoljavajućoj je razini. Sva vertikalna signalizacija je postavljena na odgovarajući način te je osigurana preglednost na svim privozima.



**Slika 3. Prikaz raskrižja Savske ceste i Vukovarske ulice**

Izvor: [1]

### **2.1.2 Koranska ulica – Vukovarska ulica**

Raskrižje Koranske ulice, ulice Fausta Vrančića i Vukovarske ulice (Slika 4.) četverokrako je raskrižje u razini kojim je dozvoljeno prometovanje u svim smjerovima. Koranska ulica čini sjeverni privoz, ulica Fausta Vrančića južni privoz dok Vukovarska ulica čini istočni i zapadni privoz. Na zapadnom i istočnom privozu prometuju tramvajske linije koje su od ostalog prometa fizički odvojene. Sjeverni privoz, označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska), sastoji se od jednog kolnika sa dva smjera kretanja ukupne širine 9,5 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak za ravno i desno skretanje širine 3 metra i jedan prometni trak za lijevo skretanje širine 3 metra. Južni privoz sastoji se također od jednog kolnika sa dva smjera kretanja čija je ukupna širina također 9,5 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak za ravno i desno skretanje širine 3 metra i jedan prometni trak za lijevo skretanje širine 3 metra. Zapadni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 33 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od traka za ravno i desno skretanje širine

3,25 metara, dva traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Istočni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 33 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od traka za ravno i desno skretanje širine 3,25 metara, dva traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Sa svake strane svih privoza nalaze se pješačke površine čije širine variraju, a s obe strane zapadnog i istočnog privoza i biciklističke staze širine od 1 do 2 metra.

Vidljivost oznaka na kolniku i stanje kolnika u raskrižju na zadovoljavajućoj je razini. Sva vertikalna signalizacija je postavljena na odgovarajući način te je osigurana preglednost na svim privozima.



**Slika 4. Prikaz raskrižja Koranske ulice i Vukovarske ulice**

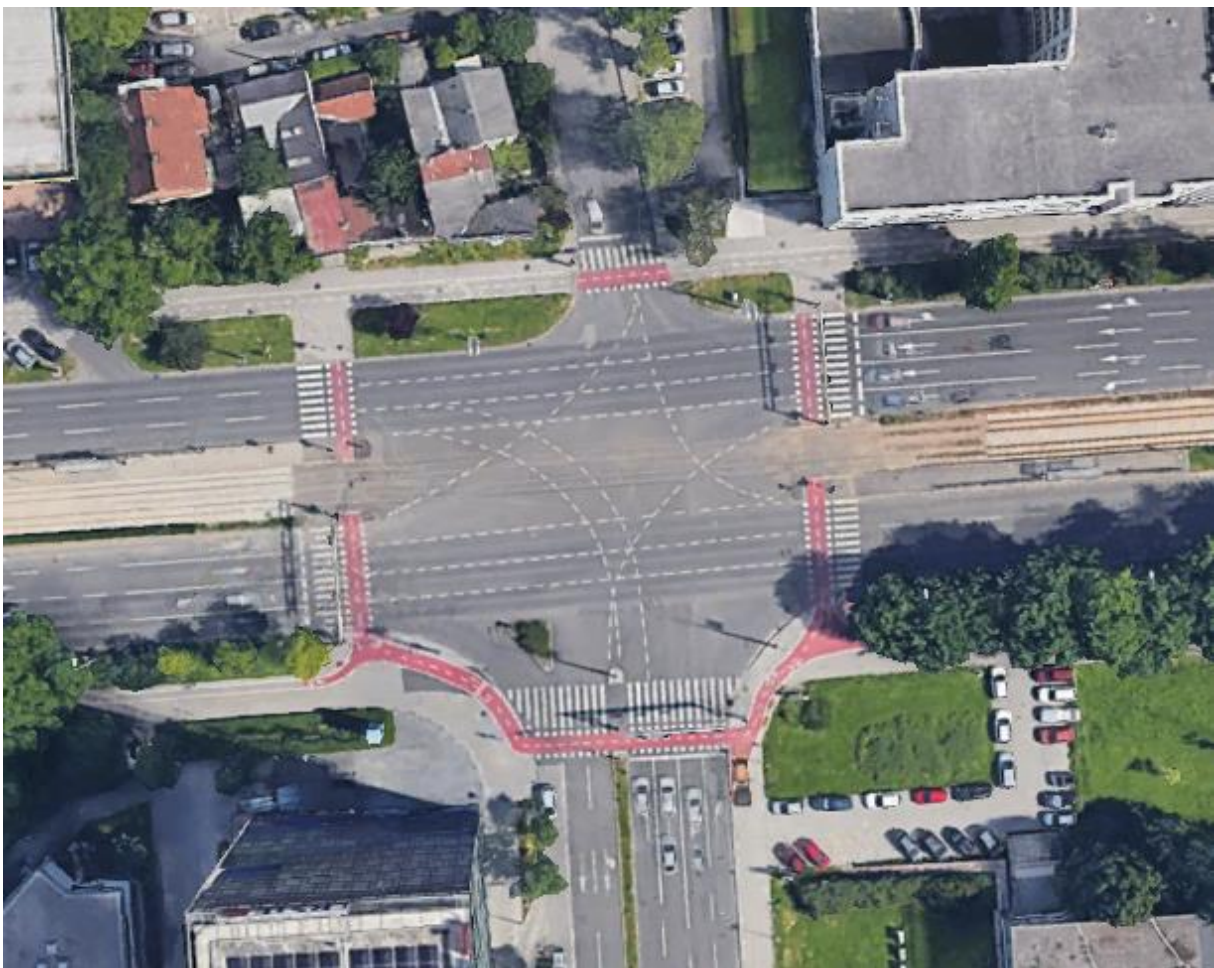
Izvor: [1]

### **2.1.3 Ulica Ivana Lucića – Vukovarska ulica**

Raskrižje ulice Ivana Lucića, Plitvičke ulice i Vukovarske ulice (Slika 5.) četverokrako je raskrižje u razini kojim je dozvoljeno prometovanje u svim smjerovima. Plitvička ulica čini sjeverni privoz, ulica Ivana Lucića južni dok Vukovarska ulica čini istočni i zapadni privoz. Na zapadnom i istočnom privozu prometuju tramvajske linije koje su od ostalog prometa fizički odvojene. Sjeverni privoz, označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska), sastoji se od jednog kolnika sa dva smjera kretanja ukupne širine 9,5 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak za ravno i desno skretanje širine 3 metra i jedan prometni trak za lijevo skretanje širine 3 metra. Južni privoz sastoji se također od dva kolnika razdvojena zelenom površinom čija je ukupna širina 23 metra. Također je označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost

prolaska). U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak za desno skretanje širine 3 metra, jedan prometni trak za ravno i desno skretanje širine 3 metra i dva prometna traka za lijevo skretanje širine po 3 metra.. Zapadni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 32 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od traka za ravno i desno skretanje širine 3,25 metara, dva traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Istočni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 34 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od traka za ravno i desno skretanje širine 3,25 metara, dva traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Sa svake strane svih privoza nalaze se pješačke površine čije širine variraju, a s obe strane zapadnog i istočnog privoza i biciklističke staze širine od 1 do 2 metra.

Vidljivost oznaka na kolniku i stanje kolnika u raskrižju na zadovoljavajućoj je razini. Sva vertikalna signalizacija je postavljena na odgovarajući način te je osigurana preglednost na svim privozima.



**Slika 5. Prikaz raskrižja ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice**

Izvor: [1]

#### 2.1.4 Vukovarska – Miramarska

Raskrižje Miramarske ceste i Vukovarske ulice (Slika 6.) četverokrako je raskrižje u razini kojim je dozvoljeno prometovanje u svim smjerovima. Miramarska cesta čini sjeverni i južni privoz, dok Vukovarska ulica čini istočni i zapadni privoz. Na zapadnom i istočnom privozu prometuju tramvajske linije koje su od ostalog prometa fizički odvojene. Sjeverni privoz, označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska), sastoji se od jednog kolnika sa dva smjera kretanja ukupne širine 9,5 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak za ravno i desno skretanje širine 3 metra i jedan prometni trak za lijevo skretanje širine 3 metra. Južni privoz sastoji se također od dva kolnika razdvojena zelenom površinom čija je ukupna širina 23 metra. Također je označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska). U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak za desno skretanje širine 3 metra, jedan prometni trak za ravno i desno skretanje širine 3 metra i dva prometna traka za lijevo skretanje širine po 3 metra. Zapadni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 32 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od traka za ravno i desno skretanje širine 3,25 metara, dva traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Istočni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 34 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od traka za ravno i desno skretanje širine 3,25 metara, dva traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Sa svake strane svih privoza nalaze se pješačke površine čije širine variraju, a s obe strane zapadnog i istočnog privoza i biciklističke staze širine od 1 do 2 metra.

Vidljivost oznaka na kolniku i stanje kolnika u raskrižju na zadovoljavajućoj je razini. Sva vertikalna signalizacija je postavljena na odgovarajući način te je osigurana preglednost na svim privozima.



**Slika 6. Prikaz raskrižja Miramarske ceste i Vukovarske ulice**

Izvor: [1]

### **2.1.5 Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica**

Raskrižje ulice Hrvatske Bratske Zajednice, Trga Stjepana Radića i Vukovarske ulice (Slika 7.) četverokrako je raskrižje u razini kojim je dozvoljeno prometovanje u svim smjerovima. Trg Stjepana Radića čini sjeverni privoz, ulica Hrvatske Bratske Zajednice južni dok Vukovarska ulica čini istočni i zapadni privoz. Na zapadnom i istočnom privozu prometuju tramvajske linije koje su od ostalog prometa fizički odvojene. Sjeverni privoz, označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska), sastoji se od dva kolnika. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan odvojeni prometni trak za desno skretanje širine 3 metra, dva prometna traka za kretanje vozila ravno širine po 3 metra i jedan prometni trak za kretanje vozila ravno i lijevo skretanje širine 3 metra. Južni privoz sastoji se također od dva kolnika razdvojena zelenom površinom te je također označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska). U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan odvojeni prometni trak za desno skretanje širine 5,5 metara, jedan prometni trak za kretanje vozila ravno širine 3,25 metara i dva prometna traka za lijevo skretanje širine po 3,25 metara. Zapadni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 45 metara. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od dva odvojena traka za desno skretanje širine po 4 metra, tri traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga

traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Istočni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 44 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od odvojenog prometnog traka za desno skretanje širine 5,5 metara, tri prometna traka za ravno širine po 3,25 metara te dva prometna traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Sa svake strane svih privoza nalaze se pješačke površine čije širine variraju, a s obe strane zapadnog i istočnog privoza i biciklističke staze širine od 1 do 2 metra.

Vidljivost oznaka na kolniku i stanje kolnika u raskrižju na zadovoljavajućoj je razini. Sva vertikalna signalizacija je postavljena na odgovarajući način te je osigurana preglednost na svim privozima.



**Slika 7. Prikaz raskrižja ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice**

Izvor: [1]

### **2.1.6 Ulica Kruge – Vukovarska ulica**

Raskrižje ulice Kruge i Vukovarske ulice (Slika 8.) trokrako je raskrižje u razini kojim je dozvoljeno prometovanje u svim smjerovima. Ulica Kruge čini južni privoz, dok Vukovarska ulica čini istočni i zapadni privoz. Na zapadnom i istočnom privozu prometuju tramvajske linije koje su od ostalog prometa fizički odvojene. Južni privoz, označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska), sastoji se od jednog kolnika sa dva smjera kretanja ukupne širine 6 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak širine 3 metra. Zapadni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 30 metara. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od prometnog traka za ravno i desno skretanje širine 3,25 metara te dva traka za ravno širine po



3,25 metara. Istočni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 30 metara. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od dva prometna traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Sa svake strane svih privoza nalaze se pješačke površine čije širine variraju, a s obe strane istočnog privoza i biciklističke staze širine od 1 do 2 metra.

Vidljivost oznaka na kolniku i stanje kolnika u raskrižju na zadovoljavajućoj je razini. Sva vertikalna signalizacija je postavljena na odgovarajući način te je osigurana preglednost na svim privozima.



**Slika 8. Prikaz raskrižja ulice Kruge i Vukovarske ulice**

Izvor: [1]

### **2.1.7 Strojarska ulica – Vukovarska ulica**

Raskrižje Strojarske ulice i Vukovarske ulice (Slika 9.) trokrako je raskrižje u razini kojim je dozvoljeno prometovanje u svim smjerovima. Strojarska ulica čini sjeverni privoz, dok Vukovarska ulica čini istočni i zapadni privoz. Na zapadnom i istočnom privozu prometuju tramvajske linije koje su od ostalog prometa fizički odvojene. Sjeverni privoz, označen prometnim znakom B02 (obavezno zaustavljanje vozila), sastoji se od jednog kolnika sa dva smjera kretanja ukupne širine 10 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan prometni trak za desno skretanje širine 3 metra, te jedan prometni trak za lijevo skretanje širine 3 metra. Zapadni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 30 metara. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od dva prometna traka za ravno i širine 3,25 metara te prometnog traka za lijevo širine 3,25 metara. Istočni

privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 34 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od prometnog traka za desno skretanje širine 3,25 metara, dva prometna traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Sa svake strane svih privoza nalaze se pješačke površine čije širine variraju, a s obe strane istočnog privoza i biciklističke staze širine od 1 do 2 metra.

Vidljivost oznaka na kolniku i stanje kolnika u raskrižju na zadovoljavajućoj je razini. Sva vertikalna signalizacija je postavljena na odgovarajući način te je osigurana preglednost na svim privozima.



**Slika 9. Prikaz raskrižja Strojarске ulice i Vukovarske ulice**

Izvor: [1]

### **2.1.8 Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica**

Raskrižje avenije Marina Držića i Vukovarske ulice (Slika 10.) četverokrako je raskrižje u razini kojim je dozvoljeno prometovanje u svim smjerovima. Avenija Marina Držića čini sjeverni i južni privoz, dok Vukovarska ulica čini istočni i zapadni privoz. Na svim privozima prometuju tramvajske linije koje su od ostalog prometa fizički odvojene. Sjeverni privoz, označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska), sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 36 metara. U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan odvojeni prometni trak za desno skretanje širine 5 metara, tri prometna traka za ravno širine 3,25 metara i jedan prometni trak za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Južni privoz sastoji se također od dva kolnika međusobno odvojena

razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 35 metara. Također je označen prometnim znakom B01 (nailazak na raskrižje sa cestom koja ima prednost prolaska). U smjeru kretanja prema raskrižju nalazi se jedan odvojeni prometni trak za desno skretanje širine 5 metara, tri prometna traka za ravno širine 3,25 metra i jedan prometna traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Zapadni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 35 metara. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od prometnog traka za ravno i desno skretanje širine 3,25 metara, dva prometna traka za ravno širine 3,25 metara te dva prometna traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Istočni privoz sastoji se od dva kolnika međusobno odvojena razdjelnim pojasom na kojemu se nalaze tračnice za vozila javnog gradskog prijevoza. Ukupna širina privoza iznosi 33 metra. Kolnik u smjeru kretanja prema raskrižju sastoji se od prometnog traka za ravno i desno skretanje širine 3,25 metara, dva prometna traka za ravno širine po 3,25 metara te jednoga prometnog traka za lijevo skretanje širine 3,25 metara. Sa svake strane svih privoza nalaze se pješačke površine čije širine variraju, te su dijeljene sa biciklistima.

Vidljivost oznaka na kolniku i stanje kolnika u raskrižju na zadovoljavajućoj je razini. Sva vertikalna signalizacija je postavljena na odgovarajući način te je osigurana preglednost na svim privozima.



**Slika 10. Prikaz raskrižja avenije Marina Držića i Vukovarske ulice**

Izvor: [1]

## 2.2 Analiza signalnih planova raskrižja na području obuhvata

Na semaforiziranom raskrižju prometni tokovi vremenski se razdvajaju. Semaforizacijom se može povećati propusna moć raskrižja te stupanj sigurnost ukoliko su signalni planovi izrađeni prema pravilima strukture te ako se redovito ažuriraju. Osim geometrijskih i prometnih uvjeta, ulazne veličine za analizu semaforiziranog raskrižja su: duljina trajanja ciklusa, broj i raspored odvijanja faza, zelena svjetla, zaštitna međuvremena, tip upravljanja prometom te minimalna zelena vremena za pješake [5].

Ciklus predstavlja vrijeme u kojemu su se izmijenili svi signalni pojmovi do povratka na početni pojam. Prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama, signalni pojam može imati šest stanja, a to su: zeleno, žuto, crveno, žuto –crveno, treptajuće žuto i treptajuće zeleno. Zeleno svjetlo označava slobodan prolaz, crveno svjetlo definira zabranu prolaska, dok samostalno žuto svjetlo znači da vozilo ne smije prijeći crtu zaustavljanja niti smije ući u raskrižje ukoliko se vozilo nalazi na takvoj udaljenosti da se može sigurno zaustaviti u trenutku paljenja žutog svjetla. Žuto svjetlo, upaljeno istodobno s crvenim svjetlom označava skorbu promjenu svjetla i pojavu zelenog svjetla, ali ne mijenja zabranu prolaska koja je dana crvenim svjetlom. Žuto treptavo svjetlo obvezuje sve sudionike u prometu da se kreću uz povećan oprez. Zeleno treptavo svjetlo služi za upozorenje sudionika u prometu na skori prestanak slobodnog prolaska i na pojavu žutog, odnosno crvenog svjetla [4,6].

Faza je dio ciklusa u kojem pojedini prometni tokovi imaju istovremeno slobodan prolaz, a svaka faza sastoji se od zelenog i zaštitnog vremena [7].

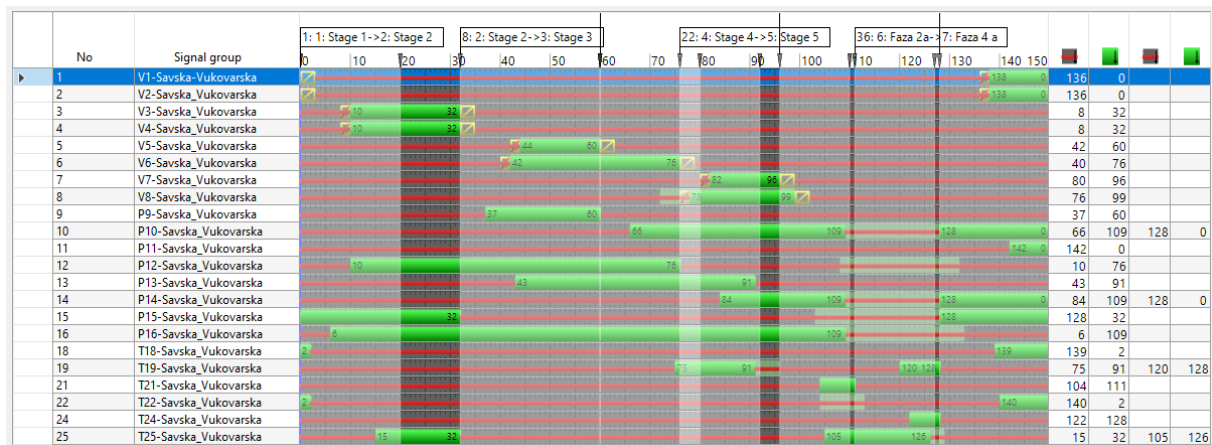
Vremenski period između kraja i početka zelenih svjetala signalnih skupina koje su u koliziji naziva se zaštitno vrijeme. Svrha zaštitnog vremena je da omogućiti sigurno pražnjenje raskrižja, odnosno da vozila koja su ušla u raskrižje na kraju zelenog vremena sigurno napuste to raskrižje [4].

Signalni plan je grafički prikaz trajanja svjetlosnih signalnih pojmova koji se još naziva i plan izmjene signala. Prema signalnom planu može se vidjeti redosljed odvijanja faza u ciklusu, smjer kretanja vozila za koje se odnosi pojedina faza, trajanje žutog i crvenog svjetla za pojedinu skupinu vozila, i sl. [8].

Upravljanje prometnim svjetlima na raskrižjima može biti: vremenski ustaljeno upravljanje, upravljanje polu-ovisno i potpuno ovisno o prometu. Kod vremenski ustaljenog upravljanja svi elementi signalnog plana imaju unaprijed određenu vremensku duljinu trajanja ciklusa, slijeda faza, zelenih vremena pojedinih signalnih grupa, intervala i prijelaznih vremena. Upravljanje polu-ovisno o prometu upotrebljava se na raskrižjima gdje se promet na sporednom privozu pojavljuje samo povremeno te glavni pravac ima stalno zeleno, a putem detektora vozila na sporednim privozima najavljuju potrebu za zelenim svjetlom. Upravljanje potpuno ovisno o prometu omogućuje trenutnu prilagodbu signalnog programa prometnoj potražnji na način da su sva kretanja na raskrižju detektirana, te na temelju tih podataka programski algoritam upravlja prometnim svjetlima [7].

## 2.2.1 Savska cesta – Vukovarska ulica

Na raskrižju Savske ceste i Vukovarske ulice primjenjuje se signalni plan sa 5 različitih programa. Programi 1 i 4 imaju duljinu trajanja ciklusa od 100 sekundi, program 2 duljinu trajanja ciklusa od 110 sekundi, dok programi 3 i 5 imaju duljinu trajanja ciklusa od 150 sekundi. Program 1 primjenjuje se u vremenima od 18:00 h do 4:00 h te od 5:10 h do 6:00 h. Program 2 primjenjuje se u vremenima od 6:00 h do 7:00 h, od 9:30 h do 12:00 h, te od 16:30 h do 18:00 h. Program 3 primjenjuje se u vremenu od 7:00 h do 9:30 h. Program 4 primjenjuje se u vremenu od 4:00 h do 5:10 h. Program 5 primjenjuje se u vremenu od 12:00 h do 16:30 h. Signalni plan programa 2 prikazan je Slikom 11.



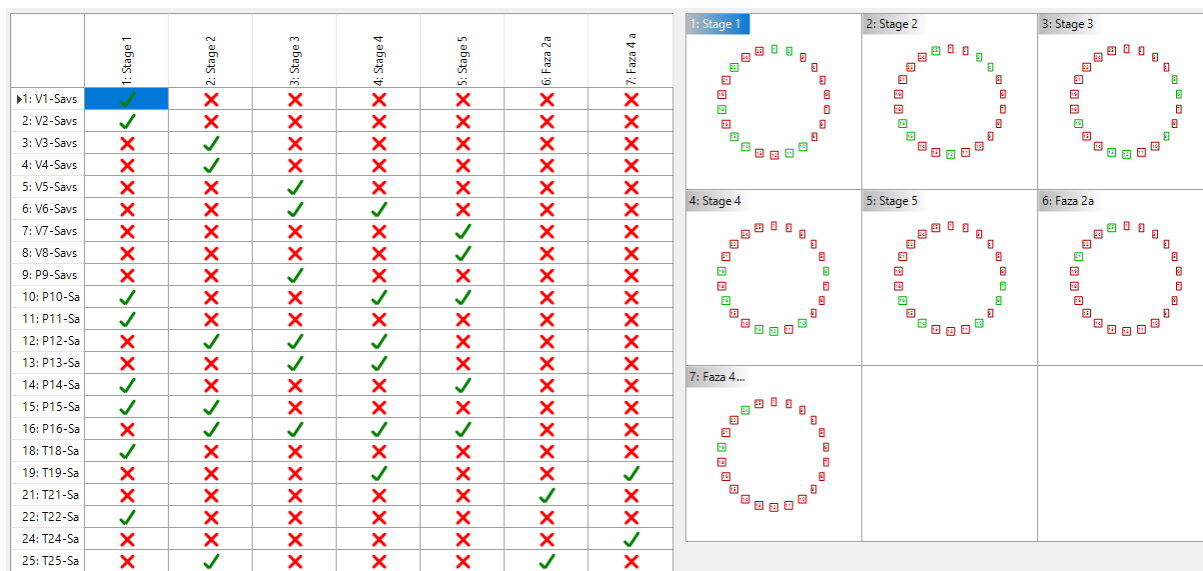
Slika 11. Prikaz signalnoga plana na raskrižju Savske ceste i Vukovarske ulice

Izvor: izradio autor

Signalni plan raskrižja Savske ceste i Vukovarske ulice sastoji se od 25 signalnih grupa, od čega je 8 vozačkih, 8 pješačkih i 9 tramvajskih. Promet se na raskrižju odvija u 7 faza (Slika 12.):

- 1. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V2;
  - Pješačke signalne grupe: P10, P11, P14, P15;
  - Tramvajske signalne grupe: T18, T22;
- 2. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V3, V4;
  - Pješačke signalne grupe: P12, P15, P16;
  - Tramvajske signalne grupe: T25;
- 3. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V5, V6;
  - Pješačke signalne grupe: P9, P12, P16;
  - Tramvajske signalne grupe: /

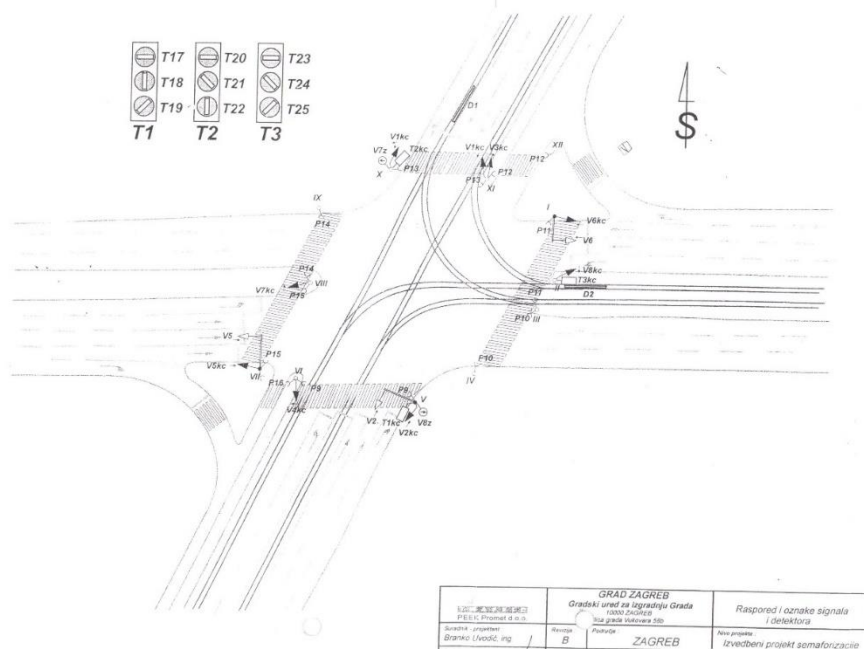
- 4. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V6;
  - Pješačke signalne grupe: P10, P12, P13, P16;
  - Tramvajske signalne grupe: T19
- 5. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V7, V8;
  - Pješačke signalne grupe: P10, P14, P16;
  - Tramvajske signalne grupe: /
- 6. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: /
  - Pješačke signalne grupe: /
  - Tramvajske signalne grupe: T21, T25
- 7. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: /
  - Pješačke signalne grupe: /
  - Tramvajske signalne grupe: T19, T24.



**Slika 12. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Slikom 13. je prikazana vanjska situacija semaforizacije raskrižja, a Slikom 14. matrica zaštitnih međuvremena.



**Slika 13. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica**

Izvor: Materijali tvrtke Peek promet

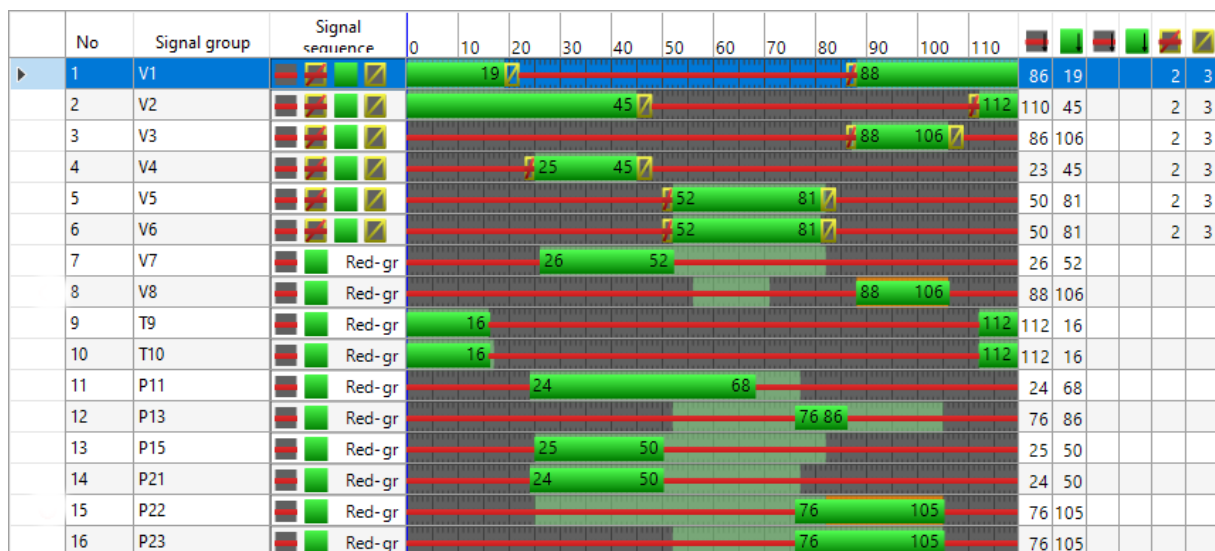
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	22	24	25		
1: V1-Savska-Vukovarska	6				6	10	5	8	8	11					7					7			6	
2: V2-Savska_Vukovarska				6		5	8	8	7	7			10						6	7			7	11
3: V3-Savska_Vukovarska		7				7	7	6	7	10				11				5	7	2			8	
4: V4-Savska_Vukovarska		7				5	9	7	5	5					10								6	5
5: V5-Savska_Vukovarska		6	8	9	7					6		6				7		7	5			6	3	
6: V6-Savska_Vukovarska		8	6	7	9				6									6		8	8		6	
7: V7-Savska_Vukovarska		5	5	9	7		9					7					8			8	5		9	
8: V8-Savska_Vukovarska		5	5	6	9	9				10		4	12			4		5		8	5		6	
9: P9-Savska_Vukovarska		14	18		16				12									4	5		5	5	6	
10: P10-Savska_Vukovarska					10														14	15		14	13	
11: P11-Savska_Vukovarska							16	14	14											14	13		14	15
12: P12-Savska_Vukovarska			6					6																
13: P13-Savska_Vukovarska			14		13																			
14: P14-Savska_Vukovarska					10		10																	
15: P15-Savska_Vukovarska						12		14	14															
16: P16-Savska_Vukovarska		5																						
18: T18-Savska_Vukovarska				8		7	10	9	9	5				14									9	
19: T19-Savska_Vukovarska			9	10		8				5		14												
21: T21-Savska_Vukovarska		10	10	10			8	9	10			14		4				9	9				11	
22: T22-Savska_Vukovarska					8	12	8	9	8	14				8									9	
24: T24-Savska_Vukovarska		10	10	9	14	14			5	18		9							11		9	12		
25: T25-Savska_Vukovarska							10	8	9			9		11										

**Slika 14. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

## 2.2.2 Koranska ulica – Vukovarska ulica

Na raskrižju Koranske ulice i Vukovarske ulice primjenjuje se signalni plan sa 5 različitih programa. Program 1 ima duljinu trajanja ciklusa od 125 sekundi, programi 2 i 4 duljinu trajanja ciklusa od 110 sekundi, dok programi 3 i 5 imaju duljinu trajanja ciklusa od 120 sekundi. Program 1 primjenjuje se u vremenu od 06:00 h do 09:00 h. Program 2 primjenjuje se u vremenu od 09:00 h do 14:00 h, program 3 primjenjuje se u vremenu od 14:00 h do 15:30 h. Program 4 primjenjuje se u vremenu od 17:00 h do 6:00 h. Program 5 primjenjuje se u vremenu od 15:30 h do 17:00 h. Signalni plan programa 5 prikazan je Slikom 15.



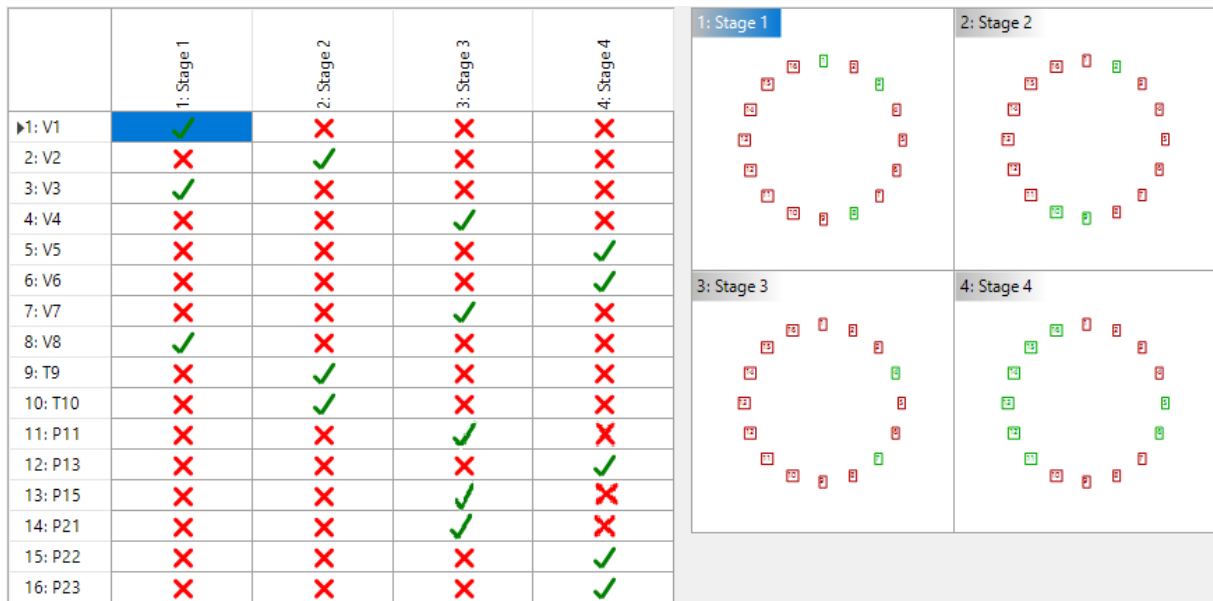
**Slika 15. Prikaz signalnoga plana na raskrižju Koranske ulice i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Signalni plan raskrižja Savske ceste i Vukovarske ulice sastoji se od 16 signalnih grupa, od čega je 8 vozačkih, 6 pješačkih i 2 tramvajske. Promet se na raskrižju odvija u 7 faza (Slika 16.):

- 1. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V3, V8;
  - Pješačke signalne grupe: /;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 2. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V2;
  - Pješačke signalne grupe: /;
  - Tramvajske signalne grupe: T9, T10;
- 3. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V4, V7;
  - Pješačke signalne grupe: P11, P15, P21;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 4. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V5, V6;
  - Pješačke signalne grupe: P13, P22, P23;
  - Tramvajske signalne grupe: /

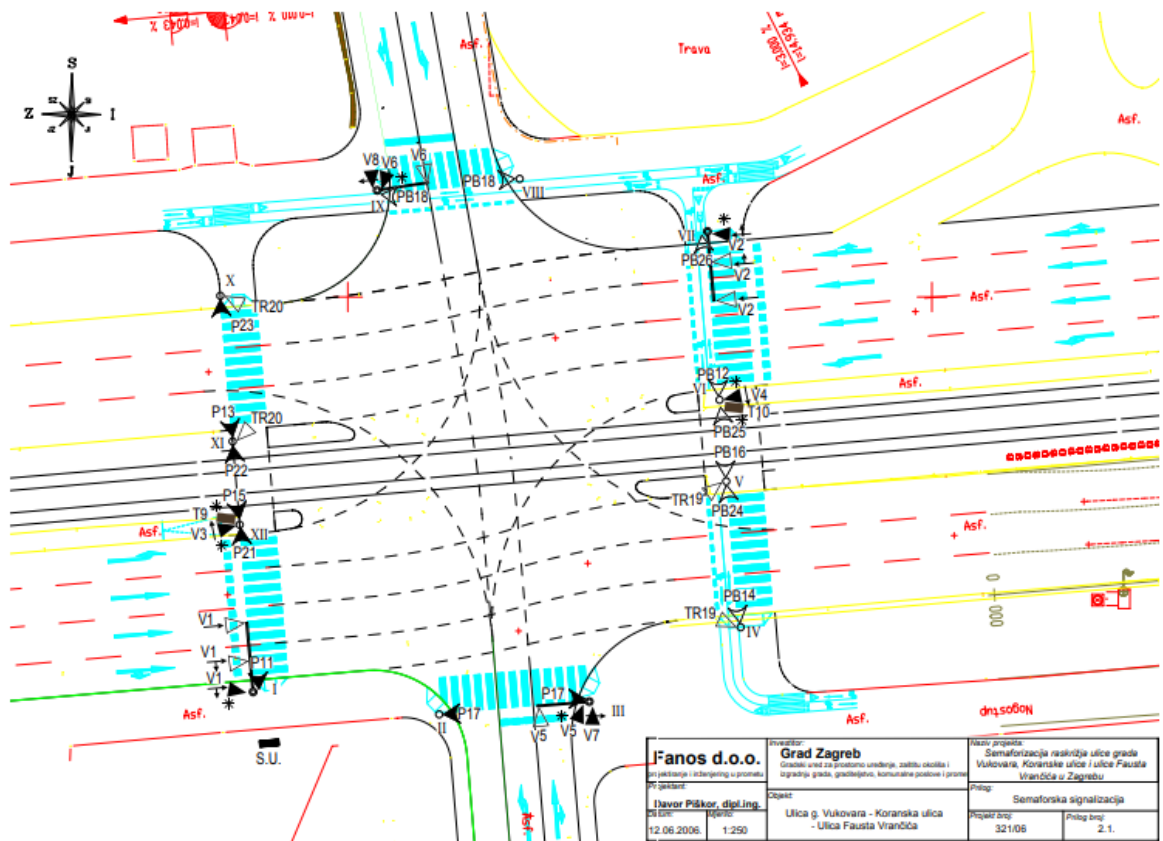




Slika 16. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Slikom 17. je prikazana vanjska situacija semaforizacije raskrižja, a Slikom 18. matrica zaštitnih međuvremena.



Slika 17. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica

Izvor: Materijali tvrtke Fanos

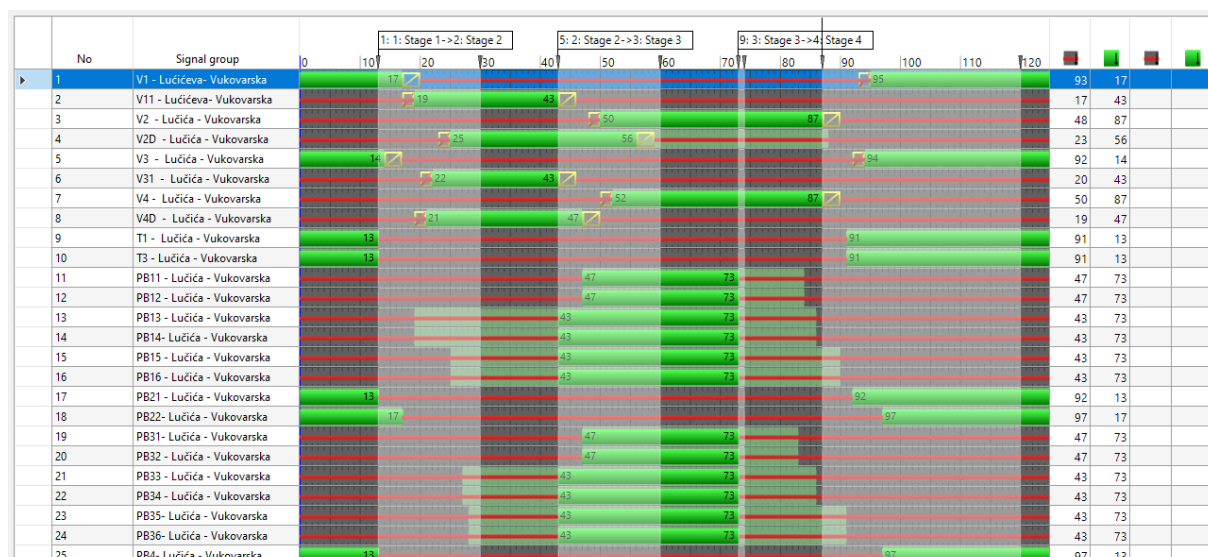
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1: V1				6	7	6	7				5			5		
2: V2			6		6	7		7				7				7
3: V3		6			6	7			6	6	5			5		
4: V4	6				7	6			6	6						
5: V5	6	7	6	6					7	6						
6: V6	7	6	6	6					6	7						
7: V7	6															
8: V8		6											5		5	
9: T9			8	9	7	7							9		9	
10: T10			9	8	7	7										
11: P11	11		11													
12: P13		7														
13: P15								6	6							
14: P21	11		11													
15: P22								6	6							
16: P23		7														

Slika 18. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

### 2.2.3 Ulica Ivana Lucića – Vukovarska ulica

Na raskrižju ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice primjenjuje se signalni plan sa 5 različitih programa. Program 1 ima duljinu trajanja ciklusa od 125 sekundi, programi 2 i 4 duljinu trajanja ciklusa od 110 sekundi, dok programi 3 i 5 imaju duljinu trajanja ciklusa od 120 sekundi. Program 1 primjenjuje se u vremenu od 06:00 h do 09:00 h. Program 2 primjenjuje se u vremenu od 09:00 h do 14:00 h, program 3 primjenjuje se u vremenu od 14:00 h do 15:30 h. Program 4 primjenjuje se u vremenu od 17:00 h do 6:00 h. Program 5 primjenjuje se u vremenu od 15:30 h do 17:00 h. Signalni plan programa 5 prikazan je Slikom 19.

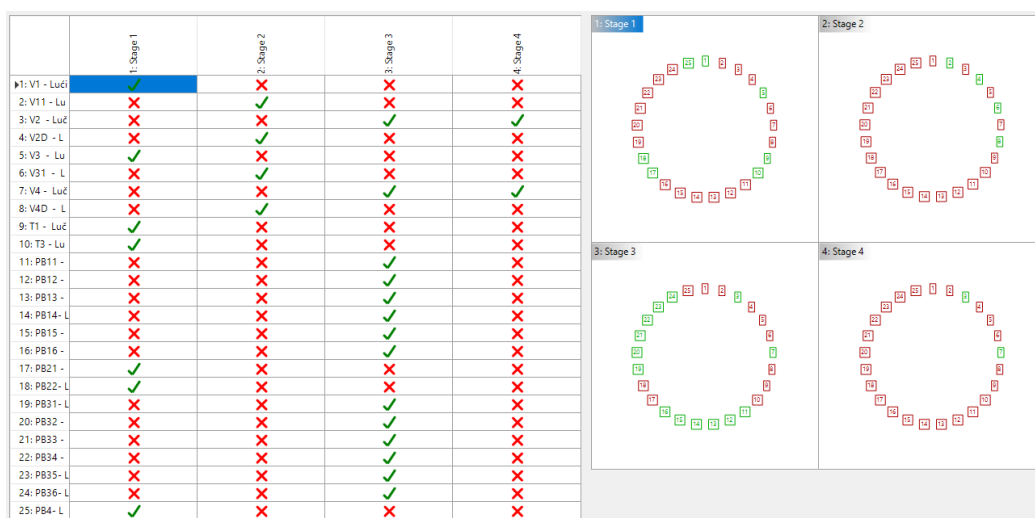


Slika 19. Prikaz signalnoga plana na raskrižju ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice

Izvor: izradio autor

Signalni plan raskrižja ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice sastoji se od 25 signalnih grupa, od čega je 8 vozačkih, 15 pješačkih i 2 tramvajske. Promet se na raskrižju odvija u 4 faze (Slika 20.):

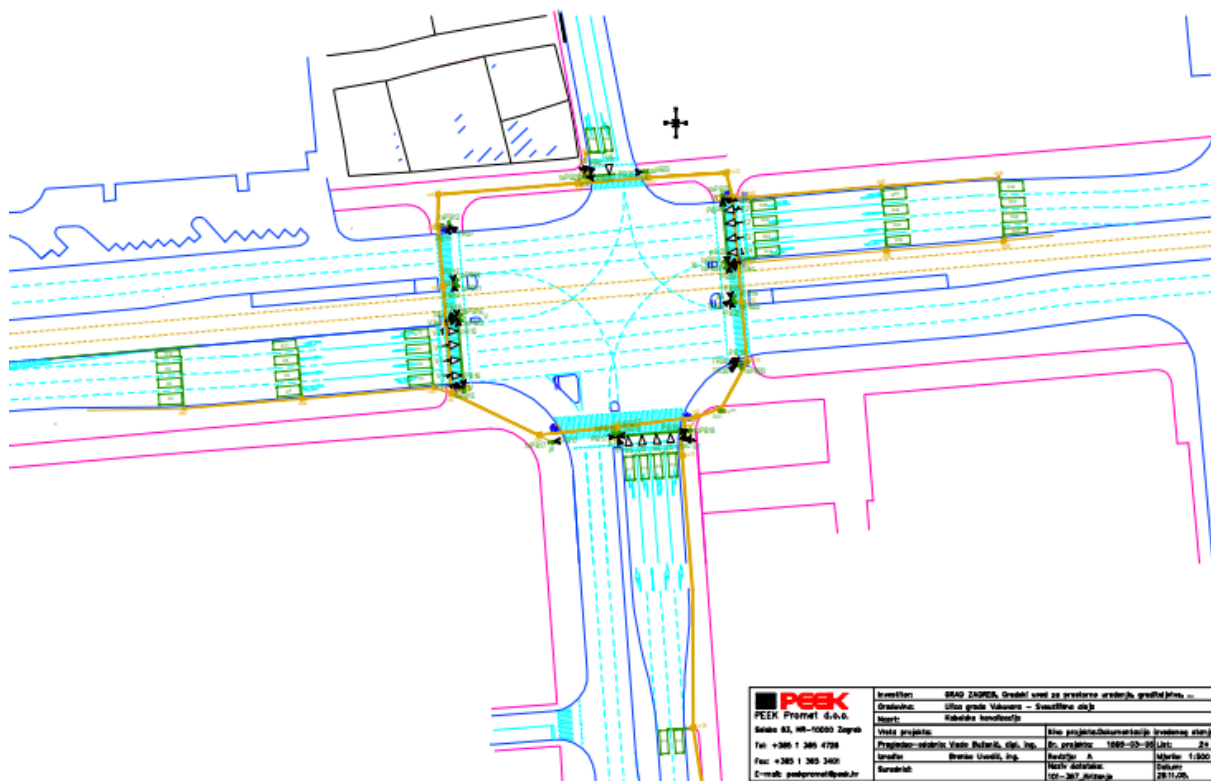
- 1. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V3;
  - Pješačke signalne grupe: PB21, PB22, PB4;
  - Tramvajske signalne grupe: T1, T3;
- 2. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V2D, V31, V4D;
  - Pješačke signalne grupe: /;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 3. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V2, V4;
  - Pješačke signalne grupe: PB11, PB12, PB13, PB14, PB15, PB16, PB31, PB32, PB33, PB34, PB35, PB36;
  - Tramvajske signalne grupe: /
- 4. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V2, V4;
  - Pješačke signalne grupe: /;
  - Tramvajske signalne grupe: /



Slika 20. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju ulica Ivana Lucića – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Slikom 21. je prikazana vanjska situacija semaforizacije raskrižja, a Slikom 22. matrica zaštitnih međuvremena.



Slika 21. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju ulica Ivana Lucića – Vukovarska ulica

Izvor: Materijali tvrtke Peek promet

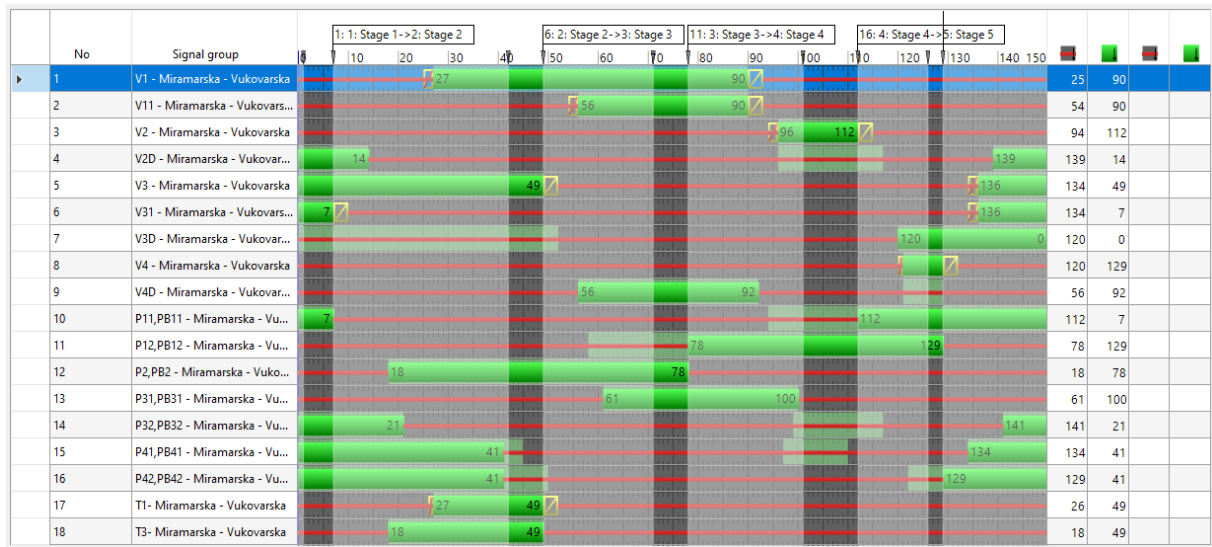
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1: V1 - Lučićeva- Vukova			8	8		5	6					4	4											11	11	
2: V11 - Lučićeva- Vukov			7		10		9		4	4	4	4														12
3: V2 - Lučića - Vukovar	5	5			7	5			9	4	4						5									10
4: V2D - Lučića - Vukov	3																4									
5: V3 - Lučića - Vukovar		5	5				6	6							11	11			4	4						
6: V31 - Lučića - Vukov	9		6				6		5	4								11	4	4						
7: V4 - Lučića - Vukovar	8	5			5	6			4	4								10								4
8: V4D - Lučića - Vukov			3																							4
9: T1 - Lučića - Vukovars		6	8			9	9							6	6						14	14				
10: T3 - Lučića - Vukovar		6	7			6	7						6	6							14	14				
11: PB11 - Lučića - Vuko	11	11																								
12: PB12 - Lučića - Vuko	11	11																								
13: PB13 - Lučića - Vuko										5	4															
14: PB14 - Lučića - Vukov										5	4															
15: PB15 - Lučića - Vuko					4																					
16: PB16 - Lučića - Vuko					4																					
17: PB21 - Lučića - Vuko			12	12																						
18: PB22 - Lučića - Vukov						5	5																			
19: PB31 - Lučića - Vukov					11	11																				
20: PB32 - Lučića - Vuko					11	11																				
21: PB33 - Lučića - Vuko									4	5																
22: PB34 - Lučića - Vuko									4	5																
23: PB35 - Lučića - Vukov	4																									
24: PB36 - Lučića - Vukov	4																									
25: PB4 - Lučića - Vukova		4	4				8	8																		

Slika 22. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju ulica Ivana Lucića – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

## 2.2.4 Miramarska cesta – Vukovarska Ulica

Na raskrižju Miramarske ceste i Vukovarske ulice primjenjuje se signalni plan sa 5 različitih programa. Program 1 ima duljinu trajanja ciklusa od 125 sekundi, programi 2 i 4 duljinu trajanja ciklusa od 110 sekundi, dok programi 3 i 5 imaju duljinu trajanja ciklusa od 120 sekundi. Program 1 primjenjuje se u vremenu od 06:00 h do 09:00 h. Program 2 primjenjuje se u vremenu od 09:00 h do 14:00 h, program 3 primjenjuje se u vremenu od 14:00 h do 15:30 h. Program 4 primjenjuje se u vremenu od 17:00 h do 6:00 h. Program 5 primjenjuje se u vremenu od 15:30 h do 17:00 h. Signalni plan programa 5 prikazan je Slikom 23.



Slika 23. Prikaz signalnoga plana na raskrižju Miramarske ceste i Vukovarske ulice

Izvor: izradio autor

Signalni plan raskrižja Miramarske ceste i Vukovarske ulice sastoji se od 18 signalnih grupa, od čega je 9 vozačkih, 7 pješačkih i 2 tramvajske. Promet se na raskrižju odvija u 5 faza (Slika 24.):

- 1. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V2D, V3, V31;
  - Pješačke signalne grupe: P11, P32, P41, P42;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 2. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V3;
  - Pješačke signalne grupe: P2;
  - Tramvajske signalne grupe: T1, T3;
- 3. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V11, V4D;

- Pješačke signalne grupe: P2, P31;
- Tramvajske signalne grupe: /
- 4. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V2;
  - Pješačke signalne grupe: P12;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 5. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V3D, V4;
  - Pješačke signalne grupe: P11, P12;
  - Tramvajske signalne grupe: /

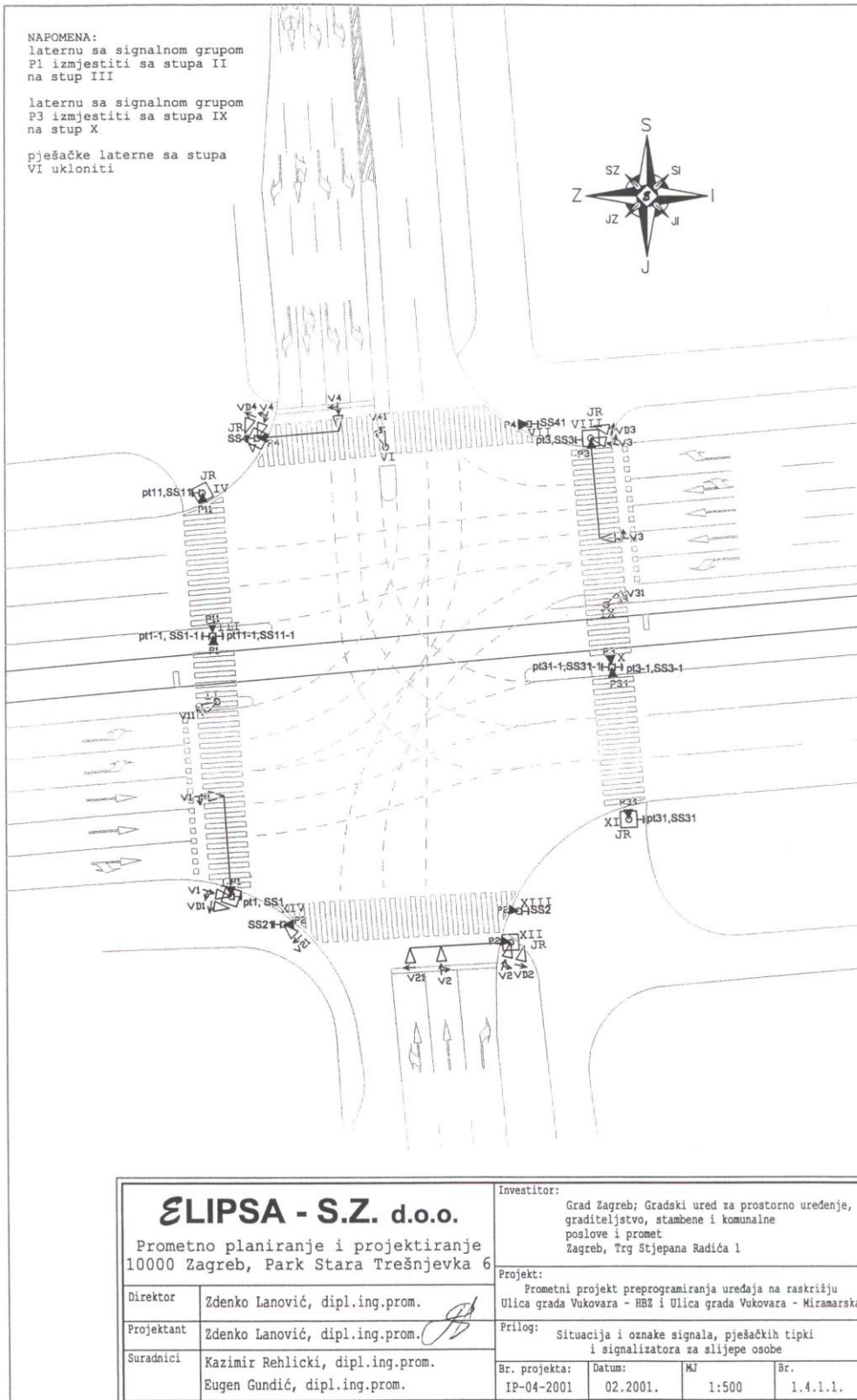
	1: Stage 1	2: Stage 2	3: Stage 3	4: Stage 4	5: Stage 5
►1: V1 - Mir	✗	✓	✓	✗	✗
2: V11 - Mi	✗	✗	✓	✗	✗
3: V2 - Mir	✗	✗	✗	✓	✗
4: V2D - M	✓	✗	✗	✗	✗
5: V3 - Mir	✓	✓	✗	✗	✗
6: V31 - Mi	✓	✗	✗	✗	✗
7: V3D - M	✗	✗	✗	✗	✓
8: V4 - Mir	✗	✗	✗	✗	✓
9: V4D - M	✗	✗	✓	✗	✗
10: P11, PB	✓	✗	✗	✗	✓
11: P12, PB	✗	✗	✗	✓	✓
12: P2, PB2	✗	✓	✓	✗	✗
13: P31, PB	✗	✗	✓	✗	✗
14: P32, PB	✓	✗	✗	✗	✗
15: P41, PB	✓	✗	✗	✗	✗
16: P42, PB	✓	✗	✗	✗	✗
17: T1 - Mir	✗	✓	✗	✗	✗
18: T3 - Mir	✗	✓	✗	✗	✗

Slika 24. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Slikom 25. je prikazana vanjska situacija semaforizacije raskrižja, a Slikom 26. matrica zaštitnih međuvremena.



Slika 25. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: Materijali tvrtke Elipsa – S.Z.

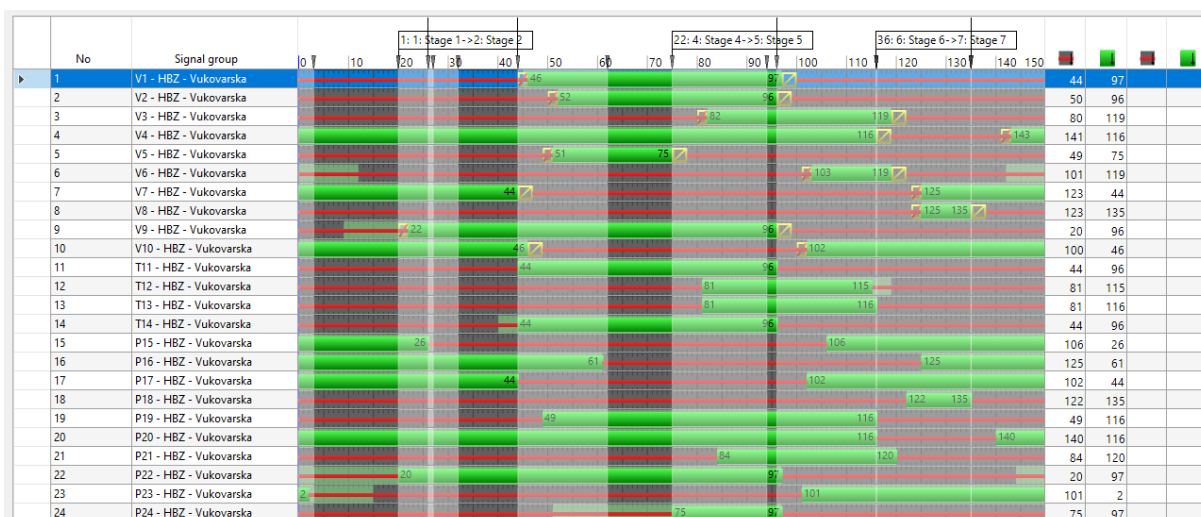
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
►1: V1 - Miramarska - Vuk			6	6		6		6		4				9				
2: V11 - Miramarska - Vu			6		8		8	6		4						11	5	5
3: V2 - Miramarska - Vuk	6	6			8	6	8	9	9			5				10	5	5
4: V2D - Miramarska - V	4							4				4						
5: V3 - Miramarska - Vuk		6	6					7	7		9		5					
6: V31 - Miramarska - Vu	9		7					6				11	4				5	5
7: V3D - Miramarska - V		4	4										4					
8: V4 - Miramarska - Vuk	8	6	10	10	6	7						10		12	5		5	5
9: V4D - Miramarska - V			4		4										5			
10: P11,PB11 - Miramars	20	20															20	11
11: P12,PB12 - Miramars					7													
12: P2,PB2 - Miramarska			18	18		14		13										
13: P31,PB31 - Miramars					20	20	20										11	20
14: P32,PB32 - Miramars	6							4										
15: P41,PB41 - Miramars								11	11									
16: P42,PB42 - Miramars		6	6															
17: T1 - Miramarska - Vu		6	6			7		7		6			12					
18: T3 - Miramarska - Vu		7	6			7		7		12			6					

Slika 26. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

## 2.2.5 Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica

Na raskrižju ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice primjenjuje se signalni plan sa 5 različitih programa. Program 1 ima duljinu trajanja ciklusa od 125 sekundi, programi 2 i 4 duljinu trajanja ciklusa od 110 sekundi, dok programi 3 i 5 imaju duljinu trajanja ciklusa od 150 sekundi. Program 1 primjenjuje se u vremenu od 06:00 h do 09:00 h. Program 2 primjenjuje se u vremenu od 09:00 h do 14:00 h, program 3 primjenjuje se u vremenu od 14:00 h do 15:30 h. Program 4 primjenjuje se u vremenu od 17:00 h do 6:00 h. Program 5 primjenjuje se u vremenu od 15:30 h do 17:00 h. Signalni plan programa 5 prikazan je Slikom 27.



Slika 27. Prikaz signalnoga plana na raskrižju ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice

Izvor: izradio autor



Signalni plan raskrižja ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice sastoji se od 24 signalne grupe, od čega je 10 vozačkih, 10 pješačkih i 4 tramvajske. Promet se na raskrižju odvija u 7 faza (Slika 28).

- 1. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V4, V7, V10;
  - Pješačke signalne grupe: P15, P16, P17, P20;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 2. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V4, V7, V9, V10;
  - Pješačke signalne grupe: P15, P16, P17, P20, P22;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 3. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V4, V7, V9, V10;
  - Pješačke signalne grupe: P16, P17, P20, P22;
  - Tramvajske signalne grupe: /
- 4. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V2, V4, V5, V9;
  - Pješačke signalne grupe: P19, P20, P22;
  - Tramvajske signalne grupe: T11, T14;
- 5. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V2, V3, V4, V9;
  - Pješačke signalne grupe: P19, P20, P21, P22, P24;
  - Tramvajske signalne grupe: T11, T12, T13, T14;
- 6. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V3, V4, V6, V10;
  - Pješačke signalne grupe: P17, P19, P20, P21, P23;
  - Tramvajske signalne grupe: T13;
- 7. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V7, V8, V10;
  - Pješačke signalne grupe: P15, P16, P17, P18, P23;

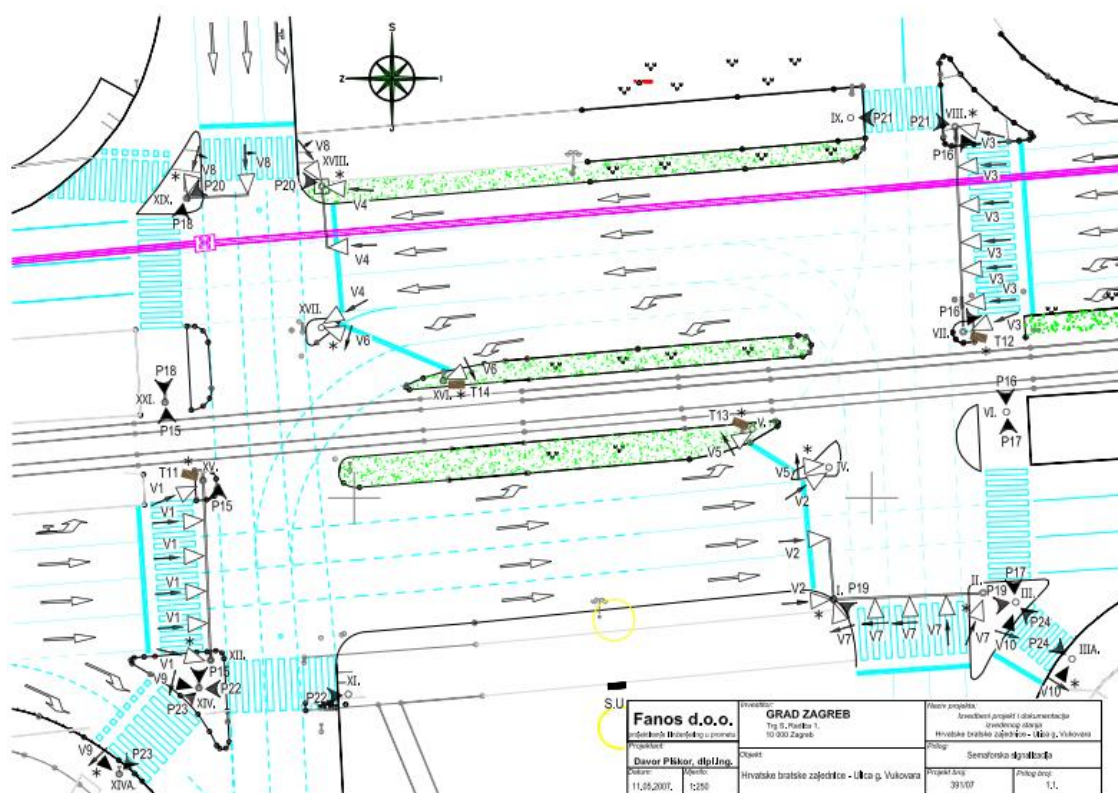
- Tramvajske signalne grupe: /.

	1: Stage 1	2: Stage 2	3: Stage 3	4: Stage 4	5: Stage 5	6: Stage 6	7: Stage 7
1: V1 - HB	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
2: V2 - HB	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
3: V3 - HB	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
4: V4 - HB	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗
5: V5 - HB	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
6: V6 - HB	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
7: V7 - HB	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
8: V8 - HB	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓
9: V9 - HB	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓
10: V10 - H	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓
11: T11 - H	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
12: T12 - H	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
13: T13 - H	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
14: T14 - H	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
15: P15 - H	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
16: P16 - H	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
17: P17 - H	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓
18: P18 - H	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
19: P19 - H	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
20: P20 - H	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
21: P21 - H	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
22: P22 - H	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓
23: P23 - H	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
24: P24 - H	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗

Slika 28. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Slikom 29. je prikazana vanjska situacija semaforizacije raskrižja, a Slikom 30. matrica zaštitnih međuvremena.



Slika 29. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica

Izvor: Materijali tvrtke Fanos

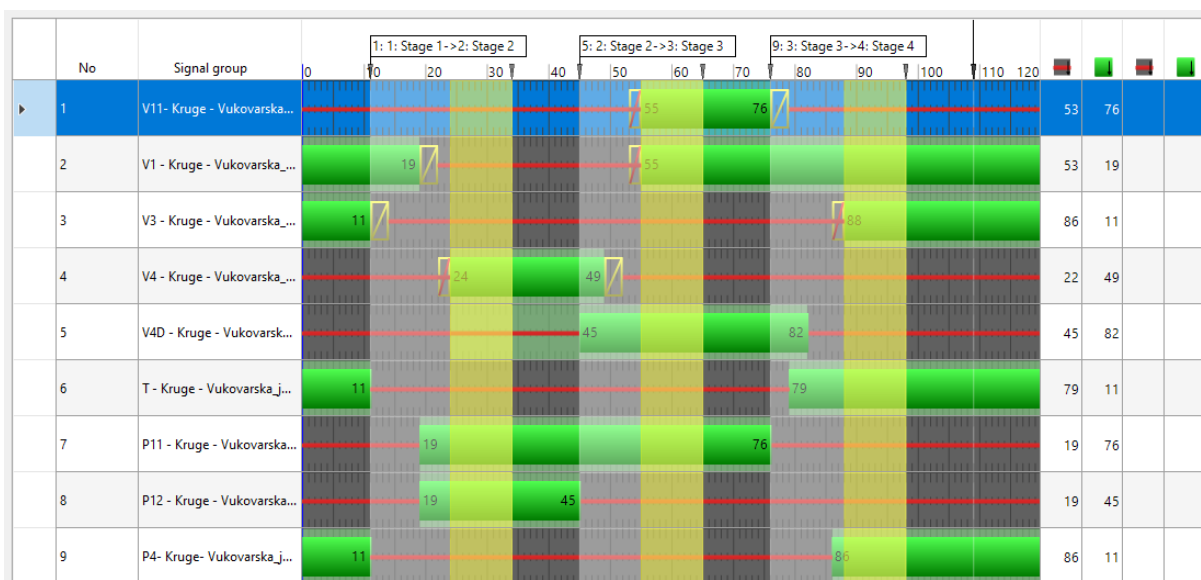
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1: V1 - HBZ - Vukovarska						6		6							5									
2: V2 - HBZ - Vukovarska							6			6							6							
3: V3 - HBZ - Vukovarska					6			6			6					5								
4: V4 - HBZ - Vukovarska								6										6						
5: V5 - HBZ - Vukovarska			7				6				6	6									9			
6: V6 - HBZ - Vukovarska	6							6	9		6			6								8		
7: V7 - HBZ - Vukovarska		6	8		7							8	8					5			10			
8: V8 - HBZ - Vukovarska	8			6	7				10		8			8						5		9		
9: V9 - HBZ - Vukovarska						6		6															5	
10: V10 - HBZ - Vukovar		6																						5
11: T11 - HBZ - Vukovars						7		6								6								
12: T12 - HBZ - Vukovars					7		6										6							
13: T13 - HBZ - Vukovars					7		6										9							
14: T14 - HBZ - Vukovars						7		6																
15: P15 - HBZ - Vukovars	19										18			14										
16: P16 - HBZ - Vukovars			21									19	14											
17: P17 - HBZ - Vukovars		8																						
18: P18 - HBZ - Vukovars				8																				
19: P19 - HBZ - Vukovars							9																	
20: P20 - HBZ - Vukovars								9																
21: P21 - HBZ - Vukovars					5		5																	
22: P22 - HBZ - Vukovars						6		5																
23: P23 - HBZ - Vukovars									7															
24: P24 - HBZ - Vukovars										5														

Slika 30. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

## 2.2.6 Ulica Kruge – Vukovarska ulica

Na raskrižju ulice Kruge i Vukovarske ulice primjenjuje se signalni plan sa 3 različita programa. Program 1 ima duljinu trajanja ciklusa od 125 sekundi, program 2 duljinu trajanja ciklusa od 110 sekundi, dok programi 3 ima duljinu trajanja ciklusa od 120 sekundi. Program 1 primjenjuje se u vremenu od 06:00 h do 09:00 h. Program 2 primjenjuje se u vremenu od 09:00 h do 14:00 h te od 17:00 h do 6:00 h. Program 3 primjenjuje se u vremenu od 14:00 h do 15:30 h te 15:30 h do 17:00 h. Signalni plan programa 3 prikazan je Slikom 31.

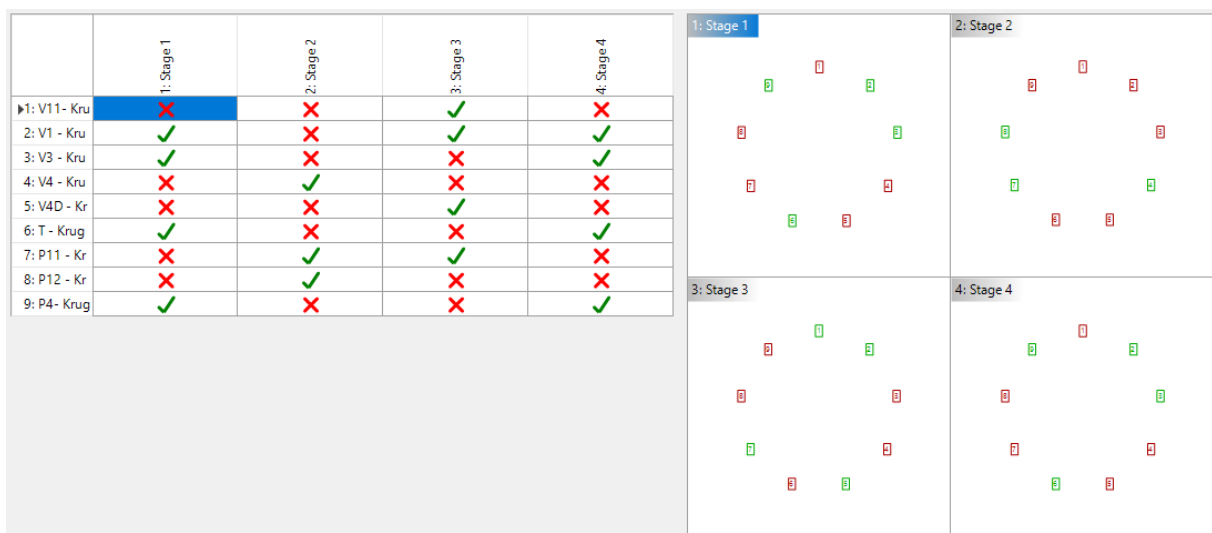


Slika 31. Prikaz signalnoga plana na raskrižju ulice Kruge i Vukovarske ulice

Izvor: izradio autor

Signalni plan raskrižja ulice Kruge i Vukovarske ulice sastoji se od 9 signalnih grupa, od čega je 5 vozačkih, 3 pješačke i jedna tramvajska. Promet se na raskrižju odvija u 4 faze (Slika 32.).

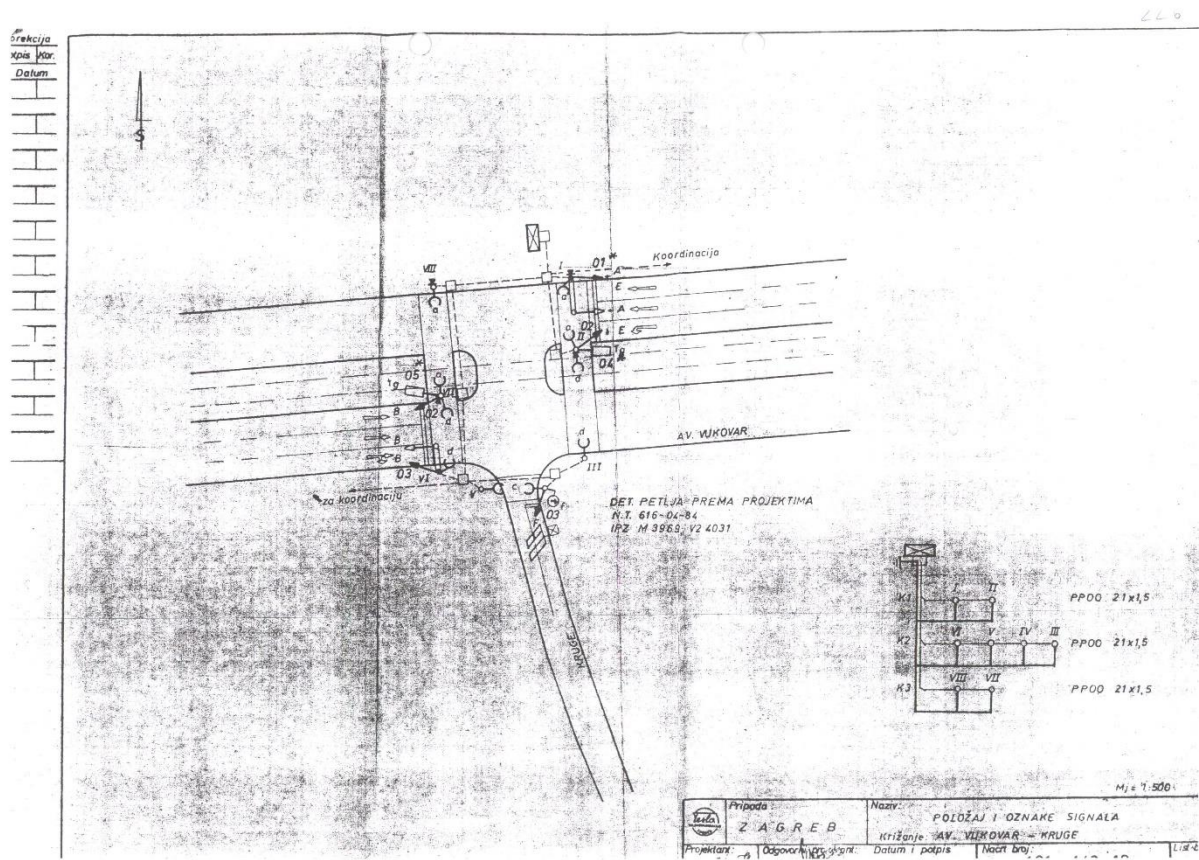
- 1. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V3;
  - Pješačke signalne grupe: P4,;
  - Tramvajske signalne grupe: T;
- 2. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V4;
  - Pješačke signalne grupe: P11, P12;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 3. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V11, V1, V4D;
  - Pješačke signalne grupe: P11;
  - Tramvajske signalne grupe: /
- 4. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V3;
  - Pješačke signalne grupe: P4;
  - Tramvajske signalne grupe: T



**Slika 32. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju ulica Kruge – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Slikom 33. je prikazana vanjska situacija semaforizacije raskrižja, a Slikom 34. matrica zaštitnih međuvremena.



Slika 33. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju ulica Kruge – Vukovarska ulica

Izvor: Materijali ureda za promet grada Zagreba

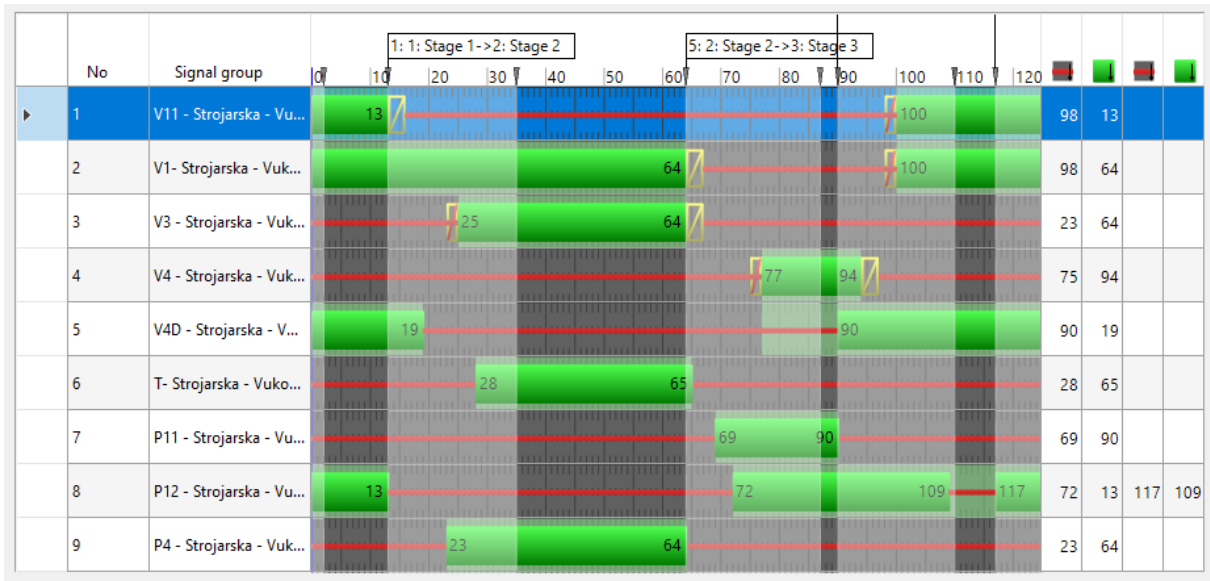
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
►1: V11- Kruge - Vukovars			9	5		3		4	10
2: V1 - Kruge - Vukovars				5				0	
3: V3 - Kruge - Vukovars	5			6	6		8		
4: V4 - Kruge - Vukovars	5	6	5			3			4
5: V4D - Kruge - Vukovar			4						4
6: T - Kruge - Vukovarsk	7			6				8	
7: P11 - Kruge - Vukovar			12						
8: P12 - Kruge - Vukovar	10	10				15			
9: P4- Kruge- Vukovarsk	8			13	13				

Slika 34. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju ulica Kruge – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

## 2.2.7 Strojarska ulica – Vukovarska ulica

Na raskrižju Strojarske ulice i Vukovarske ulice primjenjuje se signalni plan sa 5 različitih programa. Program 1 ima duljinu trajanja ciklusa od 125 sekundi, programi 2 i 4 duljinu trajanja ciklusa od 110 sekundi, dok programi 3 i 5 imaju duljinu trajanja ciklusa od 120 sekundi. Program 1 primjenjuje se u vremenu od 06:00 h do 09:00 h. Program 2 primjenjuje se u vremenu od 09:00 h do 14:00 h, program 3 primjenjuje se u vremenu od 14:00 h do 15:30 h. Program 4 primjenjuje se u vremenu od 17:00 h do 6:00 h. Program 5 primjenjuje se u vremenu od 15:30 h do 17:00 h. Signalni program 5 prikazan je Slikom 35.



**Slika 35. Prikaz signalnoga plana na raskrižju Strojarske ulice i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Signalni plan raskrižja Strojarske ulice i Vukovarske ulice sastoji se od 9 signalnih grupa, od čega je 5 vozačkih, 3 pješačke i jedna tramvajska. Promet se na raskrižju odvija u 4 faze (Slika 36.).

- 1. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V11, V1, V4D;
  - Pješačke signalne grupe: P12;
  - Tramvajske signalne grupe: /;
- 2. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V3;
  - Pješačke signalne grupe: P4;
  - Tramvajske signalne grupe: T;
- 3. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V4;

- Pješačke signalne grupe: P11, P12;
- Tramvajske signalne grupe: /
- 4. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V11, V1, V4D;
  - Pješačke signalne grupe: /;
  - Tramvajske signalne grupe: /.

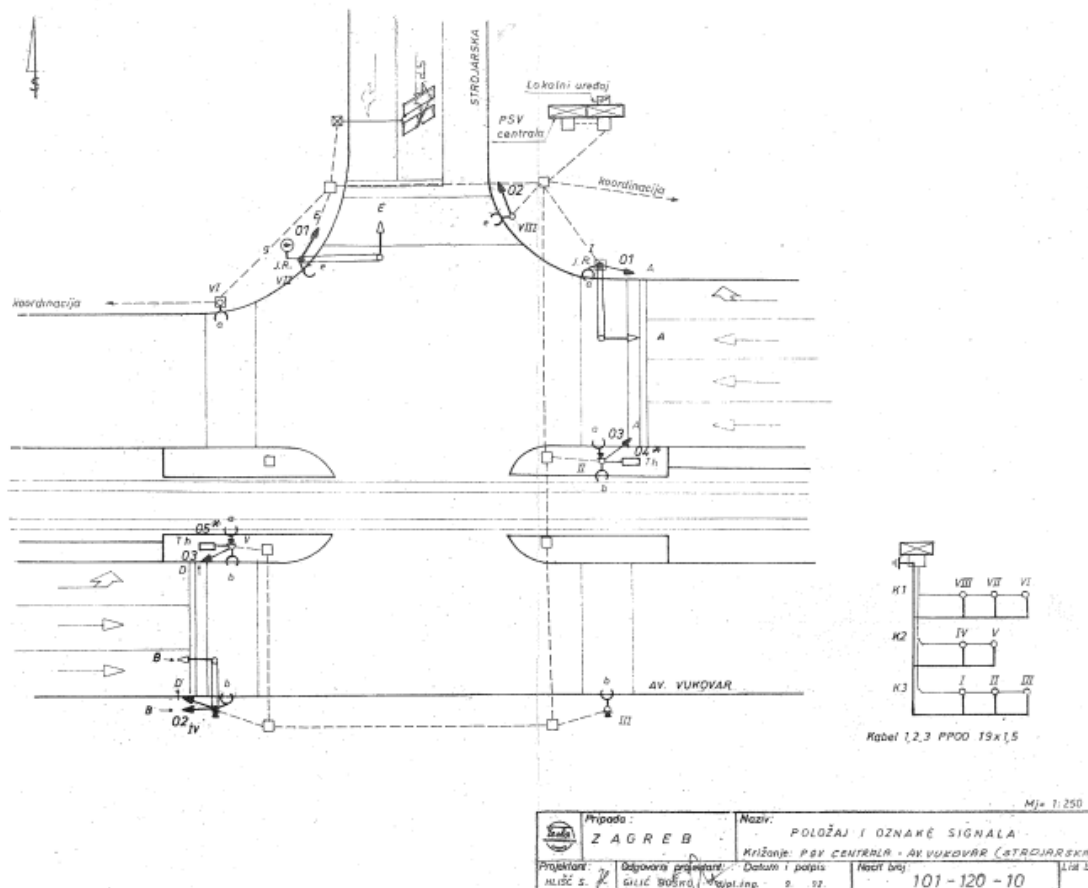
	1: Stage 1	2: Stage 2	3: Stage 3	4: Stage 4
1: V11 - Str	✓	✗	✗	✓
2: V1 - Stroj	✓	✓	✗	✓
3: V3 - Stro	✗	✓	✗	✗
4: V4 - Stro	✗	✗	✓	✗
5: V4D - St	✓	✗	✗	✓
6: T - Stroja	✗	✓	✗	✗
7: P11 - Str	✗	✗	✓	✗
8: P12 - Str	✓	✗	✓	✗
9: P4 - Stro	✗	✓	✗	✗

**Slika 36. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju Strojarska ulica – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Slikom 37. je prikazana vanjska situacija semaforizacije raskrižja, a Slikom 38. matrica zaštitnih međuvremena.



Slika 37. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju Strojarska ulica – Vukovarska ulica

Izvor: Materijali ureda za promet grada Zagreba

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
►1: V11 - Strojarska - Vuk			9	5		3	4		10
2: V1 - Strojarska - Vukov				5			5		
3: V3 - Strojarska - Vuk	5			5				8	
4: V4 - Strojarska - Vuko	5	6	5			3			4
5: V4D - Strojarska - Vuk			4						4
6: T - Strojarska - Vukova	7			6				7	
7: P11 - Strojarska - Vuk	10	10							
8: P12 - Strojarska - Vuk			12			15			
9: P4 - Strojarska - Vuko	8			13	13				

Slika 38. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Strojarska ulica – Vukovarska ulica

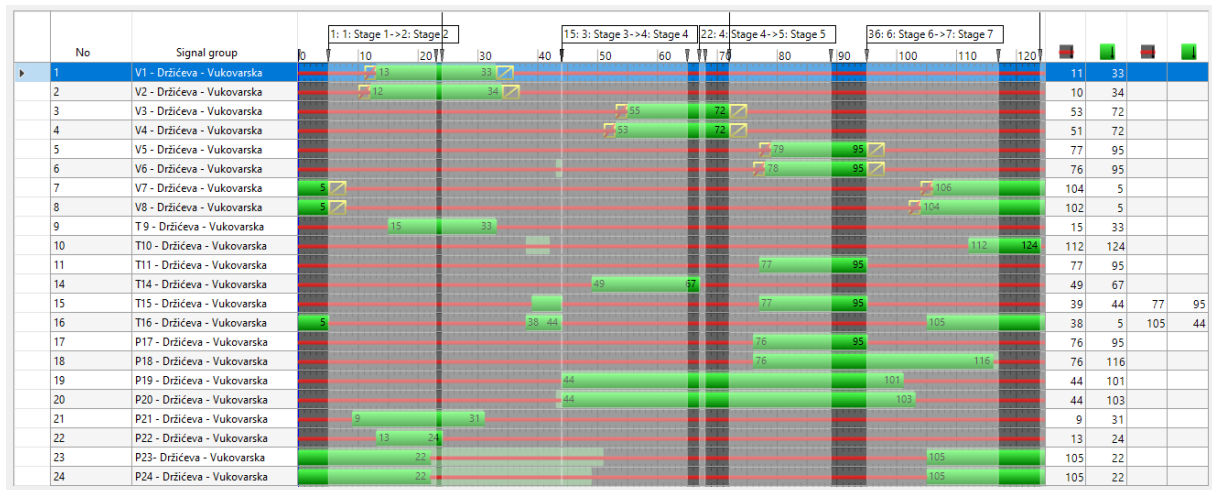
Izvor: izradio autor

## 2.2.8 Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica

Na raskrižju avenije Marina Držića i Vukovarske ulice primjenjuje se signalni plan sa 5 različitih programa. Program 1 ima duljinu trajanja ciklusa od 125 sekundi, programi 2 i 4 duljinu trajanja ciklusa od 110 sekundi, dok programi 3 i 5 imaju duljinu trajanja ciklusa od 120



sekundi. Program 1 primjenjuje se u vremenu od 06:00 h do 09:00 h. Program 2 primjenjuje se u vremenu od 09:00 h do 14:00 h, program 3 primjenjuje se u vremenu od 14:00 h do 15:30 h. Program 4 primjenjuje se u vremenu od 17:00 h do 6:00 h. Program 5 primjenjuje se u vremenu od 15:30 h do 17:00 h. Signalni plan programa 5 prikazan je Slikom 39.



Slika 39. Prikaz signalnoga plana na raskrižju avenije Marina Držića i Vukovarske ulice

Izvor: izradio autor

Signalni plan raskrižja avenije Marina Držića i Vukovarske ulice sastoji se od 22 signalne grupe, od čega je 8 vozačkih, 8 pješačkih i 6 tramvajskih. Promet se na raskrižju odvija u 7 faza (Slika 40.).

- 1. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V7, V8;
  - Pješačke signalne grupe: P23, P24;
  - Tramvajske signalne grupe: T16;
- 2. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V1, V2;
  - Pješačke signalne grupe: P21, P22;
  - Tramvajske signalne grupe: T9;
- 3. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: /;
  - Pješačke signalne grupe: /;
  - Tramvajske signalne grupe: T15, T16
- 4. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V3, V4;

- Pješačke signalne grupe: P19, P20;
- Tramvajske signalne grupe: T14;
- 5. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V3, V4;
  - Pješačke signalne grupe: P19, P20;
  - Tramvajske signalne grupe: /
- 6. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V5, V6;
  - Pješačke signalne grupe: P17, P18, P19, P20;
  - Tramvajske signalne grupe: T11, T15
- 7. Faza:
  - Vozačke signalne grupe: V7, V8;
  - Pješačke signalne grupe: P23, P24;
  - Tramvajske signalne grupe: T10, T16.

	1: Stage 1	2: Stage 2	3: Stage 3	4: Stage 4	5: Stage 5	6: Stage 6	7: Stage 7
1: V1 - Drži	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
2: V2 - Drži	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
3: V3 - Drži	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
4: V4 - Drži	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
5: V5 - Drži	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
6: V6 - Drži	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
7: V7 - Drži	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
8: V8 - Drži	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓
9: T9 - Drž	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
10: T10 - D	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
11: T11 - D	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
14: T14 - D	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
15: T15 - D	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗
16: T16 - D	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
17: P17 - D	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
18: P18 - D	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
19: P19 - D	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
20: P20 - D	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
21: P21 - D	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
22: P22 - D	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
23: P23 - Dr	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓
24: P24 - D	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓

1: Stage 1

2: Stage 2

3: Stage 3

4: Stage 4

5: Stage 5

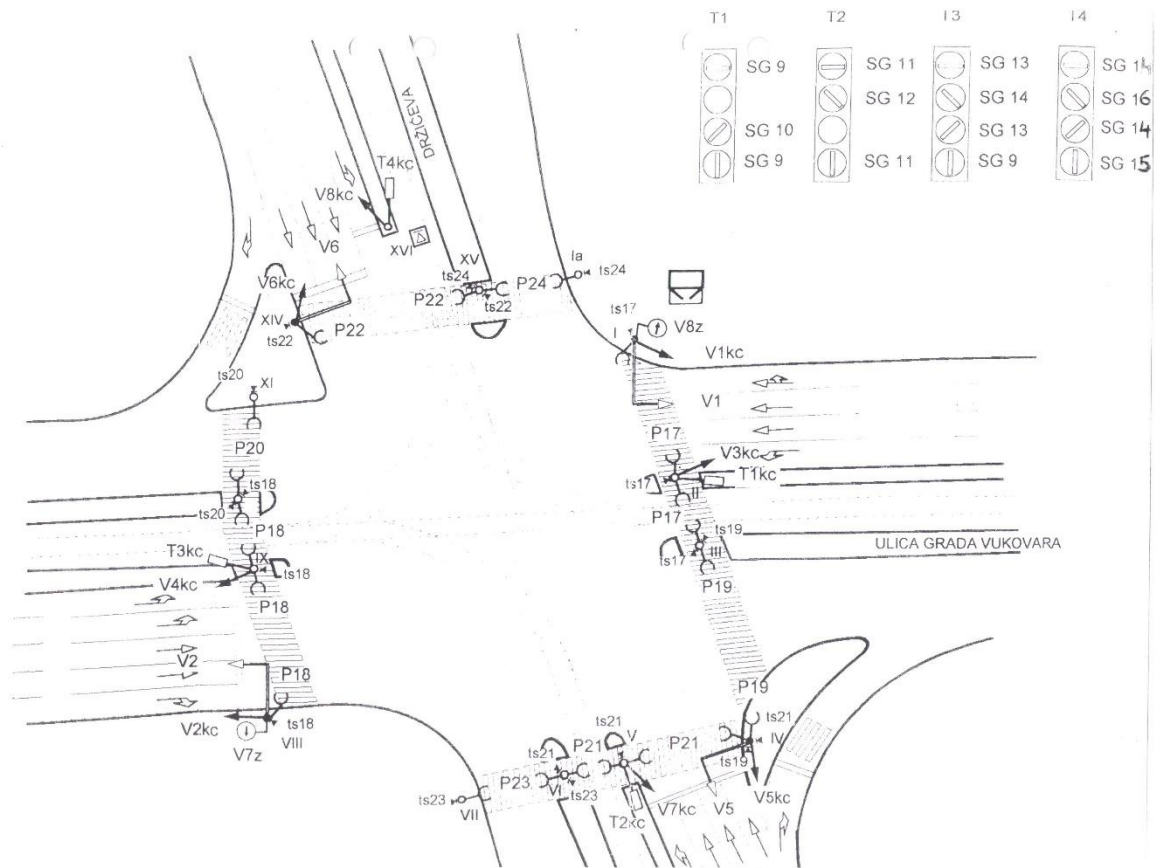
6: Stage 6

7: Stage 7

**Slika 40. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju avenija Marina Držića – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Slikom 41. je prikazana vanjska situacija semaforizacije raskrižja, a Slikom 42. matrica zaštitnih međuvremena.



**Slika 41. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju avenija Marina Držića – Vukovarska ulica**

Izvor: Materijali ureda za promet grada Zagreba

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1: V1 - Držićeva - Vukov				6	6	6	6	6		5	5	5	5	5	5			10					
2: V2 - Držićeva - Vukov			6		7	6	6	6		5	5		5			5	10						
3: V3 - Držićeva - Vukov		6			6	6	6	6	5	5	5		5	5	4							11	
4: V4 - Držićeva - Vukov	9				7	6	6	6	5	5	5		5	5		4							12
5: V5 - Držićeva - Vukov	7	6	6	6				6	5	5				5									10
6: V6 - Držićeva - Vukov	6	6	6	6			6		5			5									5	10	
7: V7 - Držićeva - Vukov	8	6	6	7		8			6		5	8	5					13	4				
8: V8 - Držićeva - Vukov	6	7	7	6	10				6		5	5	5				13				5		
9: T9 - Držićeva - Vukov			7	8	5	10	7	7			5	7	5	5	7	15							
10: T10 - Držićeva - Vuk	8		7	6	5						5	7			7							14	
11: T11 - Držićeva - Vuk	12	6	9	9			7	8	8	12		13		10						7		15	
14: T14 - Držićeva - Vuk	8					9	6	9	6	8	5		10	10		7						8	
15: T15 - Držićeva - Vuk	8	11	11	9			11	9	8			5										16	8
16: T16 - Držićeva - Vuk	8		11	8	12				10		6	5			15							8	
17: P17 - Držićeva - Vuk	17		18						17	17				8									
18: P18 - Držićeva - Vuk		20		20					20			10											
19: P19 - Držićeva - Vuk		4						3															
20: P20 - Držićeva - Vuk								3															
21: P21 - Držićeva - Vuk					17		18				17		8										
22: P22 - Držićeva - Vuk						16		16		10	6	15	15	14									
23: P23 - Držićeva - Vuko			4			3																	
24: P24 - Držićeva - Vuk				4	4																		

**Slika 42. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

### 2.3 Analiza prometnih tokova na području obuhvata

Za detaljan uvid o kretanju prometnih tokova potrebno je analizirati prometno opterećenje na predmetnom koridoru. Prometno opterećenje može se definirati kao broj vozila koja prođu promatranim presjekom ceste u određenom vremenskom periodu. Utvrđivanje prometnog opterećenja postiže se brojanjem prometa. Brojanje prometa obavlja se radi prometnog i urbanističkog planiranja, planiranja perspektive prometne mreže većeg ili manjeg područja, reorganizacije prometnih tokova, izgradnje novih pravaca ili eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže [9].

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Podatci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutnačku sliku dinamike prometnih tokova. Ti podatci se mogu sastojati od informacija kao što su: prometna opterećenja na cestovnim prometnicama, struktura prometnog toka, brzina kretanja vozila u prometnom toku, razmak između vozila u prometnom toku, smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži, vršna opterećenja u određenim vremenskim rasponima i slično [2].

Postojeća podjela načina brojanja prometa je [2]:

- ručno,
- automatsko,
- kamerom,
- naplatno,
- satelitsko,
- brojanje vozila prevezenih trajektima,
- brojanje na parkirališnim površinama.

Podaci dobiveni brojanjem prometa nakon njihove obrade i analize predstavljaju stvarnu trenutnu sliku dinamike prometnih tokova. Na temelju tih podataka dobiva se točna slika o prometnim zahtjevima unutar zone obrade. Ti podaci sadrže informacije kao što su [2]:

- prometna opterećenja na cestovnim prometnicama,
- strukturu prometnog toka,
- brzinu kretanja vozila u prometnom toku,
- razmak između vozila u prometnom toku,
- smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži,
- vršna opterećenja u određenim vremenskim intervalima i sl.

Kako bi se dobili podatci o prometnim tokovima na odabranom koridoru izvršeno je ručno statično brojanje na četiri raskrižja koridora sa najvećim prometnim opterećenjem. Odabrana raskrižja su raskrižje Savske ceste i Vukovarske ulice, raskrižje Miramarske ceste i Vukovarske ulice, raskrižje ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice te raskrižje Avenije Marina Držića i Vukovarske ulice. Brojanje je izvršeno za svaki smjer kretanja u pojedinom raskrižju za jutarnji (od 7:00 h do 9:00 h) i popodnevni vršni sat (od 15:00 h do

17:00 h). Vozila su se brojala prema kategorijama kako bi se dobile ekvivalentne automobilske jedinice. Sva brojanja su izvršena u veljači i ožujku 2024. godine.

### 2.3.1 Savska cesta – Vukovarska ulica

Na Slici 43. prikazani su rezultati brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h, dok Slika 44. prikazuje rezultate jutarnjeg vršnog opterećenja od 8:00 h do 9:00 h. Na slikama je prikazan broj vozila podijeljen u kategorije prema njihovom smjeru kretanja te prema petnaestominutnim intervalima. Privozi su označeni brojevima 1 do 4, te su označeni na grafičkom prikazu prometnih opterećenja.

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	12	0-15'	45	4	1	0	0	0	0	0
		15-30'	42	6	2	0	0	0	0	0
		30-45'	39	7	8	0	1	0	0	0
		45-60'	42	6	1	1	0	0	0	0
		ukupno	168	23	12	1	1	0	0	0
	EJA	168	34,5	24	2	0,7	0	0	0	0
sveukupno voz		205								
sveukupno EJA		229								
7:00 - 8:00	13	0-15'	250	9	1	1	3	0	0	0
		15-30'	246	10	1	0	3	0	0	0
		30-45'	285	6	3	0	3	0	0	0
		45-60'	245	7	2	0	5	0	0	0
		ukupno	1026	32	7	1	14	0	0	0
	EJA	1026	48	14	2	9,8	0	0	0	0
sveukupno voz		1080								
sveukupno EJA		1100								
7:00 - 8:00	14	0-15'	23	1	1	0	0	0	0	0
		15-30'	23	3	0	0	0	0	0	0
		30-45'	37	6	1	0	0	0	0	0
		45-60'	37	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	120	11	2	0	0	0	0	0
	EJA	120	16,5	4	0	0	0	0	0	0
sveukupno voz		133								
sveukupno EJA		141								
7:00 - 8:00	31	0-15'	131	13	1	2	2	0	0	0
		15-30'	217	21	2	1	1	0	0	0
		30-45'	195	15	0	0	2	0	0	0
		45-60'	227	7	3	0	1	0	0	0
		ukupno	770	56	6	3	6	0	0	0
	EJA	770	84	12	6	4,2	0	0	0	0
sveukupno voz		841								
sveukupno EJA		876								
7:00 - 8:00	32	0-15'	40	5	1	0	0	0	2	0
		15-30'	58	3	0	1	0	0	2	0
		30-45'	64	4	0	0	0	0	1	0
		45-60'	67	4	0	1	0	0	1	0
		ukupno	229	16	1	2	0	0	6	0
	EJA	229	24	2	4	0	0	15	0	
sveukupno voz		254								
sveukupno EJA		274								
7:00 - 8:00	34	0-15'	14	3	1	0	0	0	2	0
		15-30'	17	1	0	0	0	0	2	0
		30-45'	23	7	0	0	0	0	2	0
		45-60'	31	2	0	0	0	0	2	0
		ukupno	85	13	1	0	0	0	8	0
	EJA	85	19,5	2	0	0	0	20	0	
sveukupno voz		107								
sveukupno EJA		127								
7:00 - 8:00	21	0-15'	40	4	2	0	0	0	0	0
		15-30'	36	0	1	0	1	0	0	0
		30-45'	47	8	1	0	0	0	0	0
		45-60'	44	3	1	0	0	0	0	0
		ukupno	167	15	5	0	1	0	0	0
	EJA	167	22,5	10	0	0,7	0	0	0	
sveukupno voz		188								
sveukupno EJA		200								
7:00 - 8:00	23	0-15'	79	10	2	0	0	0	1	0
		15-30'	77	2	0	0	0	0	0	0
		30-45'	63	4	0	0	2	0	2	0
		45-60'	65	2	0	0	2	0	1	0
		ukupno	284	18	2	0	4	0	4	0
	EJA	284	27	4	0	2,8	0	10	0	
sveukupno voz		312								
sveukupno EJA		328								
7:00 - 8:00	24	0-15'	146	10	1	0	2	0	4	0
		15-30'	142	14	1	0	1	0	4	0
		30-45'	156	15	1	2	0	5	0	
		45-60'	135	17	2	0	3	0	6	0
		ukupno	579	56	5	1	8	0	19	0
	EJA	579	84	10	2	5,6	0	47,5	0	
sveukupno voz		668								
sveukupno EJA		728								
7:00 - 8:00	41	0-15'	4	1	1	0	0	0	0	0
		15-30'	9	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	8	0	1	0	0	0	0	0
		45-60'	9	1	1	0	0	0	0	0
		ukupno	30	2	3	0	0	0	0	0
	EJA	30	3	6	0	0	0	0	0	
sveukupno voz		35								
sveukupno EJA		39								
7:00 - 8:00	42	0-15'	65	9	1	0	0	0	6	0
		15-30'	130	7	5	0	1	0	5	0
		30-45'	109	11	2	0	0	0	5	0
		45-60'	127	13	2	1	1	0	4	0
		ukupno	431	40	10	1	2	0	20	0
	EJA	431	60	20	2	1,4	0	50	0	
sveukupno voz		504								
sveukupno EJA		564								
7:00 - 8:00	43	0-15'	45	3	0	0	0	0	5	0
		15-30'	66	1	1	1	0	0	2	0
		30-45'	68	7	0	1	0	0	3	0
		45-60'	82	7	2	0	4	0	2	0
		ukupno	261	18	3	2	4	0	12	0
	EJA	261	27	6	4	2,8	0	30	0	
sveukupno voz		300								
sveukupno EJA		331								

Slika 43. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	12	0-15'	45	9	0	0	0	0	0	0
		15-30'	50	7	1	1	0	0	0	0
		30-45'	54	8	2	0	0	0	0	0
		45-60'	53	10	0	1	1	0	0	0
		ukupno	202	34	3	2	1	0	0	0
	EJA	202	51	6	4	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		242								
sveukupno EJ		264								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	21	0-15'	70	6	1	0	0	0	0	0
		15-30'	74	7	0	0	1	0	0	0
		30-45'	75	11	1	0	0	0	0	0
		45-60'	65	12	0	1	1	0	0	0
		ukupno	284	36	2	1	2	0	0	0
	EJA	284	54	4	2	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		325								
sveukupno EJ		345								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	13	0-15'	258	9	0	0	5	0	0	0
		15-30'	226	11	1	2	0	0	0	0
		30-45'	222	14	0	0	4	0	0	0
		45-60'	213	16	3	0	2	0	0	0
		ukupno	919	50	4	2	11	0	0	0
	EJA	919	75	8	4	7,7	0	0	0	
sveukupno vo		986								
sveukupno EJ		1014								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	23	0-15'	100	4	0	0	0	0	1	0
		15-30'	87	3	0	0	0	0	1	0
		30-45'	64	5	0	0	0	0	1	0
		45-60'	76	12	0	0	1	0	2	0
		ukupno	327	24	0	0	1	0	5	0
	EJA	327	36	0	0,7	0	12,5	0	0	
sveukupno vo		357								
sveukupno EJ		376								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	14	0-15'	21	0	0	0	1	0	0	0
		15-30'	28	1	1	0	1	0	0	0
		30-45'	32	3	0	0	1	0	0	0
		45-60'	18	4	0	0	0	0	0	0
		ukupno	99	8	1	0	3	0	0	0
	EJA	99	12	2	0	2,1	0	0	0	
sveukupno vo		111								
sveukupno EJ		115								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	24	0-15'	139	9	2	0	5	0	7	0
		15-30'	159	14	2	1	1	0	6	0
		30-45'	129	12	0	0	2	0	5	0
		45-60'	143	18	1	0	4	0	9	0
		ukupno	570	53	5	1	12	0	27	0
	EJA	570	79,5	10	2	8,4	0	67,5	0	
sveukupno vo		668								
sveukupno EJ		737								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	31	0-15'	207	15	1	0	2	0	0	0
		15-30'	237	17	0	0	1	0	0	0
		30-45'	197	11	1	2	2	0	0	0
		45-60'	189	15	2	0	1	0	0	0
		ukupno	830	58	4	2	6	0	0	0
	EJA	830	87	8	4	4,2	0	0	0	
sveukupno vo		900								
sveukupno EJ		933,2								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	41	0-15'	11	1	0	0	1	0	0	0
		15-30'	8	0	0	0	1	0	0	0
		30-45'	6	1	1	0	1	0	0	0
		45-60'	9	0	1	0	0	0	0	0
		ukupno	34	2	2	0	3	0	0	0
	EJA	34	3	4	0	2,1	0	0	0	
sveukupno vo		41								
sveukupno EJ		43								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	32	0-15'	62	6	0	0	1	0	1	0
		15-30'	67	6	1	0	0	0	2	0
		30-45'	72	6	0	0	0	0	1	0
		45-60'	65	6	0	0	0	0	1	0
		ukupno	266	24	1	0	1	0	5	0
	EJA	266	36	2	0	0,7	0	12,5	0	
sveukupno vo		297								
sveukupno EJ		317								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	42	0-15'	118	4	1	1	1	0	5	0
		15-30'	109	4	2	3	0	0	5	0
		30-45'	126	18	3	2	2	0	6	0
		45-60'	137	9	5	1	0	0	8	0
		ukupno	490	35	11	7	3	0	24	0
	EJA	490	52,5	22	14	2,1	0	60	0	
sveukupno vo		570								
sveukupno EJ		641								

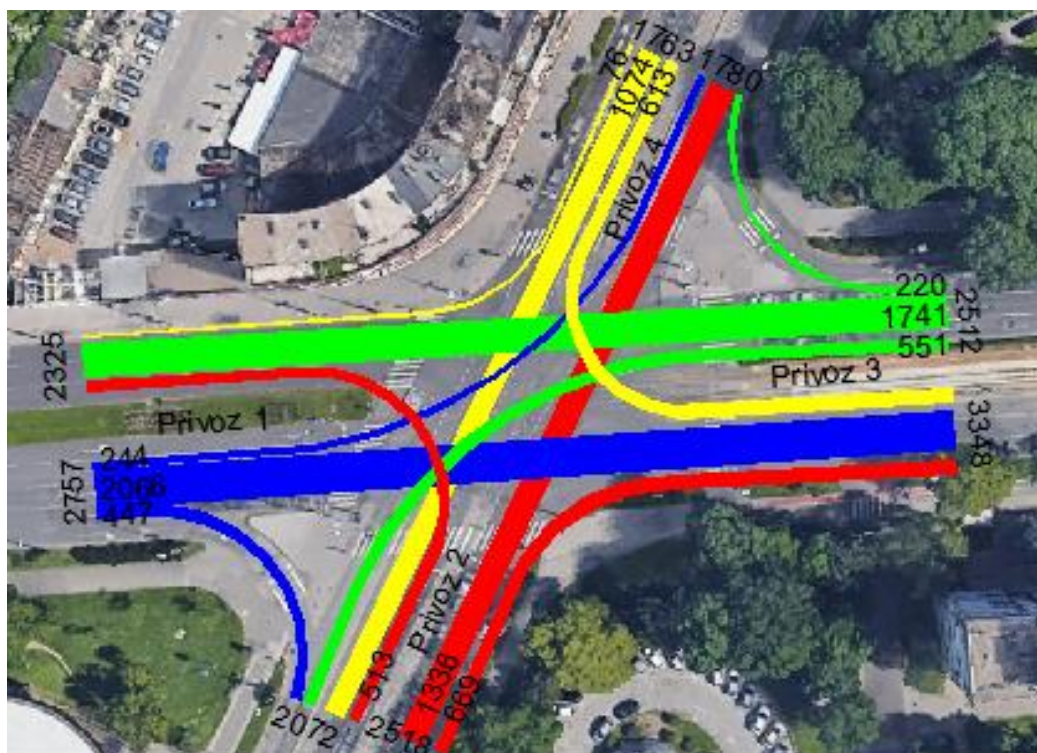
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	34	0-15'	28	3	0	1	1	0	2	0
		15-30'	26	3	1	0	0	0	2	0
		30-45'	16	3	0	0	0	0	3	0
		45-60'	19	2	0	0	0	0	3	0
		ukupno	89	11	1	1	1	0	10	0
	EJA	89	16,5	2	2	0,7	0	25	0	
sveukupno vo		113								
sveukupno EJ		135								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	43	0-15'	71	8	0	0	0	0	2	0
		15-30'	67	7	0	0	0	0	3	0
		30-45'	72	4	1	0	2	0	2	0
		45-60'	67	3	0	2	1	0	1	0
		ukupno	277	22	1	2	3	0	8	0
	EJA	277	33	2	4	2,1	0	20	0	
sveukupno vo		313								
sveukupno EJ		338								

Slika 44. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 8:00 h do 9:00 h na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Da bi se prometno opterećenje grafički prikazalo, izrađen je prikaz u programskom alatu Auto CAD za cijeli jutarnji vršni period. Grafički prikaz na Slici 45. prikazuje svaki prometni tok s pripadajućim brojem EJA jedinica za cijeli period na temelju čega je moguće donijeti zaključak koji su dominantni tokovi te o eventualnim problemima na raskrižju.



**Slika 45. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog opterećenja na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Vidljivo je kako je u jutarnjem vršnom opterećenju najopterećeniji privoz 1 sa opterećenjem od 2757 EJA, dok je najmanje opterećen privoz 4 sa opterećenjem od 1763 EJA. Privoz 1, privoz 2 i privoz 3 su poprilično ravnomjerno opterećeni. Može se zaključiti da su dominantni pravci kretanja vozila zapad – istok te istok – zapad.

Na Slici 46. prikazani su rezultati brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje u periodu od 15:00 h do 16:00 h, dok Slika 47. prikazuje rezultate popodnevnog vršnog opterećenja od 16:00 h do 17:00 h. Slike prikazuju broj vozila podijeljen u kategorije prema njihovom smjeru kretanja.

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	12	0-15'	90	9	1	1	1	0	0	0
		15-30'	79	13	0	0	3	0	0	0
		30-45'	57	13	1	2	2	0	0	0
		45-60'	93	6	2	0	2	0	0	0
		ukupno	319	41	4	3	8	0	0	0
	EJA	319	61,5	8	6	5,6	0	0	0	
	sveukupno vo	375								
sveukupno EJ	400									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	21	0-15'	79	11	0	1	1	0	0	0
		15-30'	46	4	1	0	1	0	0	0
		30-45'	63	8	0	0	1	0	0	0
		45-60'	80	3	0	0	4	0	0	0
		ukupno	268	26	1	1	7	0	0	0
	EJA	268	39	2	2	4,9	0	0	0	
	sveukupno vo	303								
sveukupno EJ	316									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	13	0-15'	190	12	1	1	5	0	0	0
		15-30'	184	5	3	0	1	0	0	0
		30-45'	188	17	4	0	5	0	0	0
		45-60'	200	9	1	0	7	0	0	0
		ukupno	762	43	9	1	18	0	0	0
	EJA	762	64,5	18	2	12,6	0	0	0	
	sveukupno vo	833								
sveukupno EJ	859									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	23	0-15'	45	5	0	0	1	0	2	0
		15-30'	39	5	0	0	0	0	1	0
		30-45'	66	8	0	0	1	0	2	0
		45-60'	76	6	1	1	0	0	1	0
		ukupno	226	24	1	1	2	0	6	0
	EJA	226	36	2	2	1,4	0	15	0	
	sveukupno vo	260								
sveukupno EJ	282									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	14	0-15'	13	0	0	0	3	0	0	0
		15-30'	12	2	0	0	1	0	0	0
		30-45'	29	0	0	0	1	0	0	0
		45-60'	13	2	0	0	0	0	0	0
		ukupno	67	4	0	0	5	0	0	0
	EJA	67	6	0	0	3,5	0	0	0	
	sveukupno vo	76								
sveukupno EJ	77									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	24	0-15'	136	18	0	1	3	0	5	0
		15-30'	91	9	0	0	1	0	6	0
		30-45'	121	7	0	0	3	0	3	0
		45-60'	108	6	0	1	3	0	6	0
		ukupno	456	40	0	2	10	0	20	0
	EJA	456	60	0	4	7	0	50	0	
	sveukupno vo	528								
sveukupno EJ	577									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	31	0-15'	192	29	0	0	6	0	0	0
		15-30'	216	27	0	0	3	0	0	0
		30-45'	252	30	1	2	4	0	0	0
		45-60'	276	26	0	0	6	0	0	0
		ukupno	936	112	1	2	19	0	0	0
	EJA	936	168	2	4	13,3	0	0	0	
	sveukupno vo	1070								
sveukupno EJ	1123,3									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	41	0-15'	10	1	0	0	1	0	0	0
		15-30'	7	0	0	0	1	0	0	0
		30-45'	8	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	9	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	34	3	0	0	2	0	0	0
	EJA	34	4,5	0	0	1,4	0	0	0	
	sveukupno vo	39								
sveukupno EJ	40									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	32	0-15'	76	4	0	0	2	0	2	0
		15-30'	80	8	0	0	1	0	0	0
		30-45'	87	8	0	0	1	0	2	0
		45-60'	82	6	0	0	0	0	1	0
		ukupno	325	26	0	0	4	0	5	0
	EJA	325	39	0	0	2,8	0	12,5	0	
	sveukupno vo	360								
sveukupno EJ	379									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	42	0-15'	124	10	2	0	2	0	6	0
		15-30'	117	16	1	2	3	0	4	0
		30-45'	150	12	2	0	4	0	5	0
		45-60'	121	10	4	0	1	0	3	0
		ukupno	512	48	9	2	10	0	18	0
	EJA	512	72	18	4	7	0	45	0	
	sveukupno vo	581								
sveukupno EJ	613									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	34	0-15'	14	2	0	0	1	0	1	0
		15-30'	14	2	1	0	0	0	3	0
		30-45'	22	2	0	0	0	0	2	0
		45-60'	12	2	1	0	0	0	3	0
		ukupno	62	8	2	0	1	0	9	0
	EJA	62	12	4	0	0,7	0	22,5	0	
	sveukupno vo	82								
sveukupno EJ	101									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	43	0-15'	45	4	0	0	0	0	3	0
		15-30'	49	3	1	0	1	0	2	0
		30-45'	49	1	1	0	0	0	3	0
		45-60'	56	4	1	0	2	0	4	0
		ukupno	199	12	3	0	3	0	12	0
	EJA	199	18	6	0	2,1	0	30	0	
	sveukupno vo	229								
sveukupno EJ	255									

Slika 46. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 15:00 h do 16:00 h na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

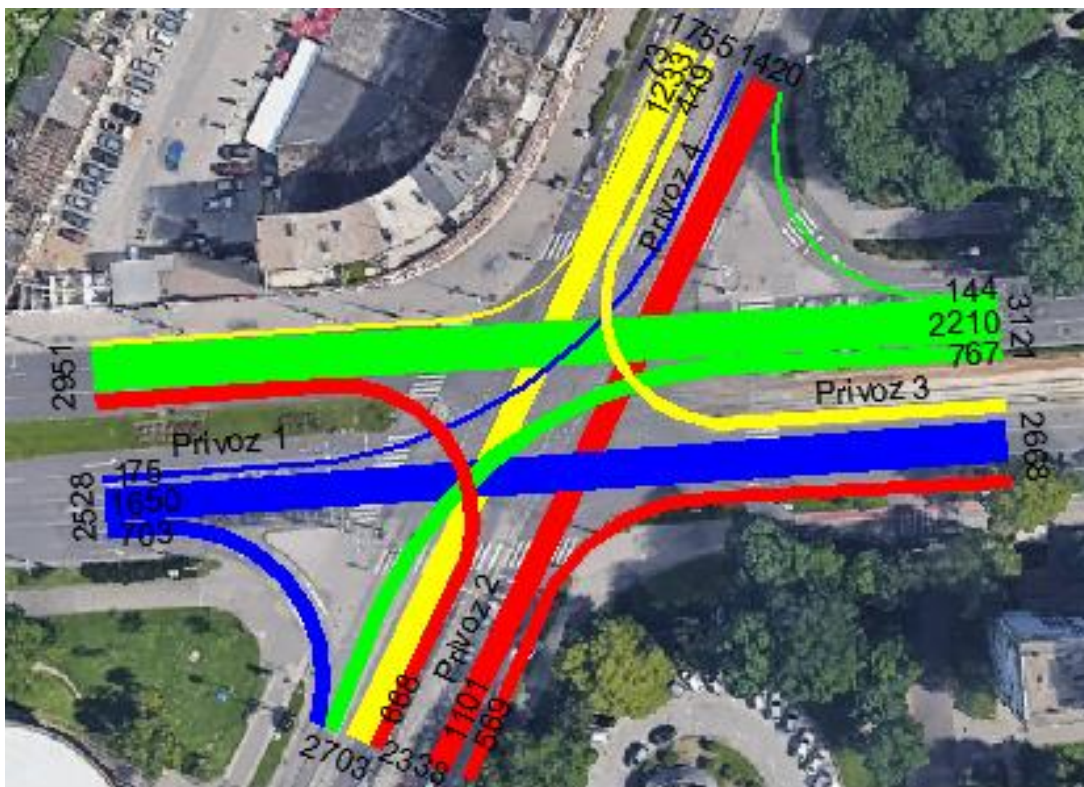


sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJESACI
16:00 - 17:00	12	0-15'	71	8	0	0	2	0	0	0
		15-30'	89	7	0	0	1	0	0	0
		30-45'	82	4	1	0	1	0	0	0
		45-60'	55	5	0	0	2	0	0	0
		ukupno	297	24	1	0	6	0	0	0
	EJA	297	36	2	0	4,2	0	0	0	
sveukupno voz		328								
sveukupno EJA		339								
16:00 - 17:00	13	0-15'	177	8	0	0	1	0	0	0
		15-30'	208	6	0	0	8	0	0	0
		30-45'	179	13	1	0	4	0	0	0
		45-60'	201	6	1	1	3	0	0	0
		ukupno	765	33	2	1	16	0	0	0
	EJA	765	49,5	4	2	11,2	0	0	0	
sveukupno voz		817								
sveukupno EJA		832								
16:00 - 17:00	14	0-15'	26	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	22	2	0	0	0	0	0	0
		30-45'	25	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	22	0	1	0	0	0	0	0
		ukupno	95	3	1	0	0	0	0	0
	EJA	95	4,5	2	0	0	0	0	0	
sveukupno voz		99								
sveukupno EJA		102								
16:00 - 17:00	31	0-15'	238	18	1	1	7	0	0	0
		15-30'	248	23	0	1	2	0	0	0
		30-45'	288	15	1	1	4	0	0	0
		45-60'	275	9	1	2	5	0	0	0
		ukupno	1049	65	3	5	18	0	0	0
	EJA	1049	97,5	6	10	12,6	0	0	0	
sveukupno voz		1140								
sveukupno EJA		1175								
16:00 - 17:00	32	0-15'	105	4	0	1	2	0	1	0
		15-30'	88	10	0	0	1	0	2	0
		30-45'	96	3	1	1	1	0	1	0
		45-60'	82	6	0	0	0	0	2	0
		ukupno	371	23	1	2	4	0	6	0
	EJA	371	34,5	2	4	2,8	0	15	0	
sveukupno voz		407								
sveukupno EJA		429								
16:00 - 17:00	34	0-15'	14	3	0	0	0	0	2	0
		15-30'	11	1	0	0	1	0	3	0
		30-45'	9	0	0	0	0	0	4	0
		45-60'	10	2	0	0	0	0	2	0
		ukupno	44	6	0	0	1	0	11	0
	EJA	44	9	0	0	0,7	0	27,5	0	
sveukupno voz		62								
sveukupno EJA		81								
16:00 - 17:00	21	0-15'	70	1	0	0	1	0	0	0
		15-30'	88	9	0	1	1	0	0	0
		30-45'	78	6	0	0	0	0	0	0
		45-60'	99	10	0	1	0	0	0	0
		ukupno	335	26	0	2	2	0	0	0
	EJA	335	39	0	4	1,4	0	0	0	
sveukupno voz		365								
sveukupno EJA		379								
16:00 - 17:00	23	0-15'	88	7	1	1	1	0	1	0
		15-30'	59	5	0	0	2	0	1	0
		30-45'	62	6	0	1	1	0	1	0
		45-60'	62	8	0	0	0	0	2	0
		ukupno	271	26	1	2	4	0	5	0
	EJA	271	39	2	4	2,8	0	12,5	0	
sveukupno voz		309								
sveukupno EJA		331								
16:00 - 17:00	24	0-15'	133	6	0	2	0	0	4	0
		15-30'	112	9	0	2	2	0	5	0
		30-45'	134	10	1	2	4	0	6	0
		45-60'	120	13	0	1	1	0	6	0
		ukupno	499	38	1	7	7	0	21	0
	EJA	499	57	2	14	4,9	0	52,5	0	
sveukupno voz		573								
sveukupno EJA		629								
16:00 - 17:00	41	0-15'	8	1	1	0	0	0	0	0
		15-30'	11	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	3	0	0	0	0	0	0	0
		45-60'	9	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	31	2	1	0	0	0	0	0
	EJA	31	3	2	0	0	0	0	0	
sveukupno voz		34								
sveukupno EJA		36								
16:00 - 17:00	42	0-15'	150	4	1	0	1	0	8	0
		15-30'	139	7	2	0	2	0	3	0
		30-45'	140	5	3	0	1	0	6	0
		45-60'	143	7	2	1	2	0	7	0
		ukupno	572	23	8	1	6	0	24	0
	EJA	572	34,5	16	2	4,2	0	60	0	
sveukupno voz		634								
sveukupno EJA		689								
16:00 - 17:00	43	0-15'	52	2	1	0	2	0	2	0
		15-30'	40	4	2	0	1	0	2	0
		30-45'	42	2	0	0	0	0	2	0
		45-60'	56	7	0	0	0	0	3	0
		ukupno	190	15	3	0	3	0	9	0
	EJA	190	22,5	6	0	2,1	0	22,5	0	
sveukupno voz		220								
sveukupno EJA		243								

Slika 47. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 16:00 h do 17:00 h na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Slikom 48. grafički je prikazan svaki prometni tok s pripadajućim brojem EJA jedinica za cijeli period popodnevog vršnog opterećenja od 15:00 h do 17:00 h kako bi se što bolje prikazalo odvijanje prometnih tokova na raskrižju.



**Slika 48. Grafički prikaz popodnevnog vršnog opterećenja na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Vidljivo je kako je u popodnevnom vršnom opterećenju najopterećeniji privoz 3 sa opterećenjem od 3121 EJA, dok je najmanje opterećen privoz 4 sa opterećenjem od 1755 EJA. Može se zaključiti da su dominantni pravci kretanja vozila zapad – istok te istok – zapad.

Ukupno prometno opterećenje raskrižja u jutarnjem vršnom periodu iznosi 9550 EJA, dok u popodnevnom vršnom periodu iznosi 9742 EJA. U jutarnjem vršnom periodu dominantni pravac kretanja je zapad – istok dok je u popodnevnom vršnom periodu dominantni pravac kretanja istok – zapad.

### **2.3.2 Miramarska cesta – Vukovarska ulica**

Na Slici 49. prikazani su rezultati brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h, dok Slika 50. prikazuje rezultate jutarnjeg vršnog opterećenja od 8:00 h do 9:00 h. Na slikama je prikazan broj vozila podijeljen u kategorije prema njihovom smjeru kretanja te prema petnaestominutnim intervalima. Privozni su označeni brojevima 1 do 4, te su označeni na grafičkom prikazu prometnih opterećenja.

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	12	0-15'	4	1	0	0	0	0	0	0
		15-30'	24	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	24	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	20	1	1	0	0	0	0	0
		ukupno	72	3	1	0	0	0	0	0
	EJA	72	4,5	2	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		76								
sveukupno EJ		79								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	21	0-15'	0	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	10	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	7	0	0	0	0	0	0	0
		45-60'	11	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	28	1	0	0	0	0	0	0
	EJA	28	1,5	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		29								
sveukupno EJ		30								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	13	0-15'	192	22	1	2	2	0	3	0
		15-30'	286	24	1	0	2	0	3	0
		30-45'	297	31	0	0	3	0	3	0
		45-60'	265	27	2	0	3	0	4	0
		ukupno	1040	104	4	2	10	0	13	0
	EJA	1040	156	8	4	7	0	32,5	0	
sveukupno vo		1173								
sveukupno EJ		1248								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	23	0-15'	6	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	7	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	8	3	0	0	0	0	0	0
		45-60'	15	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	36	3	0	0	0	0	0	0
	EJA	36	4,5	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		39								
sveukupno EJ		41								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	14	0-15'	92	3	0	0	0	0	0	0
		15-30'	123	8	0	0	0	0	0	0
		30-45'	129	8	1	0	1	0	0	0
		45-60'	139	7	0	0	2	0	0	0
		ukupno	483	26	1	0	3	0	0	0
	EJA	483	39	2	0	2,1	0	0	0	
sveukupno vo		513								
sveukupno EJ		526								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	24	0-15'	16	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	17	1	0	0	0	0	0	0
		30-45'	24	3	0	0	0	0	0	0
		45-60'	20	2	0	0	0	0	0	0
		ukupno	77	6	0	0	0	0	0	0
	EJA	77	9	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		83								
sveukupno EJ		86								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	31	0-15'	309	16	3	3	3	0	4	0
		15-30'	285	14	4	3	1	0	4	0
		30-45'	422	31	5	0	2	0	4	0
		45-60'	467	22	5	1	3	0	3	0
		ukupno	1483	83	17	7	9	0	15	0
	EJA	1483	124,5	34	14	6,3	0	37,5	0	
sveukupno vo		1614								
sveukupno EJ		1699								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	41	0-15'	3	1	0	0	0	0	0	0
		15-30'	17	1	0	0	2	0	0	0
		30-45'	10	0	0	0	0	0	0	0
		45-60'	20	2	1	1	0	0	0	0
		ukupno	50	4	1	1	2	0	0	0
	EJA	50	6	2	2	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		58								
sveukupno EJ		61								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	32	0-15'	44	3	1	2	1	0	0	0
		15-30'	94	2	0	0	1	0	0	0
		30-45'	109	4	0	0	1	0	0	0
		45-60'	116	5	1	0	1	0	0	0
		ukupno	363	14	2	2	4	0	0	0
	EJA	363	21	4	4	2,8	0	0	0	
sveukupno vo		385								
sveukupno EJ		395								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	42	0-15'	10	1	0	0	0	0	0	0
		15-30'	34	0	0	0	1	0	0	0
		30-45'	40	1	1	0	0	0	0	0
		45-60'	45	5	0	0	1	0	0	0
		ukupno	129	7	1	0	2	0	0	0
	EJA	129	10,5	2	0	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		139								
sveukupno EJ		143								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	34	0-15'	171	18	2	0	0	0	0	0
		15-30'	94	2	0	0	1	0	0	0
		30-45'	259	15	3	0	4	0	0	0
		45-60'	116	5	1	0	1	0	0	0
		ukupno	640	40	6	0	6	0	0	0
	EJA	640	60	12	0	4,2	0	0	0	
sveukupno vo		692								
sveukupno EJ		716								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	43	0-15'	74	6	0	0	0	0	0	0
		15-30'	96	7	2	0	0	0	0	0
		30-45'	105	3	0	0	0	0	0	0
		45-60'	134	5	1	0	1	0	0	0
		ukupno	409	21	3	0	1	0	0	0
	EJA	409	31,5	6	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		434								
sveukupno EJ		447								

Slika 49. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	12	0-15'	30	1	2	0	1	0	0	0
		15-30'	19	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	19	3	0	0	0	0	0	0
		45-60'	20	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	88	4	2	0	1	0	0	0
	EJA	88	6	4	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		95								
sveukupno EJ		99								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	21	0-15'	10	1	0	0	1	0	0	0
		15-30'	13	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	4	1	1	0	1	0	0	0
		45-60'	7	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	34	2	1	0	2	0	0	0
	EJA	34	3	2	0	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		39								
sveukupno EJ		40								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	13	0-15'	282	39	3	0	6	0	4	0
		15-30'	255	47	1	0	4	0	3	0
		30-45'	252	48	1	0	8	0	4	0
		45-60'	233	39	3	0	8	0	4	0
		ukupno	1022	173	8	0	26	0	15	0
	EJA	1022	259,5	16	0	18,2	0	37,5	0	
sveukupno vo		1244								
sveukupno EJ		1353								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	23	0-15'	15	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	16	1	0	1	0	0	0	0
		30-45'	22	3	0	0	0	0	0	0
		45-60'	16	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	69	5	0	1	0	0	0	0
	EJA	69	7,5	0	2	0	0	0	0	
sveukupno vo		75								
sveukupno EJ		79								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	14	0-15'	153	7	0	0	1	0	0	0
		15-30'	142	5	0	0	0	0	0	0
		30-45'	102	5	1	0	3	0	0	0
		45-60'	139	8	0	0	2	0	0	0
		ukupno	536	25	1	0	6	0	0	0
	EJA	536	37,5	2	0	4,2	0	0	0	
sveukupno vo		568								
sveukupno EJ		580								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	24	0-15'	13	1	0	0	1	0	0	0
		15-30'	22	1	0	0	1	0	0	0
		30-45'	10	0	0	0	0	0	0	0
		45-60'	9	8	0	0	0	0	0	0
		ukupno	54	10	0	0	2	0	0	0
	EJA	54	15	0	0	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		66								
sveukupno EJ		70								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	31	0-15'	387	24	3	3	2	0	3	0
		15-30'	371	23	1	0	1	0	5	0
		30-45'	325	33	3	2	5	0	4	0
		45-60'	358	37	4	0	4	0	3	0
		ukupno	1441	117	11	5	12	0	15	0
	EJA	1441	175,5	22	10	8,4	0	37,5	0	
sveukupno vo		1601								
sveukupno EJ		1694,4								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	41	0-15'	31	2	0	0	1	0	0	0
		15-30'	26	1	0	0	0	0	0	0
		30-45'	38	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	24	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	119	4	0	0	1	0	0	0
	EJA	119	6	0	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		124								
sveukupno EJ		126								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	32	0-15'	105	3	0	0	0	0	0	0
		15-30'	114	9	0	1	0	0	0	0
		30-45'	90	3	5	0	0	0	0	0
		45-60'	101	3	5	1	2	0	0	0
		ukupno	410	18	10	2	2	0	0	0
	EJA	410	27	20	4	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		442								
sveukupno EJ		462								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	42	0-15'	57	1	0	0	0	0	0	0
		15-30'	44	1	0	0	0	0	0	0
		30-45'	36	2	0	0	1	0	0	0
		45-60'	28	3	0	0	1	0	0	0
		ukupno	165	7	0	0	2	0	0	0
	EJA	165	10,5	0	0	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		174								
sveukupno EJ		177								

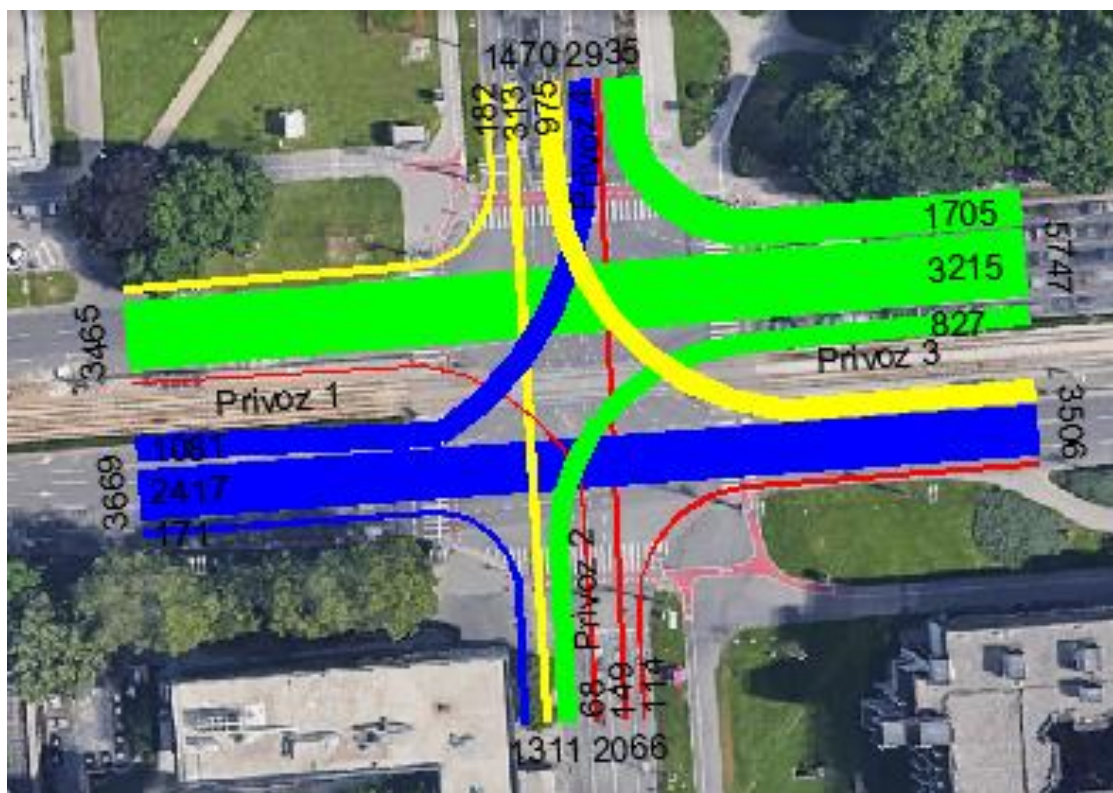
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	34	0-15'	206	9	1	0	2	0	0	0
		15-30'	249	20	1	2	3	0	0	0
		30-45'	211	20	3	1	1	0	0	0
		45-60'	251	26	0	0	7	0	0	0
		ukupno	917	75	5	3	13	0	0	0
	EJA	917	112,5	10	6	9,1	0	0	0	
sveukupno vo		1013								
sveukupno EJ		1055								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	43	0-15'	143	10	0	0	2	0	0	0
		15-30'	133	10	1	0	0	0	0	0
		30-45'	125	12	1	0	3	0	0	0
		45-60'	89	11	1	0	0	0	0	0
		ukupno	490	43	3	0	5	0	0	0
	EJA	490	64,5	6	0	3,5	0	0	0	
sveukupno vo		541								
sveukupno EJ		564								

Slika 50. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 8:00 h do 9:00 h na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Da bi se prometno opterećenje grafički prikazalo, izrađen je prikaz u programskom alatu Auto CAD za cijeli jutarnji vršni period. Grafički prikaz na Slici 51. prikazuje svaki prometni tok s pripadajućim brojem EJA jedinica za cijeli period na temelju čega je moguće donijeti zaključak koji su dominantni tokovi te o eventualnim problemima na raskrižju.



**Slika 51. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog opterećenja na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Vidljivo je kako je u jutarnjem vršnom opterećenju najopterećeniji privoz 3 sa opterećenjem od 5747 EJA, dok je najmanje opterećen privoz 4 sa opterećenjem od 1470 EJA. Može se zaključiti da su dominantni pravci kretanja vozila zapad – istok te istok – zapad.

Na Slici 52. prikazani su rezultati brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje u periodu od 15:00 h do 16:00 h, dok Slika 53. prikazuje rezultate popodnevnog vršnog opterećenja od 16:00 h do 17:00 h. Slike prikazuju broj vozila podijeljen u kategorije prema njihovom smjeru kretanja.

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	12	0-15'	10	2	0	0	0	0	0	0
		15-30'	16	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	15	1	0	0	3	0	0	0
		45-60'	9	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	50	4	0	0	3	0	0	0
	EJA	50	6	0	0	2,1	0	0	0	
	sveukupno vo	57								
sveukupno EJA	58									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	21	0-15'	5	1	0	0	0	0	0	0
		15-30'	8	1	0	0	1	0	0	0
		30-45'	13	0	0	0	1	0	0	0
		45-60'	10	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	36	2	0	0	2	0	0	0
	EJA	36	3	0	0	1,4	0	0	0	
	sveukupno vo	40								
sveukupno EJA	40									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	13	0-15'	314	33	0	0	5	0	2	0
		15-30'	233	35	0	0	6	0	4	0
		30-45'	357	43	1	1	10	0	2	0
		45-60'	263	21	0	0	3	0	3	0
		ukupno	1167	132	1	1	24	0	11	0
	EJA	1167	198	2	2	16,8	0	27,5	0	
	sveukupno vo	1336								
sveukupno EJA	1413									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	23	0-15'	76	2	0	0	1	0	0	0
		15-30'	64	4	0	0	0	0	0	0
		30-45'	86	0	0	0	1	0	0	0
		45-60'	79	5	0	2	0	0	0	0
		ukupno	305	11	0	2	2	0	0	0
	EJA	305	16,5	0	4	1,4	0	0	0	
	sveukupno vo	320								
sveukupno EJA	327									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	14	0-15'	77	2	0	0	2	0	0	0
		15-30'	55	9	0	0	3	0	0	0
		30-45'	86	8	0	0	2	0	0	0
		45-60'	90	7	0	0	1	0	0	0
		ukupno	308	26	0	0	8	0	0	0
	EJA	308	39	0	0	5,6	0	0	0	
	sveukupno vo	342								
sveukupno EJA	353									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	24	0-15'	35	4	0	0	1	0	0	0
		15-30'	20	1	0	0	0	0	0	0
		30-45'	37	4	0	0	3	0	0	0
		45-60'	43	1	0	0	1	0	0	0
		ukupno	135	10	0	0	5	0	0	0
	EJA	135	15	0	0	3,5	0	0	0	
	sveukupno vo	150								
sveukupno EJA	154									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	31	0-15'	304	6	1	0	6	0	4	0
		15-30'	301	3	1	1	9	0	4	0
		30-45'	360	6	2	1	6	0	7	0
		45-60'	339	5	2	0	10	0	3	0
		ukupno	1304	20	6	2	31	0	18	0
	EJA	1304	30	12	4	21,7	0	45	0	
	sveukupno vo	1381								
sveukupno EJA	1416,7									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	41	0-15'	23	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	19	2	0	0	0	0	0	0
		30-45'	27	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	36	3	0	0	1	0	0	0
		ukupno	105	6	0	0	1	0	0	0
	EJA	105	9	0	0	0,7	0	0	0	
	sveukupno vo	112								
sveukupno EJA	115									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	32	0-15'	35	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	35	4	0	1	1	0	0	0
		30-45'	54	5	2	0	1	0	0	0
		45-60'	65	5	1	0	1	0	0	0
		ukupno	189	14	3	1	3	0	0	0
	EJA	189	21	6	2	2,1	0	0	0	
	sveukupno vo	210								
sveukupno EJA	220									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	42	0-15'	25	0	0	0	3	0	0	0
		15-30'	22	2	0	0	2	0	0	0
		30-45'	27	2	0	0	2	0	0	0
		45-60'	25	3	0	0	1	0	0	0
		ukupno	99	7	0	0	8	0	0	0
	EJA	99	10,5	0	0	5,6	0	0	0	
	sveukupno vo	114								
sveukupno EJA	115									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	34	0-15'	221	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	211	6	0	0	3	0	0	0
		30-45'	228	5	1	0	9	0	0	0
		45-60'	219	6	1	1	2	0	0	0
		ukupno	879	17	2	1	14	0	0	0
	EJA	879	25,5	4	2	9,8	0	0	0	
	sveukupno vo	913								
sveukupno EJA	920									

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	43	0-15'	169	10	3	0	0	0	0	0
		15-30'	131	4	0	1	1	0	0	0
		30-45'	171	10	0	0	6	0	0	0
		45-60'	169	11	0	0	3	0	0	0
		ukupno	640	35	3	1	10	0	0	0
	EJA	640	52,5	6	2	7	0	0	0	
	sveukupno vo	689								
sveukupno EJA	708									

Slika 52. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 15:00 h do 16:00 h na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	12	0-15'	18	0	0	0	1	0	0	0
		15'-30'	15	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	14	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	11	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	58	0	0	0	1	0	0	0
	EJA	58	0	0	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		59								
sveukupno EJ		59								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	21	0-15'	20	0	0	0	1	0	0	0
		15'-30'	20	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	17	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	18	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	75	0	0	0	1	0	0	0
	EJA	75	0	0	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		76								
sveukupno EJ		76								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	13	0-15'	339	18	1	1	7	0	4	0
		15'-30'	280	31	0	2	7	0	5	0
		30'-45'	246	34	1	2	7	0	3	0
		45'-60'	270	22	2	0	4	0	3	0
		ukupno	1135	105	4	5	25	0	15	0
	EJA	1135	157,5	8	10	17,5	0	37,5	0	
sveukupno vo		1289								
sveukupno EJ		1366								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	14	0-15'	106	6	1	0	1	0	0	0
		15'-30'	89	6	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	98	5	0	0	3	0	0	0
		45'-60'	86	4	0	0	3	0	0	0
		ukupno	290	21	1	0	7	0	0	0
	EJA	290	31,5	2	0	4,9	0	0	0	
sveukupno vo		319								
sveukupno EJ		328								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	24	0-15'	47	4	1	0	1	0	0	0
		15'-30'	37	1	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	30	0	0	0	1	0	0	0
		45'-60'	30	0	0	0	1	0	0	0
		ukupno	144	5	1	0	3	0	0	0
	EJA	144	7,5	2	0	2,1	0	0	0	
sveukupno vo		153								
sveukupno EJ		156								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	31	0-15'	326	10	7	1	10	0	3	0
		15'-30'	379	5	2	1	7	0	5	0
		30'-45'	335	6	4	2	6	0	6	0
		45'-60'	324	5	4	2	4	0	5	0
		ukupno	1364	26	17	6	27	0	19	0
	EJA	1364	39	34	12	18,9	0	47,5	0	
sveukupno vo		1459								
sveukupno EJ		1515								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	32	0-15'	60	1	0	1	0	0	0	0
		15'-30'	70	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	64	1	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	66	3	1	0	1	0	0	0
		ukupno	260	5	1	1	1	0	0	0
	EJA	260	7,5	2	2	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		268								
sveukupno EJ		272								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	34	0-15'	206	5	2	2	5	0	0	0
		15'-30'	221	4	2	1	5	0	0	0
		30'-45'	211	3	1	1	5	0	0	0
		45'-60'	206	3	0	0	3	0	0	0
		ukupno	844	15	5	4	18	0	0	0
	EJA	844	22,5	10	8	12,6	0	0	0	
sveukupno vo		886								
sveukupno EJ		897								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	41	0-15'	42	1	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	26	1	0	0	3	0	0	0
		30'-45'	25	2	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	29	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	122	4	0	0	3	0	0	0
	EJA	122	6	0	0	2,1	0	0	0	
sveukupno vo		129								
sveukupno EJ		130								

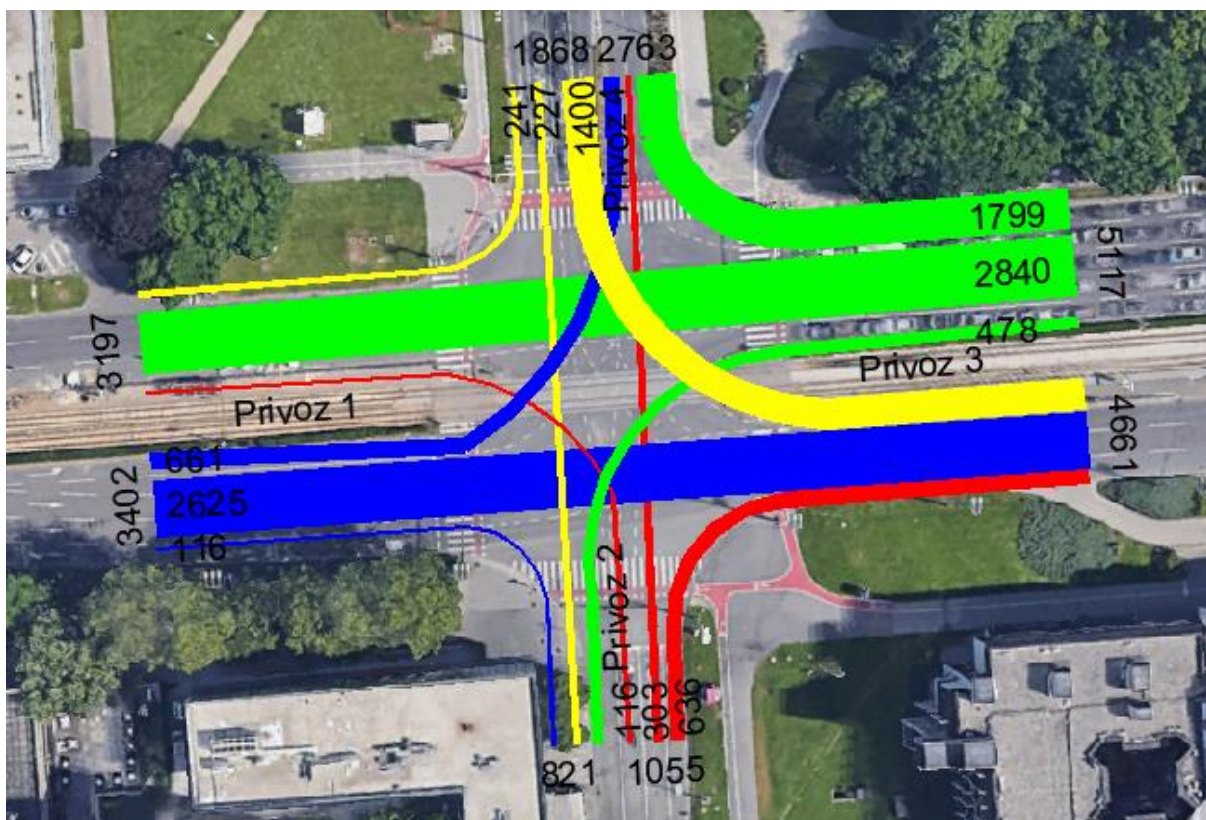
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	42	0-15'	30	2	0	0	3	0	0	0
		15'-30'	27	1	0	0	1	0	0	0
		30'-45'	20	2	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	24	0	0	0	3	0	0	0
		ukupno	101	5	0	0	7	0	0	0
	EJA	101	7,5	0	0	4,9	0	0	0	
sveukupno vo		113								
sveukupno EJ		113								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	43	0-15'	166	12	0	0	4	0	0	0
		15'-30'	178	13	0	0	1	0	0	0
		30'-45'	146	9	2	0	7	0	0	0
		45'-60'	161	5	0	0	7	0	0	0
		ukupno	651	39	2	0	19	0	0	0
	EJA	651	58,5	4	0	13,3	0	0	0	
sveukupno vo		711								
sveukupno EJ		727								

Slika 53. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 16:00 h do 17:00 h na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Slikom 54. grafički je prikazan svaki prometni tok s pripadajućim brojem EJA jedinica za cijeli period popodnevnog vršnog opterećenja od 15:00 h do 17:00 h kako bi se što bolje prikazalo odvijanje prometnih tokova na raskrižju.



**Slika 54. Grafički prikaz popodnevno vršnog opterećenja na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Vidljivo je kako je u popodnevnom vršnom opterećenju također najopterećeniji privoz 3 sa opterećenjem od 5117 EJA, dok je najmanje opterećen privoz 2 sa opterećenjem od 1055 EJA. Može se zaključiti da su dominantni pravci kretanja vozila zapad – istok te istok – zapad.

Ukupno prometno opterećenje raskrižja u jutarnjem vršnom periodu iznosi 11217 EJA, dok u popodnevnom vršnom periodu iznosi 11442 EJA. I u jutarnjem vršnom periodu i u popodnevnom vršnom periodu dominantni pravac kretanja je istok – zapad.

### **2.3.3 Ulica Hrvatske bratske zajednice – Vukovarska ulica**

Na Slici 55. prikazani su rezultati brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h, dok Slika 56. prikazuje rezultate jutarnjeg vršnog opterećenja od 8:00 h do 9:00 h. Na slikama je prikazan broj vozila podijeljen u kategorije prema njihovom smjeru kretanja te prema petnaestominutnim intervalima. Privozima su označeni brojevima 1 do 4, te su označeni na grafičkom prikazu prometnih opterećenja.



sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	12	0-15'	72	4	1	0	0	0	0	0
		15-30'	120	8	0	1	0	0	0	0
		30-45'	126	15	0	0	0	0	0	0
		45-60'	169	1	5	0	0	0	0	0
		ukupno	487	28	6	1	0	0	0	0
	EJA	487	42	12	2	0	0	0	0	
sveukupno vo		522								
sveukupno EJA		543								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	21	0-15'	299	15	1	0	1	0	0	0
		15-30'	372	27	4	0	2	0	0	0
		30-45'	383	29	1	1	1	0	0	0
		45-60'	375	21	3	0	1	0	0	0
		ukupno	1429	92	9	1	5	0	0	0
	EJA	1429	138	18	2	3,5	0	0	0	
sveukupno vo		1536								
sveukupno EJA		1591								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	13	0-15'	195	17	1	0	1	0	3	0
		15-30'	287	12	0	0	2	0	5	0
		30-45'	266	19	0	0	1	0	2	0
		45-60'	258	11	0	0	3	0	3	0
		ukupno	1006	59	1	0	7	0	13	0
	EJA	1006	88,5	2	0	4,9	0	32,5	0	
sveukupno vo		1086								
sveukupno EJA		1134								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	23	0-15'	153	2	1	5	0	0	0	0
		15-30'	211	5	1	7	1	0	0	0
		30-45'	196	2	1	7	1	0	0	0
		45-60'	262	5	1	6	3	0	0	0
		ukupno	822	14	4	25	5	0	0	0
	EJA	822	21	8	50	3,5	0	0	0	
sveukupno vo		870								
sveukupno EJA		905								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	14	0-15'	17	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	18	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	25	0	0	0	0	0	0	0
		45-60'	8	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	68	1	0	0	0	0	0	0
	EJA	68	1,5	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		69								
sveukupno EJA		70								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	24	0-15'	69	0	0	8	0	0	0	0
		15-30'	94	2	0	7	0	0	0	0
		30-45'	98	1	1	11	0	0	0	0
		45-60'	121	0	1	10	0	0	0	0
		ukupno	382	3	2	36	0	0	0	0
	EJA	382	4,5	4	72	0	0	0	0	
sveukupno vo		423								
sveukupno EJA		463								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	31	0-15'	241	13	0	0	0	0	4	0
		15-30'	314	37	0	0	1	0	4	0
		30-45'	307	19	0	0	3	0	4	0
		45-60'	330	26	0	0	2	0	4	0
		ukupno	1192	95	0	0	6	0	16	0
	EJA	1192	142,5	0	0	4,2	0	40	0	
sveukupno vo		1309								
sveukupno EJA		1379								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	41	0-15'	9	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	11	3	0	0	0	0	0	0
		30-45'	11	0	0	0	0	0	0	0
		45-60'	12	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	43	3	0	0	0	0	0	0
	EJA	43	4,5	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		46								
sveukupno EJA		48								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	32	0-15'	106	11	2	6	0	0	0	0
		15-30'	145	19	0	6	0	0	0	0
		30-45'	125	9	2	15	1	0	0	0
		45-60'	101	5	0	4	1	0	0	0
		ukupno	477	44	4	31	2	0	0	0
	EJA	477	66	8	62	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		558								
sveukupno EJA		614								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	42	0-15'	10	1	3	6	0	0	0	0
		15-30'	16	2	0	11	0	0	0	0
		30-45'	26	4	0	8	0	0	0	0
		45-60'	21	3	0	9	0	0	0	0
		ukupno	73	10	3	34	0	0	0	0
	EJA	73	15	6	68	0	0	0	0	
sveukupno vo		120								
sveukupno EJA		162								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	34	0-15'	17	1	0	0	0	0	0	0
		15-30'	31	3	0	1	0	0	0	0
		30-45'	35	3	0	0	1	0	0	0
		45-60'	31	2	0	0	0	0	0	0
		ukupno	114	9	0	1	1	0	0	0
	EJA	114	13,5	0	2	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		125								
sveukupno EJA		130								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	43	0-15'	8	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	10	2	0	0	0	0	0	0
		30-45'	11	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	12	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	41	3	0	0	0	0	0	0
	EJA	41	4,5	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		44								
sveukupno EJA		46								

Slika 55. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica

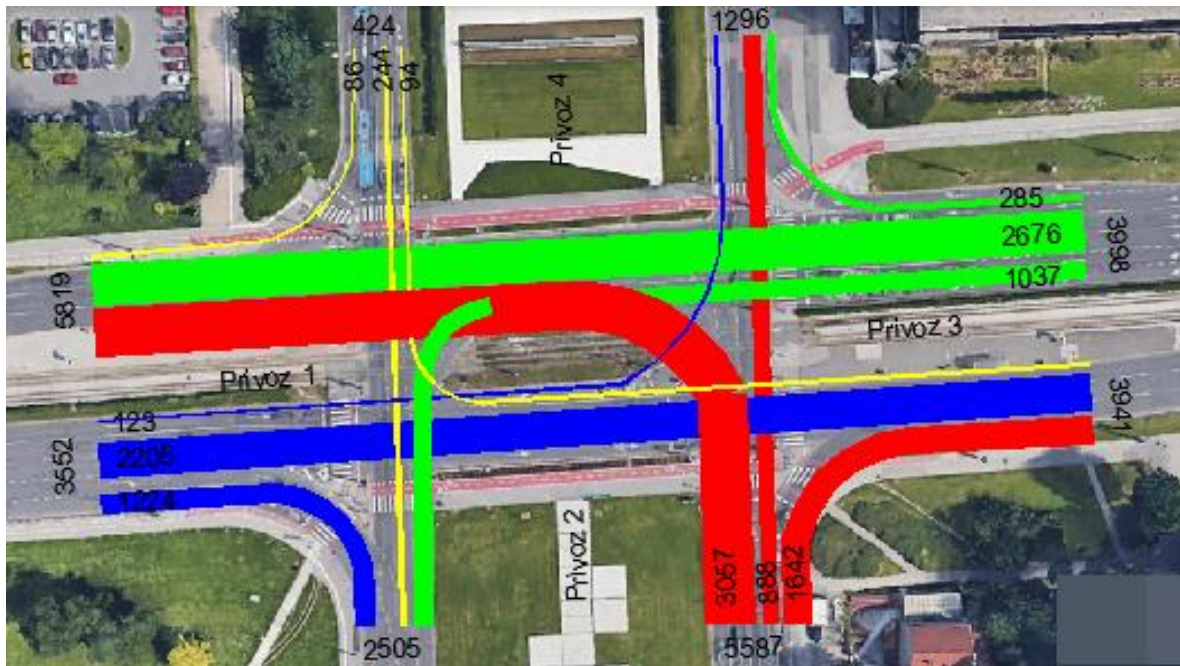
Izvor: izradio autor

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	12	0-15'	151	9	4	0	0	0	0	0
		15-30'	170	11	3	1	1	0	0	0
		30-45'	164	6	3	0	0	0	0	0
		45-60'	169	7	3	0	0	0	0	0
		ukupno	654	33	13	1	1	0	0	0
	EJA	654	49,5	26	2	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		702								
sveukupno EJ		732								
8:00 - 9:00	13	0-15'	205	16	0	1	1	0	4	0
		15-30'	286	26	3	0	1	0	4	0
		30-45'	258	19	2	0	1	0	4	0
		45-60'	260	21	0	0	4	0	3	0
		ukupno	1009	82	5	1	7	0	15	0
	EJA	1009	123	10	2	4,9	0	37,5	0	
sveukupno vo		1119								
sveukupno EJ		1186								
8:00 - 9:00	14	0-15'	14	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	15	1	0	0	0	0	0	0
		30-45'	13	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	10	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	52	2	0	0	0	0	0	0
	EJA	52	3	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		54								
sveukupno EJ		55								
8:00 - 9:00	14	0-15'	103	5	0	8	1	0	0	0
		15-30'	101	3	0	15	0	0	0	0
		30-45'	119	1	2	8	2	0	0	0
		45-60'	88	0	0	9	0	0	0	0
		ukupno	411	9	2	40	3	0	0	0
	EJA	411	13,5	4	80	2,1	0	0	0	
sveukupno vo		465								
sveukupno EJ		511								
8:00 - 9:00	31	0-15'	344	29	0	0	0	0	4	0
		15-30'	352	17	2	0	1	0	4	0
		30-45'	274	21	2	2	1	0	4	0
		45-60'	266	35	3	0	2	0	4	0
		ukupno	1236	102	7	2	4	0	16	0
	EJA	1236	153	14	4	2,8	0	40	0	
sveukupno vo		1367								
sveukupno EJ		1449,8								
8:00 - 9:00	32	0-15'	96	12	1	10	0	0	0	0
		15-30'	77	15	2	2	0	0	0	0
		30-45'	85	16	1	8	0	0	0	0
		45-60'	132	18	3	1	0	0	0	0
		ukupno	390	61	7	21	0	0	0	0
	EJA	390	91,5	14	42	0	0	0	0	
sveukupno vo		479								
sveukupno EJ		538								
8:00 - 9:00	34	0-15'	30	3	0	1	0	0	0	0
		15-30'	26	4	0	0	0	0	0	0
		30-45'	45	6	0	2	0	0	0	0
		45-60'	36	6	0	1	0	0	0	0
		ukupno	137	19	0	4	0	0	0	0
	EJA	137	28,5	0	8	0	0	0	0	
sveukupno vo		160								
sveukupno EJ		174								
8:00 - 9:00	21	0-15'	400	41	4	0	4	0	0	0
		15-30'	292	27	0	1	2	0	0	0
		30-45'	357	28	2	0	0	0	0	0
		45-60'	317	34	8	0	4	0	0	0
		ukupno	1366	130	14	1	10	0	0	0
	EJA	1366	195	28	2	7	0	0	0	
sveukupno vo		1521								
sveukupno EJ		1598								
8:00 - 9:00	23	0-15'	179	5	0	7	6	0	0	0
		15-30'	180	3	4	6	1	0	0	0
		30-45'	172	2	1	5	1	0	0	0
		45-60'	180	7	2	11	0	0	0	0
		ukupno	711	17	7	29	8	0	0	0
	EJA	711	25,5	14	58	5,6	0	0	0	
sveukupno vo		772								
sveukupno EJ		814								
8:00 - 9:00	24	0-15'	8	0	0	0	1	0	0	0
		15-30'	13	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	9	0	0	0	0	0	0	0
		45-60'	6	2	1	0	0	0	0	0
		ukupno	36	2	1	0	1	0	0	0
	EJA	36	3	2	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		40								
sveukupno EJ		42								
8:00 - 9:00	42	0-15'	16	3	0	10	0	0	0	0
		15-30'	16	1	0	6	0	0	0	0
		30-45'	23	3	0	10	1	0	0	0
		45-60'	26	1	1	7	0	0	0	0
		ukupno	81	8	1	33	1	0	0	0
	EJA	81	12	2	66	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		124								
sveukupno EJ		162								
8:00 - 9:00	43	0-15'	7	2	0	1	0	0	0	0
		15-30'	9	2	1	0	0	0	0	0
		30-45'	11	2	0	1	0	0	0	0
		45-60'	12	1	1	0	0	0	0	0
		ukupno	39	7	2	2	0	0	0	0
	EJA	39	10,5	4	4	0	0	0	0	
sveukupno vo		50								
sveukupno EJ		58								

Slika 56. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 8:00 h do 9:00 h na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Da bi se prometno opterećenje grafički prikazalo, izrađen je prikaz u programskom alatu Auto CAD za cijeli jutarnji vršni period. Grafički prikaz na Slici 57. prikazuje svaki prometni tok s pripadajućim brojem EJA jedinica za cijeli period na temelju čega je moguće donijeti zaključak koji su dominantni tokovi te o eventualnim problemima na raskrižju.



**Slika 57. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog opterećenja na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Vidljivo je kako je u jutarnjem vršnom opterećenju najopterećeniji privoz 2 sa opterećenjem od 5587 EJA, dok je najmanje opterećen privoz 4 sa opterećenjem od 424 EJA. Privoz 1 i privoz 3 su poprilično ravnomjerno opterećeni. Može se zaključiti da su dominantni pravci kretanja vozila jug – zapad, zapad – istok te istok – zapad.

Na Slici 58. prikazani su rezultati brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje u periodu od 15:00 h do 16:00 h, dok Slika 59. prikazuje rezultate popodnevnog vršnog opterećenja od 16:00 h do 17:00 h. Slike prikazuju broj vozila podijeljen u kategorije prema njihovom smjeru kretanja.

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 – 16:00	12	0-15'	265	13	2	0	2	0	0	0
		15'-30'	338	7	2	0	9	0	0	0
		30'-45'	256	12	2	0	1	0	0	0
		45'-60'	350	12	1	1	2	0	0	0
		ukupno	1209	44	7	1	14	0	0	0
	EJA	1209	66	14	2	9,8	0	0	0	
sveukupno vo		1275								
sveukupno EJ		1301								
15:00 – 16:00	13	0-15'	208	16	0	0	4	0	4	0
		15'-30'	269	19	1	1	3	0	3	0
		30'-45'	236	17	0	1	1	0	3	0
		45'-60'	291	26	1	1	3	0	5	0
		ukupno	1004	78	2	3	11	0	15	0
	EJA	1004	117	4	6	7,7	0	37,5	0	
sveukupno vo		1113								
sveukupno EJ		1176								
15:00 – 16:00	14	0-15'	10	2	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	4	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	11	0	1	0	0	0	0	0
		45'-60'	6	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	31	3	1	0	0	0	0	0
	EJA	31	4,5	2	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		35								
sveukupno EJ		38								
15:00 – 16:00	31	0-15'	326	29	1	1	3	0	3	0
		15'-30'	303	37	0	1	6	0	3	0
		30'-45'	344	31	0	2	5	0	3	0
		45'-60'	334	31	0	0	0	0	4	0
		ukupno	1307	128	1	4	14	0	13	0
	EJA	1307	192	2	8	9,8	0	32,5	0	
sveukupno vo		1467								
sveukupno EJ		1551,3								
15:00 – 16:00	32	0-15'	163	15	1	10	0	0	0	0
		15'-30'	210	15	0	4	1	0	0	0
		30'-45'	155	7	1	7	0	0	0	0
		45'-60'	144	11	3	4	1	0	0	0
		ukupno	672	48	5	25	2	0	0	0
	EJA	672	72	10	50	1,4	0	0	0	
sveukupno vo		752								
sveukupno EJ		805								
15:00 – 16:00	34	0-15'	41	2	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	37	3	1	0	0	0	0	0
		30'-45'	67	5	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	62	2	0	1	1	0	0	0
		ukupno	207	12	1	1	1	0	0	0
	EJA	207	18	2	2	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		222								
sveukupno EJ		230								
15:00 – 16:00	21	0-15'	200	32	0	0	5	0	0	0
		15'-30'	221	25	1	1	1	0	0	0
		30'-45'	212	15	0	0	5	0	0	0
		45'-60'	219	17	0	0	1	0	0	0
		ukupno	852	89	1	1	12	0	0	0
	EJA	852	133,5	2	2	8,4	0	0	0	
sveukupno vo		955								
sveukupno EJ		998								
15:00 – 16:00	23	0-15'	90	6	2	5	1	0	0	0
		15'-30'	97	8	0	6	1	0	0	0
		30'-45'	133	4	1	3	3	0	0	0
		45'-60'	109	6	0	8	2	0	0	0
		ukupno	429	24	3	22	7	0	0	0
	EJA	429	36	6	44	4,9	0	0	0	
sveukupno vo		485								
sveukupno EJ		520								
15:00 – 16:00	24	0-15'	30	0	0	10	0	0	0	0
		15'-30'	47	1	0	9	0	0	0	
		30'-45'	40	2	0	7	0	0	0	
		45'-60'	58	2	0	11	0	0	0	
		ukupno	175	5	0	37	0	0	0	
	EJA	175	7,5	0	74	0	0	0		
sveukupno vo		217								
sveukupno EJ		257								
15:00 – 16:00	41	0-15'	11	0	0	0	1	0	0	0
		15'-30'	8	0	0	0	0	0	0	
		30'-45'	13	0	0	0	0	0	0	
		45'-60'	18	0	0	0	0	0	0	
		ukupno	50	0	0	0	1	0	0	
	EJA	50	0	0	0	0,7	0	0		
sveukupno vo		51								
sveukupno EJ		51								
15:00 – 16:00	42	0-15'	38	3	0	10	0	0	0	0
		15'-30'	55	1	0	8	0	0	0	
		30'-45'	75	1	0	10	0	0	0	
		45'-60'	90	3	0	9	1	0	0	
		ukupno	258	8	0	37	1	0	0	
	EJA	258	12	0	74	0,7	0	0		
sveukupno vo		304								
sveukupno EJ		345								
15:00 – 16:00	43	0-15'	9	1	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	20	0	0	0	1	0	0	
		30'-45'	23	0	0	0	0	0	0	
		45'-60'	18	0	0	0	0	0	0	
		ukupno	70	1	0	0	1	0	0	
	EJA	70	1,5	0	0	0,7	0	0		
sveukupno vo		72								
sveukupno EJ		72								

Slika 58. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 15:00 h do 16:00 h na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica

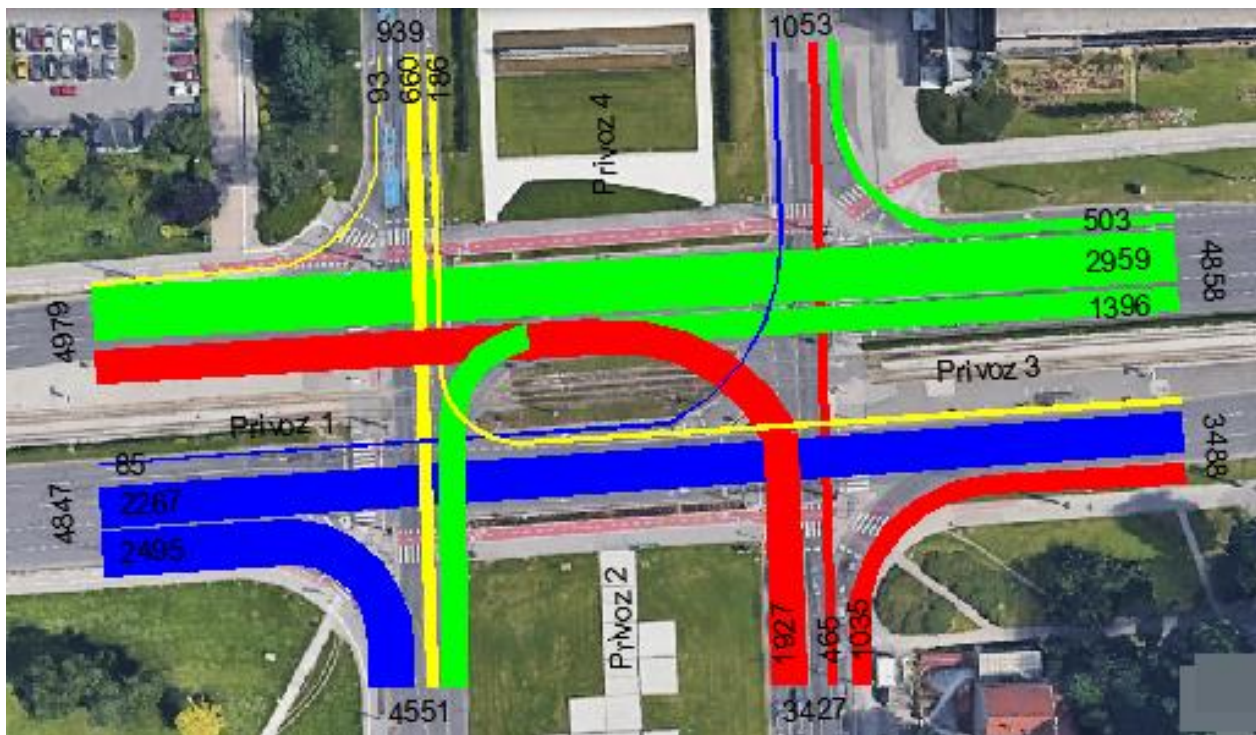
Izvor: izradio autor

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	12	0-15'	288	10	1	0	1	0	0	0
		15-30'	286	10	3	0	3	0	0	0
		30-45'	326	16	0	0	0	0	0	0
		45-60'	256	15	1	0	4	0	0	0
		ukupno	1156	51	5	0	8	0	0	0
	EJA	1156	76,5	10	0	5,6	0	0		
sveukupno vozili		1220								
sveukupno EJA		1248								
16:00 - 17:00	13	0-15'	251	12	0	1	4	0	3	0
		15-30'	272	15	0	0	3	0	4	0
		30-45'	286	15	1	0	7	0	2	0
		45-60'	253	14	1	0	5	0	5	0
		ukupno	1062	56	2	1	19	0	14	0
	EJA	1062	84	4	2	13,3	0	35		
sveukupno vozili		1154								
sveukupno EJA		1200								
16:00 - 17:00	14	0-15'	5	1	0	0	0	0	0	0
		15-30'	11	1	0	0	0	0	0	0
		30-45'	17	1	0	0	2	0	0	0
		45-60'	12	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	45	3	0	0	2	0	0	0
	EJA	45	4,5	0	0	1,4	0	0		
sveukupno vozili		50								
sveukupno EJA		51								
16:00 - 17:00	31	0-15'	348	26	0	0	2	0	5	0
		15-30'	352	15	0	0	6	0	3	0
		30-45'	362	14	0	3	8	0	3	0
		45-60'	316	18	0	1	6	0	4	0
		ukupno	1378	73	0	4	22	0	15	0
	EJA	1378	109,5	0	8	15,4	0	37,5		
sveukupno vozili		1492								
sveukupno EJA		1548								
16:00 - 17:00	32	0-15'	155	9	0	12	2	0	0	0
		15-30'	138	5	1	3	0	0	0	0
		30-45'	144	9	0	5	3	0	0	0
		45-60'	143	3	1	7	4	0	0	0
		ukupno	580	26	2	27	9	0	0	0
	EJA	580	39	4	54	6,3	0	0		
sveukupno vozili		644								
sveukupno EJA		683								
16:00 - 17:00	34	0-15'	50	3	0	3	0	0	0	0
		15-30'	91	5	0	0	0	0	0	0
		30-45'	70	2	0	4	0	0	0	0
		45-60'	53	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	264	10	0	7	0	0	0	0
	EJA	264	15	0	14	0	0	0		
sveukupno vozili		281								
sveukupno EJA		293								
16:00 - 17:00	21	0-15'	233	20	0	1	1	0	0	0
		15-30'	210	18	1	0	2	0	0	0
		30-45'	227	15	1	2	3	0	0	0
		45-60'	220	11	0	0	7	0	0	0
		ukupno	890	64	2	3	13	0	0	0
	EJA	890	96	4	6	9,1	0	0		
sveukupno vozili		972								
sveukupno EJA		1005								
16:00 - 17:00	23	0-15'	132	2	1	7	3	0	0	0
		15-30'	144	0	0	3	0	0	0	0
		30-45'	131	2	0	5	2	0	0	0
		45-60'	102	5	0	8	3	0	0	0
		ukupno	509	9	1	23	8	0	0	0
	EJA	509	13,5	2	46	5,6	0	0		
sveukupno vozili		550								
sveukupno EJA		576								
16:00 - 17:00	24	0-15'	42	0	0	10	0	0	0	0
		15-30'	59	0	0	7	0	0	0	0
		30-45'	54	0	0	1	0	0	0	0
		45-60'	66	1	0	7	1	0	0	0
		ukupno	221	1	0	25	1	0	0	0
	EJA	221	1,5	0	50	0,7	0	0		
sveukupno vozili		248								
sveukupno EJA		273								
16:00 - 17:00	41	0-15'	10	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	12	1	0	1	0	0	0	0
		30-45'	6	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	11	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	39	2	0	1	0	0	0	0
	EJA	39	3	0	2	0	0	0		
sveukupno vozili		42								
sveukupno EJA		44								
16:00 - 17:00	42	0-15'	91	4	0	12	2	0	0	0
		15-30'	89	3	0	8	0	0	0	0
		30-45'	86	2	0	10	0	0	0	0
		45-60'	40	2	0	7	0	0	0	0
		ukupno	306	11	0	37	2	0	0	0
	EJA	306	16,5	0	74	1,4	0	0		
sveukupno vozili		356								
sveukupno EJA		398								
16:00 - 17:00	43	0-15'	27	0	0	0	0	0	0	0
		15-30'	25	0	0	0	0	0	0	0
		30-45'	40	1	0	2	0	0	0	0
		45-60'	19	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	111	1	0	2	0	0	0	0
	EJA	111	1,5	0	4	0	0	0		
sveukupno vozili		114								
sveukupno EJA		117								

Slika 59. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 16:00 h do 17:00 h na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Slikom 60. grafički je prikazan svaki prometni tok s pripadajućim brojem EJA jedinica za cijeli period popodnevnog vršnog opterećenja od 15:00 h do 17:00 h kako bi se što bolje prikazalo odvijanje prometnih tokova na raskrižju.



**Slika 60. Grafički prikaz popodnevno vršnog opterećenja na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Vidljivo je kako je u popodnevnom vršnom opterećenju najopterećeniji privoz 3 sa opterećenjem od 4858 EJA, dok je najmanje opterećen privoz 4 sa opterećenjem od 939 EJA. Privoz 1 i privoz 3 su poprilično ujednačeno opterećeni. Može se zaključiti da su dominantni pravci kretanja vozila zapad – jug, zapad – istok te istok – zapad.

Ukupno prometno opterećenje raskrižja u jutarnjem vršnom periodu iznosi 13561 EJA, dok u popodnevnom vršnom periodu iznosi 14071 EJA. U jutarnjem vršnom periodu dominantni pravac kretanja je jug - zapad dok je u popodnevnom vršnom periodu dominantni pravac kretanja istok – zapad.

### **2.3.4 Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica**

Na Slici 61. prikazani su rezultati brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h, dok Slika 62. prikazuje rezultate jutarnjeg vršnog opterećenja od 8:00 h do 9:00 h. Na slikama je prikazan broj vozila podijeljen u kategorije prema njihovom smjeru kretanja te prema petnaestominutnim intervalima. Privozima su označeni brojevima 1 do 4, te su označeni na grafičkom prikazu prometnih opterećenja.

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	12	0-15'	17	2	0	0	0	0	0	0
		15-30'	24	1	0	0	0	0	0	0
		30-45'	9	3	1	0	0	0	0	0
		45-60'	17	5	1	0	1	0	0	0
		ukupno	67	11	2	0	1	0	0	0
	EJA	67	16,5	4	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		81								
sveukupno EJA		88								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	21	0-15'	51	1	1	2	0	0	0	0
		15-30'	50	5	0	4	1	0	0	0
		30-45'	65	5	0	2	0	0	0	0
		45-60'	55	4	0	6	0	0	0	0
		ukupno	221	15	1	14	1	0	0	0
	EJA	221	22,5	2	28	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		252								
sveukupno EJA		274								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	13	0-15'	157	11	0	1	0	0	3	0
		15-30'	215	15	0	0	3	0	2	0
		30-45'	201	15	2	0	3	0	3	0
		45-60'	238	15	0	0	1	0	2	0
		ukupno	811	56	2	1	7	0	10	0
	EJA	811	84	4	2	4,9	0	25	0	
sveukupno vo		887								
sveukupno EJA		931								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	23	0-15'	40	5	0	0	0	0	0	0
		15-30'	24	2	1	0	0	0	0	0
		30-45'	19	1	1	0	0	0	0	0
		45-60'	15	2	1	0	0	0	0	0
		ukupno	98	10	3	0	0	0	0	0
	EJA	98	15	6	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		111								
sveukupno EJA		119								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	14	0-15'	149	8	0	0	1	0	2	0
		15-30'	155	9	0	0	1	0	2	0
		30-45'	160	11	0	1	2	0	1	0
		45-60'	155	2	1	2	5	0	1	0
		ukupno	619	30	1	3	9	0	6	0
	EJA	619	45	2	6	6,3	0	15	0	
sveukupno vo		668								
sveukupno EJA		693								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	24	0-15'	285	17	5	0	2	0	5	0
		15-30'	291	25	0	0	1	0	5	0
		30-45'	288	24	0	2	1	0	4	0
		45-60'	272	36	4	1	0	0	5	0
		ukupno	1136	102	9	3	4	0	19	0
	EJA	1136	153	18	6	2,8	0	47,5	0	
sveukupno vo		1273								
sveukupno EJA		1363								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	31	0-15'	174	10	0	1	2	0	2	0
		15-30'	228	11	0	0	1	0	3	0
		30-45'	232	17	2	1	1	0	3	0
		45-60'	251	10	2	0	2	0	2	0
		ukupno	885	48	4	2	6	0	10	0
	EJA	885	72	8	4	4,2	0	25	0	
sveukupno vo		955								
sveukupno EJA		998								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	41	0-15'	134	7	4	1	0	0	2	0
		15-30'	215	7	10	0	0	0	1	0
		30-45'	194	10	9	0	5	0	1	0
		45-60'	147	4	3	0	4	0	1	0
		ukupno	690	28	26	1	9	0	5	0
	EJA	690	42	52	2	6,3	0	12,5	0	
sveukupno vo		759								
sveukupno EJA		805								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	32	0-15'	53	3	1	0	0	0	0	0
		15-30'	56	6	1	0	1	0	0	0
		30-45'	61	7	2	0	0	0	0	0
		45-60'	59	6	0	0	0	0	0	0
		ukupno	229	22	4	0	1	0	0	0
	EJA	229	33	8	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo		256								
sveukupno EJA		271								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	42	0-15'	220	17	22	10	2	0	9	0
		15-30'	305	17	25	3	4	0	5	0
		30-45'	320	17	23	5	3	0	5	0
		45-60'	305	12	20	4	5	0	5	0
		ukupno	1150	63	90	22	14	0	24	0
	EJA	1150	94,5	180	44	9,8	0	60	0	
sveukupno vo		1363								
sveukupno EJA		1538								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	34	0-15'	13	3	1	0	0	0	2	0
		15-30'	16	2	0	0	0	0	2	0
		30-45'	18	5	0	0	0	0	2	0
		45-60'	14	4	0	0	1	0	2	0
		ukupno	61	14	1	0	1	0	8	0
	EJA	61	21	2	0	0,7	0	20	0	
sveukupno vo		85								
sveukupno EJA		105								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	43	0-15'	54	3	5	2	0	0	1	0
		15-30'	72	5	6	0	0	0	3	0
		30-45'	76	5	4	1	0	0	2	0
		45-60'	94	5	8	1	3	0	1	0
		ukupno	296	18	23	4	3	0	7	0
	EJA	296	27	46	8	2,1	0	17,5	0	
sveukupno vo		351								
sveukupno EJA		397								

Slika 61. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	12	0-15'	21	5	0	0	0	0	0	0
		15-30'	12	6	1	0	0	0	0	0
		30-45'	26	4	0	0	0	0	0	0
		45-60'	20	5	0	0	0	0	0	0
		ukupno	79	20	1	0	0	0	0	0
	EJA	79	30	2	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		100								
sveukupno EJ		111								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	13	0-15'	198	22	2	1	2	0	3	0
		15-30'	195	18	1	1	1	0	2	0
		30-45'	210	19	1	1	4	0	3	0
		45-60'	188	14	4	0	4	0	1	0
		ukupno	791	73	8	3	11	0	9	0
	EJA	791	109,5	16	6	7,7	0	22,5		
sveukupno vo		895								
sveukupno EJ		953								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	14	0-15'	149	4	0	0	2	0	1	0
		15-30'	138	10	1	0	4	0	2	0
		30-45'	137	12	2	0	3	0	0	0
		45-60'	163	6	2	1	2	0	2	0
		ukupno	587	32	5	1	11	0	5	0
	EJA	587	48	10	2	7,7	0	12,5		
sveukupno vo		641								
sveukupno EJ		667								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	14	0-15'	149	4	0	0	2	0	1	0
		15-30'	138	10	1	0	4	0	2	0
		30-45'	137	12	2	0	3	0	0	0
		45-60'	163	6	2	1	2	0	2	0
		ukupno	587	32	5	1	11	0	5	0
	EJA	587	48	10	2	7,7	0	12,5		
sveukupno vo		641								
sveukupno EJ		667								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	31	0-15'	229	11	0	0	0	0	2	0
		15-30'	238	10	1	0	0	0	3	0
		30-45'	231	16	2	0	2	0	3	0
		45-60'	175	15	0	0	0	0	2	0
		ukupno	873	52	3	0	2	0	10	0
	EJA	873	78	6	0	1,4	0	25		
sveukupno vo		940								
sveukupno EJ		983,4								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	32	0-15'	57	5	2	1	0	0	0	0
		15-30'	55	10	1	1	2	0	0	0
		30-45'	57	15	2	0	0	0	0	0
		45-60'	70	9	0	0	2	0	0	0
		ukupno	239	39	5	2	4	0	0	0
	EJA	239	58,5	10	4	2,8	0	0		
sveukupno vo		289								
sveukupno EJ		314								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	34	0-15'	16	4	0	0	1	0	2	0
		15-30'	20	2	1	1	0	0	2	0
		30-45'	13	2	0	0	0	0	2	0
		45-60'	20	1	1	0	0	0	2	0
		ukupno	69	9	2	1	1	0	8	0
	EJA	69	13,5	4	2	0,7	0	20		
sveukupno vo		90								
sveukupno EJ		109								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	21	0-15'	58	8	0	1	0	0	0	0
		15-30'	44	5	0	7	1	0	0	0
		30-45'	48	3	4	3	0	0	0	0
		45-60'	48	8	2	3	1	0	0	0
		ukupno	198	24	6	14	2	0	0	0
	EJA	198	36	12	28	1,4	0	0		
sveukupno vo		244								
sveukupno EJ		275								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	23	0-15'	16	5	3	0	0	0	0	0
		15-30'	22	6	4	0	0	0	0	0
		30-45'	18	8	1	0	0	0	0	0
		45-60'	33	9	2	1	0	0	0	0
		ukupno	89	28	10	1	0	0	0	0
	EJA	89	42	20	2	0	0	0		
sveukupno vo		128								
sveukupno EJ		153								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	24	0-15'	306	36	3	0	2	0	5	0
		15-30'	242	28	5	0	0	0	5	0
		30-45'	238	39	0	2	3	0	5	0
		45-60'	247	25	5	0	0	0	5	0
		ukupno	1033	128	13	2	5	0	20	0
	EJA	1033	192	26	4	3,5	0	50		
sveukupno vo		1201								
sveukupno EJ		1309								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	41	0-15'	155	6	3	1	1	0	2	0
		15-30'	150	3	5	2	2	0	1	0
		30-45'	146	5	8	1	3	0	1	0
		45-60'	153	7	4	1	1	0	2	0
		ukupno	604	21	20	5	7	0	6	0
	EJA	604	31,5	40	10	4,9	0	15		
sveukupno vo		663								
sveukupno EJ		705								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	42	0-15'	288	13	21	4	4	0	6	0
		15-30'	274	15	13	3	3	0	4	0
		30-45'	262	16	11	7	3	0	5	0
		45-60'	233	22	16	4	2	0	6	0
		ukupno	1057	66	61	18	12	0	21	0
	EJA	1057	99	122	36	8,4	0	52,5		
sveukupno vo		1235								
sveukupno EJ		1375								

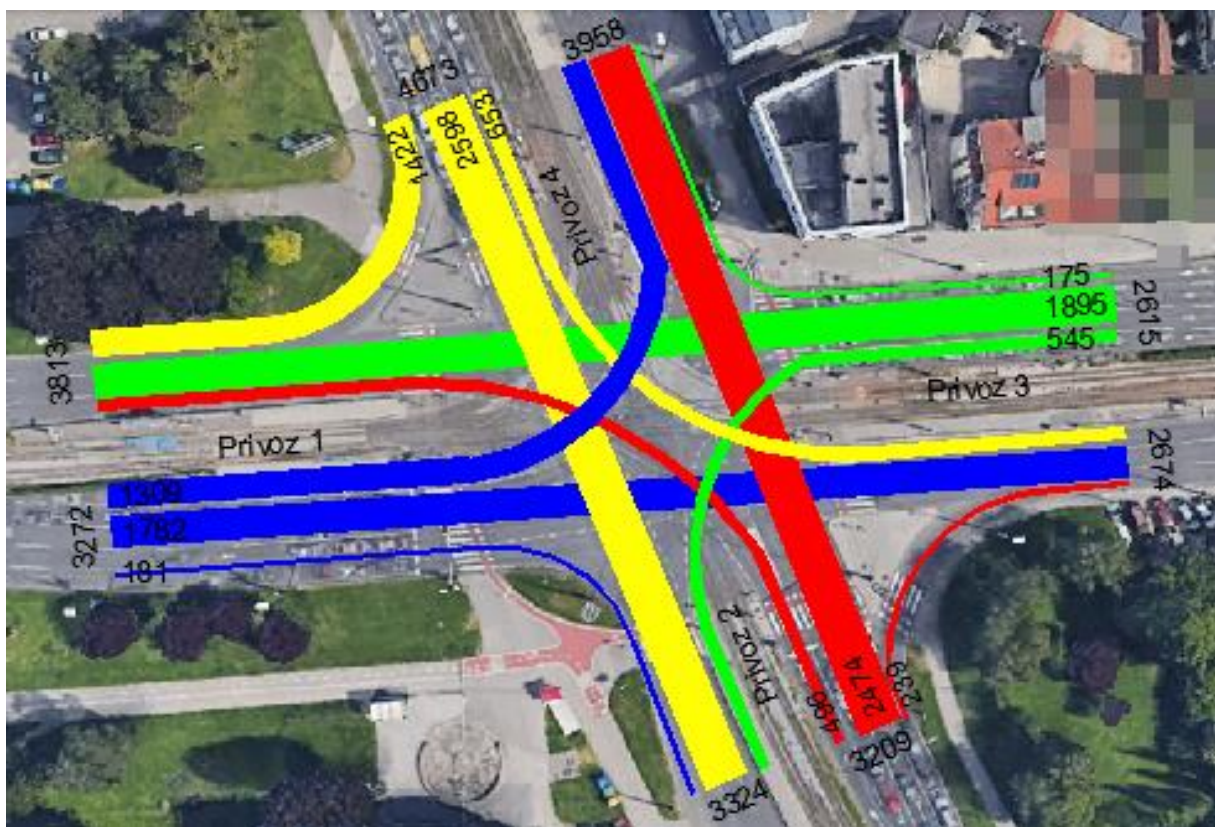
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	43	0-15'	63	9	5	3	2	0	2	0
		15-30'	54	4	4	0	3	0	2	0
		30-45'	65	3	5	2	0	0	2	0
		45-60'	63	3	4	1	1	0	2	0
		ukupno	245	19	18	6	6	0	8	0
	EJA	245	28,5	36	12	4,2	0	20		
sveukupno vo		302								
sveukupno EJ		346								

Slika 62. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 8:00 h do 9:00 h na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Da bi se prometno opterećenje grafički prikazalo, izrađen je prikaz u programskom alatu Auto CAD za cijeli jutarnji vršni period. Grafički prikaz na Slici 63. prikazuje svaki prometni tok s pripadajućim brojem EJA jedinica za cijeli period na temelju čega je moguće donijeti zaključak koji su dominantni tokovi te o eventualnim problemima na raskrižju.





**Slika 63. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog opterećenja na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Vidljivo je kako je u jutarnjem vršnom opterećenju najopterećeniji privoz 4 sa opterećenjem od 4673 EJA, dok je najmanje opterećen privoz 3 sa opterećenjem od 2615 EJA. Može se zaključiti da su dominantni pravci kretanja vozila jug – sjever te sjever – jug.

Na Slici 64. prikazani su rezultati brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje u periodu od 15:00 h do 16:00 h, dok Slika 65. prikazuje rezultate popodnevnog vršnog opterećenja od 16:00 h do 17:00 h. Slike prikazuju broj vozila podijeljen u kategorije prema njihovom smjeru kretanja.

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	12	0-15'	38	7	1	3	0	0	0	0
		15-30'	53	1	0	0	0	0	0	0
		30-45'	42	2	0	0	0	0	0	0
		45-60'	45	2	1	0	0	0	0	0
		ukupno	178	12	2	3	0	0	0	0
	EJA	178	18	4	6	0	0	0	0	
sveukupno vo		195								
sveukupno EJA		206								
15:00 - 16:00	13	0-15'	144	11	1	0	5	0	2	0
		15-30'	196	11	2	0	3	0	1	0
		30-45'	180	13	2	0	4	0	4	0
		45-60'	172	15	1	0	2	0	1	0
		ukupno	692	50	6	0	14	0	8	0
	EJA	692	75	12	0	9,8	0	20		
sveukupno vo		770								
sveukupno EJA		809								
15:00 - 16:00	14	0-15'	99	12	0	0	5	0	1	0
		15-30'	139	6	0	0	5	0	2	0
		30-45'	110	6	0	0	3	0	1	0
		45-60'	145	6	1	0	2	0	1	0
		ukupno	493	30	1	0	15	0	5	0
	EJA	493	45	2	0	10,5	0	12,5		
sveukupno vo		544								
sveukupno EJA		563								
15:00 - 16:00	31	0-15'	229	23	0	0	2	0	3	0
		15-30'	220	20	1	0	3	0	2	0
		30-45'	242	17	0	2	2	0	2	0
		45-60'	229	20	0	1	3	0	3	0
		ukupno	920	80	1	3	10	0	10	0
	EJA	920	120	2	6	7	0	25	0	
sveukupno vo		1024								
sveukupno EJA		1080								
15:00 - 16:00	32	0-15'	58	6	0	0	1	0	0	0
		15-30'	74	4	0	0	1	0	0	0
		30-45'	66	10	0	0	3	0	0	0
		45-60'	78	5	0	0	1	0	0	0
		ukupno	276	25	0	0	6	0	0	0
	EJA	276	37,5	0	0	4,2	0	0		
sveukupno vo		307								
sveukupno EJA		318								
15:00 - 16:00	34	0-15'	16	1	0	0	0	0	2	0
		15-30'	14	2	0	0	0	0	2	0
		30-45'	17	2	0	0	0	0	2	0
		45-60'	13	1	0	0	0	0	2	0
		ukupno	60	6	0	0	0	0	8	0
	EJA	60	9	0	0	0	0	20		
sveukupno vo		74								
sveukupno EJA		89								
15:00 - 16:00	21	0-15'	38	5	1	2	2	0	0	0
		15-30'	57	8	1	3	0	0	0	0
		30-45'	65	6	0	0	1	0	0	0
		45-60'	58	8	3	1	4	0	0	0
		ukupno	218	27	5	6	7	0	0	0
	EJA	218	40,5	10	12	4,9	0	0	0	
sveukupno vo		263								
sveukupno EJA		285								
15:00 - 16:00	23	0-15'	29	5	1	0	0	0	0	0
		15-30'	29	3	1	0	0	0	0	0
		30-45'	27	2	1	0	0	0	0	0
		45-60'	38	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	123	10	3	0	0	0	0	0
	EJA	123	15	6	0	0	0	0	0	
sveukupno vo		136								
sveukupno EJA		144								
15:00 - 16:00	24	0-15'	228	19	0	0	3	0	5	0
		15-30'	228	25	0	1	1	0	6	0
		30-45'	246	25	2	0	2	0	5	0
		45-60'	235	26	0	2	5	0	5	0
		ukupno	937	95	2	3	11	0	21	0
	EJA	937	142,5	4	6	7,7	0	52,5		
sveukupno vo		1069								
sveukupno EJA		1150								
15:00 - 16:00	41	0-15'	144	3	5	1	3	0	2	0
		15-30'	168	16	10	1	5	0	1	0
		30-45'	174	7	12	0	0	0	1	0
		45-60'	116	18	12	1	4	0	1	0
		ukupno	602	44	39	3	12	0	5	0
	EJA	602	66	78	6	8,4	0	12,5		
sveukupno vo		705								
sveukupno EJA		773								
15:00 - 16:00	42	0-15'	270	13	18	11	4	0	5	0
		15-30'	307	18	16	6	5	0	6	0
		30-45'	315	18	14	6	0	0	5	0
		45-60'	308	18	13	4	11	0	4	0
		ukupno	1200	67	61	27	20	0	20	0
	EJA	1200	100,5	122	54	14	0	50		
sveukupno vo		1375								
sveukupno EJA		1491								
15:00 - 16:00	43	0-15'	41	4	5	0	2	0	2	0
		15-30'	47	9	5	0	3	0	1	0
		30-45'	55	7	6	0	0	0	2	0
		45-60'	39	6	7	0	6	0	2	0
		ukupno	182	26	23	0	11	0	7	0
	EJA	182	39	46	0	7,7	0	17,5		
sveukupno vo		249								
sveukupno EJA		292								

Slika 64. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 15:00 h do 16:00 h na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica

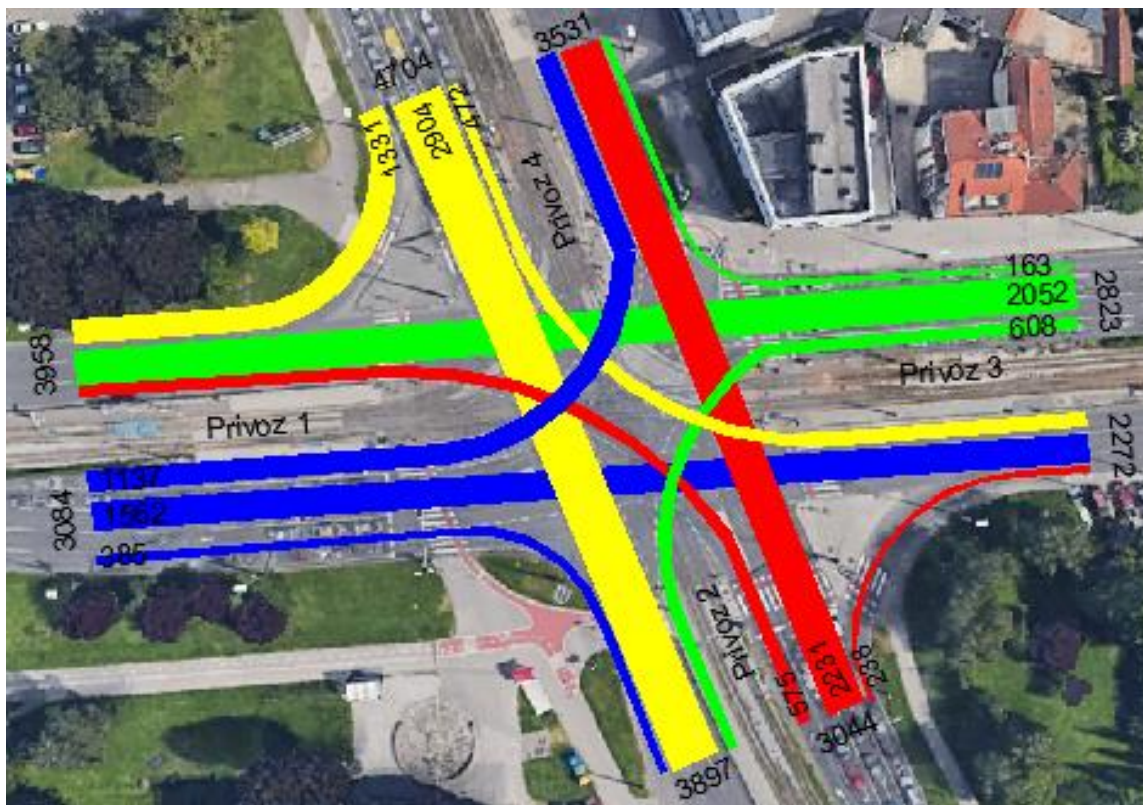
Izvor: izradio autor

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	12	0-15'	56	2	0	0	1	0	0	0
		15-30'	39	5	0	0	1	0	0	0
		30-45'	47	4	1	0	1	0	0	0
		45-60'	31	1	0	1	0	0	0	0
		ukupno	173	12	1	1	3	0	0	0
	EJA	173	18	2	2	2,1	0	0	0	
sveukupno vo						190				
sveukupno EJA						197				
16:00 - 17:00	13	0-15'	158	11	3	1	2	0	2	0
		15-30'	191	8	0	1	5	0	2	0
		30-45'	210	13	1	1	6	0	2	0
		45-60'	155	14	1	1	2	0	2	0
		ukupno	714	46	5	4	15	0	8	0
	EJA	714	69	10	8	10,5	0	20	0	
sveukupno vo						792				
sveukupno EJA						832				
16:00 - 17:00	14	0-15'	131	7	1	0	3	0	1	0
		15-30'	140	4	0	0	1	0	2	0
		30-45'	149	5	0	1	2	0	1	0
		45-60'	136	6	0	0	2	0	1	0
		ukupno	556	22	1	1	8	0	5	0
	EJA	556	33	2	2	5,6	0	12,5	0	
sveukupno vo						593				
sveukupno EJA						611				
16:00 - 17:00	31	0-15'	238	10	0	0	4	0	3	0
		15-30'	245	13	1	0	3	0	2	0
		30-45'	228	10	0	0	5	0	2	0
		45-60'	249	11	0	0	1	0	3	0
		ukupno	960	44	1	0	13	0	10	0
	EJA	960	66	2	0	9,1	0	25	0	
sveukupno vo						1028				
sveukupno EJA						1062				
16:00 - 17:00	32	0-15'	58	4	1	0	2	0	0	0
		15-30'	80	3	1	0	3	0	0	0
		30-45'	66	6	0	0	4	0	0	0
		45-60'	67	6	0	0	0	0	0	0
		ukupno	271	19	2	0	9	0	0	0
	EJA	271	28,5	4	0	6,3	0	0	0	
sveukupno vo						301				
sveukupno EJA						310				
16:00 - 17:00	34	0-15'	18	1	0	0	1	0	2	0
		15-30'	18	1	0	0	0	0	1	0
		30-45'	24	0	0	0	3	0	3	0
		45-60'	14	1	0	0	0	0	2	0
		ukupno	74	3	0	0	4	0	8	0
	EJA	74	4,5	0	0	2,8	0	20	0	
sveukupno vo						89				
sveukupno EJA						101				
16:00 - 17:00	21	0-15'	65	7	2	2	3	0	0	0
		15-30'	68	5	0	3	0	0	0	0
		30-45'	63	3	0	4	0	0	0	0
		45-60'	69	11	0	5	2	0	0	0
		ukupno	265	26	2	14	5	0	0	0
	EJA	265	39	4	28	3,5	0	0	0	
sveukupno vo						312				
sveukupno EJA						340				
16:00 - 17:00	23	0-15'	28	1	0	0	1	0	0	0
		15-30'	16	0	3	0	0	0	0	0
		30-45'	18	1	0	0	0	0	0	0
		45-60'	34	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	96	2	3	0	1	0	0	0
	EJA	96	3	6	0	0,7	0	0	0	
sveukupno vo						102				
sveukupno EJA						106				
16:00 - 17:00	24	0-15'	243	22	3	0	0	0	5	0
		15-30'	268	15	1	0	1	0	6	0
		30-45'	264	14	0	3	3	0	6	0
		45-60'	280	16	3	0	4	0	5	0
		ukupno	1055	67	7	3	8	0	22	0
	EJA	1055	100,5	14	6	5,6	0	55	0	
sveukupno vo						1162				
sveukupno EJA						1236				
16:00 - 17:00	41	0-15'	110	17	14	0	5	0	2	0
		15-30'	131	9	8	0	3	0	1	0
		30-45'	161	10	14	1	2	0	2	0
		45-60'	122	10	2	0	1	0	1	0
		ukupno	524	46	38	1	11	0	6	0
	EJA	524	69	76	2	7,7	0	15	0	
sveukupno vo						626				
sveukupno EJA						694				
16:00 - 17:00	42	0-15'	369	24	19	2	3	0	6	0
		15-30'	324	31	22	6	4	0	5	0
		30-45'	302	26	15	10	7	0	7	0
		45-60'	287	15	14	2	5	0	4	0
		ukupno	1282	96	70	20	19	0	22	0
	EJA	1282	144	140	40	13,3	0	55	0	
sveukupno vo						1509				
sveukupno EJA						1674				
16:00 - 17:00	43	0-15'	45	8	6	1	1	0	1	0
		15-30'	29	8	7	0	1	0	3	0
		30-45'	43	4	3	0	2	0	2	0
		45-60'	45	5	4	0	4	0	1	0
		ukupno	162	25	20	1	8	0	7	0
	EJA	162	37,5	40	2	5,6	0	17,5	0	
sveukupno vo						223				
sveukupno EJA						265				

Slika 65. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 16:00 h do 17:00 h na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica

Izvor: izradio autor

Slikom 66. grafički je prikazan svaki prometni tok s pripadajućim brojem EJA jedinica za cijeli period popodnevnog vršnog opterećenja od 15:00 h do 17:00 h kako bi se što bolje prikazalo odvijanje prometnih tokova na raskrižju.



**Slika 66. Grafički prikaz popodnevnog vršnog opterećenja na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica**

Izvor: izradio autor

Vidljivo je kako je u popodnevnom vršnom opterećenju najopterećeniji privoz 4 sa opterećenjem od 4704 EJA, dok je najmanje opterećen privoz 3 sa opterećenjem od 2823 EJA. Privoz 1, privoz 2 i privoz 3 su poprilično ravnomjerno opterećeni. Može se zaključiti da su dominantni pravci kretanja vozila sjever – jug, jug - sjever te istok – zapad.

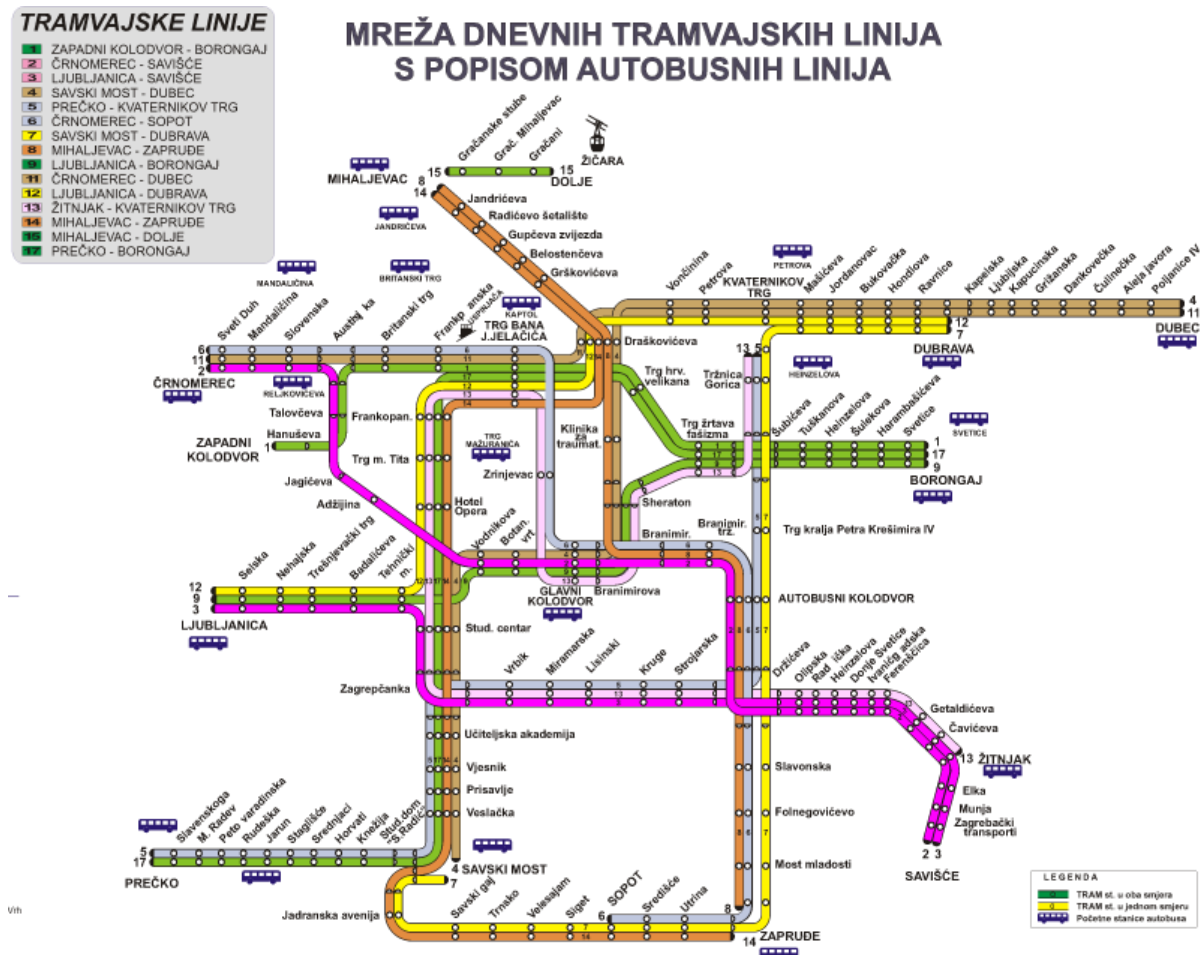
Ukupno prometno opterećenje raskrižja u jutarnjem vršnom periodu iznosi 13769 EJA, dok u popodnevnom vršnom periodu iznosi 13658 EJA. I u jutarnjem vršnom periodu i u popodnevnom vršnom periodu dominantni pravac kretanja je sjever - jug.

## **2.4 Analiza javnog gradskog prijevoza na području obuhvata**

Sustav javnog gradskog putničkog prijevoza u praksi čini više prometnih sustava koji u manjoj ili većoj mjeri, ili s nižim ili višim stupnjem zadovoljstva korisnika usluga zadovoljavaju putničku transportnu potražnju. Najčešće sustav javnog gradskog putničkog prijevoza kod manjih i srednje velikih gradova čine autobusni i trolejbusni i/ili tramvajski prometni sustav. Svaki od tih transportnih sustava ostvaruje svoju zadaću uz određenu razinu kvalitete, prijevoznu sposobnost, infrastrukturu i suprastrukturu, organizaciju te ekonomičnost. Porastom stanovništva dodatno se u sustav javnog gradskog putničkog prijevoza uključuju drugi transportni sustavi većeg kapaciteta i više razine usluge kao primjerice sustavi lake gradske željeznice ili metro sustavi [10].

Javni gradski prijevoz značajan je za kretanje putnika u gradovima. Stoga je rješavanje pitanja organizacije i tehnologije u funkciji njegove ekonomičnosti i efikasnosti od presudne važnosti. U ovom segmentu analiziraju se linije javnog gradskog prijevoza po podsustavima i protok putnika i prevezenih putnika u promatranom periodu [2].

U sklopu analize, potrebno je utvrditi položaj linija javnog gradskog i prigradskog prijevoza. Kad se utvrde linije potrebno je izvršiti analizu voznih redova, odnosno raspored kretanja vozila po linijama. Slikom 67. prikazana je mreža tramvajskih linija u gradu Zagrebu.



Slika 67. Grafički prikaz popodnevno vršnog opterećenja na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica

Izvor: [11]

Na području promatranog koridora prometuje 10 tramvajskih linija, te 17 autobusnih linija. Od 10 tramvajskih linija 3 prometuju cijelom dužinom koridora, dok njih 7 presijeca koridor na rubnim raskrižjima. Svih 17 autobusnih linija presijeca koridor na raskrižju Vukovarske ulice i ulice Hrvatske bratske zajednice.

Tramvajske linije koje prometuju na području koridora su [11]:

- 2 Črnomerec – Savišće
- 3 Ljubljanka – Savišće
- 4 Savski Most - Dubec

- 5 Prečko - Park Maksimir
- 6 Črnomerec - Sopot
- 7 Arena Zagreb - Dubrava
- 8 Mihaljevac – Zapruđe
- 13 Žitnjak - Kvaternikov Trg
- 14 Mihaljevac - Savski Most
- 17 Prečko - Borongaj

Autobusne linije koje prometuju na području koridora su [12]:

- 108 Glavni Kolodvor - Savski Most
- 166 Zagreb (Glavni Kolodvor) - Donji Dragonožec
- 218 Glavni Kolodvor - Savica – Borovje
- 219 Glavni Kolodvor – Sloboština
- 220 Glavni Kolodvor – Dugave
- 221 Glavni Kolodvor – Travno
- 229 Glavni Kolodvor - Odra - Mala Mlaka
- 234 Glavni Kolodvor - Kajzerica – Lanište
- 241 Glavni Kolodvor - Veliko Polje
- 242 Glavni Kolodvor – Podbrežje
- 243 Glavni Kolodvor – Kajzerica
- 268 Zagreb (Glavni Kolodvor) - Velika Gorica
- 281 Glavni Kolodvor - Novi Jelkovec
- 310 Zagreb (Glavni Kolodvor) – Petrovina
- 311 Zagreb (Glavni Kolodvor) - Cerovski Vrh
- 313 Zagreb (Glavni Kolodvor) – Vukomerić
- 330 Zagreb (Glavni Kolodvor) - Velika Gorica (Brza linija)

Mjerenjem GPS uređajem utvrđeno je da prosječna brzina tramvaja na analiziranom koridoru iznosi 12 km/h. Niska brzina tramvaja unatoč fizičkoj odvojenosti od ostalog prometa uzrokovana je čestim zaustavljanjima i dugim zadržavanjima na semaforima.

### 3. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG STANJA

Prijedlozi rješenja prometne studije obuhvaćaju prijedloge mjera, zahvata i novih rješenja kojima je moguće poboljšati i unaprijediti postojeće stanje prometnog sustava. Prijedlogom mjera predlažu se promjene u organizaciji prometnog sustava i prometnoj politici, a prijedlogom zahvata se daju rješenja za izgradnju ili rekonstrukciju elemenata prometne infrastrukture [2].

Prijedlozi rješenja izrađuju se na temelju [2]:

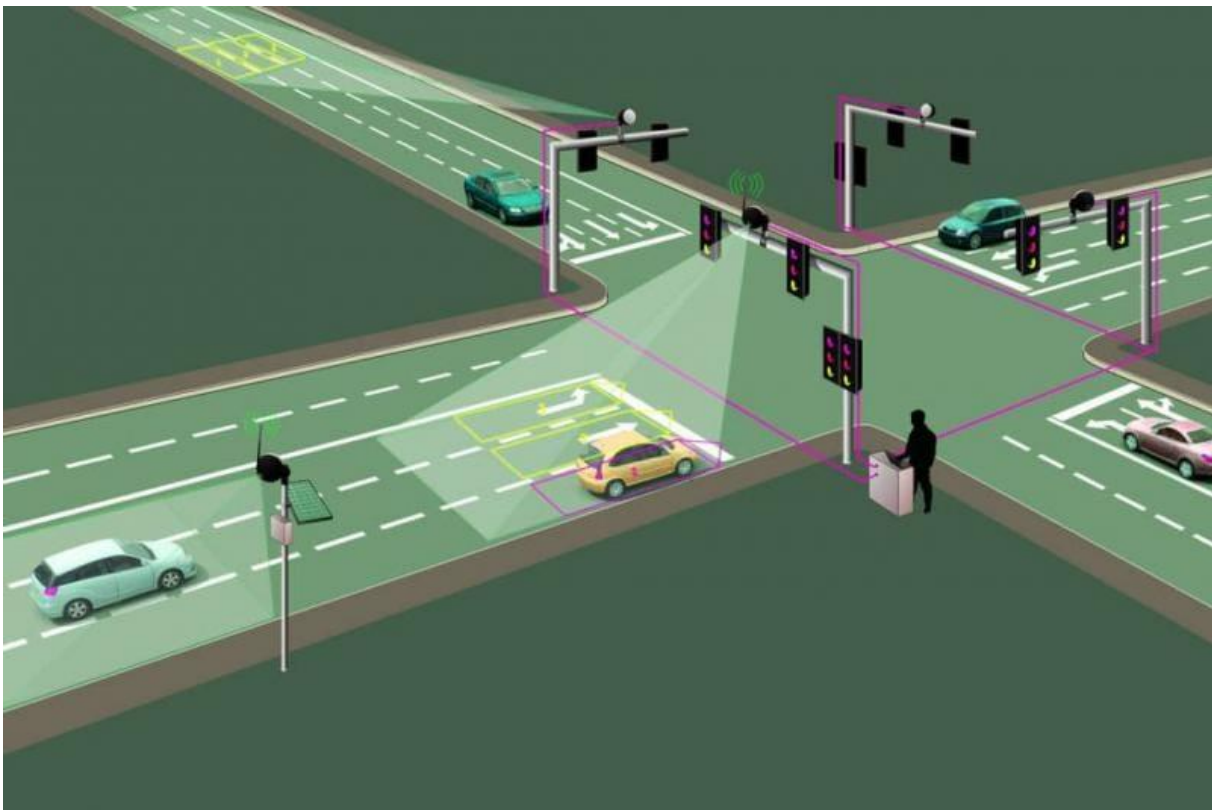
- rezultata analize postojećeg stanja (ustanovljeni problemi);
- prognoze prometa (trend porasta ili smanjenja intenziteta prometnih tokova)
- najnovijih znanstvenih i stručnih spoznaja na području tehnologije prometa i transporta.

Analizom postojećeg stanja dobiven je uvid u trenutačno stanje na području obuhvata. Dominantni smjerovi kretanja na koridoru su uglavnom zapad – istok te istok – zapad, dok su južni i sjeverni privoz uglavnom manje opterećeni. Iznimku tomu čine raskrižja Vukovarske ulice sa ulicom Hrvatske Bratske zajednice i Avenijom Marina Držića gdje veliki broj vozila presijeca koridor ili se na njega uključuje. Osim velike prometne potražnje osobnih automobila značajan dio prometne potražnje čine i vozila javnog gradskog prijevoza. Tri tramvajske linije putuj duž koridora na longitudinalno fizički izdvojenim prometnim površinama. Osnovni problemi odvijanja prometa na koridoru su zagušenja i repovi čekanja na dominantnim smjerovima kretanja vozila te neiskorištenost longitudinalne fizičke odvojenosti vozila javnog gradskog prijevoza od ostaloga prometa. Iako vozila javnog gradskog prijevoza prometuju na površinama odvojenim od ostale prometne infrastrukture, nije im omogućen prioritet prolaska kroz raskrižja zbog čega nastaje varijabilnost vremena putovanja. Posljedica toga je da se putnicima smanjuje pouzdanost usluge, jer im se povećava varijabilnost vremena čekanja na dolazak vozila i varijabilnost vremena provedenog u vozilu, pa oni moraju za svoja putovanja rezervirati dodatno vrijeme kako bi stigli na odredište na vrijeme. U javnom gradskom prijevozu na kašnjenja na semaforiziranim raskrižjima otpada oko 50% ukupnog kašnjenja [8].

Da bi se smanjila zagušenja na najopterećenijim smjerovima kretanja te da se smanji varijabilnost vremena putovanja vozila javnog gradskog prijevoza i time poveća pouzdanost javnog gradskog prijevoza predlaže se implementacija adaptivnog upravljanja prometom sa naglaskom na prioritet javnog gradskog prijevoza.

Kod adaptivnih sustava upravljanja signalnim planovima (Slika 68.) trajanje signalnog pojma i trajanja ciklusa je promjenjivo iz razloga što algoritam upravljanja se prilagođava stvarno vremenskim prometnim opterećenjima. Algoritam upravljanja ima djelomičnu ili potpunu slobodu kod upravljanja semaforiziranog raskrižja. Djelomična upravljanja se koriste kod raskrižja u kojima glavni prometni pravac (cesta s većim kapacitetom vozila) ima slobodni prolaz kroz raskrižje sve dok na sporednom pravcu algoritam ne detektira prisutnost vozila pomoću detektora. Takav način upravljanja raskrižjem gdje je manji broj vozila na sporednim

pravicima poboljšava protok vozila na glavnim prometnim pravicima jer su smanjeni gubitci vremena putovanja. Za potrebe detekcije vozila koriste se detektori koji se postavljaju samo na sporednim privozima s obzirom na to da je prioritet propuštanja vozila na glavnom prometnom pravcu. Algoritam potpunog upravljanja se koristi na onim raskrižjima gdje je udio prometnog volumena podjednako raspoređen po svim privozima, pa je iz toga razloga potrebno postavljanje detektora na svim privozima kako bi se redosljed faza i njihovo trajanje moglo manipulirati prema stvarno vremenskim potrebama protoka vozila [13].



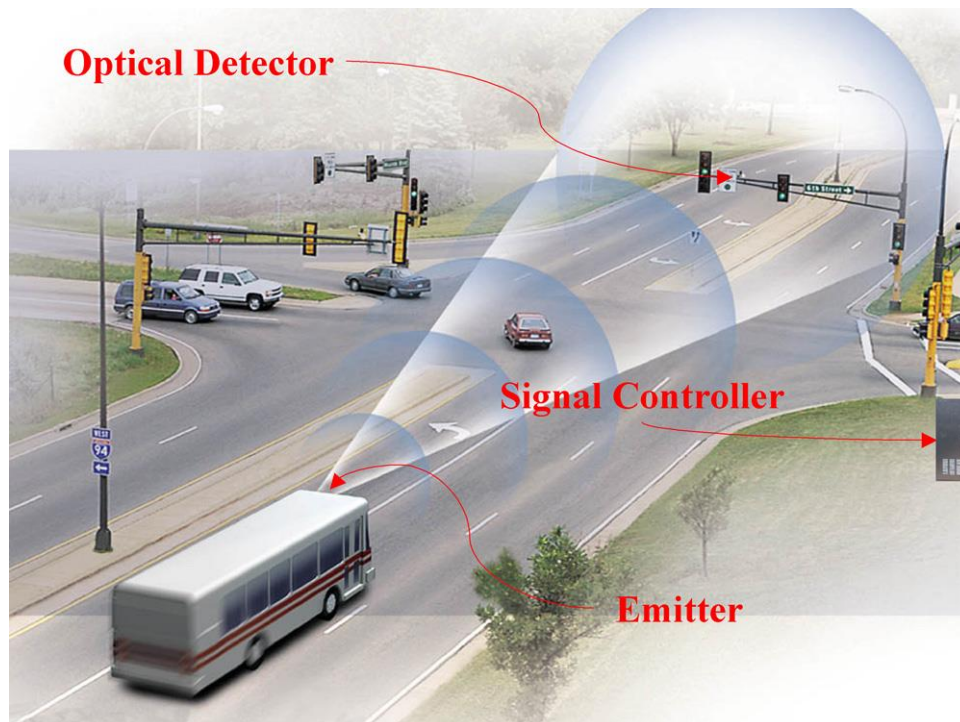
**Slika 68. Konceptualni prikaz sustava adaptivnog upravljanja prometom**

Izvor: [14]

Adaptivno upravljanje prometom bi u odnosu na sadašnje upravljanje svjetlosnom signalizacijom sa fiksnim signalnim planovima omogućilo smanjenje vremena putovanja, smanjenje repova čekanja, povećanje propusne moći te postizanje raznih sekundarnih benefita na promatranom području.

Prioritet javnoga gradskoga prijevoza (Slika 69.) je skup bilo kakvih mjera koje rezultiraju povlaštenim položajem javnoga gradskoga prijevoza u odnosu na ostale sudionike u prometu. Pritom se povlaštenu položaj očituje povećanjem brzine prometovanja između stajališta nakon primjene mjera u odnosu na prethodno stanje. Zadaća prioriteta javnoga gradskoga prijevoza je eliminacija neželjenih učinaka faktora smetnji. Prioritet sustava javnog prijevoza u većini slučajeva se mora oslanjati na uporabu informacijsko-komunikacijske tehnologije, ITS-a i prijevozne telematike, a funkcioniranje gradskog prometa bez primjene ITS-a je znatno neučinkovitije zbog rastućih prometnih, ekonomskih i ekoloških zahtjeva koji se postavljaju na prometnu mrežu [15].





**Slika 69. Konceptualni prikaz prioriteta javnog gradskog prijevoza**

Izvor: [16]

Osnovni koncept osiguravanja prednosti prolaska raskrižjem sastoji se od prepoznavanja (detekcije) vozila, prosljeđivanja informacije semaforskom uređaju te izvršenje promjene signalne slike konfliktnog semaforiziranog raskrižja. Prednost prolaska raskrižjem u sklopu aktivnog operativnog prioriteta se osigurava pomoću tehnologija transpondera, detektora ili radijske veze. U kolnik na mjestu gdje se želi ostvariti detekcija ugrađuje se detektor (antena) u asfaltnu podlogu. Nailaskom vozila, informacija o prisutnosti se prosljeđuje prijemnom računalu koje informaciju dalje prenosi kontrolnom uređaju. Bitno obilježje svih uređaja mora biti izdržljivost u svim vremenskim uvjetima. Veliku ulogu zauzima i mjesto postavljanja detektora. Optimalno ga je postaviti prije zaustavne linije na mjestu početka nove dionice nakon semaforiziranog raskrižja, a ako se nakon raskrižja nalazi stajalište, onda nakon samog stajališta, radi izbjegavanja nepravilnosti uzrokovanih zadržavanjem na stajalištu te radi što ranije detekcije vozila kako bi sustav imao najveću moguću vremensku zalihu u trenutku kada detektira vozilo javnog prijevoza [15].

Algoritam odvijanja faza u semaforskim uređajima mora biti prilagođen, odnosno programiran tako da može pravovremeno promijeniti ili produljiti fazu dozvoljenog prolaska za tramvaje ukoliko je to ostvarivo sa stajališta sigurnosti i udobnosti vožnje za sve sudionike u promatranom raskrižju. U slučaju više vozila javnog prijevoza koja su najavila svoj dolazak u raskrižje, dodjeljivanje prednosti prolaska raskrižjem prema određenom kriteriju, odnosno specifičnim zahtjevima, ovisi o mogućnostima ugrađene opreme (mogućnostima transpondera i detektora), prilagodljivosti algoritma signalnog plana raskrižja i mogućnosti prosljeđivanja informacija o kriteriju prednosti prolaska nad drugim vozilima, ako je u vozilu

prisutna tehnologija koja omogućava realizaciju informacije specifičnog zahtjeva. Načini na koji se postiže prioritet na raskrižjima mogu biti izvedeni kao [15]:

- produljenje zelene faze,
- raniji nastup faze,
- dodatna faza,
- povlačenje faze.

Prioritet vozila javnog gradskog prijevoza je od velikog značaja jer ima izravan utjecaj na vrijeme vožnje i na vrijeme putovanja. Slijedno tome, porastom prioriteta dolazi do smanjenja odstupanja u vremenima putovanja i smanjenja vremena obrta. Vrijeme zadržavanja vozila na stanicama radi ukrcaja i iskrcaja putnika nema utjecaj na prioritet vozila. Prioritiziranje JGP-a ima mnoge prednosti [15]:

- Prosječna brzina vozila javnog gradskog prijevoza poraste, što vodi ka kraćim trajanjima putovanja. Stoga putnici gube manje vremena, posebno u vršnim satima.
- Vozni redovi postanu stabilniji, pouzdaniji, precizniji i točniji.
- Povećanje brzine vožnje povećava atrakciju JGP-a, te privuče ljude na korištenje autobusa ili tramvaja. Time je na cesti manje osobnih vozila.
- Emisije vozila JGP-a se smanje jer provode manje vremena u zagušenjima, ali je i očekivan ukupan pad emisija štetnih tvari.

#### 4. IZRADA SIMULACIJSKOG MODELA POSTOJEĆEG STANJA S PRIJEDLOGOM RJEŠENJA

Razvoj kompjutorskog procesiranja i programskih alata omogućuje prometno modeliranje bazirano na mikrosimulacijama. Mikrosimulacije pružaju mogućnost modeliranja individualnih značajki i ponašanja stanovnika promatranog područja. Neki makrosimulacijski alati, omogućuju i detaljno dizajniranje raskrižja, unošenje signalnih planova te na kraju prebacivanje pojedinačnih raskrižja u mikrosimulacijski alat i izradu animacije [17]

PTV Vissim je vodeći mikroskopski simulacijski program za modeliranje multimodalnih transportnih operacija. Vissim je mikroskopski i simulacijski alat za modeliranje urbanog i ruralnog prometa, kao i pješačkih tokova. Osim privatnog prijevoza, također je moguće modelirati željeznički i cestovni javni prijevoz. Protok prometa simulira se uz različita ograničenja distribucije voznog traka, sastava vozila, kontrole signala i bilježenja vozila. Vissim omogućuje testiranje i analizu interakcije između sustava, kao što su adaptivne kontrole signala, preporuka rute u mrežama i komunikacija vozila. Također je moguće simulirati interakciju pješačkih tokova i lokalnog javnog i privatnog prijevoza ili planirati evakuaciju zgrada i stadiona. Vissim se može koristiti kako bi se dobili odgovori na različita pitanja. Sljedeći slučajevi uporabe predstavljaju nekoliko mogućih područja primjene [18]:

- Usporedba geometrije raskrižja,
- Planiranje prometa,
- Analiziranje propusne moći,
- Sustavi kontrole prometa,
- Simulacije javnog prijevoza.

Simulacija postojećeg stanja i prijedloga rješenja je izrađena u sljedećim koracima:

- Definiranje mreže,
- Definiranje parametara simulacije,
- Karakterizacija vozila,
- Modeliranje potražnje,
- Definiranje kontrole prometa.

Faza definiranja mreže obuhvaća detaljnu prostornu reprezentaciju prometne infrastrukture unutar VISSIM-a. Uključuje ne samo stvaranje cesta, već i precizno označavanje traka, raskrižja i drugih bitnih komponenti. Dodatno, pažnja se posvećuje geometrijskoj vjernosti, osiguravajući da simulirana mreža točno odražava stvarne uvjete. Napredne značajke poput prilagodbe geometrije trake, uključujući krivulje i elevaciju, doprinose autentičnosti okoline simulacije. Za izradu simulacije odvijanja prometa na analiziranom koridoru korišteno je 237 linkova i konektora. Linkovi predstavljaju segmente prometnica ili

transportnih koridora unutar mreže. Njima se definiraju prostorni raspored i povezanost različitih dijelova prometne infrastrukture. Obično sastoje od trakova i mogu uključivati karakteristike kao što su duljina, širina i kapacitet. Konektori su prijelazni elementi koji povezuju različite veze ili čvorove unutar mreže. Omogućuju nesmetane prijelaze između cestovnih segmenata, kao što su trakovi koje se spajaju i slično. Konektori imaju ključnu ulogu u olakšavanju protoka prometa i osiguranju kontinuiteta između različitih dijelova mreže. Dio mreže izrađene simulacije prikazan je Slikom 70.

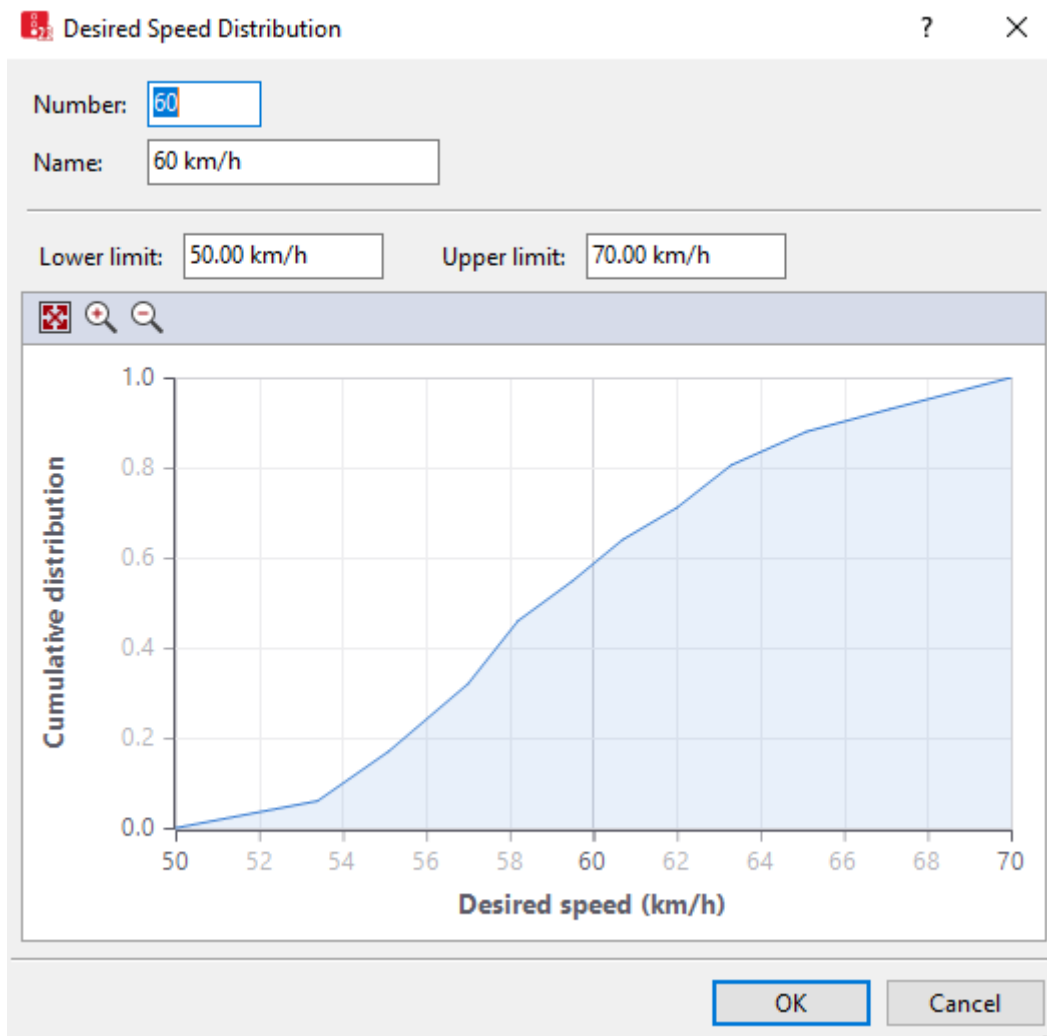


**Slika 70. Prikaz dijela mreže izrađene simulacije za analizirani koridor**

Izvor: izradio autor

Prilagodba parametara simulacije ključna je za postizanje ravnoteže između računalne učinkovitosti i modeliranja točnosti. Parametri poput trajanja simulacije, intervala koraka vremena i brzine simulacije optimiziraju se kako bi se osigurala vremenska vjernost uz smanjenje računalnog opterećenja. Dodatno, kalibracija parametara interakcije vozila, poput minimalnog razmaka i željenog razmaka ispred vozila, poboljšava realističnost simulacije prometa. Izrađena simulacija podešena je da traje 4500 sekundi, 900 sekundi „zagrijavanja“ te 3600 sekundi u kojima se prikupljaju podatci.

Karakterizacija vozila unutar simulacije uključuje višeslojni pristup koji obuhvaća različite atribute poput veličine, težine, vrste pogona i ponašanja vozača. Napredni modeli ponašanja vozila, uključujući modele slijeganja i mijenjanja traka, kalibriraju se kako bi odražavali nijanse stvarne dinamike vožnje. Nadalje, razmatranja poput profila ubrzanja vozila i karakteristika kočenja doprinose vjernosti interakcija vozila unutar simuliranog okruženja. U izrađenoj simulaciji koristila su se četiri tipa vozila: osobno vozilo, lako teretno vozilo, teško teretno vozilo te tramvaj. Udio teretnih vozila u simulaciji je usklađen sa podacima o brojanju prometa. Funkcija distribucije željenih brzina je posebno važan parametar, jer ima utjecaj na kapacitet veze i ostvarivo vrijeme putovanja. Ako to ne ometaju druga vozila ili mrežni objekti, primjerice kontrole signala, vozač će putovati željenom brzinom. Distribucija brzine u izrađenoj simulaciji prikazana je Slikom 71.



**Slika 71. Prikaz korištene distribucije brzine u simulaciji**

Izvor: izradio autor

Modeliranje potražnje razjašnjava prostornu i vremensku distribuciju protoka vozila unutar mreže, pružajući uvide u prometne obrasce i dinamiku zagušenja. Integracija stohastičkih modela potražnje omogućuje simulaciju neizvjesnih prometnih scenarija, olakšavajući robusne analize osjetljivosti i vježbe planiranja scenarija. Vrijeme kada vozila ulaze na mrežu Vissim definira stohastično. Prosječni vremenski razmak između dva vozila proizlazi iz satnog protoka. Prosječni vremenski razmak koristi se kao prosječna vrijednost negativne eksponencijalne distribucije te distribucija koje se odnose na Poissonovu distribuciju. U stvarnim uvjetima vrijeme dolaska vozila može podlijegati većoj varijabilnosti nego u Vissimu na temelju Poissonove distribucije. Broj vozila koja ulaze u mrežu u simulaciji usklađen je sa podacima o brojanju prometa.

Učinkovito upravljanje protokom prometa zahtijeva implementaciju robusnih mehanizama kontrole prometa unutar simulacije. Konfiguracije prometnih signala pažljivo su oblikovane, obuhvaćajući parametre poput faza signala, duljine ciklusa i strategija koordinacije. Nadalje, logika kontrole signala VISSIM-a omogućuje prilagodbu vremena signala na temelju stvarnih prometnih uvjeta, optimizirajući performanse raskrižja i minimizirajući

kašnjenja. Dodatno, integracija algoritama adaptivne kontrole signala poboljšava odzivnost simulacije na fluktuacije prometnih zahtjeva i dinamičkih uvjeta mreže. U izrađenoj simulaciji korištene su dvije vrste kontrole prometa – kontrola sa fiksnim signalnim planovima koja predstavlja postojeće stanje te adaptivna kontrola koja predstavlja prijedlog rješenja.

Softver PTV Epics namijenjen je fleksibilnom upravljanju prometom unutar pojedinačnih raskrižja, u potpunosti temeljeno na u stvarnom vremenu detektiranom prometnom zahtjevu vozila i najavama pješaka. Funkcionalnost softvera za upravljanje Epics temelji se na njegovoj kompatibilnosti i izravnoj integraciji sa simulacijskim modelom semaforiziranog objekta (raskrižja) proizvedenim u okviru softvera PTV Vissim, koji omogućuje visokokvalitetnu mikroskopsku simulaciju relevantnog prometnog procesa [19].

Dinamičnost i vjerodostojnost simulacije ostvaruje se ažuriranjem ulaznih prometnih podataka u stvarnom vremenu, korištenjem podataka s detektora koji pokrivaju sve prilaze predmetnom raskrižju. Detaljno snimljeni prometni zahtjev u realnom vremenu podvrgava se analizi trenda na temelju statističkih podataka iz baze dinamičkog prometa karakterističnog za predmetni objekt i trenutnog vremenskog odsječka, te se prognozira stanje prometnog zahtjeva u sljedećih 0-255 sekundi. s velikom vjerojatnošću. Preporuča se uzeti vrijednost od 100 sekundi za Epicsov horizont rada. Za taj prometni zahtjev, višestrukom simulacijom prometnog procesa u modelu, kombiniranjem različitih varijacija vrijednosti ciklusa i preraspodjelom "zelenih vremena" između konkurentskih stanja signala, određuje se kombinacija upravljanja koja rezultira najboljom učinkovitošću procesa upravljanja. Stoga softver Epics predviđa promet svake sekunde i optimizira upravljanje na temelju trenutne prometne potražnje na svakoj od prometnih traka raskrižja, profilima toka prometa ciklus po ciklus, informacijama o javnom prijevozu i najavama pješaka na gumbima [19].

PTV Epics vrši optimizaciju u jednoj sekundi, na temelju svojih specifičnih metoda optimizacije, stoga je potrebno da informacije koje softver dobiva od detektora budu na razini jedne sekunde. Također, važno je da softver od semaforškog uređaja dobije točnu informaciju o trenutnoj sekundi ciklusa. Kriterij optimizacije je minimalna vrijednost PI indeks. Indeks učinka (PI indeks) koji treba minimizirati sastoji se od ponderiranog zbroja ukupnih vremenskih gubitaka i broja zaustavljanja. Gubitak vremena obično se smatra važnijim faktorom koji treba minimizirati. Jedan od zadataka PTV Epics softverskog modula je generirati najoptimalniji slijed faza posluživanja, koristeći jednostavan algoritam "hill-climbing". Proces optimizacije uzima u obzir podatke o minimalnom i maksimalnom trajanju svake faze. Model za izračun PTV Epics PI indeksa dan je sljedećim izrazom [19]:

$$PI(sp) = \sum_{sg \in SG} asg Dsg(sp) + \beta \Delta(ref, sp) \quad (1)$$

Gdje su:

SG – signalne grupe;

sp – optimizirani signalni plan;

ref – fiksni signalni plan;

$\alpha_{sg}$  – težinski koeficijent signalne grupe  $sg$ ;

$D_{sg}$  – suma izgubljenih vremena signalne grupe  $sg$ ;

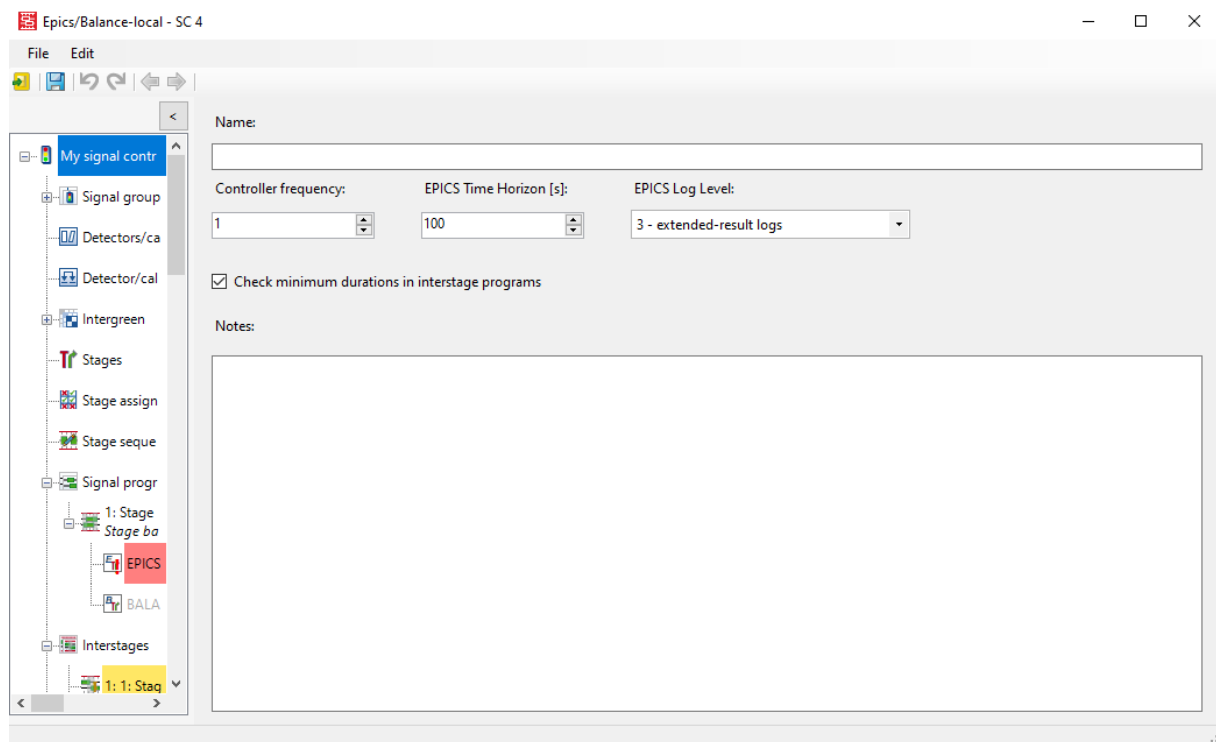
$\Delta$  – odstupanje optimiziranog signalnog plana i fiksnog signalnog plana;

$\beta$  – težinski koeficijent signalnog plana.

Težinski koeficijenti daju mogućnost favoriziranja određenih skupina signala, odnosno prometnih tokova, što je korisno pri definiranju prioriteta javnog prijevoza. Jedna od najznačajnijih prednosti ovog softvera je njegova kompatibilnost s većinom hardverskih konfiguracija semaforских uređaja. Na taj način se olakšava integracija softvera u postojeće sustave. U slučaju kvara strateških detektora koji sprječavaju proces optimizacije, PTV EPICS će izvršiti plan fiksnog signala [19].

Adaptivno upravljanje pomoću PTV Epicsa u simulaciji prometa na analiziranom koridoru izvršeno je u sljedećim koracima:

- **Definiranje parametra EPICS Time horizon** - Ovaj parametar služi da se definiira EPICS-ov horizont optimizacije. Parametar je postavljen na 100 sekundi za svako od analiziranih raskrižja što znači da EPICS vrši predikciju prometa za sljedećih 100 sekundi. Postupak definiranja parametra prikazan je Slikom 72.



Slika 72. Prikaz definiranja parametra EPICS Time Horizon

Izvor: izradio autor

- **Definiranje signalnih grupa:** Neophodno je definirati signalne grupe, tipove signala u smislu jesu li vozački, pješački, tramvajski i trajanje njihovih osnovnih signala (crveno-žuti signal, žuti signal itd.). Nakon toga, definira se cikličnost

svake zasebne signalne grupe u definiranom signalnom planu. Cikličnost jedne signalne grupe definira hoće li ista biti opslužena u svakom od ciklusa ili ne. Ukoliko je za signalnu grupu definirano da je ciklična, ista će biti opslužena bez obzira postoji li zahtjev za istom ili ne. Ukoliko je za signalnu grupu definirano da je neciklična, ista će biti opslužena samo ukoliko postoji zahtjev za njenom opslugom. Postupak definiranja signalnih grupa prikazan je Slikom 73.

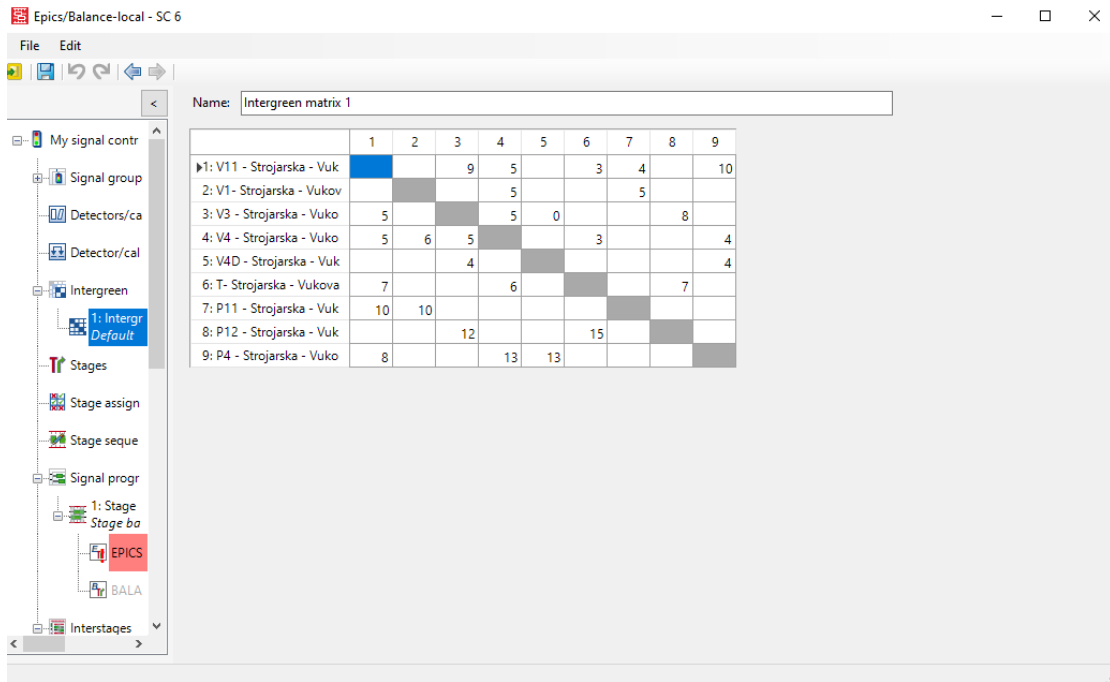
No	Name	Notes	Under EPICS control	Cyclical in P1	Minimum Red in P1	Maximum Red in P1
1	V11 - Strojarska - ...		✓	✓	0	125
2	V1 - Strojarska - V...		✓	✓	0	125
3	V3 - Strojarska - V...		✓	✓	0	125
4	V4 - Strojarska - V...		✓	✓	0	125
5	V4D - Strojarska - ...		✓	✓	0	125
6	T - Strojarska - Vu...		✓	✓	0	125
7	P11 - Strojarska - ...		✓	✓	0	125
8	P12 - Strojarska - ...		✓	✓	0	125
9	P4 - Strojarska - V...		✓	✓	0	125

Slika 73. Prikaz definiranja signalnih grupa

Izvor: izradio autor

- **Definiranje matrice zaštitnih međuvremena:** Matrica zaštitnih međuvremena koristi se za optimizaciju vremenskih intervala između faza kako bi se osigurala sigurnost u prometu. Slikom 74. prikazana je matrica zaštitnih međuvremena korištena na jednom od raskrižja u simulaciji.

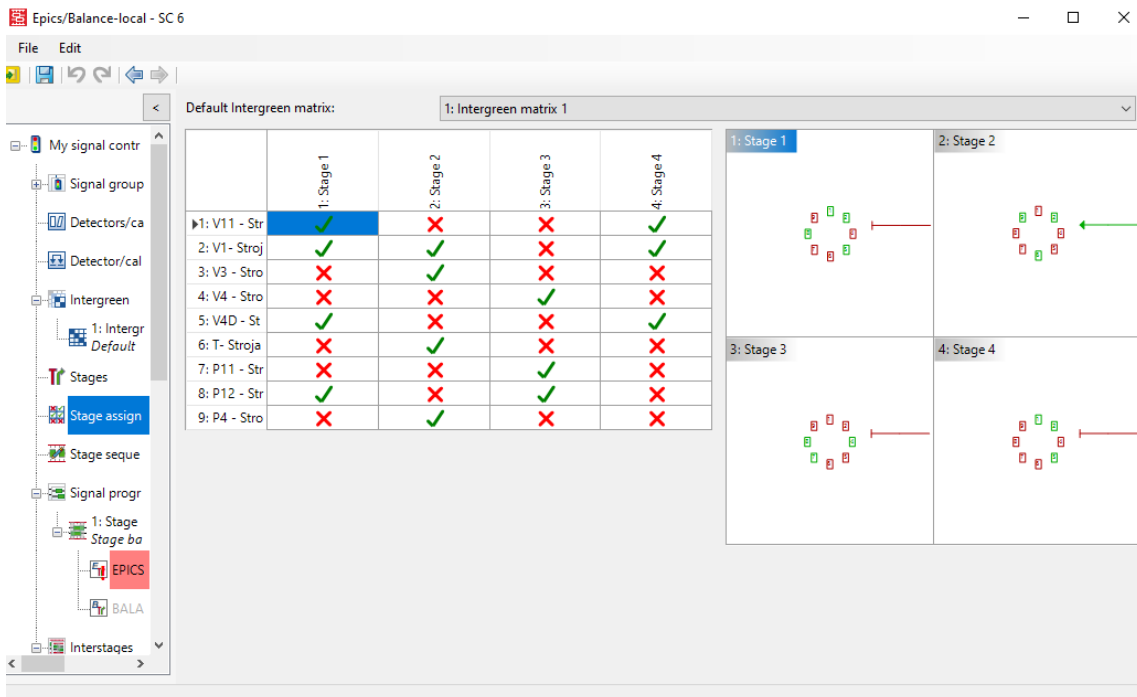




Slika 74. Prikaz definiranja matrice zaštitnih međuvremena

Izvor: izradio autor

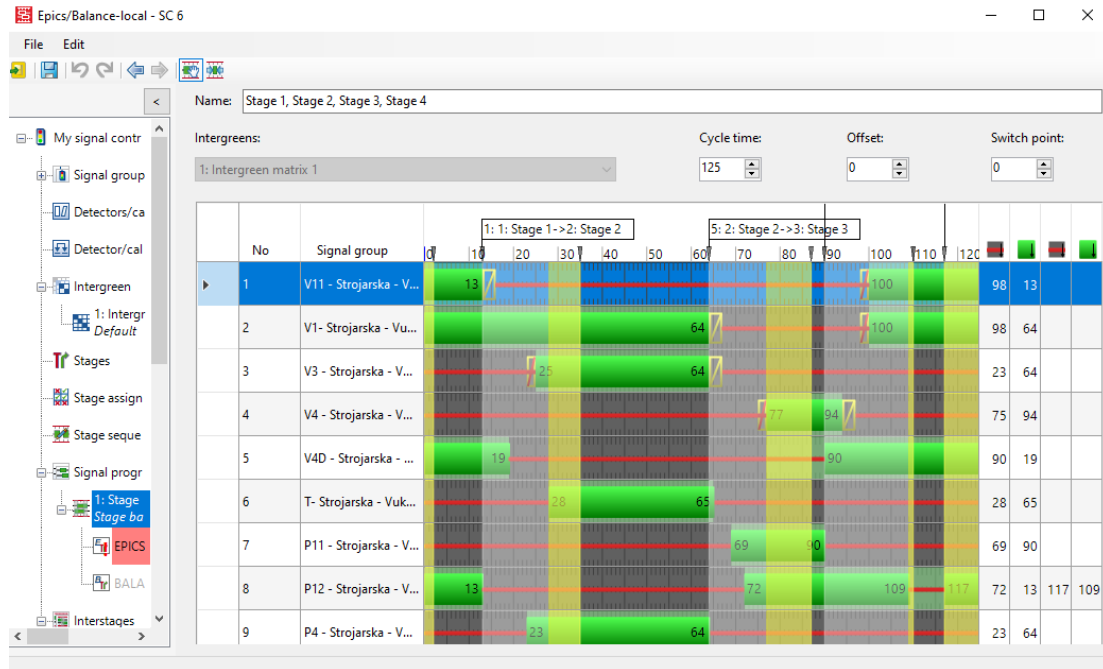
- **Definiranje faza i redosljed opsluživanja istih:** Faza u signalnom planu odnosi se na određeno razdoblje vremena tijekom kojeg su aktivni određeni svjetlosni signali na semaforu. Svaka faza obično omogućuje određenom toku prometa prolazak kroz raskrižje ili prometnu točku. Slikom 75. prikazan je postupak definiranja faza i redosljeda opsluživanja faza.



Slika 75. Prikaz definiranja faza i redosljeda opsluživanja faza

Izvor: izradio autor

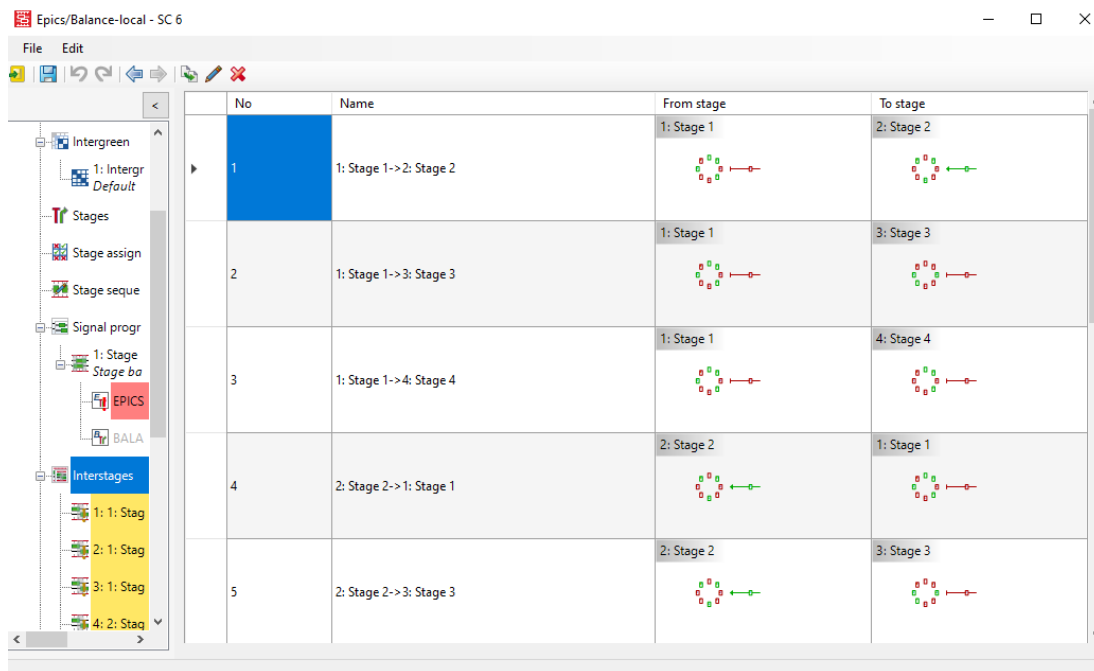
- **Definiranje signalnih programa:** U sustavima upravljanja prometom, signalni programi definiraju raspored svjetlosnih ciklusa, trajanje pojedinih faza, vrijeme trajanja žutog svjetla, i slično. Slikom 76. prikazan je postupak definiranja signalnog programa.



Slika 76. Prikaz definiranja signalnog programa

Izvor: izradio autor

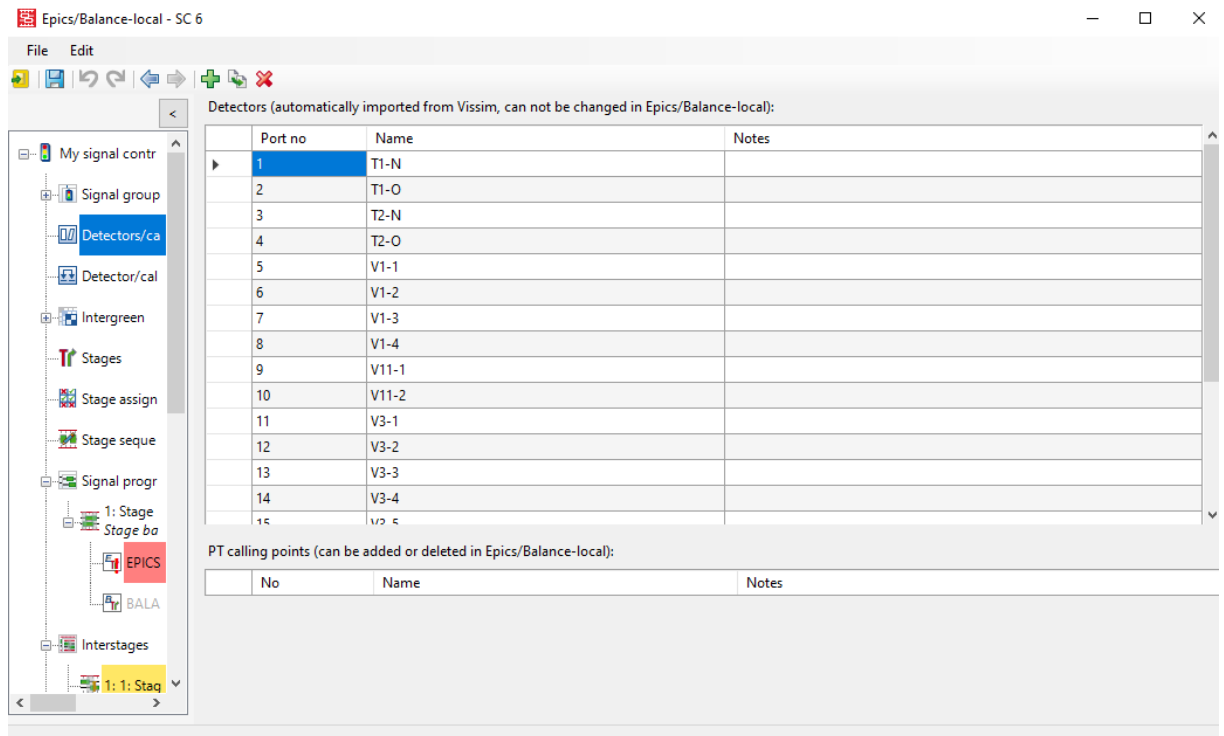
- **Definiranje prelaznih sekvenci:** Prelazne sekvence između svih predviđenih kombinacija prelaska iz jedne u drugu fazu definirane su rigorozno, i kao činitelji osnovne sigurnosti prometnog procesa, ne mijenjaju se pod utjecajem bilo kojeg od činitelja fleksibilnog upravljanja. Slikom 77. prikazan je postupak definiranja prelaznih sekvenci.



**Slika 77. Prikaz definiranja prijelaznih sekvenci**

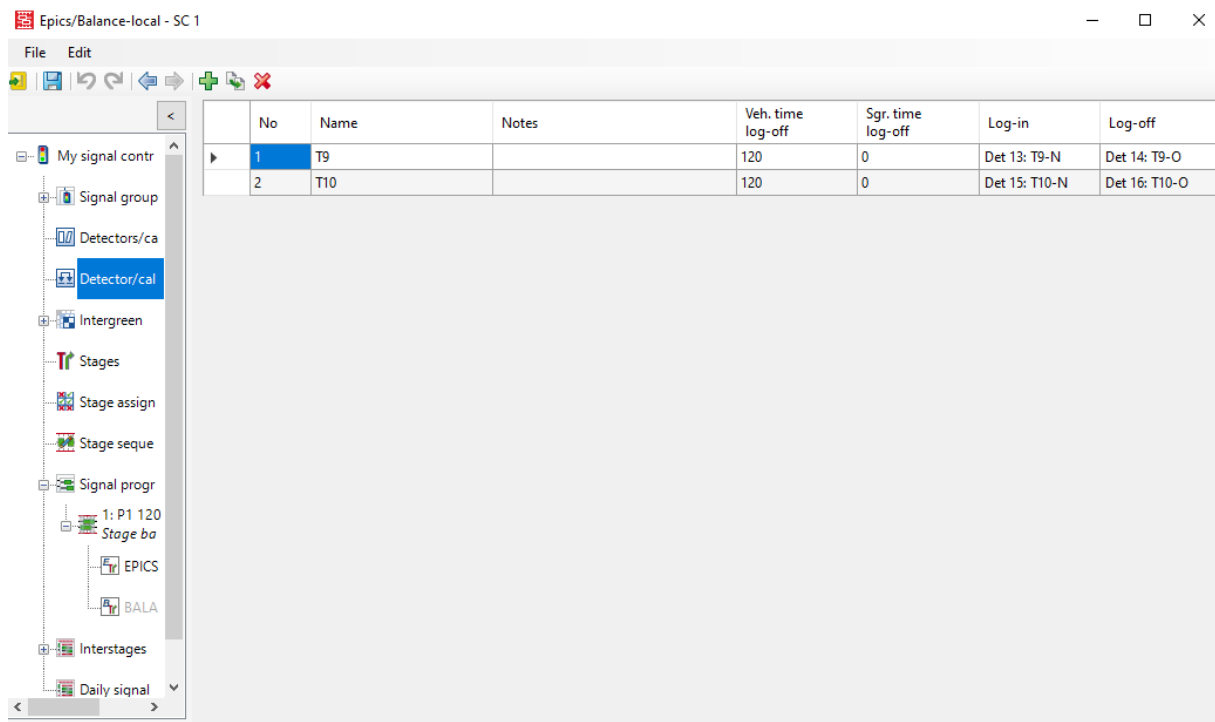
Izvor: izradio autor

- Postavljanje detektora:** preporuka je da se detektori na glavnom pravcu postavljaju na udaljenosti od 30 do 50 metara od stop linije. Moguće ih je postaviti i na 1m od stop linije. Udaljeni detektori su pogodni za detekciju reda, dok se detektori na stop liniji koriste za klasičnu najavu signalne grupe. Na sporednim pravcima su obavezni detektori bliže stop liniji, dok su udaljeni neobavezni. Projektant treba težiti sustavu koji je u potpunosti pokriven detektorima. Najava tramvaja se razlikuje od klasične detekcije vozila po tome što radi na principu najava-odjava. Svaki tramvaj koji se najavi mora se i odjaviti. Slikom 78. prikazan je postupak pridruživanja određenih detektora EPICS modulu, dok je Slikom 79. prikazan postupak definiranja detektorskih parova najava-odjava za vozila javnoga gradskoga prijevoza.



Slika 78. Prikaz postupka pridruživanja određenih detektora EPICS modulu

Izvor: izradio autor

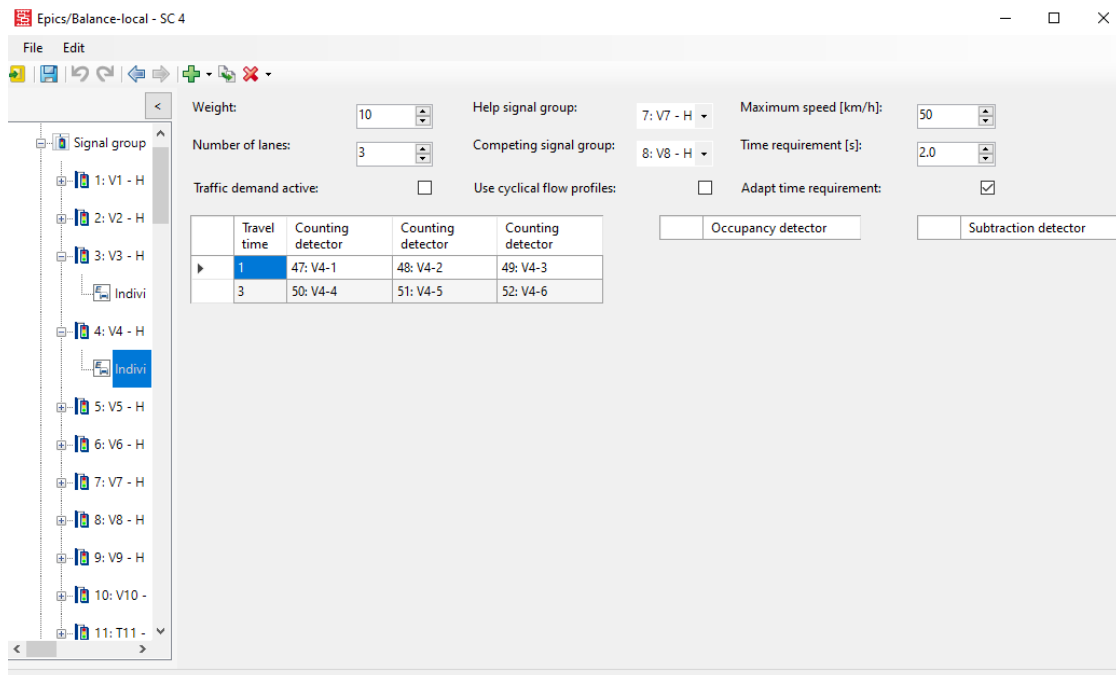


Slika 79. Prikaz postupka definiranja detektorskih parova najava-odjava za vozila javnoga gradskoga prijevoza

Izvor: izradio autor

- **Dodavanje prometnih zahtjeva:** postoje 3 tipa prometnih zahtjeva, a to su vozački zahtjevi, pješачki zahtjevi te zahtjevi za javni prijevoz. U vozačkim

prometnim zahtjevima potrebno je definirati parametre vrijeme putovanja, broj prometnih trakova te težina. Parametar vrijeme putovanja ukazuje na to koliko je vozilu potrebno vremena da prijeđe udaljenost od pozicije detektora do linije zaustavljanja, odnosno uz pomoć ovog parametra sustav prepoznaje pozicije detektora u prostoru. Detektori bliže stop liniji imaju vrijeme putovanja 1s, dok udaljeni detektori imaju n sekundi putovanja (izračuna se prema udaljenosti detektora od stop linije i brzini putovanja). Parametar broj prometnih trakova definira koliko prometnih trakova ima signalna grupa. Parametar težina predstavlja težinski faktor signalne grupe uz pomoć kojega se definira logika upravljanja te favoriziranje određene signalne grupe. Na primjer ukoliko se želi dati prioritet tramvajima, parametar težina će im se postaviti na 100, dok će se vozačkim tokovima postaviti na bilo koji manji broj. Konfiguracija tramvajskih zahtjeva uglavnom podrazumijeva da se definira njihova težina, brzina kretanja koja je obično manja od kretanja vozila i par najavno-odjavnih detektora. Slikom 80. prikazan je postupak definiranja prometnih zahtjeva.



Slika 80. Prikaz postupka definiranja prometnih zahtjeva

Izvor: izradio autor

- **Definiranje EPICS parametara:** potrebno je aktivirati prelazne sekvence, a zatim definirati minimalna i maksimalna trajanja stanja svakog posebnog stanja. Slikom 81. prikazan je postupak definiranja EPICS parametara.

Epics/Balance-local - SC 1

File Edit

Stage parameters:

Stage Nr.	Stage Name	Earliest Start	Latest End	Minimum Length	Maximum Length	Preferred Start	Preferred End	Cost/Sec Preferred	Cost/Sec Non-Prefer	Notes
1	Stage 1	0	120	0	170	119	21	0	5	
2	Stage 2	0	120	0	170	27	50	0	5	
3	Stage 3	0	120	0	170	59	82	0	5	
4	Stage 4	0	120	0	170	89	112	0	5	

Active interstages:

Interstage Nr.	Interstage Name	Active
1	1: Stage 1->2: Stage 2	✓
2	2: Stage 2->3: Stage 3	✓
3	3: Stage 3->4: Stage 4	✓
4	4: Stage 4->1: Stage 1	✓

BALANCE weight: 0

BALANCE fixed-time control:

Factor Maximum Red PuT: 1.0

My signal contr

- Signal group
- Detectors/ca
- Detector/cal
- Intergreen
- Stages
- Stage assign
- Stage seque
- Signal progr
- 1: P1 120
- Stage ba
- EPICS
- BALA
- Interstages
- Daily signal

**Slika 81. Prikaz postupka definiranja EPICS parametara**

Izvor: izradio autor

## 5. EVALUACIJA REZULTATA SIMULACIJSKOG MODELA

Evaluacija predstavlja procjenu, na sustavan i objektivan način, projekta, programa ili politika, koji su u tijeku, završeni ili u fazi provedbe, kao i njihovih rezultata. Cilj ovog postupka je mjerenje relevantnosti i postizanja ciljeva, uključujući učinkovitost i održivost djelovanja projekta. Evaluacija se ne nameće kao problem, već kao koristan alat kojim se određuju pozitivni ili negativni učinci projekta [20].

PTV VISSIM za modeliranje vođenja tokova u raskrižjima ima mogućnost odabira velikog broja podataka za evaluaciju raskrižja. Ovisno o objektima koji se koriste, tijekom simulacije nastaju podaci i informacije o vozilima u mreži, linkovima (prometnicama), područjima obuhvata, „nodovima“, prometnim zagušenjima, raspodjeli zelenih vremena, informacijama o javnom prijevozu itd. Evaluacija izlaznih podataka najčešće se vrši pomoću slijedećih elemenata [17]:

- vrijeme putovanja,
- rep čekanja,
- vrijeme čekanja (kašnjenja),
- razina usluge (LoS),
- informacije o svakom pojedinačnom vozilu,
- evaluacija linkova,
- evaluacija nodova,
- vrijeme čekanja JGP,
- emisije štetnih plinova.

Najčešće korišten alat za evaluaciju i prikupljanje izlaznih podataka raskrižja u simulacijskom programu PTV VISSIM je „node evaluation“. Node predstavlja definirano područje koje se nalazi oko promatranog raskrižja. „Node evaluation“ se posebno koristi za prikupljanje specifičnih izlaznih podataka raskrižja bez prethodno „ručnog“ definiranja elemenata za prikupljanje podataka. Prema zadanim postavkama, podaci za sve vrste vozila su zajedno prikazani, ali se mogu prikazati i podaci za svaku vrstu vozila posebno [18].

Osnovni parametri prometnog toka koji su se analizirali redom su:

- Prosječna duljina repa čekanja
- Maksimalna duljina repa čekanja
- Razina usluge
- Broj vozila
- Vrijeme kašnjenja

Jedan od najbitnijih podataka među svim dobivenim izlaznim podacima je prosječno vrijeme kašnjenja koje se izražava u sekundama po vozilu. Pomoću ovog izlaznog podatka određuje se razina usluge samog raskrižja. Razina usluge LOS (eng. Level of Service) je kvalitativna mjera koja opisuje operativne uvjete prometnoga toka, a mjere na temelju kojih se utvrđuje su: brzina, vrijeme putovanja, sloboda manevriranja, utjecaj drugog prometa i sl.

U ovom diplomskom radu za evaluaciju rezultata, razina usluge procjenjuje se prema HCM metodologiji (Highway Capacity manual). Razlikuje se šest razina usluge od A do F, gdje razina usluge A predstavlja najpovoljnije operativne uvjete, a razina usluge F najlošije. Razine usluge prema HCM-u su [7]:

- Razina usluge A - uvjeti slobodnoga prometnog toka, s velikim brzinama, malom gustoćom i punom slobodom manevriranja,
- Razina usluge B - uvjeti slobodna prometnog toka, s brzinama koje su samo djelomično ograničene gustoćom prometa,
- Razina usluge C - stanje stabilnoga prometnog toka, s ograničenim brzinama i ograničenom mogućnošću manevriranja,
- Razina usluge D - stanje prometnoga toka koje se približuje nestabilnom toku, velike gustoće s bitno ograničenim brzinama i malom mogućnošću manevriranja,
- Razina usluge E - stanje nestabilnog toka s vožnjom u nizu gdje je gustoća bliska zagušenju, a protok jednak propusnoj moći, pa su mogući povremeni zastoji,
- Razina usluge F - prisilni prometni tok s brzinama koje su manje od kritičnih brzina. Gustoća je veća od kritične, a protok je u rasponu od nule do vrijednosti koja je manja od propusne moći.

Prema HCM-u razlikuje se razina usluge za semaforizirana i nesemaforizirana raskrižja, a određuje se na temelju prosječnog vremena čekanja. PTV Vissim izračunava vrijeme čekanja svakog vozila te na temelju toga određuje razinu usluge pojedinog privoza sukladno definiranim vrijednostima za semaforizirana raskrižja.

U nastavku su prikazani rezultati evaluacije simulacija za svako pojedinačno raskrižje u slučaju kada je raskrižjem upravljano fiksnim signalima (postojeće stanje) i adaptivnim signalima (prijedlog rješenja). Također je uspoređeno vrijeme putovanja vozila javnog gradskog prijevoza duž cijelog koridora za postojeće stanje te za prijedlog rješenja.



## 5.1 Savska cesta – Vukovarska ulica

Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Savske ceste i Vukovarske ulice prikazana je Slikom 82.

SMJER KRETANJA	PROSJEČAN REP ČEKANJA		MAKSIMALAN REP ČEKANJA		BROJ VOZILA		RAZINA USLUGE		VRIJEME ČEKANJA	
	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno
3-4	0	0	0	0	51	52	LOS_F	LOS_F	145,97	146,62
3-2	304,55	311,58	438,97	438,89	205	196	LOS_F	LOS_F	258,45	264,17
3-1	304,81	311,74	439,1	439,02	643	661	LOS_F	LOS_F	231,88	205,53
3-2 TRAM	3,26	3,73	79,56	79,54	3	4	LOS_E	LOS_F	76,54	94,87
3-4 TRAM	1,88	3,96	80,16	120,18	7	8	LOS_D	LOS_E	37,71	70,36
1-3	115,65	34,72	174,52	130,8	699	760	LOS_F	LOS_D	175,27	54,12
1-4	116,71	35,56	175,59	131,87	79	91	LOS_F	LOS_D	103,7	52,12
1-2	1,06	4,56	179,08	90,07	345	369	LOS_F	LOS_B	82,06	18,82
4-3	30,19	182,4	100,88	225,24	234	210	LOS_F	LOS_F	149,37	303,2
4-1	128,04	133,39	188	192,09	105	149	LOS_F	LOS_F	134,53	158,2
4-2	128,01	133,4	188,02	192,11	193	272	LOS_F	LOS_F	252,23	174,95
2-3 TRAM	2,8	1,77	40,69	40,6	5	5	LOS_E	LOS_E	79,04	75,05
2-4 TRAM	17,78	14,91	119,88	159,36	20	20	LOS_F	LOS_F	98,89	83,09
4-3 TRAM	22,56	10,64	120,03	119,16	10	10	LOS_F	LOS_F	163,2	97,62
4-2 TRAM	13,45	18,32	120,2	120,5	21	21	LOS_F	LOS_F	101,25	99,78
2-1	174,51	147,55	228,1	233,67	160	161	LOS_F	LOS_F	180,71	118,79
2-4	173,96	147,64	227,52	233,09	344	347	LOS_F	LOS_F	300,05	181,09
2-3	69,65	37,26	192,67	188,87	118	159	LOS_F	LOS_F	255,95	154,28
PROSJEK	88,24	82,56	439,1	439,02	3265	3526	LOS_F	LOS_F	196,05	141,58

**Slika 82. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Savske ceste i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Iz slike se može vidjeti da na raskrižju Savske ceste i Vukovarske ulice prosječni rep čekanja iznosi 88,24 metara. Maksimalni zabilježeni rep čekanja iznosi 439, 1 metar za vozila u smjeru kretanja 3-1 ( istok - zapad). Implementacijom adaptivnog upravljanja raskrižjem prosječan rep čekanja smanjio bi se na 82,56 metara. Pri adaptivnom upravljanju maksimalni rep čekanja iznosi 439,02 metara, također za smjer kretanja 3 – 1 (istok – zapad). Propusna moć raskrižja, odnosno ukupan broj vozila koja su prošla raskrižjem implementacijom adaptivnog upravljanja povećala bi se sa 3265 na 3526 vozila. Prosječno vrijeme kašnjenja za fiksno upravljanje raskrižjem iznosi 196,05 sekundi, a za adaptivno 141,58 sekundi- obe vrijednosti odgovaraju razini usluge F. Razina usluge za smjer kretanja vozila 1-2 (zapad – jug) je značajno poboljšana, sa F na B, dok je za neke smjerove kretanja uočeno čak i pogoršanje razine usluge.

S obzirom na to da su na ovom raskrižju opterećenja na privozima poprilično ujednačena te da je raskrižje u vršnom satu prezasićeno, adaptivnim upravljanjem se nije moglo postići značajno unaprjeđenje.

## 5.2 Koranska ulica – Vukovarska ulica

Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Koranske ulice i Vukovarske ulice prikazana je Slikom 83.

SMJER KRETANJA	PROSJEČAN REP ČEKANJA		MAKSIMALAN REP ČEKANJA		BROJ VOZILA		RAZINA USLUGE		VRIJEME ČEKANJA	
	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno
3-1	38,94	97,81	151,23	191,8	720	803	LOS_F	LOS_F	146,88	165,87
3-4	38,94	97,81	151,23	191,8	38	42	LOS_D	LOS_E	54,5	59,49
3-2	38,94	97,81	151,23	191,8	31	37	LOS_D	LOS_F	48,3	82,84
1-3 TRAM	12,27	4,33	81,83	42,33	14	14	LOS_E	LOS_C	73,41	20,12
3-1 TRAM	4,41	2,77	40,39	79,62	12	12	LOS_D	LOS_C	45,43	31,23
1-4	29,05	34,29	99,13	121,96	46	49	LOS_D	LOS_D	44,68	42,45
1-3	29,05	34,29	99,13	121,96	844	928	LOS_D	LOS_E	48,64	65,05
1-2	29,05	34,29	99,13	121,96	45	53	LOS_D	LOS_D	45,26	47,17
4-1	53,59	73,57	155,16	155,32	153	145	LOS_F	LOS_F	163,43	184,98
4-3	54,35	74,33	155,73	155,88	153	142	LOS_F	LOS_F	101,56	171,56
4-2	55,84	76,16	158,47	158,63	31	29	LOS_F	LOS_F	91,97	129,14
2-1	58,38	90,97	120,49	120,49	167	109	LOS_F	LOS_F	199,26	340,34
2-4	58,38	90,97	120,49	120,49	42	25	LOS_F	LOS_F	84,11	184,25
2-3	58,38	90,97	120,49	120,49	156	90	LOS_E	LOS_F	78,85	185,92
Prosjek	38,35	56,78	158,47	191,8	2452	2478	LOS_F	LOS_F	101,36	128,22

**Slika 83. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Koranske ulice i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Iz slike se može vidjeti da na raskrižju Koranske ulice i Vukovarske ulice prosječni rep čekanja iznosi 38,35 metara. Maksimalni zabilježeni rep čekanja iznosi 158,47 metara za vozila u smjeru kretanja 4-2 ( sjever - jug). Implementacijom adaptivnog upravljanja raskrižjem prosječan rep čekanja povećao bi se na 56,78 metara. Pri adaptivnom upravljanju maksimalni rep čekanja iznosi 191,8 metara za smjer kretanja 3 – 1 (istok – zapad), 3 – 2 (istok - jug) te 3 – 4 (istok - sjever). Propusna moć raskrižja, odnosno ukupan broj vozila koja su prošla raskrižjem implementacijom adaptivnog upravljanja povećala bi se sa 2452 na 2478 vozila. Prosječno vrijeme kašnjenja za fiksno upravljanje raskrižjem iznosi 101,36 sekundi, a za adaptivno 128,22 sekunde- obe vrijednosti odgovaraju razini usluge F. Razina usluge za neke smjerove kretanja vozila se poboljšala, dok je za neke smjerove kretanja uočeno čak i pogoršanje razine usluge.

Na ovom raskrižju može se primijetiti značajno poboljšanje uvjeta za vozila javnog gradskog prijevoza. Razina usluge za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 1 – 3 (zapad – istok) poboljšala se sa razine E na razinu C, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 73,41 sekunde na 20,21 sekundu, odnosno 53,2 sekunde. Za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 3 – 1 (istok – zapad) razina usluge se poboljšala sa razine D na razinu C, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 45,43 sekundi na 31,23 sekunde, odnosno 14,2 sekunde.

### 5.3 Ulica Ivana Lucića – Vukovarska Ulica

Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice prikazana je Slikom 84.

SMJER KRETANJA	PROSJEČAN REP ČEKANJA		MAKSIMALAN REP ČEKANJA		BROJ VOZILA		RAZINA USLUGE		VRIJEME ČEKANJA	
	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno
1-4	30,76	60,16	123,74	174,66	121	123	LOS_D	LOS_C	51,38	34,34
1-2	32,41	61,56	125,9	176,82	108	102	LOS_C	LOS_E	30,37	58,19
1-3	33,87	62,76	126,08	177	912	909	LOS_C	LOS_E	33,96	58
4-1	27,12	66,13	154,99	155,52	241	203	LOS_D	LOS_F	35,69	166,49
4-2	25,67	65,11	153,67	154,2	45	34	LOS_D	LOS_E	39,69	79,76
4-3	21,86	60,97	147,85	148,39	191	161	LOS_D	LOS_E	43,09	73,34
2-1	8,83	5,78	31,03	39,38	224	220	LOS_D	LOS_F	40,18	114,88
2-4	6,11	3,24	32,7	41,04	51	51	LOS_C	LOS_B	33,28	19,13
2-3	8,6	5,25	30,78	39,12	196	199	LOS_B	LOS_A	14,9	9,72
3-1	7,61	70,38	48,34	247,24	384	545	LOS_C	LOS_F	23,75	204,89
3-4	3,81	66,47	44,63	243,53	49	70	LOS_C	LOS_F	27,92	87,1
3-2	6,85	68,84	46,94	245,84	50	76	LOS_D	LOS_E	46,2	67,96
1-3 TRAM	2,82	0,27	40,68	40,62	14	14	LOS_C	LOS_B	29,37	11,64
3-1 TRAM	4,23	0,14	80,12	40,47	12	12	LOS_D	LOS_A	38,89	5,87
PROSJEK	15,75	42,65	154,99	247,24	2598	2719	LOS_C	LOS_F	33,25	96,56

**Slika 84. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Iz slike se može vidjeti da na raskrižju Koranske ulice i Vukovarske ulice prosječni rep čekanja iznosi 38,35 metara. Maksimalni zabilježeni rep čekanja iznosi 158,47 metara za vozila u smjeru kretanja 4-2 ( sjever - jug). Implementacijom adaptivnog upravljanja raskrižjem prosječan rep čekanja povećao bi se na 56,78 metara. Pri adaptivnom upravljanju maksimalni rep čekanja iznosi 191,8 metara za smjer kretanja 3 – 1 (istok – zapad), 3 – 2 (istok - jug) te 3 – 4 (istok - sjever). Propusna moć raskrižja, odnosno ukupan broj vozila koja su prošla raskrižjem implementacijom adaptivnog upravljanja povećala bi se sa 2452 na 2478 vozila. Prosječno vrijeme kašnjenja za fiksno upravljanje raskrižjem iznosi 101,36 sekundi, a za adaptivno 128,22 sekunde- obe vrijednosti odgovaraju razini usluge F. Razina usluge za neke smjerove kretanja vozila se poboljšala, dok je za neke smjerove kretanja uočeno čak i pogoršanje razine usluge.

Na ovom raskrižju može se primijetiti značajno poboljšanje uvjeta za vozila javnog gradskog prijevoza. Razina usluge za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 1 – 3 (zapad – istok) poboljšala se sa razine E na razinu C, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 73,41 sekunde na 20,21 sekundu, odnosno 53,2 sekunde. Za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 3 – 1 (istok – zapad) razina usluge se poboljšala sa razine D na razinu C, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 45,43 sekundi na 31,23 sekunde, odnosno 14,2 sekunde.

## 5.4 Miramarska cesta – Vukovarska ulica

Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Miramarske ceste i Vukovarske ulice prikazana je Slikom 85.

SMJER KRETANJA	PROSJEČAN REP ČEKANJA		MAKSIMALAN REP ČEKANJA		BROJ VOZILA		RAZINA USLUGE		VRIJEME ČEKANJA	
	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno
1-4	26,36	38,15	113,31	139,19	245	235	LOS_D	LOS_E	50,8	68,58
1-2	0,81	3,3	41,04	66,92	31	29	LOS_B	LOS_D	17,29	41,45
1-3	26,95	38,39	113,84	139,72	1002	983	LOS_C	LOS_D	31,69	48
2-1	19,41	27,32	76,33	131,81	41	40	LOS_E	LOS_E	67,01	77,69
2-4	20,56	28,58	77,02	132,49	151	151	LOS_E	LOS_F	70,44	83,48
2-3	20,23	28,39	76,82	132,3	315	321	LOS_C	LOS_D	34,7	52,07
3-1	8,27	12,9	75,57	76,6	401	673	LOS_B	LOS_B	13,83	18,65
3-4	5,43	11,48	75,15	76,19	248	414	LOS_B	LOS_B	11,11	12,91
3-2	8,35	12,49	75,85	76,88	54	96	LOS_E	LOS_D	67,48	37,21
1-3 TRAM	3,68	2,19	40,63	40,5	13	13	LOS_D	LOS_C	41,04	28,83
3-1 TRAM	3,15	3,11	80,1	79,39	12	12	LOS_D	LOS_D	48,24	48,26
4-1	177,22	39,89	208,7	145,9	57	93	LOS_F	LOS_E	232,49	58,49
4-2	116,4	2,71	146,04	83,24	53	101	LOS_F	LOS_E	337,85	56,77
4-3	177,22	39,89	208,7	145,9	364	652	LOS_F	LOS_E	399,76	71,4
PROSJEK	31,2	17,78	208,7	145,9	2987	3813	LOS_F	LOS_D	86,63	46,44

**Slika 85. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Miramarske ceste i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Iz slike se može vidjeti da na raskrižju Miramarske ceste i Vukovarske ulice prosječni rep čekanja iznosi 31,2 metra. Maksimalni zabilježeni rep čekanja iznosi 208, 7 metara za vozila u smjeru kretanja 4 - 3 ( sjever - istok). Implementacijom adaptivnog upravljanja raskrižjem prosječan rep čekanja smanjio bi se na 17,78 metara. Pri adaptivnom upravljanju maksimalni rep čekanja iznosi 145,9 metara, također za smjer kretanja 4 – 3 (sjever – istok). Propusna moć raskrižja, odnosno ukupan broj vozila koja su prošla raskrižjem implementacijom adaptivnog upravljanja povećala bi se sa 2987 na 3813 vozila, što je poboljšanje od 28 %. Prosječno vrijeme kašnjenja za fiksno upravljanje raskrižjem iznosi 86,63 sekundi što odgovara razini usluge F, a za adaptivno 46,44 sekunde što odgovara razini usluge D. Razina usluge za većinu smjerova kretanja vozila se poboljšala, dok je za neke smjerove kretanja uočeno čak i pogoršanje razine usluge.

Na ovom raskrižju može se primijetiti značajno poboljšanje uvjeta kako za osobna vozila tako i za vozila javnog gradskog prijevoza. Prosječna razina usluge cijelog raskrižja poboljšana je sa razine F na razinu D, te je propusna moć poboljšana čak za 28 %. Razina usluge za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 1 – 3 (zapad – istok) poboljšala se sa razine D na razinu C, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 41,04 sekunde na 28,83 sekundu, odnosno 12,21 sekundu. Za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 3 – 1 (istok – zapad) razina usluge se ostala je nepromijenjena.

## 5.5 Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica

Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice prikazana je Slikom 86.

SMJER KRETANJA	PROSJEČAN REP ČEKANJA		MAKSIMALAN REP ČEKANJA		BROJ VOZILA		RAZINA USLUGE		VRIJEME ČEKANJA	
	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno
1-3	14,49	10,73	64,58	69,73	742	857	LOS_C	LOS_C	33,93	23,68
1-4	14,49	10,73	64,58	69,73	29	31	LOS_E	LOS_E	59,67	65,74
1-2	14,73	16,58	105,79	181,57	884	1043	LOS_B	LOS_B	19,86	18,03
3-1	327,46	10,74	464,7	92,55	482	862	LOS_F	LOS_B	304,67	18
3-2	327,46	10,74	464,7	92,55	197	471	LOS_F	LOS_E	727,17	55,53
3-4	0	0,01	6,17	11,92	83	123	LOS_E	LOS_A	67,7	1,94
1-3 TRAM	7,43	0,35	80,03	40,64	12	13	LOS_F	LOS_B	85,27	12,8
3-1 TRAM	6,34	1,13	80,17	40,28	13	13	LOS_E	LOS_C	71,98	20,2
2-1	310,61	320,86	373,69	373,64	182	306	LOS_F	LOS_F	681,64	426,3
2-3	308,91	319,1	371,94	371,89	132	175	LOS_F	LOS_F	153,47	174,79
2-4	310,74	320,98	373,81	373,76	60	84	LOS_F	LOS_F	260,38	317,73
4-1	17,39	0,75	131,13	57,91	43	43	LOS_D	LOS_A	44,94	6,45
4-3	48,84	15,7	120,4	71,52	70	73	LOS_F	LOS_E	192,17	65,63
4-2	48,36	16,27	119,65	70,76	319	315	LOS_F	LOS_D	146,46	53,62
PROSJEK	117,94	86,1	464,7	373,76	3248	4409	LOS_F	LOS_E	173,7	66,49

**Slika 86. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Iz slike se može vidjeti da na raskrižju Ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice prosječni rep čekanja iznosi 117,94 metra. Maksimalni zabilježeni rep čekanja iznosi 464,7 metara za vozila u smjeru kretanja 4 - 3 ( sjever - istok). Implementacijom adaptivnog upravljanja raskrižjem prosječan rep čekanja smanjio bi se na 86,1 metar. Pri adaptivnom upravljanju maksimalni rep čekanja iznosi 373,76 metara, također za smjer kretanja 4 – 3 (sjever – istok). Propusna moć raskrižja, odnosno ukupan broj vozila koja su prošla raskrižjem implementacijom adaptivnog upravljanja povećala bi se sa 3248 na 4409 vozila, što je poboljšanje od čak 36 %. Prosječno vrijeme kašnjenja za fiksno upravljanje raskrižjem iznosi 173,7 sekundi što odgovara razini usluge F, a za adaptivno 66,49 sekunde što odgovara razini usluge E. Razina usluge za većinu smjerova kretanja vozila se poboljšala.

Na ovom raskrižju može se primijetiti značajno poboljšanje uvjeta kako za osobna vozila tako i za vozila javnog gradskog prijevoza. Prosječna razina usluge cijelog raskrižja poboljšana je sa razine F na razinu E, te je propusna moć poboljšana čak za 36 %. Razina usluge za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 1 – 3 (zapad – istok) poboljšala se sa razine F na razinu B, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 85,27 sekundi na 12,8 sekundi, odnosno 72,47 sekundu. Za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 3 – 1 (istok – zapad) razina usluge se poboljšala sa razine E na razinu C, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 71,98 sekundi na 20,2 sekunde, odnosno 51,78 sekundu.

## 5.6 Ulica Kruge – Vukovarska ulica

Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Kruge i Vukovarske ulice prikazana je Slikom 87.

SMJER KRETANJA	PROSJEČAN REP ČEKANJA		MAKSIMALAN REP ČEKANJA		BROJ VOZILA		RAZINA USLUGE		VRIJEME ČEKANJA	
	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno
1-2	3,84	0,85	44,85	41,77	48	53	LOS_C	LOS_B	27,48	13,29
1-3	19,88	12,28	98,47	95,4	896	1040	LOS_C	LOS_B	30,78	16,69
2-1	13,35	28,93	76,73	139,67	132	142	LOS_F	LOS_E	101,6	63,67
2-3	13,44	28,91	76,98	139,91	161	161	LOS_C	LOS_D	24,62	45,78
3-1	163,95	11,56	326,92	119,78	924	1367	LOS_F	LOS_A	171,08	8,06
3-2	164,94	12,9	327,92	120,78	38	49	LOS_F	LOS_D	163,15	53,97
1-3 TRAM	5,83	2,95	79,97	48,12	12	12	LOS_C	LOS_B	32,93	10,91
3-1 TRAM	3,69	1,08	79,93	40,38	14	14	LOS_C	LOS_A	24,71	9,72
PROSJEK	48,61	12,43	327,92	139,91	2225	2838	LOS_F	LOS_B	94,96	17,05

**Slika 87. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Kruge i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Iz slike se može vidjeti da na raskrižju Ulice Kruge i Vukovarske ulice prosječni rep čekanja iznosi 48,61 metar. Maksimalni zabilježeni rep čekanja iznosi 327,92 metara za vozila u smjeru kretanja 3 - 2 (istok - jug). Implementacijom adaptivnog upravljanja raskrižjem prosječan rep čekanja smanjio bi se na 12,43 metara. Pri adaptivnom upravljanju maksimalni rep čekanja iznosi 139,91 metar, za smjer kretanja 2 – 3 (jug – istok). Propusna moć raskrižja, odnosno ukupan broj vozila koja su prošla raskrižjem implementacijom adaptivnog upravljanja povećala bi se sa 2225 na 2838 vozila, što je poboljšanje od 27 %. Prosječno vrijeme kašnjenja za fiksno upravljanje raskrižjem iznosi 94,96 sekundi što odgovara razini usluge F, a za adaptivno 17,05 sekunde što odgovara razini usluge B. Razina usluge za većinu smjerova kretanja vozila se poboljšala, dok je za smjerove kretanja na sporednom privozu uočeno pogoršanje razine usluge.

Na ovom raskrižju može se primijetiti značajno poboljšanje uvjeta kako za osobna vozila tako i za vozila javnog gradskog prijevoza. Prosječna razina usluge cijelog raskrižja poboljšana je sa razine F na razinu B, te je propusna moć poboljšana čak za 27 %. Razina usluge za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 1 – 3 (zapad – istok) poboljšala se sa razine C na razinu B, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 32,93 sekunde na 10,91 sekundu, odnosno 22,02 sekunde. Za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 3 – 1 (istok – zapad) razina usluge se poboljšala sa razine C na razinu A, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 24,71 sekundu na 9,72 sekunde, odnosno 14,99 sekunde.

## 5.7 Strojarska ulica – Vukovarska ulica

Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Strojarske ulice i Vukovarske ulice prikazana je Slikom 88.

SMJER KRETANJA	PROSJEČAN REP ČEKANJA		MAKSIMALAN REP ČEKANJA		BROJ VOZILA		RAZINA USLUGE		VRIJEME ČEKANJA	
	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno
4-1	28,39	29,67	158,61	133,61	148	152	LOS_F	LOS_D	126,92	39,81
4-3	29,8	30,94	159,81	134,81	181	180	LOS_E	LOS_F	69,61	84,26
1-3 TRAM	8,09	2,41	80	41,2	12	12	LOS_D	LOS_B	54,66	10,87
3-1 TRAM	6,01	4,3	80,18	80,18	14	14	LOS_C	LOS_C	31,8	20,72
1-4	15,07	30,77	112,59	142,9	159	171	LOS_D	LOS_F	41,95	82,65
1-3	13,91	29,27	110,91	141,22	873	989	LOS_B	LOS_C	11	20,59
3-1	140,18	14,56	487,49	115,73	941	1274	LOS_F	LOS_B	131,85	15,75
3-4	140,15	14,39	487,69	115,93	109	145	LOS_E	LOS_B	66,19	10,91
PROSJEK	47,7	19,54	487,69	142,9	2437	2937	LOS_E	LOS_C	73,88	26,48

**Slika 88. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Strojarske ulice i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Iz slike se može vidjeti da na raskrižju Strojarske ulice i Vukovarske ulice prosječni rep čekanja iznosi 47,7 metara. Maksimalni zabilježeni rep čekanja iznosi 487,69 metara za vozila u smjeru kretanja 3 - 4 (istok - sjever). Implementacijom adaptivnog upravljanja raskrižjem prosječan rep čekanja smanjio bi se na 19,54 metara. Pri adaptivnom upravljanju maksimalni rep čekanja iznosi 142,9 metara, za smjer kretanja 1 – 4 (zapad – sjever). Propusna moć raskrižja, odnosno ukupan broj vozila koja su prošla raskrižjem implementacijom adaptivnog upravljanja povećala bi se sa 2437 na 2937 vozila, što je poboljšanje od 21 %. Prosječno vrijeme kašnjenja za fiksno upravljanje raskrižjem iznosi 73,88 sekundi što odgovara razini usluge E, a za adaptivno 26,48 sekundi što odgovara razini usluge C. Razina usluge za većinu smjerova kretanja vozila se poboljšala, dok je za smjerove kretanja uočeno pogoršanje razine usluge.

Na ovom raskrižju može se primijetiti značajno poboljšanje uvjeta kako za osobna vozila tako i za vozila javnog gradskog prijevoza. Prosječna razina usluge cijelog raskrižja poboljšana je sa razine E na razinu C, te je propusna moć poboljšana čak za 21 %. Razina usluge za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 1 – 3 (zapad – istok) poboljšala se sa razine F na razinu B, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 131,85 sekundi na 15,75 sekundi, odnosno 116,1 sekunde. Za vozila javnog gradskog prijevoza u smjeru kretanja 3 – 1 (istok – zapad) razina usluge se poboljšala sa razine E na razinu B, što odgovara smanjenju vremena kašnjenja sa 66,19 sekundi na 10,91 sekunde, odnosno 55,28 sekundi.

## 5.8 Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica

Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Avenije Marina Držića i Vukovarske ulice prikazana je Slikom 89.

SMJER KRETANJA	PROSJEČAN REP ČEKANJA		MAKSIMALAN REP ČEKANJA		BROJ VOZILA		RAZINA USLUGE		VRIJEME ČEKANJA	
	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno	Fiksno	Adaptivno
1-3	27,01	174,8	111,83	444,53	511	499	LOS_D	LOS_F	48,9	214
1-2	1,06	4,56	179,08	90,07	345	369	LOS_F	LOS_B	82,06	18,82
1-4	26,86	175,12	112,25	444,95	371	387	LOS_A	LOS_F	5,51	86,17
1-3 TRAM	4,11	6	80,03	80,3	7	8	LOS_E	LOS_E	76,47	72,19
1-4 TRAM	4,46	1,07	79,88	40,7	4	4	LOS_F	LOS_E	88,32	56,75
3-1	298,89	399,13	497,1	494,55	721	679	LOS_F	LOS_F	229,72	283,75
3-2	304,55	311,58	438,97	438,89	205	196	LOS_F	LOS_F	258,45	264,17
3-4	297,95	398,19	496,16	493,6	52	42	LOS_F	LOS_F	207,51	278,22
2-1	160,29	160,06	192,9	196,18	166	176	LOS_F	LOS_F	169,1	198,66
2-3	0	0,03	0	6,15	93	95	LOS_F	LOS_F	181,42	166,46
2-4	158,93	158,66	191,5	194,78	766	794	LOS_F	LOS_F	221,23	196,27
4-1	48,55	54,46	264,63	264,61	376	560	LOS_F	LOS_E	92,98	70,42
4-3	213,23	187,53	247,1	247,1	137	181	LOS_F	LOS_F	133,1	128,56
4-2	128,01	133,4	188,02	192,11	193	272	LOS_F	LOS_F	252,23	174,95
3-1 TRAM	3,7	6,42	79,34	80,17	9	9	LOS_D	LOS_E	44,31	64,67
3-4 TRAM	3,55	3,04	40,39	80,07	7	7	LOS_E	LOS_E	68,7	67,2
2-4 TRAM	8,53	6,33	40,37	80,04	21	21	LOS_D	LOS_D	53,98	45,86
4-1 TRAM	3,22	2,09	79,94	80,03	5	5	LOS_D	LOS_D	53,93	35,52
4-3 TRAM	1,1	2,3	79,41	40,42	7	7	LOS_C	LOS_D	28,59	53,28
PROSJEK	89,16	114,99	497,1	494,55	3996	4311	LOS_F	LOS_F	120,87	130,31

**Slika 89. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Avenije Marina Držića i Vukovarske ulice**

Izvor: izradio autor

Iz slike se može vidjeti da na raskrižju Avenije Marina Držića i Vukovarske ulice prosječni rep čekanja iznosi 89,16 metara. Maksimalni zabilježeni rep čekanja iznosi 497,1 metar za vozila u smjeru kretanja 3-1 ( istok - zapad). Implementacijom adaptivnog upravljanja raskrižjem prosječan rep čekanja povećao bi se na 114,99 metara. Pri adaptivnom upravljanju maksimalni rep čekanja iznosi 494,55 metara, također za smjer kretanja 3 – 1 (istok – zapad). Propusna moć raskrižja, odnosno ukupan broj vozila koja su prošla raskrižjem implementacijom adaptivnog upravljanja povećala bi se sa 3996 na 4311 vozila, što je poboljšanje od 10 %. Prosječno vrijeme kašnjenja za fiksno upravljanje raskrižjem iznosi 120,87 sekundi, a za adaptivno 130,31 sekundi - obe vrijednosti odgovaraju razini usluge F. Razina usluge za smjer kretanja vozila 1-2 (zapad – jug) je značajno poboljšana, sa F na B, dok je za neke smjerove kretanja uočeno čak i pogoršanje razine usluge.

S obzirom na to da su na ovom raskrižju opterećenja na privozima poprilično ujednačena te da je raskrižje u vršnom satu prezasićeno, adaptivnim upravljanjem se nije moglo postići značajno unaprjeđenje.



## 5.9 Vrijeme putovanja vozila javnog gradskog prijevoza kroz koridor

Budući da se u prijedlogu rješenja prilikom implementacije adaptivnog upravljanja poseban naglasak stavio na prioritet vozila javnog gradskog prijevoza, potrebno je osim evaluacije svakog zasebnog raskrižja usporediti vrijeme putovanja vozila javnog gradskog prijevoza kroz cijeli koridor za postojeće stanje te za predloženo rješenje. Vremena putovanja vozila javnog gradskog prijevoza kroz analizirani koridor izmjerena su u simulacijskom programu PTV VISSIM koristeći alat „Vehicle travel times“. Usporedba vremena putovanja vozila javnog gradskog prijevoza za postojeće stanje i prijedlog rješenja prikazana je Slikom 90.

SMJER KRETANJA	BROJ VOZILA		VRIJEME PUTOVANJA(s)		DUŽINA PUTOVANJA(m)
	FIKSNO	ADAPTIVNO	FIKSNO	ADAPTIVNO	
ZAPAD - ISTOK	12	13	737,74	489,31	2475
ISTOK - ZAPAD	12	12	747,24	511,51	2475

**Slika 90. Usporedba rezultata vremena putovanja vozila javnog gradskog prijevoza za fiksno i adaptivno upravljanje na analiziranom koridoru**

Izvor: izradio autor

Iz slike je vidljivo kako je u smjeru zapad – istok za vozila javnog gradskog prijevoza vrijeme putovanja smanjeno sa 737,74 sekundi na 489,31 sekundu, odnosno za 248,42 sekunde (4 minute i 8 sekundi). U smjeru istok – zapad za vozila javnog gradskog prijevoza vrijeme putovanja je smanjeno sa 747,24 sekundi na 511,51 sekundu, odnosno za 235,72 sekunde (3 minute i 56 sekundi). To predstavlja promjenu prosječne brzine vozila javnog gradskog prijevoza sa 12km/h na 18,2km/h. Takva promjena je značajna te može utjecati na odluke putnika prilikom odabira načina putovanja.

## 6. ZAKLJUČAK

Rastući stupanj motorizacije uzrokuje nastanak negativnih učinaka odvijanja prometa, a koji utječu na kvalitetu života. Najčešći negativni učinci su prometna zagušenja, prometne nesreće te zagađenje okoliša. Prometna zagušenja najčešće su posljedica odvijanja prometnih tokova kroz raskrižje. Optimizacijom raskrižja moguće je djelovati na cjelokupnu prometnu mrežu. U ovom diplomskom radu provedena analiza koridora na Vukovarskoj ulici, koji se proteže između Savske ceste i Avenije Marina Držića, kao jednog od najbitnijih koridora u Gradu Zagrebu koji privlači veće količine prometa, a u svrhu njegove optimizacije.

Analizirani koridor nalazi se u gradskoj četvrti Trnje. Od značajnijih prometnica u široj zoni koridora ističu se Savska cesta, Avenija Marina Držića, Radnička cesta, Ulica Hrvatske Bratske Zajednice, Zagrebačka avenija te Ulica kneza Branimira koje odabrani koridor spajaju sa zapadnim i istočnim dijelovima grada Zagreba, Novim Zagrebom, zračnom lukom te zagrebačkom obilaznicom (A3) koja vodi prema istoku Republike Hrvatske i autocestama A1 i A6 koje se pružaju prema jugu Republike Hrvatske. U užem području obuhvata nalaze se mnogi atraktori i generatori prometa od kojih su najznačajniji autobusni kolodvor, glavni kolodvor, Nacionalna i sveučilišna knjižnica i razni fakulteti, te poslovna zona u Strojarskoj ulici i slično.

Analizom postojećeg stanja odvijanja prometa utvrđeno je da se većina vozila na koridor priključuje preko Savske ceste, Miramarske ceste, Ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Avenije Marina Držića te da su ujedno ta raskrižja i raskrižja sa najvećim stupnjevima opterećenja te najkompleksnijim problemima. Uočeno je da se na većini raskrižja na koridoru faza namijenjena vozilima javnoga prijevoza (tramvajima) podudara sa onom fazom za koju je najveće opterećenje osobnih automobila. Time je omogućeno da se produživanjem tih faza simultano prioritiziraju vozila javnog gradskog prijevoza te povećava propusna moć za najopterećenije smjerove kretanja osobnih automobila (istok – zapad te zapad – istok). Upravno na taj način su sva raskrižja koridora optimizirana koristeći modul PTV Epics u okviru simulacijskog programa PTV Vissim. Nakon unošenja ulaznih parametara i odabira smjerova kretanja koji se žele prioritizirati PTV Epics optimizira signalne planove kombiniranjem različitih varijacija vrijednosti ciklusa i preraspodjelom "zelenih vremena" između konkurentskih stanja signala te se određuje kombinacija upravljanja koja rezultira najboljom učinkovitošću procesa upravljanja. PTV Epics predviđa promet svake sekunde i optimizira upravljanje na temelju trenutne prometne potražnje na svakoj od prometnih traka raskrižja.

Evaluacijom i usporedbom rezultata za postojeće stanje i predloženo rješenje utvrđena su značajna poboljšanja uvjeta kako za osobna vozila tako i za vozila javnog gradskog prijevoza na većini raskrižja u koridoru. Na raskrižjima Savske ceste i Vukovarske ulice te Avenije Marina i Vukovarske ulice nisu postignuta značajna poboljšanja u razini usluge za korisnike te nije postignut prioritet za vozila javnog gradskog prijevoza, ali je poboljšana sveukupna propusna moć raskrižja. Na svim ostalim raskrižjima postignuta su značajna poboljšanja u razini usluge, posebice na raskrižju Ulice Kruge i Vukovarske ulice na kojoj je ukupna razina usluge poboljšana sa razine F na razinu B, te je uspješno prioritiziran javni gradski prijevoz. Na cijeloj dužini koridora vrijeme putovanja vozila javnog gradskog prijevoza smanjeno je za približno

četiri minute što predstavlja poboljšanje od značajnih 33 %. Takvo poboljšanje može utjecati na odluke putnika prilikom odabira načina putovanja. Češće korištenje javnog gradskog prijevoza kao načina putovanja jedan je od osnovnih preduvjeta za postizanje održivog razvitka grada, te se tako postiže smanjenje brojnih negativnih učinaka koje motorni promet uzrokuje.

## LITERATURA

- [1] Google maps. Preuzeto s: <https://www.google.com/maps> [Pristupljeno: 27. veljače 2024.]
- [2] Šćukanec A, Šoštarić M. Prometno tehnološko projektiranje – autorizirana predavanja, radna verzija. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2011.
- [3] Cerovac V. *Tehnika i sigurnost prometa*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 1997.
- [4] Legac I. *Gradske prometnice*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2010.
- [5] Legac I. Raskrižja javnih cesta, Cestovne prometnice II. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2008.
- [6] Zakon.hr. Preuzeto s: <https://www.zakon.hr/z/78/Zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama> [Pristupljeno: 13. ožujka 2024.]
- [7] Novačko L, Pilko H. Cestovne prometnice II - Upute za auditorne vježbe i seminarski rad. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2017.
- [8] Vujić M. Cestovna telematika – radni materijali za predavanje. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2022./2023
- [9] Luburić G. Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1 – radni materijal za predavanje. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2010.
- [10] Rajsman M. Osnove tehnologije prometa – radni materijal za predavanje. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2012.
- [11] Zet.hr. Preuzeto s: <https://www.zet.hr/tramvajski-prijevoz/dnevne-linije/249> [Pristupljeno: 17. ožujka 2024.]
- [12] Zet.hr. Preuzeto s: <https://www.zet.hr/autobusni-prijevoz/dnevne-linije-8155/8155> [Pristupljeno: 17. ožujka 2024.]
- [13] Vujić M. Cestovna telematika - Strategije i taktike upravljanja prometom. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [14] Medium. Adaptive Traffic Control Systems — A Comprehensive Review (Part 3). Preuzeto s: <https://pub.aimind.so/adaptive-traffic-control-systems-a-comprehensive-review-part-3-228f426c6edc> [Pristupljeno: 29. svibnja 2024.]
- [15] Šojat D. Prognostički model vremena putovanja u masovnom javnom gradskom prijevozu. Disertacija. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2021.

- [16] BusRIDE. Preuzeto s: <https://busride.com/1142/> [Pristupljeno: 29. svibnja 2024.]
- [17] Novačko L. Prometno modeliranje u cestovnom prometu – nastavni materijal. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
- [18] PTV Vissim 9 User manual. Karlsruhe, Njemačka; 2016.
- [19] PTV Epics User manual. Karlsruhe, Njemačka; 2019.
- [20] Europski-fondovi.eu. Preuzeto s: <http://europski-fondovi.eu/vijesti/zna-i-pojam-evaluacije-projekta> [Pristupljeno: 12. travnja 2024.]

## POPIS SLIKA

Slika 1. Šire područje obuhvata promatranog koridora .....	3
Slika 2. Uže područje obuhvata promatranog koridora .....	4
Slika 3. Prikaz raskrižja Savske ceste i Vukovarske ulice .....	6
Slika 4. Prikaz raskrižja Koranske ulice i Vukovarske ulice .....	7
Slika 5. Prikaz raskrižja ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice .....	8
Slika 6. Prikaz raskrižja Miramarske ceste i Vukovarske ulice.....	10
Slika 7. Prikaz raskrižja ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice .....	11
Slika 8. Prikaz raskrižja ulice Kruge i Vukovarske ulice.....	12
Slika 9. Prikaz raskrižja Strojarske ulice i Vukovarske ulice.....	13
Slika 10. Prikaz raskrižja avenije Marina Držića i Vukovarske ulice .....	14
Slika 11. Prikaz signalnoga plana na raskrižju Savske ceste i Vukovarske ulice .....	16
Slika 12. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica.....	17
Slika 13. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica .....	18
Slika 14. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica .....	18
Slika 15. Prikaz signalnoga plana na raskrižju Koranske ulice i Vukovarske ulice .....	19
Slika 16. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica.....	20
Slika 17. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica .....	20
Slika 18. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica .....	21
Slika 19. Prikaz signalnoga plana na raskrižju ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice .....	21
Slika 20. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju ulica Ivana Lucića – Vukovarska ulica.....	22
Slika 21. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju ulica Ivana Lucića – Vukovarska ulica .....	23
Slika 22. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju ulica Ivana Lucića – Vukovarska ulica .....	23
Slika 23. Prikaz signalnoga plana na raskrižju Miramarske ceste i Vukovarske ulice .....	24
Slika 24. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica.....	25
Slika 25. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica .....	26
Slika 26. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica .....	27

Slika 27. Prikaz signalnoga plana na raskrižju ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice .....	27
Slika 28. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica .....	29
Slika 29. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica.....	29
Slika 30. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica .....	30
Slika 31. Prikaz signalnoga plana na raskrižju ulice Kruge i Vukovarske ulice .....	30
Slika 32. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju ulica Kruge – Vukovarska ulica.....	31
Slika 33. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju ulica Kruge – Vukovarska ulica .	32
Slika 34. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju ulica Kruge – Vukovarska ulica	32
Slika 35. Prikaz signalnoga plana na raskrižju Strojarske ulice i Vukovarske ulice.....	33
Slika 36. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju Strojarska ulica – Vukovarska ulica.....	34
Slika 37. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju Strojarska ulica – Vukovarska ulica .....	35
Slika 38. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Strojarska ulica – Vukovarska ulica .....	35
Slika 39. Prikaz signalnoga plana na raskrižju avenije Marina Držića i Vukovarske ulice .....	36
Slika 40. Prikaz rasporeda faza i pripadajućih signalnih grupa na raskrižju avenija Marina Držića – Vukovarska ulica .....	37
Slika 41. Prikaz vanjske situacije semaforizacije na raskrižju avenija Marina Držića – Vukovarska ulica .....	38
Slika 42. Prikaz matrice zaštitnih međuvremena na raskrižju Koranska ulica – Vukovarska ulica .....	38
Slika 43. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica .....	40
Slika 44. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 8:00 h do 9:00 h na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica .....	41
Slika 45. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog opterećenja na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica .....	42
Slika 46. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 15:00 h do 16:00 h na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica .....	43
Slika 47. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 16:00 h do 17:00 h na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica .....	44
Slika 48. Grafički prikaz popodnevnog vršnog opterećenja na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica.....	45
Slika 49. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica.....	46

Slika 50. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 8:00 h do 9:00 h na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica.....	47
Slika 51. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog opterećenja na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica.....	48
Slika 52. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 15:00 h do 16:00 h na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica.....	49
Slika 53. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 16:00 h do 17:00 h na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica.....	50
Slika 54. Grafički prikaz popodnevnog vršnog opterećenja na raskrižju Miramarska cesta – Vukovarska ulica.....	51
Slika 55. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica.....	52
Slika 56. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 8:00 h do 9:00 h na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica.....	53
Slika 57. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog opterećenja na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica .....	54
Slika 58. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 15:00 h do 16:00 h na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica.....	55
Slika 59. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 16:00 h do 17:00 h na raskrižju Ulica Hrvatske Bratske Zajednice – Vukovarska ulica.....	56
Slika 60. Grafički prikaz popodnevnog vršnog opterećenja na raskrižju Savska cesta – Vukovarska ulica.....	57
Slika 61. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 7:00 h do 8:00 h na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica .....	58
Slika 62. Prikaz rezultata brojanja prometa za jutarnje vršno opterećenje od 8:00 h do 9:00 h na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica .....	59
Slika 63. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog opterećenja na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica.....	60
Slika 64. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 15:00 h do 16:00 h na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica .....	61
Slika 65. Prikaz rezultata brojanja prometa za popodnevno vršno opterećenje od 16:00 h do 17:00 h na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica .....	62
Slika 66. Grafički prikaz popodnevnog vršnog opterećenja na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica.....	63
Slika 67. Grafički prikaz popodnevnog vršnog opterećenja na raskrižju Avenija Marina Držića – Vukovarska ulica.....	64
Slika 68. Konceptualni prikaz sustava adaptivnog upravljanja prometom .....	67
Slika 69. Konceptualni prikaz prioriteta javnog gradskog prijevoza .....	68
Slika 70. Prikaz dijela mreže izrađene simulacije za analizirani koridor .....	71
Slika 71. Prikaz korištene distribucije brzine u simulaciji.....	72
Slika 72. Prikaz definiranja parametra EPICS Time Horizon .....	74



Slika 73. Prikaz definiranja signalnih grupa .....	75
Slika 74. Prikaz definiranja matrice zaštitnih međuvremena .....	76
Slika 75. Prikaz definiranja faza i redosljeda opsluživanja faza .....	76
Slika 76. Prikaz definiranja signalnog programa .....	77
Slika 77. Prikaz definiranja prijelaznih sekvenci .....	78
Slika 78. Prikaz postupka pridruživanja određenih detektora EPICS modulu .....	79
Slika 79. Prikaz postupka definiranja detektorskih parova najava-odjava za vozila javnoga gradskoga prijevoza .....	79
Slika 80. Prikaz postupka definiranja prometnih zahtjeva .....	80
Slika 81. Prikaz postupka definiranja EPICS parametara .....	81
Slika 82. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Savske ceste i Vukovarske ulice .....	84
Slika 83. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Koranske ulice i Vukovarske ulice .....	85
Slika 84. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Ivana Lucića i Vukovarske ulice .....	86
Slika 85. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Miramarske ceste i Vukovarske ulice .....	87
Slika 86. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Hrvatske Bratske Zajednice i Vukovarske ulice .....	88
Slika 87. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Ulice Kruge i Vukovarske ulice .....	89
Slika 88. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Strojarske ulice i Vukovarske ulice .....	90
Slika 89. Usporedba rezultata evaluacije simulacije za fiksno i adaptivno upravljanje na raskrižju Avenije Marina Držića i Vukovarske ulice .....	91
Slika 90. Usporedba rezultata vremena putovanja vozila javnog gradskog prijevoza za fiksno i adaptivno upravljanje na analiziranom koridoru .....	92

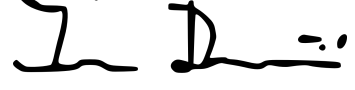
Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ **diplomski rad** \_\_\_\_\_ 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 **\_ Optimizacija upravljanja raskrižjima na dijelu Ulice Grada Vukovara u Gradu Zagrebu primjenom simulacijskog alata PTV Vissim \_\_\_\_\_**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, \_\_12. lipnja 2024.\_\_\_\_

Student/ica:



(ime i prezime, *potpis*)