

Analiza s prijedlogom optimizacije prometnih tokova u Ulici Josipa Jurja Strossmayera u Sisku

Vidaković, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:516970>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-29**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Marija Vidaković

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA
U ULICI JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U SISKU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

Zagreb, 27. ožujka 2020.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5973

Pristupnik: **Marija Vidaković (0135244137)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza s prijedlogom optimizacije prometnih tokova u Ulici Josipa Jurja Strossmayera u Sisku**

Opis zadatka:

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

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

doc. dr. sc. Luka Novačko

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA
U ULICI JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U SISKU**

**ANALYSIS WITH OPTIMIZATION OF TRAFFIC FLOWS IN JOSIP
JURAJ STROSSMAYER STREET IN THE CITY OF SISAČ**

Mentor:

doc. dr. sc. Luka Novačko

Student:

Marija Vidaković

JMBAG: 0135244137

Zagreb, rujan 2020.

SAŽETAK:

U diplomskom radu napravljena je prometna analiza ulice Josipa Jurja Strossmayera smještenoj na državnoj cesti D37 u gradu Sisku, a s ciljem optimizacije prometnih tokova. Provedbom analize postojećeg stanja utvrđeni su nedostaci u vidu regulacije prometnih tokova na pojedinim semaforiziranim raskrižjima na kojima se u vršnim satima stvaraju repovi čekanja zbog neadekvatnog upravljanja prometnih tokova. Analiza postojećeg stanja obuhvaća brojanje prometa, analizu preraspodjele prometnih tokova, te analizu projektno-sigurnosnih elemenata raskrižja. Prikaz postojećeg stanja analizirane ulice izrađen je u programskom alatu AutoCAD. Temeljem napravljene analize predložene su varijante rješenja kojima bi se smanjilo vrijeme čekanja, te proporcionalno tome povećala razina usluge. Varijante rješenja obuhvaćaju optimizaciju prometnih tokova bez rekonstrukcije ulice, kao što je optimizacija signalnih planova raskrižja, zabranu prometovanja na dijelu analiziranog područja, te izgradnju novog alternativnog pravca čime bi se rasteretilo prometno opterećenje ulice Josipa Jurja Strossmayera. Evaluacija i simulacija varijanti izvršena je u programskim alatima PTV Vissim i Sidra Intersection.

KLJUČNE RIJEČI: prometna analiza, optimizacija, prometni tokovi, signalni plan, razina usluge

SUMMARY:

In master thesis traffic analysis of Josip Juraj Strossmayer Street was made, located on the state road D37 in the City of Sisak. The traffic analysis of the current situation has identified problems in the form of regulation traffic flows at certain intersections regulated by traffic lights where traffic jams are happening in peak hours due to inadequate traffic flow management. Current state analysis includes traffic counting, analysis of traffic flow redistribution, and analysis of design and safety elements of intersections. An overview of the current condition the analyzed street was created in the AutoCAD software tool. Based on the current state analysis, variants of solutions were proposed that would reduce waiting time, and increase the level of service ~~proportionally~~. Solution variants include optimization of traffic flows without street reconstruction. Proposed solutions include the optimization of signal plans for intersections, traffic bans in part of the analyzed area, and the construction of a new alternative route that would relieve the traffic load on Josip Juraj Strossmayer Street. Evaluation and simulation of variants were performed in the software tools PTV Vissim and Sidra Intersection.

KEY WORDS: traffic analysis, optimization, traffic flows, signal plan, level of service

Sadržaj

1. UVOD	1
2. ANALIZA PROSTORNO – PROMETNE DOKUMENTACIJE GRADA SSKA	3
2.1. Prostorni plan uređenja grada Siska	3
2.2. Generalni urbanistički plan grada Siska	7
2.3. Strategija razvoja Grada Siska od 2015. – 2020.....	9
2.4. Projekt izrade plana održive urbane mobilnosti Grada Siska (SUMP)	11
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA UPRAVLJANJA PROMETNIM TOKOVIMA U ULICI J. J. STROSSMAYERA	15
3.1. J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja	20
3.2. J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica	30
3.3. J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića.....	36
3.4. J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana	46
3.5. J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica	51
4. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG STANJA UPRAVLJANJA PROMETNIH TOKOVA U ULICI J. J. STROSSMAYERA	62
4.1. Varijanta 1 – Optimizacija signalnih planova analiziranih raskrižja.....	62
4.2. Varijanta 2 – Zabrana prometa na „Starom mostu“ i zabrana prometovanja teških vozila u ulici J. J. Strossmayera uz optimizaciju signalnih planova raskrižja.....	73
4.3. Varijanta 3 – Izgradnja alternativnog prometnog pravca	76
5. SIMULACIJA I EVALUACIJA PREDLOŽENIH RJEŠENJA OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA.....	77
5.1. Simulacija i evaluacija varijante 1 - Optimizacija signalnih planova analiziranih raskrižja	77
5.2. Simulacija i evaluacija varijante 2 - Zabrana prometa na „Starom mostu“ i zabrana prometovanja teških vozila u ulici J. J. Strossmayera uz optimizaciju signalnih planova raskrižja	91
6. ZAKLJUČAK	104
LITERATURA.....	106
Popis slika	107
Popis tablica	112
Popis grafikona.....	114
Popis priloga.....	114

1. UVOD

Grad Sisak smješten je u središtu Sisačko – moslavačke županije, na tri rijeke Savi, Kupi i Odri, sa izuzetno povoljnim prometnim položajem. Kroz grad Sisak prolaze državne ceste D36 Karlovac (D1) – Pokupsko – Sisak – čvor Popovača (A3), D37 Sisak (D36) – Petrinja – Glina (D6) i D224 Mošćenica (D37) – Blinjski kut – Sunja – Panjani (D30). Kroz državnu cestu D37 koja povezuje grad Sisak s Petrinjom i Glinom, prolazi ulica Josipa Jurja Strossmayera koja predstavlja jedan od glavnih prometnih pravaca za ulazak u uži centar grada, prolazak prema drugim gradskim i županijskim središtima.

Obzirom na veliku prometnu opterećenost ulice J. J. Strossmayera i pojavljivanje prometnih zagušenja u vršnim vremenskim periodima, cilj ovog rada je omogućiti optimizaciju prometnih tokova kroz varijante rješenja u ulici Josipa Jurja Strossmayera u Sisku bez rekonstrukcije postojećeg stanja infrastrukture. Svrha diplomskog rada je predložiti više varijanti rješenja za koja nisu potrebni znatno veliki naponi, odnosno jednostavnim i malim radnjama poboljšati kvalitetu usluge na analiziranoj ulici. Naziv diplomskog rada glasi: Analiza s prijedlogom optimizacije prometnih tokova u ulici Josipa Jurja Strossmayera u Sisku, a rad je podijeljen u 6 cjelina:

1. Uvod
2. Analiza prostorno – prometne dokumentacije Grada Siska
3. Analiza postojećeg stanja upravljanja prometnih tokova u ulici J. J. Strossmayera
4. Prijedlozi poboljšanja postojećeg stanja upravljanja prometnih tokova u ulici J. J. Strossmayera
5. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja optimizacije prometnih tokova
6. Zaključak

U drugom poglavlju provedena je analiza prostorno – prometne dokumentacije Grada Siska, te su navedene važne smjernice usko vezane za cestovni promet, te prometni sustav u cjelini.

Analiza postojećeg stanja upravljanja prometnih tokova u ulici J. J. Strossmayera izrađena je trećem u poglavlju. Obuhvaća važne parametre prometnih tokova i raskrižja s privozima, kojima se dolazi do realne slike prometnog sustava analiziranog područja. U analizi postojećeg stanja provedeno je brojanje prometa na najfrekventnijim raskrižjima, izrađeni su grafički prikazi

prometnog opterećenja, prikazani su tablični i grafički podaci dobiveni kroz simulaciju u programskim alatima Sidra Intersection i PTV Vissim, signalni planovi raskrižja, opisani su nedostaci raskrižja uz karakteristične dimenzije, te su priložene fotografije privoza.

Četvrto poglavlje obuhvaća prijedloge poboljšanja postojećeg stanja upravljanja prometnih tokova u ulici J. J. Strossmayera. Varijante rješenja rezultirane su dobrom obradom podataka iz analize postojećeg stanja. Predložene su tri varijante rješenja za optimizaciju prometnih tokova u analiziranoj Strossmayerovoj ulici.

Nakon provedene analize postojećeg stanja, te su predložene varijante rješenja poboljšanja postojećeg stanja, u petom poglavlju su predložene varijante simulirane i evaluirane u programskim alatima Sidra Intersection i PTV Vissim.

2. ANALIZA PROSTORNO – PROMETNE DOKUMENTACIJE GRADA SSKA

Grad Sisak smješten je u središtu Sisačko-moslavačke županije koja se nalazi na vrlo povoljnom geografskom položaju u južnom dijelu središnjeg dijela Republike Hrvatske gdje predstavlja prometno čvorište uz dobru povezanost s ostalim dijelovima Republike Hrvatske, ali i sa susjednim zemljama. Grad Sisak je bio jedan od najvećih industrijskih gradova u Republici Hrvatskoj s bogatom kulturnom baštinom, a kroz Grad plove tri rijeke: Sava, Kupa i Odra. Grad Sisak je najveći grad u Županiji, površinom od 422,75 km², a prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine ima 47.699 stanovnika. S obzirom na trend iseljavanja stanovništva, pretpostavlja se značajan pad broja stanovnika.

Prikaz prostornog uređenja nekog šireg područja dobiven je kroz dokumente čije se osnovne postavke moraju primjenjivati i poštivati u procesu prostornog planiranja na području države i županije, pa tako i na samom području grada. Prostorno – prometni dokumenti koji se primjenjuju na području grada Siska su sljedeći:

- Prostorni plan uređenja grada Siska
- Generalni urbanistički plan grada Siska
- Strategija razvoja Grada Siska od 2015. – 2020.
- Projekt izrade održive urbane mobilnosti Grada Siska (SUMP)

2.1. Prostorni plan uređenja grada Siska

Temeljni dokument prostornog uređenja na području grada Siska je Prostorni plan uređenja grada Siska kojim su utvrđene programske i prostorne postavke za razvoj grada Siska. Razlog izrade prostornog plana uređenja grada Siska je stvaranje potrebnih prostorno – planskih preduvjeta unutar granica obuhvata plana kojima će se doprinjeti svrhovitom korištenju prostora u funkciji ravnomjernog i održivog gospodarskog i društvenog razvoja. Cilj izrade i donošenja plana je svrsishodnije i racionalnije stvaranje planskih pretpostavki za ravnomjeran gospodarski, društveni i prostorni razvoj grada te povećanje kvalitete života stanovnika grada i mogućnosti gospodarskog razvoja na području grada Siska.

Prostorno planska rješenja imaju svrhu jasnijeg i kvalitetnijeg definiranja uvjeta građenja u prostoru u skladu s mogućnostima i potrebama korisnika prostora usklađen s okolišnim

polazištima, principima zaštite prirodnih i kulturnih dobara te načelima prostorne održivosti.

Navedeni podaci u nastavku su preuzeti iz tekstualnog dijela Prostornog plana grada Siska [1].

Građevine od važnosti za državu i županiju koji se ističu i navode u Prostornom planu uređenja grada Siska, a usko su vezani s cestovnim prometom su sljedeći:

- autocesta A11 Zagreb – Sisak,
- brza cesta Popovača – Sisak – Slunj i ostale državne ceste s pripadajućim građevinama i uređajima (benzinske postaje i druge prateće građevine),
- županijske ceste s pripadajućim građevinama i uređajima.

Navedene građevine su prikazane u slici u nastavku.










LEGENDA

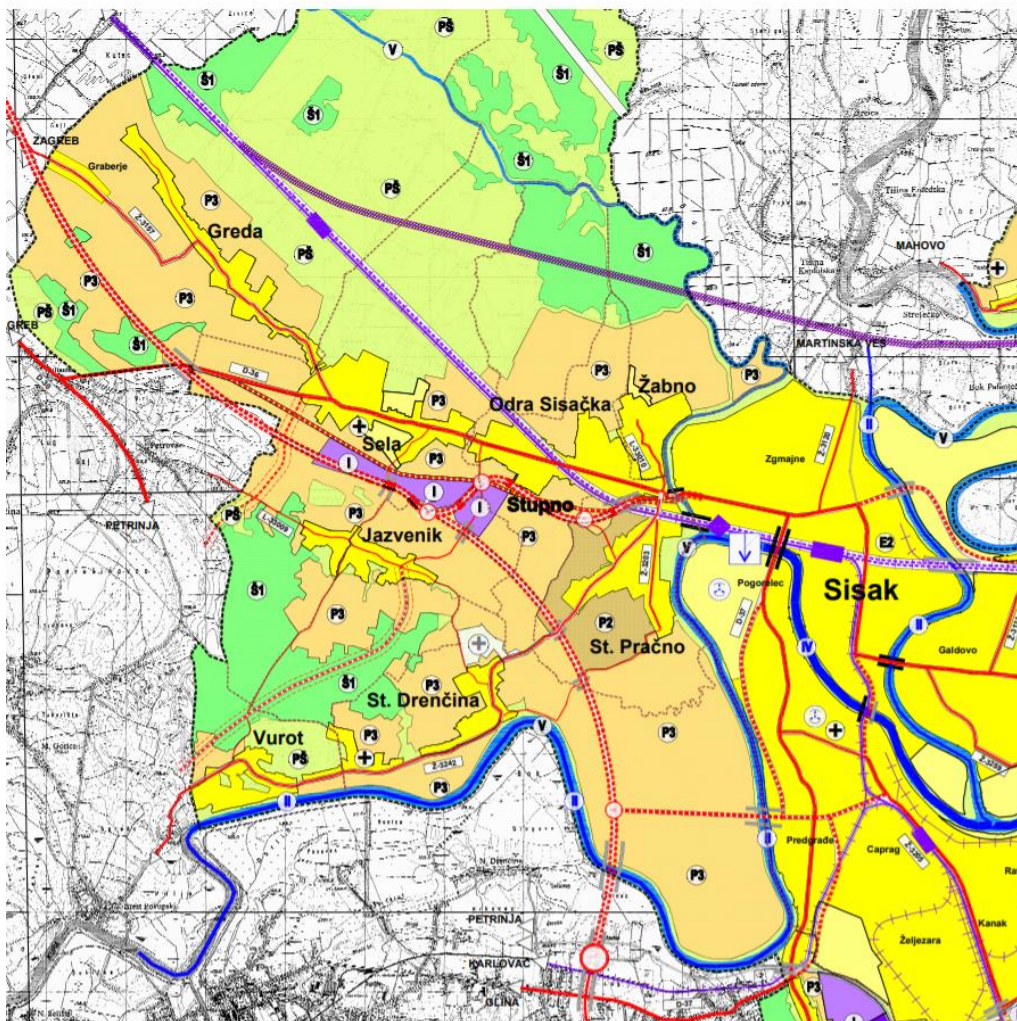
GRANICE	
	OBUHVAT PLANA
	GRANICA NASELJA
RAZVOJ I UREĐENJE POVRŠINA NASELJA	
izgrađeno/neizgrađeno	
	GRAĐEVINSKO PODRUČJE NASELJA

PROMETNI SUSTAV

CESTOVNI PROMET

postojeće/planirano

	AUTOCESTA
	BRZA CESTA
	OSTALE DRŽAVNE CESTE
	ŽUPANIJSKA CESTA
	LOKALNA CESTA
	OSTALE CESTE KOJE NISU JAVNE
	MOGUĆI KORIDOR/TRASA CESTE
	RASKRIŽJE CESTA U DVIJE RAZINE
	VAŽNIJA PROMETNA GRADEVINA - MOST



Slika 1 Prostorni plan uređenja grada Siska – Infrastrukturni sustavi

Izvor: [1]

Razgraničenje infrastrukturnih koridora za građevine pojedinog infrastrukturnog sustava, u ovome slučaju prometnog sustava i podsustava cesta vrši se prema sljedećim kriterijima:

- koridor građevine za:
 - autoceste
 - postojeća 105 m
 - planirana 200 m
 - državne ceste
 - postojeća 70 m
 - planirana 100 m
 - županijske ceste
 - postojeća 40 m
 - planirana 70 m
 - lokalne ceste
 - postojeća 12 m
 - planirana 20 – 40 m
 - ostale nerazvrstane ceste
 - postojeća 9 – 12 m
 - planirana 20 m

Područjem grada Siska prolazi dio autoceste A11 Zagreb – Sisak, te se Prostornim planom osigurava zaštitni pojas autoceste koji se mjeri od vanjskog ruba zemljišnog pojasa autoceste, a iznosi 40 m sa svake strane. Također, na području grada Siska prolaze sljedeće državne ceste:

- D36 Karlovac (D1) – Pokupsko – Sisak – čvor Popovača (A3),
- D37 Sisak (D36) – Petrinja – Glina (D6),
- D224 Mošćenica (D37) – Blinjski kut – Sunja – Panjani (D30).

Ovim Prostornim planom osigurava se zaštitni pojas državne ceste koji iznosi 25 m sa svake strane. Stoga je svaka gradnja unutar zaštitnog pojasa državne ceste D36, D37 i D224 moguća isključivo uz posebne uvjete građenja odobrene od nadležne pravne osobe s javnim ovlastima, a izgradnja priključaka ili rekonstrukcija raskrižja na državnim cestama može se izvoditi samo uz odobrenu projektnu dokumentaciju od nadležne pravne osobe s javnim ovlastima.

Prema Prostornom planu, ulica je svaka cesta ili javni put unutar građevinskog područja uz

kojega se izgrađuju ili postoje stambene ili druge građevine, te na koji te građevine, odnosno građevne čestice imaju izravan pristup. Ulice u naselju razvrstane kao državne, županijske ili lokalne ceste se smatraju tom vrstom cesta (javne ceste). Državne, županijske i lokalne ceste moraju imati najmanju širinu 5,5 m za dvije prometne trake, odnosno 4,5 za jednu prometnu traku, te se samo jedna prometna traka može izgrađivati iznimno na preglednom dijelu kolnika do najviše 500 m, pod uvjetom da se na svakih 250 m uredi ugibalište, odnosno u slijepim ulicama čija dužina ne prelazi 100 m na preglednom dijelu ili 50 m na nepreglednom.

Najmanja udaljenost regulacijskog pravca od ruba kolnika treba osigurati mogućnost izgradnje odvodnog jarka, usjeka, nasipa, bankine i nogostupa, a ne može biti manja od one određene posebnim zakonskim propisima. U izuzetnim slučajevima se uz kolnik može osigurati izgradnja nogostupa samo uz jednu stranu ulice. Nije dozvoljena izgradnja građevina, zidova i ograda, te podizanje nasada koji sprečavaju proširivanje preuskih ulica, uklanjanje oštih zavoja, te zatvaraju vidno polje vozača i time ometaju promet.

Neophodno je predviđanje uređenja pločnika za kretanje pješaka u širini koja ovisi o pretpostavljenom broju korisnika, ali ne smije biti manja od 0,80 m. Moguća je gradnja i uređivanje biciklističkih staza sukladno odredbama sljedećih posebnih propisa. Gradnju i uređivanje biciklističkih traka moguće je izvesti:

- odvojeno od kolnika u drugoj razini,
- kao fizički odvojeni dio kolnika i
- prometnim znakom odvojeni dio kolnika.

2.2. Generalni urbanistički plan grada Siska

Generalnim urbanističkim planom uređenja grada Siska doneseni su uvjeti uređenja grada odnosno gradnje, rekonstrukcije i opremanja prometne mreže s pripadajućim objektima i površinama. Prema [2] navedeni su podaci u nastavku.

Na području obuhvata GUP-a grada Siska omogućava se uređenje prometnih površina i gradnja prometnih građevina u funkciji razvoja i uređenja grada za:

- cestovni promet
 - međumjesne ceste (državne, županijske i lokalne)
 - primarne gradske prometnice
 - sekundarsne gradske prometnice

- ostale gradske ulice
- gradski trgovi
- pješačke površine i putevi
- biciklističke staze
- površine za promet u mirovanju (parkirališta i garaže)
- autobusni kolodvor i stajališta
- robno – transportni terminali
- benzinske postaje
- željeznički promet
 - željezničke pruge
 - željeznički kolodvori i stajališta
- riječni promet
 - luka
 - pristanište
- zračni promet
 - heliodrom
 - aerodrom

Uz navedene prometne građevine i površine, omogućena je i gradnja ostalih prometnih i pratećih površina i građevina potrebnih za ostvarivanje pojedinih namjena u prostoru, a u skladu s dokumentima prostornog uređenja niže razine. Za gradnju tih građevina potrebno je osigurati 20 – 30% površine zona mješovite namjene. Prema GUP-u grada Siska u kategoriju primarnih gradskih prometnica svrstane su:

- nova trasa preložene D36 od čvorišta „Sisak – sjever“ do Odre, Zagrebačkom ulicom do čvorišta „Novo selo“,
- nova trasa južne spojne ceste od čvorišta „Sisak – jug“ preko Praćna prema Željezari, preko mosta u Crncu do čvorišta „Novo selo“,
- preložena cesta D37 od Novog mosta trasom uz Kupu (u prvoj fazi ulicom J. J. Strossmayera) do ceste prema Capragu, te nastavno novom trasom do Praćna,
- nova cesta uz prugu od D36 preko novog mosta do Capraga (istočna obilaznica),
- nova trasa ceste od križanja s Petrinjskom ulicom, paralelno sa Školskom ulicom, nastavno Adžijinom uz Željezaru do čvorišta Komarevo.

Navedene primarne gradske prometnice funkcionalno su vezane uz vođenje ishodišno – odredišnog prometa. Promet motornih vozila na primarnim gradskim prometnicama uključuje promet:

- osobnih vozila,
- teretnih vozila,
- međugradskih autobusa,
- javni gradski promet autobusima.

Sekundarne gradske prometnice prema GUP-u predstavljaju vezu između mreže više razine s nizom sabirnih prometnica koje se na njih vežu i nastavljaju. Na sekundarnim gradskim prometnicama dominantna je uloga vođenja unutrašnjega prometa (automobilskog, opskrbnog i javnog).

Hodnici za pješake su u pravilu odvojeni od kolnika zelenim pojasom visokog ili niskog zelenila. Minimalna širina hodnika za pješake koji je odvojen od kolnika zelenim pojasom visokog zelenila je 3 metra, dok je minimalna širina kod niskog zelenila 1,5 m.

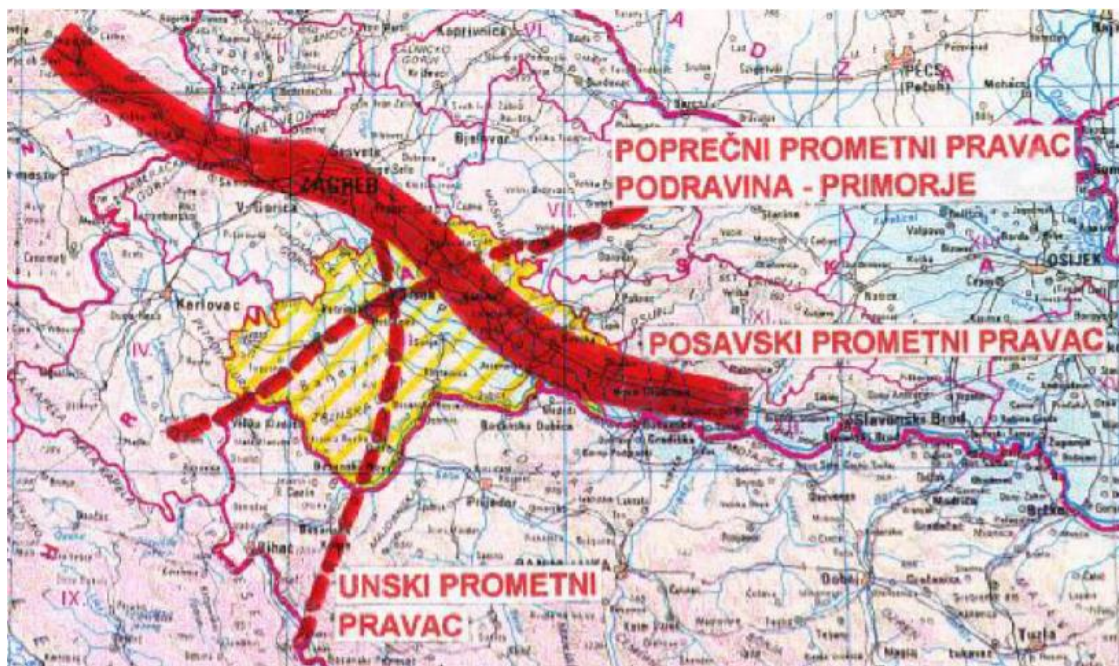
Za ostale gradske ulice najmanja širina kolnika može biti 5,5 m, a za postojeće ulice iznimno 4,5 m. Jedna vozna traka minimalne širine 4,5 m može se izgrađivati iznimno na:

- preglednom dijelu sporedne ulice koja ne može biti duža od 500 m i koja nema sabirne funkcije pod uvjetom da se na svakih 100 m uredi ugibalište,
- slijepim ulicama čija dužina ne prelazi 100 m na preglednom dijelu ili 50 m na nepreglednom, pod uvjetom da se, bez obzira na dužinu slijepe ulice, uredi ugibalište.

Pristupni put prema GUP-u je prostor kojim je osiguran pristup do građevne čestice, te mora biti najmanje 3 m širine ako se koristi za kolni i pješački promet, odnosno 1,5 m ako se koristi samo kao pješački prolaz, s tim da je njegova najveća dužina 50 m.

2.3. Strategija razvoja Grada Siska od 2015. – 2020.

Strategija razvoja Grada Siska od 2015. – 2020. godine je temeljni strateški dokument grada Siska čija je glavna zadaća ukazati na smjernice i načine koji će podići standard života u Sisku na višu razinu i poboljšati život svih građana. Svrha Strategije razvoja Grada Siska je postići da Sisak postane grad pozitivne energije, centar novog gospodarstva, razvijen i infrastrukturno opremljen, te usmjeren na razvoj.



Slika 2 Glavni prometni pravci na području Sisačko – moslavačke županije

Izvor: [3]

Položaj Grada Siska ističe se izuzetno povoljnim, na čvorištu rijeka Kupe, Odre i Save u području Središnje Hrvatske koja ima veliko značenje u prometnom povezivanju Zapadne i Srednje Europe s Jugoistočnom Europom i dalje Bliskim Istokom te u prometnoj usmjerenosti zemalja Srednjega Podunavlja prema Jadranu, Mediteranu i izlasku na svjetska mora. Glavni prometni pravci na području Sisačko – moslavačke županije, shematski su prikazani na slici iznad, a to su:

- Poprečni prometni pravac Podravina – Primorje
- Posavski prometni pravac i
- Unski prometni pravac.

Od nekih glavnih ishodišta prometnog značaja grada ističu se:

- riječna luka,
- glavno čvorište velikog naftovoda,
- raskrižje magistralnih željezničkih pravaca i
- gusta mreža prometnica državnog, županijskog i lokalnog značaja.

Glavni cestovni pravci na području grada prate korita rijeka Save i Kupe, te koriste mostove na njima. Ukupna dužina državnih cesta D36, D37 i D224 iznosi 41,22 km, a ukupna duljina nerazvrstanih cesta kojima gospodari Grad Sisak iznosi 318 km. Nakon izmjene Zakona o cestama 2012. godine, dio javnih cesta kategorizirane kao županijske i lokalne ceste na području Grada

Siska postale su nerazvrstane, a Grad ih je preuzeo u ukupnoj duljini od 131 km. Povremeno se u funkciji poljoprivrede i šumarstva koriste poljski putevi, o čijoj duljini ne postoje točni podaci. Planirana je gradnja autoceste A11, koja će Sisak i Veliku Goricu povezati sa Zagrebom te poboljšati povezanost ovog dijela Hrvatske s postojećom mrežom autocesta [3].

2.4. Projekt izrade plana održive urbane mobilnosti Grada Siska (SUMP)

SUMP Grada Siska predstavlja temeljni prometno – prostorni plan kojim se određuje razvoj njegovog prometnog sustava do 2030. godine, te posljedično utječe na poboljšanu gospodarsku sliku Grada. Navedeni podaci u nastavku preuzeti su sa [5]. Plan obuhvaća mjere u područjima: javnog gradskog prijevoza, nemotoriziranog prometa (pješačkog i biciklističkog), cestovne infrastrukture, motoriziranog prometa (upravljanje prometom i vođenje prometnih tokova, upravljanje parkiranjem, upravljanje prometnom sigurnošću) i logistike. Mjere su predviđene u vremenskim etapama do kraja 2017., 2020. i 2030. godine. Cilj Plana održive urbane mobilnosti Grada Siska jesu sljedeće:

- odrediti grad Sisak kao uspješan dinamički regionalni centar,
- omogućiti građanima bolju mobilnost i dostupnost kroz prometni sustav uz smanjenje prometnih eksternih troškova,
- ekonomski razvoj i zaštita okoliša, te
- bolje i zdravije urbano okruženje za život svih stanovnika – korisnika prometnog sustava, a posebice najranjivijih korisnika (pješaka, biciklista, djece, osoba sa smanjenom pokretljivošću, te osoba starije životne dobi).

Glavne odrednice nove Održive prometne politike Grada Siska su:

- promjena modalne raspodjele putovanja u korist javnog gradskog prijevoza i nemotoriziranih načina putovanja uz bolju ekološku i energetska efikasnost,
- smanjene upotrebe osobnih vozila u gradskim putovanjima,
- poticanje nemotoriziranih načina putovanja kao što su pješaćenje i korištenje bicikla,
- poticanje korištenja javnog gradskog prijevoza,
- uspostava pješačke zone s ograničenim pristupom korištenja osobnih vozila,

- izgradnja i poboljšanje postojeće prometne infrastrukture,
- upravljanje prometnim tokovima u Gradu korištenjem ITS sustava,
- poboljšanje sigurnosti u cestovnom prometu,
- upravljanje sustavom parkiranja (uličnog i izvanuličnog) i sustavom naplate,
- upravljanje gradskom logistikom i distribucijom teretnog prometa,
- integracija prometnih podsustava i
- poboljšanje kvalitete života i rada kroz povećanu mobilnost i dostupnost.

Modalna raspodjela putovanja 2017. godine kada je plan izrađen iznosi:

- oko 47% putovanja se odvija osobnim vozilom,
- 1% motociklom,
- 36% pješaćenjem,
- 8% biciklom i
- samo 8% putovanja javnim prijevozom (3% vlakom, 5% autobusom).

Prema navedenim podacima korištenje osobnih vozila dominira, no pješaćenje je vrlo visokog udjela, što je posljedica relativno male površine užeg područja grada. Iznimno niski udjel putovanja je javnim prijevozom. Tijekom dana prema svrsi putovanja dominiraju putovanja na posao (42%), zatim slijede kupovina (21%), škola (12%), rekreacija (10%), te ostale aktivnosti (15%). Cilj plana održive urbane mobilnosti do 2030. godine za Grad Sisak je smanjenje udjela automobila s 47% na 30%, i povećanje pješaćenja na 39%, a biciklizma na 13%. Planirano je povećanje i JGP-a na 17%, od kojih 14% na autobus, te 3% na vlak.

U SUMP-u Grada Siska također je među ostalima, analizirana i ulica Josipa Jurja Strossmayera, te su detektirane posebno niske razine usluge na raskrižju J.J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja (za skretanje sa Strossmayerove prema istoku) i J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica (za skretanje iz Žitne ulice prema jugu).

Unaprjeđenje sustava na pojedinim raskrižjima u ulici J.J. Strossmayera predlagalo se na sljedeće načine:

- J.J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja
 - postavljanje video detektora

- optimizacija signalnog programa
- ukidanje „treptanja zelenog“
- J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića
 - instalacija LED laterni
 - instalacija nadzemnih detektora (preporučljivo mikrovalnih)
 - stavljanje u sustav koordinacije s raskrižjem 3 i 4 (adaptivni sustav dvosmjerne koordinacije)
- J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana
 - instalacija LED laterni
 - instalacija nadzemnih detektora – sukcesivno nakon dotrajalosti postojećih
 - stavljanje u sustav koordinacije s raskrižjem 2 i 4 (adaptivni sustav dvosmjerne koordinacije)
- J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica
 - instalacija LED laterni
 - instalacija nadzemnih detektora – sukcesivno nakon dotrajalosti postojećih
 - stavljanje u sustav koordinacije s raskrižjem 2 i 3 (adaptivni sustav dvosmjerne koordinacije)

Zbog velikog opterećenja sporednog privoza na raskrižju J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica od smjera centra iz Žitne ulice, te rasporeda raskrižja na potezu od svega 250 m (uključujući i raskrižja: J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana i J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića) i dvosmjernog prometa, te s postojećom tehnologijom kojom se ne snimaju karakteristike prometnog toka i ne adaptira rad semaforskih uređaja sukladno prometnim zahtjevima, vrlo teško je postići obostranu koordinaciju („zeleni val“). Kako implementacija adaptivnog sustava za upravljanje prometom zahtjeva značajna financijska sredstva, predložena je prva faza u kojoj bi bilo neophodno na potezu instalirati „plan selection“ sustav kojim se ovisno o prometnom opterećenju u određenom periodu te na osnovu povijesnih podataka brojanja prometa odabire optimalni predefimirani signalni program. Uz koordinaciju signalnih planova raskrižja se također predlaže zabrana prometovanja motornih vozila Starim mostom koji bi u budućnosti bila pješačka zona.

Prema podacima iz SUMP-a Grada Siska [5], u 2015. godini u ulici J.J. Strossmayera na D37 je bilo sveukupno 40 prometnih nesreća, od kojih 19 s materijalnom štetom, 16 s ozlijeđenima, 2 prometne nesreće s ozlijeđenim pješacima, 2 s biciklistima (materijalna šteta), te jedna nesreća s ozlijeđenim biciklistom. Od navedenih 40 prometnih nesreća, 22 osobe su zadobile lake tjelesne ozlijede, od kojih su 16 vozača, 4 putnika, te 2 pješaka.

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA UPRAVLJANJA PROMETNIM TOKOVIMA U ULICI J. J. STROSSMAYERA

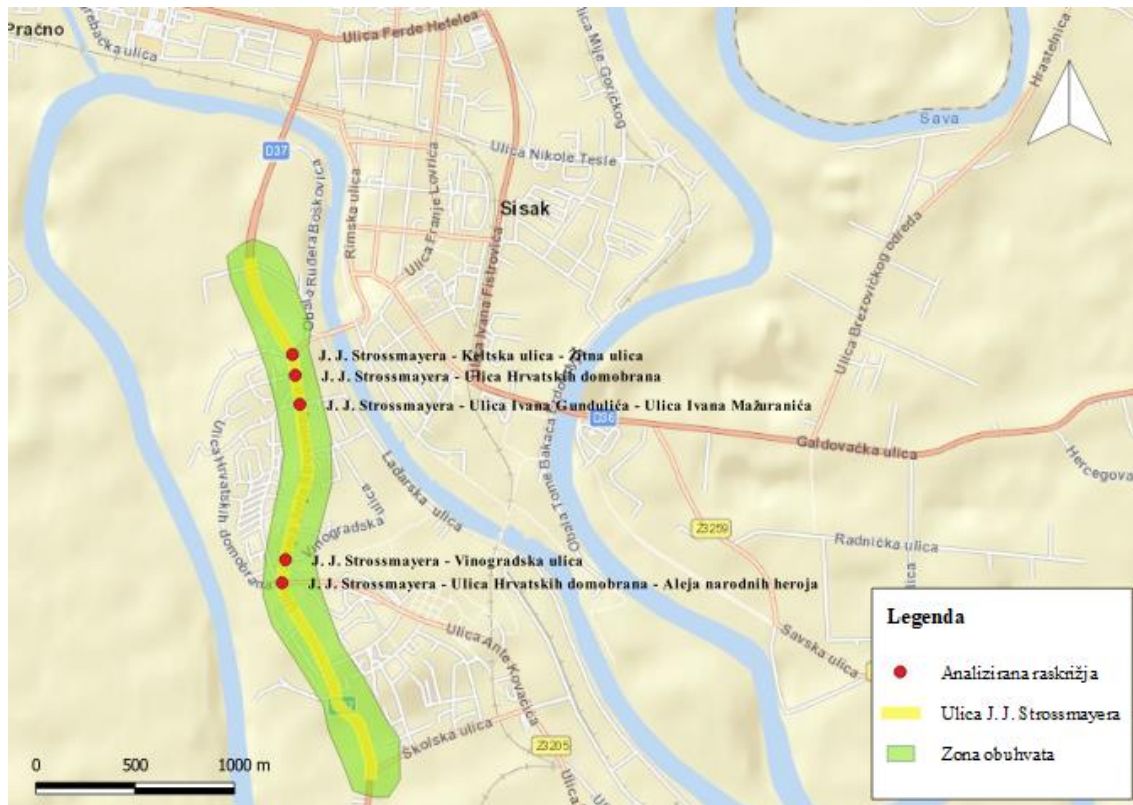
Analizom postojećeg stanja upravljanja prometnim tokovima se dobiva realna slika prometnog sustava analiziranog područja. Na temelju analize se mogu donositi zaključci, odnosno definira se stanje i predlažu se rješenja problematike prometne mreže. Pritom je iznimna važnost točnosti podataka u analizi kako bi se dobila što točnija slika stanja, te shodno tome bi se došlo do jasnih i logičnih prijedloga rješenja.

Ulica Josipa Jurja Strossmayera je ulica u gradu Sisku u sklopu državne ceste D37 koja povezuje grad Sisak s Petrinjom i Glinom te predstavlja jednu od prometno najopterećenijih cesta Sisačko-moslavačke županije duljine 34,4 km. Na navedenoj državnoj cesti D37 odvija se gradski, prigradski i međugradski promet. Rezultati brojenja prometa iz 2019. godine prema Hrvatskim cestama [12] potvrđuju značajnu opterećenost prometnice s PGDP-om od 9046 voz/dan i PLDP-om od 9209 voz/dan. Ulica J.J. Strossmayera duljine oko 2,8 km sastoji se od 13 raskrižja u razini, od kojih su 10 klasična četverokraka ili trokraka raskrižja, a preostala 3 su priključci parkirališnih površina kod stambenih zgrada na glavnu Strossmayerovu ulicu. Od 10 klasičnih raskrižja, 5 su semaforizirana, a preostalih 5 nesemaforizirana, te su 7 trokraka, a 3 četverokraka. Cijelom duljinom ulice, vozila koja prometuju na njoj imaju pravo prednosti u odnosu na poprečne ulice pri nailasku na raskrižje.



Slika 3 Zona obuhvata

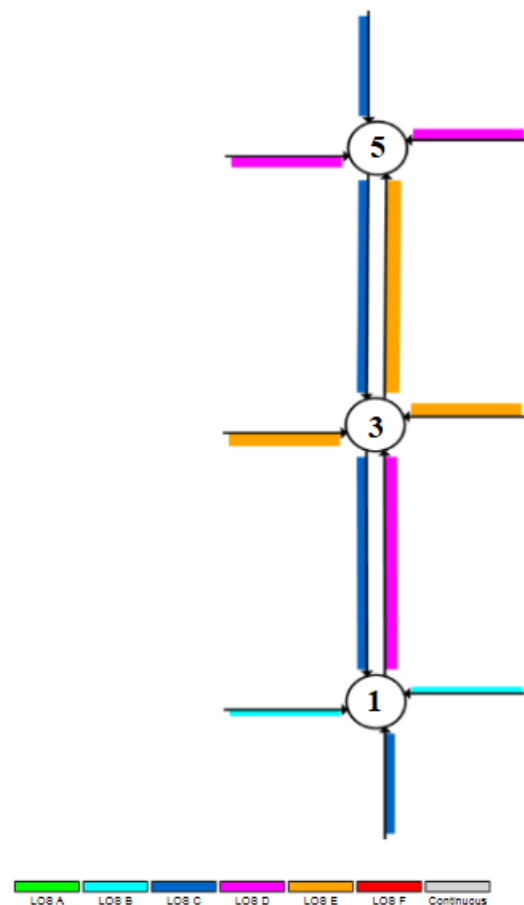
U ovome poglavlju dat će se uvid u jasniju i detaljniju sliku najfrekventnijih raskrižja prikazana na slici u nastavku, definirat će se razina usluge, vrijeme kašnjenja, te prednosti i nedostaci pojedinog raskrižja, ali i problematika susjednih neusklađenih raskrižja, te podaci o cijeloj ulici kako bi se na temelju tih podataka u nastavku predložila određena varijantna rješenja konkretnih prometnih problema.



Slika 4 Položaj analiziranih raskrižja u ulici J.J. Strossmayera

Raskrižja koja će u ovome poglavlju biti analizirana prikazana su na slici iznad, a to su redom:

1. J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja
2. J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica
3. J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića
4. J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana
5. J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica



Slika 5 Razine usluge na postojećem stanju raskrižja 1, 3 i 5, Sidra Intersection

U programskom alatu SIDRA INTERSECTION napravljena je analiza postojećeg stanja raskrižja 1, 3 i 5. Raskrižja pod brojem 2 i 4 nisu mogla biti simulirana u programskim alatima s obzirom da se na njima radi adaptivnim upravljanjem prometnih tokova. Korišteni ulazni podaci su geometrije vozila, prometno opterećenje privoza, postotak teških vozila i autobusa, signalni plan raskrižja, duljina ceste između raskrižja i dr. Prema slici je vidljivo da je na razina usluge E ulice J. J. Strossmayera. Razina usluge se razlikuje po privozima i raskrižjima, od LOS B do LOS E.

Razina usluge (eng. Level of Service) predstavlja kvalitativnu mjeru koja opisuje operativne uvjete prometnih tokova, a neke od karakteristika na temelju kojih se utvrđuje su:

- Brzina kretanja vozila,
- Sloboda manevriranja,
- Utjecaj drugog prometa,
- Udobnost itd.

HCM predstavlja standard u projektiranju i planiranju cestovnih objekata, a prvenstveno služi za proračune kapaciteta i razina usluga raskrižja, dionica cesta, javnog gradskog prijevoza, kao i pješačkog te biciklističkog prometa. Prema HCM-u („Highway Capacity Manual“) definirano je šest razina usluge, od A do F, gdje razina usluge A predstavlja najbolje operativne uvjete, a razina F najlošije. Prilikom projektiranja prometnih objekata najčešće se uzimaju proračuni za razine usluga C ili D, čime se postiže razina usluge koja je zadovoljavajuća za korisnike u prometu. U tablici u nastavku prikazane su razine usluge semaforiziranog i nesemaforiziranog raskrižja u odnosu na prosječno vrijeme kašnjenja.

Tablica 1 Razina usluge semaforiziranog raskrižja prema HCM – u odnosu na prosječno vrijeme kašnjenja

LOS semaforiziranog raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/voz)
A	0 – 10
B	10 – 20
C	20 – 35
D	35 – 55
E	55 – 80
F	> 80

Izvor: [15]

3.1. J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja

Raskrižje prikazano na slici u nastavku je četverokrako semaforizirano raskrižje gdje se križaju ulice J. J. Strossmayera, Ulica Hrvatskih domobrana i Aleja narodnih heroja, a ono spaja gradske četvrti Zibel i Viktorovac. Glavni prometni pravac je Strossmayerova ulica koja se proteže od sjevera prema jugu, a sporedni pravci su poprečne ulice istok – zapad. Navedeno raskrižje je jedno od najopterećenijih raskrižja u ulici J.J. Strossmayera, te se regulira semaforima sa prilagođenim signalnim fazama prema opterećenjima na privozima.



Slika 6 Četverokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja

Izvor: [10]

Prema slici u nastavku vidljive su dimenzije raskrižja. Širina svih prometnih trakova na privozima na navedenom raskrižju iznosi 3 m, osim na zapadnom privozu. Sjeverni privoz sastoji se od prometnog traka za ravno i desno i prometnog traka za lijevo skretanje. Prometni trak za lijevo skretanje duljine je oko 90 m. Južni privoz se sastoji također od dva prometna traka, jedan za lijevo skretanje, te drugi za ravno i desno. Prometni trak za lijevo skretanje duljine je 60 m. Istočni privoz se sastoji od dva traka, za lijevo i ravno, te za desno skretanje. Prometni trak za ravno i lijevo skretanje duljine je 50 m. Zapadni privoz se sastoji od jednog prometnog traka za lijevo, ravno i desno skretanje. Sporedni privozi također su regulirani i prometnim znakom „STOP“ za obavezno zaustavljanje vozila, a glavni prometni pravac reguliran je prometnim znakom za

prednost prolaska. U smjeru sjever – zapad polumjer raskrižja iznosi 6 m, dok je na preostalim dijelovima raskrižja 12 m zbog teretnih vozila koja prolaze kroz raskrižje. Ograničenje brzine u neposrednoj blizini raskrižja iznosi 50 km/h.



Slika 7 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja, AutoCAD

Za analizu postojećeg stanja opterećenja raskrižja provedeno je brojanje prometa u četvrtak 30.7.2020. godine u jutarnjem vršnom satu od 7:00 – 8:00 sati i popodnevnom vršnom satu od 15:00 – 16:00 sati, a tablice sa podacima su prikazane u nastavku. Potrebno je uzeti u obzir da su moguća odstupanja od relevantnosti podataka obzirom da su brojanja na raskrižjima provedena u vrijeme ljeta u kolovozu i u vrijeme globalne pandemije.

Za izračun EJA (ekvivalentna jedinica automobila) korišteni su sljedeći koeficijenti:

- Autobus – 2,0
- Osobno vozilo – 1,0
- Lako teretno vozilo – 1,5
- Teško teretno vozilo – 2,0

Tablica 2 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - sjeverni privoz ujutro

sjeverni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 -07:15	1	1	0	20	109	0	1	7	0	0	1	0
07:15 -07:30	1	1	0	19	123	2	3	5	2	1	0	0
07:30 -07:45	1	1	0	17	119	0	2	8	1	0	1	0
07:45 -08:00	1	1	0	15	131	1	2	6	1	1	2	0
Σ	4	4	0	71	482	3	8	26	4	2	4	0
EJA	8	8	0	71	482	3	12	39	6	4	8	0

Tablica 3 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - južni privoz ujutro

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00- 07:15	0	4	0	6	141	1	0	5	0	0	1	0
07:15- 07:30	0	3	0	2	126	2	1	4	0	0	0	0
07:30- 07:45	0	5	0	3	124	0	1	6	0	0	1	0
07:45- 08:00	0	4	0	3	133	1	0	4	0	0	0	0
Σ	0	16	0	14	524	4	2	19	0	0	2	0
EJA	0	32	0	14	524	4	3	28,5	0	0	4	0

Tablica 4 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - istočni privoz ujutro

istočni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 - 07:15	0	0	2	0	0	23	1	1	1	0	0	0
07:15 - 07:30	0	0	2	2	0	20	3	0	1	0	0	0
07:30 - 07:45	0	0	2	1	1	25	2	0	2	0	0	0
07:45 - 08:00	0	0	2	1	1	22	4	0	1	0	0	0
Σ	0	0	8	4	2	90	10	1	5	0	0	0
EJA	0	0	16	4	2	90	15	1,5	7,5	0	0	0

Tablica 5 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja -
zapadni privoz ujutro

zapadni privoz - D												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 - 07:15	0	0	0	0	4	2	0	0	1	0	0	0
07:15 - 07:30	0	0	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45	0	0	0	2	2	3	0	1	0	0	0	0
07:45 - 08:00	0	0	0	0	3	3	0	1	1	0	0	0
Σ	0	0	0	3	10	13	0	2	2	0	0	0
EJA	0	0	0	3	10	13	0	3	3	0	0	0

Tablica 6 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja -
sjeverni privoz popodne

sjeverni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	3	0	52	156	0	1	4	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	3	0	56	151	0	0	5	0	1	1	0
15:30 - 15:45	0	4	0	50	146	1	1	3	0	0	1	0
15:45 - 16:00	0	2	0	57	152	1	1	4	0	0	1	0
Σ	0	12	0	215	605	2	3	16	0	1	3	0
EJA	0	24	0	215	605	2	4,5	24	0	2	6	0

Tablica 7 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja -
južni privoz popodne

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00- 15:15	0	1	0	6	63	0	0	4	0	0	1	1
15:15- 15:30	0	1	0	5	71	1	0	4	0	0	2	0
15:30- 15:45	0	2	0	7	55	2	0	3	0	0	3	2
15:45- 16:00	0	2	0	8	51	1	0	6	0	0	1	0
Σ	0	6	0	26	240	4	0	17	0	0	7	3
EJA	0	12	0	26	240	4	0	25,5	0	0	14	6

Tablica 8 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - istočni privoz popodne

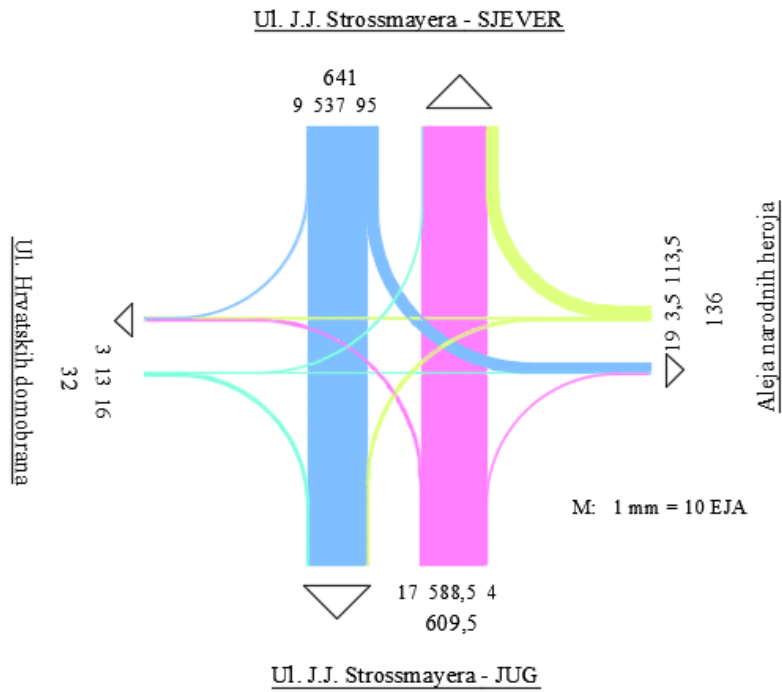
istočni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	0	1	0	1	13	1	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	1	1	2	10	1	0	2	1	0	0
15:30 - 15:45	0	0	1	2	1	14	3	2	1	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	1	0	2	7	2	0	2	1	0	0
Σ	0	0	4	3	6	44	7	2	5	2	0	0
EJA	0	0	8	3	6	44	10,5	3	7,5	4	0	0

Tablica 9 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - zapadni privoz popodne

zapadni privoz - D												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	0	1	4	0	1	2	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	3	0	1	4	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	1	1	3	1	0	1	0	0	0
Σ	0	0	0	1	2	13	2	2	8	0	0	0
EJA	0	0	0	1	2	13	3	3	12	0	0	0

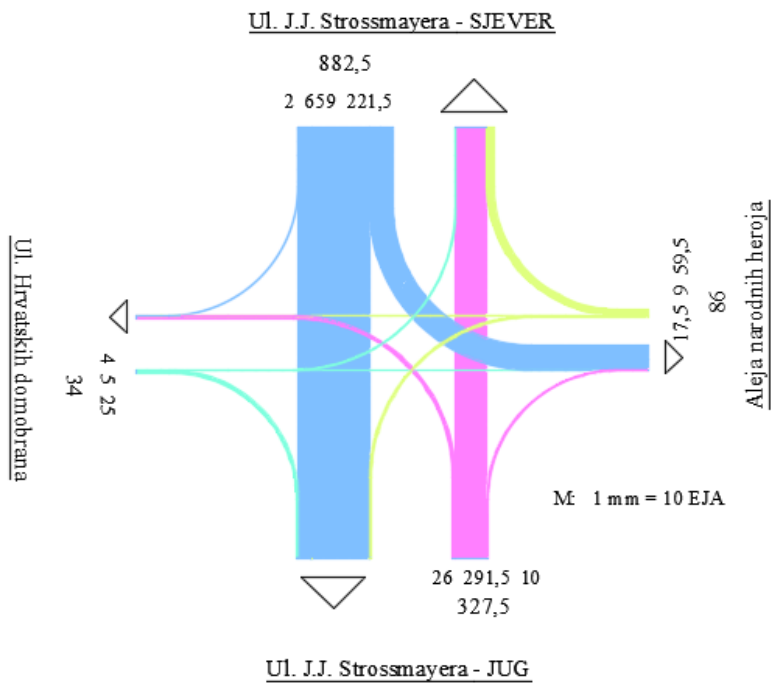
Iz tablica se može zaključiti, također i prema slikama u nastavku, koje prikazuju opterećenja privoza, da su u jutarnjem vršnom satu opterećeni privozi sjever i jug. U popodnevnom vršnom satu je najopterećeniji sjeverni privoz sa velikim brojem vozila koja se kreću ravno i lijevo kroz raskrižje.

Ul. J.J. Strossmayera - Ul. Hrvatskih domobrana - Aleja narodnih heroja - ujutro



Slika 8 Prometno opterećenje raskrižja 1 u periodu od 7:00 – 8:00, 30.7.2020.

Ul. J.J. Strossmayera - Ul. Hrvatskih domobrana - Aleja narodnih heroja - popodne



Slika 9 Prometno opterećenje raskrižja 1 u periodu od 15:00 – 16:00, 30.7.2020.

Raskrižje broj 2 nalazi se na maloj udaljenosti od 120 m sjeverno od navedenog raskrižja broj 1 što stvara probleme iz razloga što signalni planovi raskrižja nisu usklađena za nesmetani tok odvijanja prometa. Stvaraju se repovi čekanja kada na raskrižje broj 2, koje će u sljedećem potpoglavlju biti detaljnije analizirano, nailazi vozilo i senzor automatski šalje signal, te se pušta prednost prolaska na sporednom privozu. Time vozila na glavnom privozu stvaraju rep čekanja u duljini većoj od 120 m, čime se može zaključiti da vozila u raskrižju broj 1 ostaju u samom raskrižju ukoliko prođu kroz zeleno svjetlo i ne predvide zastoje zbog sljedećeg semafora.

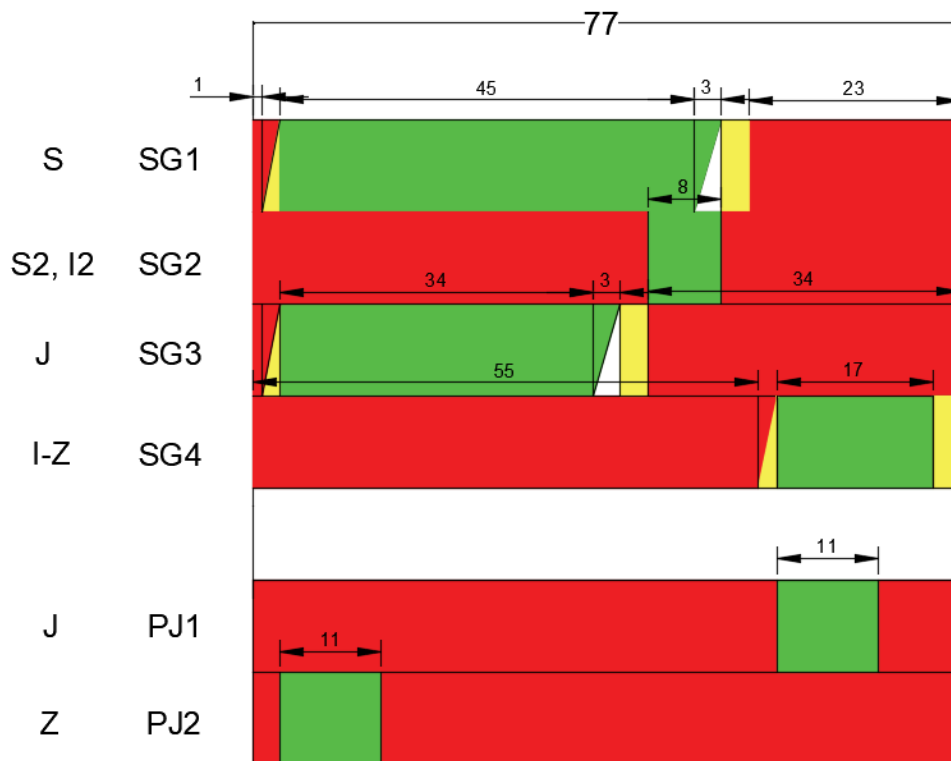
Na fotografiji u nastavku nalazi se južni privoz raskrižja, te se može vidjeti u daljini sljedeće raskrižje. Fotografija je nastala u nedjelju 20.8.2020. u 13 h, kao i sve fotografije u ovome diplomskom radu, te iz tog razloga nije bio veći broj vozila.



Slika 10 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja

Izvor: Autor, 23.8.2020.

Ul. J.J. Strossmayera - Ulica Hrvatskih domobrana - Aleja narodnih heroja

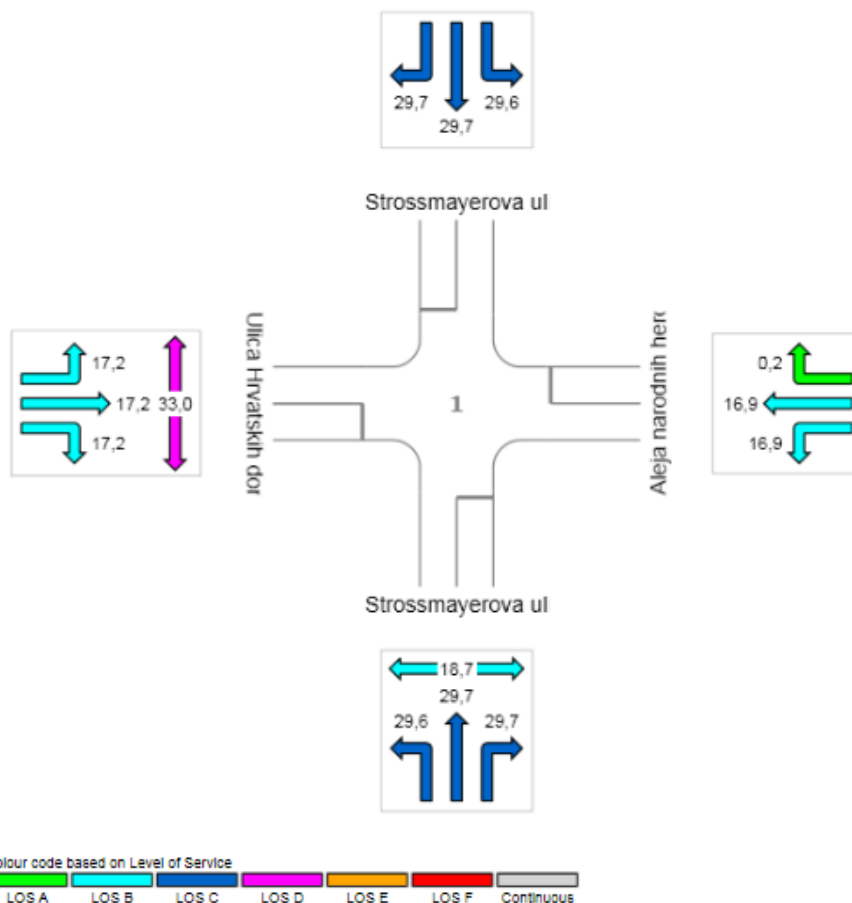


Slika 11 Signalni plan raskrižja broj 1

Na slici iznad prikazan je signalni plan raskrižja koji se sastoji od četiri signalne grupe za motorna vozila, te dvije signalne grupe za pješake na južnom i zapadnom privozu. Prema signalnom planu vidljivo je trajanje ciklusa od 77 sec, zatim žutog svjetla od 3 sec, crveno – žutog 2 sec, zaštitnog crvenog 1 sec, te treptajuće zeleno samo na sjevernom i južnom privozu u trajanju od 3 sec. Najopterećeniji privoz je sjeverni privoz Strossmayerove ulice kojemu je dopušteno kretanje u trajanju od 48 sec (uključujući 3 sec treptajućeg zelenog svjetla). Južni privoz ima trajanje zelene faze od 34 sec i dodatnih 3 sec treptajućeg zelenog svjetla. Signalna grupa 2 prikazuje dopunske strelice za desno na istočnom privozu i lijevo na sjevernom privozu. S obzirom na veći broj vozila od 200 voz/h na sjevernom privozu za lijevo skretanje, te veliki broj vozila na istočnom privozu za desno skretanje, opravdano je korištenje dopunske strelice u trajanju od 8 sec. Kod sporednih privozna duljina trajanja faze iznosi 17 sec. Pješaci imaju 11 sec za prelazak preko pješačkog prijelaza na južnom i zapadnom privozu.

All Movement Classes

	South	East	North	West	Intersection
Delay (Control)	29,7	11,3	29,7	17,2	22,0
LOS	C	B	C	B	C



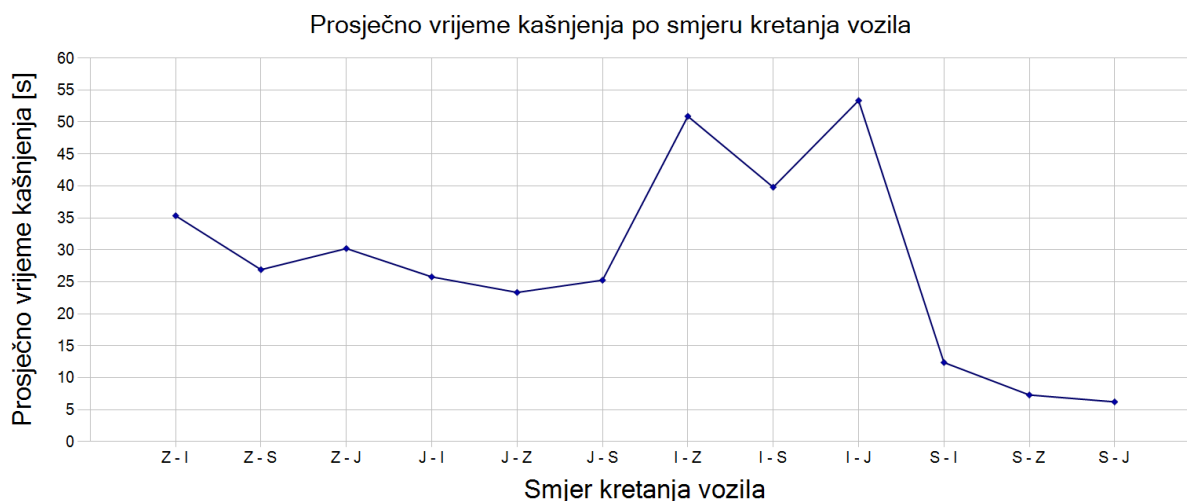
Slika 12 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1, Sidra Intersection

U programskom alatu Sidra Intersection provedene su simulacije ulaznih podataka raskrižja, kao što su geometrije raskrižja, prometno opterećenje raskrižja, signalni plan i ostali podaci, došlo do izlaznih podataka kao što su vrijeme kašnjenja i razina usluge. Rezultati simulacije postojećeg stanja raskrižja prikazani su na slici iznad gdje je vrijeme kašnjenja izraženo u sec/voz. Sjeverni privoz s maksimalnim vremenom kašnjenja od 29,7 sec/voz ima razinu usluge C. Južni privoz ima isto razinu usluge C s istim maksimalnim vremenom kašnjenja. Istočni i zapadni privozi imaju razinu usluge B s maksimalnim vremenom kašnjenja od 17,2 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
1 - 1: Hrvatskih domobrana@52.8 - 2: Aleja narodnih heroja@5.7	9.22	35.32	LOS_D	11.59	169.450
1 - 1: Hrvatskih domobrana@52.8 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@5.2	9.22	26.88	LOS_C	2.84	34.989
1 - 1: Hrvatskih domobrana@52.8 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@2.7	9.22	30.19	LOS_C	2.22	170.594
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@9.2 - 2: Aleja narodnih heroja@5.7	25.25	25.76	LOS_C	1.05	21.586
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@9.2 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@5.2	29.26	23.32	LOS_C	1.01	454.746
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@9.2 - 10032@12.7	27.83	25.24	LOS_C	1.82	47.308
1 - 22: Aleja narodnih heroja@17.2 - 7: Hrvatskih domobrana@0.2	18.86	50.88	LOS_D	3.57	111.745
1 - 22: Aleja narodnih heroja@17.2 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@5.2	18.86	39.79	LOS_D	2.60	329.504
1 - 22: Aleja narodnih heroja@17.2 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@2.7	18.86	53.35	LOS_D	9.21	175.892
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@18.9 - 2: Aleja narodnih heroja@5.7	4.13	12.36	LOS_B	1.15	78.431
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@18.9 - 7: Hrvatskih domobrana@0.2	4.13	7.28	LOS_A	0.50	1.049
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@18.9 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@2.7	4.13	6.20	LOS_A	0.32	127.405

Slika 13 Tablični prikaz podataka postojećeg stanja raskrižja 1, PTV Vissim

Za simulaciju postojećih stanja raskrižja korišten je programski alat PTV Vissim. Prikaz podataka o duljini kolone vozila, prosječnom vremenu kašnjenja, razini usluge, broju zaustavljanja vozila, te emisiji ugljikova monoksida nalazi se na slici iznad. Prosječno vrijeme kašnjenja i razina usluge su podaci koji se koriste za usporedbu kod evaluacije postojećeg stanja raskrižja, ali i predloženih varijanti u poglavlju 5. Prema slici vidljive su različite razine usluga po privozima, gdje je na zapadnom privozu razina usluge D s maksimalnim vremenom kašnjenja od 35,32 sec/voz, na južnom privozu je ista razina usluge C, ali s maksimalnim vremenom kašnjenja od 25,76 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja na istočnom privozu iznosi 53,35 sec/voz što rezultira razinom usluge D, dok je na sjevernom privozu razina usluge B s najmanjim vremenom čekanja od 12,36 sec/voz.



Slika 14 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1, PTV Vissim

Prosječna vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila na raskrižju 1 prikazana su grafički na slici iznad. Najveće prosječno vrijeme kašnjenja iznosi 53,35 sec/voz, a pojavljuje se na

istočnom privozu prema zapadu. Na sjevernom privozu prema jugu se pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 6,20 sec/voz.

3.2. J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica

Raskrižje ulice J. J. Strossmayera i Vinogradske ulice je trokrako semaforizirano raskrižje smješteno sjeverno od prethodno analiziranog raskrižja, a prikazano je na slici ispod. Glavni prometni pravac je Strossmayerova ulica, odnosno smjer sjever – jug. Sporedni prometni pravac je Vinogradska ulica na istočnom privozu. Upravljanje raskrižjem odvija se semaforima s adaptivnim upravljanjem prometnih tokova. Na sporednom privozu se nalazi senzor za detekciju nailaska vozila u zonu raskrižja. Sporedni privoz reguliran je i prometnim znakom „STOP“ za obavezno zaustavljanje vozila, a glavni prometni pravac reguliran je prometnim znakom za prednost prolaska. Ograničenje brzine u krugu raskrižja iznosi 50 km/h.

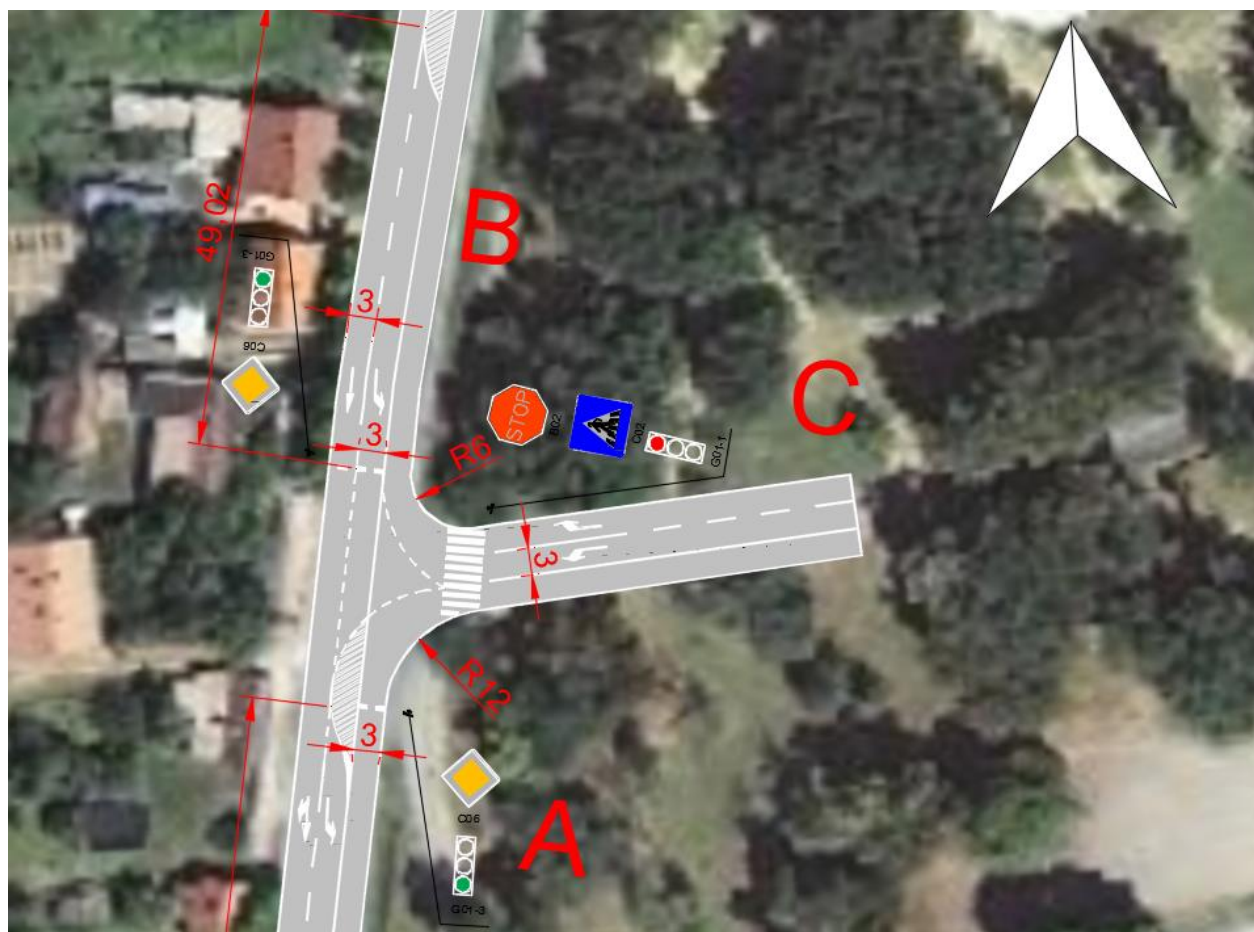


Slika 15 Trokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica

Izvor: [10]

Sjeverni privoz sastoji se od dva prometna traka: za lijevo skretanje i za prolazak ravno kroz raskrižje. Duljina prometnog traka za lijevo skretanje iznosi približno 50 m. Prema slici iznad

nije vidljiv izdvojen prometni trak za lijevo skretanje jer je navedeno napravljeno prije godinu dana, a slika je snimana satelitom 2015. godine. Južni privoz se sastoji od jednog prometnog traka za ravno i desno. Istočni privoz ima dva prometna traka, za lijevo i desno skretanje. Širine prometnih trakova na svim privozima iznose 3 m. Pješački prijelaz je uređen samo na sporednom istočnom privozu. Polumjer u raskrižju na mjestu gdje se spajaju južni i istočni privoz iznosi 12 m, dok je polumjer između istočnog i sjevernog privoza 6 m. Dimenzije raskrižja prikazane su na slici ispod.



Slika 16 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica, AutoCAD

U nastavku su tablice koje prikazuju podatke o brojanju prometa koje je provedeno istog dana kao i prethodno analizirano raskrižje, u četvrtak 30.7.2020. godine u jutarnjem vršnom satu od 7:00 – 8:00 sati i popodnevnom vršnom satu od 15:00 – 16:00 sati.

Tablica 10 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - sjeverni privoz ujutro

sjeverni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 -07:15	0	2	0	0	91	0	0	9	0	0	2	0
07:15 -07:30	0	2	0	0	152	0	1	10	0	0	1	0
07:30 -07:45	0	2	0	2	110	0	1	7	0	0	2	0
07:45 -08:00	0	2	0	1	142	0	0	6	0	0	1	0
Σ	0	8	0	3	495	0	2	32	0	0	6	0
EJA	0	16	0	6	495	0	3	48	0	0	12	0

Tablica 11 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - južni privoz ujutro

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00- 07:15	0	6	0	0	157	7	0	7	1	0	1	0
07:15- 07:30	0	5	0	0	145	5	0	4	0	0	0	0
07:30- 07:45	0	7	0	0	139	5	0	6	2	0	1	0
07:45- 08:00	0	6	0	0	147	9	0	3	1	0	0	0
Σ	0	24	0	0	588	26	0	20	4	0	2	0
EJA	0	48	0	0	588	26	0	30	6	0	4	0

Tablica 12 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - istočni privoz ujutro

istočni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 - 07:15	0	0	0	13	0	11	2	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30	0	0	0	18	0	15	0	0	2	0	0	0
07:30 - 07:45	0	0	0	16	0	17	1	0	0	0	0	0
07:45 - 08:00	0	0	0	11	0	9	3	0	2	0	0	0
Σ	0	0	0	58	0	52	6	0	4	0	0	0
EJA	0	0	0	58	0	52	9	0	6	0	0	0

Tablica 13 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - sjeverni privoz popodne

sjeverni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 -15:15	0	3	0	6	208	0	1	5	0	0	0	0
15:15 -15:30	0	3	0	3	207	0	0	3	0	0	2	0
15:30 -15:45	0	4	0	9	197	0	2	3	0	0	1	0
15:45 -16:00	0	2	0	11	210	0	1	2	0	0	1	0
Σ	0	12	0	29	822	0	4	15	0	0	4	0
EJA	0	24	0	29	822	0	6	22,5	0	0	8	0

Tablica 14 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - južni privoz popodne

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00- 15:15	0	2	0	0	76	14	0	5	1	0	1	0
15:15- 15:30	0	2	0	0	81	12	0	5	0	0	2	0
15:30- 15:45	0	3	0	0	69	17	0	6	2	0	3	0
15:45- 16:00	0	3	0	0	59	20	0	4	1	0	1	0
Σ	0	10	0	0	285	63	0	20	4	0	7	0
EJA	0	20	0	0	285	63	0	30	6	0	14	0

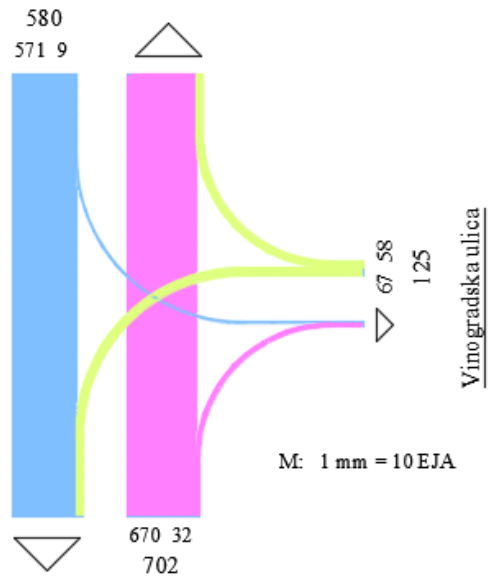
Tablica 15 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - istočni privoz popodne

istočni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	0	0	10	0	11	1	0	2	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	9	0	13	1	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	13	0	16	0	0	3	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	9	0	20	2	0	1	0	0	0
Σ	0	0	0	41	0	60	4	0	6	0	0	0
EJA	0	0	0	41	0	60	6	0	9	0	0	0

Iz tablica se jasno vidi znatno opterećenje privoza sjever i jug, odnosno glavne Strossmayerove ulice. Na slikama u nastavku su jasnije prikazana opterećenja iz kojih je također vidljivo opterećenje sjevernog i južnog privoza.

Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - ujutro

Ul. J.J. Strossmayera - SJEVER

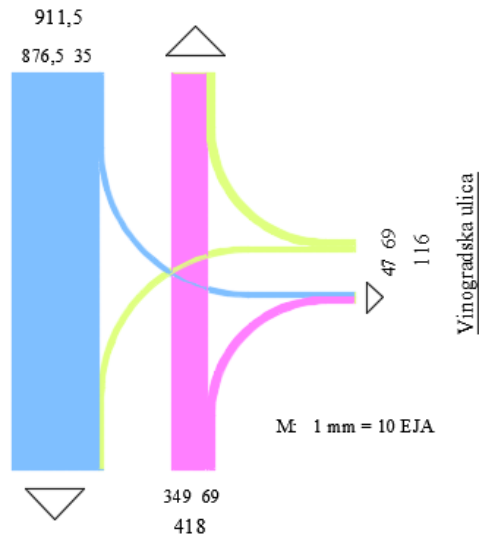


Ul. J.J. Strossmayera - JUG

Slika 17 Prometno opterećenje raskrižja 2 u periodu od 7:00 – 8:00, 30.7.2020.

Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - popodne

Ul. J.J. Strossmayera - SJEVER



Ul. J.J. Strossmayera - JUG

Slika 18 Prometno opterećenje raskrižja 2 u periodu od 15:00 – 16:00, 30.7.2020.

Problematika raskrižja na fotografiji iznad opisana je ukratko u prethodnom poglavlju. Prema fotografiji se jasno vidi sporedni istočni privoz koji stvara probleme u vrijeme vršnih sati kada je povećan broj vozila na glavnom privozu. U slučajevima kada se sporednom privozu pali zeleno svjetlo, u vrlo kratkom vremenskom intervalu se stvara kolona vozila na glavnim privozima. Na sjevernom privozu to nije veliki problem zato što se prema sjeveru ne nalazi raskrižje na maloj udaljenosti, no to nije slučaj kod južnog privoza. Mala udaljenost od 120 m između prethodno analiziranog raskrižja i raskrižja na fotografiji iznad veliki je problem kada upravljanje tokovima nije ujednačeno, odnosno signalni planovi raskrižja nisu usklađeni.

Signalni plan navedenog raskrižja nije bilo moguće prikupiti, niti analizirati s obzirom na to da se radi o raskrižju na kojemu se koristi senzor na sporednom privozu.



Slika 19 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica

Izvor: Autor, 23.8.2020.

3.3. J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića

Četverokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića prikazano je na slici u nastavku. Glavni prometni pravac je sjever – jug; Strossmayerova ulica, dok su sporedni privozi ulice Ivana Gundulića i Ivana Mažuranića. Upravljanje raskrižjem regulirano je semaforima, te upravljanje funkcionira na vremenski ustaljenom principu. Navedeno raskrižje je prvo u nizu od tri raskrižja koja se nalaze na vrlo malom razmaku od 250 m. Ograničenje brzine na dijelu ulice, u blizini zone raskrižja iznosi 50 km/h.



Slika 20 Četverokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića

Izvor: [10]

Na prikazanoj slici iznad vidljivo je da se na privozima Strossmayerove ulice cesta sastoji od tri prometne trake, jedna u smjeru sjevera prema jugu, te dvije od juga prema sjeveru, odnosno prema ulazu u strogi centar grada Siska. Svi prometni trakovi na privozima su širine 3 metra. Sjeverni privoz ima jedan trak za ravno i lijevo, a južni privoz se sastoji od traka za ravno i lijevo, te traka za ravno i desno. Na istočnom privozu u ulici Ivana Mažuranića cesta se sastoji od dva traka, svaki za jedan smjer. Dopušteno je skretanje lijevo i desno s istočnog privoza, te prolazak

ravno kroz raskrižje. Zapadni privoz u ulici Ivana Gundulića sastoji se od dva traka, od kojih je jedan trak za lijevo skretanje, a drugi za ravno i desno. Oba sporedna privoza su regulirana i prometnim znakom „STOP“ za obavezno zaustavljanje vozila, a glavni prometni pravac reguliran je prometnim znakom za prednost prolaska. Polumjer između sjevernog i zapadnog privoza iznosi 12 m zbog mogućnosti prolaska teretnih vozila, a preostali polumjeri iznose 6 m. Duljina traka za lijevo skretanje sa zapadnog privoza iznosi oko 40 m, a duljina traka za ravno i lijevo na južnom privozu iznosi oko 40 m. Središnji trak na južnom privozu je reguliran tako da je cijeli prometni trak duljine 300 m podijeljen na dva dijela, odnosno dva smjera. Duljina traka u orijentaciji sjever – jug iznosi 210 m. Pješачki prijelaz je uređen na svim privozima osim na sjevernom privozu. Na slici u nastavku su vidljive dimenzije raskrižja.



Slika 21 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića, AutoCAD

Za analizu postojećeg stanja opterećenja raskrižja provedeno je brojanje prometa u srijedu 29.7.2020. godine u jutarnjem vršnom satu od 7:00 – 8:00 sati i popodnevnom vršnom satu od 15:00 – 16:00 sati, a tablice s podacima su prikazane u nastavku.

Tablica 16 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - sjeverni privoz ujutro

sjeverni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 -07:15	0	2	0	0	93	4	0	9	4	0	2	0
07:15 -07:30	0	2	0	0	141	20	0	10	6	0	1	0
07:30 -07:45	0	2	0	0	119	11	0	6	2	0	2	0
07:45 -08:00	0	2	0	0	123	9	0	5	4	0	1	0
Σ	0	8	0	0	476	44	0	30	16	0	6	0
EJA	0	16	0	0	476	44	0	45	24	0	12	0

Tablica 17 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - južni privoz ujutro

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00- 07:15	0	6	0	7	154	6	0	7	0	0	1	0
07:15- 07:30	0	5	0	8	138	8	0	5	0	0	0	0
07:30- 07:45	0	7	0	9	144	10	0	8	0	0	1	0
07:45- 08:00	0	6	0	4	140	8	0	2	0	0	0	0
Σ	0	24	0	28	576	32	0	22	0	0	2	0
EJA	0	48	0	28	576	32	0	33	0	0	4	0

Tablica 18 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - istočni privoz ujutro

istočni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 - 07:15	0	0	0	2	2	3	1	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30	0	0	0	10	8	2	0	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45	0	0	0	9	1	6	2	0	0	0	0	0
07:45 - 08:00	0	0	0	3	5	1	1	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	24	16	12	4	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	24	16	12	6	0	0	0	0	0

Tablica 19 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - zapadni privoz ujutro

zapadni privoz - D												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 - 07:15	0	0	0	19	0	4	2	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30	0	0	0	29	3	3	3	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45	0	0	0	28	4	9	1	0	0	0	0	0
07:45 - 08:00	0	0	0	24	1	8	2	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	100	8	24	8	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	100	8	24	12	0	0	0	0	0

Tablica 20 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - sjeverni privoz popodne

sjeverni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	3	0	0	150	27	0	4	7	0	0	0
15:15 - 15:30	0	3	0	0	144	24	0	2	6	0	2	0
15:30 - 15:45	0	4	0	0	135	30	0	6	7	0	1	1
15:45 - 16:00	0	2	0	0	155	27	0	4	3	0	1	0
Σ	0	12	0	0	584	108	0	16	23	0	4	1
EJA	0	24	0	0	584	108	0	24	34,5	0	8	2

Tablica 21 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - južni privoz popodne

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00- 15:15	0	2	0	6	125	6	0	5	0	0	1	0
15:15- 15:30	0	2	0	6	128	5	0	6	0	0	2	0
15:30- 15:45	0	2	0	8	133	4	0	4	0	0	3	0
15:45- 16:00	0	2	0	4	134	5	0	6	0	0	1	0
Σ	0	8	0	24	520	20	0	21	0	0	7	0
EJA	0	16	0	24	520	20	0	31,5	0	0	14	0

Tablica 22 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - istočni privoz popodne

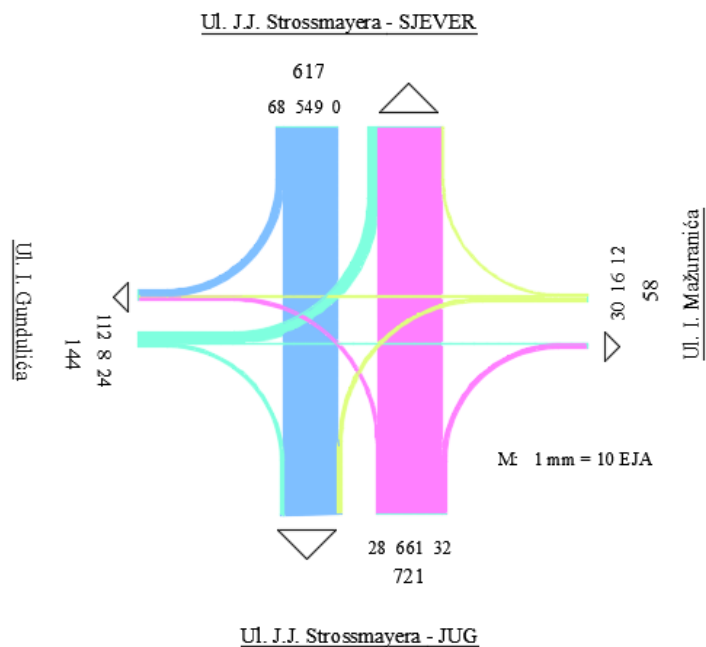
istočni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	0	0	10	1	1	3	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	15	2	2	1	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	11	3	0	2	0	0	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	16	2	1	2	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	52	8	4	8	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	52	8	4	12	0	0	0	0	0

Tablica 23 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - zapadni privoz popodne

zapadni privoz - D												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	0	0	22	0	5	0	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	20	1	7	0	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	25	2	11	0	0	0	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	21	1	9	0	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	88	4	32	0	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	88	4	32	0	0	0	0	0	0

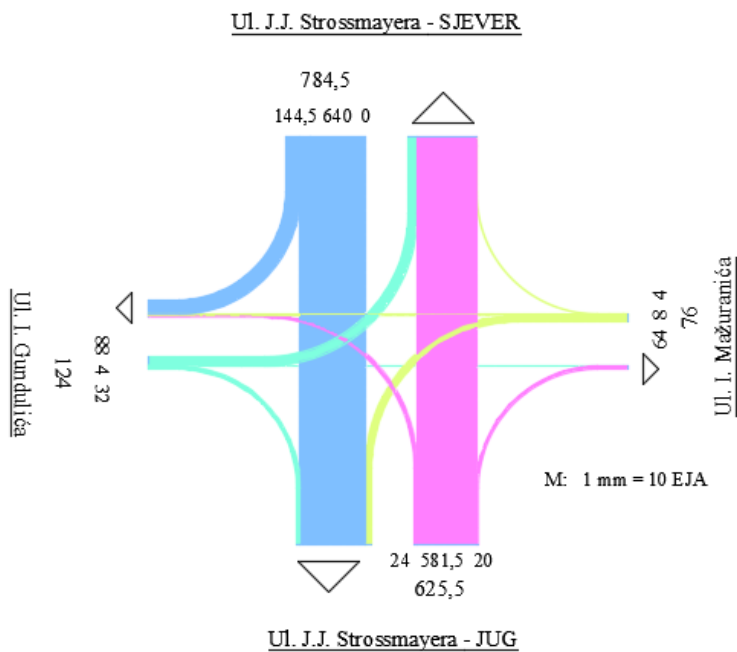
Prema podacima iz tablica vidljivo je opterećenje glavnih privoza, sjever i jug. Sjeverni privoz je opterećeniji u popodnevnom satima zbog napuštanja centra grada, odlaska s posla. Dok je južni privoz opterećeniji u jutarnjem vršnom satu zbog putovanja u centar grada, zbog odlaska na posao. Prema slikama opterećenja raskrižja u nastavku jasnije su vidljiva opterećena dva privoza, sjever i jug, u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu.

Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - ujutro



Slika 22 Prometno opterećenje raskrižja 3 u periodu od 7:00 – 8:00, 29.7.2020.

Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - popodne



Slika 23 Prometno opterećenje raskrižja 3 u periodu od 15:00 – 16:00, 29.7.2020.

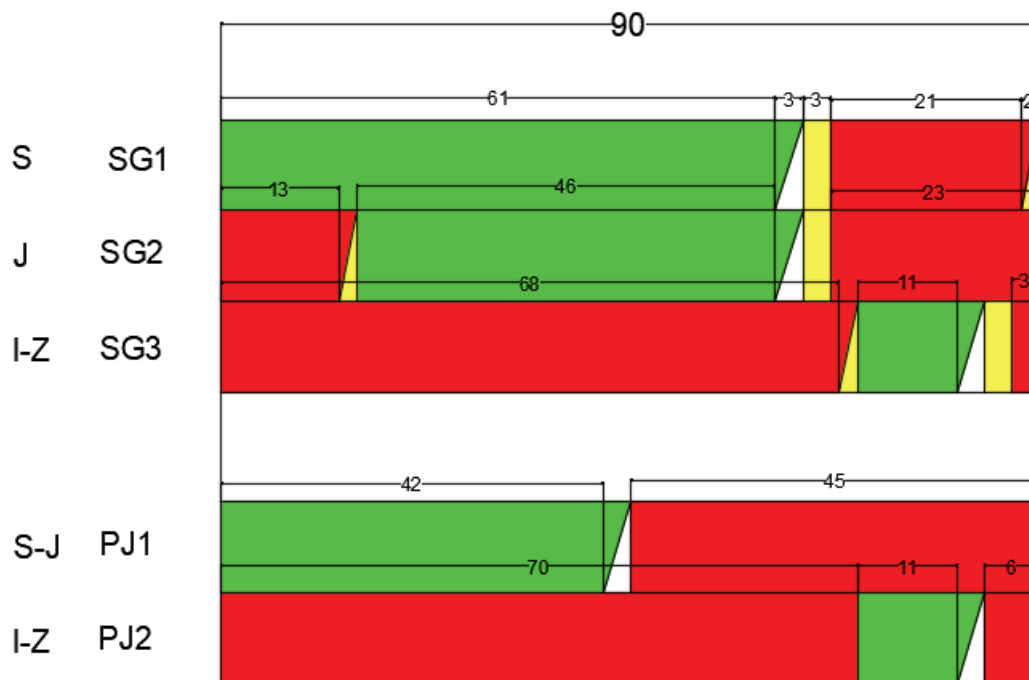


Slika 24 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića

Izvor: Autor, 23.8.2020.

Na slici u nastavku vidljiv je signalni plan raskrižja koji se odvija u tri signalne grupe: za sjeverni privoz, južni privoz i sporedne privoze (istok i zapad). Trajanje ciklusa iznosi 90 sekundi. Zeleno svjetlo na sjevernom privozu je u trajanju od 61 sec, a na južnom od 46 sec. Na sporednim privozima je trajanje zelenog svjetla od 11 sec. Ističe se korištenje treptajućeg zelenog svjetla u trajanju od 3 sekunde koje se ne pokazuje kao dobro rješenje. Koristi se za motorni promet, ali i pješake. Treptajuće zeleno svjetlo stvara konfuziju kod vozača i ostalih sudionika u prometu, posebice na analiziranim raskrižjima gdje vozači nisu navikli na njih, stoga dolazi do nesigurnosti i izražene „vozačke sposobnosti“. Nesigurni vozači bi započeli zaustavljanje vozila prilikom dolaska na raskrižje, dok bi oni ostali povećali brzinu kretanja vozila kako bi stigli proći kroz raskrižje.

Ul. J.J. Strossmayera - ul. I. Gundulića - ul. I. Mažuranića

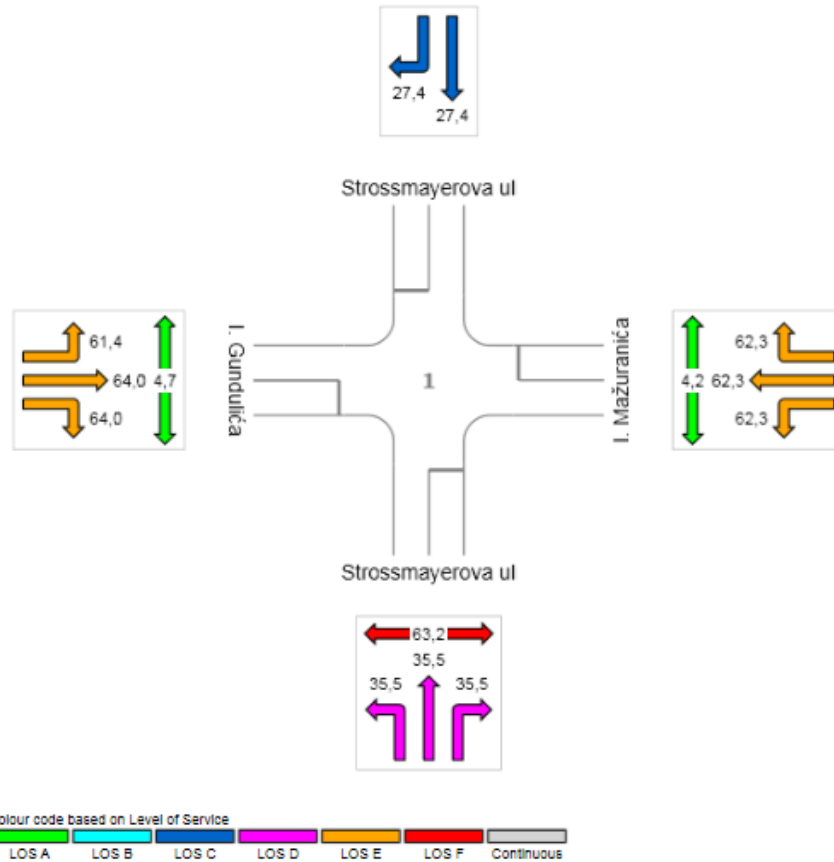


Slika 25 Signalni plan raskrižja broj 3

Nedostatak raskrižja osim u neodgovarajućem signalnom planu, očituje se, kao i u prethodnom slučaju, u neusklađenosti upravljanja semaforizacijom u nizu. Sva tri raskrižja vidljiva na slici 4, smještena su na kratkoj udaljenosti od 250 m bi trebala biti usklađena kako bi se postigao maksimalan protok vozila. Potrebno je optimizirati signalne planove raskrižja kako bi se povećala uz propusnost i razina usluge.

All Movement Classes

	South	East	North	West	Intersection
Delay (Control)	35,5	62,3	27,4	63,1	48,8
LOS	D	E	C	E	D



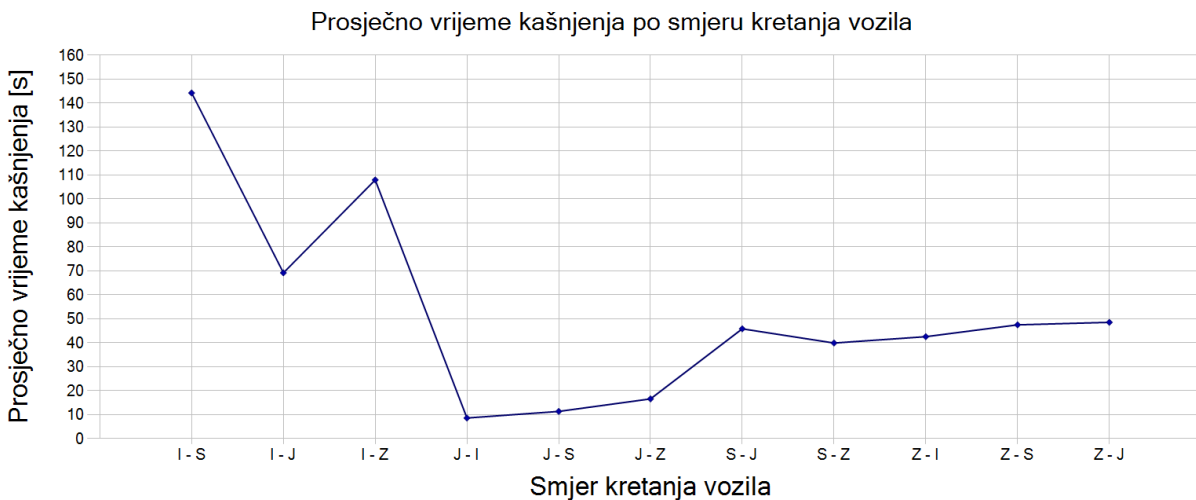
Slika 26 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3, Sidra Intersection

Na slici iznad prikazani su rezultati simulacije postojećeg stanja raskrižja. Sjeverni privoz s maksimalnim vremenom kašnjenja od 27,4 sec/voz ima razinu usluge C. Južni privoz ima razinu usluge D s maksimalnim vremenom kašnjenja od 35,5 sec/voz. Istočni i zapadni privozi imaju razinu usluge E s maksimalnim vremenom kašnjenja od 64 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
3 - 5: I. Mažuranića@264.8 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@4.7	34.14	144.18	LOS_F	3.00	29.603
3 - 5: I. Mažuranića@264.8 - 14: I. Gundulića@2.8	34.47	69.13	LOS_E	1.59	33.405
3 - 5: I. Mažuranića@264.8 - 10020: Strossmayerova - J (izlaz)@19.7	34.30	107.88	LOS_F	2.36	273.156
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @58.1 - 8: I. Mažuranića@3.7	8.39	8.56	LOS_A	0.39	11.381
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @58.1 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@4.7	8.39	11.30	LOS_B	0.47	344.501
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @58.1 - 14: I. Gundulića@2.8	8.39	16.52	LOS_B	1.04	25.462
3 - 38: I. Gundulića@26.9 - 8: I. Mažuranića@3.7	14.79	45.76	LOS_D	1.33	13.279
3 - 38: I. Gundulića@26.9 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@4.7	13.80	39.85	LOS_D	1.43	145.083
3 - 38: I. Gundulića@26.9 - 10023: Strossmayerova - J (izlaz)@9.2	14.75	42.49	LOS_D	1.67	60.924
3 - 41: Strossmayerova ulica - S@51.3 - 14: I. Gundulića@2.8	67.06	47.42	LOS_D	1.71	152.285
3 - 41: Strossmayerova ulica - S@51.3 - 10021@16.2	69.60	48.47	LOS_D	1.79	677.802

Slika 27 Tablični prikaz podataka postojećeg stanja raskrižja 3, PTV Vissim

Na slici iznad vidljive su različite razine usluga po privozima, od kojih je najučestalija razina usluge D. Na istočnom privozu je razina usluge F s maksimalnim vremenom kašnjenja od 144,18 sec/voz, na južnom privozu je razina usluge B s maksimalnim vremenom kašnjenja od 16,52 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja na zapadnom privozu iznosi 45,76 sec/voz što rezultira razinom usluge D, također je na sjevernom privozu razina usluge D s maksimalnim vremenom čekanja od 48,47 sec/voz.



Slika 28 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3, PTV Vissim

Najveće prosječno vrijeme kašnjenja prikazano na slici iznad iznosi 144,18 sec/voz koje se pojavljuje se na istočnom privozu prema sjeveru, dok je na južnom privozu prema istoku pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 8,56 sec/voz.

3.4. J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana

Raskrižje broj 4 je semaforizirano trokrako raskrižje, drugo u nizu od tri raskrižja u razmaku od 250 m, prikazano na slici ispod. Glavni prometni pravac je sjever – jug, dok je sporedni pravac zapadni privoz, reguliran prometnim znakom „STOP“, a glavni prometni pravac reguliran je prometnim znakom za prednost prolaska. Raskrižje je regulirano semaforima s adaptivnim upravljanjem. Senzor se nalazi na sporednom privozu koji detektira nailazak vozila u zonu raskrižja. Senzor je postavljen zato što ne postoji znatno opterećenje zapadnog privoza, te kako bi glavni prometni pravac imao maksimalni vremenski period slobodan prolaz vozila. Razmak između raskrižja broj 3 i raskrižja broj 4 iznosi 140 m, a razmak između raskrižja broj 4 i raskrižja broj 5 iznosi 110 m. Ograničenje brzine u samoj blizini raskrižja iznosi 50 km/h.

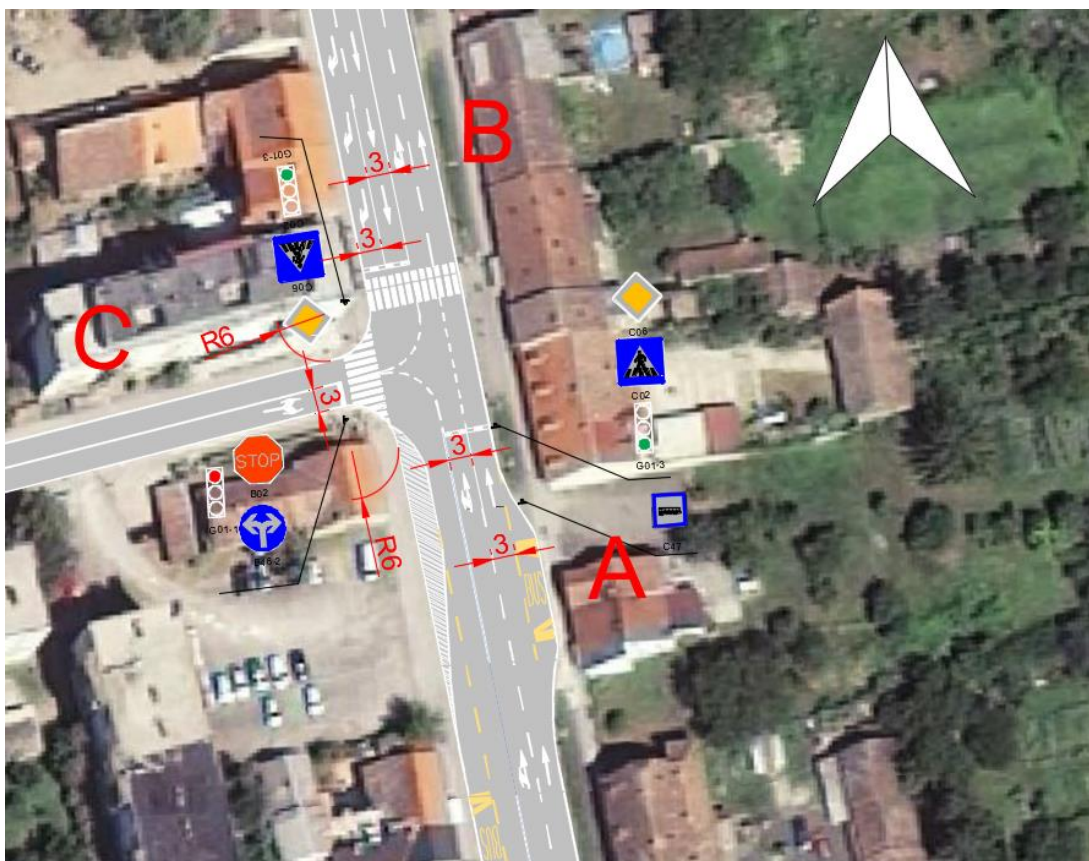


Slika 29 Trokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana

Izvor: [10]

Sjeverni privoz se sastoji od dva prometna traka, od kojih je jedan trak za ravno, te drugi trak za desno skretanje. Duljina traka za desno skretanje iznosi približno 50 m. Na južnom privozu nalaze se dva prometna traka, od kojih jedan za ravno i lijevo skretanje, a drugi za prolazak ravno kroz raskrižje. Zapadni privoz se sastoji od jednog traka za lijevo i desno skretanje. Širine svih

trakova na privozima iznose 3 m. U zoni raskrižja nije izvedena biciklistička infrastruktura, a pješački nogostup je dostupan, te postoji pješački prijelaz na sjevernom i zapadnom privozu. Dimenzije raskrižja prikazane su na slici u nastavku.



Slika 30 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana, AutoCAD

U tablicama u nastavku su vidljivi podaci prikupljeni brojanjem prometa u srijedu 29.7.2020. godine u jutarnjem vršnom satu od 7:00 – 8:00 sati i popodnevnom vršnom satu od 15:00 – 16:00 sati.

Tablica 24 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - sjeverni privoz ujutro

sjeverni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 -07:15	0	2	0	0	133	5	0	16	0	0	3	0
07:15 -07:30	0	2	0	0	150	4	0	11	0	0	1	0
07:30 -07:45	0	2	0	0	142	4	0	9	0	0	2	0
07:45 -08:00	0	2	0	0	131	3	0	10	0	0	1	0
Σ	0	8	0	0	556	16	0	46	0	0	6	0
EJA	0	16	0	0	556	16	0	69	0	0	12	0

Tablica 25 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - južni privoz ujutro

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00- 07:15	0	5	0	1	156	0	0	11	0	0	1	0
07:15- 07:30	0	6	0	2	163	0	0	8	0	0	0	0
07:30- 07:45	0	7	0	1	180	0	0	5	0	0	1	0
07:45- 08:00	0	6	0	0	177	0	0	6	0	0	0	0
Σ	0	24	0	4	676	0	0	30	0	0	2	0
EJA	0	48	0	4	676	0	0	45	0	0	4	0

Tablica 26 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - zapadni privoz ujutro

zapadni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 - 07:15	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45	0	0	0	14	0	2	0	0	0	0	0	0
07:45 - 08:00	0	0	0	16	0	1	0	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	48	0	4	0	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	48	0	4	0	0	0	0	0	0

Tablica 27 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - sjeverni privoz popodne

sjeverni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 -15:15	0	3	0	0	188	13	0	8	3	0	0	0
15:15 -15:30	0	3	0	0	159	14	0	7	2	0	2	0
15:30 -15:45	0	4	0	0	161	16	0	13	1	0	2	0
15:45 -16:00	0	2	0	0	180	12	0	11	2	0	1	0
Σ	0	12	0	0	688	48	0	39	8	0	5	0
EJA	0	24	0	0	688	48	0	58,5	12	0	10	0

Tablica 28 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - južni privoz popodne

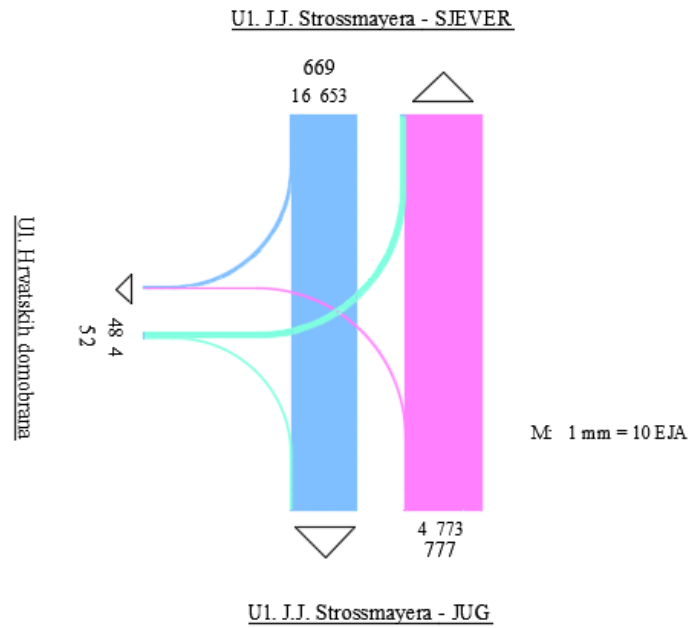
južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00- 15:15	0	2	0	0	160	0	0	5	0	0	1	0
15:15- 15:30	0	2	0	0	155	0	0	6	0	0	2	0
15:30- 15:45	0	2	0	0	158	0	0	4	0	0	3	0
15:45- 16:00	0	2	0	0	139	0	0	6	0	0	1	0
Σ	0	8	0	0	612	0	0	21	0	0	7	0
EJA	0	16	0	0	612	0	0	31,5	0	0	14	0

Tablica 29 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - zapadni privoz popodne

zapadni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	32	0	4	0	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	32	0	4	0	0	0	0	0	0

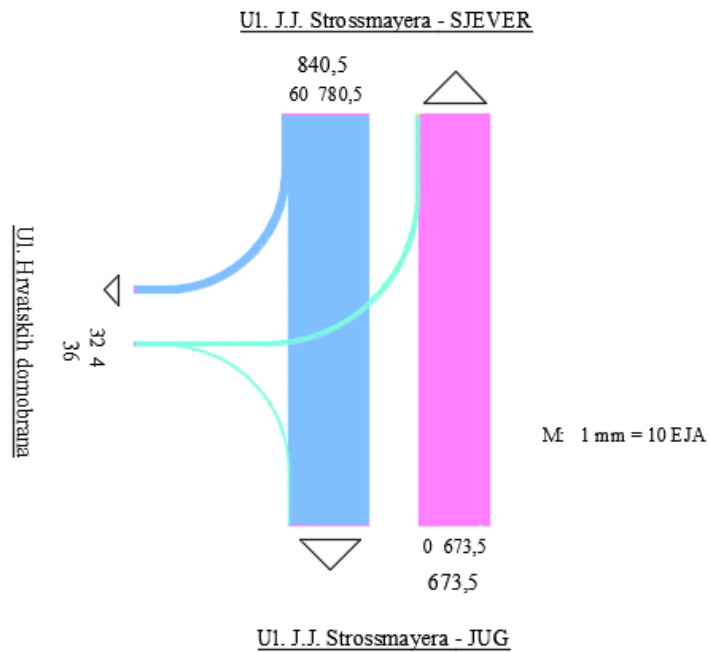
Iz tablica se može zaključiti da sporedni zapadni privoz ima neznatno opterećenje u odnosu na glavne privoze, sjever i jug, što je potkrijepljeno i slikama u nastavku gdje su prikazana prometna opterećenja u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu.

U1. J.J. Strossmayera – U1. Hrvatskih domobrana - ujutro

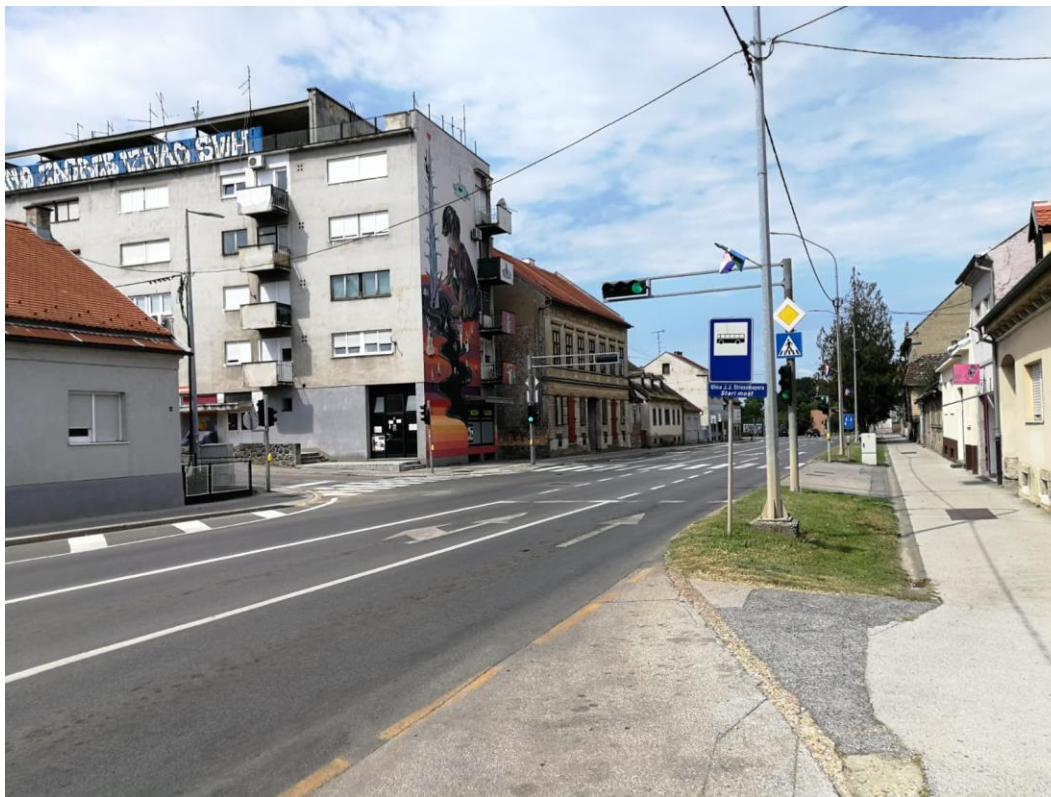


Slika 31 Prometno opterećenje raskrižja 4 u periodu od 7:00 – 8:00, 29.7.2020.

U1. J.J. Strossmayera – U1. Hrvatskih domobrana - popodne



Slika 32 Prometno opterećenje raskrižja 4 u periodu od 15:00 – 16:00, 29.7.2020.



Slika 33 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana

Izvor: Autor, 23.8.2020.

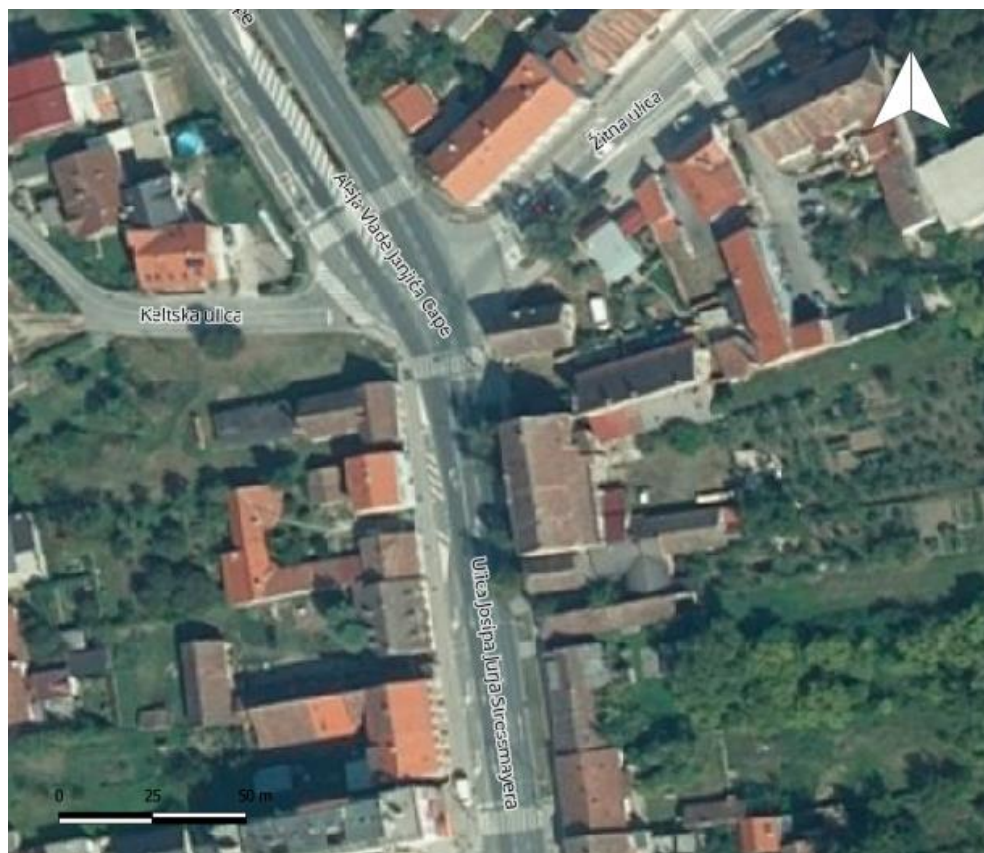
Nedostatak raskrižja se očituje u tome što je jedino raskrižje od navedena tri raskrižja u nizu, koje je regulirano detektorom, odnosno adaptivnim upravljanjem. Time stvara probleme kod postizanja „zelenog vala“. Senzor kada prepozna nailazak vozila, automatski prebacuje zeleno svjetlo sporednom privozu, te tako stopira prolazak vozila na glavnom smjeru kojih ima znatno više nego na sporednom privozu. Prema fotografiji iznad vidljiv položaj raskrižja u odnosu na sljedeće analizirano raskrižje, broj 5.

Signalni plan navedenog raskrižja nije bilo moguće prikupiti, niti analizirati s obzirom na to da se radi o raskrižju na kojemu se koristi senzor na sporednom privozu.

3.5. J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica

Četverokrako semaforizirano raskrižje, zadnje u nizu od tri raskrižja u razmaku od 250 m, spaja privoze koji vode prema ulazu i izlazu iz grada Siska. Glavni prometni pravac je Strossmayerova ulica sjever – jug, a sporedni pravci su Keltska ulica na zapadu i Žitna ulica na istoku. Raskrižje je regulirano semaforima po vremenski ustaljenom principu. Sporedni privozi su također regulirani znakom „STOP“, dok je glavni prometni pravac reguliran prometnim znakom

za prednost prolaska. Analizirano raskrižje je prikazano na slici ispod, te je vidljivo da je površinom znatno veće od prethodna dva raskrižja.



Slika 34 Četverokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica

Izvor: [10]

Na sjevernom privozu vidljivo je kako su trakovi u suprotnim smjerovima odvojeni razdjelnim otokom širine 2 metra, obzirom da se ostvaruju veće brzine na tome dijelu raskrižja. Ograničenje brzine za vrijeme ljetnog perioda iznosi 70 km/h, dok je u zimskom periodu ograničenje 40 km/h. Sjeverni privoz se sastoji od dva prometna traka, od kojih jedan za desno skretanje, te jedan za prolazak ravno kroz raskrižje. Južni privoz se sastoji od dva traka, od kojih jedno za ravno i lijevo skretanje, a drugi za prolazak ravno. Žitna ulica je jednosmjerna ulica koja služi za izlazak vozila iz strogog centra grada, stoga se istočni privoz sastoji od dva traka, jedan za lijevo skretanje i drugi za ravno i desno. Opterećenje na istočnom privozu rezultira opterećenjem na tri privoza koja se spajaju u jedan, odnosno na istočni privoz pristižu vozila koja izlaze iz centra grada preko „Starog mosta“ s vozilima iz oba smjera poprečne ulice koja prolazi ispod „Starog mosta“ pod nazivom Obala Ruđera Boškovića i Lađarska ulica. Od 20. listopada 2010. godine most je zatvoren za promet autobusa i svih vozila težih od dvije tone [4]. Zapadni privoz se sastoji od

jednog traka za lijevo i desno skretanje. Širine trakova na južnom, istočnom i zapadnom privozu iznose 3 m, dok su na sjevernom privozu širine trakova 3,5 m. Biciklistička infrastruktura nije izvedena, no nogostup za pješake dostupan je na svim privozima, kao i pješački prijelazi. Dimenzije raskrižja prikazane su na slici u nastavku.



Slika 35 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica, AutoCAD

Tablice u nastavku prikazuju informacije o brojanju prometa prikupljene u srijedu 29.7.2020. godine u jutarnjem vršnom satu od 7:00 – 8:00 sati i popodnevnom vršnom satu od 15:00 – 16:00 sati.

Tablica 30 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - sjeverni privoz ujutro

sjeverni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 -07:15	0	2	0	0	113	0	0	15	0	0	3	0
07:15 -07:30	0	2	0	0	128	0	0	8	0	0	2	0
07:30 -07:45	0	2	0	0	115	0	0	8	0	0	0	0
07:45 -08:00	0	2	0	0	100	0	0	11	0	0	1	0
Σ	0	8	0	0	456	0	0	42	0	0	6	0
EJA	0	16	0	0	456	0	0	63	0	0	12	0

Tablica 31 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - južni privoz ujutro

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00- 07:15	0	6	0	0	165	0	0	9	0	0	1	0
07:15- 07:30	0	6	0	0	181	0	0	8	0	0	0	0
07:30- 07:45	0	7	0	0	188	0	0	5	0	0	1	0
07:45- 08:00	0	5	0	0	190	0	0	8	0	0	0	0
Σ	0	24	0	0	724	0	0	30	0	0	2	0
EJA	0	48	0	0	724	0	0	45	0	0	4	0

Tablica 32 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - istočni privoz ujutro

istočni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 - 07:15	0	0	0	25	0	11	2	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30	0	0	0	30	1	9	0	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45	0	0	0	32	0	7	2	0	0	0	0	0
07:45 - 08:00	0	0	0	25	0	9	0	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	112	1	36	4	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	112	1	36	6	0	0	0	0	0

Tablica 33 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - zapadni privoz ujutro

zapadni privoz - D												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
07:00 - 07:15	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0
07:45 - 08:00	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	12	0	4	0	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	12	0	4	0	0	0	0	0	0

Tablica 34 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - sjeverni privoz popodne

sjeverni privoz - C												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 -15:15	0	3	0	0	120	0	0	6	0	0	2	0
15:15 -15:30	0	3	0	0	90	0	0	9	0	0	1	0
15:30 -15:45	0	4	0	0	128	3	0	6	0	0	1	0
15:45 -16:00	0	2	0	0	110	2	0	10	0	0	1	0
Σ	0	12	0	0	448	5	0	31	0	0	5	0
EJA	0	24	0	0	448	5	0	46,5	0	0	10	0

Tablica 35 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - južni privoz popodne

južni privoz - A												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00- 15:15	0	2	0	0	154	0	0	4	0	0	2	0
15:15- 15:30	0	2	0	0	159	0	0	7	0	0	1	0
15:30- 15:45	0	2	0	1	161	0	0	7	0	0	2	0
15:45- 16:00	0	2	0	1	170	0	0	3	0	0	2	0
Σ	0	8	0	2	644	0	0	21	0	0	7	0
EJA	0	16	0	2	644	0	0	31,5	0	0	14	0

Tablica 36 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - istočni privoz popodne

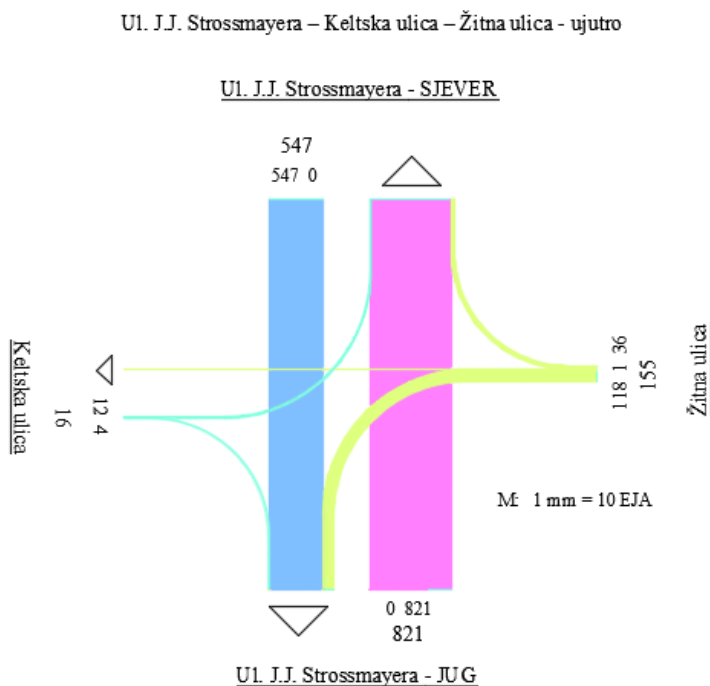
istočni privoz - B												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	0	0	72	0	10	5	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	70	1	16	5	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	81	2	20	3	0	0	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	65	0	14	3	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	288	3	60	16	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	288	3	60	24	0	0	0	0	0

Tablica 37 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera - Keltska ulica – Žitna ulica - zapadni privoz popodne

zapadni privoz - D												
	autobus			osobno vozilo			lako teretno vozilo			teško teretno vozilo		
	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno	lijevo	ravno	desno
15:00 - 15:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
EJA	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0

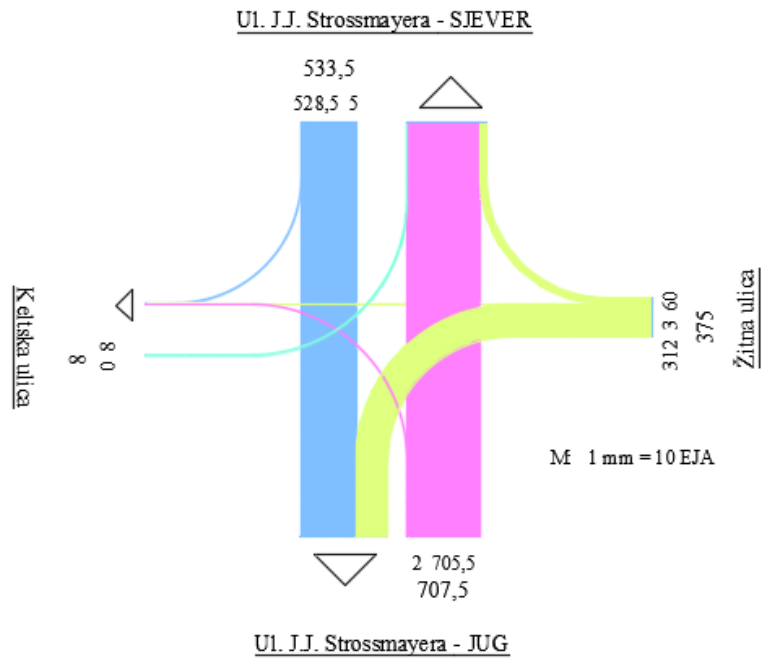
Prema tablicama vidljivo je veliko opterećenje sjevernog, južnog i istočnog privoza, dok je zapadni privoz u potpunosti neopterećen. Velik broj vozila na sporednom istočnom privozu stvara probleme kod regulacije raskrižja semaforizacijom s obzirom na to da je jednako ili približno opterećen kao i glavni smjer.

Na slikama u nastavku vidljiva je razlika u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu. Prometno opterećenje na sjevernom i južnom privozu su približno jednaka, no na istočnom privozu je znatno opterećeniji privoz za lijevo skretanje u popodnevnom vršnom satu. Stoga postoji problematika upravljanja prometnim tokovima na navedenom raskrižju s obzirom na znatna opterećenja na 3 privoza.



Slika 36 Prometno opterećenje raskrižja 5 u periodu od 7:00 – 8:00, 29.7.2020.

Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - popodne



Slika 37 Prometno opterećenje raskrižja 5 u periodu od 15:00 – 16:00, 29.7.2020.



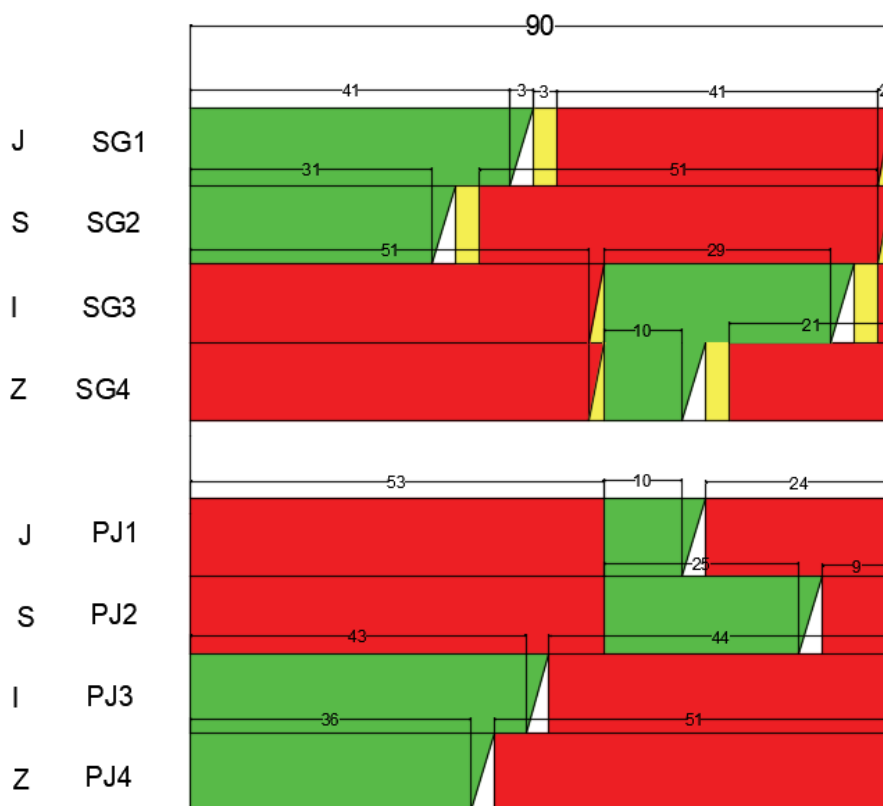
Slika 38 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica

Izvor: Autor, 23.8.2020.

U prethodna dva potpoglavlja kod analize prethodna dva raskrižja opisan je problem koji se pojavljuje na sva tri raskrižja u nizu, uključujući navedeno raskrižje. Na fotografiji iznad vidljiv je južni privoz analiziranog raskrižja.

Signalni plan prikazan je na slici u nastavku, a sastoji se od četiri signalne grupe, za svaki privoz. Trajanje ciklusa iznosi 90 sekundi. Zeleno svjetlo na južnom privozu je u trajanju od 41 sec, na sjevernom privozu od 31 sec, na istočnom privozu 29 sec i na zapadnom privozu samo 10 sec. Također se i na ovome raskrižju koristi treptajuće zeleno u signalnom planu, problematika treptajućeg zelenog svjetla opisana je u potpoglavlju 3.3. Signalni plan je fiksiran tijekom cijelog dana, što ne daje dobre rezultate obzirom na to da postoji veliko opterećenje sjevernog i istočnog privoza.

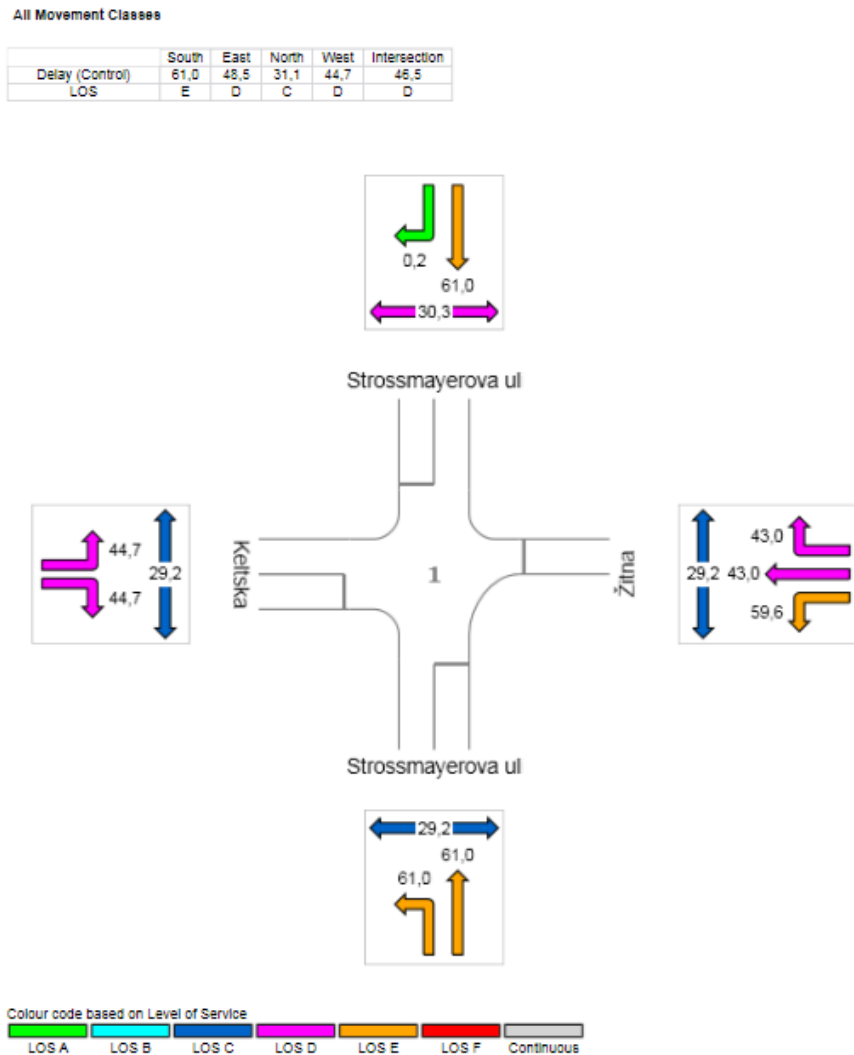
Ul. J.J. Strossmayera - Keltska ulica - Žitna ulica



Slika 39 Signalni plan raskrižja broj 5

Uz nedostatak raskrižja zbog neoptimalnog signalnog plana, postoji i problem zaustavljanja vozila u zoni raskrižja što smanjuje sigurnost, vidljivo na fotografiji ispod. S obzirom na to da navedeni prostor ne predstavlja provozni prometni trak jer je Žitna ulica jednosmjerna ulica, vozila

se zaustavljaju na tome traku i smanjuju preglednost i sigurnost raskrižja. Uzimajući u obzir da je fotografija nastala u popodnevnim satima u nedjelju 23.8.2020. godine, nije prikazana stvarna slika problema jer za vrijeme vršnog sata radnim danom je situacija puno lošija.



Slika 40 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5, Sidra Intersection

Prema slici iznad vidljivo je da svi privozi na raskrižju 5 imaju razinu usluge E, osim zapadnog privoza s razinom usluge D. Na zapadnom privozu je maksimalno vrijeme kašnjenja 44,7 sec, a na preostalim privozima maksimalno vrijeme kašnjenja iznosi 61 sec/voz.



Slika 41 Istočni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica

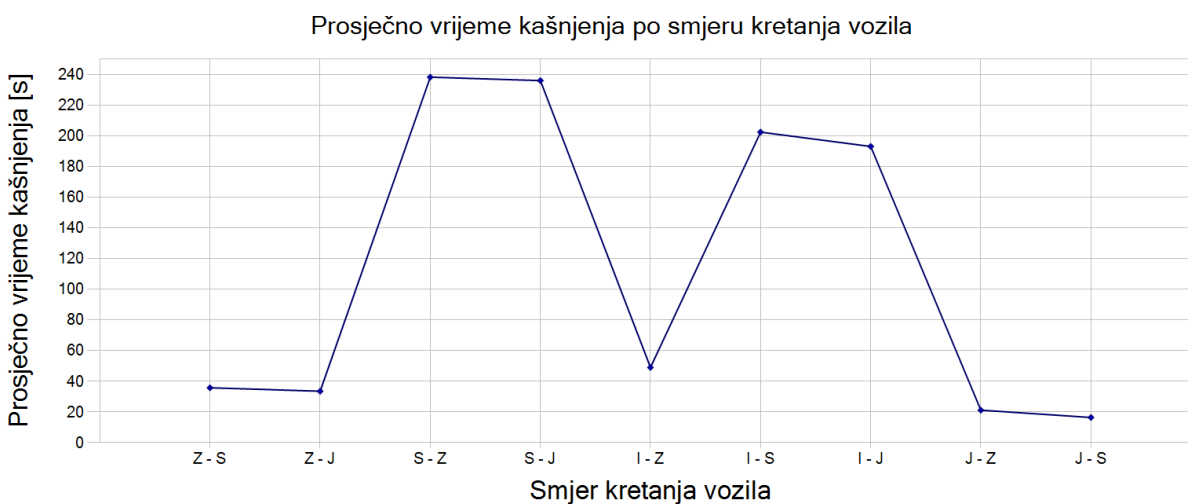
Izvor: Autor, 23.8.2020.

Učestala razina usluge F na analiziranom raskrižju vidljiva je na slici u nastavku. Maksimalno vrijeme kašnjenja na istočnom privozu iznosi 243,77 sec/voz što rezultira razinom usluge F, na zapadnom privozu je maksimalno vremenom čekanja od 35,13 sec/voz s razinom usluge D. Na sjevernom privozu za svaki smjer kretanja je razina usluge F s maksimalnim vremenom kašnjenja od 243,77 sec/voz, na južnom privozu je razina usluge B s maksimalnim vremenom kašnjenja od 17,88 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
5 - 31: Keltska ulica@118.2 - 33: Strossmayerova ulica S - izlaz@2.2	4.81	33.64	LOS_C	0.85	103.559
5 - 31: Keltska ulica@118.2 - 10050: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@11.6	4.81	35.13	LOS_D	1.00	1.097
5 - 34: Strossmayerova ulica - S@292.8 - 32: Keltska ulica@10.8	243.09	232.27	LOS_F	6.75	28.213
5 - 34: Strossmayerova ulica - S@292.8 - 10048: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@29.5	243.09	243.77	LOS_F	6.67	2473.343
5 - 35: Žitna ulica@6.5 - 32: Keltska ulica@10.8	66.43	116.58	LOS_F	4.50	7.361
5 - 35: Žitna ulica@6.5 - 33: Strossmayerova ulica S - izlaz@2.2	66.43	103.68	LOS_F	3.08	159.375
5 - 35: Žitna ulica@6.5 - 10052: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@22.3	66.43	122.98	LOS_F	2.91	943.467
5 - 37: Strossmayerova ulica - J@45.9 - 32: Keltska ulica@10.8	11.82	17.88	LOS_B	1.20	9.774
5 - 37: Strossmayerova ulica - J@45.9 - 10046: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@29.5	11.82	16.07	LOS_B	0.55	550.277

Slika 42 Tablični prikaz podataka postojećeg stanja raskrižja 5, PTV Vissim

Najveće prosječno vrijeme kašnjenja prema slici u nastavku iznosi 243,77 sec/voz na sjevernom privozu prema jugu, dok se najmanje prosječno vrijeme kašnjenja pojavljuje na južnom privozu prema sjeveru sa 16,07 sec/voz.



Slika 43 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5, PTV Vissim

4. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG STANJA UPRAVLJANJA PROMETNIH TOKOVA U ULICI J. J. STROSSMAYERA

Na temelju analize postojećeg stanja i uvida u problematiku upravljanja prometnih tokova u ulici J. J. Strossmayera u poglavlju „Analiza postojećeg stanja upravljanja prometnih tokova u ulici J. J. Strossmayera“ u ovom poglavlju iznesene su varijante rješenja opisane problematike. Varijantama rješenja u nastavku se može postići optimizacija prometnih tokova tako da se smanji prometno opterećenje preusmjeravanjem vozila na druge prometne pravce, zabrani kretanje vozila na određenim dionicama i/ili izgradnjom novog prometnog pravca, ali i da se s trenutnim prometnim opterećenjem optimiziraju prometni tokovi s optimalnim signalnim planom raskrižja i time smanji vrijeme čekanja te se poboljša razina usluge. Varijante rješenja su sljedeće:

- Varijanta 1 – Optimizacija signalnih planova analiziranih raskrižja
- Varijanta 2 – Zabrana prometa na „Starom mostu“ i zabrana prometovanja teških vozila u ulici J. J. Strossmayera uz optimizaciju signalnih planova raskrižja
- Varijanta 3 – Izgradnja alternativnog prometnog pravca

Navedene varijante rješenja detaljnije su opisane u nastavku poglavlja.

4.1. Varijanta 1 – Optimizacija signalnih planova analiziranih raskrižja

Predlaže se optimizacija trenutnih signalnih planova analiziranih raskrižja s obzirom na to da trenutno ne daju dobre rezultate prilikom provjera razine usluge, ali i samim time što se stvaraju repovi čekanja i ne postižu se nesmetani prometni tokovi na glavnoj Strossmayerovoj ulici. Na svakome od analiziranih raskrižja se koristi treptajuće zeleno svjetlo za koje se predlaže ukidanje jer stvara konfuziju kod vozača. Na ostalim dijelovima grada Siska se ne koristi treptajuće zeleno svjetlo u signalnim planovima raskrižja. Vozači se nisu susretali s njime često, te zbog toga stoga dolazi do nesigurnosti i izražene „vozačke sposobnosti“. Određeni broj vozača koji su još nesigurni vozači bi zaustavili vozilo prilikom nailaska na raskrižje na kojem počinje treptajuće zeleno svjetlo, dok bi oni ostali vozači povećali brzinu kretanja vozila kako bi stigli proći kroz raskrižje za vrijeme treptajućeg zelenog ili žutog svjetla.

Uz ukidanje treptajućeg zelenog svjetla, predlaže se također ukidanje senzora i detektora na raskrižjima broj 2 i 4 jer ne donose dobre rezultate kod analize postojećeg stanja. Zbog takvih

raskrižja se stvaraju repovi čekanja jer je vrlo mala udaljenost između susjednih raskrižja. Predlaže se fiksni signalni plan na svakom od 5 analiziranih raskrižja kako bi signalni planovi raskrižja mogli biti usklađeni na način da se teži postizanju „zelenog vala“, te bi se na taj način ubrzao prometni tok, ali bi se i proporcionalno tome povećala razina usluge.

Nakon više pokušaja izmjene signalnog plana, u nastavku na slici je prikazan signalni plan koji najviše odgovara stanju prometne potražnje. Na slikama u nastavku prikazane će biti faze i signalne grupe signalnog plana s vremenima trajanja pojedinih faza za svako raskrižje.

PHASING SUMMARY

 Site: **Ulica J. J. Strossmayera - Ulica Hrvatskih domobrana - Aleja narodnih heroja**

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 76 seconds (User-Given Phase Times)

Phase times specified by the user

Sequence: Split Phasing

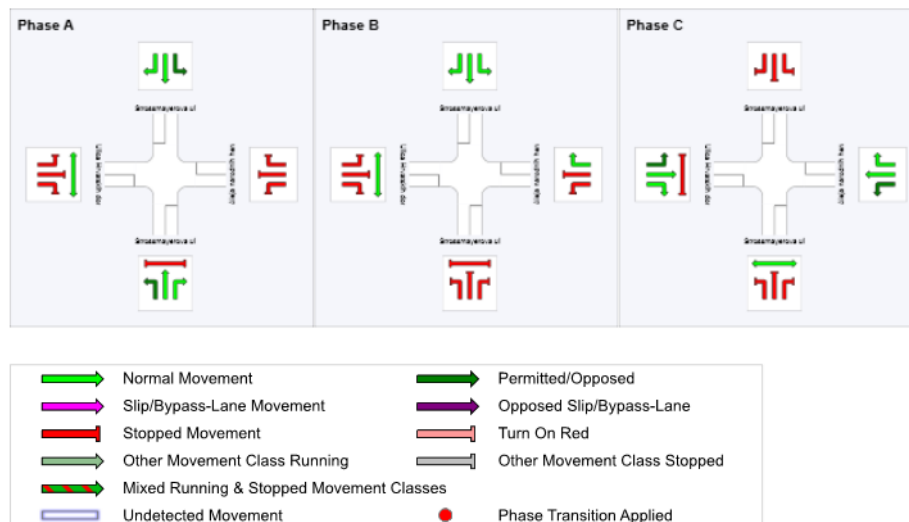
Movement Class: All Movement Classes

Input Sequence: A, B, C

Output Sequence: A, B, C

Phase Timing Results

Phase	A	B	C
Phase Change Time (sec)	0	40	56
Green Time (sec)	34	10	19
Yellow Time (sec)	3	0	3
All-Red Time (sec)	3	1	3
Phase Time (sec)	40	11	25
Phase Split	53%	14%	33%



Slika 44 Faze signalnog plana raskrižja 1 – Varijanta 1, Sidra Intersection

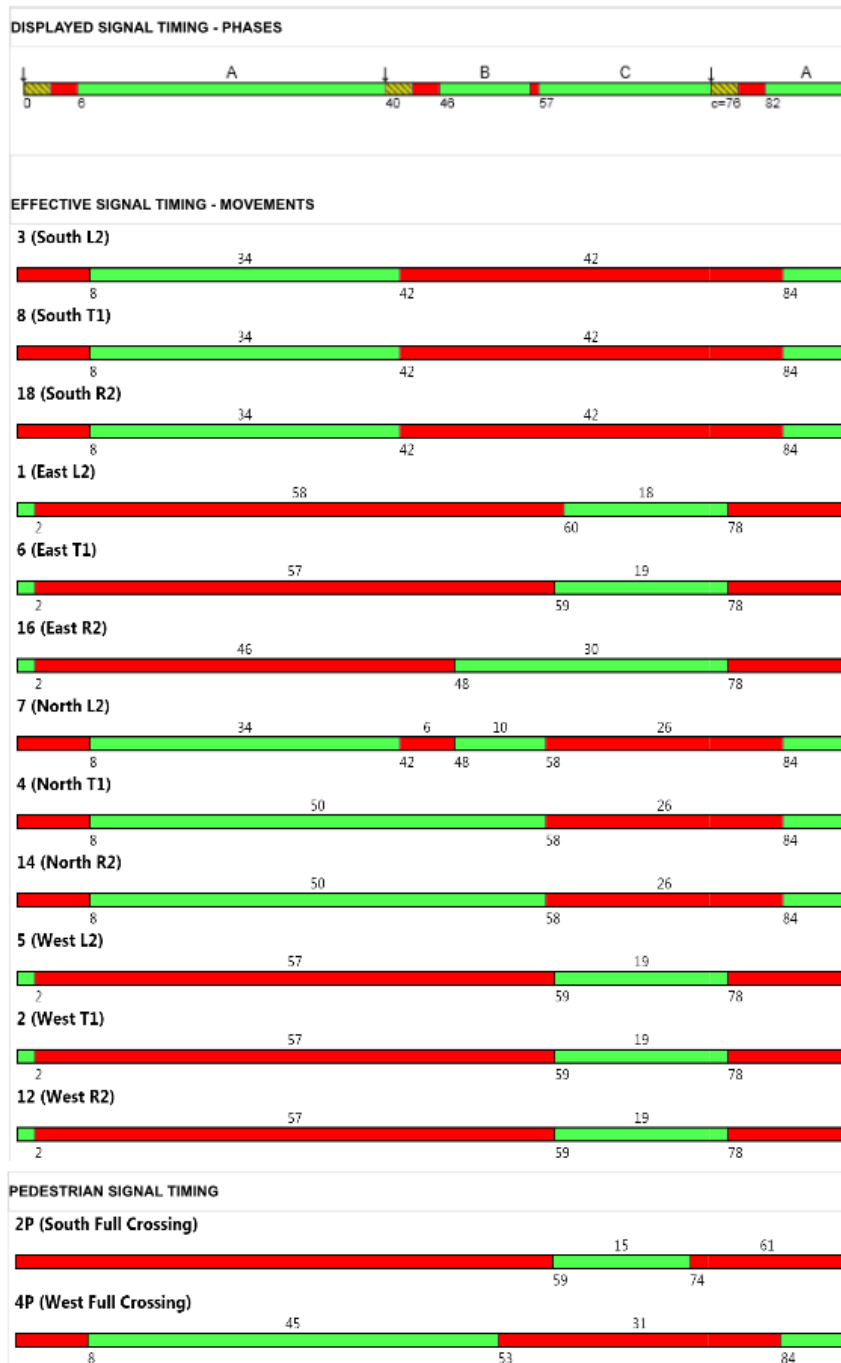
Na slici iznad vidljiv je prikaz faza signalnog plana raskrižja 1 prema varijanti 1. Signalni plan raskrižja sastoji se od tri signalne grupe, od kojih jedna za glavni smjer, druga za sporedni smjer, te zadnja za dopunsku strelicu za lijevo na sjevernom privozu i desno na istočnom privozu.

MOVEMENT TIMING

Site: Ulica J. J. Strossmayera - Ulica Hrvatskih domobrana - Aleja narodnih heroja

New Site
Signals - Fixed Time Cycle Time = 76 seconds (User-Given Phase Times)

Phase times specified by the user
Sequence: Split Phasing
Input Sequence: A, B, C
Output Sequence: A, B, C



Slika 45 Signalni plan raskrižja 1 – Varijanta 1, Sidra Intersection

Prijedlog signalnog plana raskrižja 1 primjenom varijante 1 prikazan je na slici iznad. Trajanje ciklusa iznosi 76 sec, žuto svjetlo traje 3 sekunde. Crveno – žuto svjetlo je u trajanju od 2 sec, no ono je uračunato s jednom sekundom za crveno svjetlo na svim privozima s obzirom na to da ne postoji opcija crveno – žutog svjetla u programskom alatu Sidra Intersection. Trajanje faze u prvoj signalnoj grupi iznosi 34 sec, faza u drugoj signalnoj grupi je 10 sec, a u trećoj 19 sec.

PHASING SUMMARY

 **Site: Ulica J. J. Strossmayera - Vinogradska ulica**

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 81 seconds (User-Given Phase Times)

Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

Phase times specified by the user

Sequence: Variable Phasing

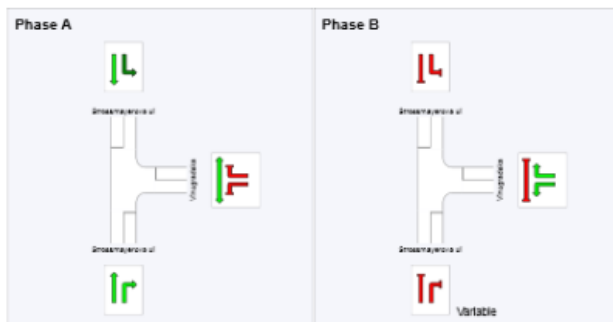
Movement Class: All Movement Classes

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B

Phase Timing Results

Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	61
Green Time (sec)	55	14
Yellow Time (sec)	3	3
All-Red Time (sec)	3	3
Phase Time (sec)	61	20
Phase Split	75%	25%



Slika 46 Faze signalnog plana raskrižja 2 – Varijanta 1, Sidra Intersection

Faze signalnog plana raskrižja 2 prema varijanti 1 prikazane su na slici iznad u programskom alatu Sidra Intersection. Signalni plan raskrižja sastoji se od dvije signalne grupe, od kojih jedna za glavni smjer, te druga za sporedni smjer.

MOVEMENT TIMING

Site: Ulica J. J. Strossmayera - Vinogradska ulica

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 81 seconds (User-Given Phase Times)

Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

Phase times specified by the user

Sequence: Variable Phasing

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B



Slika 47 Signalni plan raskrižja 2 – Varijanta 1, Sidra Intersection

Prijedlog signalnog plana raskrižja 2 primjenom varijante 1 prikazan je na slici iznad. Trajanje ciklusa iznosi 81 sec, žuto svjetlo traje 3 sekunde. Crveno – žuto svjetlo je u trajanju od 2 sec, uračunato s jednom sekundom za crveno svjetlo na svim privozima. Trajanje faze u prvoj signalnoj grupi iznosi 55 sec, a faza u drugoj signalnoj grupi iznosi 14 sec.

PHASING SUMMARY

 Site: **Ulica J. J. Strossmayera - Ulica Ivana Gundulića - Ulica Ivana Mažuranića**

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 77 seconds (User-Given Phase Times)

Phase times specified by the user

Sequence: Two-Phase

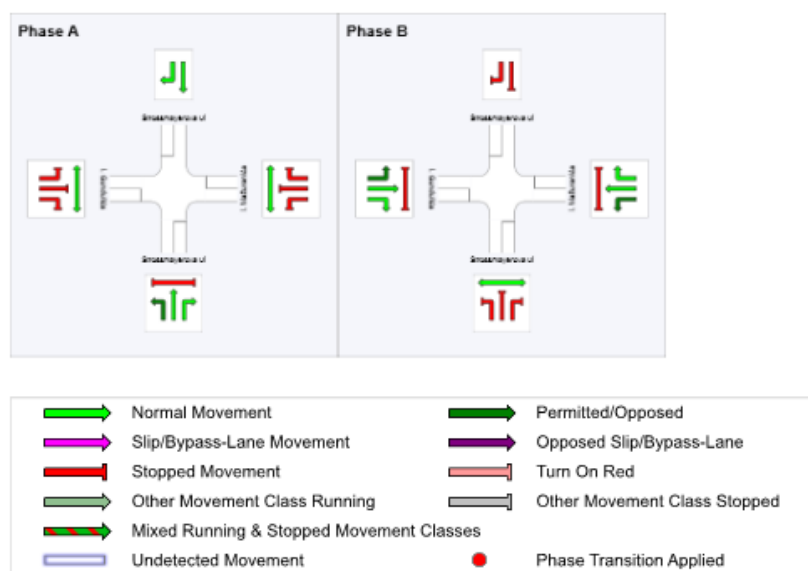
Movement Class: All Movement Classes

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B

Phase Timing Results

Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	55
Green Time (sec)	50	17
Yellow Time (sec)	3	3
All-Red Time (sec)	2	2
Phase Time (sec)	55	22
Phase Split	71%	29%



Slika 48 Faze signalnog plana raskrižja 3 – Varijanta 1, Sidra Intersection

Faze signalnog plana raskrižja 3 prema varijanti 1 prikazane su na slici iznad u programskom alatu Sidra Intersection. Signalni plan raskrižja sastoji se od dvije signalne grupe, od kojih jedna za glavni smjer, te druga za sporedni smjer.

MOVEMENT TIMING

Site: Ulica J. J. Strossmayera - Ulica Ivana Gundulića - Ulica Ivana Mažuranića

New Site

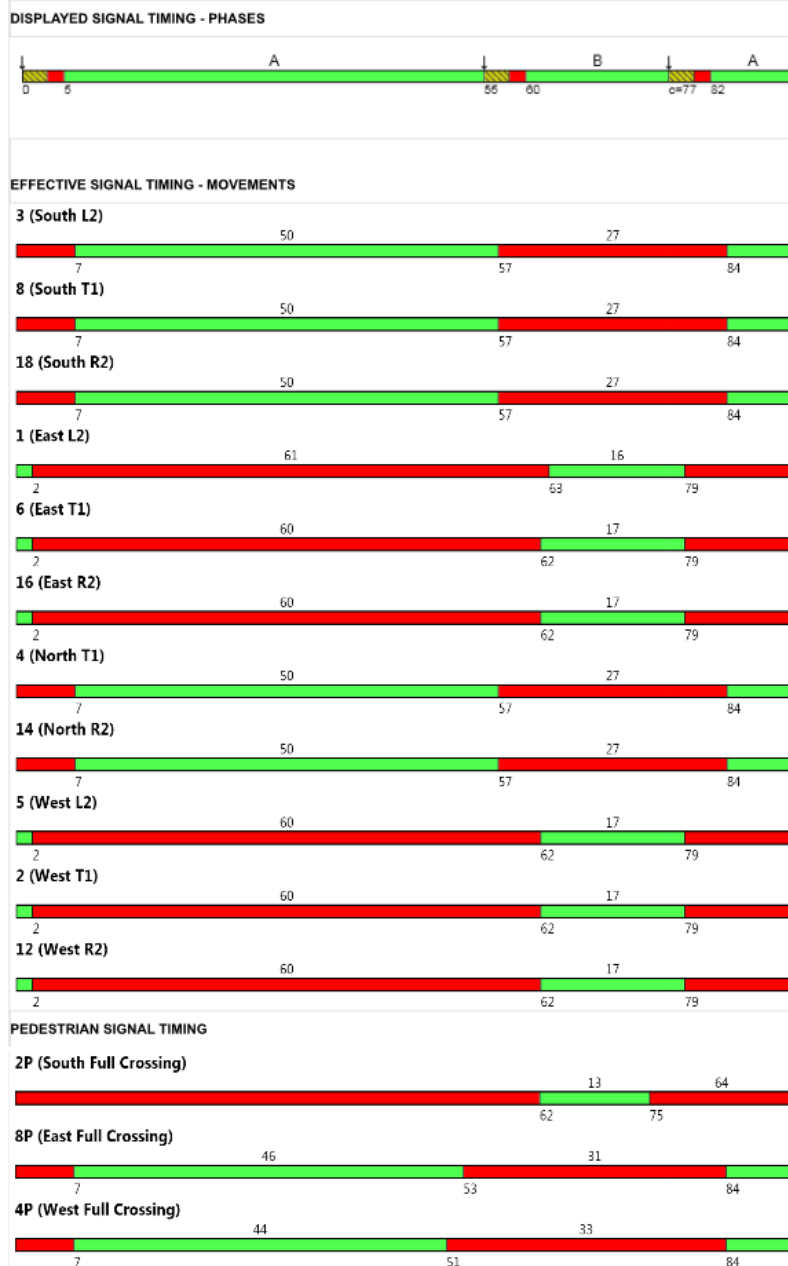
Signals - Fixed Time Cycle Time = 77 seconds (User-Given Phase Times)

Phase times specified by the user

Sequence: Two-Phase

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B



Slika 49 Signalni plan raskrižja 3 – Varijanta 1, Sidra Intersection

Prijedlog signalnog plana raskrižja 3 primjenom varijante 1 prikazan je na slici iznad. Trajanje ciklusa iznosi 77 sec, žuto svjetlo traje 3 sekunde. Crveno – žuto svjetlo je u trajanju od 2

sec. Trajanje faze u prvoj signalnoj grupi iznosi 50 sec, a faza u drugoj signalnoj grupi iznosi 17 sec.

PHASING SUMMARY

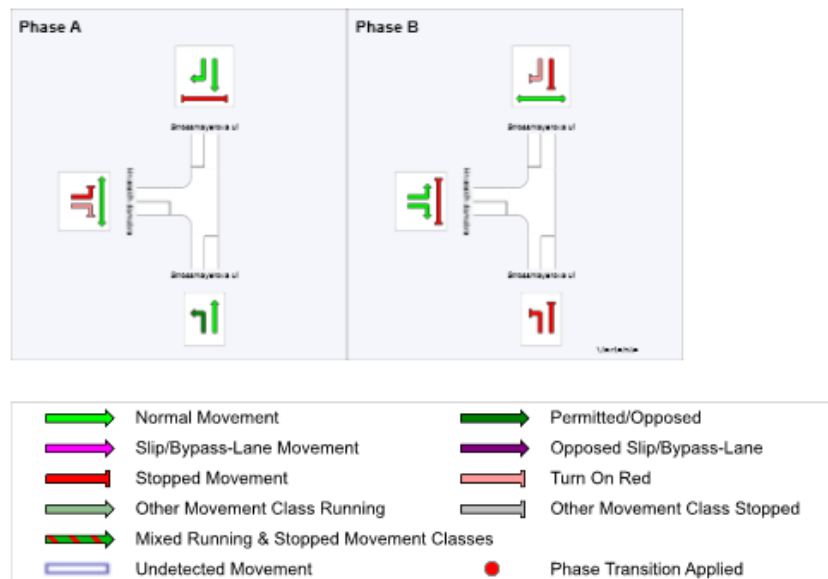
 **Site: Ulica J. J. Strossmayera - Ulica Hrvatskih domobrana**

New Site
 Signals - Fixed Time Cycle Time = 75 seconds (User-Given Phase Times)
 Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

Phase times specified by the user
 Sequence: Variable Phasing
 Movement Class: All Movement Classes
 Input Sequence: A, B
 Output Sequence: A, B

Phase Timing Results

Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	55
Green Time (sec)	50	15
Yellow Time (sec)	3	3
All-Red Time (sec)	2	2
Phase Time (sec)	55	20
Phase Split	73%	27%



Slika 50 Faze signalnog plana raskrižja 4 – Varijanta 1, Sidra Intersection

Faze signalnog plana raskrižja 4 prema varijanti 1 prikazane su na slici iznad u programskom alatu Sidra Intersection. Signalni plan raskrižja sastoji se od dvije signalne grupe, od kojih jedna za glavni smjer, te druga za sporedni smjer.

MOVEMENT TIMING

 Site: Ulica J. J. Strossmayera - Ulica Hrvatskih domobrana

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 75 seconds (User-Given Phase Times)

Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

Phase times specified by the user

Sequence: Variable Phasing

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B



Slika 51 Signalni plan raskrižja 4 – Varijanta 1, Sidra Intersection

Prijedlog signalnog plana raskrižja 4 primjenom varijante 1 prikazan je na slici iznad. Trajanje ciklusa iznosi 75 sec, žuto svjetlo traje 3 sekunde. Crveno – žuto svjetlo je u trajanju od 2 sec, uračunato s jednom sec crvenog svjetla na svim privozima. Trajanje faze u prvoj signalnoj grupi iznosi 50 sec, a faza u drugoj signalnoj grupi iznosi 15 sec.

PHASING SUMMARY

 **Site: Ulica J. J. Strossmayera - Keltska ulica - Žitna ulica**

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 85 seconds (User-Given Phase Times)

Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

Phase times specified by the user

Sequence: Variable Phasing

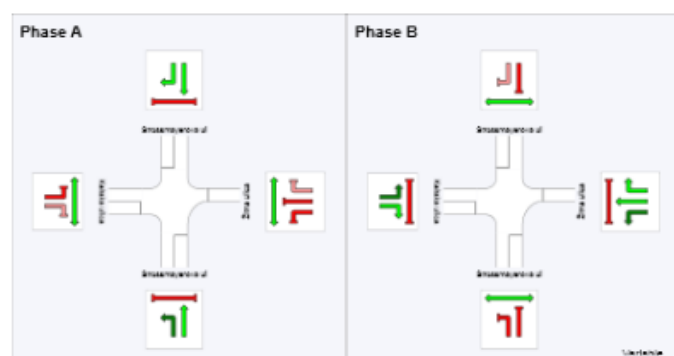
Movement Class: All Movement Classes

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B

Phase Timing Results

Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	45
Green Time (sec)	39	34
Yellow Time (sec)	3	3
All-Red Time (sec)	3	3
Phase Time (sec)	45	40
Phase Split	53%	47%



Slika 52 Faze signalnog plana raskrižja 5 – Varijanta 1, Sidra Intersection

Faze signalnog plana raskrižja 5 prema varijanti 1 prikazane su na slici iznad u programskom alatu Sidra Intersection. Signalni plan raskrižja sastoji se od dvije signalne grupe, od kojih jedna za glavni smjer, te druga za sporedni smjer.

MOVEMENT TIMING

Site: Ulica J. J. Strossmayera - Keltška ulica - Žitna ulica

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 85 seconds (User-Given Phase Times)

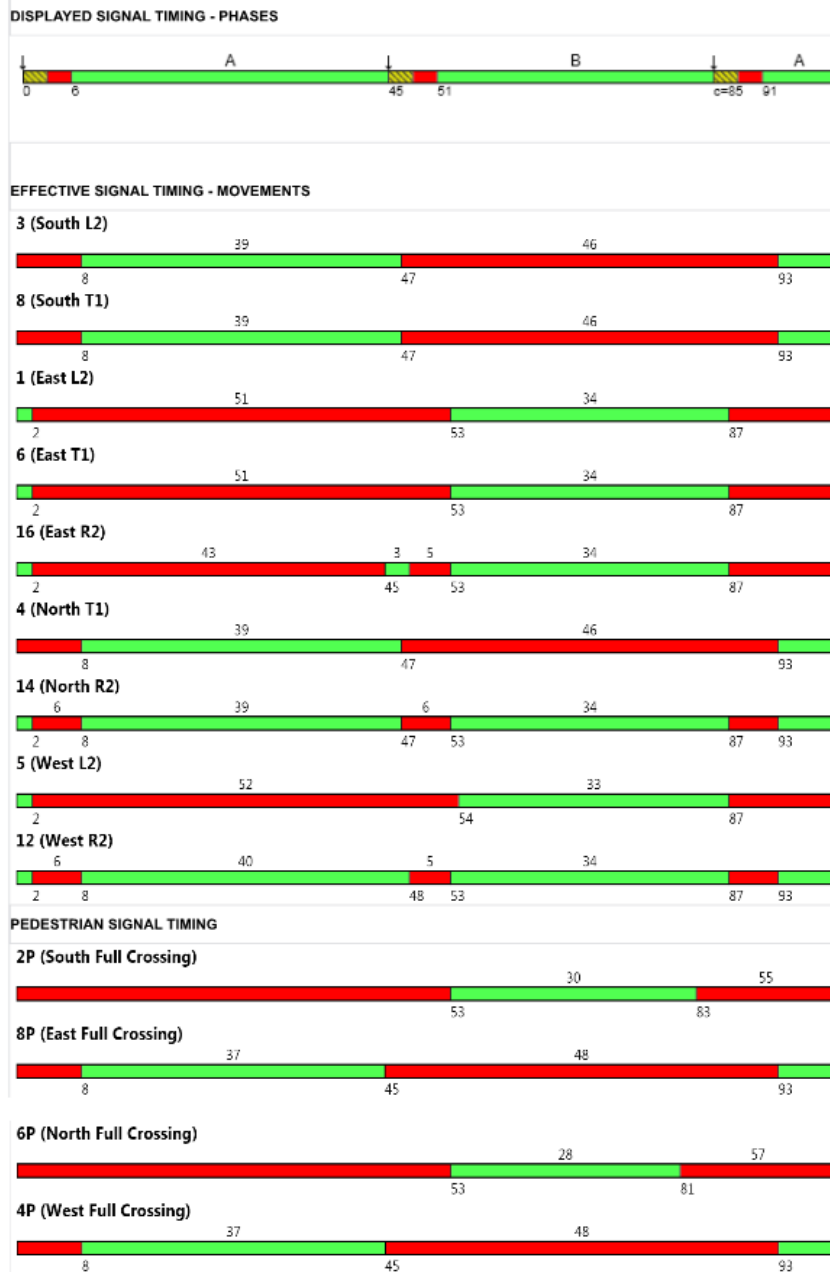
Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

Phase times specified by the user

Sequence: Variable Phasing

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B



Slika 53 Signalni plan raskrižja 5 – Varijanta 1, Sidra Intersection

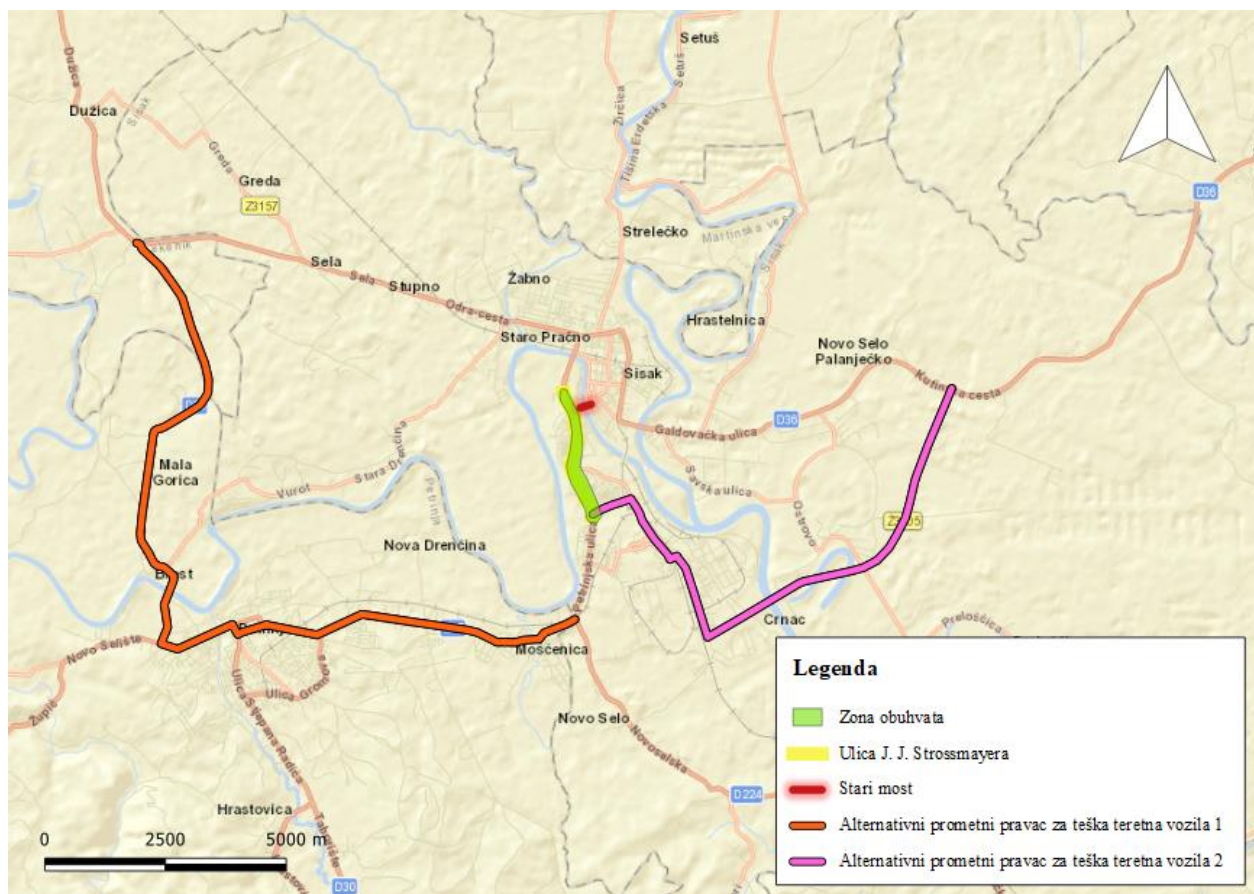
Prijedlog signalnog plana raskrižja 5 primjenom varijante 1 prikazan je na slici iznad.

Trajanje ciklusa iznosi 85 sec, žuto svjetlo traje 3 sekunde. Crveno – žuto svjetlo je u trajanju od 2 sec, uračunato s jednom sec crvenog svjetla na svim privozima. Trajanje faze u prvoj signalnoj grupi iznosi 39 sec, a faza u drugoj signalnoj grupi iznosi 34 sec.

4.2. Varijanta 2 – Zabrana prometa na „Starom mostu“ i zabrana prometovanja teških vozila u ulici J. J. Strossmayera uz optimizaciju signalnih planova raskrižja

U varijanti 2 se predlaže zabrana prometa za sva motorna vozila na „Starom mostu“, te prenamjena mosta u pješačku i biciklističku zonu smirenog prometa. Uz to se predlaže i zabrana prometovanja teških vozila Strossmayerovom ulicom. Alternativni pravci za teška teretna vozila bi bili preko Petrinje i Crnca. Na slici u nastavku vizualno je prikazana varijanta 2.

Zabranom prometovanja na „Starom mostu“ bi se riješila problematika parkiranja vozila u zoni raskrižja prikazana na slici 41. Optimizacija signalnih planova raskrižja opisana je u nastavku potpoglavlja. Kombinacijom sve tri mjere dolazi do značajnog poboljšanja razine usluge.



Slika 54 Shematski prikaz varijante 2

PHASING SUMMARY

 Site: Ulica J. J. Strossmayera - Keltska ulica - Žitna ulica

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 85 seconds (User-Given Phase Times)

Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

Phase times specified by the user

Sequence: Variable Phasing

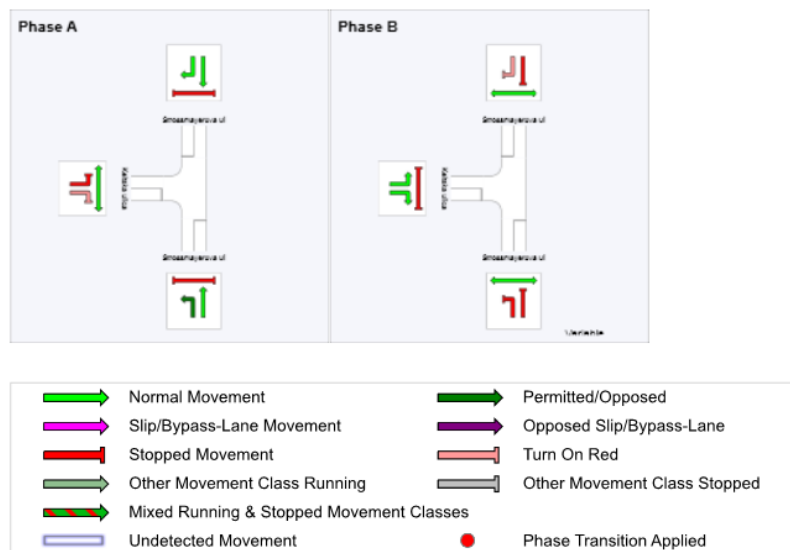
Movement Class: All Movement Classes

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B

Phase Timing Results

Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	65
Green Time (sec)	60	15
Yellow Time (sec)	3	3
All-Red Time (sec)	2	2
Phase Time (sec)	65	20
Phase Split	76%	24%



Slika 55 Faze signalnog plana raskrižja 5 – Varijanta 2, Sidra Intersection

Na slici iznad vidljiv je prikaz faza signalnog plana raskrižja 5 prema varijanti 2. Prema varijanti 2, napravljena je izmjena samo signalnog plana za raskrižje 5 jer signalni plan iz varijante 1 nije više primjenjiv zbog mjere zabrane prometa na „Starom mostu“. Preostali signalni planovi za preostala raskrižja iz varijante 1 su primjenjivi i koriste se u varijanti 2.

Signalni plan raskrižja 5 sastoji se od dvije signalne grupe, od kojih jedna za glavni smjer, druga za sporedni smjer.

MOVEMENT TIMING

Site: Ulica J. J. Strossmayera - Keltska ulica - Žitna ulica

Network: Varijanta 2

New Site

Signals - Fixed Time Cycle Time = 85 seconds (User-Given Phase Times)

Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

Phase times specified by the user

Sequence: Variable Phasing

Input Sequence: A, B

Output Sequence: A, B

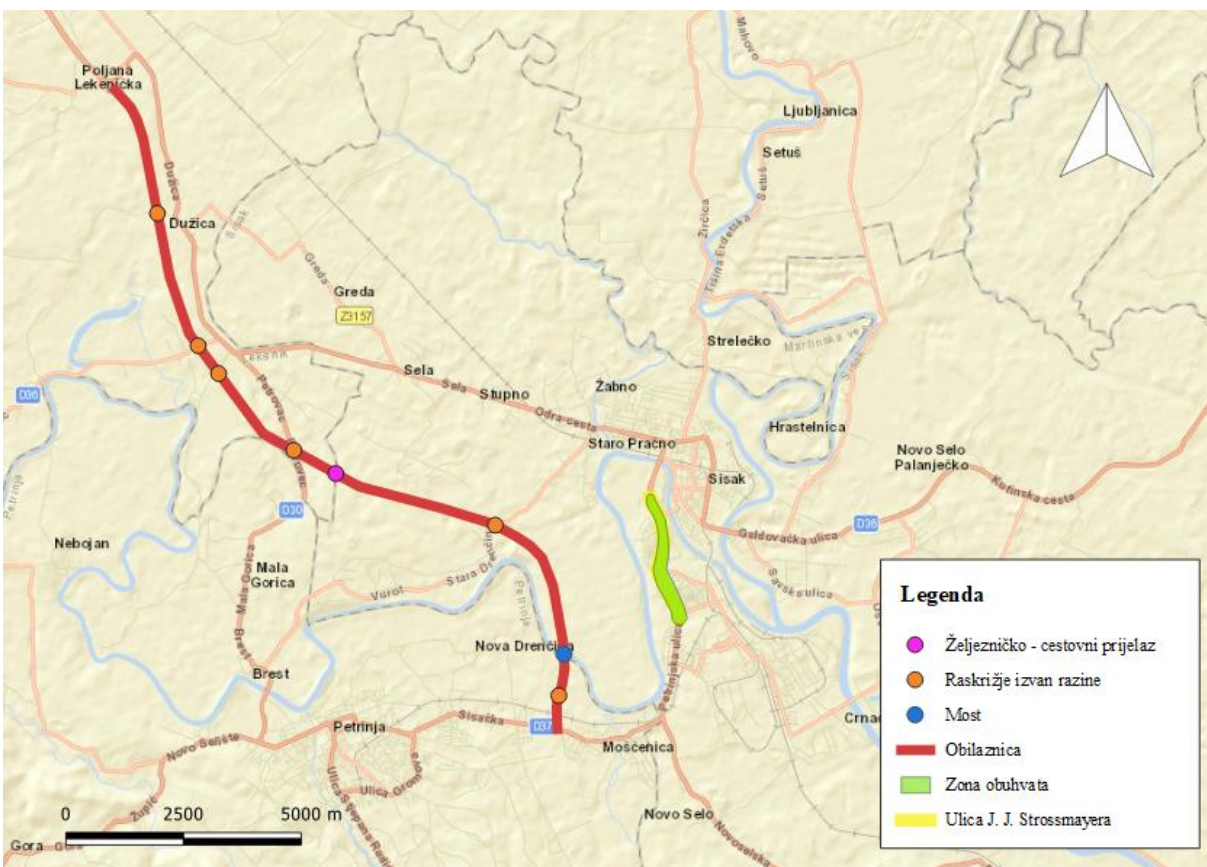


Slika 56 Signalni plan raskrižja 5 – Varijanta 2, Sidra Intersection

Prijedlog signalnog plana raskrižja 5 primjenom varijante 2 prikazan je na slici iznad. Trajanje ciklusa iznosi 85 sec, žuto svjetlo traje 3 sekunde. Crveno – žuto svjetlo je u trajanju od 2 sec. Trajanje faze u prvoj signalnoj grupi iznosi 60 sec, faza u drugoj signalnoj grupi iznosi 15 sec.

4.3. Varijanta 3 – Izgradnja alternativnog prometnog pravca

Prema varijanti 3 predlaže se izgradnja alternativnog prometnog pravca zbog velikog postotka vozila koja prolaze državnom cestom D37, te analiziranom Strossmayerovom ulicom i putuju prema gradu Zagrebu i okolnim mjestima. Velik broj stanovništva u Sisačko – moslavačkoj županiji svakodnevno zbog posla putuje za Zagreb ili manja mjesta u okolini Zagreba. Strossmayerova ulica bi se rasteretila prometom tako da se izgradi alternativni prometni pravac koji bi spajao područje Mošćenice, Petrinje, Sunje s gradom Zagrebom. Vozila bi tako preusmjerila na obilaznicu koja je prikazana na slici u nastavku. Na slici su prikazana i sjecišta obilaznice s drugim raskrižjima, te željeznicom, ali i potrebna izgradnja mosta na jednoj lokaciji.



Slika 57 Shematski prikaz varijante 3

5. SIMULACIJA I EVALUACIJA PREDLOŽENIH RJEŠENJA OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA

U programskim alatima PTV Vissim i Sidra Intersection napravljene su simulacije i evaluacije predloženih varijanti rješenja. Simulacija i evaluacija varijante 3 nije izrađena zbog nedostatka podataka o preraspodjeli prometnih tokova, odnosno broju vozila koja se kreću analiziranom ulicom, a odredište im je grad Zagreb ili okolna mjesta, te broju vozila koja bi koristila predloženu obilaznicu. Rezultati provedenih simulacija su podaci koji će biti korišteni za usporedbu i evaluaciju, a to su sljedeći podaci:

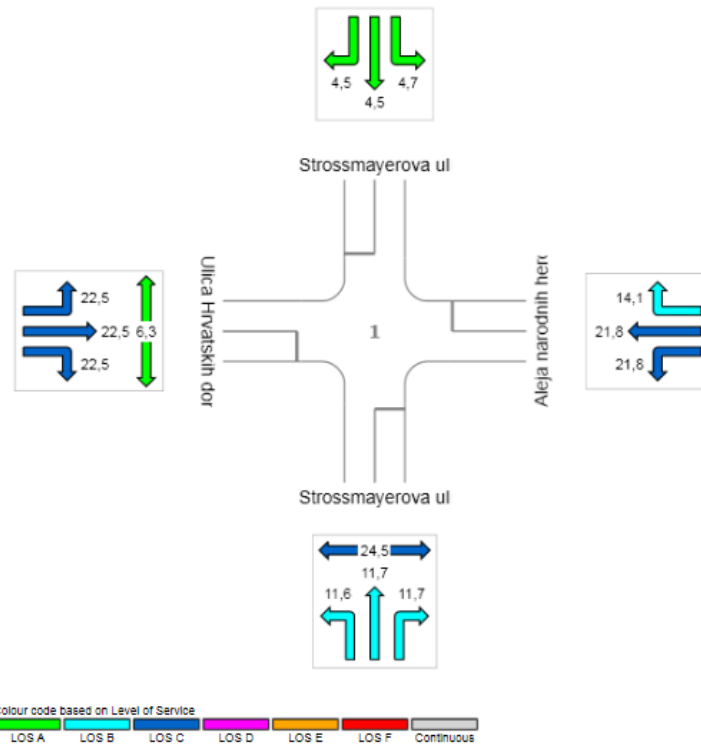
- Prosječno vrijeme kašnjenja
- Ukupan broj zaustavljanja
- Duljina kolone vozila
- Razina usluge (LOS)

5.1. Simulacija i evaluacija varijante 1 - Optimizacija signalnih planova analiziranih raskrižja

Varijanta 1 primijenjena je u programskim alatima za simulaciju i evaluaciju. U nastavku potpoglavlja opisani su rezultati simulacija te su prikazani tablično i grafički. Nakon prikaza podataka po raskrižju, na kraju je prikazana usporedna tablica s podacima postojećeg stanja i podacima nakon primjene varijante 1.

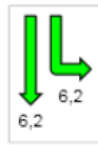
All Movement Classes

	South	East	North	West	Intersection
Delay (Control)	11,6	19,2	4,5	22,5	14,4
LOS	B	B	A	C	B



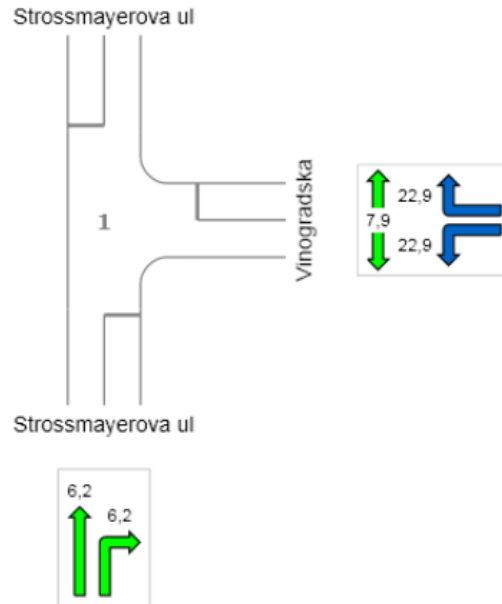
Slika 58 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection

Nakon primjene varijante 1, na slici iznad prikazane su razine usluge po privozima na raskrižju 1. Razina usluge raskrižja 1 je u rasponu od A do C. Minimalno vrijeme kašnjenja na sjevernom je privozu od 4,5 sec/voz s razinom usluge A. Južni privoz ima razinu usluge B s maksimalnim vremenom kašnjenja od 11,7 sec/voz. Istočni i zapadni privozi imaju razinu usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 22,5 sec/voz.



All Movement Classes

	South	East	North	Intersection
Delay (Control)	6,2	22,9	6,2	11,7
LOS	A	C	A	B



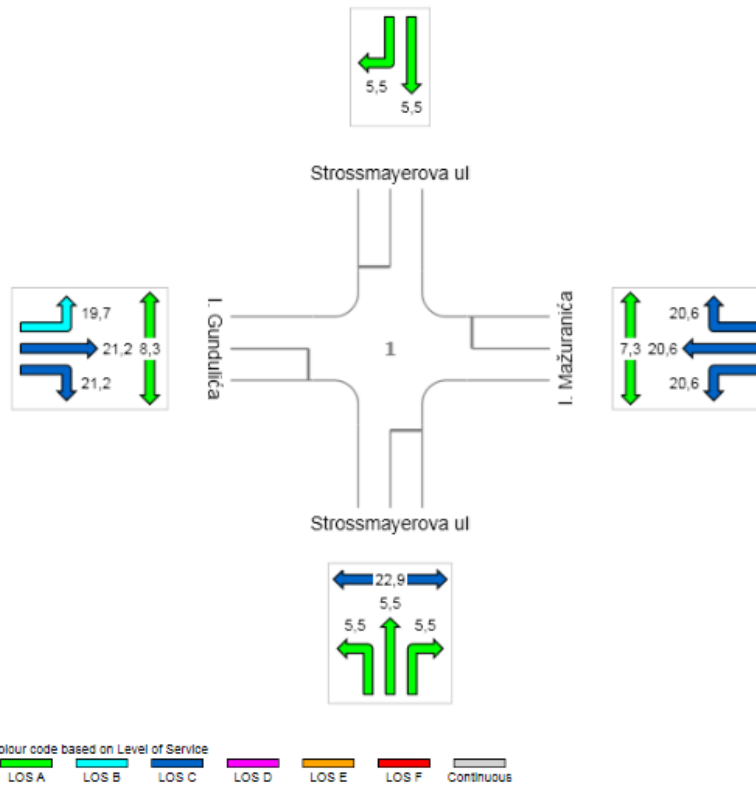
Colour code based on Level of Service
 LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F Continuous

Slika 59 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 2 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection

Razina usluge raskrižja 2 prikazana na slici iznad, na kojoj je razina usluge na istočnom privozu C, a na sjevernom i južnom razina usluge A. Minimalno vrijeme kašnjenja je na sjevernom i južnom privozu od 6,2 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja iznosi 22,9 sec/voz.

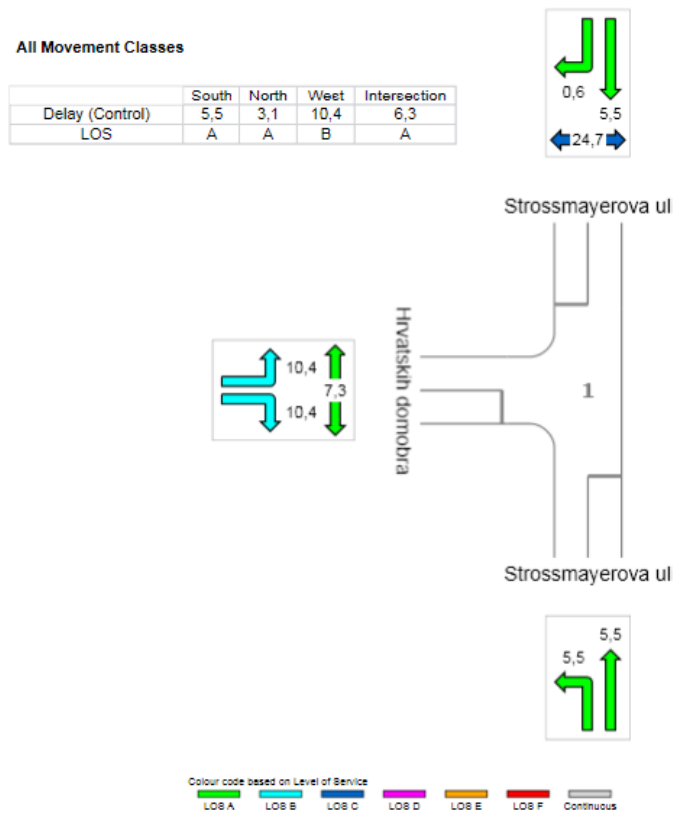
All Movement Classes

	South	East	North	West	Intersection
Delay (Control)	5,5	20,6	5,5	20,7	13,7
LOS	A	C	A	C	B



Slika 60 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection

Minimalno vrijeme kašnjenja nakon primjene varijante 1 na raskrižju 3 iznosi 5,5 sec/voz s razinom usluge A na sjevernom i južnom privozu. Istočni i zapadni privozi imaju razinu usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 21,2 sec/voz.

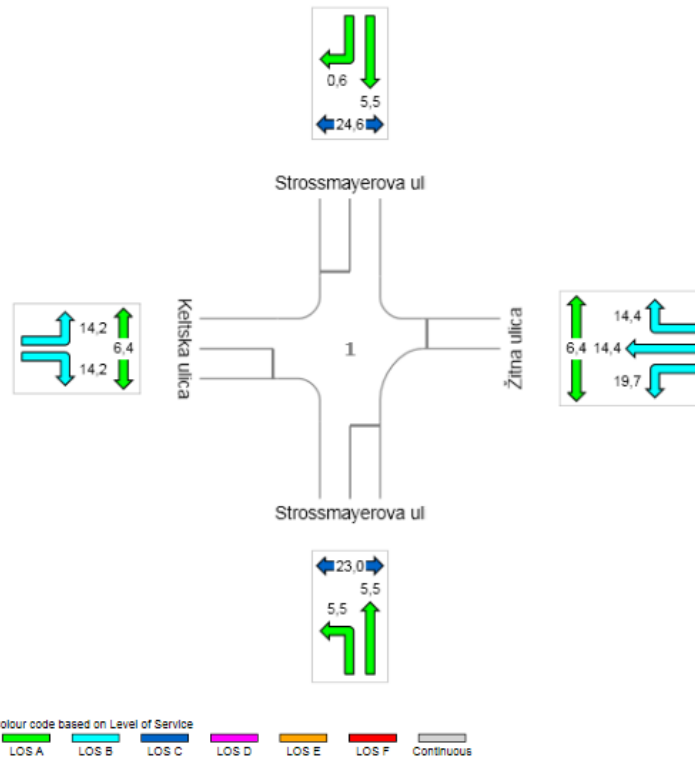


Slika 61 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 4 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection

Sjeverni i južni privoz na raskrižju 4 nakon primjene varijante 1 prema slici iznad imaju razinu usluge A. Zapadni privoz s vremenom kašnjenja od 10,4 sec/voz ima razinu usluge B.

All Movement Classes

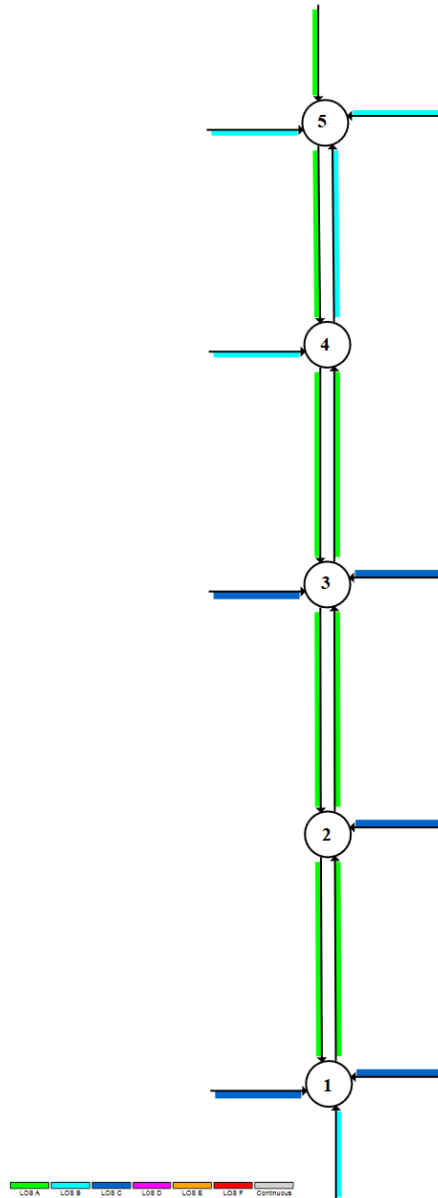
	South	East	North	West	Intersection
Delay (Control)	5,5	16,2	3,1	14,2	10,4
LOS	A	B	A	B	B



Slika 62 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection

Minimalno vrijeme kašnjenja nakon primjene varijante 1 na raskrižju 5 iznosi 0,6 sec/voz s razinom usluge A na sjevernom i južnom privozu. Istočni i zapadni privozi imaju razinu usluge B s maksimalnim vremenom kašnjenja od 19,7 sec/voz.

Rezultati simulacije varijante 1 nalaze se na slici ispod, gdje je prikaz svih pet raskrižja. Na prva tri raskrižja nakon primjene varijante 1, razina usluge je C, dok je na preostala dva raskrižja razina usluge B.



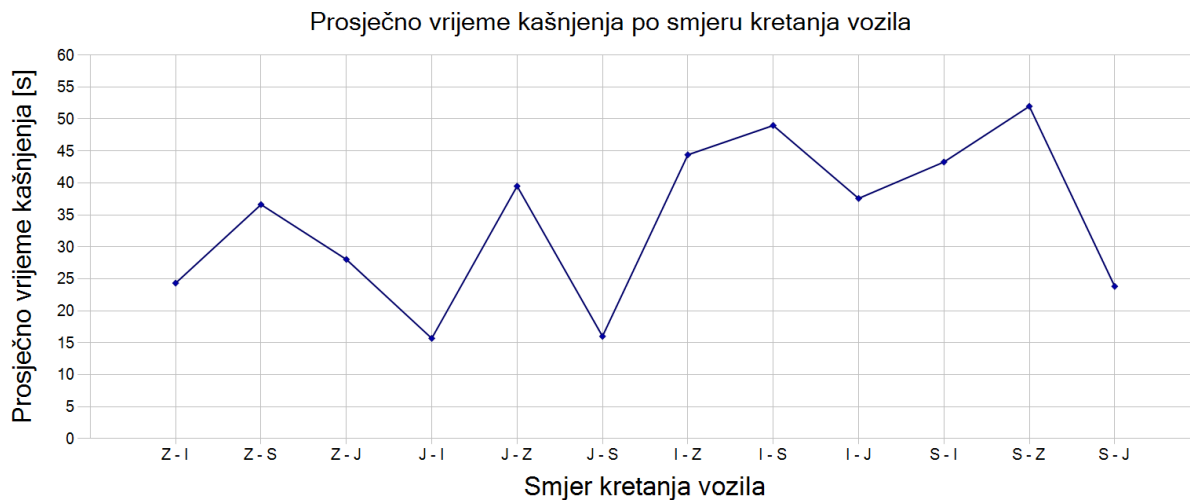
Slika 63 Razine usluge analizirane dionice DC37 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection

Za simulaciju varijante 1 korišten je programski alat PTV Vissim. Podaci o duljini kolone vozila, prosječnom vremenu kašnjenja, razini usluge, broju zaustavljanja vozila, te emisiji ugljikova monoksida prikazani su u nastavku za svako raskrižje posebno.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
1 - 1: Hrvatskih domobrana@47.0 - 2: Aleja narodnih heroja@10.2	11.17	24.31	LOS_C	1.12	33.359
1 - 1: Hrvatskih domobrana@47.0 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@12.8	11.17	36.60	LOS_D	15.27	201.410
1 - 1: Hrvatskih domobrana@47.0 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@8.1	11.17	28.02	LOS_C	1.33	143.212
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@3.7 - 2: Aleja narodnih heroja@10.2	17.51	15.67	LOS_B	0.52	12.625
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@3.7 - 7: Hrvatskih domobrana@6.0	17.51	39.49	LOS_D	1.73	62.123
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@3.7 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@12.8	17.51	15.99	LOS_B	0.56	383.519
1 - 22: Aleja narodnih heroja@12.7 - 7: Hrvatskih domobrana@6.0	12.19	44.39	LOS_D	12.81	218.024
1 - 22: Aleja narodnih heroja@12.7 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@12.8	12.19	48.98	LOS_D	1.32	155.104
1 - 22: Aleja narodnih heroja@12.7 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@8.1	12.19	37.56	LOS_D	1.91	72.525
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@17.2 - 2: Aleja narodnih heroja@10.2	48.51	43.26	LOS_D	1.54	283.509
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@17.2 - 7: Hrvatskih domobrana@6.0	48.51	51.97	LOS_D	2.00	1.944
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@17.2 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@8.1	48.51	23.80	LOS_C	0.98	581.960

Slika 64 Tablični prikaz podataka raskrižja 1 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Na slici je vidljiva jednaka razina usluge po privozima – LOS D, gdje je na zapadnom privozu maksimalno vrijeme kašnjenja od 36,60 sec/voz, na južnom privozu 39,49 sec/voz, istočnom privozu 48,98 sec/voz, a na sjevernom privozu 51,97 sec/voz. Najveći broj zaustavljanja vozila pojavljuje se kod zapadnog privoza prema sjeveru, a ono iznosi 15,27. Na južnom privozu prema istoku pojavljuje se najmanji broj zaustavljanja vozila koje iznosi 0,52.



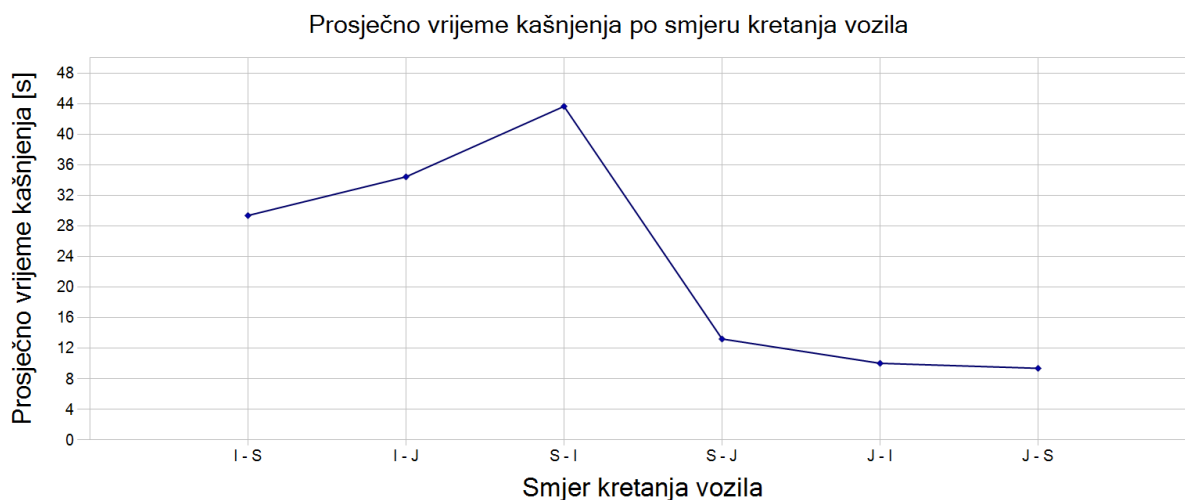
Slika 65 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Prosječna vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila na raskrižju 1 nakon primjene varijante 1 prikazana su grafički na slici iznad, te će biti prikazana isto za svako raskrižje u nastavku. Najveće prosječno vrijeme kašnjenja iznosi 51,97 sec/voz, a pojavljuje se na sjevernom privozu prema zapadu. Na južnom privozu prema istoku se pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 15,67 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
2 - 3: Vinogradska ulica@45.0 - 21: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@7.9	7.63	29.36	LOS_C	0.80	86.148
2 - 3: Vinogradska ulica@45.0 - 26: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@19.2	7.63	34.42	LOS_C	1.23	79.845
2 - 23: Strossmayerova ulica - S@120.9 - 4: Vinogradska ulica@12.5	23.36	43.64	LOS_D	0.73	106.061
2 - 23: Strossmayerova ulica - S@120.9 - 26: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@19.2	14.97	13.20	LOS_B	0.60	498.126
2 - 44: Strossmayerova ulica - J@44.9 - 4: Vinogradska ulica@12.5	12.09	10.02	LOS_B	0.41	68.880
2 - 44: Strossmayerova ulica - J@44.9 - 21: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@7.9	12.09	9.37	LOS_A	0.40	326.577

Slika 66 Tablični prikaz podataka raskrižja 2 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Na slici iznad vidljive su različite razine usluga po privozima na raskrižju 2. Na istočnom privozu za svaki smjer kretanja je razina usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 34,42 sec/voz, na sjevernom privozu je razina usluge D s maksimalnim vremenom kašnjenja od 43,64 sec/voz koje je ujedno i maksimalno vrijeme kašnjenja na cijelom raskrižju. Maksimalno vrijeme kašnjenja na južnom privozu iznosi 10,02 sec/voz što rezultira razinom usluge B. Broj zaustavljanja vozila na svim privozima ne prelazi više od 2 zaustavljanja.



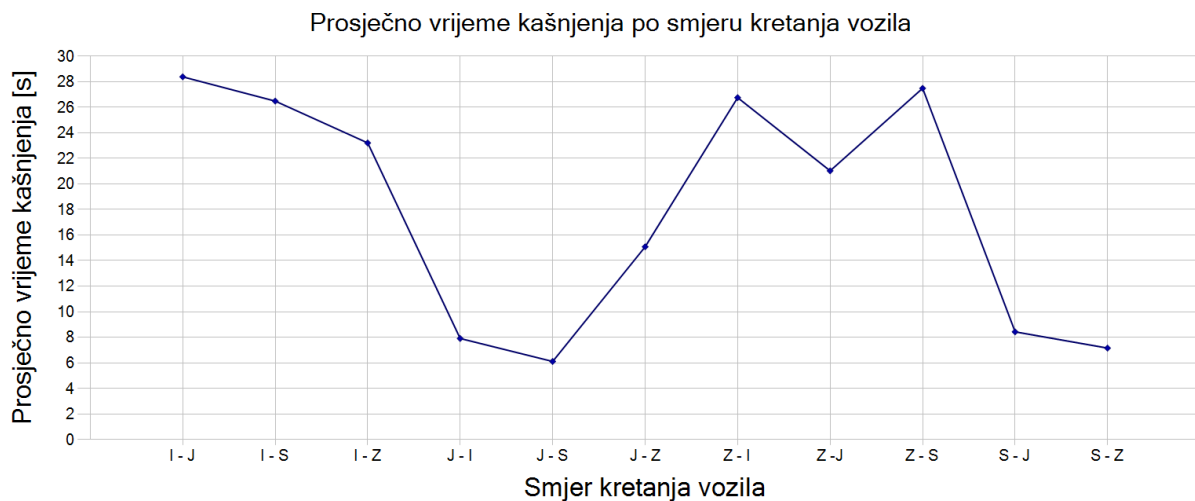
Slika 67 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 2 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Promjene u prosječnim vremenima kašnjenja po smjeru kretanja vozila prikazano je grafički na slici iznad. Najveće prosječno vrijeme kašnjenja iznosi 43,64 sec/voz koje se pojavljuje se na sjevernom privozu prema istoku, dok je na južnom privozu prema sjeveru pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 9,37 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
3 - 5: I. Mažuranića@249.8 - 9: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@21.9	5.89	28.37	LOS_C	0.89	126.771
3 - 5: I. Mažuranića@249.8 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.2	5.89	26.48	LOS_C	0.88	8.240
3 - 5: I. Mažuranića@249.8 - 14: I. Gundulića@13.9	5.89	23.20	LOS_C	0.69	14.712
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @36.0 - 8: I. Mažuranića@19.6	3.54	7.90	LOS_A	0.38	15.821
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @36.0 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.2	3.54	6.11	LOS_A	0.31	317.011
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @36.0 - 14: I. Gundulića@13.9	3.54	15.08	LOS_B	1.25	25.564
3 - 38: I. Gundulića@16.2 - 8: I. Mažuranića@19.6	4.82	26.75	LOS_C	0.90	10.620
3 - 38: I. Gundulića@16.2 - 9: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@21.9	4.82	21.02	LOS_C	0.70	38.214
3 - 38: I. Gundulića@16.2 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.2	4.82	27.48	LOS_C	0.91	128.753
3 - 41: Strossmayerova ulica - S@37.7 - 9: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@21.9	11.39	8.42	LOS_A	0.41	366.963
3 - 41: Strossmayerova ulica - S@37.7 - 14: I. Gundulića@13.9	11.39	7.15	LOS_A	0.36	71.055

Slika 68 Tablični prikaz podataka raskrižja 3 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Prema slici vidljive su različite razine usluga po privozima na raskrižju 3 nakon primjene varijante 1, gdje je na istočnom privozu razina usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 28,37 sec/voz, na južnom privozu je razina usluge B, s maksimalnim vremenom kašnjenja od 15,08 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja na zapadnom privozu iznosi 26,75 sec/voz što rezultira razinom usluge C, dok je na sjevernom privozu razina usluge A s vremenom čekanja od 8,42 sec/voz. Najveći broj zaustavljanja vozila pojavljuje se kod zapadnog privoza prema sjeveru, a ono iznosi 15,27. Broj zaustavljanja vozila na svim privozima ne prelazi više od 1,25.



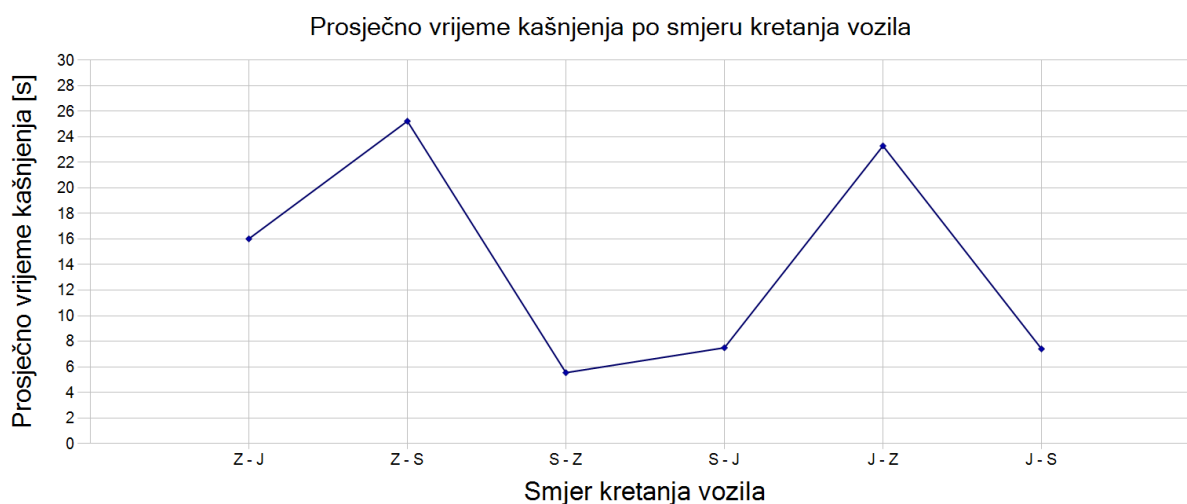
Slika 69 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Najveće prosječno vrijeme kašnjenja prikazano na slici iznad iznosi 28,37 sec/voz koje se pojavljuje se na istočnom privozu prema jugu, dok je na južnom privozu prema sjeveru pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 6,11 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
4 - 24: Hrvatskih domobrana 2@94.2 - 28: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@17.8	3.50	16.01	LOS_B	0.64	8.357
4 - 24: Hrvatskih domobrana 2@94.2 - 29: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.8	3.50	25.22	LOS_C	0.75	91.829
4 - 39: Strossmayerova ulica - S@32.6 - 25: Hrvatskih domobrana 2@19.9	9.50	5.54	LOS_A	0.45	5.374
4 - 39: Strossmayerova ulica - S@32.6 - 28: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@17.8	9.50	7.49	LOS_A	0.40	385.947
4 - 40: Strossmayerova ulica - J@45.9 - 25: Hrvatskih domobrana 2@19.9	5.14	23.28	LOS_C	1.56	208.220
4 - 40: Strossmayerova ulica - J@45.9 - 29: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.8	5.14	7.40	LOS_A	0.38	322.991

Slika 70 Tablični prikaz podataka raskrižja 4 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Maksimalno vrijeme kašnjenja na zapadnom privozu raskrižja 4 nakon primjene varijante 1 iznosi 25,22 sec/voz što rezultira razinom usluge C, na sjevernom privozu je maksimalno vremenom čekanja od 7,49 sec/voz s razinom usluge A. Na južnom privozu je razina usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 23,28 sec/voz. Broj zaustavljanja vozila na svim privozima ne prelazi više od 1,56.



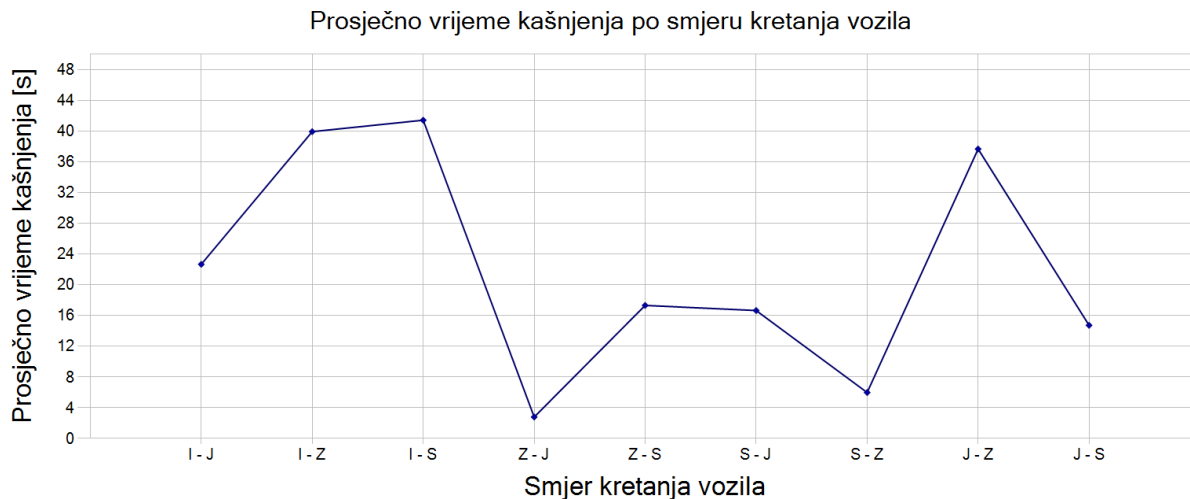
Slika 71 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 4 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Najveće prosječno vrijeme kašnjenja prikazano na slici iznad iznosi 25,22 sec/voz koje se pojavljuje se na zapadnom privozu prema sjeveru, dok je na sjevernom privozu prema zapadu pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 5,54 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
5 - 30: Žitna ulica@352.9 - 12: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@1.6	15.68	22.65	LOS_C	0.80	327.660
5 - 30: Žitna ulica@352.9 - 32: Keltska ulica@20.3	15.68	39.91	LOS_D	1.67	4.963
5 - 30: Žitna ulica@352.9 - 33: Strossmayerova ulica S - izlaz@9.9	15.68	41.40	LOS_D	1.45	111.097
5 - 31: Keltska ulica@106.3 - 12: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@1.6	2.31	2.77	LOS_A	0.00	0.262
5 - 31: Keltska ulica@106.3 - 33: Strossmayerova ulica S - izlaz@9.9	2.31	17.30	LOS_B	0.57	71.629
5 - 34: Strossmayerova ulica - S@286.3 - 12: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@1.6	10.53	16.63	LOS_B	0.65	335.509
5 - 34: Strossmayerova ulica - S@286.3 - 32: Keltska ulica@20.3	10.53	5.96	LOS_A	0.50	1.095
5 - 37: Strossmayerova ulica - J@42.4 - 32: Keltska ulica@20.3	9.80	37.65	LOS_D	3.00	12.833
5 - 37: Strossmayerova ulica - J@42.4 - 33: Strossmayerova ulica S - izlaz@9.9	9.80	14.70	LOS_B	0.57	461.160

Slika 72 Tablični prikaz podataka raskrižja 5 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Prema slici iznad vidljive su različite razine usluga po privozima, gdje je na istočnom privozu razina usluge D s maksimalnim vremenom kašnjenja od 41,40 sec/voz, na zapadnom privozu je razina usluge B, s maksimalnim vremenom kašnjenja od 17,3 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja na sjevernom privozu iznosi 16,63 sec/voz što rezultira razinom usluge B, dok je na južnom privozu razina usluge D s maksimalnim vremenom čekanja od 37,65 sec/voz. Broj zaustavljanja vozila na svim privozima ne prelazi više od 3 zaustavljanja.



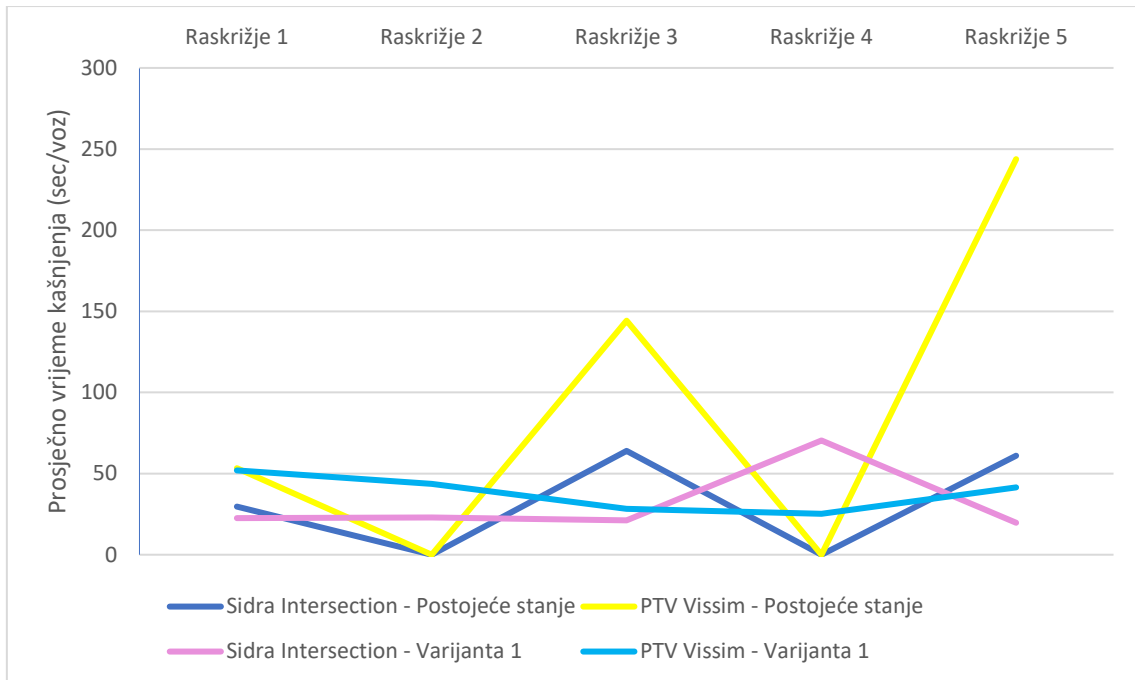
Slika 73 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim

Najveće prosječno vrijeme kašnjenja prikazano na slici iznad iznosi 41,40 sec/voz koje se pojavljuje se na istočnom privozu prema sjeveru, dok je na zapadnom privozu prema jugu pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 2,77 sec/voz.

Tablica 38 Usporedna analiza postojećeg stanja raskrižja i varijante 1

Analizirana raskrižja	Max. prosječno vrijeme kašnjenja (sec/voz)	Razina usluge (LOS)	Max. prosječno vrijeme kašnjenja (sec/voz)	Razina usluge (LOS)	Max. prosječno vrijeme kašnjenja (sec/voz)	Razina usluge (LOS)	Max. prosječno vrijeme kašnjenja (sec/voz)	Razina usluge (LOS)
	Sidra Intersection		PTV Vissim		Sidra Intersection		PTV Vissim	
	Postojeće stanje				Varijanta 1			
Raskrižje 1	29,7	C	53,35	D	22,5	C	51,97	D
Raskrižje 2	/	/	/	/	22,9	C	43,64	D
Raskrižje 3	64	E	144,18	F	21,2	C	28,37	C
Raskrižje 4	/	/	/	/	70,4	B	25,22	C
Raskrižje 5	61	D	243,77	F	19,7	B	41,40	D

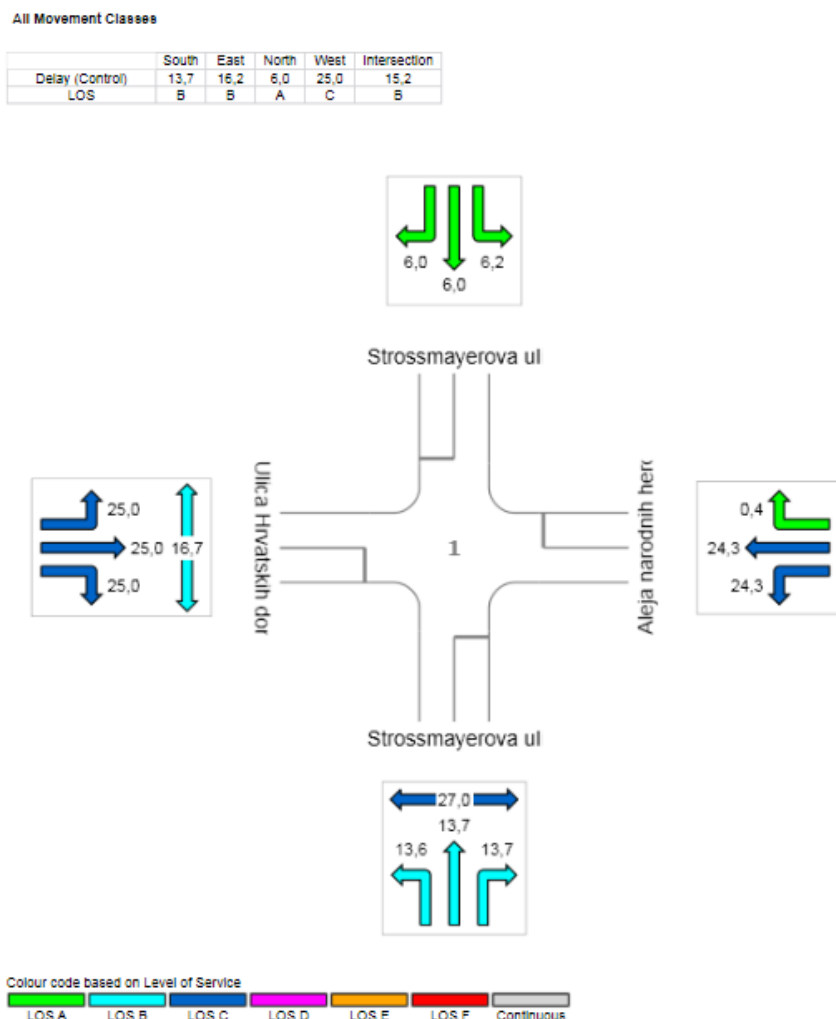
Usporedna analiza prosječnog vremena kašnjenja i razine usluge izrađena je u tablici iznad. Ako se gleda razina usluge na postojećem stanju i s primjenom varijante 1, vidljivo je da se na svakom raskrižju razina usluge poboljšala za jednu razinu ili ostala na istoj razini usluge. Nakon primjene varijante 1 prema programskom alatu Sidra Intersection razine usluge raskrižja su B i C. Na raskrižju 1, razina usluge je ostala jednaka kao i na postojećem raskrižju (LOS C) s razlikom od 7,2 sec/voz. Raskrižje 3 se poboljšalo s razine E na razinu C sa smanjenjem prosječnog vremena kašnjenja od 42,8 sec/voz. Za 41,3 sec/voz se smanjilo prosječno vrijeme kašnjenja na raskrižju 5, te se razina usluge povećala s D na B. Prema programskom alatu PTV Vissim razine usluge nakon primjene varijante 1 su C i D. Razina usluge na raskrižju 1 ostala je ista - LOS D s razlikom u prosječnom vremenu kašnjenja od 1,38 sec/voz. Raskrižje 3 poboljšalo se s razine F na razinu C sa smanjenjem prosječnog vremena kašnjenja od 115,81 sec/voz. Za 211,55 sec/voz se smanjilo prosječno vrijeme kašnjenja na raskrižju 5, te se razina usluge povećala s F na D. Grafički prikaz opisanih podataka iz tablice nalazi se na grafikonu ispod.



Grafikon 1 Prikaz prosječnog vremena kašnjenja na postojećem stanju i nakon primjene varijante 1

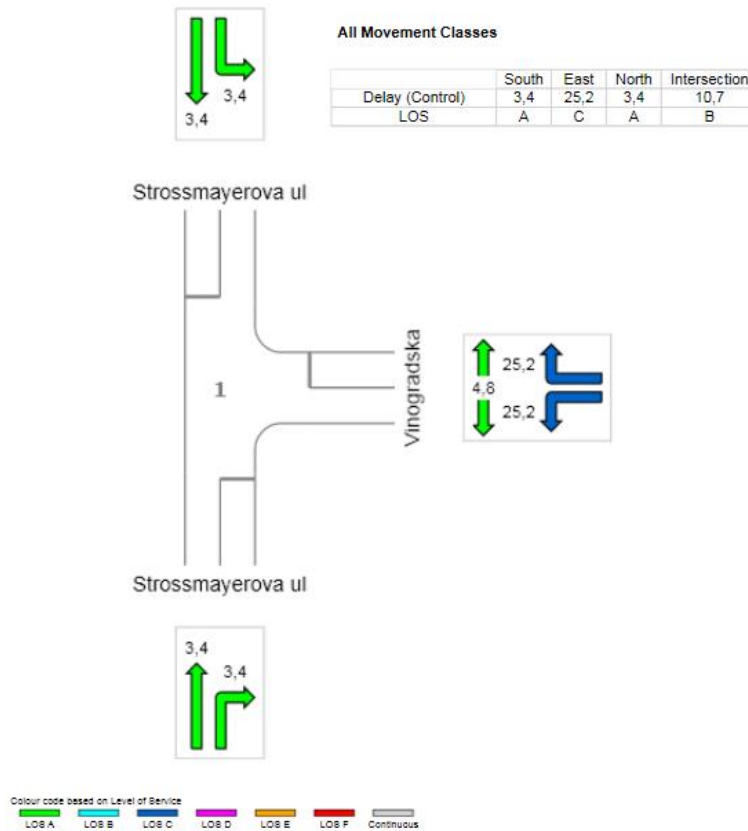
5.2. Simulacija i evaluacija varijante 2 - Zabrana prometa na „Starom mostu“ i zabrana prometovanja teških vozila u ulici J. J. Strossmayera uz optimizaciju signalnih planova raskrižja

Varijanta 1 primijenjena je u programskim alatima za simulaciju i evaluaciju. U nastavku potpoglavlja opisani su rezultati simulacija te su prikazani tablično i grafički.



Slika 74 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection

Nakon primjene varijante 2, na slici iznad prikazane su razine usluge na raskrižju 1. Razina usluge raskrižja je u rasponu od A do C. Maksimalno vrijeme kašnjenja na sjevernom privozu iznosi 6,2 sec/voz s razinom usluge A. Južni privoz ima razinu usluge B s maksimalnim vremenom kašnjenja od 13,7 sec/voz. Istočni i zapadni privozi imaju razinu usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 25 sec/voz.

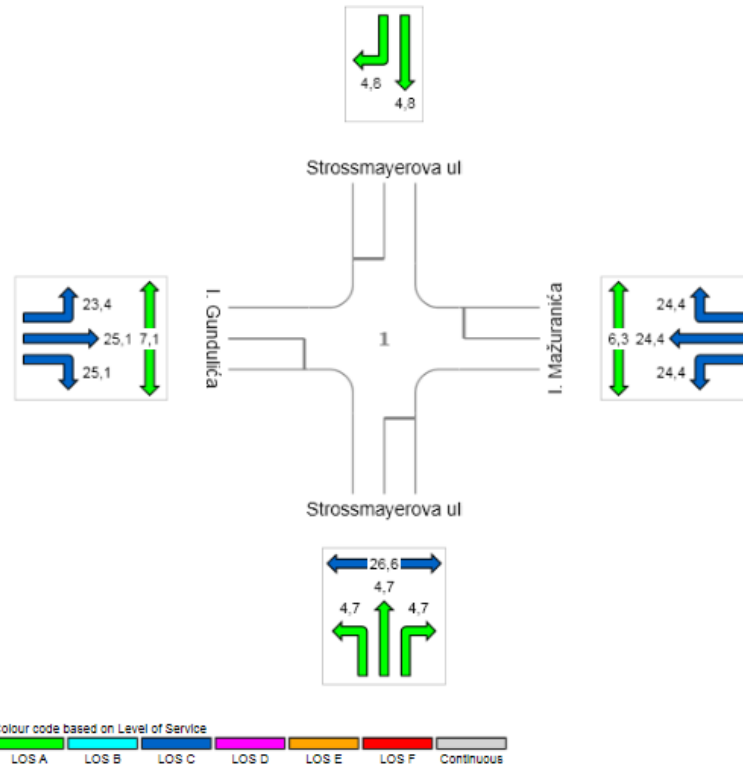


Slika 75 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 2 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection

Razina usluge raskrižja 2 prikazana na slici iznad, na kojoj je razina usluge na istočnom privozu C, a na sjevernom i južnom razina usluge A. Minimalno vrijeme kašnjenja je na sjevernom i južnom privozu, a iznosi 6,4 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja iznosi 25,2 sec/voz.

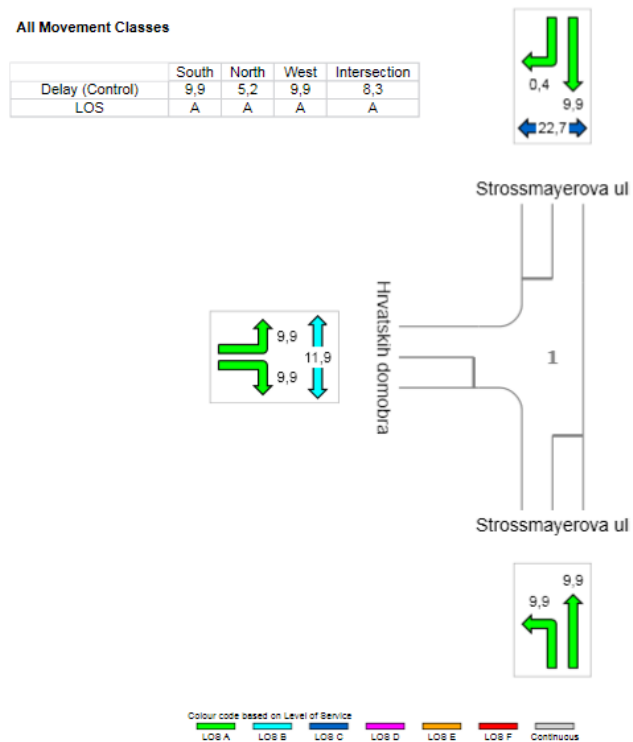
All Movement Classes

	South	East	North	West	Intersection
Delay (Control)	4,7	24,4	4,8	24,5	15,4
LOS	A	C	A	C	B



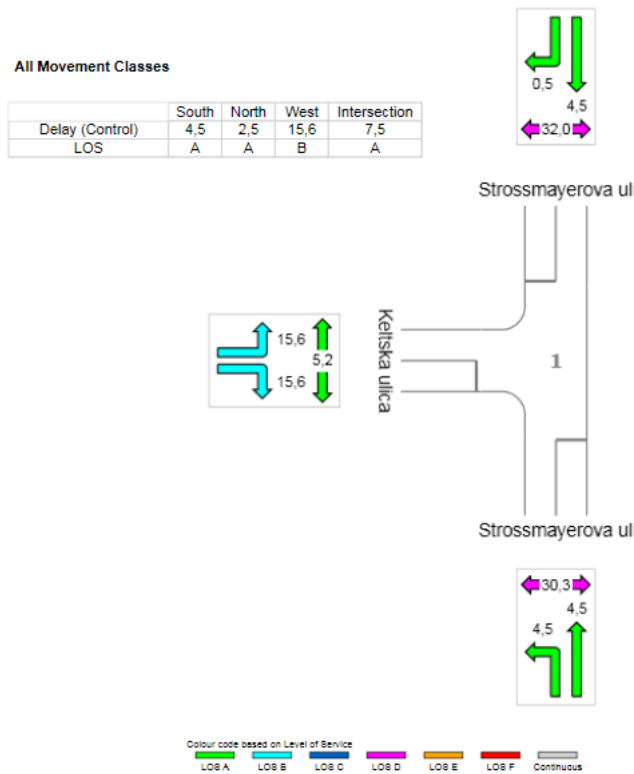
Slika 76 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection

Minimalno vrijeme kašnjenja nakon primjene varijante 2 na raskrižju 3 iznosi 4,7 sec/voz s razinom usluge A na sjevernom i južnom privozu. Istočni i zapadni privozi imaju razinu usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 25,1 sec/voz.



Slika 77 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 4 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection

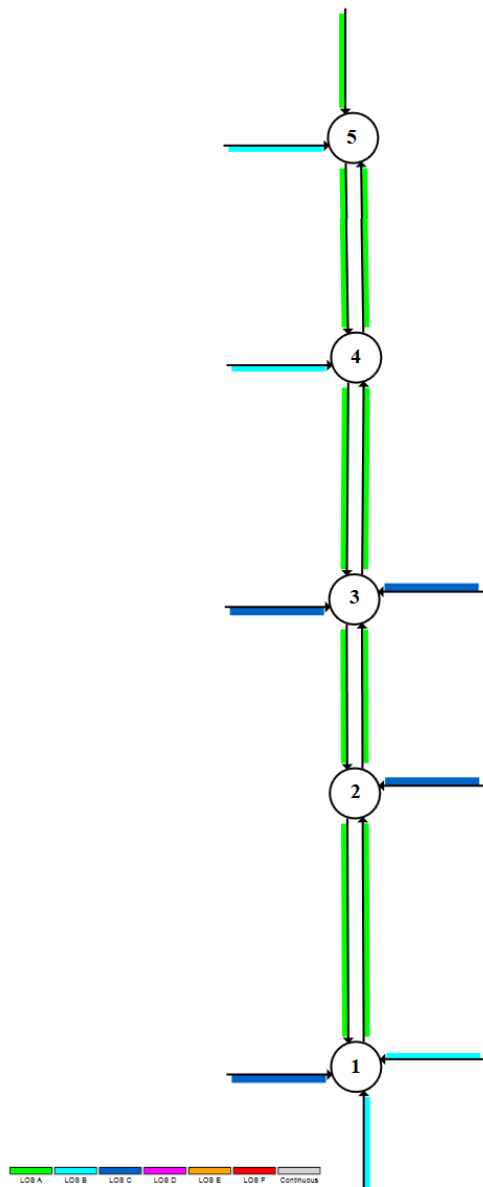
Svi privozi na raskrižju 4 nakon primjene varijante 1 prema slici iznad imaju razinu usluge A. Maksimalno vrijeme kašnjenja na navedenom raskrižju iznosi 9,9 sec/voz, a minimalno vrijeme kašnjenja iznosi 0,4 sec/voz.



Slika 78 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection

Minimalno vrijeme kašnjenja nakon primjene varijante 2 na raskrižju 5 iznosi 0,5 sec/voz s razinom usluge A na sjevernom i južnom privozu. Istočni privoz ima razinu usluge B s maksimalnim vremenom kašnjenja od 15,6 sec/voz.

Rezultati simulacije varijante 2 prikazani su na slici ispod, gdje je prikaz svih pet raskrižja. Kao i u varijanti 1, na prva tri raskrižja nakon primjene varijante 2, razina usluge je C, dok je na preostala dva raskrižja razina usluge B.



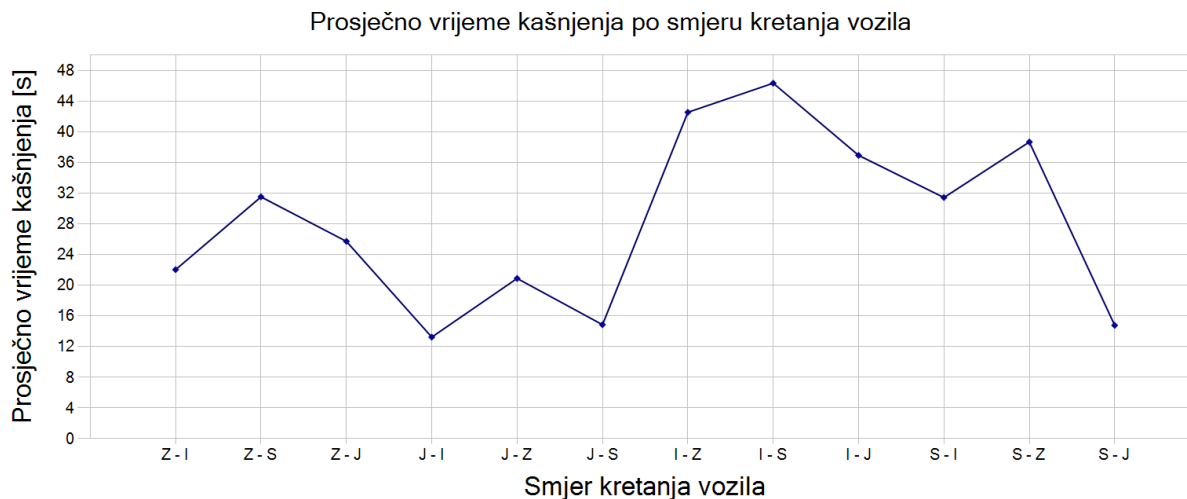
Slika 79 Razine usluge analizirane dionice DC37 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection

Za simulaciju varijante 2 korišten je i programski alat PTV Vissim. Podaci o duljini kolone vozila, prosječnom vremenu kašnjenja, razini usluge, broju zaustavljanja vozila, te emisiji ugljikova monoksida prikazani su u nastavku za svako raskrižje posebno.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
1 - 1: Hrvatskih domobrana@47.0 - 2: Aleja narodnih heroja@10.2	10.31	22.02	LOS_C	0.76	26.848
1 - 1: Hrvatskih domobrana@47.0 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@12.8	10.31	31.50	LOS_C	10.81	145.712
1 - 1: Hrvatskih domobrana@47.0 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@8.1	10.31	25.71	LOS_C	0.79	107.587
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@3.7 - 2: Aleja narodnih heroja@10.2	15.54	13.22	LOS_B	0.48	11.414
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@3.7 - 7: Hrvatskih domobrana@6.0	15.54	20.87	LOS_C	1.00	37.822
1 - 20: Strossmayerova ulica - J@3.7 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@12.8	15.54	14.84	LOS_B	0.51	354.294
1 - 22: Aleja narodnih heroja@12.7 - 7: Hrvatskih domobrana@6.0	11.47	42.53	LOS_D	9.59	168.672
1 - 22: Aleja narodnih heroja@12.7 - 13: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@12.8	11.47	46.33	LOS_D	1.21	145.539
1 - 22: Aleja narodnih heroja@12.7 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@8.1	11.47	36.92	LOS_D	1.80	69.771
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@17.2 - 2: Aleja narodnih heroja@10.2	14.21	31.42	LOS_C	0.95	114.700
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@17.2 - 7: Hrvatskih domobrana@6.0	14.21	38.66	LOS_D	1.00	1.240
1 - 36: Strossmayerova ulica - S@17.2 - 15: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@8.1	14.21	14.76	LOS_B	0.58	280.250

Slika 80 Tablični prikaz podataka raskrižja 1 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Na slici iznad vidljive su razine usluge po privozima, gdje je na zapadnom privozu maksimalno vrijeme kašnjenja od 31,5 sec/voz koje rezultira razinom usluge C, na južnom privozu je razina usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 20,87 sec/voz, razina usluge D na istočnom privozu s maksimalnim vremenom kašnjenja od 46,33 sec/voz, a na sjevernom privozu razina usluge D s maksimalnim vremenom kašnjenja od 38,66 sec/voz. Najveći broj zaustavljanja vozila pojavljuje se kod zapadnog privoza prema sjeveru, a ono iznosi 10,81. Na južnom privozu prema istoku pojavljuje se najmanji broj zaustavljanja vozila koje iznosi 0,48.



Slika 81 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

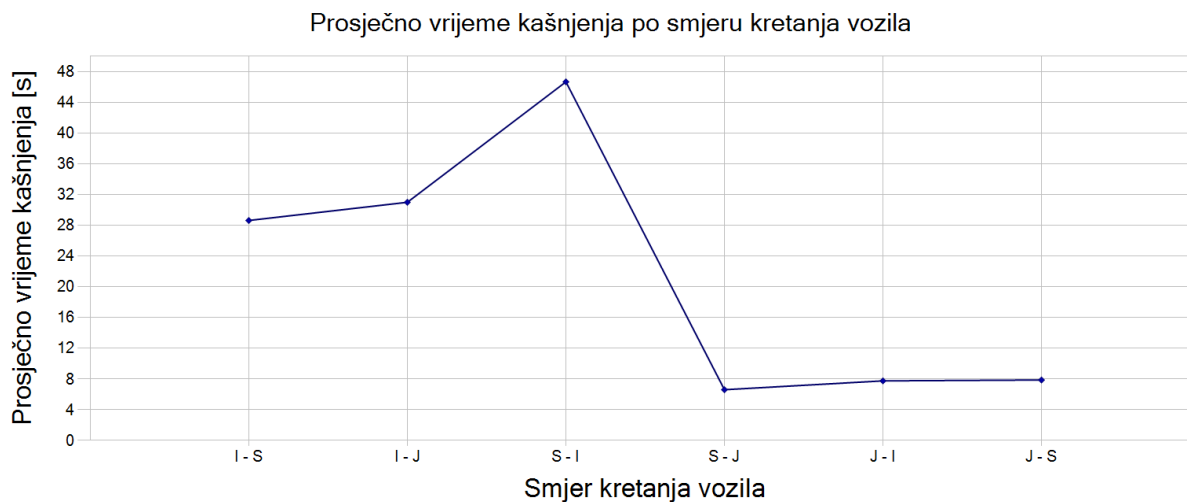
Prosječna vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila na raskrižju 1 nakon primjene varijante 2 prikazana su grafički na slici iznad, te će biti prikazana isto za svako raskrižje u nastavku. Najveće prosječno vrijeme kašnjenja iznosi 46,33 sec/voz, a pojavljuje se na istočnom privozu prema sjeveru. Na južnom privozu prema istoku se pojavljuje najmanje prosječno vrijeme

kašnjenja koje iznosi 13,22 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
2 - 3: Vinogradska ulica@45.0 - 21: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@7.9	7.53	28.61	LOS_C	0.74	82.842
2 - 3: Vinogradska ulica@45.0 - 26: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@19.2	7.53	30.98	LOS_C	0.86	65.372
2 - 23: Strossmayerova ulica - S@120.9 - 4: Vinogradska ulica@12.5	17.30	46.65	LOS_D	0.66	77.749
2 - 23: Strossmayerova ulica - S@120.9 - 26: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@19.2	9.56	6.59	LOS_A	0.32	215.537
2 - 44: Strossmayerova ulica - J@44.9 - 4: Vinogradska ulica@12.5	11.75	7.74	LOS_A	0.34	60.252
2 - 44: Strossmayerova ulica - J@44.9 - 21: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@7.9	11.75	7.85	LOS_A	0.34	291.430

Slika 82 Tablični prikaz podataka raskrižja 2 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Na slici iznad na raskrižju 2 nakon primjene varijante 2 prikazane su razine usluge po privozima. Na istočnom privozu za svaki smjer kretanja je razina usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 30,98 sec/voz, na sjevernom privozu je razina usluge D s maksimalnim vremenom kašnjenja od 46,65 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja na južnom privozu iznosi samo 7,85 sec/voz što rezultira razinom usluge A. Broj zaustavljanja vozila na svim privozima ne prelazi više od jednog zaustavljanja.



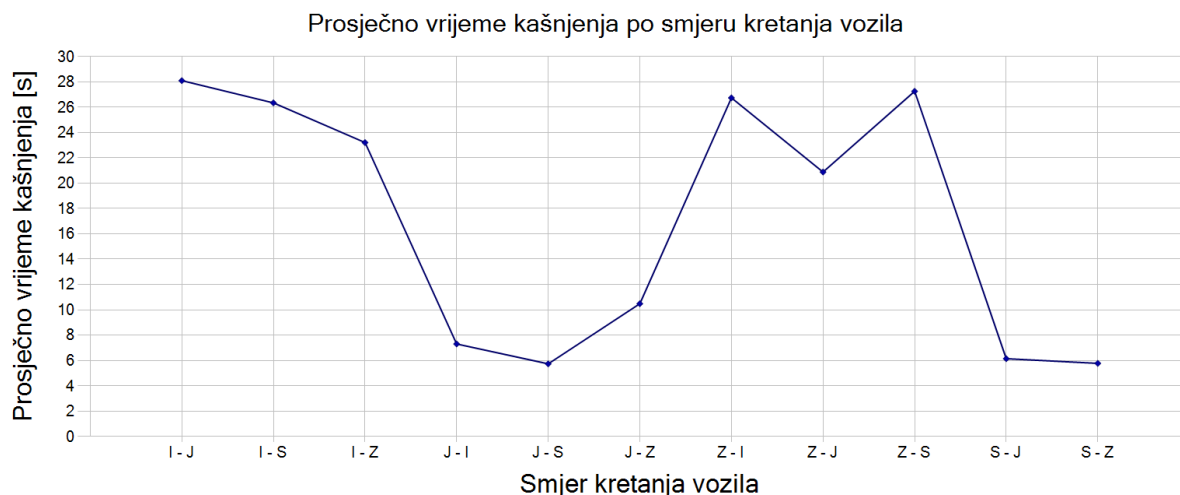
Slika 83 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 2 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Promjene u prosječnim vremenima kašnjenja po smjeru kretanja vozila prikazano je grafički na slici iznad. Najveće prosječno vrijeme kašnjenja iznosi 46,65 sec/voz koje se pojavljuje se na sjevernom privozu prema istoku, dok je na sjevernom privozu prema jugu pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 6,59 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
3 - 5: I. Mažuranića@249.8 - 9: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@21.9	5.75	28.09	LOS_C	0.86	124.919
3 - 5: I. Mažuranića@249.8 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.2	5.75	26.33	LOS_C	0.88	8.224
3 - 5: I. Mažuranića@249.8 - 14: I. Gundulića@13.9	5.75	23.20	LOS_C	0.69	14.712
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @36.0 - 8: I. Mažuranića@19.6	3.47	7.30	LOS_A	0.38	15.566
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @36.0 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.2	3.47	5.73	LOS_A	0.28	305.975
3 - 19: Strossmayerova ulica - J @36.0 - 14: I. Gundulića@13.9	3.47	10.48	LOS_B	0.61	16.027
3 - 38: I. Gundulića@16.2 - 8: I. Mažuranića@19.6	4.74	26.73	LOS_C	0.90	10.618
3 - 38: I. Gundulića@16.2 - 9: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@21.9	4.74	20.87	LOS_C	0.70	38.122
3 - 38: I. Gundulića@16.2 - 11: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.2	4.74	27.25	LOS_C	0.86	125.576
3 - 41: Strossmayerova ulica - S@37.7 - 9: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@21.9	3.31	6.14	LOS_A	0.29	172.240
3 - 41: Strossmayerova ulica - S@37.7 - 14: I. Gundulića@13.9	3.31	5.77	LOS_A	0.26	33.814

Slika 84 Tablični prikaz podataka raskrižja 3 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Prema slici iznad vidljive su različite razine usluga po privozima na raskrižju 3 nakon primjene varijante 2, gdje je na istočnom privozu razina usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 28,09 sec/voz, na južnom privozu je razina usluge B, s maksimalnim vremenom kašnjenja od 10,48 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja na zapadnom privozu iznosi 27,25 sec/voz što rezultira razinom usluge C, dok je na sjevernom privozu razina usluge A s vremenom čekanja od 6,14 sec/voz. Broj zaustavljanja vozila na svim privozima ne prelazi više od jednog zaustavljanja.



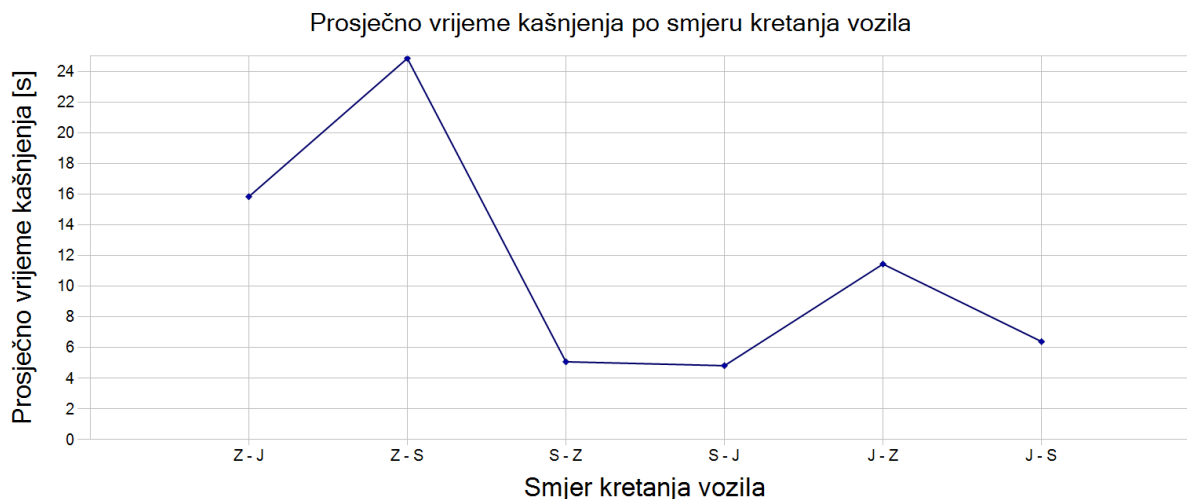
Slika 85 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Najveće prosječno vrijeme kašnjenja prikazano na slici iznad iznosi 28,09 sec/voz koje se pojavljuje se na istočnom privozu prema jugu, dok je na južnom privozu prema sjeveru pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 5,73 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
4 - 24: Hrvatskih domobrana 2@94.2 - 28: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@17.8	3.58	15.83	LOS_B	0.55	7.864
4 - 24: Hrvatskih domobrana 2@94.2 - 29: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.8	3.58	24.85	LOS_C	0.73	90.402
4 - 39: Strossmayerova ulica - S@32.6 - 25: Hrvatskih domobrana 2@19.9	2.63	5.06	LOS_A	0.25	1.553
4 - 39: Strossmayerova ulica - S@32.6 - 28: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@17.8	2.63	4.81	LOS_A	0.26	167.721
4 - 40: Strossmayerova ulica - J@45.9 - 25: Hrvatskih domobrana 2@19.9	4.22	11.44	LOS_B	0.79	201.624
4 - 40: Strossmayerova ulica - J@45.9 - 29: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@18.8	4.22	6.38	LOS_A	0.32	254.156

Slika 86 Tablični prikaz podataka raskrižja 4 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Maksimalno vrijeme kašnjenja na zapadnom privozu raskrižja 4 nakon primjene varijante 2 iznosi 24,85 sec/voz što rezultira razinom usluge C, na sjevernom privozu je maksimalno vremenom čekanja od 5,06 sec/voz s razinom usluge A. Na južnom privozu je razina usluge B s maksimalnim vremenom kašnjenja od 11,44 sec/voz. Broj zaustavljanja vozila na svim privozima kao i na prethodnom raskrižju ne prelazi više od jednog zaustavljanja.



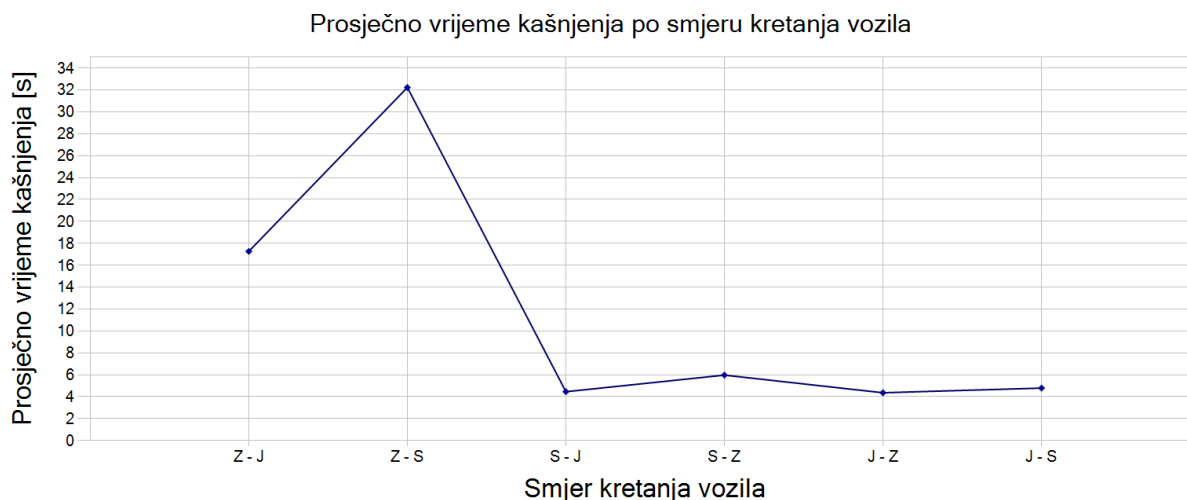
Slika 87 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 4 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Najveće prosječno vrijeme kašnjenja prikazano na slici iznad iznosi 24,85 sec/voz koje se pojavljuje se na zapadnom privozu prema sjeveru, dok je na sjevernom privozu prema zapadu pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 5,06 sec/voz.

Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)	EmissionsCO
5 - 31: Keltska ulica@106.3 - 12: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@1.6	4.59	17.26	LOS_B	1.00	1.000
5 - 31: Keltska ulica@106.3 - 33: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@9.9	4.59	32.22	LOS_C	0.77	100.454
5 - 34: Strossmayerova ulica - S@286.3 - 12: Strossmayerova ulica - J (izlaz)@1.6	2.27	4.45	LOS_A	0.24	178.122
5 - 34: Strossmayerova ulica - S@286.3 - 32: Keltska ulica@20.3	2.27	5.97	LOS_A	0.50	1.095
5 - 37: Strossmayerova ulica - J@42.4 - 32: Keltska ulica@20.3	2.44	4.36	LOS_A	0.33	1.227
5 - 37: Strossmayerova ulica - J@42.4 - 33: Strossmayerova ulica - S (izlaz)@9.9	2.44	4.78	LOS_A	0.26	229.657

Slika 88 Tablični prikaz podataka raskrižja 5 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Prema slici iznad vidljive razine usluga po privozima na raskrižju 5 nakon primjene varijante 2, gdje je na zapadnom privozu razina usluge C s maksimalnim vremenom kašnjenja od 32,22 sec/voz, na sjevernom privozu je razina usluge A, s maksimalnim vremenom kašnjenja od 5,97 sec/voz. Maksimalno vrijeme kašnjenja na južnom privozu iznosi 4,78 sec/voz što rezultira razinom usluge A. Broj zaustavljanja vozila na svim privozima ne prelazi više od jednog zaustavljanja.



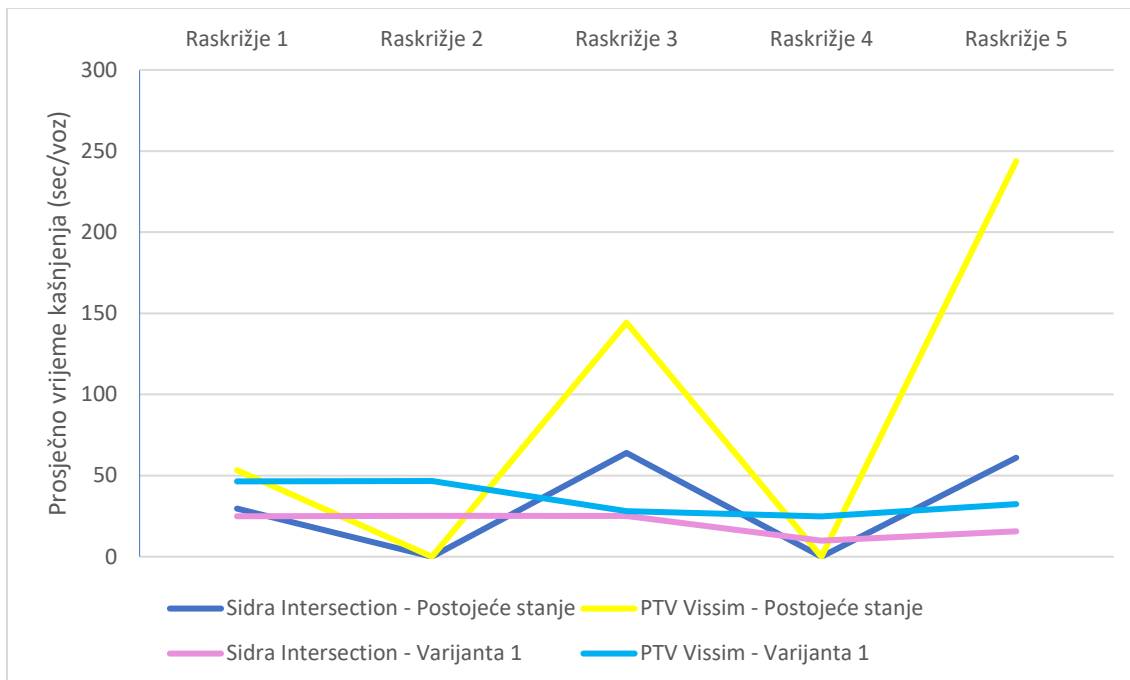
Slika 89 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim

Najveće prosječno vrijeme kašnjenja prikazano na slici iznad iznosi 32,22 sec/voz koje se pojavljuje se na zapadnom privozu prema sjeveru, dok je na južnom privozu prema zapadu pojavljuje najmanje prosječno vrijeme kašnjenja koje iznosi 4,36 sec/voz.

Tablica 39 Usporedna analiza postojećeg stanja raskrižja i varijante 2

Analizirana raskrižja	Max. prosječno vrijeme kašnjenja (sec/voz)	Razina usluge (LOS)	Max. prosječno vrijeme kašnjenja (sec/voz)	Razina usluge (LOS)	Max. prosječno vrijeme kašnjenja (sec/voz)	Razina usluge (LOS)	Max. prosječno vrijeme kašnjenja (sec/voz)	Razina usluge (LOS)
	Sidra Intersection		PTV Vissim		Sidra Intersection		PTV Vissim	
	Postojeće stanje				Varijanta 2			
Raskrižje 1	29,7	C	53,35	D	25	C	46,33	D
Raskrižje 2	/	/	/	/	25,2	C	46,65	D
Raskrižje 3	64	E	144,18	F	25,1	C	28,09	C
Raskrižje 4	/	/	/	/	9,9	B	24,85	C
Raskrižje 5	61	D	243,77	F	15,6	B	32,22	C

Usporedna analiza prosječnog vremena kašnjenja i razine usluge izrađena je u tablici iznad. Ako se gleda razina usluge na postojećem stanju i s primjenom varijante 2, vidljivo je da se na svakom raskrižju razina usluge poboljšala za jednu razinu ili ostala na istoj razini usluge. Nakon primjene varijante 2 prema programskom alatu Sidra Intersection razine usluge raskrižja su B i C. Na raskrižju 1, razina usluge C je ostala jednaka kao i na postojećem raskrižju s razlikom od 4,7 sec/voz. Raskrižje 3 se poboljšalo s razine E na razinu C sa smanjenjem prosječnog vremena kašnjenja od 38,9 sec/voz. Za 45,4 sec/voz se smanjilo prosječno vrijeme kašnjenja na raskrižju 5, te se razina usluge povećala s D na B. Prema programskom alatu PTV Vissim razine usluge nakon primjene varijante 1 su C i D. Razina usluge na raskrižju 1 ostala je ista - LOS D s razlikom u prosječnom vremenu kašnjenja od 7,02 sec/voz. Raskrižje 3 poboljšalo se s razine F na razinu C sa smanjenjem prosječnog vremena kašnjenja od 116,09 sec/voz. Za 211,55 sec/voz se smanjilo prosječno vrijeme kašnjenja na raskrižju 5, te se razina usluge povećala s F na C. Grafički prikaz opisanih podataka iz tablice nalazi se na grafikonu ispod.



Grafikon 2 Prikaz prosječnog vremena kašnjenja na postojećem stanju i nakon primjene varijante 2

6. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu provedena je analiza postojećeg stanja ulice Josipa Jurja Strossmayera s pet najopterećenijih semaforiziranih raskrižja kako bi se mogla izvršiti optimizacija prometnih tokova koja je ujedno i cilj ovog diplomskog rada. Analizom postojećeg stanja utvrđeni su nedostaci od kojih je najvažnije napomenuti neadekvatno upravljanje prometnih tokova, odnosno neprilagođeni signalni plan realnoj situaciji na analiziranoj dionici. Analizom signalnih planova raskrižja utvrđeno je da su na dva od pet raskrižja u nizu postavljeni senzori koji omogućuju adaptivno upravljanje prometnih tokova, što ne daje dobre rezultate jer je na preostala tri semafora fiksiran signalni plan kroz cijelo razdoblje u danu. Na raskrižju 2 i 4 postavljeni su senzori koji detektiraju nailazak vozila u zonu raskrižja, te tako zagušuju glavni prometni tok s obzirom na neprilagođeno trajanje zelenog svjetla na sporednim privozima u vrijeme vršnog sata. Uz neprilagođeno trajanje zelenog svjetla, pojavljuje se problem na dionici s povećanim repom čekanja s obzirom na to da se raskrižje 1 i raskrižje 2 nalaze na vrlo maloj udaljenosti, kao i raskrižja 3, 4 i 5. Problematika raskrižja 5 postoji zbog približno jednakog prometnog opterećenja na glavnom smjeru i istočnom privozu na sporednom smjeru. Vozila ostaju u raskrižju u zoni svakog analiziranog raskrižja što smanjuje sigurnost sudionika u prometu.

Uz analizu postojećeg stanja signalnih planova, izvršeno je i brojanje prometa u vršnom jutarnjem i popodnevnom satu. Na temelju podataka iz popodnevnog vršnog sata, napravljene su simulacije postojećeg stanja u programskim alatima Sidra Intersection i PTV Vissim. Prema programskom alatu Sidra Intersection, na raskrižju 1 pojavljuje se LOS C, na raskrižju 3 LOS E, a raskrižje 5 ima D razinu usluge. Ipak, programski alat PTV Vissim daje realnije podatke o razinama usluge na postojećem stanju, kao što su LOS E na raskrižju 1, LOS F na raskrižjima 3 i 5.

Predložene su tri varijante rješenja bez rekonstrukcije raskrižja ili određenih projektno – oblikovnih elemenata analizirane ulice. Varijantama rješenja se postiže optimizacija prometnih tokova smanjenjem prometnog opterećenja, preusmjeravanjem vozila na druge prometne pravce, zabranom kretanja vozila, ali i optimizacijom signalnih planova raskrižja. Varijante rješenja su sljedeće:

- Varijanta 1 – Optimizacija signalnih planova analiziranih raskrižja

- Varijanta 2 – Zabrana prometa na „Starom mostu“ i zabrana prometovanja teških vozila u ulici J. J. Strossmayera uz optimizaciju signalnih planova raskrižja
- Varijanta 3 – Izgradnja alternativnog prometnog pravca

Odabir optimalne varijante izvršio se na temelju ulaznih podataka, simuliranjem modela u programskim alatima Sidra Intersection i PTV Vissim, te analizom izlaznih podataka nakon primjene varijanti rješenja. Varijante su poredane redosljedom od najlakše primjenjive do one najteže primjenjive i izvedive. Varijante 1 i 2 daju približno iste izlazne podatke, odnosno poboljšavaju razinu usluge i smanjuju prosječno vrijeme kašnjenja vozila. Stoga se slijedno predlaže primjena varijante 1, optimizacija signalnih planova analiziranih raskrižja kako bi se postigli bolji rezultati u vrednovanju prometnih tokova. Nakon prethodne pripreme za zabranu prometa na „Starom mostu“ predlaže se primjena i varijante 2, kako bi se očuvao most koji ima kulturno povijesni značaj u gradu Sisku, ali bi se i tako poticao biciklistički i promet pješaka jer bi „Stari most“ bio mjesto na kojemu bi se primijenila biciklistička i pješačka infrastruktura. Uz zabranu prometa na „Starom mostu“ predložena je i zabrana prometovanja teških vozila, kojom bi se teška teretna vozila preusmjerila na druge prometne pravce. Nakon zabrana prometovanja, potrebno je i prilagoditi signalni plan na raskrižju 5 koje bi iz četverokrakog postalo trokrako raskrižje, te bi se riješila problematika navedenog raskrižja. Varijanta 3 je prijedlog rješenja koje bi u budućnosti omogućilo smanjenje vremena putovanja vozila koja putuju prema gradu Zagrebu, jer je trenutno za takva putovanja najopterećenija ulica J. J. Strossmayera. Varijanta 3 bi zahtijevala veća financijska sredstva za realizaciju, stoga se predlaže primjena varijante 1 ili varijante 2.

LITERATURA

- [1] Prostorni plan uređenja grada Siska; <https://sisak.hr/prostorni-plan-uredenja-grad-a-siska/> (Pristupljeno: lipanj 2020.)
- [2] Generalni urbanistički plan grada Siska; <https://sisak.hr/generalni-urbanisticki-plan-grad-a-siska/> (Pristupljeno: lipanj 2020.)
- [3] Strategija razvoja Grada Siska od 2015. – 2020.
- [4] Strategija kulturnog razvoja Grada Siska 2019. – 2024.
- [5] Projekt izrade plana održive urbane mobilnosti Grada Siska (SUMP)
- [6] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa NN 110/2001
- [7] Pravilnik o autobusnim stajalištima NN 119/2007
- [8] Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi NN 28/2016
- [9] <https://www.google.com/maps>, (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [10] <https://geoportal.dgu.hr/>, (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [11] <https://sisak.hr/>, (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [12] <https://hrvatske-ceste.hr/>, (Pristupljeno: kolovoz 2020.)
- [13] Legac, I.: Cestovne prometnice I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
- [14] Novačko, L., Pilko, H.: Cestovne prometnice II - Upute za auditorne vježbe i seminarski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [15] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2008.
- [16] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 92/2019
- [17] Zakon o cestama, NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19

Popis slika

Slika 1 Prostorni plan uređenja grada Siska – Infrastrukturni sustavi	5
Slika 2 Glavni prometni pravci na području Sisačko – moslavačke županije	10
Slika 3 Zona obuhvata.....	16
Slika 4 Položaj analiziranih raskrižja u ulici J.J. Strossmayera.....	17
Slika 5 Razine usluge na postojećem stanju raskrižja 1, 3 i 5, Sidra Intersection	18
Slika 6 Četverokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja	20
Slika 7 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja, AutoCAD	21
Slika 8 Prometno opterećenje raskrižja 1 u periodu od 7:00 – 8:00, 30.7.2020.	25
Slika 9 Prometno opterećenje raskrižja 1 u periodu od 15:00 – 16:00, 30.7.2020.	25
Slika 10 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja.....	26
Slika 11 Signalni plan raskrižja broj 1	27
Slika 12 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1, Sidra Intersection	28
Slika 13 Tablični prikaz podataka postojećeg stanja raskrižja 1, PTV Vissim.....	29
Slika 14 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1, PTV Vissim	29
Slika 15 Trokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica	30
Slika 16 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica, AutoCAD.....	31
Slika 17 Prometno opterećenje raskrižja 2 u periodu od 7:00 – 8:00, 30.7.2020.	34
Slika 18 Prometno opterećenje raskrižja 2 u periodu od 15:00 – 16:00, 30.7.2020.	34
Slika 19 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Vinogradska ulica	35
Slika 20 Četverokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića	36

Slika 21 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića, AutoCAD	37
Slika 22 Prometno opterećenje raskrižja 3 u periodu od 7:00 – 8:00, 29.7.2020.	41
Slika 23 Prometno opterećenje raskrižja 3 u periodu od 15:00 – 16:00, 29.7.2020.	41
Slika 24 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Ivana Gundulića – Ulica Ivana Mažuranića	42
Slika 25 Signalni plan raskrižja broj 3	43
Slika 26 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3, Sidra Intersection	44
Slika 27 Tablični prikaz podataka postojećeg stanja raskrižja 3, PTV Vissim.....	45
Slika 28 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3, PTV Vissim	45
Slika 29 Trokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana.....	46
Slika 30 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana, AutoCAD	47
Slika 31 Prometno opterećenje raskrižja 4 u periodu od 7:00 – 8:00, 29.7.2020.	50
Slika 32 Prometno opterećenje raskrižja 4 u periodu od 15:00 – 16:00, 29.7.2020.	50
Slika 33 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Ulica Hrvatskih domobrana	51
Slika 34 Četverokrako semaforizirano raskrižje J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica	52
Slika 35 Skica raskrižja J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica, AutoCAD.....	53
Slika 36 Prometno opterećenje raskrižja 5 u periodu od 7:00 – 8:00, 29.7.2020.	56
Slika 37 Prometno opterećenje raskrižja 5 u periodu od 15:00 – 16:00, 29.7.2020.	57
Slika 38 Južni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica	57
Slika 39 Signalni plan raskrižja broj 5	58
Slika 40 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5, Sidra Intersection	59
Slika 41 Istočni privoz raskrižja J. J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica.....	60
Slika 42 Tablični prikaz podataka postojećeg stanja raskrižja 5, PTV Vissim.....	60

Slika 43 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5, PTV Vissim	61
Slika 44 Faze signalnog plana raskrižja 1 – Varijanta 1, Sidra Intersection	63
Slika 45 Signalni plan raskrižja 1 – Varijanta 1, Sidra Intersection	64
Slika 46 Faze signalnog plana raskrižja 2 – Varijanta 1, Sidra Intersection	65
Slika 47 Signalni plan raskrižja 2 – Varijanta 1, Sidra Intersection	66
Slika 48 Faze signalnog plana raskrižja 3 – Varijanta 1, Sidra Intersection	67
Slika 49 Signalni plan raskrižja 3 – Varijanta 1, Sidra Intersection	68
Slika 50 Faze signalnog plana raskrižja 4 – Varijanta 1, Sidra Intersection	69
Slika 51 Signalni plan raskrižja 4 – Varijanta 1, Sidra Intersection	70
Slika 52 Faze signalnog plana raskrižja 5 – Varijanta 1, Sidra Intersection	71
Slika 53 Signalni plan raskrižja 5 – Varijanta 1, Sidra Intersection	72
Slika 54 Shematski prikaz varijante 2	73
Slika 55 Faze signalnog plana raskrižja 5 – Varijanta 2, Sidra Intersection	74
Slika 56 Signalni plan raskrižja 5 – Varijanta 2, Sidra Intersection	75
Slika 57 Shematski prikaz varijante 3	76
Slika 58 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection.....	78
Slika 59 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 2 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection.....	79
Slika 60 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection.....	80
Slika 61 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 4 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection.....	81
Slika 62 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection.....	82
Slika 63 Razine usluge analizirane dionice DC37 nakon primjene varijante 1, Sidra Intersection	83

Slika 64 Tablični prikaz podataka raskrižja 1 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	84
Slika 65 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	84
Slika 66 Tablični prikaz podataka raskrižja 2 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	85
Slika 67 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 2 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	85
Slika 68 Tablični prikaz podataka raskrižja 3 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	86
Slika 69 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	86
Slika 70 Tablični prikaz podataka raskrižja 4 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	87
Slika 71 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 4 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	87
Slika 72 Tablični prikaz podataka raskrižja 5 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	88
Slika 73 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5 nakon primjene varijante 1, PTV Vissim	88
Slika 74 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection.....	91
Slika 75 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 2 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection.....	92
Slika 76 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection.....	93
Slika 77 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 4 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection.....	94
Slika 78 Prosječno vrijeme kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection.....	95
Slika 79 Razine usluge analizirane dionice DC37 nakon primjene varijante 2, Sidra Intersection	96
Slika 80 Tablični prikaz podataka raskrižja 1 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	97
Slika 81 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 1 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	97
Slika 82 Tablični prikaz podataka raskrižja 2 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	98

Slika 83 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 2 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	98
Slika 84 Tablični prikaz podataka raskrižja 3 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	99
Slika 85 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 3 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	99
Slika 86 Tablični prikaz podataka raskrižja 4 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	100
Slika 87 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 4 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	100
Slika 88 Tablični prikaz podataka raskrižja 5 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	100
Slika 89 Grafički prikaz vremena kašnjenja po smjeru kretanja vozila za raskrižje 5 nakon primjene varijante 2, PTV Vissim	101

Popis tablica

Tablica 1 Razina usluge semaforiziranog raskrižja prema HCM – u odnosu na prosječno vrijeme kašnjenja.....	19
Tablica 2 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - sjeverni privoz ujutro	22
Tablica 3 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - južni privoz ujutro	22
Tablica 4 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - istočni privoz ujutro	22
Tablica 5 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - zapadni privoz ujutro	23
Tablica 6 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - sjeverni privoz popodne	23
Tablica 7 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - južni privoz popodne.....	23
Tablica 8 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - istočni privoz popodne	24
Tablica 9 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana – Aleja narodnih heroja - zapadni privoz popodne	24
Tablica 10 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - sjeverni privoz ujutro	32
Tablica 11 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - južni privoz ujutro	32
Tablica 12 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - istočni privoz ujutro	32
Tablica 13 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - sjeverni privoz popodne.....	33
Tablica 14 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - južni privoz popodne.....	33
Tablica 15 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Vinogradska ulica - istočni privoz popodne.....	33
Tablica 16 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - sjeverni privoz ujutro	38

Tablica 17 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - južni privoz ujutro	38
Tablica 18 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - istočni privoz ujutro	38
Tablica 19 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - zapadni privoz ujutro	39
Tablica 20 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - sjeverni privoz popodne	39
Tablica 21 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - južni privoz popodne.....	39
Tablica 22 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - istočni privoz popodne	40
Tablica 23 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. I. Gundulića – Ul. I. Mažuranića - zapadni privoz popodne	40
Tablica 24 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - sjeverni privoz ujutro	47
Tablica 25 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - južni privoz ujutro	48
Tablica 26 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - zapadni privoz ujutro.....	48
Tablica 27 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - sjeverni privoz popodne	48
Tablica 28 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - južni privoz popodne	49
Tablica 29 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Ul. Hrvatskih domobrana - zapadni privoz popodne	49
Tablica 30 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - sjeverni privoz ujutro	53
Tablica 31 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - južni privoz ujutro.....	54
Tablica 32 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - istočni privoz ujutro	54
Tablica 33 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica	

- zapadni privoz ujutro	54
Tablica 34 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - sjeverni privoz popodne	55
Tablica 35 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - južni privoz popodne.....	55
Tablica 36 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera – Keltska ulica – Žitna ulica - istočni privoz popodne	55
Tablica 37 Podaci o brojanju prometa raskrižja Ul. J.J. Strossmayera - Keltska ulica – Žitna ulica - zapadni privoz popodne	55
Tablica 38 Usporedna analiza postojećeg stanja raskrižja i varijante 1	89
Tablica 39 Usporedna analiza postojećeg stanja raskrižja i varijante 2	102

Popis grafikona

Grafikon 1 Prikaz prosječnog vremena kašnjenja na postojećem stanju i nakon primjene varijante 1	90
Grafikon 2 Prikaz prosječnog vremena kašnjenja na postojećem stanju i nakon primjene varijante 2.....	103

Popis priloga

Prilog 1. Prikaz postojećeg stanja ulice Josipa Jurja Strossmayera u AutoCAD-u – dio 1
Prilog 2. Prikaz postojećeg stanja ulice Josipa Jurja Strossmayera u AutoCAD-u – dio 2



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

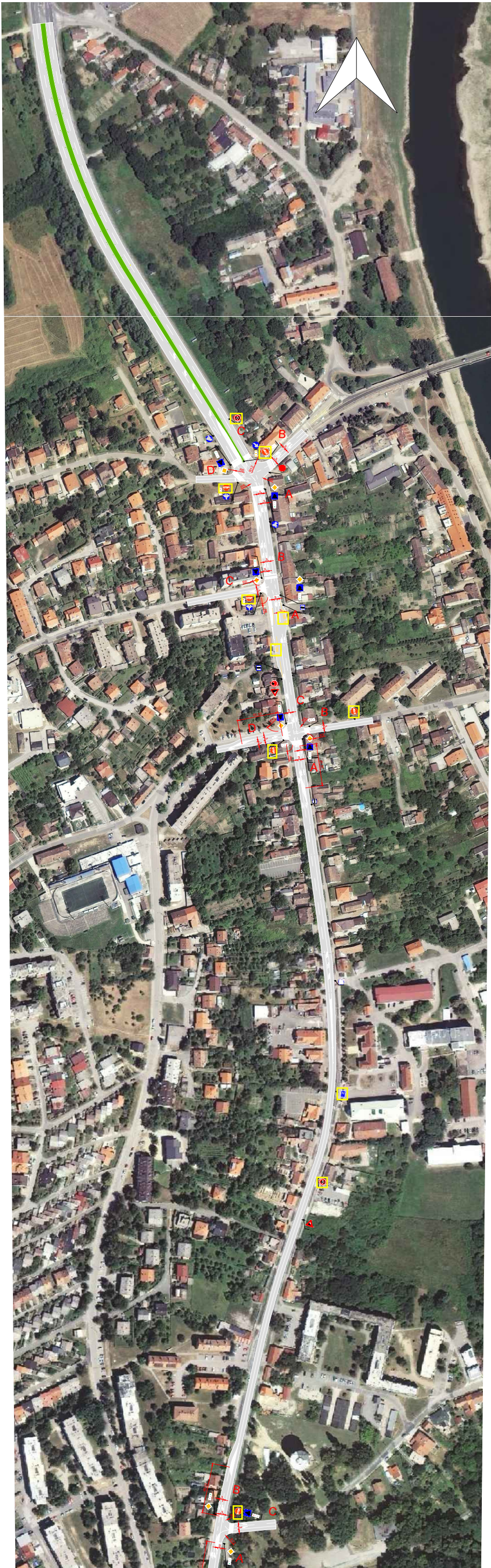
DIPLOMSKI RAD

PRILOG 1. POSTOJEĆE STANJE ULICE JOSIPA JURJA
STROSSMAYERA - DIO 1

MARIJA VIDAKOVIĆ, 0135244137

M 1:4000

AKADEMSKA GODINA 2019./2020.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

PRILOG 2. POSTOJEĆE STANJE ULICE JOSIPA JURJA
STROSSMAYERA - DIO 2

MARIJA VIDAKOVIĆ, 0135244137

M 1:4000

AKADEMSKA GODINA 2019./2020.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad

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

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

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

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

pod naslovom **ANALIZA S PRIJEDLOGOM OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA**

U ULICI JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U SISKU

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

Student/ica:

U Zagrebu, _____ 17-09-20 _____

(potpis)