Prijedlog prometnog uređenja glavnih prometnica četvrti Belafuža u Zadru

Barišić, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:384691

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Marko Barišić

PRIJEDLOG PROMETNOG UREĐENJA GLAVNIH PROMETNICA ČETVRTI BELAFUŽA U ZADRU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

PRIJEDLOG PROMETNOG UREĐENJA GLAVNIH PROMETNICA ČETVRTI BELAFUŽA U ZADRU

PROPOSAL OF THE TRAFFIC PLANNING OF THE MAIN ROADS IN THE ZADAR DISTRICT OF BELAFUŽA

Mentor: dr. sc. Marko Šoštarić
Student: Marko Barišić, 0135239983

Zagreb, 2017.

Sadržaj

1. Uvod..... 1
2. Analiza postojećeg stanja..... 2
2.1. Zona obuhvata..... 2
2.2. Analiza prometne infrastrukture..... 3
2.2.1. Raskrižja u razini..... 3
2.2.1.1. Projektiranje raskrižja u razini..... 5
2.2.1.2. Prometne radnje u raskrižju..... 6
2.2.1.3. Analiza raskrižja u zoni obuhvata..... 8
2.2.2. Autobusna stajališta..... 14
2.3. Analiza sigurnosti..... 17
2.3.1. Analiza prometnih nesreća..... 17
2.3.2. Utjecaj prometnih konflikata na sigurnost..... 25
2.4. Analiza prometnih tokova..... 28
2.4.1. Brojanje prometa..... 28
2.4.2. Rezultati analize ručnog brojanja prometa..... 32
2.4.2.1. Rezultati analize za mjesec travanj..... 36
2.4.2.2. Rezultati analize za mjesec kolovoz..... 45
2.5. Simulacija sadašnjeg stanja u programu Vissim..... 54
3. Prijedlozi rješenja..... 60
3.1. Prijedlog prometnog uređenja..... 61
3.2. Prometni konflikti i regulacija tokova prijedloga..... 63
3.3. Proračun razine usluge..... 67
3.4. Opis prometno-tehničkog projekta za semaforizaciju prvog raskrižja..... 77
3.5. Proračun signalnog plana i razine usluge rješenja prometno-tehničkog projekta..... 78
3.6. Prognoza prometa za 10 godina..... 90
3.5. Simulacija prijedloga uređenja u programu Vissim..... 93
4. Analiza troškova izgradnje prometnog uređenja..... 96
5. Zaključak..... 102
Popis kratica..... 104
Popis literature..... 105
Popis ilustracija..... 106
Prilozi..... 107

PRIJEDLOG PROMETNOG UREĐENJA GLAVNIH PROMETNICA ČETVRTI BELAFUŽA U ZADRU

SAŽETAK

Uočeni su nedostaci prometne ponude na glavnim prometnicama četvrti Belafuža u Zadru. U svrhu njezinog rješavanja najprije se radila analiza postojećeg stanja koja sadrži analizu prometne infrastrukture, sigurnosti i prometnih tokova. Analiza je pokazala nužnost rekonstrukcije infrastrukture i preraspodjele prometnih tokova. Bitan element u analizi prometnih tokova jest brojanje prometa koje se obavilo u sezonskom i izvansezonskom razdoblju. Temeljem rezultata provedenih analiza kreirano je novo idejno prometno rješenje glavnih prometnica četvrti Belafuža u Zadru. Prijedlog rješenja sadrži izgradnju dvaju raskrižja s kružnim tokom prometa propusne moći od 20 000 vozila po danu uz pretvaranje triju dvosmjernih ulica u tri jednosmjerne ulice.

Novo prometno rješenje će smanjiti vrijeme čekanja na sporednim privozima, spriječiti zabranjena skretanja vozila preko pune bijele crte, povećati razinu uslužnosti, protočnost i sigurnost vozila zbog smanjivanja prometnih konflikata i brzine u raskrižju te riješiti problem nedostatka nogostupa za sigurno odvajanje pješaka od motoriziranog prometa. Prijedlog rješenja se uspoređivao i sa semaforskim rješenjem iz prometno-tehničkog projekta za sjeverni dio zone obuhvata i rezultati proračuna pokazuju da je prijedlog rješenja ovog rada povoljnija varijanta. Prijedlog rješenja je provjeren i simuliran pomoću mikrosimulacijskog alata PTV Vissim. Izrađena je i analiza troškova koja detaljno prikazuje novčane iznose troškova projektiranja i izgradnje.

KLJUČNE RIJEČI: prijedlog rješenja; analiza postojećeg stanja; brojanje prometa; razina usluge

PROPOSAL OF THE TRAFFIC PLANNING OF THE MAIN ROADS IN THE ZADAR DISTRICT OF BELAFUŽA

SUMMARY

The lack of traffic supply on the main roads in the Zadar district of Belafuža has been noticed. The first step taken with the purpose of solving the lack of traffic supply was an analysis of the existing situation. Aforementioned analysis contains an analysis of the traffic infrastructure, safety, and traffic flows. Analysis showed the necessity to rebuild the traffic infrastructure and to put new regulation of traffic flows. An essential element in the analysis of traffic flows is traffic counting that has taken place in the high season and low season. A conceptual solution to the main roads in district of Belafuža has been designed, based on the results of the analysis. The proposed solution includes the construction of two roundabouts with capacity of 20,000 vehicles per day, with the conversion of three two-way streets into three one-way streets.

The new traffic solution will reduce waiting times on the side driveways, prevent prohibited turns of vehicles across the solid white line, increase the level of service, traffic flow and vehicle security, due to reduction of traffic conflicts and speed in the intersection. It will also solve the problematic lack of sidewalks for safe separation of pedestrians from motorized traffic. The proposed solution has been compared with the traffic light solution from an existing traffic-technical project that covers the northern part of the area. The results of the estimate show that the solution proposed in this thesis provides a more favourable option. The proposed solution has been tested and simulated using a microsimulation tool PTV Vissim. A cost analysis that gives a detailed expense of the planning and construction process has also been made.

KEYWORDS: proposed solution; analysis of the existing situation; traffic counting; level of service

1. UVOD

Prometno inženjerstvo je disciplina koja se bavi pronalaskom boljeg rješenja za trenutno stanje u prometu. U skladu s time, tema ovoga rada je „Prijedlog prometnog uređenja glavnih prometnica četvrti Belafuža u Zadru“, što sugerira da su uočeni prometni nedostaci postojećeg stanja na tom području ili zoni obuhvata, i da će se predložiti rješenja koja će optimizirati stanje prometa.

U prvom dijelu rada analizira se postojeće stanje koje obuhvaća infrastrukturu, sigurnost i prometne tokove. U sklopu infrastrukture radila se vizualna analiza općeg stanja na fotografijama svih elemenata prometnice i raskrižja, posebice prometne signalizacije i opreme. Analiza sigurnosti temelji se na broju i vrstama prometnih nesreća. Time se utvrđuje jesu li prometnice opasne za sigurnost i jesu li tzv. „crna točka“. Bitan element u analizi postojećeg stanja jest brojanje prometa koje će definirati ponašanje prometnih tokova u mreži. Radilo se izvansezonsko i sezonsko ručno brojanje prometa da bi se uočila razlika u intenzitetu i kretanju prometnih tokova.

Drugi dio obrađuje prijedlog prometnog uređenja koji je osmišljen temeljem rezultata analize postojećeg stanja i suvremenih metoda prometnog planiranja i projektiranja. Sadrži mjere i zahvate na području obuhvata kojima je moguće unaprijediti stanje prometnog sustava. Postupak provjere osmišljenog prijedloga proveden je analiziranjem broja prometnih konflikata, s naglaskom na njihovu brojnost, jer oni negativno utječu na protočnost i sigurnost prometnog toka. Zatim se definirala kvaliteta prometne ponude pomoću proračuna razine uslužnosti prijedloga rješenja razrađenog u radu i rješenja prometno-tehničkog projekta koji je izrađen za potrebe Gradske uprave. Njima se mogu dokazati u kolikoj je mjeri prijedlog prometnog uređenja bolje rješenje u odnosu na postojeće stanje.

Sljedeći dio bavi se analizom troškova izgradnje prijedloga prometnog rješenja, odnosno definiranjem visina troškova projektiranja i radova na izgradnji utvrđenoj prijedlogom prometnog rješenja. A u zadnjem dijelu diplomskog rada iznosi se zaključak o najbitnijim tezama i prednostima implementacije prijedloga prometnog uređenja.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Analiza postojećeg stanja podrazumijeva definiranje općega trenutnog stanja u prometu na području analize, odnosno u zoni obuhvata. U ovom poglavlju, definirat će se granice zone obuhvata, analizirat će se prometna infrastruktura, sigurnost s naglaskom na prometne nesreće i konfliktne točke postojećeg stanja, i sezonsko-izvansezonsku analizu prometnih tokova.

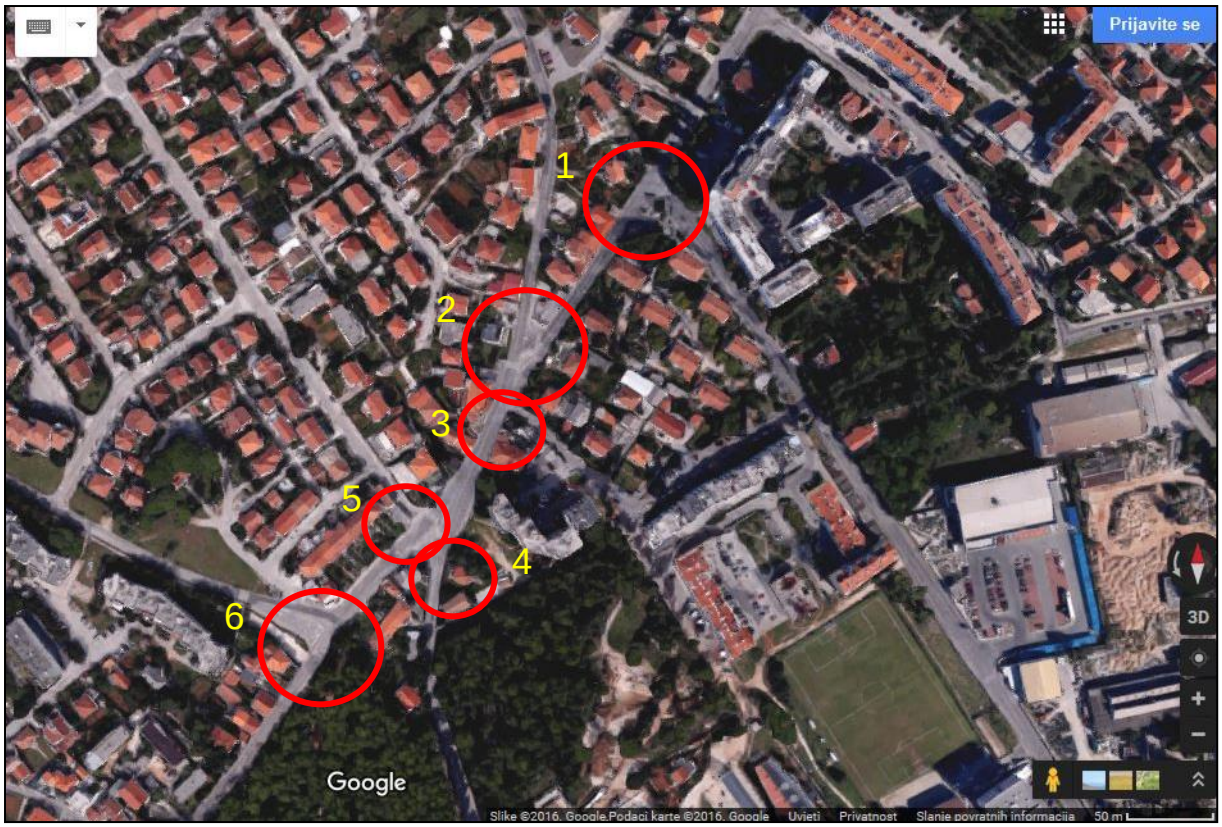
2.1. Zona obuhvata

Zona obuhvata obuhvaća jedne od glavnih prometnica u gradu Zadru koje spajaju sjeverne prigradske četvrti s centrom, autobusnim kolodvorom i trajektnom lukom Gaženica na drugom dijelu grada. Također, osim gradskog prometa, obavlja funkciju prigradskog prometa jer je glavna poveznica centra grada sa susjednim primorskim naseljima na njegovom sjeveru.

U procesu prometnog uređenja bitno je provoditi analizu postojećeg stanja u zoni obuhvata koja zahvaća područje od šest raskrižja u zadarskoj četvrti Belafuža:

- Raskrižje 1 - križanje Put Bokanjca i Benka Benkovića
- Raskrižje 2 - križanje Put Nina i Put Bokanjca
- Raskrižje 3 - križanje Put Nina i Ive Senjanina
- Raskrižje 4 - križanje Ivana Meštrovića i Franje Tuđmana
- Raskrižje 5 - križanje Ivana Meštrovića i Ivana Zajca
- Raskrižje 6 - križanje Ivana Meštrovića i Ivana Gundulića

Svako raskrižje prikazano je i označeno ispod na slici 1. crvenim kružićem s pripadajućim žutim brojem. Sva su ta raskrižja susjedna, funkcioniraju zajedno i tvore jednu makrolokaciju.



Slika 1. Prikaz zone obuhvata

Izvor: [1]

2.2. Analiza prometne infrastrukture

2.2.1. Raskrižja u razini

Raskrižja su točke u cestovnoj mreži u kojima se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Cestovna raskrižja u mreži javnih cesta umnogome određuju stupanj sigurnosti i propusne moći cjelovitog prometnog sustava. Za raskrižja u razini mjerodavna su razrješenja kolizijskih točaka pri operacijama križanja i lijevih skretanja. U procesu planiranja koje prethodi projektiranju potrebno je utvrditi opravdanost primjene određenog tipa raskrižja.

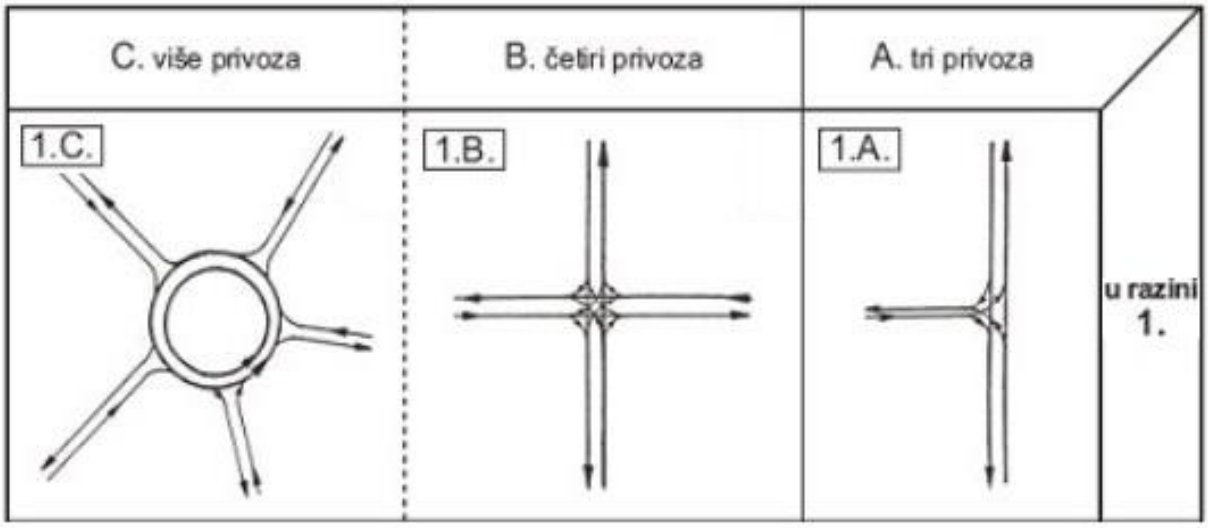
Osnovni čimbenici za odabir raskrižja:

- zahtijevana propusna moć
- sigurnost prometa
- značajke prometa i privoza
- prisutnost nemotoriziranog prometa
- obilježja terena i okoliša
- geometrijski odnosi privoza
- brzine vožnje
- preglednost
- struktura i navike vozača

Podjela raskrižja u razini				
Prema načinu uređenja:	Prema broju privoza:	Prema mogućnosti kretanja:	Prema kutu križanja:	Prema simetričnosti raskrižja:
Nekanalizirana	s tri privoza (Y i T-raskrižja)	Potpuna	pravokutna	s točkom simetrije
Kanalizana	s četiri privoza	Nepotpuna	kosokutna	s crtom simetrije
	s više privoza			nesimetrična raskrižja

Tablica 1. Podjela raskrižja u razini

Izvor: [2]



Slika 2. Shematski prikaz podjele raskrižja u razini prema broju privoza, [3]

2.2.1.1. Projektiranje raskrižja u razini

Projektiranje je proces kreiranja rješenja od osnovne zamisli do potpunog definiranja funkcionalnog rješenja koje zadovoljava postavljene zahtjeve.

Nesemaforizirana raskrižja u razini su najučestalija raskrižja u cjelokupnom cestovnom sustavu, i njihovo je koncipiranje vrlo bitno za ostvarenje zadovoljavajuće razine usluge na cestovnoj mreži. Kada nesemaforizirano raskrižje u razini prestane adekvatno poslužiti prometnu potražnju, treba razmisliti o promjeni prometno-građevinskog rješenja raskrižja, odnosno o semaforizaciji ili izboru drugog tipa raskrižja.

Pri koncipiranju raskrižja neophodno je odrediti polazišta i parametre:

- uloga ili značenje privoznih cesta u mreži
- razmak raskrižja
- dopuštena brzina u raskrižju
- određivanje glavne ceste
- voznodinamički i geometrijski okviri
- propusna moć i sigurnost prometa

Učestalo postavljanje raskrižja smanjuje prometno-sigurnosnu vrijednost i kvalitetu odvijanja prometnih tokova. S druge strane, preveliki razmak dovodi do neravnomjernog i nepotrebnog opterećenja cestovne mreže.

Sva predmetna raskrižja nalaze se u zoni obuhvata u Zadru, odnosno u gradskom području, pa je zbog toga potrebno izmjeriti razmake između raskrižja i znati koji su najmanji dopušteni razmaci između njih.

Brzina u raskrižju V_k [km/h]	50	60	70	80	90	100
Razmaci raskrižja L_r [m]	140	170	205	235	270	300

Tablica 2. Najmanji razmaci raskrižja u razini u ovisnosti o brzini vožnje

Izvor: [4]

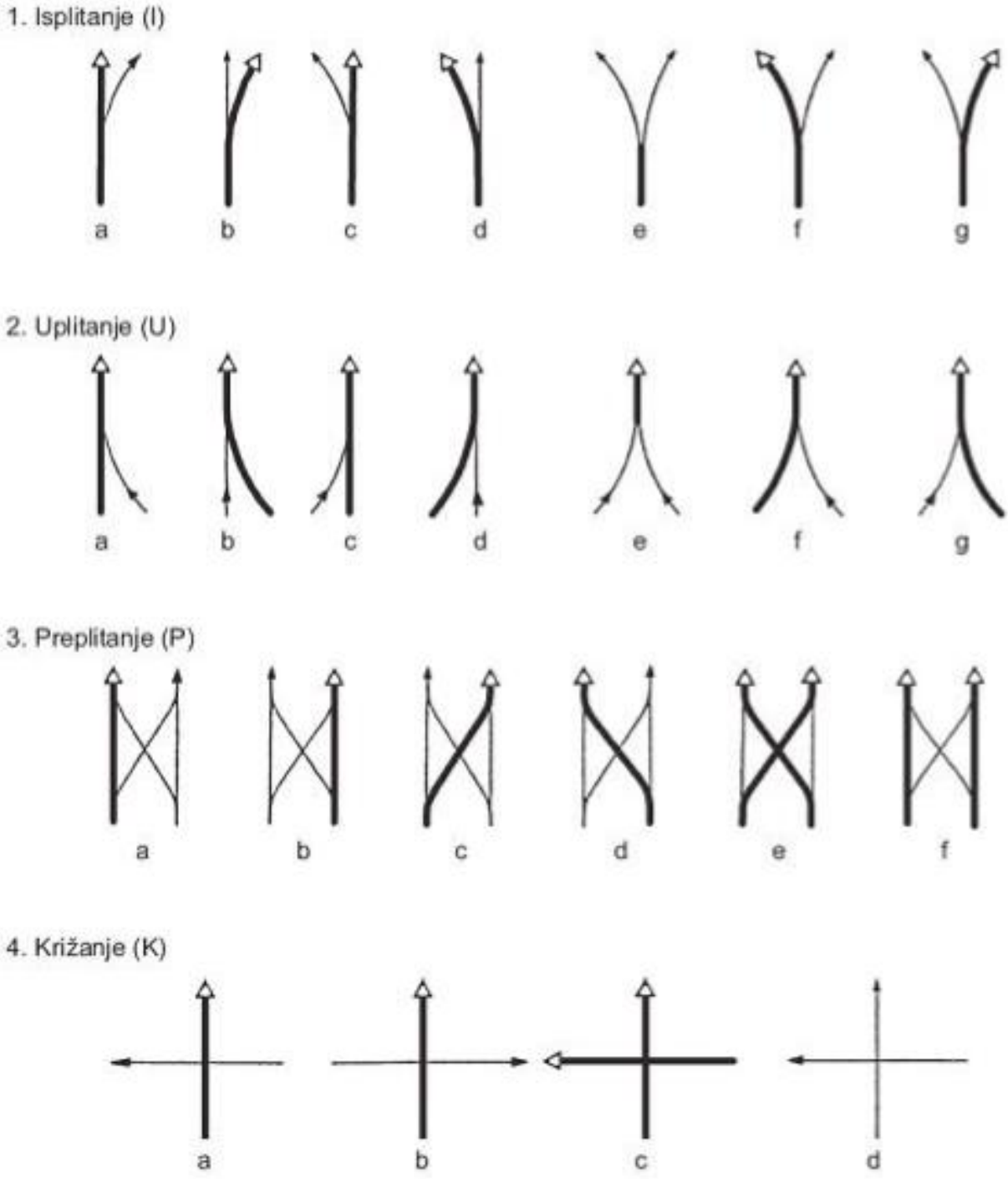
Najmanji dopušteni razmak raskrižja proizlazi neposredno iz oblikovno-tehničkih elemenata raskrižja, kao što su mjerodavne duljine trakova za skretanje ulijevo, duljina trakova s dominantnim prometom.

2.2.1.2. Prometne radnje u raskrižju

Osnovne prometne radnje koje uzrokuju konfliktne situacije različitih stupnjeva nastaju ponajprije zbog promjene smjera, ali i brzine jednog ili više vozila, a u području raskrižja mogu se izvoditi sljedeće prometne radnje:

- isplitanje – dijeljenje prometnih tokova
- uplitanje – sjedinjavanje prometnih tokova
- preplitanje – međusobna izmjena prometnih tokova
- križanje – međusobno presijecanje prometnih tokova

Pojedine prometne radnje treba pogledati i sa stajališta međusobnih odnosa cesta odnosno glavnog i sporednog toka.



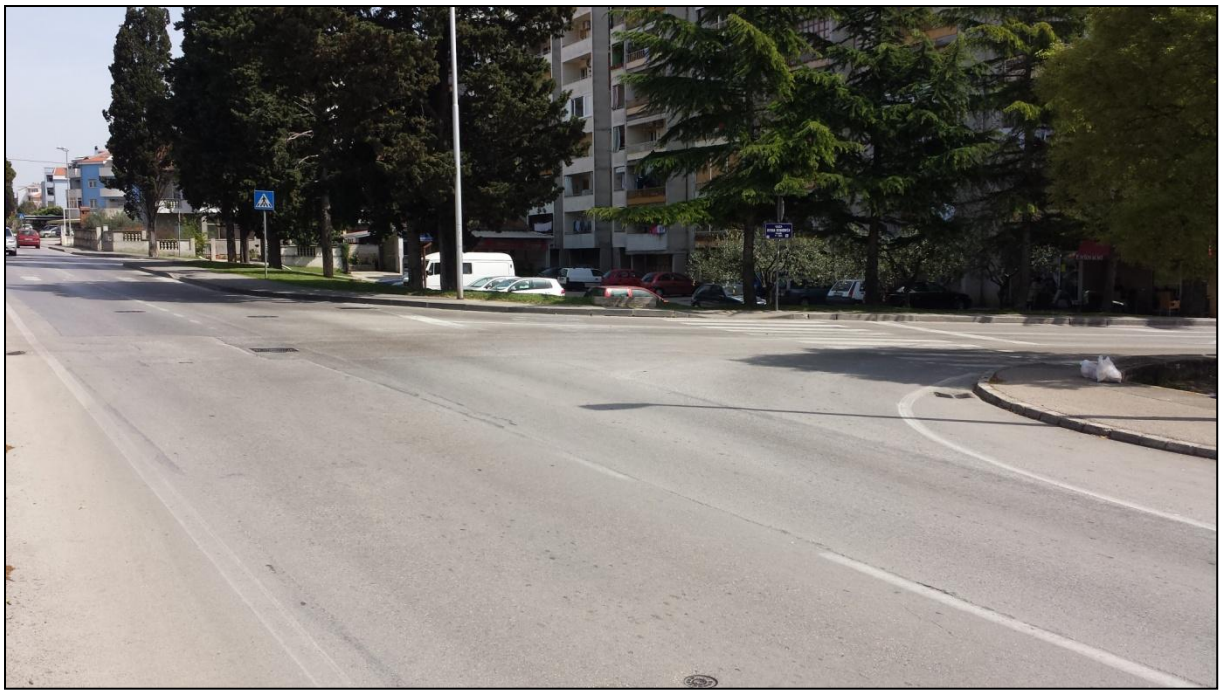
Slika 3. Vrste prometnih radnji, [5]

2.2.1.3. Analiza raskrižja u zoni obuhvata

Infrastrukturu cestovnog prometa grada čine sve vrste i kategorije cesta uključujući i cestovne objekte kao što su mostovi, nadvožnjaci i dr., zatim cestovna raskrižja, prometna signalizacija i parkirališne površine. Analiza prometne infrastrukture obuhvaća vizualnu analizu općeg stanja svih elemenata prometnice (kolnik, bankina, nogostup, biciklističke staze, rigoli...).

Prometna infrastruktura u zoni obuhvata je dosta oskudna. Nedostaju nogostupi za pješake na većini zone obuhvata, biciklističke staze za odvijanje biciklističkog prometa i parkirna mjesta uz rub kolnika. Pješaci hodaju uz rub kolnika koji je odvojen od prometnih trakova za motorizirani promet punom horizontalnom bijelom crtom. Time im je sigurnost ugrožena, pogotovo od naleta vozila koja se privremeno zaustavljaju. Kolnički zastor je starog načina izgradnje s manjim koeficijentom trenja od sadašnjih asfaltnih podloga, što ga, posebice u kišnim vremenskim uvjetima, čini vrlo skliskim.

Na slici 4. vidi se trenutno stanje na raskrižju 1 između Puta Bokanjca i Benka Benkovića, koji je klasični primjer T-raskrižja. Horizontalna i vertikalna preglednost je vrlo dobra jer ne postoji nikakav objekt u blizini križanja, a opremljenost raskrižja vertikalnom prometnom signalizacijom i gradskom rasvjetom je zadovoljavajuća. Može se vidjeti postojanje dvaju pješačkih prijelaza: jedan desno na sporednoj ulici Benka Benkovića i drugi kod prometnog znaka obavijesti „obilježen pješački prijelaz“ na Putu Bokanjca. Raskrižje se nalazi u blagom nagibu i kut kojim os sporednog smjera zatvara os glavnog smjera zadovoljavajući je i iznosi 70°, što ne smeta normalnom i poprilično sigurnom odvijanju svakodnevnog prometa.



Slika 4. Raskrižje 1

Izvor: [6]



Slika 5. Raskrižje 2

Izvor: [7]

Opremljenost infrastrukturom na raskrižju 2 između prometnica Put Nina i Put Bokanjca je zadovoljavajuća. Vozači motornih vozila mogu na vrijeme percipirati i procesuirati informacije s pojedinih prometnih znakova, bez obzira na njihovu snagu retrorefleksije, jer postoji dostatna gradska rasvjeta. Na kolniku je jasno vidljiva horizontalna prometna signalizacija i omogućuje vođenje prometnih tokova i prelazak pješaka preko dvaju pješačkih prijelaza na tom raskrižju. Ovo raskrižje se nalazi u blagom nagibu što ne ometa protok vozila. Velika zamjerka jest što nema nogostupa za pješake uz rubove. Detaljnom analizom prometnih tokova i sigurnosti kasnije u radu dokazat će se da je ovo raskrižje zajedno s raskrižjem 3 jako opasno jer su vozači, nažalost, primorani kršiti prometnu signalizaciju.



Slika 6. Raskrižje 3

Izvor: [8]

Raskrižje 3 također je klasičan primjer T-raskrižja i obuhvaća gradske ulice Put Nina i Ive Senjanina, a na slici 6. u ulici Ive Senjanina jasno je vidljivo postojanje prometnih znakova izričitih naredbi „obvezno zaustavljanje“ i „obvezan smjer“. Naime, u analizi prometnih tokova će se dokazati nepoštivanje prometnog znaka od strane vozača motornih vozila, i time ugrožavanje sigurnosti cjelokupnoga cestovnog prometa. Zajedno s tim, otežan je promet pješaka uz rub ulice jer ne postoji nikakav nogostup te zbog uskog kolnika koji jedva omogućuje mimoilaženje motornih vozila veličine osobnih automobila, a kamoli mješoviti promet. Propisano polje preglednosti je onemogućeno niskim raslinjem na privatnom dvorištu s lijeve i ogradom s desne strane. Horizontalna prometna signalizacija je jedva uočljiva i ne zadovoljava sigurnosne kriterije, a prometni znak „obvezno zaustavljanje“ se ne nalazi na neposrednom mjestu zaustavljanja, odnosno uz zaustavnu crtu.



Slika 7. Raskrižje 4

Izvor: [9]

Raskrižje 4 obuhvaća privoze ulica Ivana Meštrovića i Franje Tuđmana. Nalazi se u blagom nagibu što omogućuje brže uključenje vozila s ulice Ivana Meštrovića, ali malo usporava lijeve skretače zbog lakšeg uspona. Stoga su im potrebne veće vremenske praznine za uključenje u glavni prometni tok s prvenstvom prolaska. Svaka ulica je opremljena barem jednim nogostupom (nije baš vidljivo na slici 7), i prometnim otocima za odvijanje prometnih tokova na sporednoj ulici Ivana Meštrovića s pripadajućom horizontalnom i vertikalnom prometnom signalizacijom. Na mjestima obveznog zaustavljanja polje preglednosti je odlično, bez obzira na zid kod desnog skretanja sa sporedne ulice jer je promet tako reguliran, što bi bilo drugačije kada bi to skretanje bilo s prvenstvom prolaska.



Slika 8. Raskrižje 5

Izvor: [10]

Na ovom raskrižju, kao i na raskrižju 3, prometni znakovi „obvezno zaustavljanje“ i desni „obvezan smjer“ se ne nalaze prema propisu na neposrednom mjestu zaustavljanja. Naime, oni se nalaze dvadesetak metara od crte zaustavljanja. Razlog tome su objekti ili zidovi koji su izgrađeni na rubu kolnika i onemogućuju njihovo postavljanje na propisanom mjestu, kao i izgradnju nogostupa za pješake na tom potezu. Treba napomenuti da oni smanjuju širinu kolnika i otežavaju mimoilaženje vozila u oba smjera povećavajući vjerojatnosti za frontalni sudar i bočno zapinjanje vozila. Također, objekti s obje strane ulice Ivana Zajca sužavaju na minimum horizontalno polje preglednosti, koje time dodatno pridonosi povećanju vjerojatnosti za nastanak prometnih nesreća.



Slika 9. Raskrižje 6

Izvor: [11]

Zadnje od ukupno šest raskrižja u ovoj analizi prometne infrastrukture na makrorazini je raskrižje 6, ulica Ivana Meštrovića i Ivana Gundulića, također klasičan primjer T-raskrižja koje je prikazano iznad na slici 9. Horizontalna i vertikalna preglednost je vrlo dobra jer ne postoji nikakav objekt koji bi utjecao na polje preglednosti. Ugostiteljski objekt na kutu ne oduzima odnosno vrlo malo oduzima desnim skretačima polje preglednosti zato što ulica Ivana Gundulića lijevo zatvara veliki kut s ulicom Ivana Meštrovića. Opremljenost raskrižja vertikalnom prometnom signalizacijom je zadovoljavajuća što se može primjerice vidjeti lijevo znakom „stop“. Također, horizontalna prometna signalizacija je jasno vidljiva, izvedena prema pravilima struke i u funkciji gradskog prometa. Ovo je raskrižje dosta prostrano i pogodno za prenamjenu u raskrižje s kružnim tokom prometa.

2.2.2. Autobusna stajališta

Na ovoj makrolokaciji postoje dva autobusna stajališta, jedno za svaki smjer. Autobusno stajalište dio je prometne infrastrukture u tehnologiji prijevoza putnika i koristi se za ulazak i izlazak putnika iz vozila.

Funkcija stajališta je prihvat i otprema putnika, a u ovom slučaju nalaze se unutar naselja. Trebaju biti opremljena prostorom za putnike (nadstrešnica, klupa, koš za smeće), navedenim redom vožnje i tarifom[1]. Odabir najpovoljnijeg mjesta stajališta i ugibališta provodi se na temelju dvije skupine zahtjeva:

- tok prijevoza putnika (veličina toka, udaljenost među stajalištima)
- sigurnost putnika i ostalih sudionika u prometu (siguran ulazak i izlazak putnika iz vozila, siguran pristup stajalištu)

[1] Pravilnik o autobusnim stajalištima, Narodne novine br. 119/2007.



Slika 10. Autobusno stajalište „Melada“ smjer centar grada

Izvor: [12]

Autobusno stajalište „Melada“ se nalazi na linijama javnog gradskog prijevoza:

1. Dračevac – Petrići
2. Kolodvor – Mala pošta – Žmirići – Puntamika – Mala pošta – Kolodvor
3. Gradsko groblje – Kolodvor – Mala pošta – Bokanjac – Novo naselje

Frekvencija polazaka prve navedene gradske linije je svakih 40 minuta radnim danima, dok je nedjeljama i blagdanima svaka dva sata.

Frekvencija polazaka druge navedene gradske linije je svaki sat vremena radnim danima, dok nedjeljama i blagdanima linija ne prometuje.

Frekvencija polazaka treće navedene gradske linije je svakih pola sata radnim danima, dok je nedjeljama i blagdanima svaki sat. U ovoj liniji, autobus prolazi kroz stajalište „Melada“ dva puta u jednom obrtu.

Kombinirano kroz autobusno stajalište „Melada“ prolazi jedan autobus svakih 9 minuta u prosjeku. Nedjeljama i blagdanima, frekvencija prolazaka autobusa je svake 24 minute.

Na slici 10. se vidi da je autobusno stajalište djelomično opremljeno jer nedostaju red vožnje, nadstrešnica i klupa zbog uskog nogostupa. Pješački prijelaz omogućuje dovod putnika na stajalište.

Drugo autobusno stajalište u smjeru prigradskih naselja je u potpunosti opremljeno svim elementima uključujući prostor za zaustavljanje autobusa koji čine jedno autobusno stajalište, što je vidljivo ispod.



Slika 11. Autobusno stajalište „Melada“ prema prigradskim četvrtima

Izvor: [13]

2.3. Analiza sigurnosti

2.3.1. Analiza prometnih nesreća

Sigurnost je zasigurno jedan od najvažnijih elemenata prometnog sustava. Provjeravanje sigurnosti pojedinih dionica ceste se provodi analiziranjem prometnih nesreća koje su se dogodile. Analiziraju se okolnosti i broj prometnih nesreća s ciljem pronalaska boljeg prometno-tehničkog rješenja u svrhu povećanja sigurnosti na cestama.

Prometna nesreća je događaj na cesti u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili je izazvana materijalna šteta. Ona je u uzročnoj vezi s nizom čimbenika, objektivne i subjektivne prirode, koji dolaze do izražaja u vrlo kratkom vremenskom periodu na određenom mjestu, te su svi čimbenici u najužoj vezi.

Cesta je svaka javna površina na kojoj je moguće odvijanje prometa.

Materijalna šteta u prometnoj nesreći je šteta nastala na vozilima koja su sudjelovala u prometnoj nesreći ili na objektima, prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

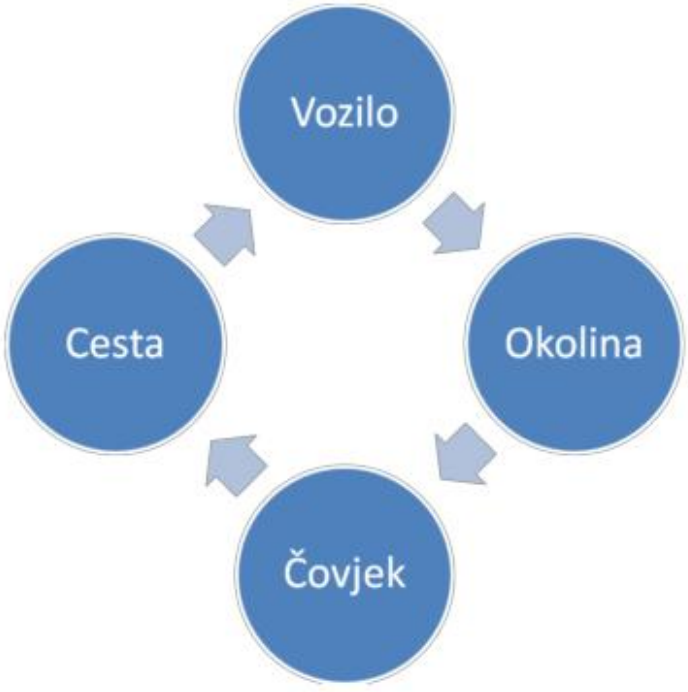
Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa:

1. Čovjek
    - brzina
    - pretjecanje i obilaženje
    - mimoilaženje
    - kretanje, skretanje i vožnja unatrag
    - oduzimanje prvenstva prolaza
    - strano kretanje
    - zaustavljanje i parkiranje
    - psihofizičko stanje vozača

- ostale greške vozača (nedovoljan razmak, naglo kočenje,...)
- pješaci
- greške putnika

2. Vozilo
    - tehničko stanje vozila
    - teret na vozilu
3. Cesta
    - nepreglednost kolnika
    - oprema ceste
    - stanje kolnika
    - niski koeficijent prianjanja
4. Čimbenik „Promet na cesti“
5. Incidentni čimbenik

Čimbenici čovjek, vozilo i cesta su sami po sebi razumljivi. Čimbenik „Promet na cesti“ podrazumijeva, naprimjer, utjecaj pravila kretanja prometa na cestama odnosno organizaciju prometa, upravljanje i kontrolu prometa. Incidentni čimbenik se pojavljuje neočekivano i nesistematski, a može znatno utjecati na prometnu nesreću: ulje i blato na cesti, kamenje na cesti, vremenska neprilika itd.



Slika 12. Sigurnosni lanac u cestovnom prometu, [14]

Analiziranjem broja prometnih nesreća na jednom području može se odrediti je li navedeno područje opasno za cestovni promet. U tu svrhu postoje tri kriterija po kojima dionica ceste od 300 m ulazi u kategoriju opasnoga i postaje tzv. crnom točkom:

- da se u 3 godine na tom mjestu dogodilo najmanje 12 prometnih nesreća sa poginulim ili ozlijeđenim osobama
- 15 prometnih nesreća bez obzira na posljedice
- 3 ili više istovrsnih prometnih nesreća s ozlijeđenim ili poginulim osobama

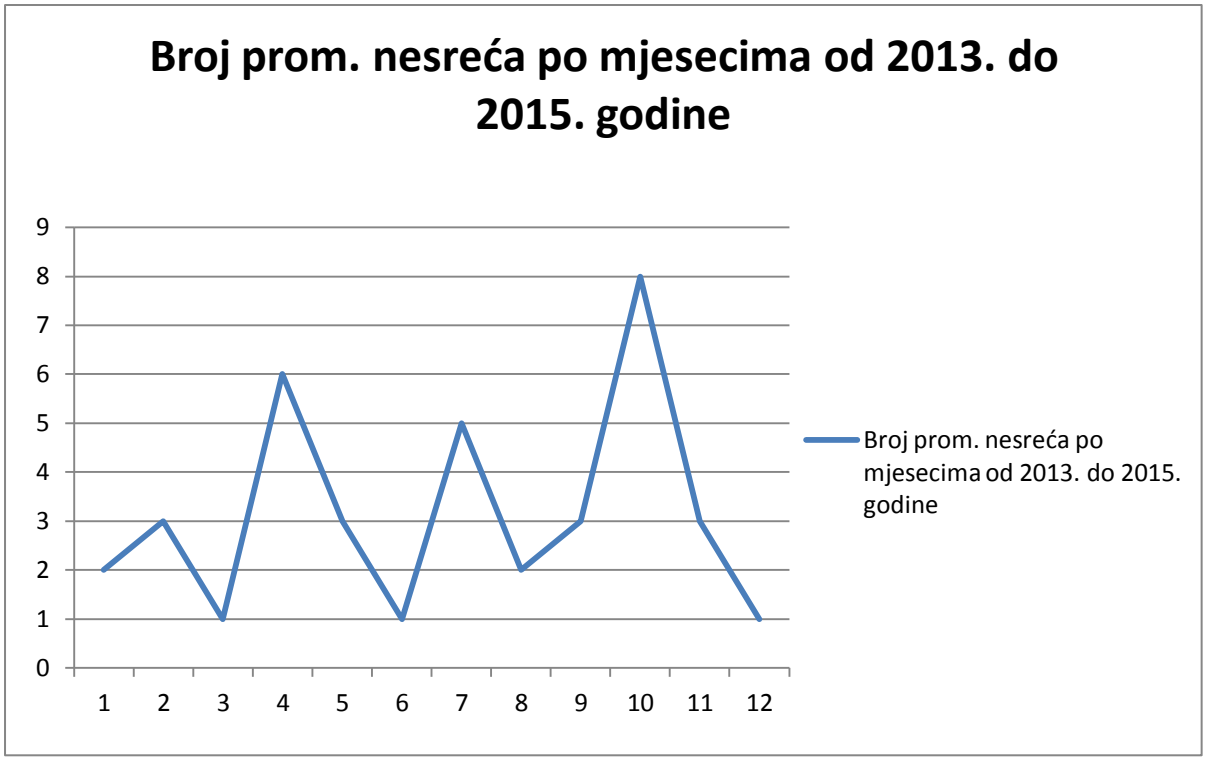
Razdaljina između najudaljenijih točaka koje će se analizirati u zoni obuhvata između raskrižja 1 i raskrižja 6 iznosi 335 m, što je malo više od propisanih 300 m za analizu sigurnosti dionice prometnice, ali približne su veličine i stoga će se zona obuhvata promatrati kao cjelina.

BROJ PROMETNIH NESREĆA PO MJESECIMA ZA SVAKU GODINU													
GODINA	**MJESECI**												**UKUPNO**
	01.	02.	03.	04.	05.	06.	07.	08.	09.	10.	11.	12.	
2013.	1			2	3	1		1	3	3			14
2014.	1	2					2	1		3	1	1	11
2015.		1	1	4			3			2	2		13
UKUPNO	2	3	1	6	3	1	5	2	3	8	3	1	38

Tablica 3. Broj prometnih nesreća po mjesecima za svaku godinu

Izvor: [15]

Iz tablice 3. je vidljivo da se u zoni obuhvata dogodilo puno više od 15 prometnih nesreća bez obzira na posljedice u tri godine i nije potrebno vršiti interpolaciju rezultata zbog malo veće duljine promatrane dionice u odnosu na onu propisanu za analizu (300 m). Time je dokazano da je zona obuhvata crna točka u gradu Zadru.



Grafikon 1. Broj prometnih nesreća po mjesecima za tri godine

Izvor: [16]

Grafikon 1 prikazuje ukupan broj prometnih nesreća po mjesecima za tri godine od 2013. do 2015. Graf je izvučen iz tablice 3. i zorno prikazuje da prometnih nesreća najviše ima u travnju, srpnju i listopadu s preko 5 prometnih nesreća. Protivno očekivanjima, najviši broj prometnih nesreća nije se dogodio u ljetnim mjesecima zbog povećanog prometnog opterećenja, nego u mjesecu travnju na proljeće sa šest i u mjesecu listopadu na jesen s osam prometnih nesreća, što je više nego u srpnju i kolovozu zajedno.



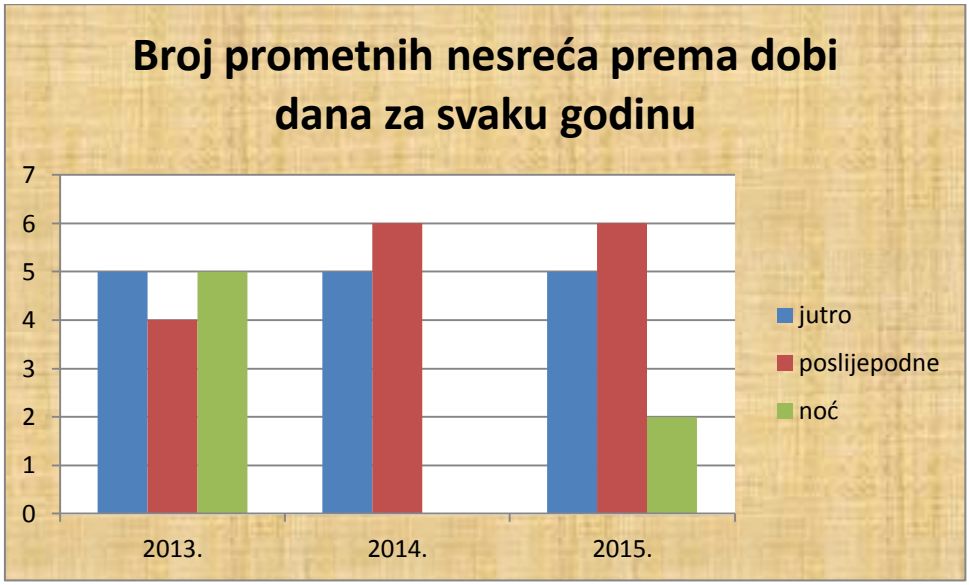
Slika 12. Mapiranje prometnih nesreća za 2015. godinu, [17]

Metodologija izrade statističkih tablica i grafikona prometnih nesreća u zoni obuhvata za 2013., 2014. i 2015. godinu koristila je mapiranje svake prometne nesreće u bazi podataka o sigurnosti cestovnog prometa. Iz svake su se prometne nesreće pojedinačno izvukle njezine karakteristike da bi se sastavila nova sažeta baza podataka.

BROJ PROMETNIH NESREĆA PREMA DOBI DANA ZA SVAKU GODINU				
GODINA	DOB DANA			UKUPNO
	jutro	poslijepodne	noć	
2013.	5	4	5	14
2014.	5	6		11
2015.	5	6	2	13
UKUPNO	15	16	7	38

Tablica 4. Broj prometnih nesreća prema dobi dana za svaku godinu

Izvor: [18]



Grafikon 2. Broj prometnih nesreća prema dobi dana za svaku godinu

Izvor: [19]

Radila se analiza broja prometnih nesreća u ovisnosti od doba dana. Primijećeno je da su se prometne nesreće podjednako događale u jutarnjim i popodnevim satima tijekom ove tri godine. Razlog za zadovoljstvo nude one u noćnim satima jer je vidljiv trend pada. Zato je vjerojatno zaslužna pojačana kontrola policijskih službenika na tom području grada.

UZROCI I POSLJEDICE PROMETNIH NESREĆA ZA 2013., 2014. I 2015. GODINU								
UZROCI / OKOLNOSTI	**s pog. osobama**	**s ozljeđenim osobama**			**s materijalnom štetom**			**UKUPNO**
		2013	2014	2015	2013	2014	2015	
prednost	-	1	2	2	3	2	3	13
brzina	-	2	1	1	1		1	6
nedovoljan razmak	-				1	1	3	5
nepropisno skretanje	-		1			1	1	3
nepropisno uključenje	-				1	1		2
nepropisno pretjecanje	-					1	1	2
nekorištenje pješačkog	-		1					1
zakašnjela reakcija	-						1	1
ostalo	-	4			1			5
UKUPNO	-	7	5	3	7	6	10	38
		15			23			

Tablica 5. Uzroci i posljedice prometnih nesreća za 2013., 2014. i 2015. godinu

Izvor: [20]

VRSTE I POSLJEDICE PROMETNIH NESREĆA ZA 2013., 2014. I 2015. GODINU								
VRSTE	**s pog. osobama**	**s ozljeđenim osobama**			**s materijalnom štetom**			**UKUPNO**
		2013	2014	2015	2013	2014	2015	
bočni sudar	-	1	2	1	4	2	5	15
udar straga	-				1	3	3	7
nalet na pješaka	-	2	2	1	1			6
nalet na bicikl	-			1		1		2
slijetanje vozila	-	1					1	2
frontalni sudar	-	1	1					2
usporedni sudar	-						1	1
nalet na objekt	-				1			1
ostalo	-	2						2
UKUPNO	-	7	5	3	7	6	10	38
		15			23			

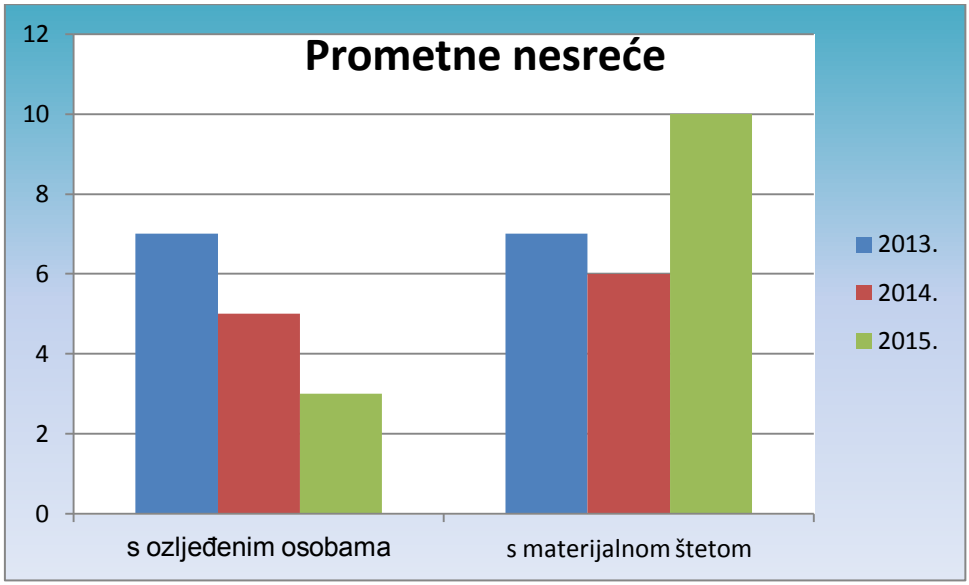
Tablica 6. Vrste i posljedice prometnih nesreća za 2013., 2014. i 2015. godinu

Izvor: [21]

U tablicama iznad su prikazane prometne nesreće za 2013., 2014. i 2015. godinu po okolnostima i vrstama nastanka. S obzirom na nepotpune i neorganizirane baze podataka iz PU Zadarske, od kojih su izvađeni statistički podaci prometnih

nesreća, nije se mogla provesti detaljnija i preciznija analiza sigurnosti. U tablicama iznad i u grafikonu 3. ispod, vidljivo je ukupno upola više prometnih nesreća s materijalnom štetom od onih s ozlijeđenim osobama. Važno je napomenuti da nije bilo prometnih nesreća sa smrtnom posljedicom.

Kada se razmatra vrsta prometne nesreće najviše ih je uzrokovano bočnim sudarom, udarom straga i naletom na pješaka. Bočni sudari predstavljaju dva puta više nesreća od udara straga i uzrokovani su oduzimanjem prednosti prolaska. Od ostalih okolnosti nastanka prometne nesreće slijede neprimjerena brzina i nedovoljan razmak između motornih vozila.



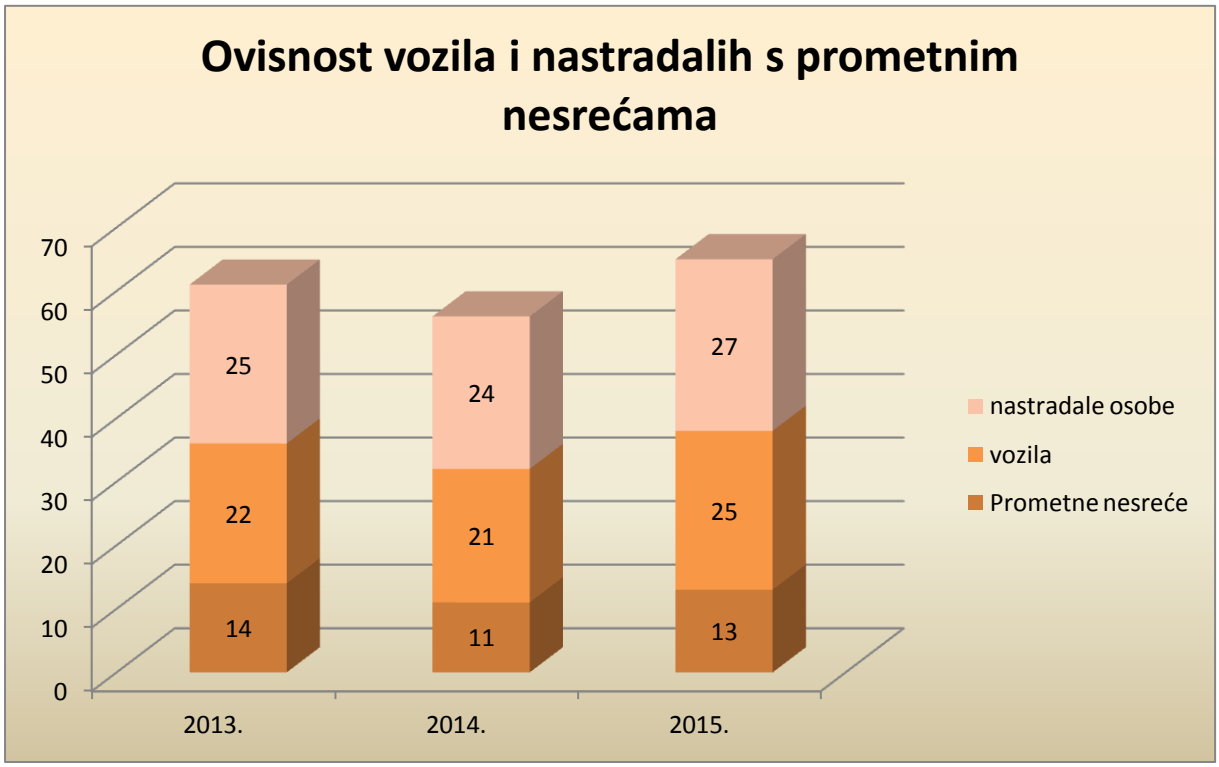
Grafikon 3. Posljedice prometnih nesreća

Izvor: [22]

OVISNOST VOZILA I OSOBA U PROM. NESREĆAMA			
GODINA	PN	vozila	osoba
2013.	14	22	25
2014.	11	21	24
2015.	13	25	27
UKUPNO	38	68	76

Tablica 7. Ovisnost vozila i nastradalih osoba u prometnim nesrećama

Izvor: [23]



Grafikon 4. Ovisnost vozila i nastradalih osoba s prometnim nesrećama

Izvor: [24]

Zadnja obrada statističkih podataka se bavi ovisnošću sudjelovanja vozila i nastradalih osoba u prometnim nesrećama i njihovim ukupnim značajem. Na grafikonu se vidi da je najveći značaj prometnih nesreća u 2015. godini, s indeksnim brojem 65 koji je dobiven zbrajanjem nastradalih osoba, vozila i prometnih nesreća. To je porast od 6,6% u odnosu na pretprošlu promatranu godinu te od čak 16,1% u odnosu na 2014. godinu.

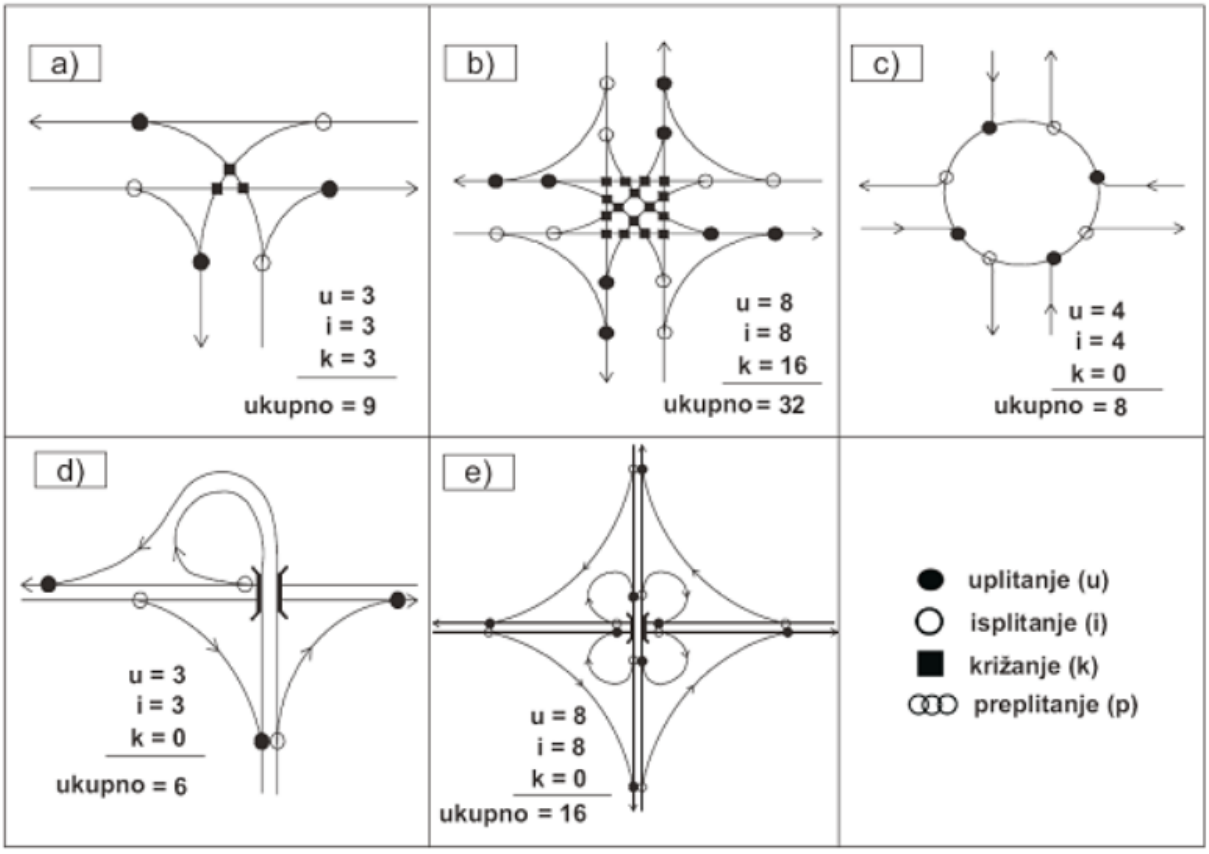
2.3.2. Utjecaj prometnih konflikata na sigurnost

Svako raskrižje ima konfliktne točke, a njihova brojnost ovisi o vrsti/tipu raskrižja. One su bitne u prometu jer na njima postoje mogućnosti za nastanak sudara motornih vozila. Jedna od metoda za smanjenje vjerojatnosti nastanka sudara

vozila i povećanje sigurnosti cestovnog prometa jest preuređenje pojedinih raskrižja iz jednog tipa u drugi ili uvođenje drugačije regulacije prometnih tokova. Time će se smanjivati broj konfliktnih točaka. Naravno, smanjenje vjerojatnosti nastanka sudara i učinkovitost raskrižja ne ovisi samo o izvedbi raskrižja, nego o svakom pojedinom vozaču. Osiguranje zaustavnog puta na svim mjestima duž ceste, uključujući pristup raskrižju, je nužan, ali ne i dovoljan preduvjet za sigurno funkcioniranje raskrižja.

Konfliktna situacija se može definirati kao zbroj svih konfliktnih točaka koje su uzrokovane prometnim radnjama isplitanja, uplitanja, preplitanja i križanja prometnih tokova na površini raskrižja.

Broj konfliktnih točaka ovisi samo o tipu i obliku raskrižja, a stvaran broj konflikata u znatnoj mjeri ovisan je o geometrijskom oblikovanju, o slobodnoj vidljivosti, o prometnom opterećenju i sl. Za napomenuti je da najveći broj konfliktnih točaka sadrži raskrižja u razini, a manje ih je u raskrižjima izvan razine jer nemaju križanja, te u raskrižjima s kružnim tokom prometa.



Slika 13. Primjeri konfliktnih točaka ovisno o tipu raskrižja, [25]

Zona obuhvata sadrži šest raskrižja udaljenosti od 335 m od prvog do zadnjeg. Ispod u tablici 8., statistički je prikazan ukupni broj konfliktnih točaka i podjela raskrižja prema broju krakova.

PROMETNI KONFLIKTI U ZONI OBUHVATA					
	konfliktne točke				prema broju krakova
	uplitanje	isplitanje	križanje	preplitanje	
raskrižje 1	3	3	3		trokrako (T-raskrižje)
raskrižje 2	3	2	2		trokrako (Y-raskrižje)
raskrižje 3	2	3	3	1	trokrako (T-raskrižje)
raskrižje 4	2	1	1		trokrako (Y-raskrižje)
raskrižje 5	2	4	1		trokrako (T-raskrižje)
raskrižje 6	3	3	3		trokrako (T-raskrižje)
UKUPNO	15	16	13	1	
	45				

Tablica 8. Prometni konflikti u zoni obuhvata

Izvor: [26]

Očigledno je da postoji višak raskrižja u ovoj relativno maloj zoni obuhvata, što pridonosi usporavanju prometnog toka. Naime, prema tablici 2., najmanji razmak između gradskih raskrižja u razini s ograničenjem brzine od 50 km/h mora iznositi barem 140 m. Ovdje trenutno to nije slučaj jer prosjek razmaka između svakog raskrižja iznosi 67 m (335/5). Uz to, ona sadrže 45 konfliktnih točaka koja negativno utječu na sigurnost cestovnog prometa, odnosno postoji 45 mjesta za veću vjerojatnost nastanka sudara motornih vozila ili nastanka prometne nesreće.

2.4. Analiza prometnih tokova

2.4.1. Brojanje prometa

Sa sve većim razvojem cestovnog prometa početkom 20. stoljeća uzrokovanim povećanjem broja osobnih vozila na prometnicama, javila se potreba za evidencijom i kontrolom prometnih tokova brojanjem prometa. Ono je najvažnija metoda analize prometnih tokova. Prvobitno se isključivo radilo ručno; počelo se koristiti kao način na koji su se prikupljali podaci o opterećenjima određenih prometnica, kategorijama vozila koja se kreću po njima i slično. Razlikujemo tri vrste brojanja prometa:

- statičko brojanje ili brojanje u presjeku
- dinamičko brojanje ili brojanje prometnih tokova
- naplatno brojanje

Brojanje prometa je osnovica za njegovo planiranje, bez obzira radi li se o prometnom planiranju većeg područja ili oblikovanju nekog prometnog raskrižja. Njime se dobivaju uvid u trenutno stanje prometa te podaci koji upućuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca ili na ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa. Ono je potrebno izvršiti radi:

- prometnog i urbanističkog planiranja
- planiranja perspektive prometne mreže nekoga većeg područja ili oblikovanja nekoga prometnog čvora
- eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže i izgradnje novih prometnih pravaca

Brojanje prometa trebalo bi uvijek biti planirano kada su uvjeti za korist od promatranja najveći:

- u poslovnim područjima za vrijeme radnog dana u tjednu
- u ljeto na rekreacijskim rutama
- tijekom zime vikendima na cestama koje povezuju skijališta

Brojanje prometa se općenito provodi ili ručno ili automatskim metodama. Izbor metode ovisi o vrsti informacije koju želimo imati, o dužini brojanja prometa i o raspoloživim financijskim sredstvima.

Metoda ručnog brojanja prometa ima prednost pred automatskom, posebno na raskrižjima gdje vozila imaju puno skretanja. Broj brojača ovisi o vremenu brojanja, veličini prometa, razini promatranja (brojanje skretača, brojanje vrste vozila...) pa će tako jedna osoba biti dovoljna da provede brojanje na presjeku dvotračne ceste, dok će na raskrižjima trebati veći broj.

Ručno brojanje prometa obavlja se uz pomoć ljudi, tzv. „brojitelja prometa“. Oni su stacionirani na samoj lokaciji brojanja ili neposredno uz nju.



Slika 14. Brojači prometa na križanju Ivana Zajca i Ivana Meštrovića u Zadru

Izvor: [27]

Prometna kretanja najčešće evidentiraju upisivanjem u brojačke listove odnosno u obrasce za snimanje prometnih tokova. Način i podaci koji se evidentiraju te sam izgled obrazaca određeni su svrhom tog brojanja.

Prednosti:

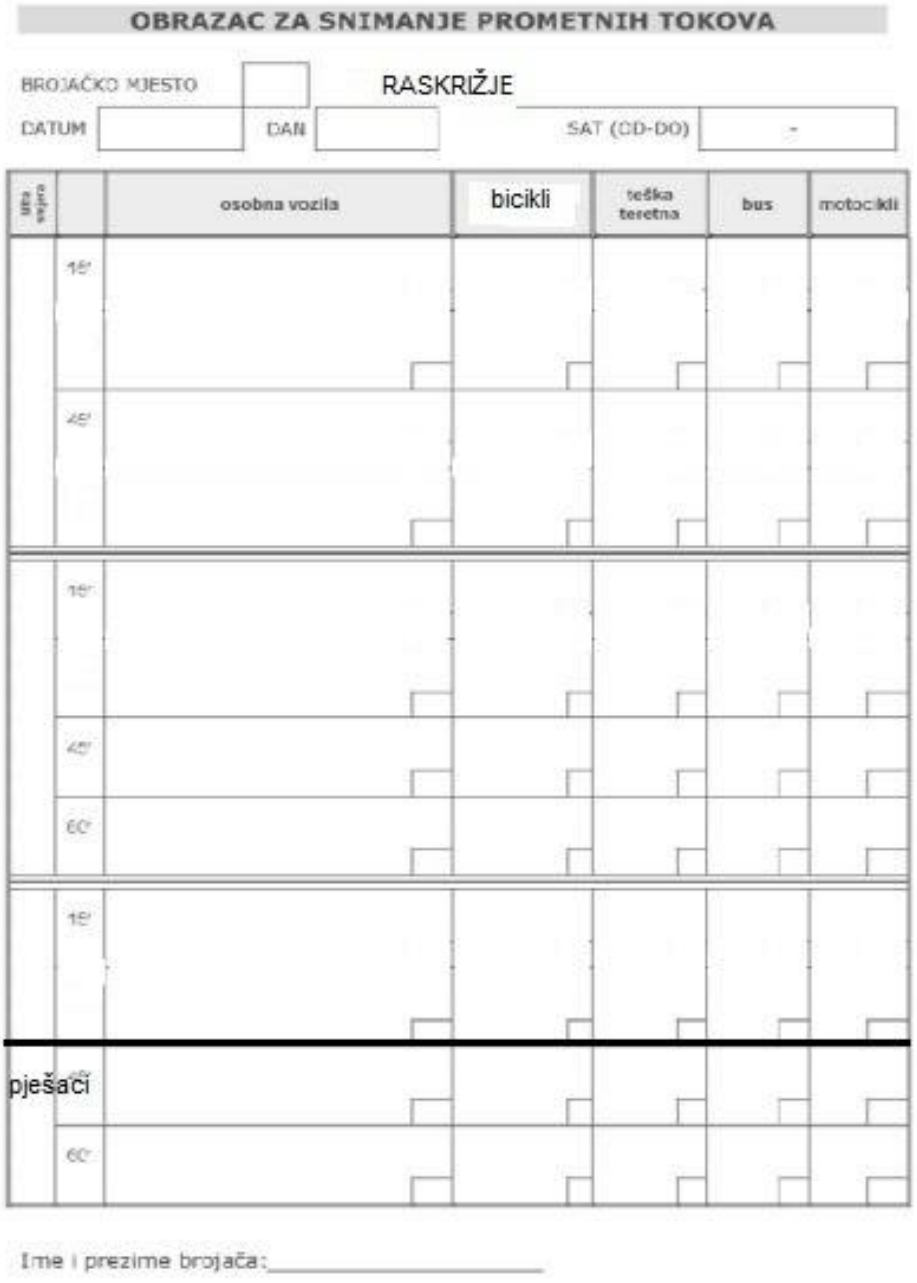
- moguće je ovakvim brojanjem dobiti rezultate o broju vozila, strukturi prometnog toka, smjerovima kojima se vozila kreću unutar raskrižja
- brojitelji mogu zapaziti određene anomalije prilikom brojanja i zabilježiti ih (prometne nesreće, kvar prometnih svjetala, nepropisne radnje vozača i sl.)
- obrasci se lako koriste pri daljnjoj obradi podataka
- relativno niski troškovi brojanja ako se radi o brojanju u kraćem vremenskom periodu

Nedostaci:

- potrebno je obučiti ljude za brojanje
- u slučaju da je potrebno obraditi u istom vremenu veći broj lokacija potreban je veći broj ljudi
- umor i distrakcija utječu na točnost podataka
- ovisnost o vremenskim uvjetima

Ručno brojanje može se provesti s tri tipa različite opreme:

a) brojački listići, sat i štoperica
b) mehanički brojač, zbirni listić, sat i štoperica
c) elektronički brojač


OBRAZAC ZA SNIMANJE PROMETNIH TOKOVA

BROJAČKO MJESTO

RASKRIŽJE

DATUM

DAN

SAT (OD-DO)

		osobna vozila	bicikli	teška teretna	bus	motocikli
	15'					
	45'					
	15'					
	45'					
	60'					
	15'					
pješaci						
	60'					

Ime i prezime brojača:_____

Slika 15. Ispravljeni obrazac za snimanje prometnih tokova za potrebe ovog diplomskog rada

Izvor: [28]

Brojački listići, sat i štoperica (oprema ručnih brojitelja prometa)

- prolazak pojedinog vozila ili pješaka notira se crticom u odgovarajući prostor brojačkog listića,
- različite kategorije vozila mogu se upisivati na isti listić,

- brojači koriste sat i štopericu za određivanje početka i kraja brojačkog razdoblja.

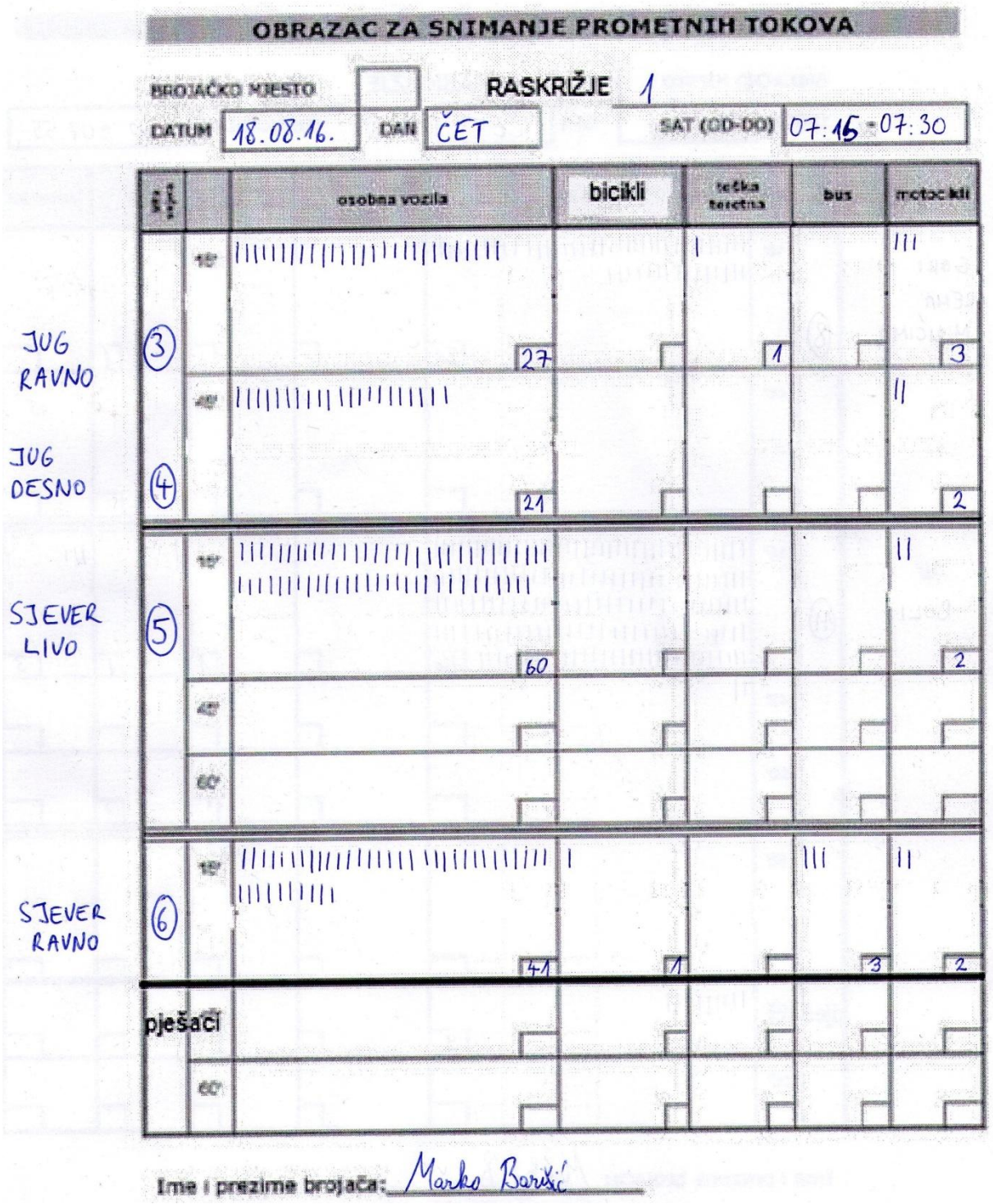
2.4.2. Rezultati analize ručnog brojanja prometa

Kako bi se mogli odrediti prometni tokovi u zoni obuhvata na glavnim prometnicama zadarske četvrti Belafuža, odrađeno je ručno brojanje dvojice brojača na šest lokacija u jutarnjim i popodnevim vršnim satima u mjesecu travnju i kolovozu u jeku turističke sezone.

Prvo se izvansezonsko brojanje obavilo 6. travnja ujutro i poslijepodne te 7. travnja ujutro. Razlog brojanju dva dana zaredom jesu djelomice nemjerodavni rezultati pri brojanju prometa na raskrižjima zone obuhvata. Pogreška se napravila kada se prvi puta susjedna raskrižja 2 i 3 pokušalo zajedno izbrojati u 15 minuta, što se ispostavilo nemogućim s obzirom na veliko prometno opterećenje.

Drugi puta se brojanje obavilo u sezonskom razdoblju, 18. kolovoza ujutro i poslijepodne.

U brojanju prometa su se koristili pripremljeni obrasci za snimanje prometnih tokova, a primjer popunjenog obrasca nalazi se na slici 16. Svako raskrižje je bilo jedno mjesto brojanja, a privozi su se podijelili između dvojice brojača. Interval brojanja je trajao 15 minuta, a ne sat vremena kako je propisano, zbog veličine područja koje se moralo izbrojati u vremenima vršnih sati.



Slika 16. Popunjeni obrazac za snimanje prometnih tokova

Izvor: [29]

KATEGORIJA VOZILA	KOEFICIJENT EKVIVALENCIJE JEDINICE AUTOMOBILA (EJA)
Osobno vozilo	1,0
Teretno vozilo	2,0
Autobus	2,0
Motocikl	0,5
Bicikl	0,3

Tablica 9. Konverzija vozila u ekvivalentne jedinice putničkih automobila

Izvor: [30]

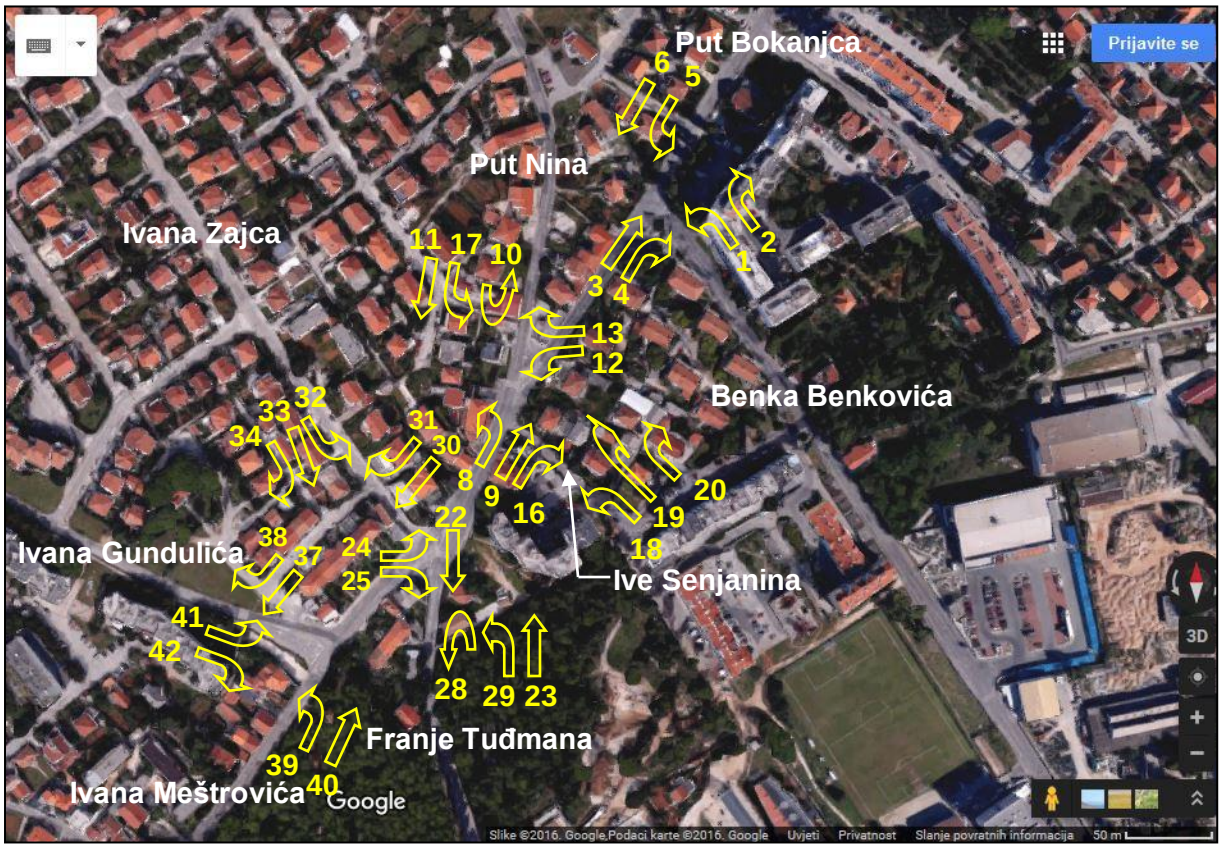
Podatke s terena nakon izvršenoga ručnog brojanja treba ubaciti u specijalizirane tablice za brojanje prometa, kao što je prikazano na primjeru ispod u tablici 10. Radi lakšeg obračuna podataka, koristio se „Excel“ u programskom alatu Microsoft Office. U njemu se ponderiraju sva izbrojana motorna vozila (osobno vozilo, teretno vozilo, autobus, motocikl, bicikl), i dobiva se zajednička mjerna jedinica količine prometa „Ekvivalent Jedinice Automobila“ po satu ili EJA/h. Bazni koeficijent je 1 za osobni automobil i izvor je za određivanje ostalih koeficijenta za ostale vrste motornih vozila. Ekvivalenti su se odredili prema površini koju na kolniku zauzimaju pojedina motorna vozila.

Pošto su gotovo identične vrijednosti između sveukupnog vozila i sveukupnog ekvivalenta jedinice automobila, te zbog lakšeg čitanja i pisanog izražaja, koristit će se termin za količinu prometa vozila po satu ili voz/h umjesto EJA/h.

raskrižje 6		06.04.					
sat	**smjer**	**15' -int**	**OA**	**T**	**BUS**	**MOT**	**BIC**
17:29-17:44	iz Puta Nina (sa sjevera) - **37**	0-15'	23		2		1
		ukupno	23	0	2	0	1
		EJA	23	0	4	0	0,3
	sveukupno vozila		26				
	sveukupno EJA		28,00				

Tablica 10. Primjer tablice rezultata brojanja prometa za jedan smjer

Izvor: [31]



Slika 17. Numeriranje svakog privoza

Izvor: [32]

S obzirom na veličinu i brojnosti privoza zone obuhvata, numerirali su se svi privozi, odnosno smjerovi, i označili na karti radi lakšeg snalaženja, evidentiranja,

orijentacije i obrade njezine veličine. Itekako će biti od koristi u idućim potpoglavljima odnosno njihovoj analizi, obradi i prezentaciji.

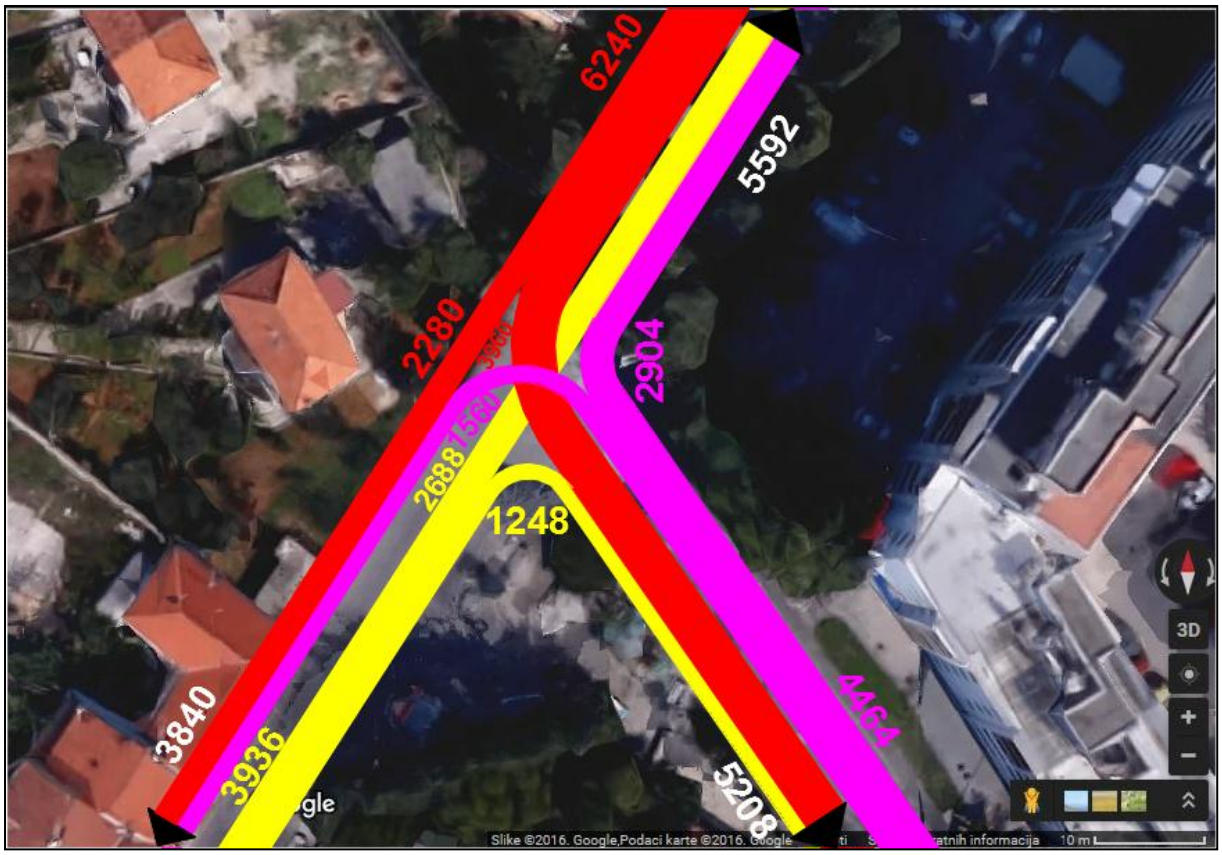
2.4.2.1. Rezultati analize za mjesec travanj

Prvi puta se brojilo 6. i 7. travnja 2016. godine u izvansezonskom razdoblju na šest raskrižja zone obuhvata pomoću brojačkih listića. Pristupalo se detaljno i evidentirao se sastav i količina prometa za svaki smjer. Procijenjena je minimalna pogreška u brojanju te su dobiveni mjerodavni iskazi trenutnog stanja.

RASKRIŽJE 1									
smjer	1	2	3	4	5	6	7		
nadnevak	06.04. 07:12-07:27	06.04. 07:12-07:28	06.04. 07:12-07:29	06.04. 07:12-07:30	06.04. 07:12-07:31	06.04. 07:12-07:32	06.04. 07:12-07:33		
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	60	152	144	96	372	216	52 pješaka		
nadnevak	06.04. 15:13-15:28	06.04. 15:13-15:28	06.04. 15:13-15:28	06.04. 15:13-15:28	06.04. 15:13-15:28	06.04. 15:13-15:28	06.04. 15:13-15:28		
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	200	332	304	112	288	164	44 pješaka		

Tablica 11. Rezultati brojanja prometa u travnju za raskrižje 1

Izvor: [33]



Slika 18. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižju 1 u travnju

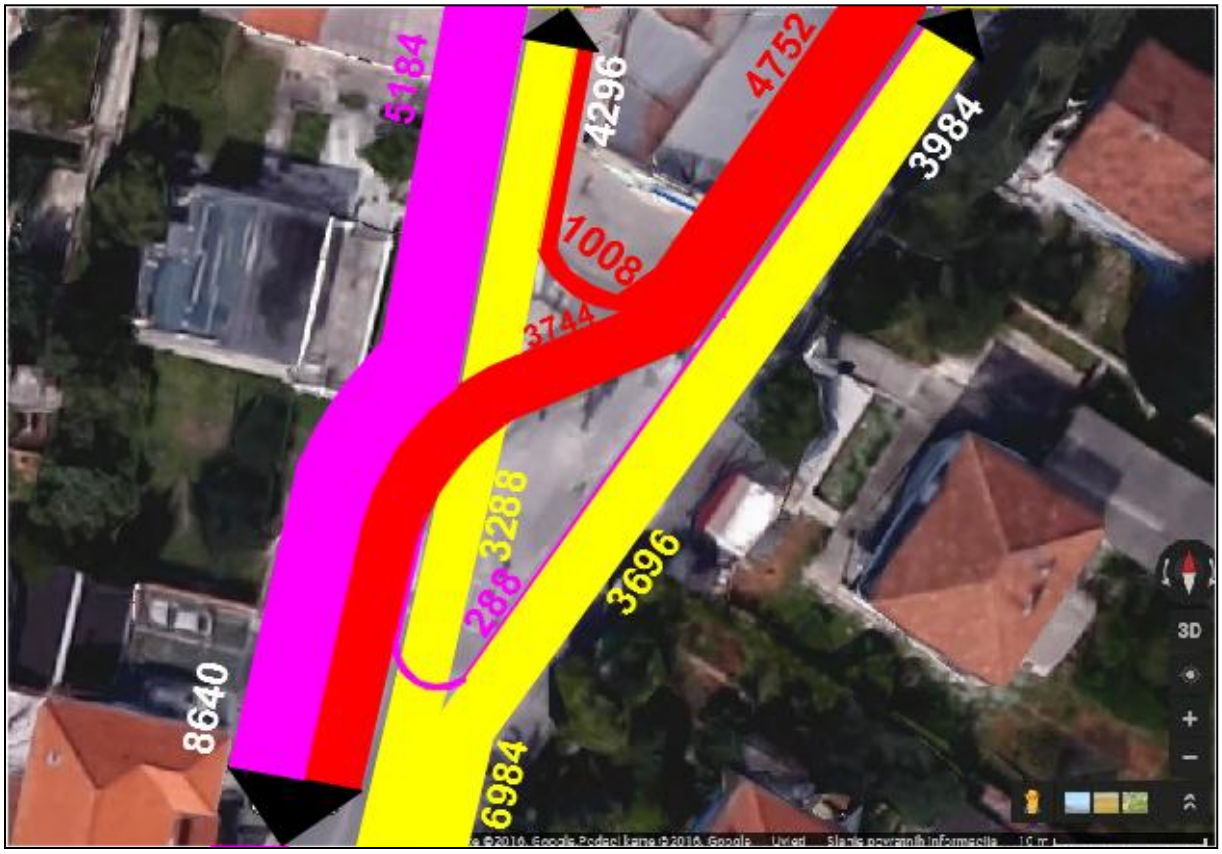
Izvor: [34]

Na slici 18. grafički su prikazane veličine prometnih tokova na raskrižju 1 za mjesec travanj. Pored nacrtanih tokova su navedene veličine dnevnog prometnog opterećenja u istoj boji. Svaki ulaz je u svojoj boji i time označava veličinu grupe privoza. Na izlazima iz raskrižja su navedene vrijednosti izbrojenih ulaznih tokova u bijeloj boji. Isto se tako može vidjeti odakle dolaze pojedini prometni tokovi i u kojem omjeru. Prometni tokovi su proporcionalno nacrtani u mjerilu i jedan metar širine u prirodi obojenog privoza označava protok 1000 EJA/dan ili oko 1000 voz/dan.

RASKRIŽJE 2									
Smjer	8	9	10	11	12	13	14	15	
nadnevak	07.04. 08:00-08:15	07.04. 08:18-08:33	07.04. 08:18-08:33	07.04. 08:00-08:15	07.04. 08:00-08:15	07.04. 08:00-08:15	07.04. 08:00-08:15	07.04. 08:00-08:15	
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	240	256	44	508	348	80	40 pješaka	24 pješaka	
nadnevak	06.04. 15:40-15:55	06.04. 15:40-15:55	06.04. 15:40-15:55	06.04. 15:40-15:55	06.04. 15:40-15:55	06.04. 15:40-15:55	06.04. 15:40-15:55	06.04. 15:40-15:55	
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	308	360	4	356	276	88	32 pješaka	28 pješaka	

Tablica 12. Rezultati brojanja prometa u travnju za raskrižje 2

Izvor: [35]



Slika 19. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižju 2 u travnju

Izvor: [36]

RASKRIŽJE 3									
Smjer	16	17	18	19	20	21			
nadnevak	07.04. 08:18-08:33	07.04. 08:18-08:33	07.04. 08:18-08:33	07.04. 08:18-08:33	07.04. 08:18-08:33	07.04. 08:18-08:33			
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	12	100	12	44	12	48 pješaka			
nadnevak	06.04. 16:04-16:19	06.04. 16:04-16:19	06.04. 16:04-16:19	06.04. 16:04-16:19	06.04. 16:04-16:19	06.04. 16:04-16:19			
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	8	80	20	36	24	60 pješaka			

Tablica 13. Rezultati brojanja prometa u travnju za raskrižje 3

Izvor: [37]



Slika 20. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižju 3 u travnju

Izvor: [38]

Vrijednosti jutarnjeg i popodnevog vršnog sata su se izračunale petnaestominutnim brojanjem na svakom brojačkom mjestu te su se pomnožile s četiri kako bi se dobio propisani vremenski interval brojanja prometa. Zatim se prometno opterećenje svakog privoza računalo prosjekom jutarnjeg i popodnevog vršnog sata pomnoženo s 12 (k = 12). Koeficijent vršnog sata „k" varira od 9 do 13. U pravilu se u seoskim područjima izabiru niže, a u urbanim središtima veće vrijednosti koeficijenta. Većinom se uzima k = 10. Za ovu analizu prometnih tokova se izabrao k=12 zato što se zona obuhvata nalazi u gradu, te kao mala korekcija zato što se promet brojao u većem vremenskom intervalu nego što je interval vršnog sata. Iz svake se tablice rezultata brojanja prometa za jedan smjer[2], koje se nalaze u prilogu, izračunava njegov vršni sat i upisuje se u posebno sastavljenu tablicu koja sažetije informira o karakteristikama veličine prometnih tokova kao na primjeru ispod. Svi grafički crteži dnevnoga prometnog opterećenja i sve tablice s rezultatima brojanja prometa izrađeni su po istoj metodologiji.

RASKRIŽJE 4									
Smjer	22	23	24	25	26	27			
nadnevak	06.04. 08:01-08:16	06.04. 08:01-08:16	06.04. 08:01-08:16	06.04. 08:01-08:16	06.04. 08:01-08:16	06.04. 08:01-08:16			
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	464	384	220	164	20 pješaka	12 pješaka			
nadnevak	06.04. 16:37-16:52	06.04. 16:37-16:52	06.04. 16:37-16:52	06.04. 16:37-16:52	06.04. 16:37-16:52	06.04. 16:37-16:52			
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	300	440	208	116	48 pješaka	28 pješaka			

Tablica 14. Rezultati brojanja prometa u travnju za raskrižje 4

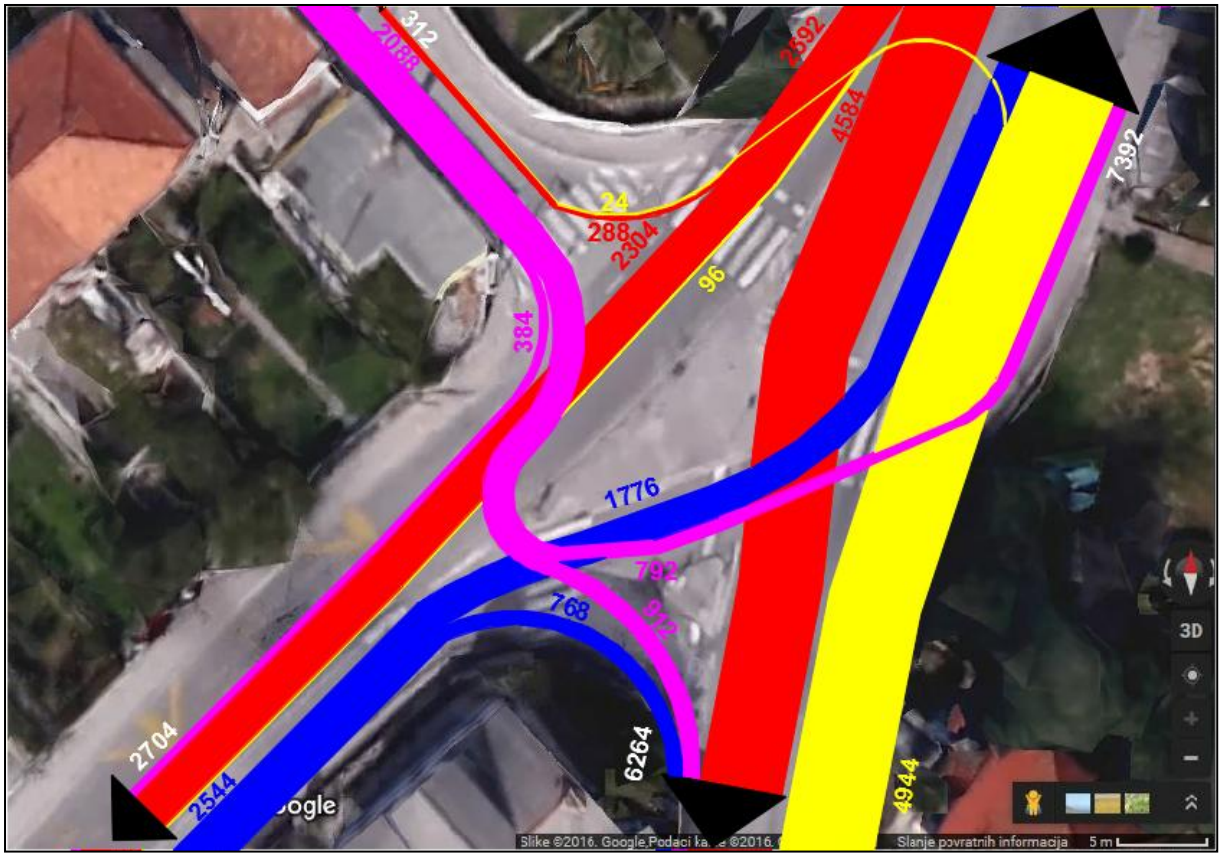
Izvor: [39]

[2] Primjer se nalazi u tablici 10.

RASKRIŽJE 5									
Smjer	28	29	30	31	32	33	34	35	36
nadnevak	07.04. 08:46-09:01	07.04. 08:46-09:01	07.04. 08:46-09:01	07.04. 08:46-09:01	07.04. 08:46-09:01	07.04. 08:46-09:01	07.04. 08:46-09:01	07.04. 08:46-09:01	07.04. 08:46-09:01
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	4	4	200	24	84	84	24	52 pješaka	20 pješaka
nadnevak	06.04. 17:04-17:19	06.04. 17:04-17:19	06.04. 17:04-17:19	06.04. 17:04-17:19	06.04. 17:04-17:19	06.04. 17:04-17:19	06.04. 17:04-17:19	06.04. 17:04-17:19	06.04. 17:04-17:19
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	12	0	184	24	48	68	40	12 pješaka	24 pješaka

Tablica 15. Rezultati brojanja prometa u travnju za raskrižje 5

Izvor: [40]



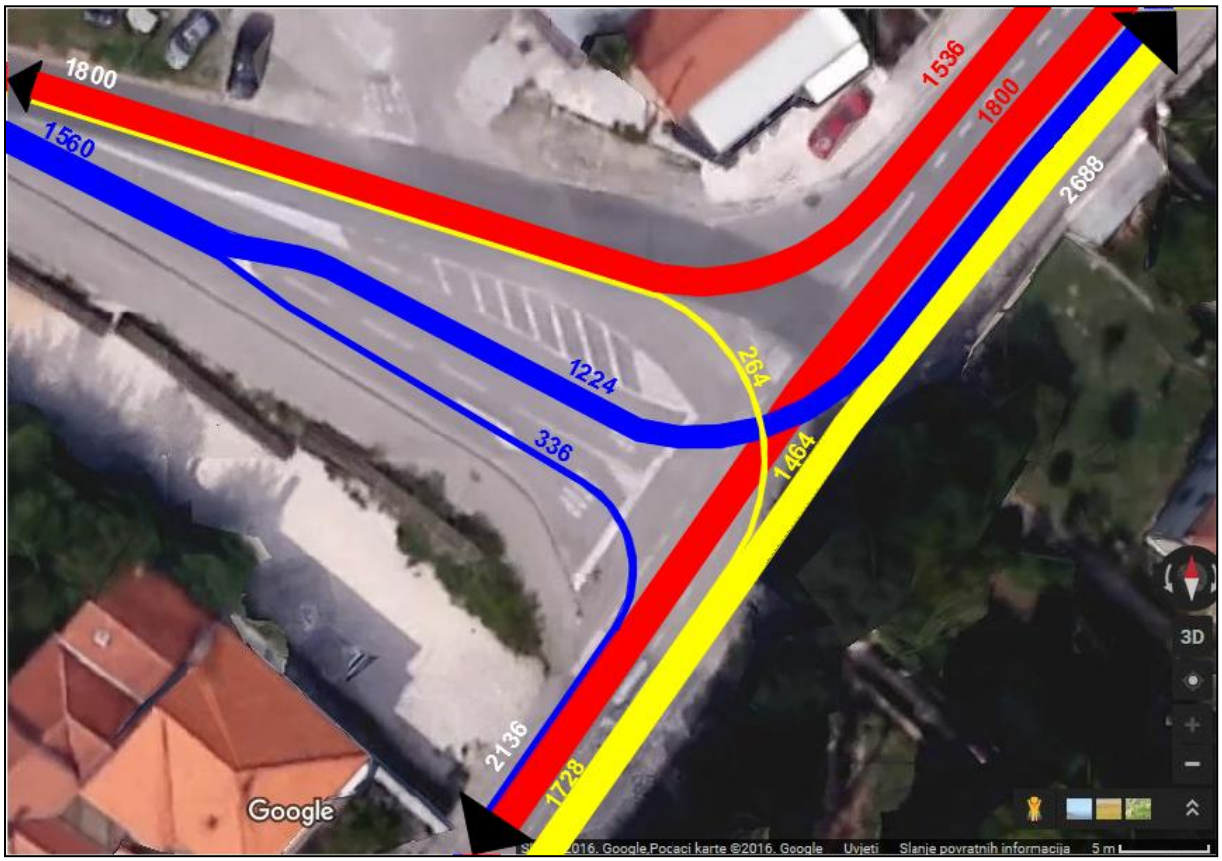
Slika 21. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižjima 4 i 5 u travnju

Izvor: [41]

RASKRIŽJE 6									
Smjer	37	38	39	40	41	42	43	44	
nadnevak	06.04. 08:52-09:07	06.04. 08:52-09:07	06.04. 08:52-09:07	06.04. 08:52-09:07	06.04. 08:52-09:07	06.04. 08:52-09:07	06.04. 08:52-09:07	06.04. 08:52-09:07	
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	188	116	16	104	116	24	30 pješaka	28 pješaka	
nadnevak	06.04. 17:29-17:44	06.04. 17:29-17:44	06.04. 17:29-17:44	06.04. 17:29-17:44	06.04. 17:29-17:44	06.04. 17:29-17:44	06.04. 17:29-17:44	06.04. 17:29-17:44	
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	112	140	28	140	88	32	44 pješaka	48 pješaka	

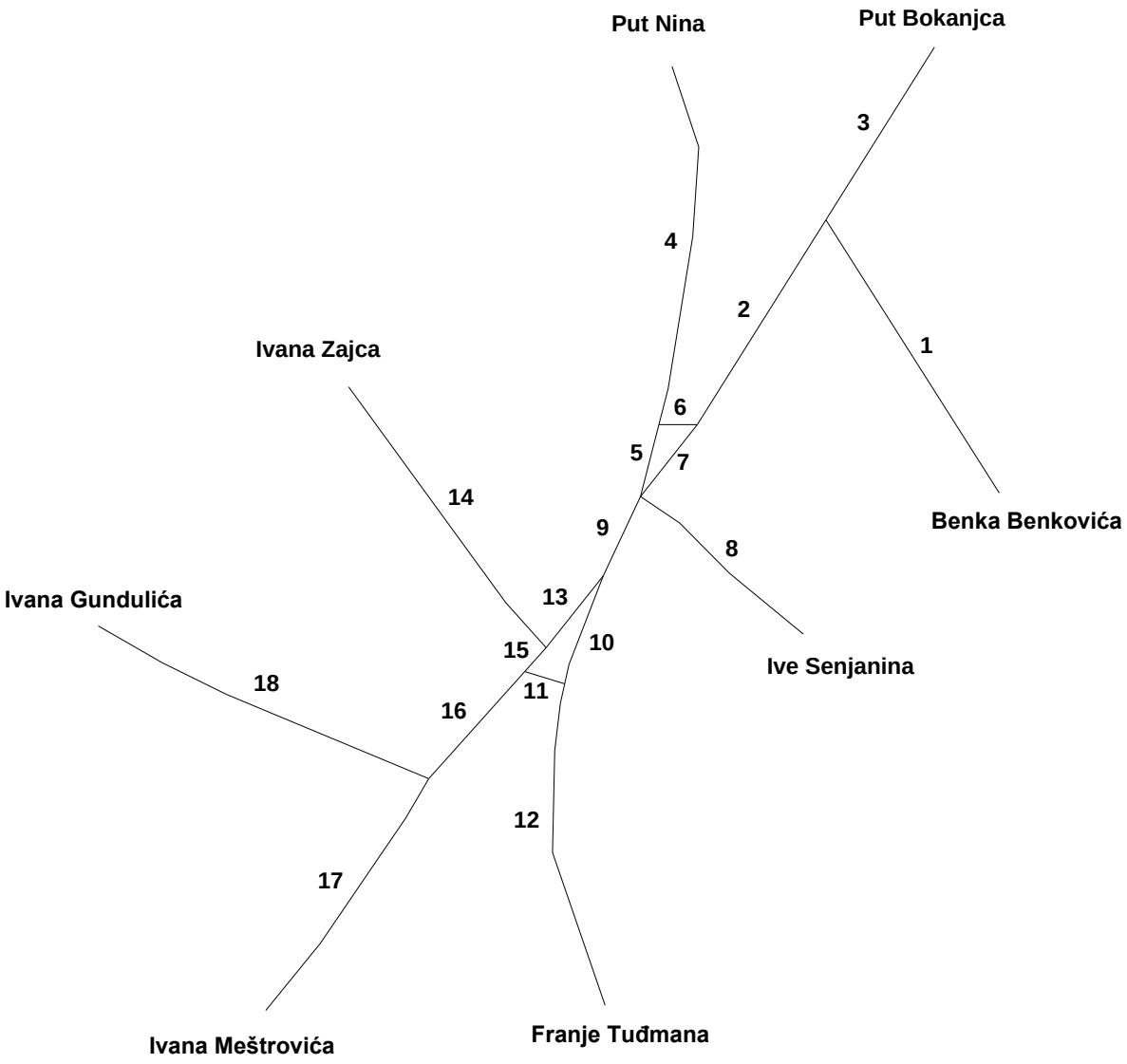
Tablica 16. Rezultati brojanja prometa u travnju za raskrižje 6

Izvor: [42]



Slika 22. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižju 6 u travnju

Izvor: [43]



Slika 23. Shematski prikaz numeriranih dionica cesta (linkova) zone obuhvata

Izvor: [44]

PROMETNO OPTEREĆENJE PO LINKOVIMA ZA MJESEC TRAVANJ U EJA/H						
LINK	1	2	3	4	5	6
PRIVOZI	1+2+4+5	1+3+4+6	2+3+5+6	8+10+11+13+17	8+10+11+12+17	12+13
EJA/H	9672	7776	11832	10848	13584	4752
LINK	7	8	9	10	11	12
PRIVOZI	9+20	16+17+18+19+20	8+9+11+12+16+18	22+23+24	24+25	22+23+25
EJA/H	3912	2088	15144	12096	4248	11208
LINK	13	14	15	16	17	18
PRIVOZI	28+29+30+31	31+32+33+34	30+32+33+34	37+38+40+41	37+39+40+42	38+39+41+42
EJA/H	2712	2376	4392	6024	3864	3360

Tablica 17. Prometno opterećenje po linkovima za mjesec travanj u EJA/h

Izvor: [45]

Da bi se sastavio grafički prikaz dnevnoga prometnog opterećenja, trebalo je zbrojiti pojedine privoze za svaki link koji je dio prometne mreže u zoni obuhvata. Radi lakšeg računanja i zabilježavanja veličine i širine linka, odnosno njegovog opterećenja, napravilo se numeriranje linkova kao na slici 23., i zapisalo se od kojih privoza je sačinjen svaki link kao u tablici iznad. Također, linkovi su proporcionalno nacrtani u mjerilu te jedan metar širine linka označava protok 1000 EJA/dan ili oko 1000 voz/dan.



Slika 24. Prikaz dnevnoga prometnog opterećenja na linkovima za mjesec travanj 2016.
Izvor: [46]

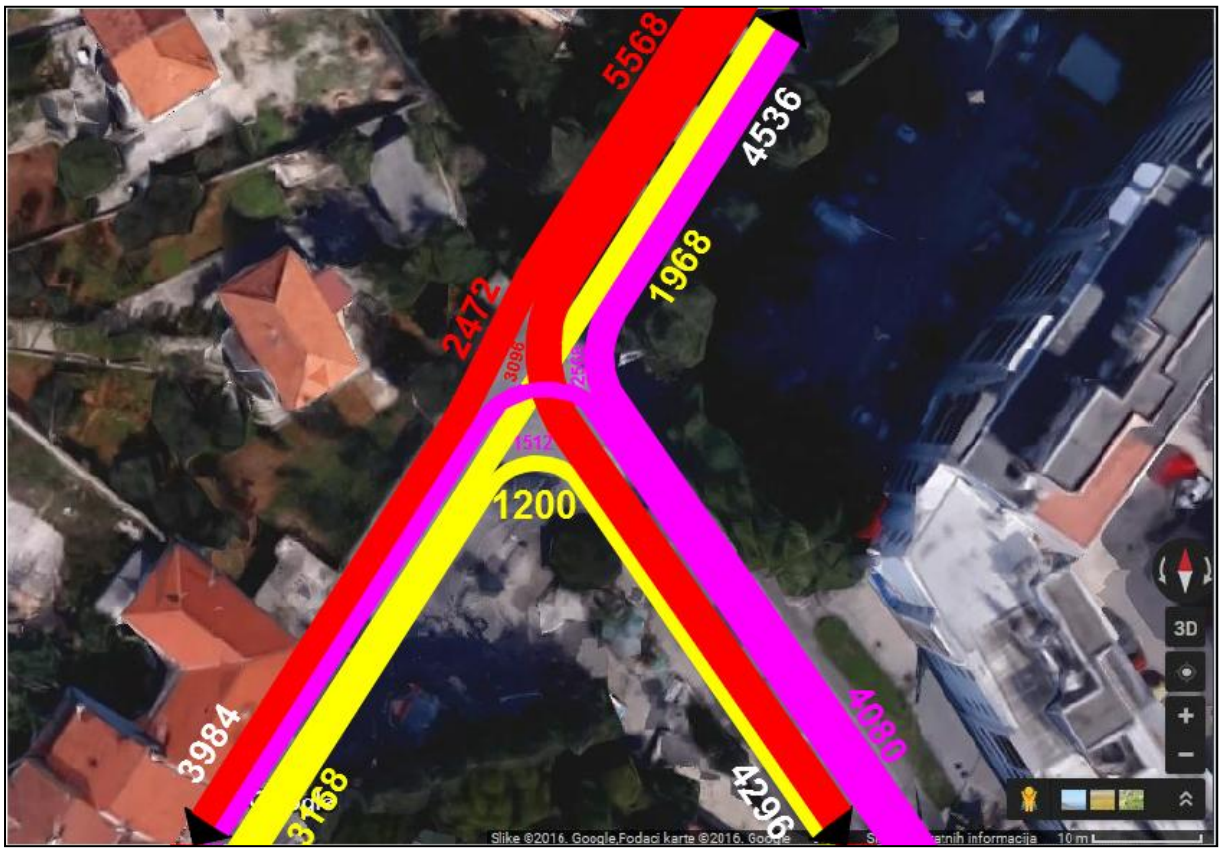
2.4.2.2. Rezultati analize za mjesec kolovoz

Drugi puta se brojilo 18. kolovoza 2016. godine u sezonskom razdoblju na šest raskrižja zone obuhvata pomoću brojačkih listića. Kao u travnju, brojanje se pozitivno ocijenilo te su potvrđeni njegovi rezultati. Brojilo se u kolovozu radi utvrđivanja razlike u prometnom opterećenju između ljetnih mjeseci i ostatka godine, odnosno velikog utjecaja mnogih turista na prometno opterećenje. Ispod su brojčani i grafički rezultati prometnog opterećenja tokova za mjesec kolovoz 2016. godine.

RASKRIŽJE 1									
Smjer	1	2	3	4	5	6	7		
nadnevak	18.08. 07:15-07:30	18.08. 07:15-07:30	18.08. 07:15-07:30	18.08. 07:15-07:30	18.08. 07:15-07:30	18.08. 07:15-07:30	18.08. 07:15-07:30		
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	116	196	124	88	244	188	40 pješaka		
nadnevak	18.08. 15:45-16:00	18.08. 15:45-16:00	18.08. 15:45-16:00	18.08. 15:45-16:00	18.08. 15:45-16:00	18.08. 15:45-16:00	18.08. 15:45-16:00		
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	136	232	204	112	272	224	32 pješaka		

Tablica 18. Rezultati brojanja prometa u kolovozu za raskrižje 1

Izvor: [47]



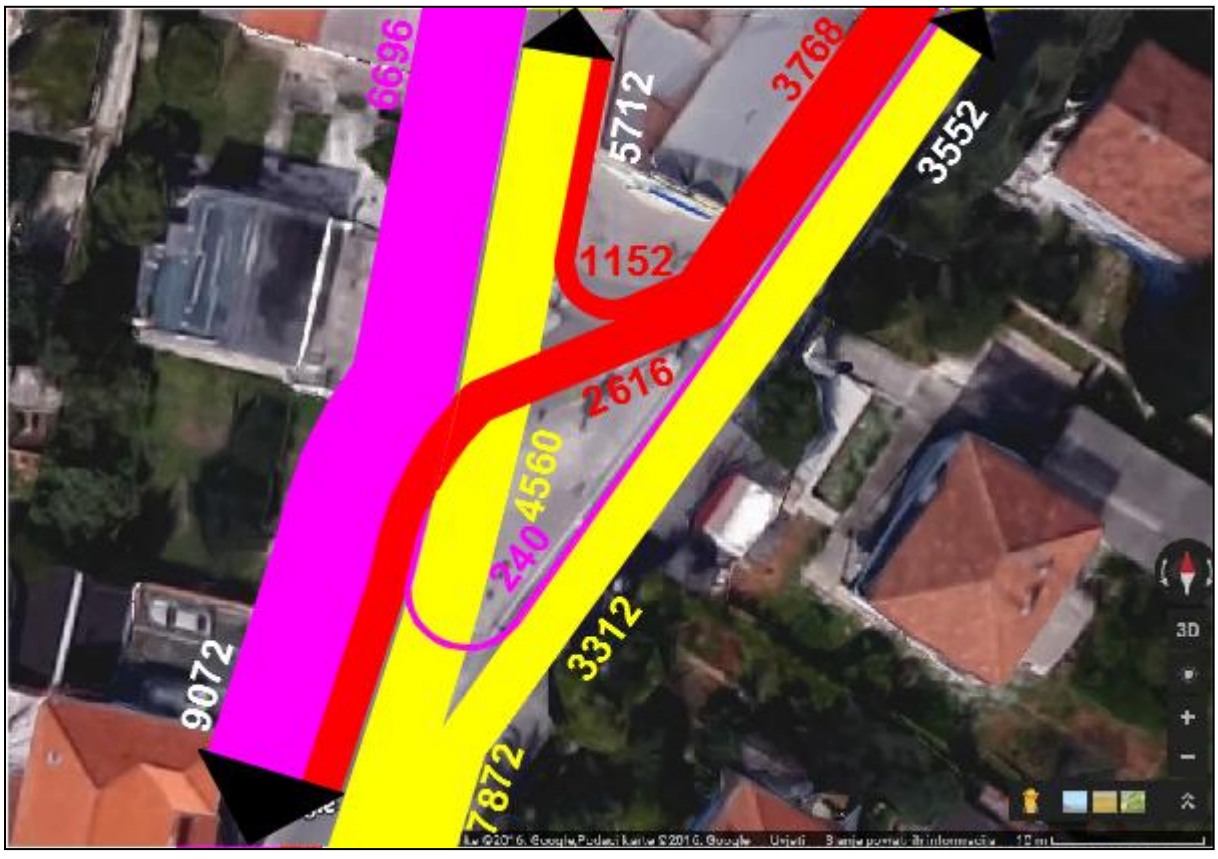
Slika 25. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižju 1 u kolovozu

Izvor: [48]

RASKRIŽJE 2									
Smjer	8	9	10	11	12	13	14	15	
nadnevak	18.08. 07:40-07:55	18.08. 07:40-07:55	18.08. 07:40-07:55	18.08. 07:40-07:55	18.08. 07:40-07:55	18.08. 07:40-07:55	18.08. 07:40-07:55	18.08. 07:40-07:55	
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	212	228	28	688	236	72	36 pješaka	68 pješaka	
nadnevak	18.08. 16:05-16:20	18.08. 16:05-16:20	18.08. 16:05-16:20	18.08. 16:05-16:20	18.08. 16:05-16:20	18.08. 16:05-16:20	18.08. 16:05-16:20	18.08. 16:05-16:20	
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	548	324	12	428	200	120	40 pješaka	32 pješaka	

Tablica 19. Rezultati brojanja prometa u kolovozu za raskrižje 2

Izvor: [49]



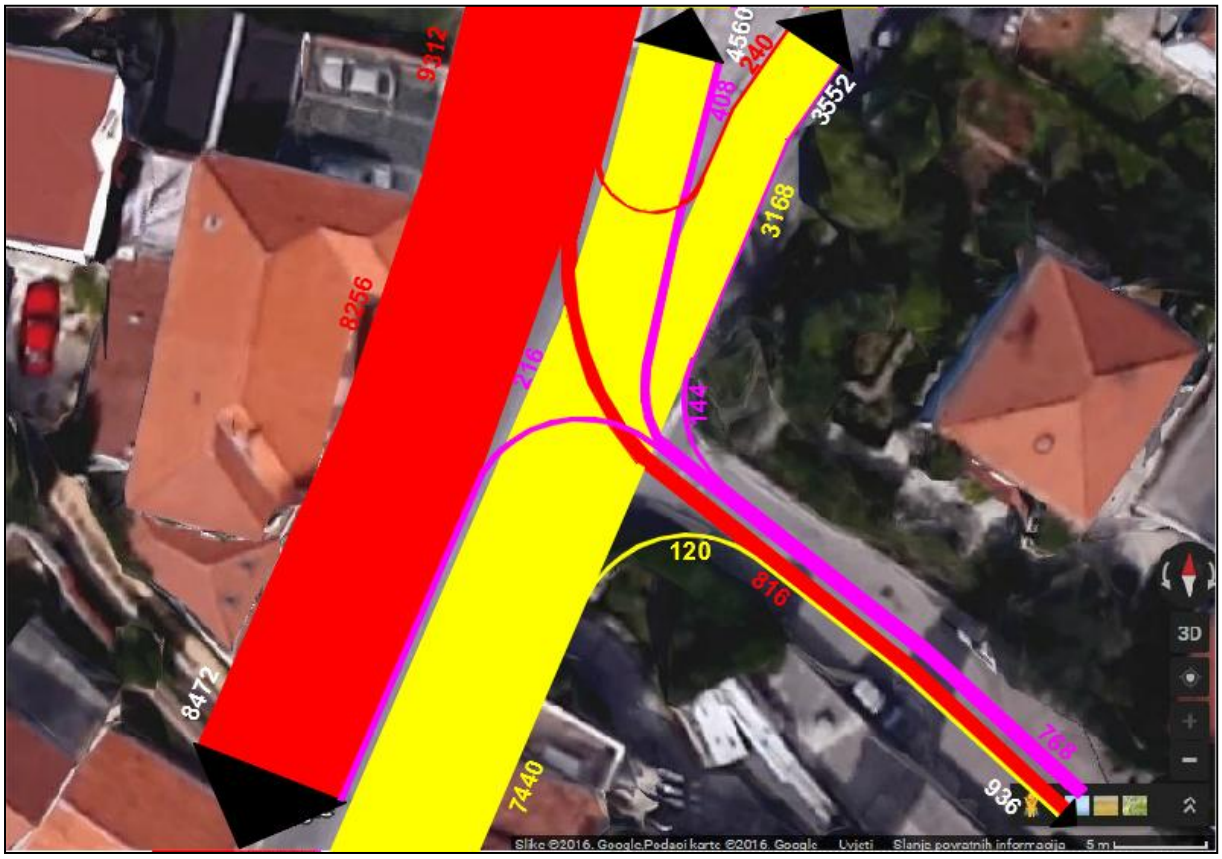
Slika 26. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižju 2 u kolovozu

Izvor: [50]

RASKRIŽJE 3									
Smjer	16	17	18	19	20	21			
nadnevak	18.08. 08:00-08:15	18.08. 08:00-08:15	18.08. 08:00-08:15	18.08. 08:00-08:15	18.08. 08:00-08:15	18.08. 08:00-08:15			
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	8	68	12	16	16	32 pješaka			
nadnevak	18.08. 16:25-16:40	18.08. 16:25-16:40	18.08. 16:25-16:40	18.08. 16:25-16:40	18.08. 16:25-16:40	18.08. 16:25-16:40			
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	12	68	24	52	8	20 pješaka			

Tablica 20. Rezultati brojanja prometa u kolovozu za raskrižje 3

Izvor: [51]



Slika 27. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižju 3 u kolovozu

Izvor: [52]

Brojanje prometa bilježi stvarno ponašanje prometnih entiteta na prometnoj mreži i njihove nepravilnosti. Na slikama 20. i 27. vide se opasne radnje i prometni prekršaji vozača, kao i nepoštivanje prometnog znaka te prelazak preko pune bijele crte. Također je prikazano u kolikoj mjeri su navedene nepravilnosti prisutne. Prometnom signalizacijom su privozi 10, 17 i 18 zabranjeni[3]. Kombinirano dnevno ljeti 1272 vozača učine prekršaj, dok se taj broj zimi popne do 1560 na dan. To je dokaz da prometna ponuda ne prati zahtjeve prometne potražnje i da treba promijeniti regulaciju tokova i prometno uređenje.

RASKRIŽJE 4									
smjer	22	23	24	25	26	27			
nadnevak	18.08. 08:20-08:35	18.08. 08:20-08:35	18.08. 08:20-08:35	18.08. 08:20-08:35	18.08. 08:20-08:35	18.08. 08:20-08:35			
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	504	348	184	108	36 pješaka	12 pješaka			
nadnevak	18.08. 16:45-17:00	18.08. 16:45-17:00	18.08. 16:45-17:00	18.08. 16:45-17:00	18.08. 16:45-17:00	18.08. 16:45-17:00			
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	464	492	152	60	20 pješaka	16 pješaka			

Tablica 21. Rezultati brojanja prometa u kolovozu za raskrižje 4

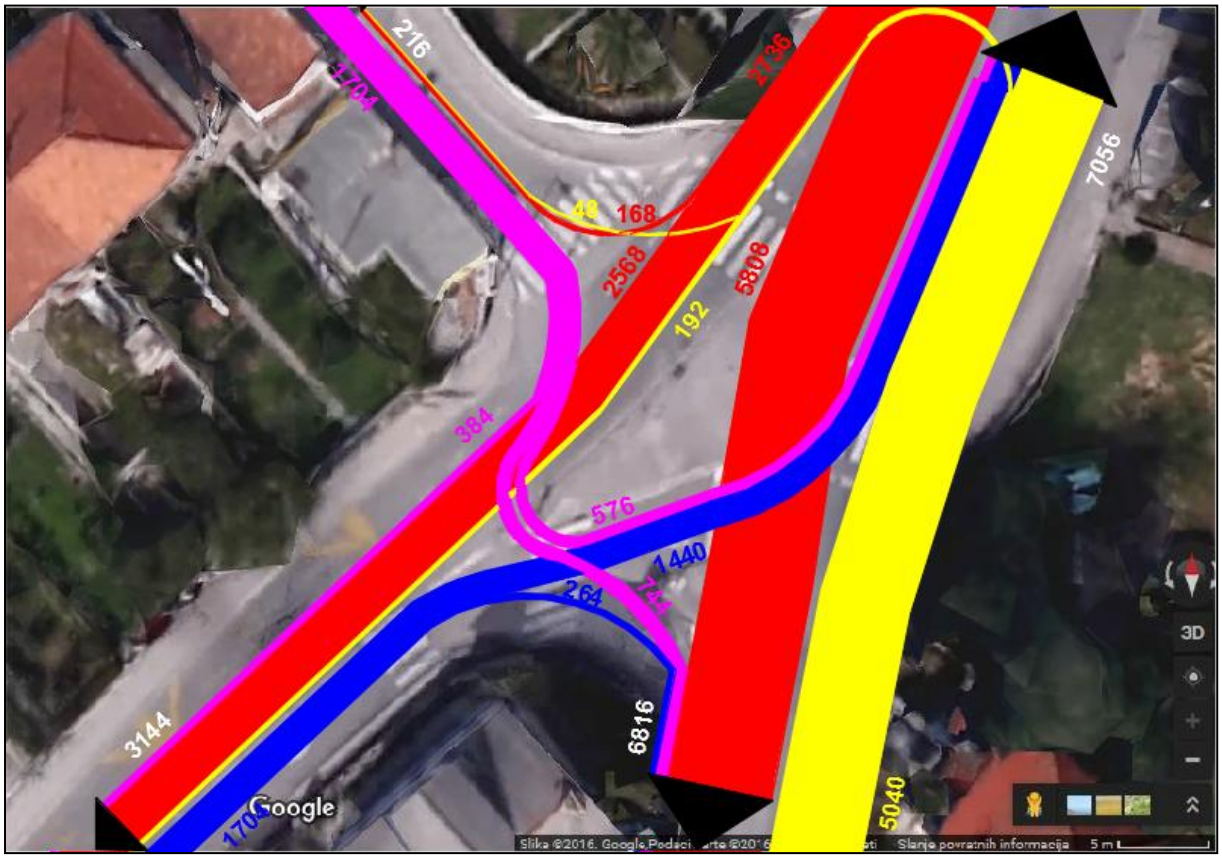
Izvor: [53]

[3] Pogledati slike 5. i 6.

RASKRIŽJE 5									
Smjer	28	29	30	31	32	33	34	35	36
nadnevak	18.08. 08:43-08:58	18.08. 08:43-08:58	18.08. 08:43-08:58	18.08. 08:43-08:58	18.08. 08:43-08:58	18.08. 08:43-08:58	18.08. 08:43-08:58	18.08. 08:43-08:58	18.08. 08:43-08:58
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	4	4	156	16	44	80	36	8 pješaka	24 pješaka
nadnevak	18.08. 17:05-17:20	18.08. 17:05-17:20	18.08. 17:05-17:20	18.08. 17:05-17:20	18.08. 17:05-17:20	18.08. 17:05-17:20	18.08. 17:05-17:20	18.08. 17:05-17:20	18.08. 17:05-17:20
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	28	4	272	12	52	44	28	36 pješaka	40 pješaka

Tablica 22. Rezultati brojanja prometa u kolovozu za raskrižje 5

Izvor: [54]



Slika 28. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižjima 4 i 5 u kolovozu

Izvor: [55]

Isti je slučaj kao kod raskrižja 3. Na slikama 21. i 28., mogu se uočiti opasne i nepropisne prometne radnje, odnosno brojni prometni prekršaji vozača kao što su nepoštivanje prometnog znaka i prelazak preko pune bijele crte. Također je prikazano u kolikoj mjeri su prisutna navedena nepoštivanja prometa. Vertikalnom i horizontalnom prometnom signalizacijom su privozi 28, 29, 32 i 33 zabranjeni. Na tim privozima preko ljeta prođe 1560 vozila na dan, dok se taj broj zimi popne do 1824 na dan. Povećana je vjerojatnost za nastanak prometne nesreće i zbog puno križanja prometnih tokova treba izvršiti rekonstrukciju ovog velikog Y-raskrižja odnosno raskrižja 4 i 5.

RASKRIŽJE 6									
smjer	37	38	39	40	41	42	43	44	
nadnevak	18.08. 09:05-09:20	18.08. 09:05-09:20	18.08. 09:05-09:20	18.08. 09:05-09:20	18.08. 09:05-09:20	18.08. 09:05-09:20	18.08. 09:05-09:20	18.08. 09:05-09:20	
karakteristični jutarnji vršni sat [EJA/h]	128	92	16	92	116	32	28 pješaka	16 pješaka	
nadnevak	18.08. 17:25-17:40	18.08. 17:25-17:40	18.08. 17:25-17:40	18.08. 17:25-17:40	18.08. 17:25-17:40	18.08. 17:25-17:40	18.08. 17:25-17:40	18.08. 17:25-17:40	
karakteristični popodnevi vršni sat [EJA/h]	120	148	28	100	88	20	32 pješaka	36 pješaka	

Tablica 23. Rezultati brojanja prometa u kolovozu za raskrižje 6

Izvor: [56]



Slika 29. Dnevno opterećenje prometnih tokova na raskrižju 6 u kolovozu

Izvor: [57]

PROMETNO OPTEREĆENJE PO LINKOVIMA ZA MJESEC KOLOVOZ U EJA/H						
LINK	1	2	3	4	5	6
PRIVOZI	1+2+4+5	1+3+4+6	2+3+5+6	8+10+11+13+17	8+10+11+12+17	12+13
EJA/H	8376	7152	10104	13464	14928	3768
LINK	7	8	9	10	11	12
PRIVOZI	9+20	16+17+18+19+20	8+9+11+12+16+18	22+23+24	24+25	22+23+25
EJA/H	3456	1704	17520	12864	3024	11856
LINK	13	14	15	16	17	18
PRIVOZI	28+29+30+31	31+32+33+34	30+32+33+34	37+38+40+41	37+39+40+42	38+39+41+42
EJA/H	2976	1872	4272	5304	3216	3240

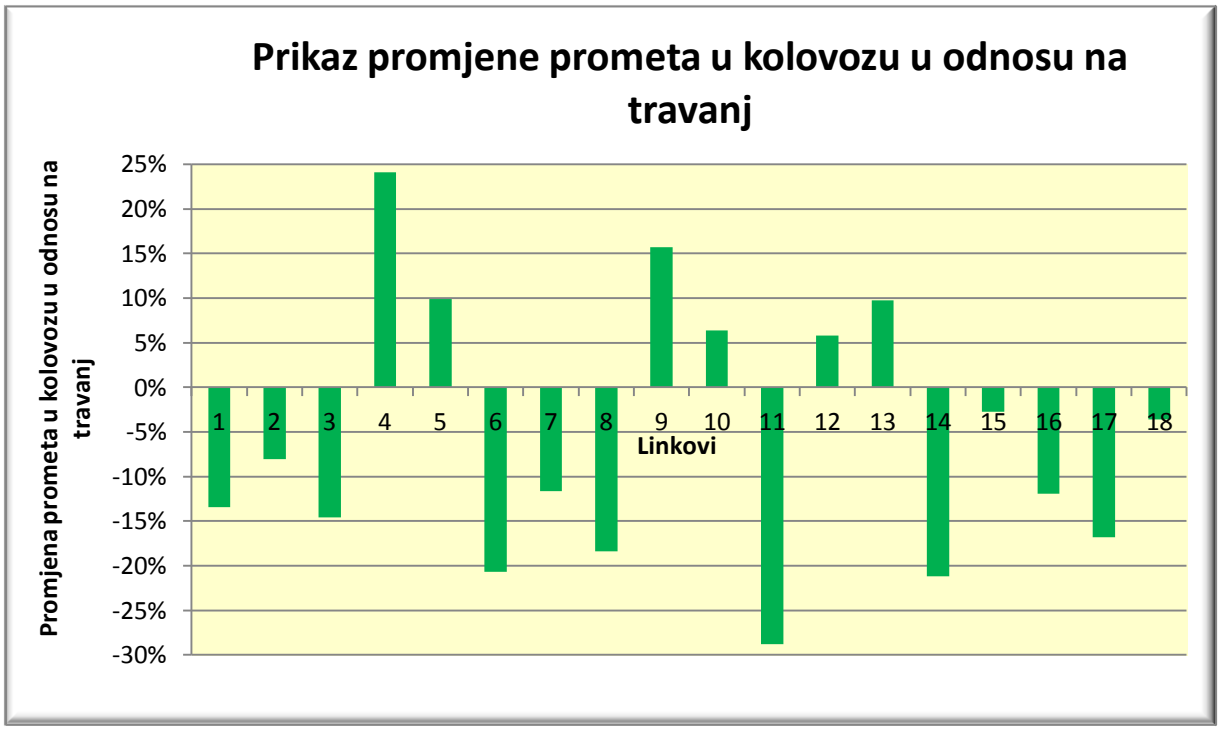
Tablica 24. Prometno opterećenje po linkovima za mjesec kolovoz u EJA/h

Izvor: [58]



Slika 30. Prikaz dnevnoga prometnog opterećenja na linkovima za mjesec kolovoz 2016.

Izvor: [59]



Grafikon 5. Prikaz promjene prometnog opterećenja u kolovozu u odnosu na travanj

Izvor: [60]

Grafikon 5 prikazuje pozitivni ili negativni porast prometa između travnja i kolovoza za sve linkove zone obuhvata. Najveći rast ima link 4 na Putu Nina odnosno od raskrižja 2 prema gradskom naselju Petrići s 24,1%. Taj je link vrlo opterećen ljeti s preko 13400 vozila po danu, jer je jedini put iz centra grada prema okolnim turističkim naseljima i otoku Viru.

Najopterećeniji link u kolovozu je link 9 s PLDP-om[4] od 17 520 voz/dan. Nalazi se na samom kraju Puta Nina između početka Franje Tuđmana i Ive Senjanina. Također, ljeti bilježi rast od 15,7% u odnosu na ostatak godine.

Svi linkovi Puta Nina i Franje Tuđmana kao najvažnija i najopterećenija prometnica bilježe porast prometa ljeti od 5,8% do već spomenutih 24,1%. Ostali bilježe pad prometa od 28,8% za link 11 do minimalnih 2,7% za link 15, osim linka 13 koji je izlaz s glavne prometnice Put Nina s rastom od 9,7%.

Pretpostavljeni razlog pada prometa za sporedne linkove može biti manja gospodarska aktivnost domaćeg stanovništva (godišnji odmor...). Općenito, u cijeloj zoni obuhvata bilježi se opći mali porast prometa tijekom ljeta u odnosu na ostatak godine.

2.5. Simulacija sadašnjeg stanja u programu Vissim

PTV Vissim je mikroskopski simulacijski alat za modeliranje gradske prometne mreže i operacija javnoga gradskoga prijevoza te tokova pješaka. Točnost i vjerodostojnost simulacijskog modela najviše ovisi o kvaliteti modeliranja ponašanja vozila u simuliranoj prometnoj mreži. Za razliku od ostalih simulacijskih alata koji koriste konstantne brzine vozila i determinističku logiku slijeđenja, PTV Vissim koristi psihofizički model ponašanja vozača[5].

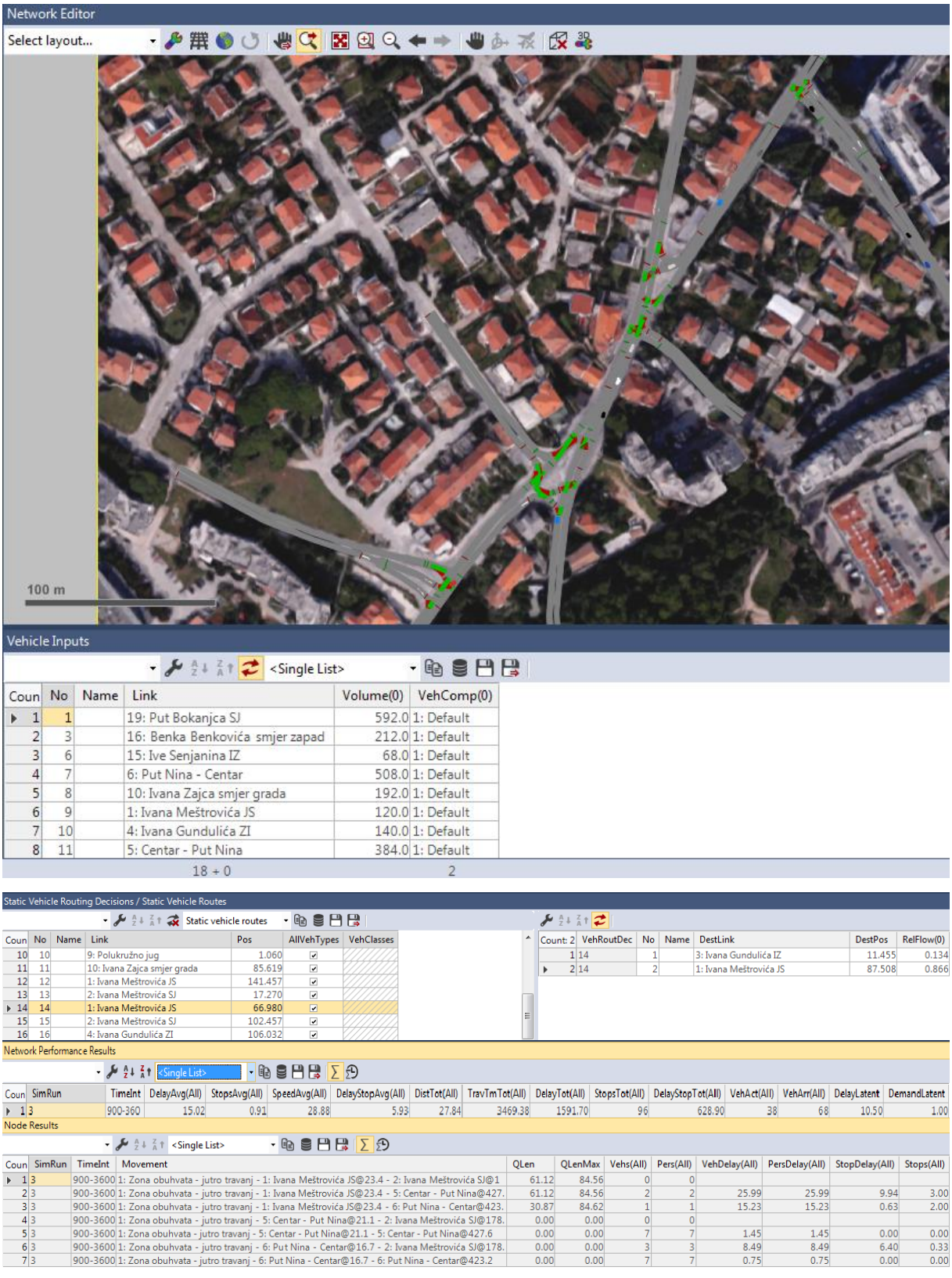
[4] PLDP – prosječni ljetni dnevni promet

[5] Razvio Rainer Wiedermann 1974. na Sveučilištu u Karlsruheu

Osnovni koncept je taj da vozač bržeg vozila počinje usporavati kada uoči sporije vozilo u istom prometnom traku. Budući da vozač u bržem vozilu ne može točno utvrditi brzinu sporijeg vozila, on usporava ispod brzine sporijeg vozila te postepeno počinje ubrzavati do brzine sporijeg vozila. PTV Vissim vrši simulaciju prometnog toka pomicanjem jedinica "čovjek-vozilo" (eng. *driver-vehicle-units*) kroz definiranu prometnu mrežu. Svaki vozač u mreži sa svojim specifičnim karakteristikama ponašanja dodijeljen je određenom vozilu te se poštuju i prethodno definirane tehničke mogućnosti određenog vozila. Atributi koji opisuju svaku jedinicu "čovjek-vozilo" mogu se kategorizirati u tri osnovne skupine:

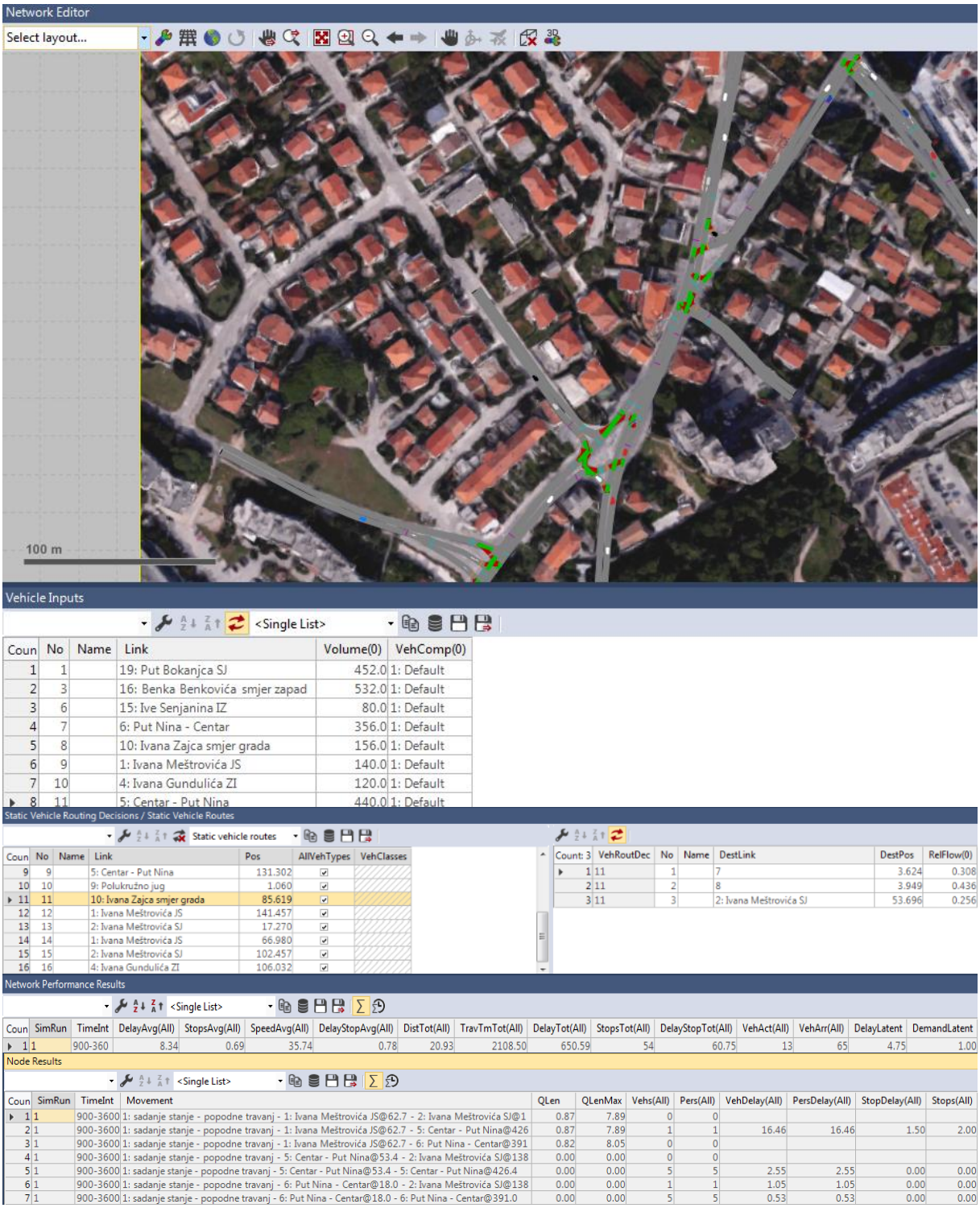
1. tehničke specifikacije vozila
2. ponašanje jedinice "čovjek-vozilo"
3. međusobna zavisnost jedinica "čovjek-vozilo"

Na sljedećim slikama prikazani su grafički prikazi zone obuhvata u 2D i 3D prikazu, prometno opterećenje ulaznih privoza, jedno rutiranje privoza u međusobnim omjerima, opći učinak mreže, detaljni rezultati zone obuhvata (duljina repa, kašnjenja, zaustavljanja) za jutarnji vršni sat travnja, popodnevi vršni sat travnja, za mjesec travanj i kolovoz.



Slika 31. Rezultati simuliranja jutarnjeg vršnog sata mjeseca travanj

Izvor: [61]



Slika 32. Rezultati simuliranja popodnevog vršnog sata mjeseca travanj

Izvor: [62]



Vehicle Inputs

<Single List>

Coun	No	Name	Link	Volume(0)	VehComp(0)
1	1		19: Put Bokanjca SJ	520.0	1: Default
2	3		16: Benka Benkovića smjer zapad	372.0	1: Default
3	6		15: Ive Senjanina IZ	74.0	1: Default
4	7		6: Put Nina - Centar	432.0	1: Default
5	8		10: Ivana Zajca smjer grada	174.0	1: Default
6	9		1: Ivana Meštrovića JS	144.0	1: Default
7	10		4: Ivana Gundulića ZI	130.0	1: Default
8	11		5: Centar - Put Nina	412.0	1: Default

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Static vehicle routes

Coun	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses
1	1		16: Benka Benkovića smjer zapad	60.541	☑	
2	2		18: Put Bokanjca JS	123.663	☑	
3	3		19: Put Bokanjca SJ	75.816	☑	
4	4		19: Put Bokanjca SJ	187.731	☑	
5	5		6: Put Nina - Centar	198.024	☑	
6	6		15: Ive Senjanina IZ	60.289	☑	
7	7		6: Put Nina - Centar	266.237	☑	
8	8		5: Centar - Put Nina	194.817	☑	
9	9		5: Centar - Put Nina	131.302	☑	
10	10		9: Polukružno jug	1.060	☑	
11	11		10: Ivana Zajca smjer grada	85.619	☑	
12	12		1: Ivana Meštrovića JS	141.457	☑	
13	13		2: Ivana Meštrovića SJ	17.270	☑	
14	14		1: Ivana Meštrovića JS	66.980	☑	
15	15		2: Ivana Meštrovića SJ	102.457	☑	
16	16		4: Ivana Gundulića ZI	106.032	☑	

Count: 3	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	5	1		14: Ive Senjanina ZI	12.499	0.168
2	5	2		18: Put Bokanjca JS	22.604	0.038
3	5	3		6: Put Nina - Centar	245.884	0.794

Network Performance Results

<Single List>

Coun	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(All)	DistTot(All)	TravTmTot(All)	DelayTot(All)	StopsTot(All)	DelayStopTot(All)	VehAct(All)	VehArr(All)	DelayLatent	DemandLatent
1	1	900-3600	10.78	0.91	34.22	1.57	26.34	2771.25	970.01	82	140.87	30	60	5.63	1.00

Node Results

<Single List>

Coun	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	Pers(All)	VehDelay(All)	PersDelay(All)	StopDelay(All)	Stops(All)
1	1	900-3600	1: sadašnje stanje - travanj - 1: Ivana Meštrovića JS@18.8 - 2: Ivana Meštrovića SJ@1	8.80	39.30	0	0				
2	1	900-3600	1: sadašnje stanje - travanj - 1: Ivana Meštrovića JS@18.8 - 5: Centar - Put Nina@428.	8.80	39.30	0	0				
3	1	900-3600	1: sadašnje stanje - travanj - 1: Ivana Meštrovića JS@18.8 - 6: Put Nina - Centar@419.	6.65	45.99	0	0				
4	1	900-3600	1: sadašnje stanje - travanj - 5: Centar - Put Nina@24.8 - 2: Ivana Meštrovića SJ@183.	1.85	46.95	0	0				
5	1	900-3600	1: sadašnje stanje - travanj - 5: Centar - Put Nina@24.8 - 5: Centar - Put Nina@428.3	0.00	0.00	5	5	1.76	1.76	0.00	0.00
6	1	900-3600	1: sadašnje stanje - travanj - 6: Put Nina - Centar@16.0 - 2: Ivana Meštrovića SJ@183.	0.00	0.00	2	2	0.96	0.96	0.00	0.00
7	1	900-3600	1: sadašnje stanje - travanj - 6: Put Nina - Centar@16.0 - 6: Put Nina - Centar@419.9	0.00	0.00	9	9	1.66	1.66	0.00	0.00

Slika 33. Rezultati simuliranja za mjesec travanj

Izvor: [63]



Vehicle Inputs

<Single List>

Coun	No	Name	Link	Volume(0)	VehComp(0)
1	1		19: Put Bokanjca SJ	464.0	1: Default
2	3		16: Benka Benkovića smjer zapad	340.0	1: Default
3	6		15: Ive Senjanina IZ	52.0	1: Default
4	7		6: Put Nina - Centar	558.0	1: Default
5	8		10: Ivana Zajca smjer grada	142.0	1: Default
6	9		1: Ivana Meštrovića JS	118.0	1: Default
7	10		4: Ivana Gundulića ZI	128.0	1: Default
8	11		5: Centar - Put Nina	420.0	1: Default

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Static vehicle routes

Coun	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses
1	1		16: Benka Benkovića smjer zapad	60.541	☑	
2	2		18: Put Bokanjca JS	123.663	☑	
3	3		19: Put Bokanjca SJ	75.816	☑	
4	4		19: Put Bokanjca SJ	187.731	☑	
5	5		6: Put Nina - Centar	198.024	☑	
6	6		15: Ive Senjanina IZ	60.289	☑	
7	7		6: Put Nina - Centar	266.237	☑	
8	8		5: Centar - Put Nina	194.817	☑	
9	9		5: Centar - Put Nina	131.302	☑	
10	10		9: Polukružno jug	1.060	☑	
11	11		10: Ivana Zajca smjer grada	85.619	☑	
12	12		1: Ivana Meštrovića JS	141.457	☑	
13	13		2: Ivana Meštrovića SJ	17.270	☑	
14	14		1: Ivana Meštrovića JS	66.980	☑	
15	15		2: Ivana Meštrovića SJ	102.457	☑	
16	16		4: Ivana Gundulića ZI	106.032	☑	

Count: 3	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	8	1		14: Ive Senjanina ZI	12.724	0.015
2	8	2		18: Put Bokanjca JS	22.261	0.414
3	8	3		5: Centar - Put Nina	223.376	0.571

Network Performance Results

<Single List>

Coun	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(All)	DistTot(All)	TravTmTot(All)	DelayTot(All)	StopsTot(All)	DelayStopTot(All)	VehAct(All)	VehArr(All)	DelayLatent	DemandLatent
1	1	900-3600	7.55	0.65	38.14	1.37	25.78	2433.63	664.33	57	120.77	27	61	4.50	1.00

Node Results

<Single List>

Coun	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	Pers(All)	VehDelay(All)	PersDelay(All)	StopDelay(All)	Stops(All)
1	1	900-3600	1: sadašnje stanje - kolovoz - 1: Ivana Meštrovića JS@23.3 - 2: Ivana Meštrovića SJ@1	2.96	21.88	0	0				
2	1	900-3600	1: sadašnje stanje - kolovoz - 1: Ivana Meštrovića JS@23.3 - 5: Centar - Put Nina@426.	2.96	21.88	0	0				
3	1	900-3600	1: sadašnje stanje - kolovoz - 1: Ivana Meštrovića JS@23.3 - 6: Put Nina - Centar@423.	1.50	21.22	0	0				
4	1	900-3600	1: sadašnje stanje - kolovoz - 5: Centar - Put Nina@21.0 - 2: Ivana Meštrovića SJ@178.	5.39	48.30	0	0				
5	1	900-3600	1: sadašnje stanje - kolovoz - 5: Centar - Put Nina@21.0 - 5: Centar - Put Nina@426.1	0.00	0.00	6	6	2.46	2.46	0.00	0.00
6	1	900-3600	1: sadašnje stanje - kolovoz - 6: Put Nina - Centar@18.3 - 2: Ivana Meštrovića SJ@178.	0.00	0.00	1	1	0.65	0.65	0.00	0.00
7	1	900-3600	1: sadašnje stanje - kolovoz - 6: Put Nina - Centar@18.3 - 6: Put Nina - Centar@423.4	0.00	0.00	11	11	0.95	0.95	0.00	0.00

Slika 34. Rezultati simuliranja za mjesec kolovoz

Izvor: [64]

3. PRIJEDLOZI RJEŠENJA

Prijedlozi rješenja su prijedlozi mjera i zahvata na području obuhvata studije kojima je moguće unaprijediti stanje prometnog sustava.

Prijedlozi rješenja izrađuju se na temelju:

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

Prijedlozi rješenja se prema periodu realizacije dijele na:

- trenutne - realizacija do 2 godine od prihvaćanja analize,
- kratkoročne - realizacija od 5 godine od prihvaćanja analize,
- srednjoročne - realizacija od 5 do 10 godine nakon prihvaćanja analize,
- dugoročne - realizacija od 10 do 20 godine nakon prihvaćanja analize.

Prijedlozi rješenja se prema cilju djelovanja dijele na:

- prijedloge djelovanja na prometnoj infrastrukturi
  - prijedlozi rekonstrukcije postojeće prometne infrastrukture
  - prijedlozi izgradnje novih elemenata prometne infrastrukture

- prijedloge djelovanja na organizaciji elemenata prometnog sustava
  - organizacija javnog gradskog prijevoza putnika
  - organizacija dostavnog prometa
  - organizacija prometa u specifičnim situacijama i dr.

- prijedloge djelovanja na prometnu politiku
  - politika financiranja prometnog sustava
  - politika definiranja prioriteta i prometnom sustavu
  - parkirna politika

3.1. Prijedlog prometnog uređenja

Prema navedenim nedostacima temeljem terenskog istraživanja i pojedinih problema opisanih u poglavlju „Analiza postojećeg stanja“, donijeti su prijedlozi rekonstrukcije, odnosno prometnog uređenja istih, kao i rješenja mjere organiziranja prometa u zoni obuhvata.

Prijedlog prometnog uređenja se sastoji od:

- 2 x RKT[6] promjera 35 m sa širinom kružnog traka 6 m
- 11 gradskih ulica širine jednog traka od 3 do 5,4 m, od toga 2 nove ulice na prilazima dvaju RKT-a
- 3 jednosmjernih ulica širine traka 4,5 m
- 2 autobusna stajališta
- 15 pješačkih prijelaza

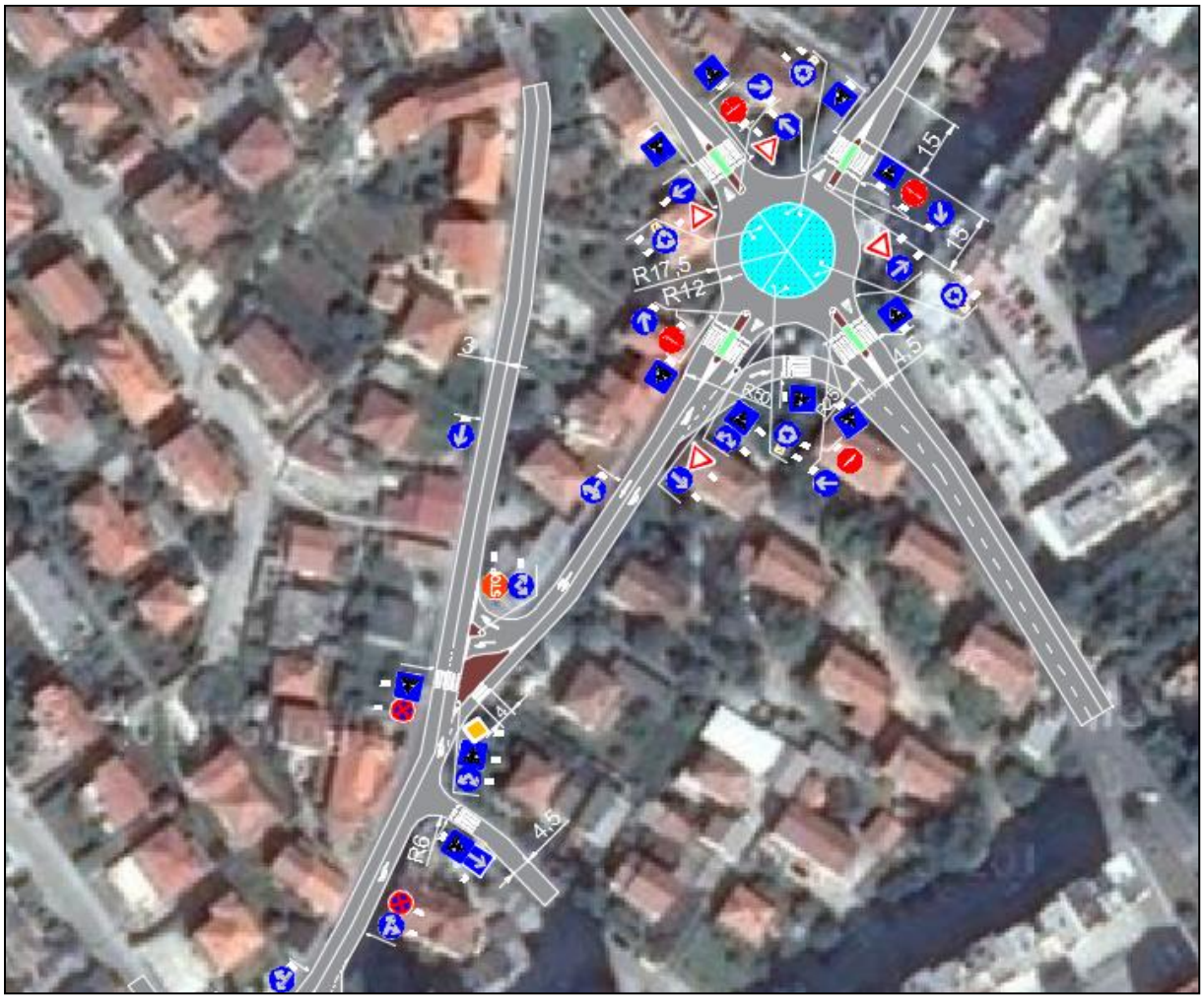
Računska brzina prijedloga prometnog uređenja iznosi V_r = 50 km/h. Kut pod kojim se spaja os ulice Benka Benkovića na ulicu Put Bokanjca iznosi 70 stupnjeva. Na južnom RKT-u kut pod kojim se spaja os ulice Ivana Gundulića na os ulice Ivana Meštrovića iznosi 99 stupnjeva, i, slijedom u smjeru kazaljke na satu, kutovi iznose 94°, 80° i 87°.

Budući da su istih geometrijskih karakteristika, propusna moć svakog od dvaju srednjih velikih jednotračnih RKT-a u naselju je okvirno 20 000 voz/dan. Brzina u raskrižju će iznositi najviše V_k = 35 km/h. Dalje u radu, izračunat će se prometni parametri četverokrakog raskrižja s kružnim tokom prometa koje će pritom omogućiti izračun razine usluge.

U prilogu, projektirana je na tlocrtima vertikalna i horizontalna prometna signalizacija prema *Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama* (N.N. 33/05,64/05,155/05,14/11)**.** Prijedlog prometnog uređenja rađen je uporabom alata AutoCAD.

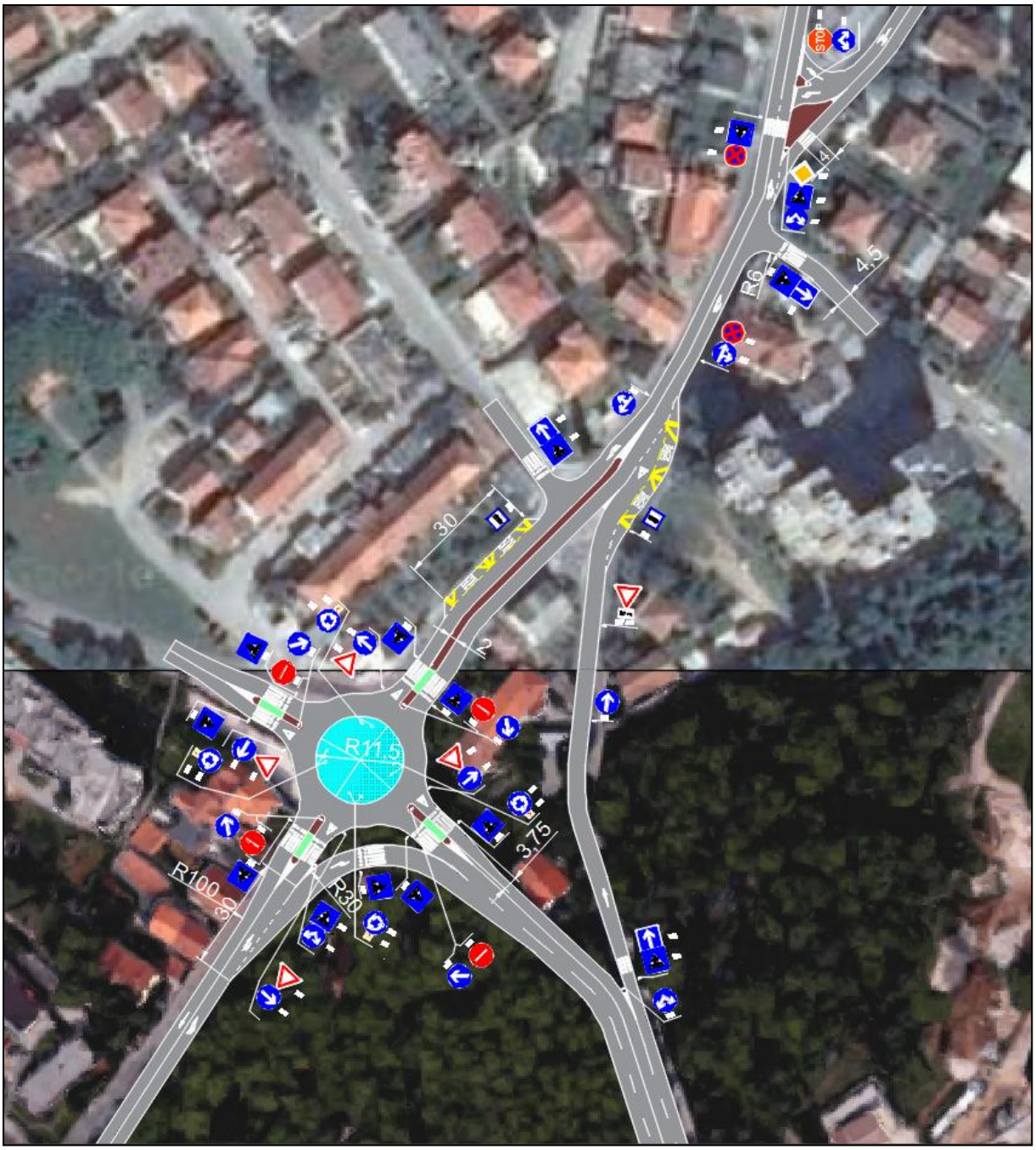
[6] RKT – raskrižje s kružnim tokom prometa

Sve su skice jasno kotirane te se na njima mogu vidjeti karakteristike pojedinih elemenata nacrta ovoga diplomskog rada. Širine prometnih trakova prije ulaza u zonu raskrižja su 3 m, širine trakova na ulazu u raskrižje s kružnim tokom su 4,5 m, a širine trakova jednosmjernih ulica također iznose 4,5 m. Trak u raskrižju s kružnim tokom prometa iznosi 6 m, a na desnom skretanju neposredno prije ulaska u RKT prometni je trak širok 5,4 m.



Slika 35. Skica sjevernog dijela prijedloga prometnog uređenja

Izvor: [65]



Slika 36. Skica južnog dijela prijedloga prometnog uređenja

Izvor: [66]

3.2. Prometni konflikti i regulacija tokova prijedloga

Prijedlog prometnog uređenja je poboljšana varijanta sadašnjeg stanja. Temeljen je na rezultatima analize postojećeg stanja, prognozi prometa i suvremenim

metodama prometnog planiranja i projektiranja. Cilj je poboljšati protočnost gradskog prometa odnosno zadovoljiti prometnu potražnju, omogućiti ostvarenje veće razine usluge, i povećati sigurnost cestovnog i pješačkog prometa. Prijedlog prometnog rješenja bila bi izgradnja dvaju raskrižja s kružnim tokom prometa i preraspodjela prometnih tokova, radi ostvarivanja veće propusnosti i sigurnosti glavnih prometnica koje vode u centar grada i prema izlazu iz grada, što je izuzetno važno u ljetnim mjesecima zbog povećanoga prometnog opterećenja.

Na križanju ulice Benka Benkovića i Put Bokanjca predložena je izgradnja četverokrakog srednje velikog jednotračnog raskrižja s kružnim tokom prometa promjera 35 m i kapaciteta 20 000 vozila po danu. Širina kružnog kolnika iznosi 6 m, ali je dugim vozilima tijekom vožnje dopušteno koristiti i prošireni dio kružnoga kolničkog traka, odnosno povozni dio središnjeg otoka. Dalje u radu to će se raskrižje preimenovati u sjeverni RKT radi pojednostavljenja teksta te zato što se nalazi na najsjevernijem dijelu zone obuhvata. Neposredno prije ulaza u ovaj RKT s jugozapadne strane, omogućen je izravan trak desnim odvojkom prema ulici Benka Benkovića, što će time rasteretiti ulazni privoz u RKT. Širina tog odvojka iznosi 5,4 m, a radijus unutarnjeg ruba kolnika 19,6 m, što je mjerodavno za teretna vozila s prikolicom. Uz uklanjanje triju postojećih objekata, probio bi se četvrti privoz izravno iz ulice Put Nina prema ulici Benka Benkovića koji omogućuje preraspodjelu prometnih tokova sadašnjih privoza 10, 17 i dio privoza 1 u omjeru koji će se definirati i objasniti u proračunima, što će povećati kapacitet prometnica ovog dijela zone obuhvata. Nestat će zabranjene i opasne radnje kao što su polukružno okretanje i skretanje preko pune bijele linije (privoz 10 i 17).

Prema prijedlogu na križanju ulica Put Nina i Put Bokanjca, ostat će trenutno stanje izvedbe raskrižja, ali je bitno napomenuti da će repovi čekanja na sporednoj cesti Put Bokanjca, regulirani prometnim znakom „obavezno zaustavljanje“, biti dosta manji zbog incidentnog prometa koji će koristiti novoizgrađenu prometnicu, odnosno produženje Benka Benkovića izravno prema Putu Nina.

Ulice Ive Senjanina i Ivana Zajca imat će novu regulaciju prometa i postat će jednosmjerne ulice smjera izlaza s glavne prometnice ulice Put Nina odnosno Ivana Meštrovića. Naime, pridonijet će povećanju sigurnosti na području križanja zbog samo jedne konfliktne točke isplitanja, što je uvijek bolje rješenje u odnosu na jednosmjerni ulaz i prometne radnje uplitanja i mogućnosti vožnje u zabranjenom smjeru. Zbog smanjivanja dvosmjernog na jednosmjerni promet, povećat će se protočnost vozila pojedinog toka, a oslobodit će se prostor za izgradnju nogostupa na obostranim rubovima ceste u cilju povećanja sigurnosti pješaka. Prometni tokovi koji su se tada uključivali u glavne prometnice Put Nina i Ivana Meštrovića bili bi premješteni na ulazne privoze pripadajućih RKT-a.

Od južnog RKT-a do kraja Ivana Meštrovića, prometni tokovi dvosmjernog prometa bi se odvojili razdjelnim otokom u cijeloj dužini. To bi onemogućilo pogotovo opasnu prometnu radnju sadašnjih privoza 28 i 29, koja je polukružno okretanje ulijevo preko pune bijele crte, i lijevo skretanje preko pune bijele crte oko sadašnjega prometnog otoka (privoz 32 i 33).

Drugi bi se RKT nalazio na križanju Ivana Meštrovića i Ivana Gundulića. Bio bi istih prometno-građevinskih karakteristika kao sjeverno raskrižje. Brzina bi na raskrižjima bila V_k = 35 km/h, a na ostatku mreže prijedloga uređenja u naselju dozvoljenih 50 km/h. Također, prije ulaska s južne strane u RKT, omogućen je izravan trak desnim odvojkom prema novoizgrađenoj dionici na istok i centar grada, zbog prometno-vozačkih zahtjeva i dostupnosti šumskog prostora grada, što će time rasteretiti ulazni privoz u južni RKT.

Ispod u tablici 25., prikazani su prometni konflikti prijedloga rješenja. U obračunu prometnih konflikata nisu uzeti u obzir konflikti s pješacima o kojima uvijek i svugdje treba voditi brigu jer su najranjivija skupina u prometu zajedno s motociklistima.

PROMETNI KONFLIKTI PRIJEDLOGA RJEŠENJA				
križanje	**konfliktne točke**			**prema broju krakova**
	uplitanje	isplitanje	križanje	
sjeverni RKT	4	5	-	4
Put Nina - Put Bokanjca	2	2	1	trokrako (Y-raskrižje)
Put Nina - Ive Senjanina	-	1	-	trokrako (T-raskrižje)
Put Nina - Ivana Meštrovića	1	-	-	trokrako (Y-raskrižje)
Ivana Zajca - Ivana Meštrovića	-	1	-	trokrako (T-raskrižje)
južni RKT	4	5	-	4
UKUPNO	11	14	1	
	26			

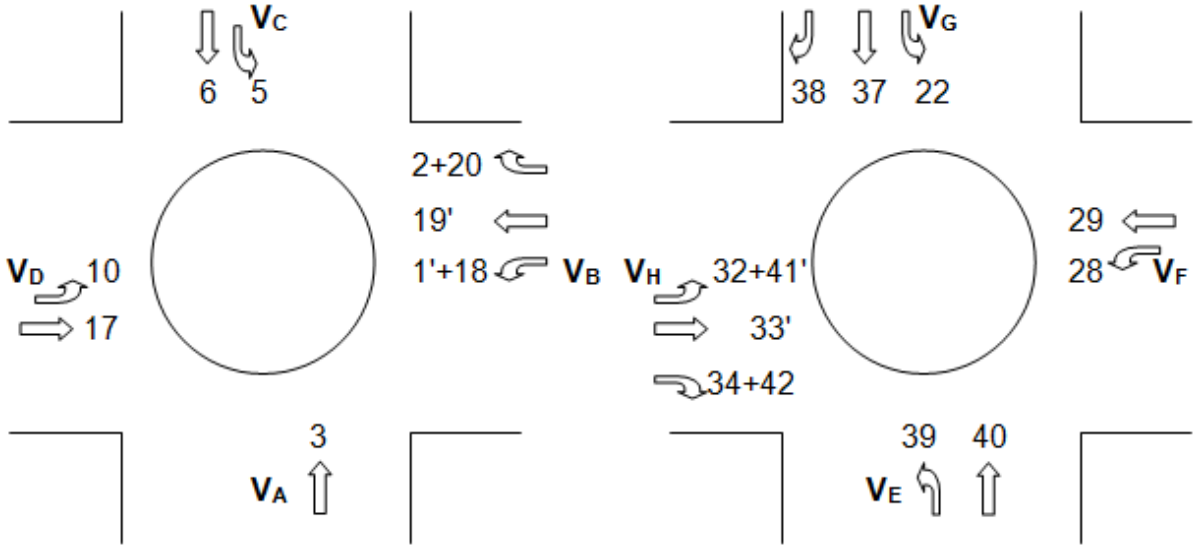
Tablica 25. Prometni konflikti prijedloga prometnog uređenja

Izvor: [67]

Pri projektiranju ovog prijedloga prometnog uređenja pristupalo se metodikom pronalaska novog rješenja sa što manjim brojem konfliktnih točaka i raskrižja. Ovaj prijedlog sadrži ukupno 26 konfliktnih točaka: 11 uplitanja, 14 isplitanja i samo 1 točku križanja. U odnosu na sadašnje stanje zone obuhvata koja sadrži 45 konfliktnih točaka, to je smanjenje od čak 19 konflikata. Pridonosit će smanjenju vjerojatnosti nastanka prometnih nesreća, povećanju protočnosti motornih vozila na prometnicama i raskrižjima prijedloga, odvajanju pješačkog i motoriziranog prometa na većem dijelu zone obuhvata gdje to prostor dopušta. Najopasnija prometna konfliktna radnja – križanje – svedena je na minimum od samo jedne, i to kod ulaska u glavni prometni tok s ulice Put Bokanjca na Put Nina prilikom presijecanja toka suprotnog smjera.

3.3. Proračun razine usluge

Svi proračuni su rađeni prema metodologiji HCM[7]-a 2010 i izračunati pomoću alata MS Excel. Razina usluge je kvalitetna mjera koja opisuje operativne uvjete prometnog toka prema percepciji odnosno opažanjima korisnika, a može se odrediti prema izračunatim ili izmjerenim prosječnim vrijednostima kontrole kašnjenja za pojedine prometne trakove privoza. Razina usluge A predstavlja najbolje operativne uvjete, a razina F najlošije.



Skica 1. Prikaz numeriranih tokova (privoza) na sjevernom RKT-u lijevo i na južnom RKT-u desno

Izvor: [68]

Na prikazu iznad shematski su prikazani sjeverni i južni RKT. Sjeverni RKT bi se nalazio na sadašnjem križanju Benka Benkovića i Put Bokanjca, dok bi se južni RKT nalazio na križanju Ivana Gundulića i Ivana Meštrovića. U proračunima su se koristili prikupljeni podaci iz brojanja prometa izvršenog 18. kolovoza 2016. godine kao početne vrijednosti prometnog opterećenja ulaznih privoza u vršnom satu. Upotrijebljene su derivirane vrijednosti privoza 1, 19, 33 i 41. Prometnim uređenjem i izgradnjom novih prometnica na njima se može pojaviti latentni promet. To znači da će nove izgrađene dionice ceste privući na sebe dio prometnog opterećenja sa

[7] HCM – Highway Capacity Manual

sadašnjih pravaca i privući nove korisnike zbog veće razine uslužnosti. To će se pretpostaviti na maloprije navedenim privozima.

Postupak izračuna veličine deriviranih privoza[8]:

- privoz 1'
  - izračuniti omjer između privoza 12 i 13
  > privoz 12 / (privoz 12 + privoz 13) = 2616 / (2616 + 1152) = 0,694
  - pomnožiti dobiveni omjer s privozom 1 i podijeliti s koeficijentom vršnog sata
  > privoz 1' = privoz 1 x 0,694 = 1512 [voz/dan] x 0,694 / 12 = 88 [voz/h]
- privoz 19'
  - zbrojiti privoz 19 s razlikom između privoza 1 i 1'
  > privoz 19' = privoz 19 + privoz 1 x 0,306 = (408 + 1512 x 0,306 [voz/dan]) / 12 = 72 [voz/h]
- privoz 41'
  - izračuniti omjer između privoza 24 i 25
  > privoz 24 / (privoz 24 + privoz 25) = 1440 / (1440 + 264) = 0,845
  - pomnožiti dobiveni omjer s privozom 41 i podijeliti s koeficijentom vršnog sata
  > privoz 41' = privoz 41 x 0,845 = 1224 [voz/dan] x 0,845 / 12 = 86 [voz/h]
- privoz 33'
  - zbrojiti privoz 33 s razlikom između privoza 24 i 25
  > privoz 33' = privoz 33 + privoz 41 x 0,155 = (744 + 1224 x 0,155 [voz/dan]) / 12 = 78 [voz/h]

Nakon izračuna deriviranih privoza, možemo sastavljati vrijednosti prometnih opterećenja ulaznih privoza u RKT.

[8] Izvor: slike 25., 26., 27., 28. i 29.

V_{10} = 20 [voz/h]
V_{17} = 68 [voz/h]
$V_{1',18}$ = 106 [voz/h]
$V_{19'}$ = 72 [voz/h]
$V_{2,20}$ = 226 [voz/h]
V_{3} = 164 [voz/h]
V_{5} = 258 [voz/h]
V_{6} = 206 [voz/h]
$V_{32,41'}$ = 134 [voz/h]
$V_{33'}$ = 78 [voz/h]
$V_{34,42}$ = 58 [voz/h]
V_{28} = 16 [voz/h]
V_{29} = 4 [voz/h]
V_{39} = 22 [voz/h]
V_{40} = 96 [voz/h]
V_{22} = 484 [voz/h]
V_{37} = 124 [voz/h]
V_{38} = 120 [voz/h]

Zatim treba pretvoriti volumen vozila [voz/h] u jedinice putničkog automobila [PAJ/h] koristeći faktor prilagodbe za teška vozila.

$$f_{x,HV} = \frac{1}{1 + P_{HV} \cdot (E_T - 1)}$$

gdje je:

$f_{x,HV}$ - faktor prilagodbe za teška vozila,

P_{HV} - postotak teških vozila

E_T - koeficijent ekvivalentnih jedinica (E_T = 2).

$$\mathbf{f_{x,HV} = \frac{1}{1 + P_{HV} \cdot (E_T - 1)}}$$

Postotak teških vozila se dobio dijeljenjem broja teretnih vozila i autobusa s ukupnim brojem registriranih cestovnih vozila 31. prosinca 2015. godine (nisu uključeni traktori i priključna vozila) i iznosi 8,5%.

P_{HV} = 154 282 / 1 807 522 = 8,5%

Stoga, $f_{1',42,HV} = \frac{1}{1 + 8,5/100 \cdot (2 - 1)} = 0,921659.$

$$V_{x,PAJ} = \frac{V_x}{f_{x,HV}} \quad [PAJ/h]$$

$V_{10,PAJ}$ = 20 / 0,921659 = 21,7 [PAJ/h]
$V_{17,PAJ}$ = 73,78 [PAJ/h]
$V_{1',18,PAJ}$ = 115,01 [PAJ/h]
$V_{19',PAJ}$ = 78,12 [PAJ/h]
$V_{2,20,PAJ}$ = 245,21 [PAJ/h]
$V_{3,PAJ}$ = 177,94 [PAJ/h]
$V_{5,PAJ}$ = 279,93 [PAJ/h]
$V_{6,PAJ}$ = 223,51 [PAJ/h]
$V_{32,41',PAJ}$ = 145,39 [PAJ/h]
$V_{33',PAJ}$ = 84,63 [PAJ/h]
$V_{34,42,PAJ}$ = 62,93 [PAJ/h]
$V_{28,PAJ}$ = 17,36 [PAJ/h]
$V_{29,PAJ}$ = 4,34 [PAJ/h]
$V_{39,PAJ}$ = 23,87 [PAJ/h]
$V_{40,PAJ}$ = 104,16 [PAJ/h]
$V_{22,PAJ}$ = 525,14 [PAJ/h]
$V_{37,PAJ}$ = 134,54 [PAJ/h]
$V_{38,PAJ}$ = 130,2 [PAJ/h]

Za protoke konfliknih tokova $V_{c,x}$ vrijede sljedeće jednadžbe:

$V_{c1,PAJ} = V_{10,PAJ} + V_{17,PAJ} + V_{5,PAJ}$ = 375,41 [PAJ/h]
$V_{c2,PAJ} = V_{10,PAJ} + V_{3,PAJ}$ = 199,64 [PAJ/h]
$V_{c3,PAJ} = V_{1',18PAJ} + V_{19',PAJ}$ = 193,13 [PAJ/h]
$V_{c4,PAJ} = V_{1',18,PAJ} + V_{5,PAJ} + V_{6,PAJ}$ = 618,45 [PAJ/h]
$V_{c5,PAJ} = V_{32,41',PAJ} + V_{33',PAJ} + V_{22,PAJ}$ = 755,16 [PAJ/h]
$V_{c6,PAJ} = V_{32,41',PAJ} + V_{39,PAJ} + V_{40,PAJ}$ = 273,42 [PAJ/h]
$V_{c7,PAJ} = V_{28,PAJ} + V_{29,PAJ} + V_{39,PAJ}$ = 45,57 [PAJ/h]
$V_{c8,PAJ} = V_{28,PAJ} + V_{22,PAJ} + V_{37,PAJ}$ = 677,04 [PAJ/h]

gdje je:

$V_{(1'-42),PAJ}$ - intezitet za manevar x (od 1' do 42) [PAJ/h]
$V_{c,PAJ}$ - konfliktni tok za pojedini privoz [PAJ/h]

Propusna moć ulaznog dijela privoza se računa formulom:

$$\mathbf{C_u = 1130 \cdot e^{(-0,001)\cdot Vc,x}\ [PAJ/h]}$$

gdje je:

C_u - propusna moć ulaza privoza [PAJ/h]

$V_{c,x}$ - konfliktni prometni tok za pojedini privoz [PAJ/h]

$C_{u1,PAJ} = 1130 \cdot e^{(-0,001)\cdot 375,41} = 776,319$ [PAJ/h]

$C_{u2,PAJ} = 925,499$ [PAJ/h]

$C_{u3,PAJ} = 931,544$ [PAJ/h]

$C_{u4,PAJ} = 608,82$ [PAJ/h]

$C_{u5,PAJ} = 531,027$ [PAJ/h]

$C_{u6,PAJ} = 859,674$ [PAJ/h]

$C_{u7,PAJ} = 1079,662$ [PAJ/h]

$C_{u8,PAJ} = 574,174$ [PAJ/h]

Faktor prilagodbe za teška vozila pojedinog privoza kružnog toka f_{HVe}:

$$\mathbf{f_{HVe} = \frac{f_{x,HV,L} \cdot V_{L,PAJ} + f_{x,HV,R} \cdot V_{R,PAJ} + f_{x,HV,D} \cdot V_{D,PAJ}}{V_{L,PAJ} + V_{R,PAJ} + V_{D,PAJ}}} = 0,921659$$

gdje je:

f_{HVe} - faktor prilagodbe teških vozila za pojedini privoz

$f_{x,HV,L,R,D}$ - faktor prilagodbe teških vozila za pojedini manevar x (lijevo, ravno, desno)

$V_{L,R,D,PAJ}$ - intezitet za manevar x (lijevo, ravno, desno)

Nakon toga treba izračunati intenzitet ulaza privoza $Q_{,PAJ.}$

$Q_{,PAJ} = \Sigma V_{x,PAJ}$ [PAJ/h]

$Q_{A,PAJ} = V_{8,PAJ} + V_{3,PAJ} + V_{4,PAJ} = 177,94$ [PAJ/h]

$Q_{B,PAJ} = V_{1',18,PAJ} + V_{19',PAJ} + V_{2,20,PAJ} = 438,34$ [PAJ/h]

$Q_{C,PAJ} = V_{5,PAJ} + V_{6,PAJ} = 503,44$ [PAJ/h]

$Q_{D,PAJ} = V_{10,PAJ} + V_{17,PAJ} = 95,48$ [PAJ/h]

$Q_{E,PAJ} = V_{39,PAJ} + V_{40,PAJ} = 128,03$ [PAJ/h]

$Q_{F,PAJ} = V_{28,PAJ} + V_{29,PAJ} = 21,7$ [PAJ/h]

$Q_{G,PAJ} = V_{22,PAJ} + V_{37,PAJ} + V_{38,PAJ} = 789,88$ [PAJ/h]

$Q_{H,PAJ} = V_{32,41',PAJ} + V_{33',PAJ} + V_{34,42,PAJ} = 292,95$ [PAJ/h]

Zatim potrebno je pretvoriti intenzitet ulaza u jedinice [voz/h] u zavisnosti o faktora prilagodbe za teška vozila:

$V = Q_{,PAJ} \cdot f_{,HVe}$ [voz/h]

gdje je:

V - stvarni intenzitet pojedinog privoza [voz/h]

$Q_{,PAJ}$ - intenzitet ulaza privoza [PAJ/h]

$f_{,HVe}$ - faktor prilagodbe teških vozila za pojedini privoz

$V_A = 164$ [voz/h]

$V_B = 404$ [voz/h]

$V_C = 464$ [voz/h]

$V_D = 88$ [voz/h]

$V_E = 118$ [voz/h]

$V_F = 20$ [voz/h]

$V_G = 728$ [voz/h]

$V_H = 270$ [voz/h]

Također u ovom slučaju, stvarni intenzitet pojedinog privoza V jednak je zbroju pripadajućih smjerova, zbog toga što je faktor vršnog sata jednak 1 jer se brojanje prometa obavilo tijekom vršnih sati.

Zatim se stvarni (realni) kapacitet ulaza u raskrižje s kružnim tokom izačunava pomoću formule:

$$\mathbf{C_u = C_{u,PAJ} \cdot f_{HVe} \cdot f_{pj}\ [voz/h]}$$

gdje je:

C_u - kapacitet ulaza [voz/h]
$C_{u,PAJ}$ - kapacitet ulaza [PAJ/h]
$f_{,HVe}$ - faktor prilagodbe teških vozila za pojedini privoz
f_{pj} - faktor prilagodbe za kapacitet ulaza privoza.

U ovom prijedlogu prometnog rješenja, uzet će se f_{pj} = 1 zato što će se zanemariti utjecaj toka pješaka na propusnu moć RKT-a koji je neznatan, jer je intenzitet svih pješačkih prijelaza ispod 200 pješaka po satu.

C_{uA} = 776,319 · 0,921659 = 715,5 [voz/h]
C_{uB} = 852,994 [voz/h]
C_{uC} = 858,566 [voz/h]
C_{uD} = 561,125 [voz/h]
C_{uE} = 489,426 [voz/h]
C_{uF} = 792,326 [voz/h]
C_{uG} = 995,08 [voz/h]
C_{uH} = 529,193 [voz/h]

Stupanj zasićenja je omjer volumena privoza i propusne moći privoza. Predstavlja usporedbu između potražnje i propusne moći ulaza te pruža izravnu procjenu toga zadovoljava li određeno oblikovno rješenje pretpostavljene potrebe. Vrijednosti koje se kreću od 0,85 do 0,90 predstavljaju stupanj zasićenja, pri vrijednostima većima od 0,9 dolazi do zagušenja na privozima, a pri vrijednostima manjima od 0,85 protok vozila je ispod propusne moći.

$$\mathbf{x = \frac{V_x\ [voz/h]}{C_u\ [voz/h]}}$$

gdje je:

x - stupanj zasićenja pojedinog privoza
V_x - stvarni intezitet pojedinog privoza [voz/h]
C_u - kapacitet ulaza [voz/h]

$x_A = \frac{164}{715,5} = 0,22921$; $x_B = 0,47363$; $x_C = 0,54044$; $x_D = 0,15683$

$x_E = 0,24111$; $x_F = 0,02524$; $x_G = 0,7316$; $x_H = 0,51021$

Kontrola kašnjenja je standardni parametar za mjerenje učinkovitosti kružnih i klasičnih raskrižja, te predstavlja potrebno vrijeme koje vozač utroši na: usporenje vozila do zaustavljanja iza zadnjeg vozila u repu čekanja, vrijeme provedeno u repu čekanja, čekanje prihvatljivog trenutka uključivanja u kružni prometni tok. Pritom ne ugrožava sebe i ostale sudionike u prometu izvršavanjem radnje uključivanja u kružni prometni tok.

U tablici 26., prikazani su razredi razine usluge definirane prema prosječnom vremenu kašnjenja na ulazu u raskrižje za stupanj zasićenja manje ili jednako od 1. Stupanj zasićenja je omjer protoka i kapaciteta privoza. U trećem stupcu prikazana je razina usluga F za stupanj zasićenja jednako ili više od 1, bez obzira na prosječno vrijeme kašnjenja. Znači da je volumen veći od propusne moći privoza i da vladaju uvjeti prisilnog toka.

Razina usluge za x ≤ 1,0	Prosječno vrijeme kašnjenja [s/voz]	Razina usluge za x ≥ 1,0
A	0 – 10	F
B	> 10 – 15	F
C	> 15 – 25	F
D	> 25 – 35	F
E	> 35 – 50	F
F	> 50	F

Tablica 26. Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja

Izvor: [69]

$$\mathbf{d = \frac{3600}{C_u} + 900T \cdot [x - 1 + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{(3600/C_u)x}{450T}}] + 5 \cdot x \ [s/voz]}$$

gdje je:

d - prosječno vrijeme kašnjenja privoza [s/voz]

x - stupanj zasićenja pojedinog privoza

C_u - kapacitet ulaza [voz/h]

T - vremenski period (za 60 minuta T = 1).

d_A = 7,672 [s/voz] **Razina usluge A**

d_B = 10,371 [s/voz] **Razina usluge B**

d_C = 11,797 [s/voz] **Razina usluge B**

d_D = 8,392 [s/voz] **Razina usluge A**

d_E = 10,894 [s/voz] **Razina usluge B**

d_F = 4,787 [s/voz] **Razina usluge A**

d_G = 16,944 [s/voz] **Razina usluge C**

d_H = 16,384 [s/voz] **Razina usluge C**

Prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja

$$\mathbf{d_{RKTsjever} = \frac{V_A \cdot d_A + V_B \cdot d_B + V_C \cdot d_C + V_D \cdot d_D}{V_A + V_B + V_C + V_D}} = 10{,}411 \text{ [s/voz]}$$ **Razina usluge B**

$$\mathbf{d_{RKTjug} = \frac{V_E \cdot d_E + V_F \cdot d_F + V_G \cdot d_G + V_H \cdot d_H}{V_E + V_F + V_G + V_H}} = 15{,}968 \text{ [s/voz]}$$ **Razina usluge C**

gdje je:

d_{RKT} - prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja s kružnim tokom prometa [s/voz]

d_{A_H} - prosječno vrijeme kašnjenja privoza (A do H) [s/voz]

V_{A_H} – volumen prometa promatranog privoza (A do H)

Razina usluge na sjevernom RKT-u je B. To znači da se oko 70% vozila nalazi u uvjetima slobodnog toka i da prosječna vremena čekanja na raskrižjima nisu značajna. Razina usluge na južnom RKT-u je C sa stabilnim uvjetima prometa. Oko

50% vozila u uvjetima je slobodnog toka, a mogući su manji povećani repovi čekanja na raskrižjima koja izazivaju veća prosječna vremena čekanja. Inače, prilikom projektiranja pojedinih prometnih objekata najčešće se uzimaju proračuni za razine usluga C ili D, čime se postiže zadovoljavajuća razine usluge za korisnike.

Duljina repa čekanja je duljina nakupljanja vozila koja čekaju ulazak u kružni kolnik.

Prilikom projektiranja kružnih raskrižja treba voditi računa da se u 95% slučajeva ne premaši duljina nakupljanja vozila pred ulazom u kružni prometni tok, te da se zadovolji odgovarajući stupanj zasićenja.

$$\mathbf{Q_{95} = 900T \cdot [x - 1 + \frac{\sqrt{((1-x)^2 + (3600/C_u)x)}}{150 \cdot T} \cdot (C_u/3600)\ [voz]}$$

gdje je:

Q_{95} - 95% duljina repa čekanja [voz]
x - stupanj zasićenja pojedinog privoza
C_u - kapacitet ulaza [voz/h]
T - vremenski period (za 60 minuta T = 1)

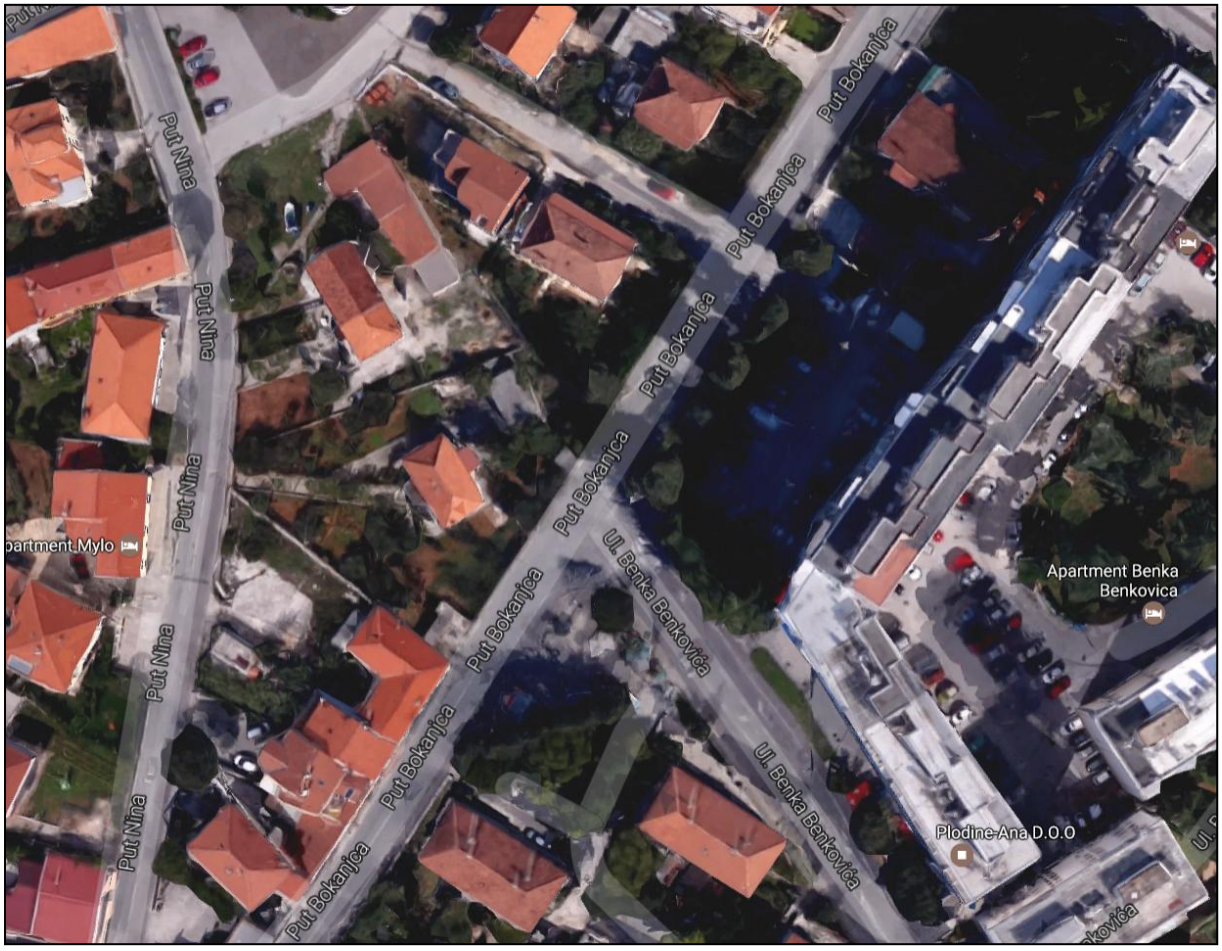
$$Q_{95A} = 900 \cdot 0{,}25 \cdot [0{,}22921 - 1 + \frac{\sqrt{((1 - 0{,}22921)^2 + (3600/776{,}319) \cdot 0{,}22921)}}{150}] \cdot (776{,}319/3600)$$

$Q_{95,A}$ = 0,889 [voz], $Q_{95,B}$ = 2,668 [voz],
$Q_{95,C}$ = 3,467 [voz], $Q_{95,D}$ = 0,557 [voz].

$Q_{95,E}$ = 0,948 [voz], $Q_{95,F}$ = 0,078 [voz],
$Q_{95,G}$ = 7,73 [voz], $Q_{95,H}$ = 3,053 [voz].

3.4. Opis prometno-tehničkog projekta za semaforizaciju prvog raskrižja

Sadašnje raskrižje ulica Benka Benkovića i Put Bokanjca je klasično T-raskrižje s tri privoza. Ono je trenutno prometno-građevinski dobro koncipirano, ali mu problem predstavljaju ostala raskrižja u blizini koja su u definiranoj zoni obuhvata. Susjedna raskrižja su poprilično opterećena i vrlo blizu jedna drugima što zahtijeva pronalazak novog rješenja kao npr. njihovo rasterećenje. U tom pogledu, prometni inženjeri su uvidjeli mogućnost dodatnoga prometnog rasterećenja tog raskrižja projektiranjem novog, odnosno četvrtog privoza spajanjem ulica Put Nina i Benka Benkovića.



Slika 37. Ortofoto prikaz prvog raskrižja

Izvor: [70]

Stoga, Grad Zadar u funkciji investitora prihvatio je ponuđeno rješenje prometno-tehničkog projekta tog raskrižja semaforskom regulacijom prometa. Novelacija križanja je opisana u prometno-tehničkom projektu glavnog projekta iz studenog 2011. godine. Ona uključuje građevinske izmjene, izgradnju novog privoza, izgradnju dodatnih traka i nadopunu prometne opreme, kako statičkih znakova tako i svjetlosne signalizacije. Konkretno, raskrižje se sastoji od 4 privoza od kojih svaki ima po 3 prometna traka, odnosno 2 ulazna i 1 izlazni prometni trak po privozu. Na sporednim privozima su omogućeni izlazni odvojni trakovi. Zadaća projekta je obnova kolnika, popravak geometrije križanja, nadopuna prometnih znakova i primjena semaforizacije, a sve u svrhu sigurnije i udobnije vožnje te povećanja kapaciteta križanja i pozitivnoga ekološkog učinka.

U tehničkom opisu navedenog projekta su razrađeni pojedini dijelovi rješenja, u kojima je detaljno opisano prometno-tehničko rješenje, prometna signalizacija i, u ovom slučaju, semaforizirano rješenje raskrižja koje će funkcionirati u ovisnosti od prometnih zahtjeva pomoću mikrovalnih i video detektora. Video detektori služe za detekciju prisutnosti vozila, a mikrovalni za detekciju prolaza i klasifikaciju vozila. U slučaju njihova prekida rada sve signalne grupe pojavljuju se sa svojim maksimalnim duljinama trajanja zelenog vremena, a slijed faza je stalan prema redoslijedu rednih brojeva. U prekidu rada semaforskog uređaja kao što je pregaranje signala prelazi se na treptanje žutog svjetla na svim vozačkim grupama i vrijedi regulacija prometa prometnih znakova i prvenstva prolaska. Nakon 90 dana po puštanju rekonstruiranog raskrižja u promet, potrebno je izvršiti brojanje prometa te izvršiti eventualne korekcije u semaforskim programima.

3.5. Proračun signalnog plana i razine usluge rješenja prometno-tehničkog projekta

Svako semaforizirano raskrižje je programirano prema signalnom planu po kojemu će svjetlosni signali funkcionirati. On je koncipiran prema veličini opterećenja svih privoza raskrižja, tj. veličina omjera faze u ciklusu je proporcionalna omjeru

prometnog opterećenja privoza za cijelo raskrižje i najbolje oslikava detektorski način rada semaforskog uređaja po kojemu će funkcionirati. Time se umanjuju vjerojatnosti za stvaranje podužeg repa čekanja i vremena kašnjenja.

Faza je dio ciklusa u kojem je nekim prometnim tokovima dopušteno kretanje, dok je zaštitno međuvrijeme vremensko razdoblje između završetka propuštanja prvog prometnog toka i početka vremena propuštanja drugog prometnog toka. To je vrijeme između kraja zelenog svjetla jedne signalne grupe i početka zelenog svjetla druge signalne grupe koja je u koliziji s prethodnom. Ona omogućuje sigurno napuštanje raskrižja vozila koje je ušlo u raskrižje na kraju zelenog vremena.

$t_z = t_u + t_r - t_e$

t_z – zaštitno međuvrijeme
t_u – vrijeme prolaza
t_r – vrijeme napuštanja
t_e – vrijeme ulaza (prilaza)

Međuvremena se izračunavaju za sve konfliktne prometne tokove. Mjerodavna međuvremena za određene signalne grupe u praksi se ujedinjuju u matricu zaštitnih međuvremena.

Za utvrđivanje međuvremena treba odrediti putove napuštanja i putove prilaza. Kao referentne linije za utvrđivanje dužine u pravilu se koriste središnje linije voznih ili pješačkih traka odabranih prometnih tokova. Put napuštanja s_r sastoji se od osnovnog puta napuštanja s_0 i fiktivne dužine vozila l_{FZ}. Prilazni put s_m je put od linije zaustavljanja do sjecišta s putem napuštanja toka vozila koji izlazi iz raskrižja.

Slučaj 1: Motorna vozila koja voze ravno i napuštaju raskrižje

l_{FZ} = 6,0 m – motorna vozila
l_{FZ} = 15,00 m – tramvaj
l_{FZ} = Ø m za pješake

$s_r = s_0 + l_{FZ}$

Vrijeme prolaza t_u – vremensko razdoblje utvrđeno za izračunavanje međuvremena između završetka vremena propuštanja i početka vremena napuštanja. Vrijeme je zadano t_u = 3 s, a brzina napuštanja v_r = 10 m/s = 36 km/h.

$$\mathbf{t_z = 3 + \frac{s_0}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40}}$$

1) tok 19' i 6

$$t_z = 3 + \frac{s_0}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40} = 3 + \frac{19{,}6688}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot 9{,}8674}{40} = 4{,}68 \text{ s}$$

2) tok 3 i 19'

$$t_z = 3 + \frac{s_0}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40} = 3 + \frac{16{,}3713}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot 12{,}5226}{40} = 4{,}11 \text{ s}$$

3) tok 17 i 3

$$t_z = 3 + \frac{s_0}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40} = 3 + \frac{19{,}4339}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot 9{,}7686}{40} = 4{,}66 \text{ s}$$

4) tok 6 i 17

$$t_z = 3 + \frac{s_0}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40} = 3 + \frac{16{,}982}{10} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot 12{,}5448}{40} = 4{,}17 \text{ s}$$

Vrijednosti s_0 i s_e se dobivaju mjerenjem iz nacrta na AutoCAD-u.

<u>Slučaj 2:</u> Vozilo koje skreće i napušta raskrižje

t_u = 2 s

V_r = 7 m/s

Kod polumjera ruba prometnog traka r < 10 m, brzinu napuštanja treba smanjiti na 5 m/s, što na ovom predmetnom raskrižju nije slučaj.

$$\mathbf{t_z = 2 + \frac{s_0}{V_r} + 6 - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40}}$$

1) tok 10 i 5

$$t_z = 2 + \frac{s_0 + 6}{V_r} - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40} = 2 + \frac{15{,}1958 + 6}{7} - \frac{3{,}6 \cdot 11{,}6532}{40} = 3{,}98 \text{ s}$$

2) tok 5 i 1',18

$$t_z = 2 + \frac{s_0 + 6}{V_r} - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40} = 2 + \frac{21{,}8032 + 6}{7} - \frac{3{,}6 \cdot 9{,}5993}{40} = \mathbf{5{,}11} \text{ s}$$

3) tok 8 i 10

$$t_z = 2 + \frac{s_0 + 6}{V_r} - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40} = 2 + \frac{22{,}3644 + 6}{7} - \frac{3{,}6 \cdot 15{,}1958}{40} = 4{,}68 \text{ s}$$

4) tok 1',18 i 8

$$t_z = 2 + \frac{s_0 + 6}{V_r} - \frac{3{,}6 \cdot s_e}{40} = 2 + \frac{14{,}3813 + 6}{7} - \frac{3{,}6 \cdot 12{,}5405}{40} = 3{,}78 \text{ s}$$

Bez obzira na izračunate vrijednosti zaštitnih međuvremena, uvijek mora vrijediti sljedeći uvjet $\boxed{t_Z \geq t_{\check{Z}} + t_{C\check{Z}}}$ $\boxed{t_{Zmin} = 5 \text{ s}}$

Iako za tokove 5 i 1',18 jedini konfliktni tok sa zaštitnim međuvremenom većim od 5 s iznosi 5,11 s te s obzirom da je razlika od 11 stotinki mala i neće uzrokovati preveliku opasnost vozačima, zaštitno će međuvrijeme iznositi 5 s za sve konfliktne tokove.

Minimalna vremena propuštanja (zeleno) t_{GR}

Za kontinuirani promet glavnog smjera u pravilu se preporuča vrijeme propuštanja ne kraće od 15 s. Glavni privozi su D – B, dok su sporedni privozi A – C. Za pješake treba osigurati da se tijekom zelenog vremena može prijeći polovica dužine kolnika što znači minimalnu duljinu od 5 m.

Pregled signalnog programa

Preporuča se dodavanje dodatne faze za lijevo skretanje ako je ispunjen jedan od sljedećih uvjeta:

$$V_{lt} \geq 200 \text{ [voz/h]}$$

V_{10} = 20 [voz/h], $V_{1',18}$ = 106 [voz/h], V_8 = 380 [voz/h], V_5 = 258 [voz/h].

posebna faza - $V_{lt} \cdot (V_0/N_0) \geq 50\,000$

gdje je:

V_{lt} – broj vozila koja skreću lijevo

V_0 – broj vozila koji u suprotnom smjeru idu ravno

N_0 – broj trakova za ravno u suprotnom smjeru

$V_{10} \cdot V_{19'} \geq 50\,000$		$20 \cdot 72 = 1\,440$	$< 50\,000$
$V_{1',18} \cdot V_{17} \geq 50\,000$	$>$	$106 \cdot 68 = 7\,208$	$< 50\,000$
$V_8 \cdot V_6 \geq 50\,000$		$380 \cdot 206 = 78\,280$	$< 50\,000$
$V_5 \cdot V_3 \geq 50\,000$		$258 \cdot 164 = 42\,312$	$< 50\,000$

Izračunavanjem je dokazana potreba za dodavanjem dodatne faze za lijevo skretanje jer su ispunjeni svi uvjeti, a u ovom se slučaju radi o trećoj fazi. U jednom ciklusu barem bi dva vozila trebala skrenuti lijevo kod dozvoljenih lijevih skretanja. U slučaju potrebe, faza za lijevo skretanje u pravilu se daje prije faze za ravno u istom smjeru.

<u>Izgubljeno vrijeme u raskrižju</u>

Izgubljeno vrijeme t_l je vrijeme u fazi u kojem nema kretanja.

$t_l = l_1(2\text{ s}) + l_2 = 2 + 3 = 5$ s

l_2 – izgubljeno vrijeme pražnjenja – predstavlja vrijeme otkad je posljednje vozilo prošlo zaustavnu liniju do paljenja zelenog svjetla kolizijskoj signalnoj grupi.

$l_2 = t_z - e$

$l_2 = 5 - 2 = 3$ s

e – iskorištavanje zaštitnih međuvremena od strane vozača (e = 2 s / faza)

Ukupno izgubljeno vrijeme u ciklusu $L = \sum_{i=1}^{n} t_{li} = t_{l1} + t_{l2} + t_{l3} = 5 + 5 + 5 = 15$ s

Definiranje kritičnog prometnog toka

Kritični prometni tok određuje se za svaku fazu i definiranje signalnih faza. Kako bi se mogao odrediti kritični prometni tok svi tokovi u raskrižju se pretvaraju u ekvivalentni broj vozila za ravno.

$V_{lte} = V_{lt} \cdot E_{lt}$

$V_{17} = 68$ [voz/h] linearnom interpolacijom $\frac{2,5 - 1,1}{200 - 0} \cdot 68 + 1,1 = 1,576$

$V_{1',18} = 106$ [voz/h]

$V_{1',18} = 106 \cdot 1,576 = 167,056$ [voz/h]

$V_{19'} = 72$ [voz/h] $\frac{2,5 - 1,1}{200 - 0} \cdot 72 + 1,1 = 1,604$

$V_{10} = 20$ [voz/h]

$V_{10} = 20 \cdot 1,604 = 32,08$ [voz/h]

$V_{rte} = V_{rt} \cdot E_{rt}$ gdje E_{rt} iznosi 1,18 zbog konfliktnog protoka manjeg od 50 pješaka po satu

$V_{11',17} = 490 \cdot 1,18 + 68 = 646,2$ [voz/h]

$V_{19',2,20} = 72 + 226 \cdot 1,18 = 338,68$ [voz/h]

Definiranje trajanja ciklusa

Duljina ciklusa se definira pomoću izračunavanja željenog ciklusa. Najprije iz svake faze treba uzeti najveću veličinu kritičnoga prometnog toka i zbrojiti ih te uvrstiti u formulu za njegovo izračunavanje. Trajanje ciklusa mora biti u vremenskom intervalu propisanih trajanja ciklusa u ovisnosti dobivenoga željenog ciklusa.

C – ciklus

c – kapacitet

$C_{min} = 30$ s

$C_{normalno} = 50 – 75$ s

$C_{max} = 90$ (120 s)

$Vc_{faza1} = V_{11',17} = 646,2$ [evzr/h]

$Vc_{faza2} = V_6 = 206$ [evzr/h]

$Vc_{faza3} = V_8 = 380$ [evzr/h]

$$Vc = Vc_{faza1} + Vc_{faza2} + Vc_{faza3} = 1\,232{,}2 \text{ [evzr/h]}$$

$$C_{željeni} = \frac{L}{1 - \left[\frac{Vc}{1615 \cdot PHF \cdot V/c}\right]} \text{ [s]} = \frac{15}{1 - \left[\frac{1\,232{,}2}{1615 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}9}\right]} = 258{,}36 \text{ [s]}$$

L – izgubljeno vrijeme u ciklusu (loss time)

V/c = 0,80 – 0,95 po izboru

PHF – 0,9

$C_{odabrano} = 90$ s

<u>Razdioba trajanja zelenih vremena</u>

Efektivno zeleno vrijeme u cijelom ciklusu g_{tot}

$g_{tot} = C – L = 90 – 15 = 75$ s

Efektivno zeleno vrijeme u fazi i

$g_i = g_{tot} \cdot (Vc_i/Vc)$

$g_1 = 75 \cdot (646{,}2/1232{,}2) = 39{,}33 \text{ s} \approx 39 \text{ s}$

$g_2 = 75 \cdot (206/1232{,}2) = 12{,}54 \text{ s} \approx 13 \text{ s}$

$g_3 = 75 \cdot (380/1232{,}2) = 23{,}13 \text{ s} \approx 23 \text{ s}$

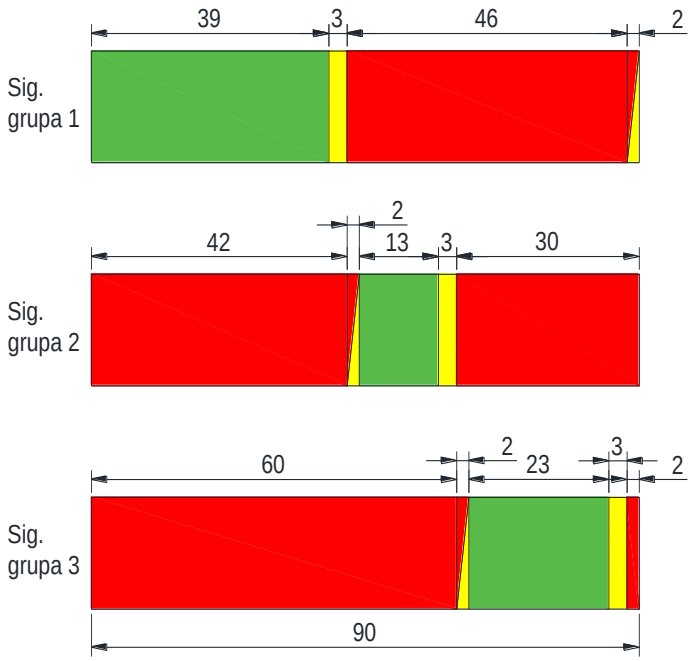
Stvarno trajanje zelenog svjetla G_i

$G_i = g_i + t_{li} – t_{zi}$

$G_1 = g_1 + t_{l1} – t_{z1} = 39 + 5 – 5 = 39$ s

$G_2 = g_2 + t_{l2} – t_{z2} = 13 + 5 – 5 = 13$ s

$G_3 = g_2 + t_{l2} – t_{z2} = 23 + 5 – 5 = 23$ s



Skica 2. Skica signalnog plana

Izvor: [71]

Propusna moć semafora

$s = N \cdot 3600/h = 1 \cdot 3600/2{,}23 = 1615$ [voz/h]

$c = s(g_1/C) = 1615 \cdot (39/90) = 700$ [voz/h] – za prvu signalnu grupu

$c = s(g_2/C) = 1615 \cdot (13/90) = 233$ [voz/h] – za drugu signalnu grupu

$c = s(g_3/C) = 1615 \cdot (23/90) = 413$ [voz/h] – za treću signalnu grupu

gdje je:

- h – headway (2,23 s)
- c – kapacitet jednog prometnog traka
- s – zasićeni tok
- g_i – zeleno svjetlo
- C – ciklus

Proračun razine usluge semaforiziranog raskrižja

Pri izradi proračuna razine usluge semaforiziranog raskrižja koristili su se podaci brojanja prometa od 18. kolovoza 2016. godine i proračun signalnog plana.

1) *flow rate* - v = V/PHF

PHF = 0,9

v10 = 20/0,9 = 22,2222

v11',17 = 620

v1',18 = 117,778

v19',2,20 = 331,111

v8 = 422,222

v3 = 182,222

v5 = 286,667

v6 = 228,889

2) zasićeni tok $\mathbf{s = N \cdot s_0 \cdot f_w \cdot f_{HV}}$

s_0 = 1750 voz/h

f_w = 0,96 za špt = 2,75 m; f_w = 1 za špt ≥ 3 m

N = 1

s10 = 1 · 1750 · 1 · 0,9217 = 1612,90 [voz/h]

s11',17 = 1612,90 [voz/h]

s1',18 = 1612,90 [voz/h]

s19',2,20 = 1612,90 [voz/h]

s8 = 1612,90 [voz/h]

s3 = 1612,90 [voz/h]

s5 = 1612,90 [voz/h]

s6 = 1612,90 [voz/h]

3) izračunati za svaku grupu trakova v/s

(v/s)10 = 22,2222 / 1612,90 = 0,01378

(v/s)11',17 = 0,3844

(v/s)1',18 = 0,07302

(v/s)19',2,20 = 0,20529

(v/s)8 = 0,26178

(v/s)3 = 0,11298

(v/s)5 = 0,17773

(v/s)6 = 0,14191

4) kritični v/s: u svakoj fazi odabire se najveća vrijednost v/s i onda ih zbrojiti

$\Sigma_i(v/s)C_i$ = (v/s)11',17 + (v/s)6 + (v/s)8 = 0,3844 + 0,14191 + 0,26178 = 0,78809

5) izračun kapaciteta $c_i = s_i(g_i/C)$

c10 = 1612,90 · (39/90) = 704,876 [voz/h]

c11',17 = s17 · (39/90) = 704,876 [voz/h]

c8 = s8 · (23/90) = 414,505 [voz/h]

c3 = s3 · (13/90) = 224,705 [voz/h]

c1',18 = s1',18 · (39/90) = 704,876 [voz/h] c5 = s5 · (23/90) = 414,505 [voz/h]

c19',2,20= s19',2,20·(39/90)= 704,876 [voz/h] c6 = s6 · (13/90) = 224,705 [voz/h]

6) za svaku grupu trakova izračunati stupanj zasićenja v/c

Ako v/c > 1, razina usluge je F.

(v/c)10 = 22,2222 / 704,876 = 0,03153 (v/c)8 = 1,01862

(v/c)11',17 = 0,87959 (v/c)3 = 0,81094

(v/c)1',18 = 0,16709 (v/c)5 = 0,69159

(v/c)19',2,20 = 0,46974 (v/c)6 = 1,01862

7) izračun kritičnog stupnja zasićenja $Xc = \Sigma_i(v/s)C_i \cdot \frac{(\ C\ )}{C - L}$

Ako Xc ≤ 1, onda je dobro određen trajanje ciklusa

Ako Xc > 1, onda treba:

a) povećati trajanje ciklusa

b) preraspodjeliti trajanje faza

c) dodavanje trakova u kritičnu grupu

$Xc = \Sigma_i(v/s)C_i \cdot \frac{(\ C\ )}{C - L} = 0,78809 \cdot \frac{(\ 90\ )}{90\text{-}15} = 0,94571$

8) vrijeme kašnjenja $d = d_1 + d_2 + d_3$

d_1 – prosječno uniforno kašnjenje vozila

d_2 – prosječno pojedinačno kašnjenje vozila

d_3 – dodatno kašnjenje zbog postojećeg repa čekanja prije početka izračuna (uzima se da je d3 = 0)

d_1 – Websterova formula (za svaku grupu trakova) – po HCM 2000

$$\mathbf{d_1 = \frac{0,5C[1 - (g/C)]^2}{1 - [X \cdot (g/C)]}}$$

$$d_{1;10} = \frac{0,5 \cdot 40[1 - (20/40)]^2}{1 - [0,14749 \cdot (20/40)]}$$

$d_{1;10}$ = 14,4617 [s/voz]

$d_{1;11',17}$ = 23,1683 [s/voz] $d_{1;8}$ = 25,7055 [s/voz]

$d_{1;1',18}$ = 15,3859 [s/voz]

$d_{1;19',2,20}$ = 17,9469 [s/voz]

$d_{1;3}$ = 22,0917 [s/voz]

$d_{1;5}$ = 20,4403 [s/voz]

$d_{1;6}$ = 25,7055 [s/voz]

d_2 – Akcelikova formula – po HCM 2010

$$\mathbf{d_2 = 900T \cdot [\, X - 1 + \sqrt{((X-1)^2 + 8 \cdot k \cdot I \cdot X)}\,]} \over \mathbf{c \cdot T}$$

T = 0,25

k = 0,5 – faktor prilagodbe za tip upravljanja raskrižja

I = 1 – faktor utjecaja susjednog raskrižja

$$d_{2;10} = 900 \cdot 0{,}25 \cdot [0{,}14749 - 1 + \sqrt{((0{,}14749 - 1)^2 + 8 \cdot 0{,}5 \cdot 1 \cdot 0{,}14749)}\,] = 0{,}08311 \text{ [s/voz]}$$
$$866{,}337 \cdot 0{,}25$$

$d_{2;11',17}$ = 14,6778 [s/voz]

$d_{2;1',18}$ = 0,51159 [s/voz]

$d_{2;19',2,20}$ = 2,24117 [s/voz]

$d_{2;8}$ = 49 [s/voz]

$d_{2;3}$ = 26,2563 [s/voz]

$d_{2;5}$ = 9,13633 [s/voz]

$d_{2;6}$ = 64,9295 [s/voz]

Razina usluge za x ≤ 1,0	Prosječno vrijeme kašnjenja [s/voz]	Razina usluge za x ≥ 1,0
A	0 - 10	F
B	> 10 - 20	F
C	> 20 - 35	F
D	> 35 - 55	F
E	> 55 - 80	F
F	> 80	F

Tablica 27. Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja za semaforizirana raskrižja

Izvor: [72]

$d_i = d_1$ (Websterova formula) + d_2 (Akcelikova formula) – za svaku grupu trakova

d_{10} = 14,5448 [s/voz] **Razina usluge B**

$d_{11',17}$ = 37,8462 [s/voz] **Razina usluge D**

$d_{1',18}$ = 15,8975 [s/voz] **Razina usluge B**

$d_{19',2,20}$ = 20,1879 [s/voz] **Razina usluge C**

d_8 = 74,7062 [s/voz] **Razina usluge F**

d_3 = 48,348 [s/voz] **Razina usluge D**

d_5 = 29,5767 [s/voz] **Razina usluge C**

d_6 = 90,635 [s/voz] **Razina usluge F**

Vrijeme kašnjenja po privozima

$$\mathbf{d_{privoz} = \frac{\Sigma_i d_i \cdot v_i}{\Sigma_i v_i}}$$ i – grupa trakova

d_A = 66,76 [s/voz] **Razina usluge E**

d_B = 19,062 [s/voz] **Razina usluge B**

d_C = 56,684 [s/voz] **Razina usluge E**

d_D = 37,04 [s/voz] **Razina usluge D**

Prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja

d_{sjever} = 46,095 [s/voz] **Razina usluge D**

Rezultati proračuna razine usluge prikazuju da je raskrižje s kružnim tokom prometa bolje rješenje s obzirom na dosta manja vremena kašnjenja u odnosu na semaforizirano raskrižje. U raskrižju s kružnim tokom prometa vladaju u prosjeku uvjeti razine usluge B, dok u prihvaćenom rješenju semaforiziranog raskrižja prometno-tehničkog projekta prevladavaju osrednji uvjeti razine usluge D. Glavni razlog tome jest to što će postojeće križanje ulica Put Bokanjca i Put Nina gubiti svoju prometnu važnost, s obzirom na to da će krak ulice Put Nina postati slijepa ulica te će se na njezinom kraju izgraditi mini kružni tok pa će se sadašnji najprometniji privozi ulice Put Nina prelijeti na novoplanirano semaforizirano raskrižje. Proračuni su pokazali da je to loše rješenje jer su prometna opterećenja u zoni obuhvata značajna, pogotovo na privozima 6 i 8 gdje je razina usluge F.

3.6. Prognoza prometa za 10 godina

Predviđanje budućih prometnih potraživanja, odnosno budućeg intenziteta strukture i raspodjele prometnih tokova na prometnoj mreži moguće je prognozom prometa. Osnovni ulazni parametri ili podaci na kojima se temelji njezina izrada su:

- postojeći intenzitet prometnih tokova
- demografska analiza
- ekonomska analiza
- razvoj aktivnosti na određenom području

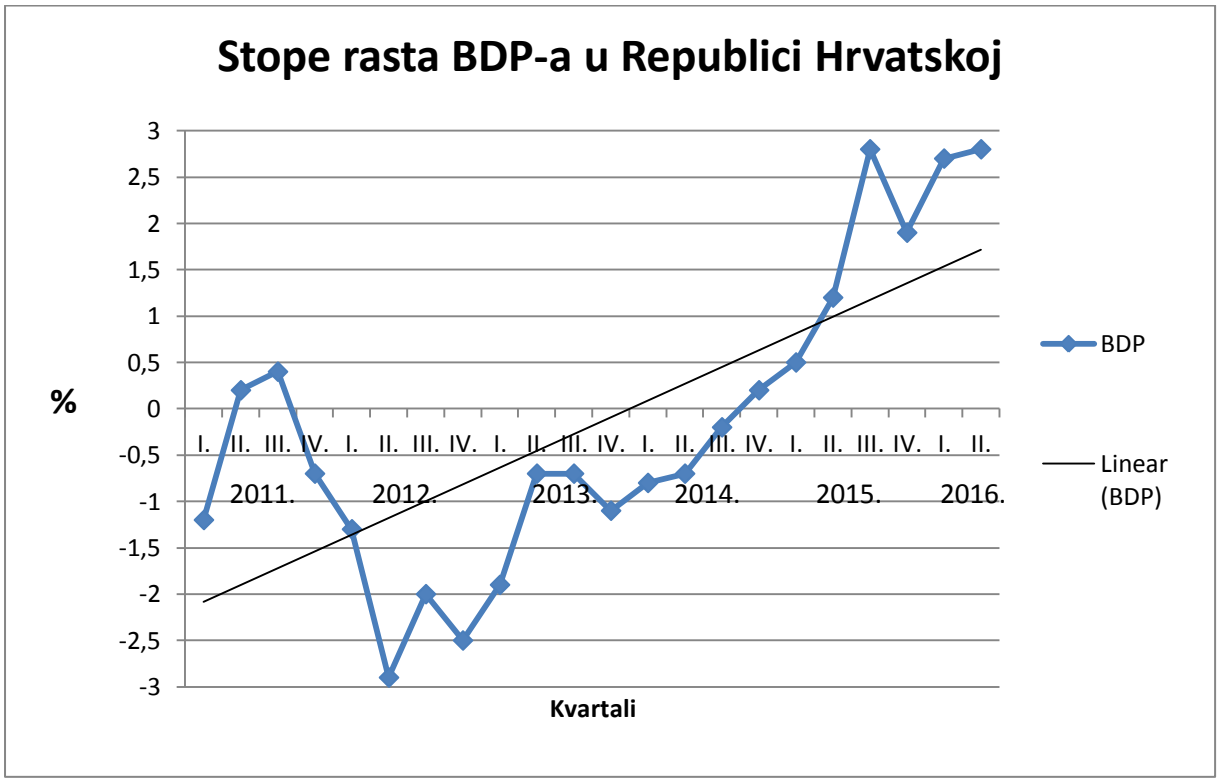
U praksi postoje razni matematički, statistički i ekspertni modeli za izradu prognoze prometa temeljem navedenih ulaznih istraživačkih podataka s terena. Najčešće korišteni model je „model jednakih budućih faktora rasta“ za sve promatrane cestovne presjeke u zoni obuhvata, na bazi višekriterijske trend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

Izrada prognoze prometa na operativnoj razini može se svesti na sljedeće korake:

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

Zadru, kao turističkom gradu, u ljetnim je mjesecima najbitnije privući što više turista, stoga ne čudi da je promet u samom gradu i u okolnim mjestima u stalnom porastu, a pogotovo promet osobnih vozila. Međutim, za izradu prognoze prometa u obzir će se uzeti samo njezina stopa rasta na godišnjoj razini. U tome će pomoći pojednostavljena demografska i ekonomska analiza. U ovom diplomskom radu godišnja stopa rasta prometa će se definirati prosjekom zbroja demografske i ekonomske stope rasta bruto domaćeg proizvoda.

Grad Zadar prema popisu stanovništva 2011. godine imao je 71.471 stanovnika, dok je Zadarska županija u razdoblju od 2011. do 2014. godine imala rast stanovništva od 0,28% godišnje. Trenutno opće demografsko stanje države ne daje za pravo uzimanje podataka s popisa stanovništva o porastu stanovnika grada Zadra poslije razdoblja Drugog svjetskog rata, koji je bio dosta veći u odnosu na sadašnja kretanja, kao mjerilo za definiranje demografske stope rasta. Stoga, pretpostavlja se da trenutka slika u gradu Zadru najbolje oslikava kretanje stanovništva u Zadarskoj županiji.



Grafikon 6. Rast Bruto domaćeg proizvoda u Republici Hrvatskoj od 2011. do lipnja 2016.

Izvor: [73]

Drugo mjerilo za ukupno definiranje stope rasta prometa u gradu Zadru je kretanje stope rasta BDP-a[9] države. U grafikonu 6. je vidljivo da je trenutna tendencija rasta BDP-a na kraju drugog kvartala 2016. godine 1,7%.

Procijenjena godišnja stopa rasta prometa u idućih 10 godina će se dobivati pomoću već izračunatih stopa rasta stanovništva i rasta BDP-a, te iznosi:

p = god. stopa rasta prometa = (stopa rasta stanovništva + stopa rasta BDP-a) / 2

= (0,28% + 1,7%) / 2 ≈ 1%

Nakon izračunavanja stope rasta prometa koji iznosi 1% godišnje što je realno za očekivati, treba ju uvrstiti u matematičku formulu modela jednakih budućih faktora rasta:

$$q_{n(x)} = q_{(x)} \cdot r^n \qquad r = 1 + p/100$$

gdje je:

$q_{(x)}$ – trenutno prometno opterećenje linkova x [voz/dan]

r – dekurzivna stopa rasta prometa

n – broj godina

$q_{n(x)}$ – opterećenje nakon n godina [voz/dan]

p – godišnja stopa rasta prometa

Podaci trenutnih protoka $q_{(x)}$ proizlaze iz proračuna razine usluge obaju raskrižja s kružnim tokom prometa zbrajanjem ulaznih i izlaznih privoza na svakom linku, dok podaci trenutnih protoka $q_{(x)}$ za glavne prometnice prijedloga prometnog rješenja proizlaze iz tablice 24. o prometnim opterećenjima linkova za mjesec kolovoz. Isto tako, nije umanjen iznos prometnog opterećenja na linkovima postojećeg stanja za iznose latentnog prometa na ulaznim privozima RKT-a jer nisu previše značajni, te je prognoza prometa, odnosno prijedloga prometnog uređenja informativnog karaktera. Link 1a označava novu izgrađenu prometnicu sa sjevernog RKT-a prema Putu Nina odnosno produženje Benka Benkovića, a link 18a produženje Ivana Gundulića prema centru grada.

[9] BDP – Bruto domaći proizvod

Proračun prognoze prometa za 10 godina odnosno za 2026. godinu

$r = 1 + 1/100 = 1,01$

$q_{10(1)} = q_1 \cdot r^{10}$

$q_{10(1)} = 9960 \cdot 1,01^{10} = 11002$ [voz/dan]

$q_{10(1a)} = q_1 \cdot r^{10}$

$q_{10(1a)} = 1920 \cdot 1,01^{10} = 2120$ [voz/dan]

$q_{10(2)} = 6912 \cdot 1,01^{10} = 7635$ [voz/dan]

$q_{10(3)} = 10488 \cdot 1,01^{10} = 11585$ [voz/dan]

$q_{10(4)} = 13464 \cdot 1,01^{10} = 14873$ [voz/dan]

$q_{10(5)} = 14928 \cdot 1,01^{10} = 16490$ [voz/dan]

$q_{10(9)} = 17520 \cdot 1,01^{10} = 19353$ [voz/dan]

$q_{10(10)} = 12864 \cdot 1,01^{10} = 14210$ [voz/dan]

$q_{10(12)} = 11856 \cdot 1,01^{10} = 13096$ [voz/dan]

$q_{10(16)} = 11496 \cdot 1,01^{10} = 12699$ [voz/dan]

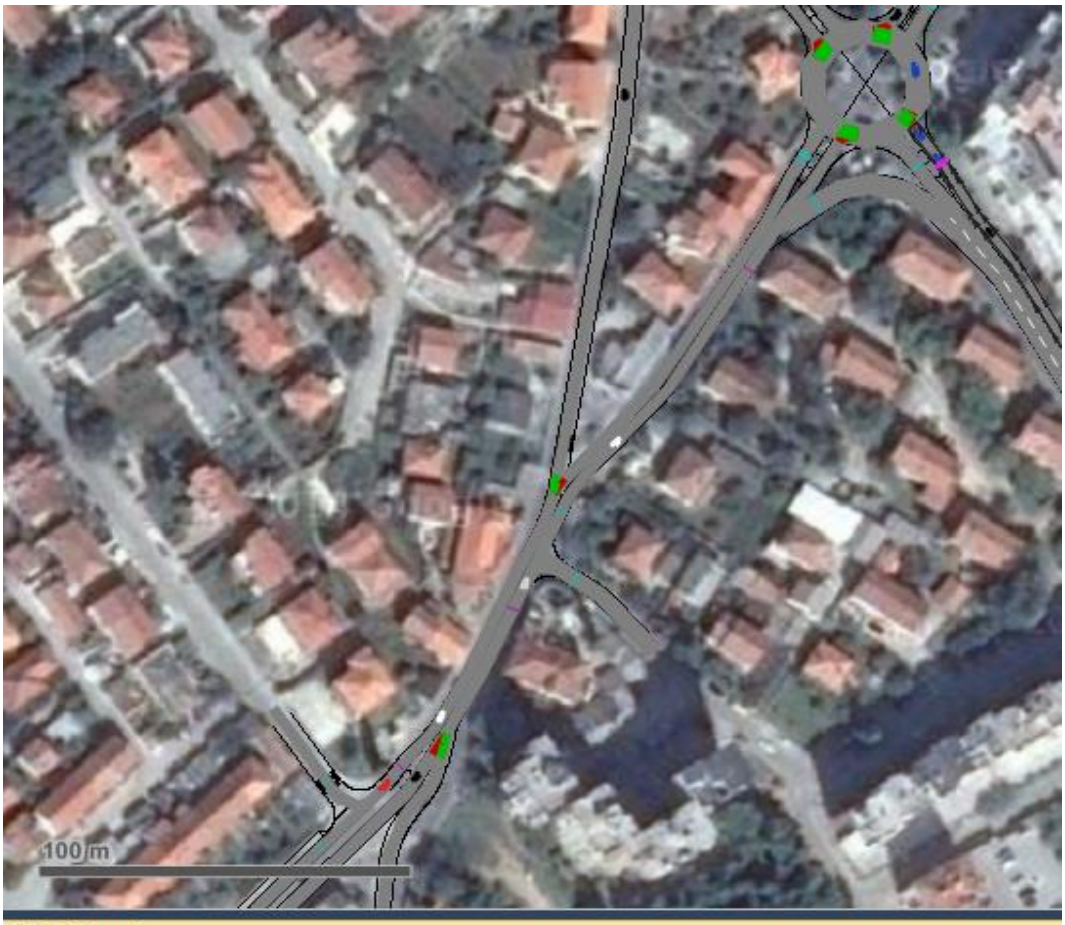
$q_{10(17)} = 3792 \cdot 1,01^{10} = 4189$ [voz/dan]

$q_{10(18)} = 4992 \cdot 1,01^{10} = 5514$ [voz/dan]

$q_{10(18a)} = 6984 \cdot 1,01^{10} = 7715$ [voz/dan]

3.7. Simulacija prijedloga uređenja u programu Vissim

Postupak izrade jednostavnoga simulacijskog modela prijedloga prometnog uređenja je isti kao i kod postojećeg stanja. Na sljedećim slikama su prikazani grafički prikazi zone obuhvata, prometno opterećenje ulaznih privoza, jedno rutiranje privoza u međusobnim omjerima, opći učinak mreže prema rezultatima brojanja prometa za travanj i kolovoz 2016. godine.



Vehicle Inputs

<Single List>

Coun	No	Name	Link	Volume(0)	VehComp(0)
1	1		4: Put Bokanjca smjer juga	520.0	1: Default
2	2		2: Benka Benkovića smjera zapad	446.0	1: Default
3	3		6	546.0	1: Default
4	4		14: Ivana Gundulića smjera centra	304.0	1: Default
5	5		16: Ivana Meštrovića sjever	182.0	1: Default
6	6		20: Franje Tuđmana sjever	422.0	1: Default

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Static vehicle routes

Coun	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses
1	1		2: Benka Benkovića smjera zapad	105.553	☑	
2	2		4: Put Bokanjca smjer juga	106.957	☑	
3	3		6	0.919	☑	
4	4		20: Franje Tuđmana sjever	25.003	☑	
5	5		16: Ivana Meštrovića sjever	74.359	☑	
6	6		14: Ivana Gundulića smjera centra	104.816	☑	
7	7		9	206.995	☑	
8	8		23	305.655	☑	
9	9		9	320.904	☑	
10	10		23	375.184	☑	

Count: 3	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	1	1	1-18	7	9.187	0.265
2	1	2	2-20	3: Put Bokanjca smjer sjevera	11.430	0.583
3	1	3	19	5	11.116	0.152

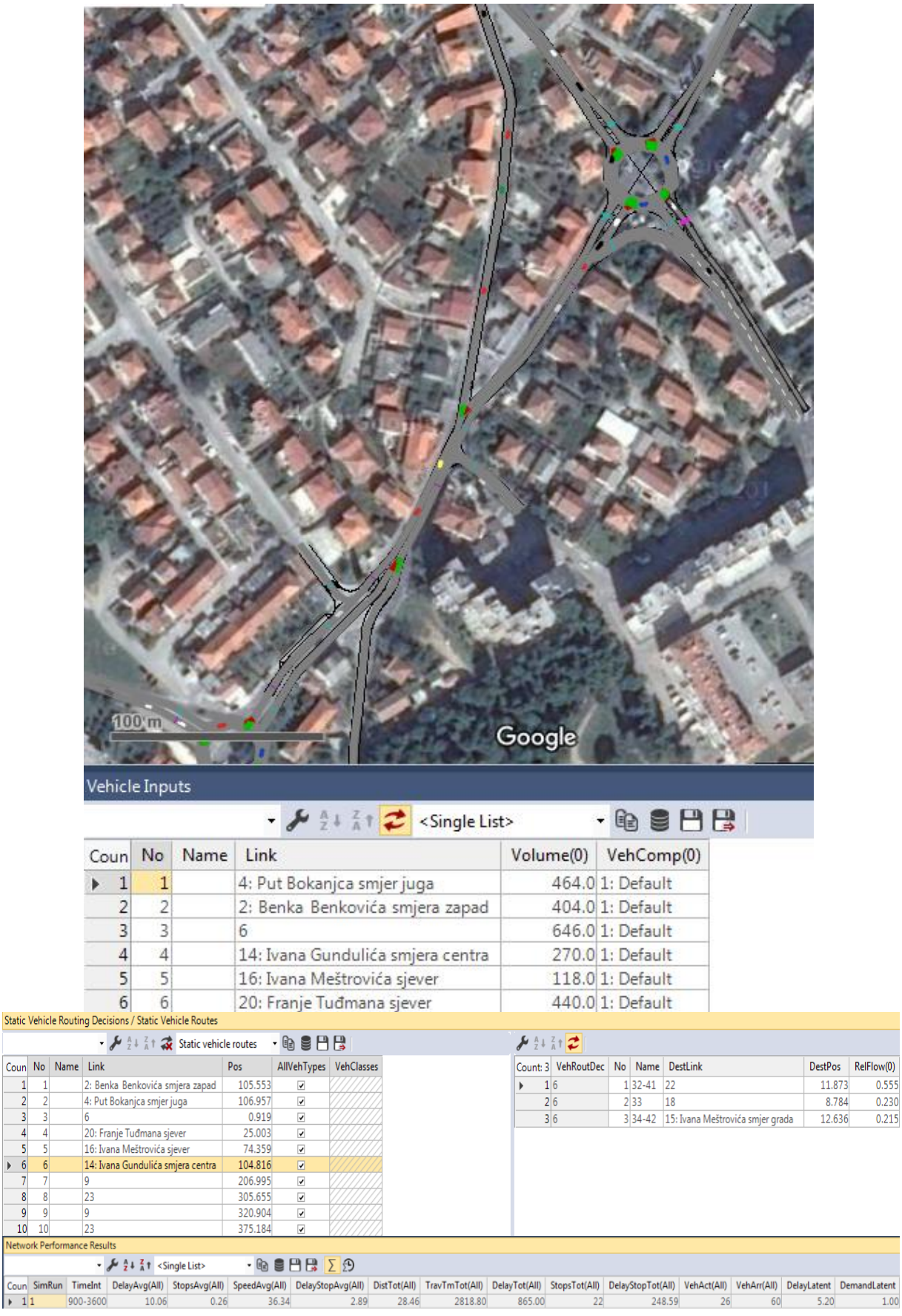
Network Performance Results

<Single List>

Coun	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(All)	DistTot(All)	TravTmTot(All)	DelayTot(All)	StopsTot(All)	DelayStopTot(All)	VehAct(All)	VehArr(All)	DelayLatent	DemandLatent
1	11	900-3600	3.09	0.10	44.54	0.17	24.69	1996.00	290.13	9	16.37	24	70	5.20	1.00

Slika 38. Rezultati simuliranja prometnog rješenja za mjesec travanj

Izvor: [74]



Slika 39. Rezultati simuliranja prometnog rješenja za mjesec kolovoz

Izvor: [75]

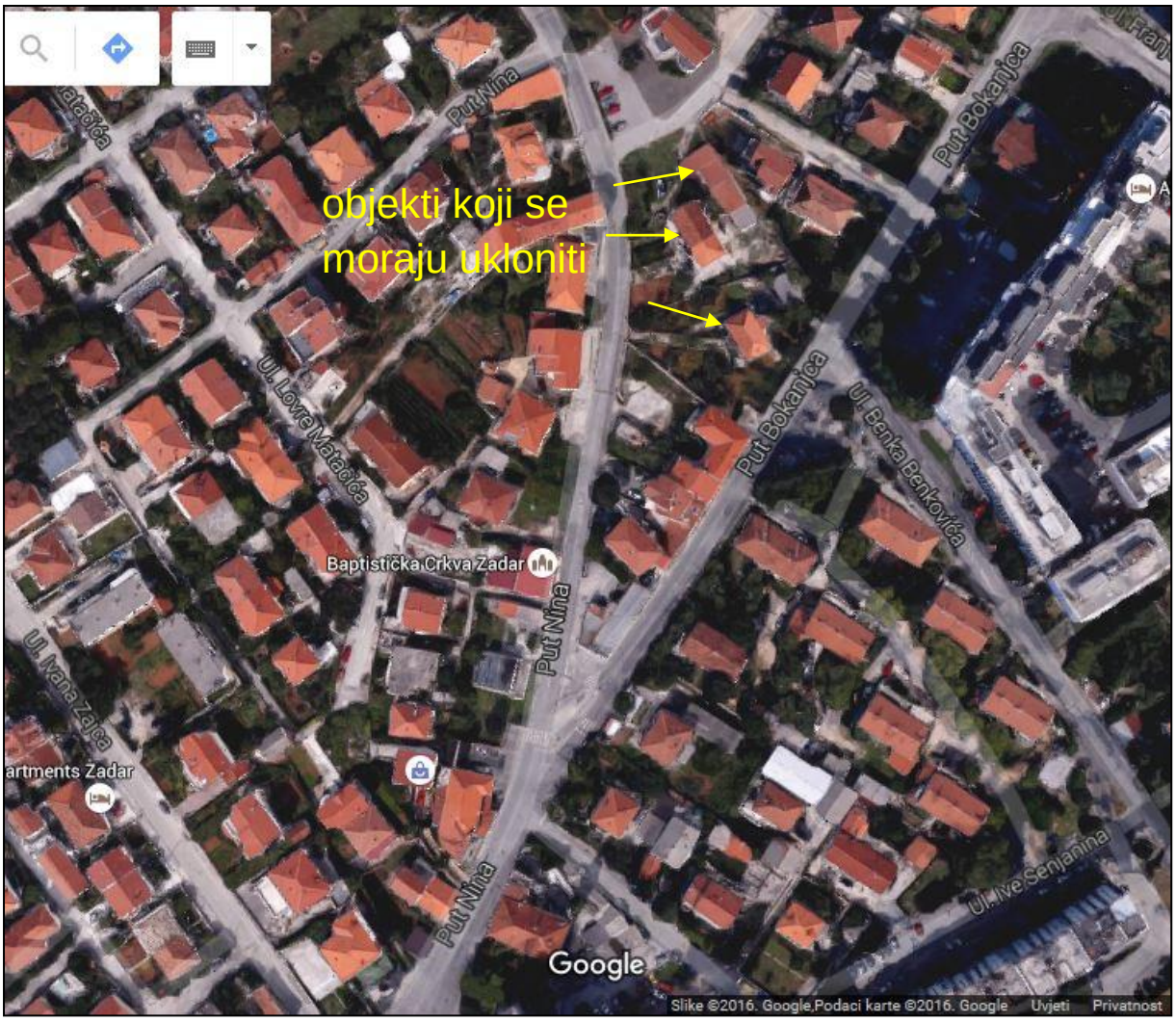
4. ANALIZA TROŠKOVA IZGRADNJE PROMETNOG UREĐENJA

Zadnje poglavlje bavi se definiranjem visina troškova projektiranja i radova na izgradnji utvrđenoj prijedlogom prometnog rješenja. Ovakav projekt koji obuhvaća makrolokacijsko područje zahtijeva razrađeni postupak njegovog izračuna po matematičkim formulama i stavcima.

Prvi korak se sastoji od mnoštva izračuna stavaka građevinskih radova i od horizontalnog i vertikalnog označavanja, odnosno signalizacije i cestovne opreme. Količina pojedinih stavki ili duljina, površina i broj elemenata izračunala se na nacrtu prijedloga prometnog uređenja u AutoCAD-u.

Na ovom prijedlogu se postavlja nužnost rušenja triju obiteljskih kuća na potezu produženja Benka Benkovića prema slici 38. Cijena rušenja jednog objekta od naručenog izvođača države iznosi oko 150.000 kn[10] i isto toliko odvoženje građevinskog otpada na deponij. Ukupna površina nekretnina na privatnim parcelama izmjerena na službenim internetnim kartama iznosi 619,5 m^2. Njezina cijena po metru kvadratnom na ovoj gradskoj lokaciji iznosi procijenjenih 12.000 kn. Kad se to pomnoži s površinom, ukupna cijena otkupa triju objekata iznosi 7.434.000 kn. Uz to, treba zbrojiti cijene rušenja objekata i odvoza materijala na deponij koje su 900.000 kn. U konačnici uklanjanje ovih objekata stajat će investitoru ukupnih 8.334.000 kn.

[10] Izvor: http://limun.hr/main.aspx?id=854122



Slika 40. Prikaz objekata koja se moraju ukloniti radi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa

Izvor: [76]

Nakon definiranja troškova uklanjanja objekata, ulaznih podataka i karakteristika prometnog uređenja, počinje se izračunavanjem troškova građevinskih radova pomoću izračuna prikazanih u tablici 27.

R.b.	Opis radova	Jedinična cijena [kn]	Jedinica obračuna	Količina	Ukupna cijena [kn]
GRAĐEVINSKI RADOVI					
1	Temeljita rekonstrukcija gradske jednotračne prometnice	2.100,00	m^1	246,5	517.650,00
2	Temeljita rekonstrukcija gradske dvotračne prometnice	2.500,00	m^1	744,5	1.861.250,00
3	Temeljita rekonstrukcija gradske trotračne i četverotračne prometnice	4.000,00	m^1	100	400.000,00
4	Izgradnja nove dionice gradske jednotračne prometnice	3.600,00	m^1	192	691.200,00
5	Izgradnja nove dionice gradske dvotračne prometnice	5.000,00	m^1	93,5	467.500,00
6	Izgradnja nove dionice gradske trotračne i četverotračne prometnice	8.000,00	m^1	108	864.000,00
7	Izgradnja autobusnog kolodvora srednje veličine	30 – 50 milijuna	kom	-	-
8	Denivelacija složenog gradskog raskrižja	150 milijuna	kom	-	-
9	Izgradnja čvorišta na AC / BC	100 milijuna	kom	-	-
HORIZONTALNO I VERTIKALNO OZNAČAVANJE					
Vertikalno označavanje					
10	Prometni znak	400,00	kom	108	43.200,00
11	Betonski temelj za prometni znak	200,00	kom	65	13.000,00
12	Pocinčani stup za prometni znak	50,00	m^1	130	6.500,00
13	Postavljanje prometnog znaka	70,00	kom	108	7.560,00
14	Prostorni element (bumbar)	1.000,00	kom	-	-
15	Semaforizacija raskrižja	350.000,00	kom	-	-
Horizontalno označavanje					
16	Linije	3,50	m^1	1.042,8	3.649,80
17	Polja za usmjeravanje prometa	25,00	m^2	110,7	2.767,50
18	Strelica jednosmjerna	95,00	kom	7	665,00
19	Strelica dvosmjerna	125,00	kom	8	1.000,00
20	Pješački prijelaz	25,00	m^2	229	5.725,00
21	Autobusno stajalište	600,00	kom	2	1.200,00
Ostalo					
22	Ugradnja „ležećih policajaca“	25.000,00	kom	-	-
23	Opremanje autobusnog stajališta	100.000,00	kom	1	100.000,00
UKUPNO [kn]					**4.986.867,30**

Tablica 28. Okvirni troškovnik osnovnih građevinskih kategorija radova

Izvor: [77]

Cijena svih građevinskih radova na cijelom potezu prijedloga prometnog uređenja iznosi 4.986.867,30 kn.

U praksi prometnoga tehničkog projektiranja cijena projekta se definira u prosjeku 10% od ukupne vrijednosti izvedbe građevinskih radova, i time iznosi cca 500.000,00 kn.

Projekt cesta potreban je zbog zadovoljavanja svih prometnih, urbanističkih i drugih uvjeta gradnje te ostvarivanja funkcionalnog i tehnički ispravnog rješenja koje je usklađeno sa svim normativima i propisima. Opis poslova projektiranja prometnog uređenja obuhvaća poslove izvršitelja koji se odnose na novogradnje, rekonstrukciju i održavanje.

Osnovni poslovi projektiranja sadrži više vrsta poslova i projekata:

- provjera zadatka,
- idejno prometno rješenje,
- idejni projekt,
- lokacijska dozvola,
- glavni projekt,
- građevna dozvola,
- izvedbeni projekt,
- troškovnik radova.

Proračunski troškovi su troškovi gradnje građevine. Inače određuju se za faze poslova opisanim u tablici 28:

- od 1 do 6 prema proračunu troškova, a ako ne postoji, prema procjeni troškova
- od 7 i 8 prema ponudbenim troškovima, a ako ne postoje, prema proračunu troškova
- za nadzor mogu se proračunski troškovi utvrditi prema konačnim troškovima, a ako ne postoje, prema ponudbenim.

Za osnovne poslove izgradnje građevine ne obračunavanju se troškovi:

- građevinskog zemljišta uključujući i troškove kupnje i račišćavanja,
- jednokratnih izdataka za opremanje zemljišta,
- geodetskih mjerenja i obilježavanja,
- umjetničkih djela nisu bitni sastavni dio građevine,
- mjera predostroženosti za gradnju zimi i ostalih dodatnih mjera glede priključaka građevine ili vanjskih uređaja,
- odšteta i naknada materijalne štete,
- dodatni troškovi gradnje.

Pored ovih troškova ne obračunavaju se ni sljedeći troškovi, ako ih izvršitelj ne projektira i ne nadzire gradnju:

- uređenje zemljišta,
- javnih priključaka,
- internih priključaka i vanjskih uređaja,
- mjera regulacije prometa za vrijeme gradnje,
- premještanja i polaganja vodova instalacija,
- opreme i uređaja uz ceste,
- strojarske uređaje koji služe svrsi inženjerske građevine.

Idejno prometno rješenje kao glavni i izvedbeni projekt su dijelovi prometno-tehničkog projekta. Udjeli svakog projekta u ukupnoj cijeni projekta su prikazani u tablici ispod.

Faza	Osnovni posao	%
1.	Provjera zadatka	2
2.	Idejno rješenje	25
3.	Idejni projekt	10
4.	Lokacijska dozvola	3
5.	Glavni projekt	40
6.	Građevna dozvola	3
7.	Izvedbeni projekt	15
8.	Troškovnik	2

Tablica 29. Udjeli u ukupnoj cijeni projektiranja

Izvor: [78]

Jednostavnom matematičkom operacijom množenja ukupne cijene projekta i udjela idejnog rješenja u cijeni dobiva se da je ukupna cijena idejnoga prometnog rješenja 125.000,00 kn. Zatim, redom, cijena glavnog projekta je 200.000,00 kn, a izvedbenog projekta 75.000,00 kn.

Najbitnija činjenica u definiranju investicijskih troškova ovog prijedloga prometnog uređenja je njegova ukupna procijenjena vrijednost, koja se dobiva zbrajanjem cijene otkupa i uklanjanja objekata, cijene projektiranja i cijene građevinskih radova, a iznosi 13.820.867,30 kn.

S obzirom na gospodarsko stanje države s velikim javnim dugovima, treba pažljivo izabrati model financiranja prijedloga prometnog rješenja. Postoje razni modeli sufinanciranja nekog projekta kao što je javno-privatno partnerstvo, EU sufinanciranje i sl. Inače, Europska unija pomoću svojih fondova redovito sufinancira kvalitetna prometna rješenja koja smanjuju prometna zagušenja u gradovima, broj prometnih nesreća i onečišćenja okoliša. Prednost EU sufinanciranja jest što ona u velikoj mjeri sufinancira, i u ovom prijedlogu rješenja se predlaže standardno sufinanciranje od 85%, dok bi Grad Zadar sudjelovao financiranjem 15% ukupnog iznosa projekta.

5. ZAKLJUČAK

Cilj diplomskog rada je pronaći prometno rješenje za poboljšanje postojećeg stanja prometa na glavnim prometnicama četvrti Belafuža u Zadru.

U toj gradskoj četvrti su uočeni nedostaci u cjelokupnom prometnom sustavu te se krenulo u razradu prijedloga prometnog rješenja. Prema tome, prvi korak je bio vizualno analiziranje postojećeg stanja svakog raskrižja i ulica počevši s infrastrukturom koja je oskudna. Uočeno je da nedostaju nogostupi za pješake, parkirna mjesta, opreme na autobusnim stajalištima i slično. Također, analiza sigurnosti pokazala je značajne probleme. U tome su poslužile baze podataka o prometnim nesrećama iz prethodnih godina i došlo se do zaključka da je to područje „crna točka“ s 38 prometnih nesreća u prethodne tri godine. Primjetan je i prevelik broj prometnih konflikata koji su veliki potencijal za nastanak prometnih nesreća. Najvažnija analiza za kreiranje prijedloga rješenja je analiza prometnih tokova. Naime, rezultati brojanja prometa su pokazali da dio vozila ne poštuje trenutnu regulaciju prometa i čini prekršaje što može biti izrazito opasno. Ujedno je to dokaz nerazmjera prometne ponude i potražnje. Primijećena su različita ponašanja tokova tijekom jutra i poslijepodneva, i tijekom turističke sezone u odnosu na ostatak godine.

Nakon temeljite analize postojećeg stanja projektirao se prijedlog prometnog uređenja koji se sastoji od izgradnje dvaju raskrižja s kružnim tokom prometa, spojnih prometnica s prenamjenom triju dvotračnih cesta u tri jednosmjerne ulice i dva nova pravca. Za posljedicu će smanjiti vrijeme čekanja na sporednim privozima, spriječiti zabranjena skretanja vozila preko pune bijele crte, povećati razinu uslužnosti, protočnost i sigurnost vozila zbog smanjivanja prometnih konflikata s 45 na svega 26 konfliktnih točaka te riješiti problem nedostatka nogostupa njegovom izgradnjom za sigurno odvajanje pješaka od motoriziranog prometa. Projektnim rješenjem je smanjen pritisak protoka vozila sa sporedne ceste Put Bokanjca na glavnu prometnicu Put Nina, i rep čekanja koji je znao biti dugačak sve do ulice Benka Benkovića. Razine usluge projektiranih raskrižja su B i C, što u potpunosti zadovoljava trenutnu prometnu potražnju i prognoziranu potražnju u sljedećih deset godina. Uspoređivao se prijedlog rješenja sa semaforskim rješenjem prometno-tehničkog projekta grada Zadra na lokaciji sadašnjeg raskrižja 1 zone obuhvata te

rezultati proračuna razine usluge pokazuju da je prijedlog rješenja razrađen u ovom radu povoljnija varijanta.

U radu je izrađena i analiza troškova izgradnje predloženog rješenja. Cijena realizacije rješenja bila bi preko 13 i pol milijuna kuna, a uključuje cijene otkupa i uklanjanja objekata, cijene projektiranja i cijene građevinskih radova. S obzirom na gospodarsko stanje države financiranje bi bilo moguće uz pomoć fondova Europske unije, a pošto rješenje smanjuje zagušenje u gradskom prometu i povećava sigurnost, što je u skladu s prometnom politikom Europske unije, ta financijska injekcija je vrlo moguća.

POPIS KRATICA

m, km	metar, kilometar
EJA	Ekvivalent Jedinice Automobila
h	sat
voz	vozila
PLDP	prosječni ljetni dnevni promet
RKT	raskrižje s kružnim tokom prometa
BDP	bruto domaći proizvod
kn	kuna (hrvatska valuta)

POPIS LITERATURE

Knjiga jednog autora ili urednika

- Legac, I.: Raskrižja javnih cesta – Cestovne prometnice II, 2008.

- bacc. ing. traff. Marko Barišić, Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, seminarski rad: Analiza lokalnog linijskog prijevoza putnika u gradu Šibeniku, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

Prezentacija sa predavanja na Internetu

- doc. dr. sc. G. Zovak, dr. sc. Ž. Šarić, Prometno tehničke ekspertize i sigurnost, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, lipanj 2011.

- Marko Slavulj, dipl. ing.; Brojanje prometa, prezentacija; Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 08. ožujka 2010.

- dr. sc. M. Vujić, bacc. ing. traff. L. Dedić, Priručnik za izradu osnovnog modela semaforiziranog raskrižja korištenjem mikrosimulacijskog alata PTV Vissim, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.

- dr. sc. H. Pilko, Cestovne prometnice II, predavanje: Raskrižja s kružnim tokom prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 12.12.2013.

- dr. sc. M. Šoštarić, Prometno tehnološko projektiranje, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

- doc. dr. sc. D. Hozjan, dr. sc. L. Novačko, Cestovne prometnice II, interna skripta za izradbu seminarskog rada, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2009.

Dokumentacija državnih institucija

- PU Zadarska, Odjel za sigurnost cestovnog prometa, baze podataka

- Marko Meštrović, dipl. ing. građ.; Upravni odjel za prostorno uređenje i graditeljstvo, Grad Zadar; nadležna dokumentacija

Bilješke sa predavanja

- dr. sc. D. Barić, Vrednovanje cestovnih projekata, bilješke sa predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

Internet

- http://www.instruktor-voznje.com.hr/prometni_znakovi

- http://stanovnistvo.population.city/hrvatska/adm/zadar/

- http://www.arhitekti-hka.hr/

POPIS ILUSTRACIJA

Popis slika

[1] https://www.google.hr/maps/@44.1249567,15.2327657,471m/data=!3m1!1e3?hl=hr

[3] [5] [25] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta – Cestovne prometnice II, 2008.

[6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [27] [32] [34] [36] [38] [41] [43] [44] [46] [48] [50] [52] [55] [57] [59] [61] [62] [63] [64] [65] [66] [70] [74] [75] [76] autor

[14] doc. dr. sc. G. Zovak, dr. sc. Ž. Šarić, Prometno tehničke ekspertize i sigurnost, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, lipanj 2011.

[17] PU Zadarska, Odjel za sigurnost cestovnog prometa, baze podataka

[28] [29] Marko Slavulj, dipl. ing.; Brojanje prometa, prezentacija; Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 08. ožujka 2010.

Popis tablica

[2] [4] [72] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta – Cestovne prometnice II, 2008.

[15] [18] [20] [21] [23] PU Zadarska, Odjel za sigurnost cestovnog prometa, baze podataka

[26] [33] [35] [37] [39] [40] [42] [45] [47] [49] [51] [53] [54] [56] [58] [67] autor

[30] Marko Slavulj, dipl. ing.; Brojanje prometa, prezentacija; Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 08. ožujka 2010.

[31] [77] dr. sc. M. Šoštarić, Prometno tehnološko projektiranje, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

[69] dr. sc. H. Pilko, Cestovne prometnice II, predavanje: Raskrižja s kružnim tokom prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 12.12.2013.

[78] http://www.arhitekti-hka.hr/hr/komora/akti-komore/pravilnici/pravilnik-o-cijenama-usluga/gradevni-projekti-cesta/

Popis grafikona

[16] [19] [22] [24] PU Zadarska, Odjel za sigurnost cestovnog prometa, baze podataka

[60] autor

[73] http://www.dzs.hr/

Popis skica

[68] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta – Cestovne prometnice II, 2008.

[71] autor

PRILOZI

Prilog 1 - Prijedlog prometnog uređenja zone obuhvata u mjerilu 1:1000

METAPODACI

Naslov rada: Prijedlog prometnog uređenja glavnih prometnica četvrti Belafuža u Zadru

Autor: Marko Barišić

Mentor: dr. sc. Marko Šoštarić

Naslov na drugom jeziku (engleski):

Proposal of the Traffic Planning of the Main Roads in the Zadar District of Belafuža

Povjerenstvo za obranu:

___prof. dr. sc. Dubravka Hozjan_____ predsjednik

___dr. sc. Marko Šoštarić_____ mentor

___dr. sc. Marko Ševrović_____ član

___prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec___ zamjena

Ustanova koja je dodjelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za prometno planiranje

Vrsta studija: Diplomski studij

Naziv studijskog programa: Promet

Stupanj:_____

Akademski naziv: mag. ing. traff.

Datum obrane završnog rada:_____

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom ___Prijedlog prometnog uređenja glavnih prometnica četvrti Belafuža u Zadru___, na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu,_____ _____
(*potpis*)