

# Model optimizacije odvijanja prometnih tokova na raskrižju Splitska ulica Jadranska magistrala Savska ulica u gradu Biogradu na Moru

---

**Pribilović, Gabriela**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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:119:962464>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-06**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Gabriela Pribilović**

**MODEL OPTIMIZACIJE ODVIJANJA PROMETNIH  
TOKOVA NA RASKRIŽJU SPLITSKA ULICA - JADRANSKA  
MAGISTRALA - SAVSKA ULICA U BIOGRADU NA MORU**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2019.**

Zagreb, 2. travnja 2019.

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

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 5204

Pristupnik: **Gabriela Pribilović (1219043781)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Model optimizacije odvijanja prometnih tokova na raskrižju Splitska ulica  
Jadranska magistrala Savska ulica u gradu Biogradu na Moru**

### Opis zadatka:

Zadatak diplomskog rada podrazumijeva poboljšanje odvijanja prometa na navedenom raskrižju promjenom prometno tehničkih elemenata raskrižja koji utječu na stvaranje repova čekanja, vrijeme putovanja, broj kritičnih točaka. Također, sigurnost kao važni čimbenik u prometu treba posebno analizirati te osigurati nesmetano kretanje vozača i pješaka u vršnim satima tokom dana.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

**MODEL OPTIMIZACIJE ODVIJANJA PROMETNIH  
TOKOVA NA RASKRIŽJU SPLITSKE ULICE -  
JADRANSKE MAGISTRALE - SAVSKE ULICE U  
BIOGRADU NA MORU**

**OPTIMIZATION MODEL OF TRAFFIC FLOWS AT  
INTERSECTION OF SPLIT STREET - ADRIATIC  
HIGHWAY - SAVA STREET IN BIOGRAD NA MORU**

Mentor: prof. dr. sc. Grgo Luburić

Student: Gabriela Pribilović  
JMBAG: 1219043781

Zagreb, rujan 2019.

## SAŽETAK

### **MODEL OPTIMIZACIJE ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA NA RASKRIŽJU SPLITSKE ULICE - JADRANSKE MAGISTRALNE - SAVSKE ULICE U BIOGRADU NA MORU**

Na području cestovnih raskrižja znatno su složeniji prometnih postupci i događaji od sličnih na otvorenim dijelovima trase. Zbog izrazitih promjena smjera kretanja vozila opada sigurnost prometa i propusna moć raskrižja. U diplomskom radu bit će predložena dva modela optimizacije prometa sa svrhom poboljšanja dosadašnjih uvjeta prometa. Prvi predloženi model predstavljati će raskrižje s kružnim tokom. Kružno raskrižje će osim zadovoljavanja veće sigurnosti prometa omogućavati kretanja pješaka Splitskom i Savskom cestom te siguran prijelaz pješaka preko Jadranske magistrale. Drugi model optimizacije biti će četverokrako raskrižje sa dodatnim trakovima za svaki smjer kretanja. Također će omogućavati kretanje pješaka jednom stranom Splitske i Savske ulice kao i njihov prijelaz preko Jadranske magistrale. Svakako četverokrako raskrižje kao takvo osiguravat će veću protočnost vozila i manje vrijeme putovanja ali u odnosu sa kružnim raskrižjem imati će smanjenu sigurnost svih sudionika u prometu. Nakon predstavljanja oba modela uzimajući u obzir sve njihove prednosti i mane donijeti će se odluka o izboru najpovoljnijeg modela.

Ključne riječi: prometni tok, model optimizacije, prometno opterećenje

## SUMMARY

### **OPTIMIZATION MODEL OF TRAFFIC FLOWS AT INTERSECTION OF SPLIT STREET - ADRIATIC HIGHWAY - SAVA STREET IN BIOGRAD NA MORU**

In the area of road intersections, traffic procedures and events are much more complex than similar ones on the open sections of the route. Due to dramatic changes in the direction of movement of the vehicle, traffic safety and intersection capacity are decreasing. In the diploma thesis two models of traffic optimization will be proposed in order to improve the current traffic conditions. The first proposed model will be a roundabout. The roundabout will, in addition to satisfying greater traffic safety, allow pedestrians to cross the Split and Sava roads and secure pedestrians crossing the Adriatic Highway. The second optimization model will be a four-way intersection with additional lanes for each direction of movement. It will also allow pedestrians to move on one side of Split and Sava Streets as well as cross the Adriatic Highway. Certainly a four-way intersection as such will ensure greater vehicle flow and less travel time but will have reduced safety for all road users compared to the roundabout. After presenting both models, taking into account all their advantages and disadvantages, the decision will be made to choose the most suitable model.

Key words: traffic flow, model optimization, traffic load

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. DEFINIRANJE MAKRO I MIKRO ZONE OBUHVATA .....	3
2.1. Definiranje makro zone obuhvata.....	3
2.2. Definiranje mikro zone obuhvata .....	5
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNIH TOKOVA .....	11
3.1. Analiza prometne sigurnosti .....	11
3.2. Analiza prometne signalizacije.....	19
3.3. Analiza prometnog opterećenja .....	23
4. ČIMBENICI PROGNOZE PROMETA .....	30
3.4. Prognoza prometa primjenom pravca regresije .....	35
3.5. Prognoza prometa primjenom metode složenog kamatnog računa .....	37
5. PRIJEDLOG MODELA OPTIMIZACIJE ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA .....	42
5.1. Prijedlog optimizacije odvijanja prometnih tokova raskrižjem s kružnim tokom prometa .....	43
5.2. Prijedlog optimizacije odvijanja prometnih tokova na četverokrakom raskrižju.....	46
6. VERIFIKACIJA PREDLOŽENIH MODELA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA .....	52
6.1. Sigurnost prometa.....	52
6.2. Kvaliteta odvijanja prometa.....	54
6.3. Utjecaj na okolinu i okoliš.....	56
6.4. Ekonomičnost rješenja.....	58
7. ZAKLJUČAK .....	60
LITERATURA.....	61
POPIS SLIKA .....	63
POPIS TABLICA.....	65
POPIS GRAFIKONA .....	66
PRILOZI.....	67

# 1. UVOD

U posljednje vrijeme promet, posebice cestovni se razvija vrlo brzo, odnosno automobilska industrija veoma brzo napreduje u dizajniranju novih automobila. Nova vozila boljih tehničkih karakteristika zahtijevaju i nove prometnice kako bi mogla ostvariti sve svoje performanse. Najveći problem je upravo taj brzi napredak u proizvodnji novih vozila koji rekonstrukcija ili izgradnja novih prometnica teško prati.

Raskrižja u cestovnoj prometnoj mreži predstavljaju najsloženija i najzahtjevnija mjesta presijecanja prometnih tokova gdje postoji visoka mogućnost nastanka prometne nesreće.

Modelom optimizacije prometnih tokova nastoji se prilagoditi postojeću prometnu infrastrukturu vozilima i pješacima koji se kreću raskrižjem tako da se ostvari cilj nesmetanog odvijanja prometa raskrižjem te poveća sigurnost kao jedan od ključnih čimbenika cestovnog prometa. Prema tome svrha diplomskog rada je izrada novog modela već postojećeg raskrižja radi bolje prometne povezanosti unutar samog grada, a isto tako i radi ostvarivanja veće protočnosti prometa na Jadranskog magistrali. Najvažniji čimbenik izuzev sigurnost prilikom izrade modela raskrižja Splitske ulice – Jadranske magistrale – Savske ulice je osiguranje potrebnog kapaciteta raskrižja u vrijeme turističke sezone, obzirom da se broj noćenja u Biogradu na Moru svake godine sve povećava.

Rad je sastavljen od sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Definiranje mikro i makro zone obuhvata
3. Analiza postojećeg stanja prometnih tokova
4. Čimbenici prognoze prometa
5. Prijedlog modela optimizacije odvijanja prometnih tokova
6. Verifikacija predloženih modela odvijanja prometnih tokova
7. Zaključak

U drugom poglavlju definira se mikro i makro lokacija, odnosno uža i šira zona obuhvata predmetnog raskrižja. Važno je lokaciju detaljno analizirati iz uže i šire perspektive jer se upravo na temelju tih podataka rade druge analize te donose odluke o načinu rekonstruiranja.



U trećem poglavlju analizira se postojeće stanje. Kod analize postojećeg stanja uzimaju se u obzir svi trenutni čimbenici koji definiraju i obilježavaju predmetno raskrižje. Analizom trenutnog stanja na raskrižju utvrđuju se svi nedostaci koji umanjuju sigurnost i protočnost raskrižja kao što su na primjer smanjena vidljivost raskrižja, neadekvatna prometna signalizacija, istrošen kolnički zastor, mali radijusi prilikom skretanja i slično.

U četvrtom poglavlju analiziraju se čimbenici prognoze prometa. Prognoza prometa je iznimno bitna pri projektiranju prometnica, a samim time i raskrižja na tim prometnicama. Prometnu mrežu je potrebno graditi ne samo za trenutne potrebe prometa nego i za buduće potrebe pa se iz toga razloga prometna prognoza radi za razdoblje od 20 godina kako bi se predvidjelo buduće prometno opterećenje i sukladno tome napravile prometnice koje će zadovoljavati potrebe prometa u zadanom periodu.

U petom poglavlju biti će predložen model optimizacije prometnih tokova odnosno model kojim će se nastojati ispraviti svi nedostaci predmetnog raskrižja koji su prethodno utvrđeni analizom postojećeg stanja. Osim toga važno je napraviti SWOT analizu raskrižja kako bi se utvrdile snage i slabosti te prilike i prijetnje.

Šesto poglavlje odnosi se na verifikaciju predloženog modela odvijanja prometnih tokova što podrazumijeva da predloženi modeli moraju zadovoljiti određene kriterije koje zahtjeva predmetno raskrižje. Na temelju postavljenih kriterija se odabire model koji najbolje odgovara zadanim parametrima.

Prilikom izrade diplomskog rada korištena je stručna literatura, relevantni podatci prikupljeni na službenim internetskim stranicama te podatci prikupljeni vlastitim radom i zapažanjem autora.

## **2. DEFINIRANJE MAKRO I MIKRO ZONE OBUHVATA**

U ovom poglavlju definirat će se uže i šire područje obuhvata raskrižja odnosno makro i mikro lokacija koje će se detaljno analizirati.

### **2.1. Definiranje makro zone obuhvata**

Zbog oblika i razvedenosti teritorija dobra prometna povezanost važna je za cijelu Hrvatsku, a posebice na smjerovima koji povezuju unutrašnjost s obalom, njezin panonski dio s jadranskim pročeljem. Cestovni promet također ima uvelike utjecaj na sam razvoj gospodarstva države obzirom da je Hrvatska turistička zemlja. Stoga prometnice moraju biti adekvatno izvedene kako bi podnijele prometno opterećenje u turističkoj sezoni, a to se osobito odnosi na cijeli Jadran pa tako i grad Biograd koji svake godine bilježi sve veći broj noćenja.

Makro lokacija podrazumijeva šire područje obuhvata na kojem se nalazi promatrano raskrižje. Makro lokacijom možemo smatrati grad ili još šire gledano cijelu županiju. Obzirom da se raskrižje nalazi na Jadranskoj magistrali odnosno državnoj cesti (D8) koja je bez obzira na izgradnju autoceste još uvijek jedna od najvažnijih prometnica u Dalmaciji bitno je analizirati makro lokaciju na razini županije pa čak i šire kako bi se dobili što točniji i precizniji podaci o stvarnom opterećenju Jadranske magistrale, odnosno samog raskrižja.



Slika 1. Položaj Zadarske županije na karti RH, [1]

Zadarska županija smještena je na središnjem dijelu hrvatske obale Jadrana. Određena svojim prirodnim položajem u Republici Hrvatskoj, Zadarska županija postaje i značajna prometna poveznica; povezana je državnim cestama i autocestom A1 Zagreb – Split (tzv. Dalmatina), zračnim linijama (Zračna luka Zadar), trajektnim vezama s Anconom u Italiji (iz grada Zadra) te željezničkim pravicima s ostatkom Hrvatske. [2]



Slika 2. Položaj Biograda na Moru na karti RH, [3]

Biograd na Moru je grad i luka u sjevernoj Dalmaciji, nalazi se 28 km južno od Zadra. Smješten je na malom poluotoku i kopnu. Biograd je lokalni trgovački i prometni centar, s dobrim vezama prema svojem zaleđu, okolnim obalnim naseljima i gradićima i otokom Pašmanom. Kroz grad prolazi magistralna jadranska cesta, a nekih 15 km sjeverno je čvor Benkovac na autocesti Zagreb - Split. Biograd je centar rivijere koja obuhvaća Sv. Petar na Moru, Turanj, Sveti Filip i Jakov, Biograd, Pakoštane i Drage.

## 2.2. Definiranje mikro zone obuhvata

Predmetno raskrižje se geografski nalazi na istočnom dijelu grada. Grad Biograd na Moru se dugi niz godina prostirao samo uz more odnosno južno od današnje Jadranske magistrale. Razvojem trgovine i poljoprivrede grad se širio i naseljavao. Unatrag pedesetak godina, baš u vrijeme gradnje Jadranske magistrale stanovništvo iz susjednih mjesta počelo je naseljavati

Biograd na sjevernom dijelu što je naposljetku rezultiralo podjelom Biograda na „iznad“ i „ispod“ magistrale. Bez obzira na neformalnu podjelu grada sve institucije kao što su škole, bolnica, banke i slično smješteni su gotovo na samom poluotoku što je uvelike utjecalo na dnevne migracije ljudi u centar grada.

Raskrižje Splitske ulice – Jadranske magistrale – Savske ulice je jedino raskrižje u istoj razini koje povezuje sjeverni i južni dio grada, ne uključujući nekoliko priključaka koji su gledajući struku neadekvatno izvedeni od infrastrukturnih pa do sigurnosnih elemenata. Predmetno raskrižje također nije izvedeno u skladu sa pravilima struke jer nema jasno definiranih trakova za pojedine smjerove, pješaci se kreću dijelom namijenjenim za kretanje vozila, stvaraju se repovi čekanje na Jadranskoj magistrali, istrošena i pohabana horizontalna signalizacija i slično. Osim toga na samom spajanju Splitske i Savske ulice sa Jadranskom magistralom asfaltni zastor nije izveden do kraja pa se tih nekoliko metara vozi po makadamu što je nedopustivo s obzirom da je to križanje sa državnom cestom. Također taj makadam stvara probleme podizanja prašine odnosno smanjuje vidljivost, a posebice pri velikim brzinama.



Slika 3. Položaj predmetnog raskrižja u Biogradu na Moru, [4]

Na slici 3. se jasno može vidjeti predmetno raskrižje koje ima i geografske predispozicije da bude izvedeno prema svim zahtjevima prometa te na način na koji će zadovoljavati potrebe vozača i stanovnika grada. Osim toga, lijevo na slici se može primijetiti glavni, a samim time i najopterećeniji ulaz u grad koji svojom izvedbom ne dopušta kretanje pješaka. Na istoj slici desno od raskrižja se vidi Bure Cash and Carry centar koji opskrbljuje svoje manje trgovine na području Biograda i šire, a osim toga opskrbljuje i velik dio ugostitelja posebice u turističkoj sezoni kad se broj ljudi u Biogradu poveća za duplo. Taj centar za prodaju na veliko, također zahtjeva i adekvatno uređene prometnice i raskrižja s obzirom na veliki broj kamiona i ostalih vozila koje posjeduje.



Slika 4. Prolaz "Burinog" teretnog vozila kroz predmetno raskrižje

Ovakvih kamiona kao na slici 4 samo od strane Bure Cash and Carry dnevno kroz ovo raskrižje prođe nekoliko desetaka posebice u turističkoj sezoni, a i van nje. Svakodnevno opskrbljuju gotovo sve ugostitelje grada Biograda koji se nalaze u centru samog grada, a većim kamionima opskrbljuju sve svoje trgovine kojih točno u samom gradu ima šest.



Slika 5. Sjeverni privoz - Savska ulica

Na slici 5 je prikazan sjeverni privoz koji zahtjeva niz korekcija kako bi se promet mogao pravilno odvijati. Može se primijetiti kako osnovni uvjeti nisu zadovoljeni odnosno kolnik je djelomično i nepravilno asfaltiran te nema potrebnih kolničkih oznaka za usmjeravanje prometa kao što su uzdužna linije za razdvajanje trakova, stop linija i slično. Velik problem predstavlja prašina koja smanjuje preglednost te se raznosi na D8 te na taj način smanjuje ili ometa vidljivost kolničkih oznaka na toj dionici ceste.



Slika 6. Istočni privoz - Jadranska magistrala

Slika 6 prikazuje istočni privoz predmetnog raskrižja koji se nalazi na Jadranskoj magistrali. Na predloženoj slici jasno se vidi da nema potrebnih trakova za skretanje u lijevo i u desno već se skreće zadržavajući promet na glavnoj prometnici posebice ako se radi o lijevim skretačima. Iako nema potrebnih trakova na slici se također vidi kako postoji prostor potreban za proširenje ceste odnosno samog raskrižja te dodavanje svih trakova koji bi omogućili veću protočnost raskrižja.



Slika 7. Južni privoz - Splitska ulica

Južni privoz koji je prikazan na slici 7 je u jednako lošem stanju kao i sjeverni. Nedovoljno asfaltirano, neoznačeni trakovi, nema stop linije i slično.





Slika 8. Zapadni privoz - Jadranska magistrala

Na zapadnom privozu najviše dolazi do izražaja utjecaj prašine koji je prouzročen nedovoljno asfaltiranim sjevernim i južnim privozima. Isto tako prostor omogućuje širenje i dodavanje novih trakova.

### **3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNIH TOKOVA**

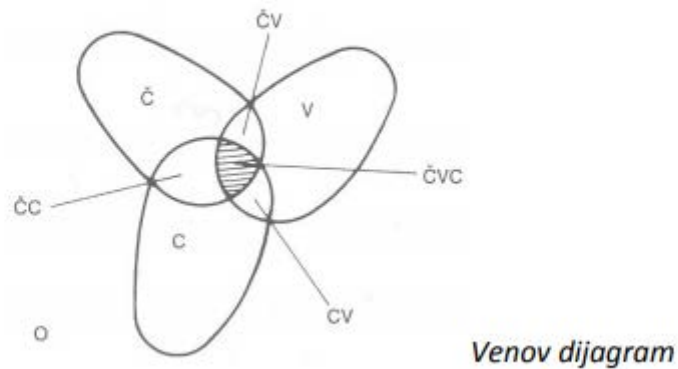
Analizom postojećeg stanja žele se utvrditi obilježja prostora i mogućnosti i ograničenja kod planiranja njegovog budućega razvoja. Analiza postojećeg stanja kroz analizu sigurnosti, signalizacije i opterećenosti daje detaljan uvid u trenutno stanje na prometnici odnosno križanju te se na temelju tih podataka određuje na koji način će se obavljati rekonstrukcija i u kojim razmjerima. Prije bilo kakvih izmjena i zahvata na dijelovima prometne mreže bitno je provesti kvalitetnu i valjanu analizu postojećeg stanja kako bi se detaljno analizirali nedostaci koje treba poboljšati.

#### **3.1. Analiza prometne sigurnosti**

Sigurnost prometa je jedan od najvažnijih čimbenika koji se analizira pri izgradnji ili rekonstrukciji neke prometnice. Kako bi se povećala sigurnost prometa, potrebno je provesti niz mjera čiji je krajnji cilj otklanjanje opasnosti prilikom odvijanja prometa.

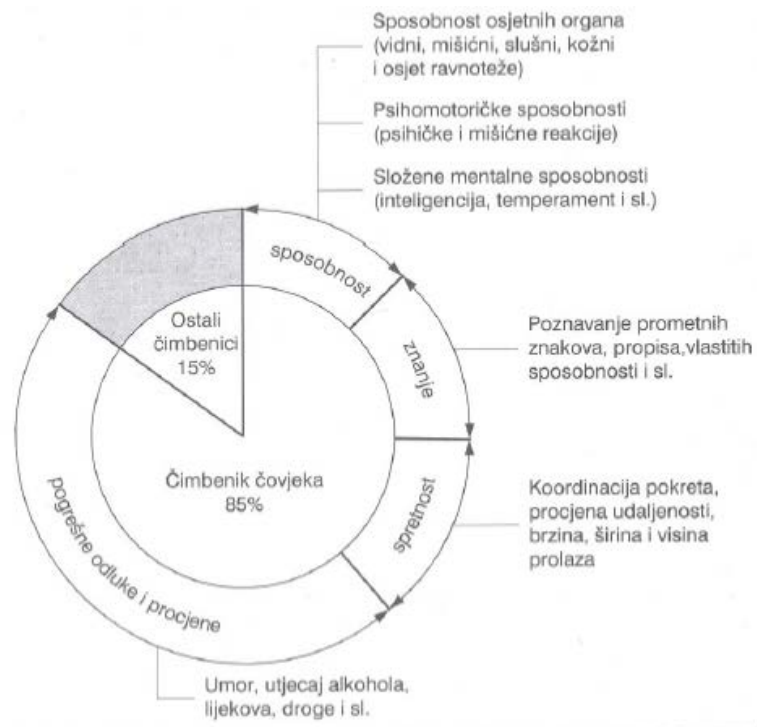
Velik broj prometnih nesreća događa se na križanjima i priključnim cestama. Provedena istraživanja pokazala su da se pri preglednosti na raskrižju smanjenoj tri puta sigurnost prometa smanjuje deset puta. Zbog toga je potrebno raskrižja rješavati u dvije ili više razina. Ako to nije moguće, treba osigurati dobru preglednost i posebnu pažnju posvetiti regulaciji prometa. [5]

Uzroci nastanka prometnih nesreća odnosno smanjene sigurnosti mogu biti različiti pa su iz tog razloga podijeljeni u tri osnovne skupine odnosno sustave kako bi se pri analizi jednostavnije obrađivali. Osnovni sustavi sigurnosti su čovjek (Č), vozilo (V), cesta (C). Navedeni sustavi jednostavno se mogu prikazati Venovim dijagramom kako bi se dobila potpuna slika o njihovim međusobnim utjecajima te utjecajima na sigurnost.



Slika 9. Odnos čimbenika čovjek, cesta i vozilo, [6]

Šire gledano uz sustave čovjek, vozilo i cesta možemo još pridodati dva sustava radi detaljnije analize uzroka nastanka prometnih nesreća, a to su promet na cesti i incidentni čimbenik. Uzimajući u obzir svih pet čimbenika dokazano je kako je 85% prometnih nesreća kriv upravo čovjek, a svi ostali čimbenici čine 15%.



Slika 10. Utjecaj čimbenika na broj prometnih nesreća, [6]

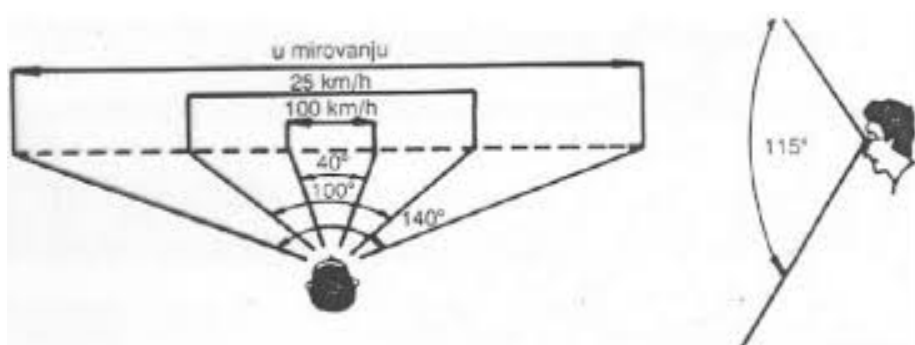
Čovjek kao najutjecajniji čimbenik sigurnosti prometa ujedno je i najkompleksniji. Na čovjekovo djelovanje i ponašanje u prometu utječe niz značajki kao što su osobne značajke, razina obrazovanja i prometne kulture i psihofizičke osobine.

Pod osobnim značajkama podrazumijeva se karakter čovjeka koji je urođen te ga je gotovo nemoguće mijenjati i prilagođavati raznim situacijama. Karakter se u prometu očituje u odnosu čovjeka prema drugim vozačima te poštivanju prometnih pravila i signalizacije.

Razina obrazovanja i prometne kulture je veoma važan čimbenik u međuljudskim odnosima u prometu. Nužno je da svaki vozač ima određeno obrazovanje te da poštuje prometne propise odnoseći se ozbiljno prema ostalim sudionicima u prometu. Poznavanje zakona i propisa nužno je da bi se mogla dobiti vozačka dozvola, a provjerava se pomoću raznih prometnih testova. [5]

Psihofizičke osobine vozača je vrlo kompleksno i široko područje koje se vrlo detaljno analizira. Osnovna podjela je na funkcije organa osjeta, psihomotoričke sposobnosti i mentalne sposobnosti. Među najvažnijim psihofizičkim osobinama je osjet vida koji pripada funkcijama organa osjeta. U obavješćivanju vozača o trenutnom stanju na cesti najbitniji je osjet vida, što dokazuje i podatak da više od 95% svih odluka vozač donese na temelju onoga što vidi.

Pod vidnim poljem podrazumijeva se prostor u kojem čovjek uočava predmete, a da pritom ne pokreće glavu i oči. To je prostor u kojem se zamjećuju predmeti i pojave izvan točke fiksacije. Vidno polje dijeli se na horizontalno i vertikalno. Širina horizontalnog vidnog polja iznosi os 40° do 140°, a ovisi i o brzini kretanja vozila odnosno što je brzina vožnje veća to je širina vidnog polja manja. Širina vertikalnog polja iznosi 115°. [5]



Slika 11. Širina horizontalnog i vertikalnog vidnog polja, [5]

Što se tiče same preglednosti raskrižja ona je zadovoljena jer u neposrednoj blizini nema nikakvih objekata koji bi eventualno mogli zaklanjati pogled sa sporednih privoza na glavnu cestu. Osim toga raskrižje se nalazi na ravnoj dionici Jadranske magistrale tako da nema niti straha od nalijetanja vozila iz horizontalnog zavoja što je veoma čest slučaj odnosno uzročnik prometnih nesreća.

Velike brzine također predstavljaju problem glede sigurnosti. Kao što je već prikazano i objašnjeno na slici 11, što je brzina veća vidno polje je manje odnosno automatski se povećava vrijeme reagiranja vozača kao i mogućnost nastanka prometne nesreće sa težim posljedicama. Stoga je vrlo važno pravovaljano odrediti brzinu kretanja određenim dionicama ceste kao i raskrižjima.

Opis i funkcija ceste		Poprečni presjek ceste	Raskrižje		Odmjeravanje elemenata raskrižja	Vrst raskrižja
Grupa/prostor	Podgrupa s funkcijom		$V_{dop}$ [km/h]	$V_k$ [km/h]		
1	2	3	4	5	6	7
A - neizgrađeno-izvan naselja, s funkcijom povezivanja	A1-povezivanje velikih područja	-dva kolnika (jedan kolnik)	100 (80)	90 (80)	vozno-dinamičko	RIR
	A5-povezivanje manjih područja	-jedan kolnik	60	60 (50)	vozno-geometrijsko	
B - neizgrađeno-ispred i unutar naselja, s funkcijom povezivanja	B2-cesta za brzi promet	-dva kolnika	70	70	vozno-dinamičko	RIR i RUR
	B3-glavna cesta (avenija)	-dva kolnika -jedan kolnik	70 70	70 70		RUR
	B4-glavna sabirna cesta	-jedan kolnik	60 (50)	50		
C - izgrađeno-unutar naselja, s funkcijom povezivanja	C3-glavna gradska ulica -gradska cesta	-dva kolnika -jedan kolnik	50 50	50 50	vozno-geometrijsko	RUR
	C4-sabirna cesta/ulica	-jedan kolnik	50	50		
D - izgrađeno-unutar naselja, s funkcijom priključivanja	D4-priključna cesta/ulica	-jedan kolnik	≤50	≤50	RUR (iznimno)	RUR
	D5-pristupna cesta	-jedan kolnik	≤50	≤50		lokalni pristupi

Slika 12. Osnovni parametri za određivanje oblikovnih elemenata raskrižja, [7]

Iz slike 12 možemo zaključiti kako bi primjerena brzina predmetnog raskrižja bila 50 km/h s obzirom da se nalazi unutar naselja, ima funkciju povezivanja, a jednako tako glavna, samim time i sporedne ceste imaju jedan kolnik.

Ono što trenutno predstavlja problem je ograničenje brzine postavljeno otprilike dvjesto metara prije raskrižja koje dopušta brzinu kretanja do 70 km/h. Ta brzina za trenutno stanje raskrižja je prihvatljiva, ali gledano u budućnosti ukoliko to čvorište preuzme ulogu ulaza u grad kao i dio prometa koji sad pada na glavni ulaz svakako bi brzinu trebalo smanjiti i prilagoditi novim uvjetima prometa. Olakotnu okolnost predstavlja nedavno postavljena kamera za mjerenje brzine koja se nalazi u neposrednoj blizini raskrižja odnosno gotovo iznad samog križanja zbog koje bi većina vozača regulirala brzinu, a na taj način bi se i povećala sigurnost raskrižja i svih sudionika u prometu.



Slika 13. Trenutno postavljeno ograničenje brzine na predmetnom raskrižju



Slika 14. Kamera za praćenje brzine postavljena neposredno ispred predmetnog raskrižja

Na sigurnost prometa predmetnog raskrižja osim već spomenute preglednosti i brzine utječe i najčešći uzročnik prometnih nesreća koji je prethodno detaljno opisan odnosno čovjek. Opasnost predstavljaju ljudi koji to raskrižje koriste kao pješački prijelaz iako ono nema jasno definiran i označen prijelaz za pješake. Pritom su najkritičnije skupine djeca te majke sa djecom.



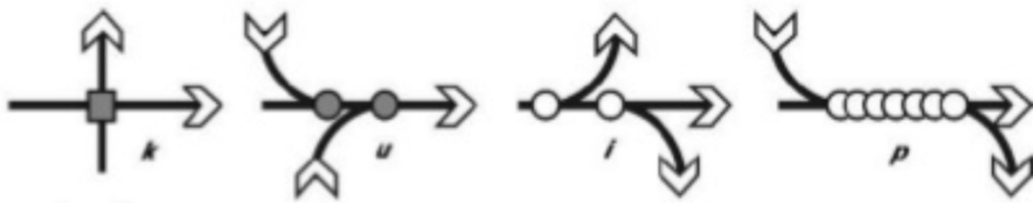
Slika 15. Čekanje pješaka za prelazak preko ceste kroz raskrižje

Opasnost je tim veća što je postavljeno ograničenje relativno velike brzine (70 km/h) pa u slučaju izlijetanja pješaka na cestu vozila nisu u mogućnosti pravovremeno se zaustaviti ukoliko voze u skladu s ograničenjem, a kamoli ako ga prijeđu. Zbog ne postojanja adekvatnog prijelaza za pješake i ostvarivanja velikih brzina na Jadranskoj magistrali pješaci iznimno dugo čekaju pogodnu situaciju za prelazak preko ceste, a ono što je vrlo velik problem jest to što nemaju svi ljudi jednaku sposobnost stereoskopskog zamjećivanja, odnosno teško je procijeniti kojom brzinom se udaljeno vozilo približava raskrižju pa vrlo lako može doći do nalijetanja vozila na pješaka.

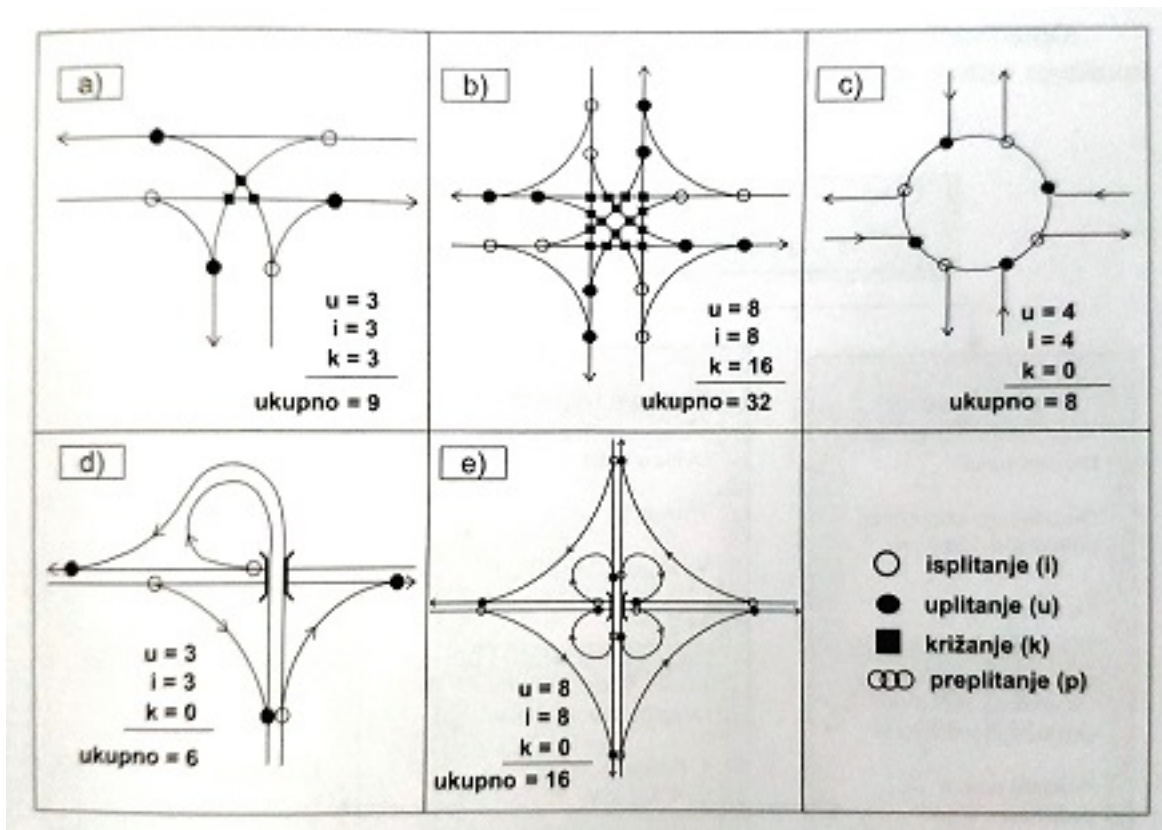
Ako isključimo pješake iz raskrižja i dalje postoji opasnost od ugrožavanja ljudskih života. Pri tom ključni elementi su takozvane konfliktne točke. Konfliktne točke u raskrižju predstavljaju mjesta presijecanja prometnih tokova na kojima postoji mogućnost sudara. Isto tako, na mjestima ulijevanja i izlijevanja javljaju se konfliktne točke, ali za razliku od presijecanja, tu se najčešće radi o kolizijama bez težih posljedica. Preplitanje podrazumijeva



da se ulijevanje i izlivanje odvija na dužoj dionici pri čemu se vozila kreću u istom smjeru što je zapravo karakteristično za kružna raskrižja. Upravo kako bi se izbjegle konfliktni točke izvode se raskrižja u dvije ili više razina te se time broj konfliktnih točaka svodi na minimum. Klasična četverokraka raskrižja kao i što je samo predmetno raskrižje ima najviše konfliktnih točaka odnosno trideset i dvije.



Slika 16. Prometne radnje na raskrižju, [8]



Slika 17. Primjeri konfliktnih točaka, [7]

Na slici 17 su prikazani različiti oblici raskrižja sa točkama presijecanje (križanja), uplitanja i isplitanja. Klasično četverokrako raskrižje prikazano je pod slovom b) te kao takvo broji najviše konfliktnih točaka, a samim time je i najopasnije pri kretanju vozila kroz njega.

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

S obzirom da su konfliktne točke jedan od bitnijih čimbenika sigurnosti prometa, svakako je pri projektiranju predmetnog raskrižja važno obratiti pažnju da se njihov broj svede na minimum.



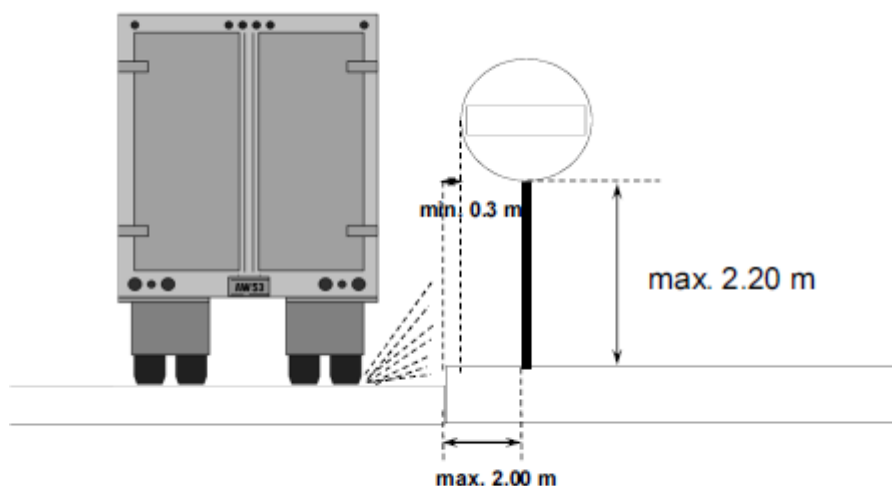
Slika 18. Vozila u konfliktu na predmetnom raskrižju

### **3.2. Analiza prometne signalizacije**

Prometna signalizacija usmjerava promet te omogućuje da se on odvija unutar sigurnosnih okvira. Važno je da bude valjano postavljena, razumljiva, čitljiva i lako shvatljiva. Stoga prometnu signalizaciju možemo podijeliti na vertikalnu (prometni znakovi) i

horizontalnu (oznake na kolniku) signalizaciju. Ceste se moraju obilježavati propisanim prometnim znakovima kojima se sudionici u prometu upozoravaju na opasnost koja im prijete na određenoj cesti ili dijelu te ceste, stavljaju do znanja ograničenja, zabrane i obveze kojih se sudionici u prometu moraju držati i daju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan tok prometa. Isto tako oznakama na kolniku vozače je potrebno obavještavati o smjerovima kretanja, mogućnosti pretjecanja, zabrani zaustavljanja i slično.

Prometni znakovi su osnovna sredstva komunikacije između nadležnih za ceste i sudionika u prometu. Predstavljaju skup posebno kodiranih oznaka koji se u odnosu na prometne površine nalazi u vertikalnoj ravnini, a namijenjeni su sudionicima u prometu. Također se mogu definirati kao tehnička sredstva za upravljanje prometnim tokovima ili za upravljanje kretanjima po prometnoj mreži. Postavljaju se isključivo na temelju projekata, a odobravaju ih ovlaštene osobe ili institucije. [9]



Slika 19. Postavljanje prometnog znaka unutar naselja, [9]

Na slici 19 je prikazano postavljanje prometnog znaka unutar naselja, gdje se može primijetiti da se oni postavljaju na minimalnoj udaljenosti 30 cm od ruba kolnika te na visini do 2.20 m. Visina postavljanja znakova unutar naselja je važna odnosno postavljeni znakovi trebaju biti višji od prosječne visine čovjeka kako ne bi predstavljali prepreku prilikom kretanja pješaka, dok je ta visina znatno niža na cestama izvan naselja. Znakovi izvan naselja se postavljaju na visini od 1.20 m do 1.40 m zato jer se tim cestama ne kreću pješaci kojima bi ti znakovi mogli smetati, a isto tako na cestama izvan naselja vozila razvijaju veće brzine

čime se smanjuje vidno polje vozača te je stoga važno da su znakovi postavljeni niže kako bi bili prije i lakše uočeni.

Prometni znakovi postavljaju se i održavaju tako da ih sudionici u prometu mogu na vrijeme i lako uočiti i danju i noću i pravovremeno postupiti u skladu s njihovim značenjem. Prometni znakovi moraju se ukloniti, dopuniti ili zamijeniti ako njihovo značenje ne odgovara izmijenjenim uvjetima prometa na cesti ili zahtjevima sigurnosti. Na prometni znak i na stup na koji je znak postavljen zabranjeno je stavljati bilo što što nije u svezi sa značenjem prometnog znaka. Zabranjeno je neovlašteno postavljati, uklanjati, zamjenjivati ili oštećivati prometne znakove i opremu ceste, ili mijenjati značenje prometnih znakova. Na cesti se ne smiju postavljati ploče, znakovi, svjetla, stupovi ili drugi slični predmeti kojima se zaklanja ili smanjuje vidljivost postavljenih prometnih znakova, ili koji svojim oblikom, bojom, izgledom ili mjestom postavljanja oponašaju neki prometni znak ili slične na neki prometni znak, ili zaslijepljuju sudionike u prometu, ili odvrćaju njihovu pozornost u mjeri koja može biti opasna za sigurnost prometa. [10]

Oznake na kolniku su skup crta, strelica, polja, natpisa i simbola koji oblikuju prometnu površinu. Ucertavaju se, lijepe, ugrađuju ili utiskuju u kolnički zastor i ne smiju povećavati sklizavost kolnika. Oznake na kolniku se dijele na uzdužne, poprečne te ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika.

Oznake na kolniku se postavljaju tamo i u onolikom broju gdje i koliko je objektivno potrebno radi sigurnosti prometa ili drugih općih interesa. Njima se ne upozorava vozače na one okolnosti koje su notorne i vozaču poznate već po samoj svojoj prirodi, odnosno iskustvu. Postavljaju se na mjestima koja predstavljaju stalnu potencijalnu opasnost koju vozači bez pomoći prometnih znakova objektivno, uz dovoljnu pažnju, nije u stanju spoznati. [9]

Vertikalna i horizontalna signalizacija na predmetnom raskrižju svedena je na minimum odnosno znakovima STOP (B02) obavezuje se vozače u Splitskoj i Savskoj ulici na obavezno zaustavljanje prije uključivanja u promet na Jadranskoj magistrali, čime je ona definirana kao glavna cesta. Također se u neposrednoj blizini prije raskrižja nalazi obavještajna ploča o udaljenosti drugih gradova odnosno znak "potvrda smjera" (D17) koju bi svakako trebali premjestiti na dionicu nakon raskrižja kako ne bi vozačima odvrćala pažnju od znakova koji su vezani za same radnje unutar raskrižja, posebice jer se radi o križanju sa najveći brojem konfliktnih točaka. Osim toga specifičnost znakova potvrde smjera je da se postavljaju nakon

raskrižja, a sadrže nazive mjesta, udaljenost u kilometrima do tih mjesta te broj ceste na kojoj se nalazi.



Slika 20. Položaj znaka D17

Od horizontalne signalizacije može se istaknuti isto tako zaustavna crta sa STOP natpisom koja je pohabana i relativno istrošena samim time jedva vidljiva. Osim oznake STOP-a opasnost pri kretanju predstavljaju istrošene uzdužne crte koji dijele kolnik te obilježavaju njegov rub. Ukoliko uzdužne crte na kolniku nisu vidljive često vozači izgube pojam o prostoru pa voze sredinom ceste što prilikom nalijetanja vozila iz suprotnog smjera može izazvati prometnu nesreću, stoga je iznimno bitno adekvatno označiti prometne trakove koji su namijenjeni za kretanja vozila u oba smjera ukoliko je cesta dvosmjerna.



Slika 21. Jedva vidljiva oznaka STOP na sjevernom privozu

Kao što je već spomenute odnedavno kretanje vozila prekomjernim brzinama prati i kamera koja je postavljena neposredno prije raskrižja. S obzirom da je kamera u funkciji otprilike mjesec dana još uvijek nema nekih statističkih podataka o kretanju vozila koji bi uvelike pridonijeli boljem razumijevanju, a samim time i zadovoljenju potreba raskrižja. Nekih drugih osobito znamenitih znakova ni signalizacije nema što je svakako veliki nedostatak jer optimalan broj pravilno raspoređene signalizacije omogućuje lakše kretanje vozila posebice turista koji se teže snalaze u prometu nego stanovnici samog grada.

Prema opisu trenutno postojeće horizontalne i vertikalne signalizacije može se zaključiti kako nije zadovoljavajuća jer ne pruža vozačima sve potrebne informacije, te na taj način ugrožava sigurnost odvijanja prometa na predmetnom raskrižju.

### **3.3. Analiza prometnog opterećenja**

Prometno opterećenje možemo definirati kao broj vozila koja prođu promatranim presjekom ceste u određenom vremenskom periodu. Kako bi se kvalitetno i pravovaljano projektirala i izgradila određena prometnica ili raskrižje potrebno je utvrditi prometno

opterećenje te dionice ili u ovom slučaju predmetnog raskrižja. Opterećenje se utvrđuje brojanjem prometa, a ono predstavlja osnovicu za njegovo planiranje uopće.

Brojanje prometa je osnovica za njegovo planiranje. Njime se dobiva uvid u trenutačno stanje prometa te podaci koji upućuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju novih pravaca ili na ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa. [5]

U praksi se provodi statičko i dinamičko brojanje. Dinamičko brojanje podrazumijeva brojanje prometnog toga, te se njime više utvrđuje smjer i put strujanja prometa. Dok statičko brojanje podrazumijeva brojanje na određenom presjeku te je ono i provedeno u ovom radu kako bi se utvrdilo broj vozila koji prođe kroz predmetno raskrižje odnosno kako bi se utvrdilo stvarno prometno opterećenje raskrižja u vršnim satima tokom dana. Osim toga brojanje prometa se može provoditi ručno i automatski. Često se danas u praksi koriste automatski brojači koji broje osovine ili vozila jer ručno brojanje zahtjeva veći broj brojača pa je samim time i skuplje. U svrhu diplomskog rada brojanje je provedeno ručno.

Vrijeme brojanja je također je vrlo bitno kako bi se utvrdilo prosječno opterećenje tj. valja za vršne sate odabrati karakteristična vremena tokom dana kada je promet najgušći, u gradovima je to vrijeme kad ljudi ujutro idu na posao te u popodnevnom satima kad se vraćaju s posla. S obzirom na to za potrebe ovog diplomskog rada brojanje je provedeno od 8 do 9 sati u jutarnjem dijelu dana te od 16 do 17 sati u popodnevnom dijelu dana.

Podacima dobivenim nakon brojanja prometa nastojati će se utvrditi kritični smjerovi koji zbog čekanja velikog broja vozila stvaraju eventualne repove čekanja ili na neki drugi način koče promet. U svakom slučaju može se reći kako je brojanje prometa temelj svake prometne analize te prognoze u budućem razdoblju.

Kako bi brojanje prometa ručno bilo što jednostavnije prilikom brojanja podatci se bilježe u već formirane brojačke listiće koji vremenski period od jedan sat dijele na četiri kvartala te svaka vrsta vozila ima zasebnu rubriku (automobili, teška teretna vozila, laka teretna vozila, motocikli, bicikli). Osim vozila iz priloženog se vidi da je broje i pješaci (PJ) na isti način kao i vozila, odnosno treba utvrditi intenzitet prometa za svaki smjer kretanja.

Tablica 1. Primjer brojačkog listića

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	1-2	0 - 15'							
		15' - 30'							
		30' - 45'							
		45' - 60'							
		<b>Ukupno</b>							

Za prometne analize i prognoze važan je također i podatak PGDP-a odnosno prosječni godišnji dnevni promet koji se izračunava prema sljedećoj formuli:

$$PGDP = \frac{\text{Ukupan broj vozila godišnje}}{365} \text{ [vozila/dan]}$$

Bitno je istaknuti da se cjelogodišnje brojanje prometa za potrebno za izračunavanje PGDP-a obavlja automatskim uređajima jer je jednostavnije i znatno jeftinije. Osim PGDP-a često se u prometnim prognozama i analizama koristi podatak PLDP odnosno prosječni ljetni dnevni promet koji je važan za južne krajeve Hrvatski zbog veliki oscilacija u prometnom opterećenju u vrijeme ljetne sezone i u zimskom periodu.

Prilikom brojanja prometa na predmetnom raskrižju bitno je privozima dodijeliti brojevima upravo radi jednostavnije brojanja, stoga svaki privoz označen je brojem:

- Privoz 1 - Savska ulica
- Privoz 2 - Jadranska magistrala iz smjera Zadra
- Privoz 3 - Splitska ulica
- Privoz 4 - Jadranska magistrala iz smjera Šibenika



Tablica 2. Jutarnje prometno opterećenje sa privoza Savska ulica

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	1-2	0 - 15'	4	2	3	0	0	0	0
		15' - 30'	9	0	1	0	2	1	0
		30' - 45'	6	1	0	0	2	1	0
		45' - 60'	9	0	2	0	0	0	0
		<b>Ukupno</b>	28	3	6	0	4	2	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	1-3	0 - 15'	4	0	1	0	1	0	3
		15' - 30'	8	2	1	0	2	0	2
		30' - 45'	11	1	3	0	0	2	4
		45' - 60'	3	0	2	0	1	1	1
		<b>Ukupno</b>	26	3	7	0	4	3	10
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	1-4	0 - 15'	9	0	1	0	1	0	0
		15' - 30'	4	1	3	0	1	0	0
		30' - 45'	8	0	2	0	0	0	0
		45' - 60'	6	1	1	0	1	1	0
		<b>Ukupno</b>	27	2	7	0	3	1	0

Tablica 3. Jutarnje prometno opterećenje sa privoza Splitska ulica

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	3-1	0 - 15'	9	1	0	0	2	1	4
		15' - 30'	10	2	1	0	1	1	2
		30' - 45'	8	0	2	0	0	2	3
		45' - 60'	11	1	1	0	0	0	2
		<b>Ukupno</b>	38	4	4	0	3	4	11
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	3-2	0 - 15'	4	1	3	0	1	0	0
		15' - 30'	6	0	1	0	2	1	0
		30' - 45'	6	0	1	0	2	0	0
		45' - 60'	8	0	1	0	0	0	0
		<b>Ukupno</b>	24	1	6	0	4	1	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	3-4	0 - 15'	7	3	4	0	3	2	0
		15' - 30'	5	1	5	0	3	1	0
		30' - 45'	5	3	4	0	1	3	0
		45' - 60'	8	0	1	0	2	1	0
		<b>Ukupno</b>	25	7	14	0	9	7	0

Tablica 4. Jutarnje prometno opterećenje sa privoza Jadranska magistrala iz smjera Zadra

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	2-1	0 - 15'	8	3	4	0	2	0	0
		15' - 30'	7	1	1	0	1	0	0
		30' - 45'	12	1	1	0	2	1	0
		45' - 60'	11	0	1	0	0	1	0
		<b>Ukupno</b>	38	5	7	0	5	2	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	2-3	0 - 15'	7	1	1	0	2	1	0
		15' - 30'	11	1	1	0	3	0	0
		30' - 45'	9	1	2	0	0	3	0
		45' - 60'	4	0	4	0	3	2	0
		<b>Ukupno</b>	31	3	8	0	8	6	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	2-4	0 - 15'	93	4	3	4	2	3	0
		15' - 30'	113	2	8	3	2	0	0
		30' - 45'	124	6	4	5	1	1	0
		45' - 60'	129	4	7	4	4	2	0
		<b>Ukupno</b>	459	16	22	16	9	5	0

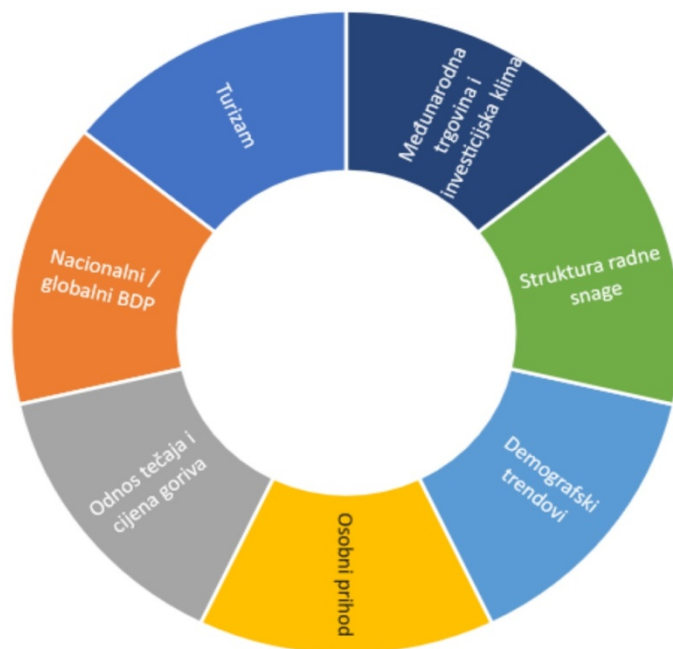
Tablica 5. Jutarnje prometno opterećenje sa privoza Jadranska magistrala iz smjera Šibenika

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	4-1	0 - 15'	5	0	1	0	3	1	0
		15' - 30'	11	1	0	0	0	0	0
		30' - 45'	9	1	2	0	1	2	0
		45' - 60'	4	0	0	0	2	1	0
		<b>Ukupno</b>	29	2	3	0	6	4	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	4-2	0 - 15'	105	2	4	4	5	3	0
		15' - 30'	109	5	9	8	1	1	0
		30' - 45'	123	2	4	2	6	0	0
		45' - 60'	162	4	2	7	6	2	0
		<b>Ukupno</b>	499	13	19	21	18	6	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
8:00 - 9:00	4-3	0 - 15'	4	1	4	0	3	1	0
		15' - 30'	6	0	1	0	1	1	0
		30' - 45'	12	0	2	0	1	0	0
		45' - 60'	7	2	1	0	3	0	0
		<b>Ukupno</b>	29	3	7	0	8	2	0

## 4. ČIMBENICI PROGNOZE PROMETA

Općenito ako se govori o planiranju prometa jasno je definiran i cilj koji podrazumijeva maksimalno iskorištenje prometnica te planski razvoj novih prometnica koje treba prilagoditi budućim potrebama prometa kako bi se omogućilo nesmetano kretanje ljudi i dobara. Prometno planiranje kao takvo obuhvaća prometnu dijagnozu, prometnu prognozu i prometnu terapiju. Prometna prognoza kao dio prometnog planiranja podrazumijeva razvoj budućeg stanja prometa odnosno pretpostavlja kakve će potrebe za prometom biti za određeni vremenski period te se prema tim budućim potrebama prometa projektiraju prometnice tj. određuju njihove dimenzije i slično.

Pri izradbi prometne prognoze treba uzeti u obzir čimbenike koji utječu na povećanje prometa, kao što su povećanje broja stanovnika, razvoj gospodarstva, stupanj motorizacije, zasićenost motornim vozilima i slično. [5]



Slika 22. Čimbenici koji utječu na rast prometa

Vrlo je važno da se prilikom provođenja prognoze prometa uzmu u obzir svi mjerodavni čimbenici te da se isti detaljno analiziraju kako bi se dobili što točniji podatci o prometu u određenom vremenskom periodu. Prometnu prognozu je nužno provesti što kvalitetnije posebice ako se izvodi neka veća rekonstrukcija već postojeće ili izgradnja nove prometnice zato jer je potrebno uložiti velika novčana sredstva koja moraju opravdati napravljeno odnosno greške nisu dozvoljene. Osim velikih ulaganja također prometnom prognozom se nastoje zadovoljiti potrebe prometnice s aspekta sigurnosti kako bi i za dvadeset godina predmetno raskrižje pružalo jednaku stopu sigurnosti bez obzira na vremenom nastale promjene.

Postoje razne složene metode prometne prognoze kao što su metoda Fratar, jednadžba multiple korelacije i gravitacijski model, dok je u ovom radu prognoza prometa napravljena primjenom pravca regresije i metodom složenom kamatnog računa.

Osnovni ulazni parametri za izradu prometne prognoze odnosno podatci na kojima se temelji prometna prognoza su [11]:

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

Na operativnoj razini se izrada prometne prognoze može svesti na sljedeće korake [11]:

- 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.)

Pri početku rada već je spomenuto kojom brzinom i načinom je Biograd naseljavan u prošlosti, a taj trend raste i danas. Prije su ljudi selili u Biograd jer su išli "trbuhom za kruhom", odnosno ukoliko u selima nisu imali obradive površine dolazili bi u Biograd koji je tada privlačivao od poljoprivrede kao danas od turizma i obrađivali bi tuđe zemlje za što su primali plaću. Godinama nakon toga odnosno danas stvari više ne funkcioniraju tako ali Biograd i dalje ima sve veći broj stanovnika. To se događa zato jer sve više mladih ljudi dolazi živjeti u gradove, napuštaju izolirana sela dalmatinskog zaleđa te grade poslovni, društveni i socijalni život sebe i svoje obitelji u gradovima. Osim toga Biograd kao turistički popularno mjesto također je privukao i ljude koji ne žive samo u okolici nego diljem Hrvatske, a i van nje. Velik broj ljudi koji se godinama bave nekom uslužnom djelatnosti u Biogradu na kraju su tu i doselili jer razvojem nautičkog turizma sezona traje poprilično dugo tako da je tim ljudima jednostavnije preseliti se i živjeti u Biogradu nego se svakih par mjeseci seliti, posebice ako se radi o obiteljima sa djecom koja idu u školu.

Izgradnja trgovina trgovačkih lanaca Plodine i Lidl također su pridonijeli većem broju ljudi makar na dnevnoj bazi, odnosno dnevnim migracijama koje se također uzimaju u obzir pri prometnoj prognozi. Velik broj ljudi iz okolnih mjesta dolazi svakodnevno na posao u te trgovine te isto tako još veći broj ljudi dolazi obaviti kupovinu. Osim toga Biograd je nekad u bliskoj prošlosti bio središte općine koja je brojila osamnaest manjih mjesta te su sve institucije bile smještene u središtu općine. Iako je Biograd danas samostalni grad, a ostala mjesta su podijeljena na četiri općine i dalje velik broj ljudi gravitira ka Biogradu upravo radi obavljanja kojekakvih obveza jer su i dalje sve institucije ostale u gradu kao što su npr. policija, katastarski ured, porezna uprava, županijski ured i slično.

Važnost turizma za ovo područje također se ogleda u brojkama. Broj posjetitelja i noćenja glavni su čimbenici porasta broja gostiju i razvoja turizma. Najsvježiji podatci od prošle godine kažu da je u razdoblju od 1. siječnja do 31. kolovoza Biograd na Moru približio se brojci od 1,2 milijuna noćenja. U prvih osam mjeseci povećanje broja gostiju i noćenja iznosi čak 8 posto, kod domaćih gostiju 9 posto, a kod stranih 7 posto. U prvih osam mjeseci u Biogradu na Moru je boravilo 155.408 gostiju, od toga 28.495 domaćih i 126.913 stranih. Oni su ostvarili 935.160 noćenja, 187.110 domaći i 748.090 strani gosti. Podaci su to bez brojki

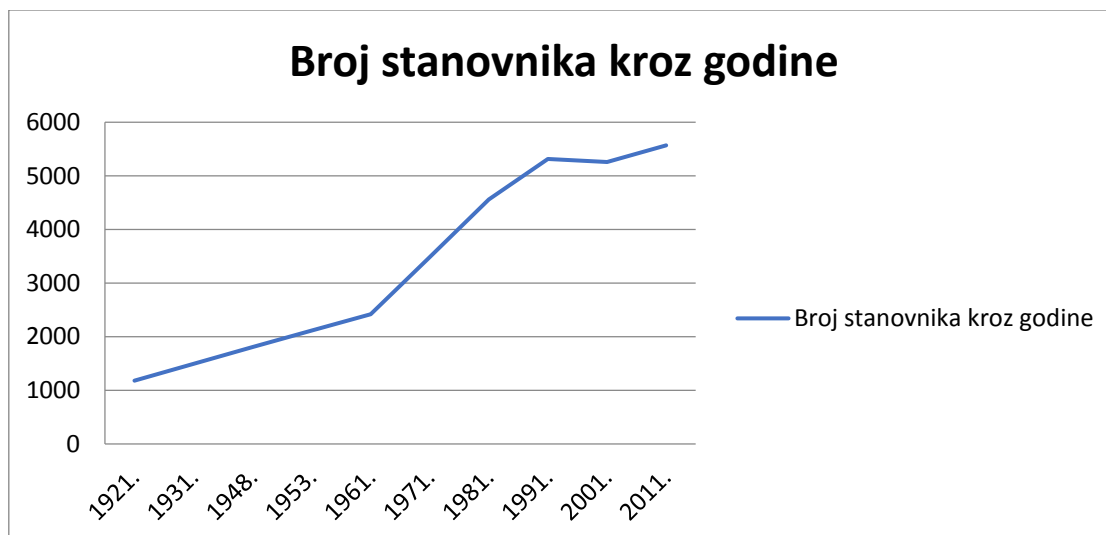
od nautičkog turizma, koji je postao zaštitni znak Biograda na Moru. Gosti iz Hrvatske ostvarili su 28.495 dolazaka i 187.110 noćenja, Slovenci 23.506 dolaska i 159.747 noćenja, Česi 14.911 dolaska i 105.260 noćenja, Nijemci 14.406 dolaska i 91.685 noćenja, Poljaci 7.334 dolaska i 47.460 noćenja, Austrijanci 9.382 dolaska i 41.852 noćenja, Slovaci 6.790 dolaska i 45.463 noćenja, Bosne i Hercegovine 8.607 dolaska i 36.061 noćenje, Mađari 5.298 dolaska i 29.030 noćenja. [12]

Rast broja stanovništva zadnjih sto godina prikazan je sljedećom tablicom i grafikonom. Može se primijetiti konstantni porast osim u poslijeratnom razdoblju što je i očekivano s obzirom na broj poginulih te još veći broj odseljenih.

Tablica 6. Broj stanovnika kroz godine [13]

<b>Godina</b>	<b>Broj stanovnika</b>
1921.	1181
1931.	1495
1948.	1806
1953.	2115
1961.	2418
1971.	3486
1981.	4560
1991.	5315
2001.	5259
2011.	5569





Grafikon 1. Broj stanovnika kroz godine, [13]

Tablica 7. Podjela stanovništva prema spolu i starosti, [14]

	Spol	Ukupno	Starost																			
			0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95 i više
<b>Zadarska županija</b>																						
<b>Grad Biograd na Moru</b>	sv.	5.569	344	319	316	301	323	357	392	393	333	353	388	396	389	324	274	213	99	42	9	4
	m.	2.743	178	162	153	146	168	174	190	216	166	166	198	197	175	158	133	95	49	17	1	1
	ž.	2.826	166	157	163	155	155	183	202	177	167	187	190	199	214	166	141	118	50	25	8	3
<b>Naselja</b>																						
Biograd na Moru	sv.	5.569	344	319	316	301	323	357	392	393	333	353	388	396	389	324	274	213	99	42	9	4
	m.	2.743	178	162	153	146	168	174	190	216	166	166	198	197	175	158	133	95	49	17	1	1
	ž.	2.826	166	157	163	155	155	183	202	177	167	187	190	199	214	166	141	118	50	25	8	3

U tablici 11 se vidi dob i spol svih stanovnika grada Biograda prema popisu stanovništva iz 2011. godine. Može se primijetiti kako je broj muškaraca i žena gotovo jednak, odnosno ima osamdeset i tri žene više u odnosu na muškarce. Također sve dobne skupine su otprilike jednake, tj. ne osciliraju previše, ali kao najbrojnija dobna skupina izdvajaju se muškarci od trideset i pet do trideset i devet godina, dok su žene najbrojnije u dobi od šezdeset do šezdeset i pet.

### 3.4. Prognoza prometa primjenom pravca regresije

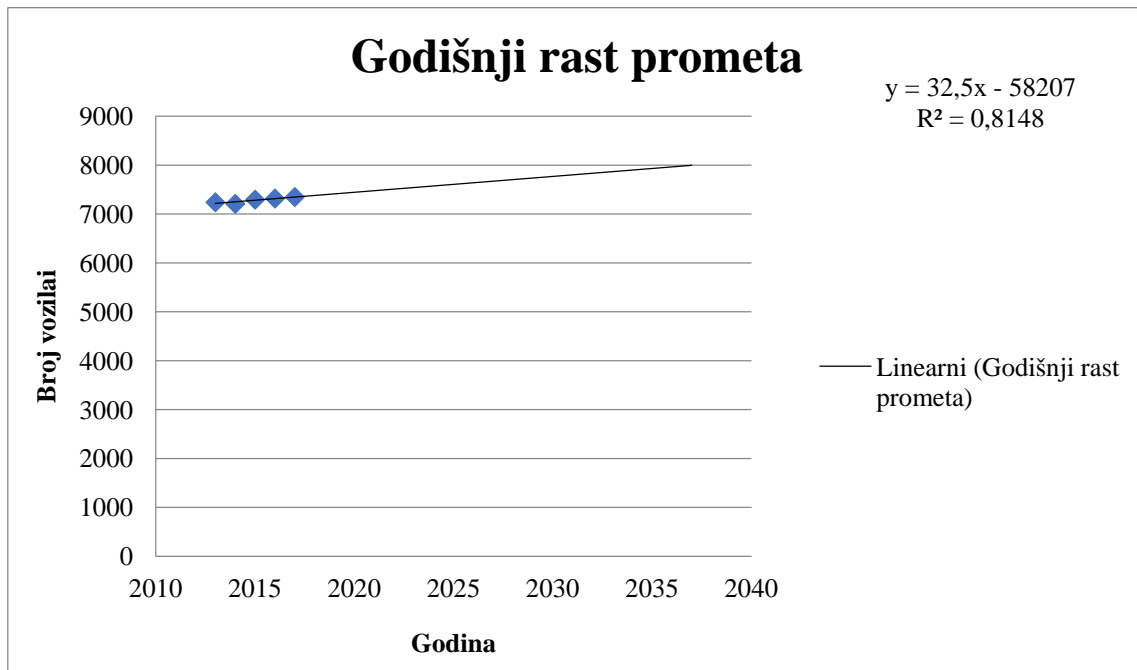
Prognoza prometa primjenom pravca regresije najbolje grafički prikazuje trenutno te buduće stanje prometa. Za provođenje ove metode potrebno je pribaviti podatke o kretanju vozila posljednjih pet godina, pritom se pronalazi najbliži mjerno mjesto koje bilježi promet svakodnevno sa svrhom izračunavanja PGDP-a. Stoga su uzeti podatci PGDP- a sa brojačkog mjesta 4814 Sukošan koji su mjereni na Jadranskoj magistrali (D8) u razdoblju od 2013. godine do 2017. godine. Na temelju stvarno izmjerenih podataka pravcem regresije se može predvidjeti stanje prometa za određeni vremenski period, konkretno u ovom diplomskom radu je uzeto razdoblje za sljedećih dvadeset godina.

Tablica 8. Podatci dobiveni brojanjem prometa [15]

4814 Sukošan - D8	
Godina	Broj vozila (voz/h)
2017.	7347
2016.	7316
2015.	7293
2014.	7207
2013.	7239

Rast koji se vidi iz tablice 12 također je prikazan i grafikonima 2 i 3. Veoma je očito da je promet prema statističkim podacima u porastu, a tako se očekuje i u budućem razdoblju. Na grafikonu 2 je prikazan dosadašnji promet i predviđanje budućeg prometa za sljedećih dvadeset godina ali na skali od 0 do 9000 voz/h pa se iz toga može primijetiti kako je pravac regresije blago nagnut te svojim položajem predviđa daljnji porast prometa. Svaki pravac ima svoju jednadžbu pa tako i pravac linearne regresije koja je također prikazana na grafikonu.

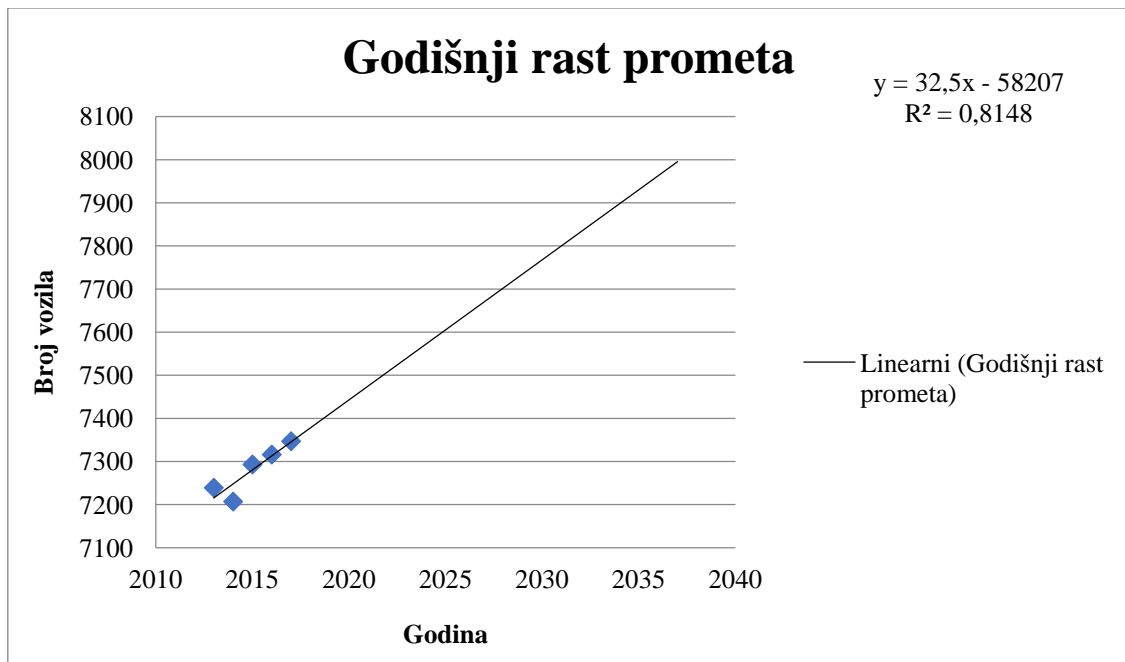
Kako bi se utvrdilo koliko dobro procijenjeni pravac regresije opisuje korelativnu zavisnost između zavisnih varijabli dobivenih anketiranje i brojanjem  $Y_i$  i zavisnih varijabli dobivenih jednadžbom pravca regresije, koristi se koeficijent determinacije  $R^2$ . Vrijednosti su koeficijenta od 0 do 1, gdje 1 predstavlja potpunu korelativnu zavisnost između dviju promatranih varijabla. [16]



Grafikon 2. Godišnji rast prometa (na skali 0 - 9000 vozila), [15]

$$Y = 32.5 * 2030 - 58207 = 7768 \text{ vozila/h}$$

Na grafikonu 3 je su također prikazani isti podatci ali razlika je u postavljenoj mjernoj skali, odnosno podatci su prikazani na manjoj skali (od 7100 do 8100 vozila) za razliku od prethodnog grafikona. S obzirom da je na grafikonu 3 detaljniji prikaz i sam pravac linearne regresije izgleda strmije odnosno rast prometa se čini puno značajnijim nego na grafikonu 2. Iako se naizgled ova dva grafikona čine različitim zapravo su potpuno jednaki što dokazuje jednadžba pravca regresije kao i koeficijent determinacije  $R^2$ . Prikazana varijabla  $Y$  podrazumijeva broj vozila, dok varijabla  $X$  predstavlja godine. Stoga ukoliko umjesto varijable  $X$  uvrstimo određenu godinu dobiti ćemo točan PDGP koji će biti izražen varijablom  $X$ . Kako bi se dokazala ta teza prvo će se izračunati PGPD za 2030 na temelju jednadžbe grafikona 2, a zatim na temelju jednadžbe grafikona 3.



Grafikon 3. Godišnji rast prometa (na skali 7100 - 8100 vozila), [15]

$$Y = 32.5 * 2030 - 58207 = 7768 \text{ vozila/h}$$

S obzirom na primjenu pravca linearne regresije možemo zaključiti kako će PGPD u 2030. godini i dalje rasti odnosno korektno će iznositi 7768 vozila/h. Isto tako se može izračunati PGDP pomoću jednadžbe pravca regresije za bilo koju od narednih dvadeset godina.

### 3.5. Prognoza prometa primjenom metode složenog kamatnog računa

Osim pravca linearne regresije promet se može prognozirati primjenom složenog kamatnog računa. Pri tome je važno odrediti razdoblja za koja će se prognozirati i očekivani postotak rasta prometa. Stoga primjenom složenog kamatnog računa promet će se prognozirati za 5, 10, 15 i 20 godina, a očekivani porast prometa će za prvo razdoblje biti 1%, za drugo razdoblje 2%, za treće 2.5% i za četvrto 3%. Kako bi se odredio PGDP za predviđena razdoblja potrebno je izračunati trenutni PGDP na temelju podataka dobivenih brojanjem. Kao mjerodavno opterećenje uzimaju se izmjerena vozila u jutarnjem odnosno

popodnevnom vršnom satu. PGDP za određeno buduće razdoblje izračunava se prema sljedećoj formuli:

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

Značenje oznaka u formuli [17]:

- PGDP - prosječni godišnji dnevni promet
- p - godišnji porast prometa (%)
- n - broj godina za koje se predviđa porast prometa

PGDP se može izračunati da je zbroje sva vozila koja ulaze ili izlaze iz raskrižja pa se u ovom diplomskom radu zbrajaju sva vozila koja napuštaju predmetno raskrižje. Stoga kako bi se izračunao trenutni PGDP potrebno je zbrojiti opterećenje svih privoza odnosno sva vozila koja su zabilježena u vršnom satu da izlaze iz predmetnog raskrižja te njihov ukupan zbroj pomnožiti sa bilo kojim brojem između 9 i 14. Proizvoljno je u radu određeno množiti zbroj svih vozila sa 10.

Prije početka izračuna potrebno je dobiti trenutni PDGP. Vozila zabilježena u jutarnjem vršnom satu da izlaze sa raskrižja Savskom ulicom bilo je 154. Na Jadranskoj magistrali u smjeru Šibenika zabilježeno je da izlazi 629 vozila. Kroz Splitsku ulicu je sa raskrižja izašlo 148 vozila, dok je na Jadranskoj magistrali u smjeru Zadra raskrižje napustilo 655 vozila.

Prema tome ukupan broj vozila koja su u jutarnjem vršnom satu izašle sa raskrižja iznosi:

$$154 + 629 + 148 + 655 = 1586 \text{ voz/h}$$

te se taj dobiveni zbroj vozila množi sa proizvoljno odabranim koeficijentom 10 kako bi se izračunao PGDP.

$$1586 * 10 = 15\,860 \text{ voz/dan}$$

Pretpostavljeni postotak porasta prometa za sljedećih dvadeset godina iznosi 2% kao što je već prethodno navedeno. Takav porast očekuje se zbog širenja grada samim time povećanjem broja stanovnika te sve većeg broja turista tijekom sezone kao i povećanim brojem dnevnih migracija u odnosu na trenutno stanje. Prema dobivenom PGDP-u dalje se računa porast prometa za prethodno navedena razdoblja koristeći već spomenutu formulu složenog kamatnog računa.

Prognoza prometa za sljedećih pet godina:

$$15\,860 * \left(1 + \frac{1}{100}\right)^5 = 16\,669.02 \approx 16\,669 \text{ voz/dan}$$

Prilikom izračuna umjesto oznake  $p$  uvršten je broj 1 kao predviđeni porast prometa izražen u postotku. Dobiveni iznos je također potrebno podijeliti sa koeficijentom 10 kako bi se izračunao prosječan broj vozila koji u danu prođe kroz predmetno raskrižje, stoga:

$$\frac{16\,669}{10} = 1\,666.9 \approx 1\,667 \text{ voz/h}$$

Prema izračunu prometno opterećenje u vršnom satu za pet godina iznosit će 1667 vozila.

Prognoza prometa za sljedećih deset godina:

$$15\,860 * \left(1 + \frac{2}{100}\right)^{10} = 19\,333.25 \approx 19\,333 \text{ voz/dan}$$

Pri prognozi prometa za razdoblje od deset godina uvršten je predviđeni postotak 2%. Dobiveni broj vozila opet se dijeli sa koeficijentom 10 kako bi se izračunalo opterećenje predmetnog raskrižja u vršnom satu.

$$\frac{19\,333}{10} = 1\,933.3 \approx 1\,933 \text{ voz/h}$$

Stoga iz priloženog računa se vidi da će prometno opterećenje predmetnog raskrižja u vršnom satu za sljedećih deset godina biti 1933 vozila.

Prognoza prometa za sljedećih petnaest godina:

$$15\,860 * \left(1 + \frac{2.5}{100}\right)^{15} = 22\,970.01 \approx 22\,970 \text{ voz/dan}$$

Računajući prometnu prognozu za sljedećih petnaest godina umjesto oznake  $p$  uvršten je predviđeni postotak koji u iznosu od 2.5% kako bi se dobio broj vozila u danu za određeni period. Svakako je izračunati broj vozila potrebno podijeliti sa koeficijentom 10 radi predodžbe o broju vozila koji će proći kroz predmetno raskrižje tokom jednog sata.

$$\frac{22\,970}{10} = 2\,297 \text{ voz/h}$$

Konačnim izračunom prometno opterećenje u vršnom satu za sljedećih petnaest godine će iznositi 2297 vozila.

Prognoza prometa za sljedećih dvadeset godina:

$$15\,860 * \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{20} = 28\,644.92 \approx 28\,645 \text{ voz/dan}$$

Predviđeni postotak rasta prometa koji je uvršten umjesto oznake  $p$  iznosi 3%, te je za broj vozila u vršnom satu potrebno proračunom dobiven broj vozila tijekom cijelog dana podijeliti sa koeficijentom 10.

$$\frac{28\,645}{10} = 2\,864.5 \approx 2\,865 \text{ voz/h}$$

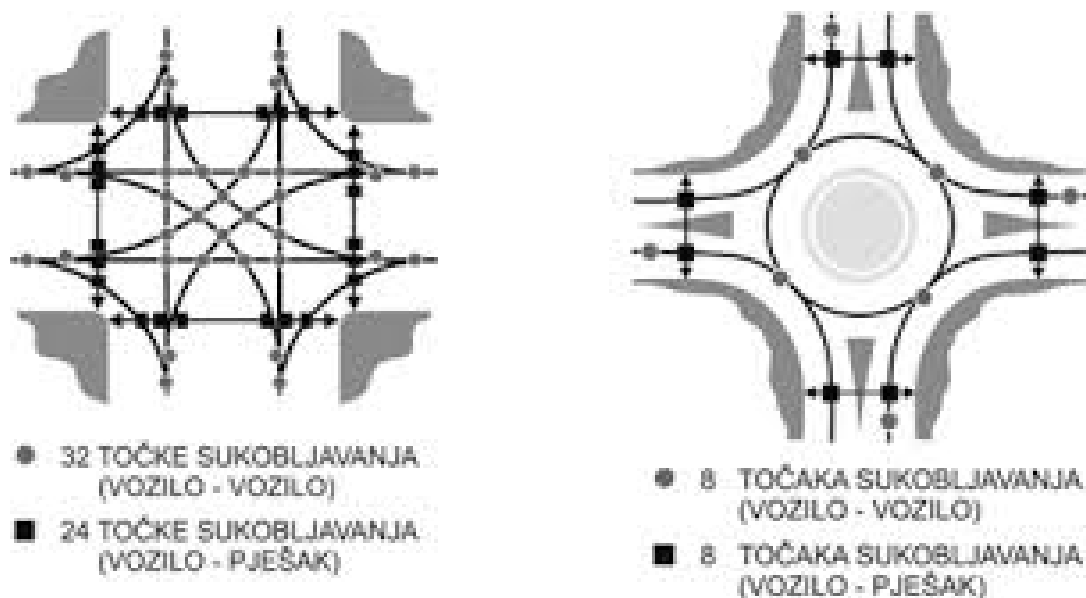
Prema izračunu prometno opterećenje u vršnom satu za dvadeset godina iznosit će 2865 vozila.

Prema izračunatim podacima o prometnom opterećenju za sljedećih 5, 10, 15 i 20 godina utvrđeno je da će promet svakako rasti, pa prema tome potrebno je trenutno stanje prometnica prilagoditi predviđenom porastu prometa kako u narednim godinama ne bi dolazilo do zagušenja predmetnog raskrižja. Posebice pažnju treba obratiti i na turističku sezonu te prema tome omogućiti sigurno i nesmetano kretanje vozila, bez nastajanja repova čekanja i slično. S obzirom da će se zbog trenutno vrlo lošeg stanja predmetnog raskrižja trebati ulagati velika financijska sredstva i potpuno rekonstruirati raskrižje najbolja je opcija gledati prometno opterećenje za razdoblje od dvadeset godina i prema njemu projektirati novo.



## 5. PRIJEDLOG MODELA OPTIMIZACIJE ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA

U prethodnim poglavljima su objašnjeni i detaljno definirani ključni problemi predmetnog raskrižja koji umanjuju sigurnost odvijanja prometa na njemu. Važno je bilo i izmjeriti mjerodavno opterećenje odnosno broj vozila koji u određenom vremenskom periodu prođe kroz raskrižje kako bi se prema tim podacima projektiralo predmetno raskrižje sa ciljem poboljšanja odvijanje prometnih tokova njemu.



Slika 23. Konfliktne točke kružnog i četverokrakog raskrižja, [18]

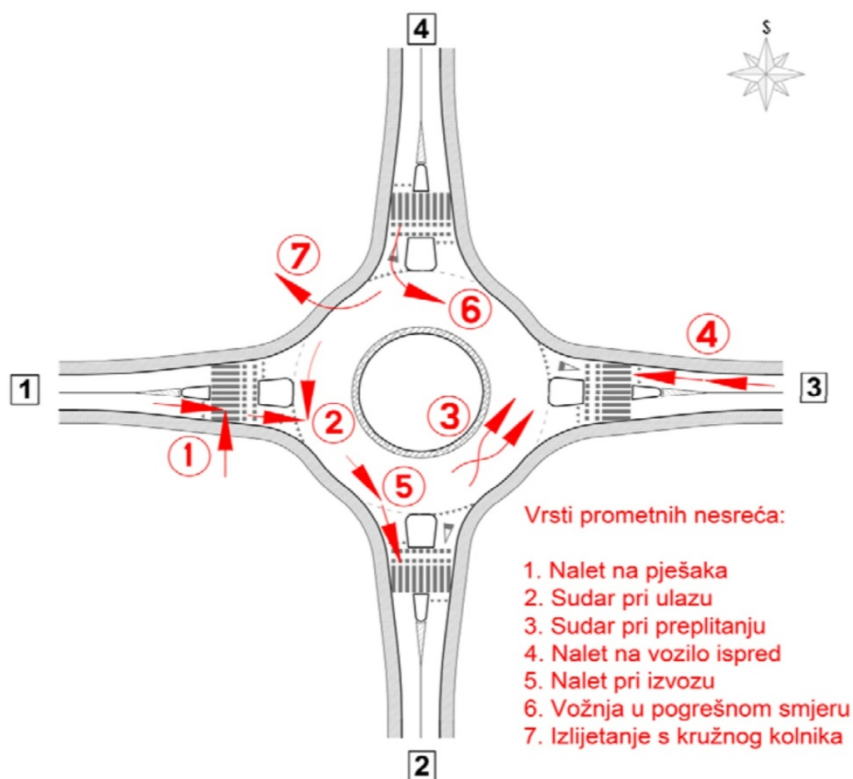
Ako bi prometnu mrežu predstavljale linije želja (ako se zanemari unutrašnji promet u zoni), u njoj bi postojao minimalni intenzitet konflikata. Međutim, u praksi je takva mreža neostvariva. Zbog toga je nužno, imajući u vidu linije želja i vrlo kompleksne utjecajne faktore, kreirati prometnu mrežu koja bi omogućila optimalno ostvarivanje težnji za putovanjima uz minimum konflikata. [19]

Za predmetno raskrižje predlagat će se dva rješenja kojima će se nastojati poboljšati model optimizacije odvijanje prometnih tokova. Svako od rješenja ima svoje prednosti i nedostatke što će se najjasnije utvrditi SWOT matricama koje su također neizostavne prilikom

odabira. Prvi prijedlog kojim će se nastojat riješiti problem predmetnog raskrižja je kružno raskrižje, a drugo rješenje je nešto kompleksnije od kružnog odnosno klasično četverokrako raskrižje sa svim potrebnim trakovima posebice trakovima za lijeve skretače na magistralnog cesti.

### 5.1. Prijedlog optimizacije odvijanja prometnih tokova raskrižjem s kružnim tokom prometa

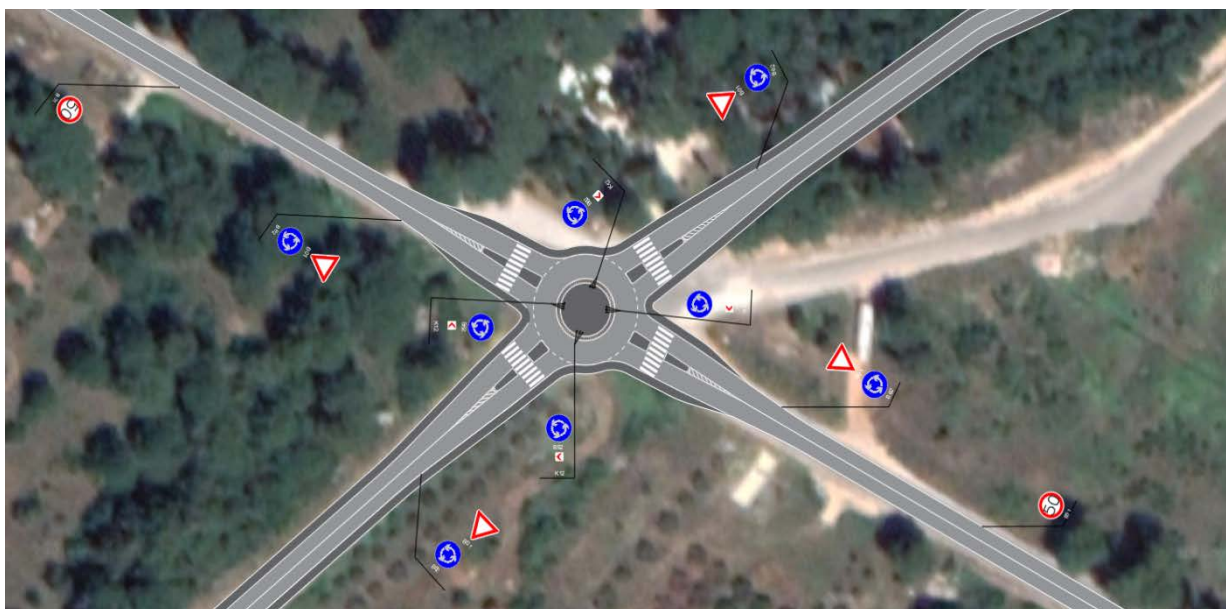
Kružno raskrižje se može definirati kao prometna građevina kružnog oblika s nepovoznim, djelomično povoznim ili povoznim središnjim otokom i kružnim prometnim kolnikom, na koji se vežu tri ili više priključnih cesta (privoza) i u kojemu se promet odvija u smjeru suprotnim kretanju kazaljke na satu [20].



Slika 24. Dijagram kolizija u kružnom toku, [20]

Najčešća mjesta izvođenja kružnih raskrižja [20]:

- na raskrižjima s prevelikim brzinama vožnje
- s pet ili više privoza / T-raskrižjima
- kada semaforizacija nije opravdana, a propusna moć nesemaforiziranog raskrižja prekoračena
- na mjestima s velikim brojem i čestim nesrećama s teškim posljedicama
- na prijelazu iz urbane u izvanurbane sredine
- u izvanurbanim sredinama



Slika 25. Raskrižje s kružnim tokom

Na slici 25 je prikazano predmetno raskrižje ali rekonstruirano kao raskrižje sa kružnim tokom. Zbog malog kuta između sjevernog i istočnog privoza predloženo je pomicanje sjevernog privoza kako se osigura veći kut prilikom skretanja u desno sa istočnog privoza na sjeverni što ne predstavlja problem s obzirom da zemljište na kojem je izveden sjeverni privoz kružnog toka nije privatno već državno.

Osim toga postojala je mogućnost ne pomicanja sjevernog privoza nego da se izvede poseban trak za desne skretače prije samog kružnog toka, naravno uključujući i traku za ubrzanje, ali ta ideja nije provedena iz razloga što bi se tada smanjila sigurnost pješaka na

križanju, a osim toga ne bi mogla biti izvedena pješačka staza na desnoj strani sjevernog privoza, samim time ni pješački prijelaz na istočnom privozu. Može se primijetiti kako je pješačka staza izvedena samo na Splitskoj i Savskoj cesti te na malom dijelu Jadranske magistrale kako bi se omogućio siguran prijelaz pješacima. Pješačka staza nije izvedena duž ove dionice Jadranske magistrale jer nema apsolutno nikakve potrebe za njom, važno je bilo osigurati pješacima koji žive iznad magistrale siguran prijelaz preko nje, a ne i kretanje pješaka magistralom što bi znatno ugrozilo njihovu sigurnost te sigurnost ostalih sudionika u prometu.

Izvadak iz BZP-a

Katastarska općina: 300756, BIOGRAD NA MORU Broj ZK uložka: 3204

**A**  
**Posjedovnica**  
**PRVI ODJELJAK**

Rbr.	Broj katastarske čestice	Broj D.L.	Adresa katastarske čestice/Način uporabe katastarske čestice/Način uporabe zgrade, naziv zgrade, kućni broj zgrade	Površina/m <sup>2</sup>	PPR
15.	768/18	16	KOSA-TOROVI ŠUMA	44 44	
UKUPNO:				18087	

**B**  
**Vlastovnica**

Rbr.	Sadržaj upisa	Primjedba
1.	Vlasnički dio: 1/1 REPUBLIKA HRVATSKA, OIB: 52634238587	

**C**  
**Teretovnica**

Rbr.	Sadržaj upisa	Iznos	Primjedba
	Tereta nema!		

Potvrđuje se da ovaj izvadak odgovara stanju baze zemljišnih podataka na datum 21.08.2019.

Slika 26. Izvadak iz baze zemljišnih podataka, [21]

Slikom 26 se dokazuje vlasništvo države nad zemljištem na kojem je izveden sjeverni privoz kružnog raskrižja. S obzirom da se svako križanje izvodi za neki duži period ukoliko je moguće treba ga maksimalno prilagoditi potrebama prometa. Isto tako u ovom slučaju je bolje pomaknuti sjeverni privoz ulijevo kako se povećao kut prilikom skretanja s istočnog privoza

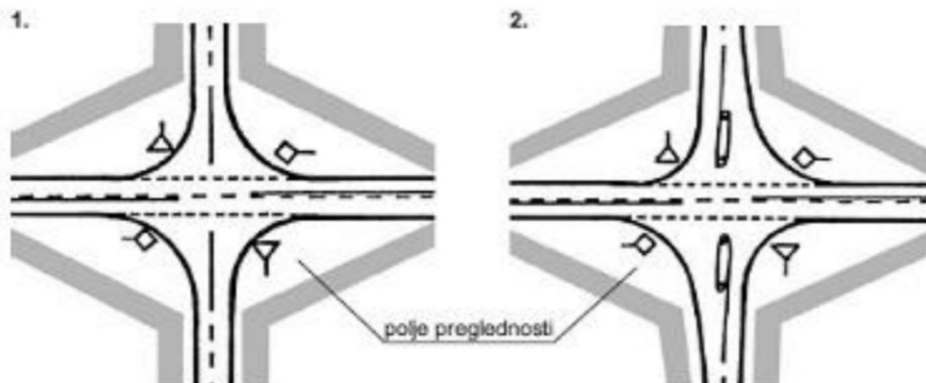
na sjeverni te na taj način omogućiti pješacima slobodno kretanje pješačkom stazom i siguran prijelaz preko magistrale.

Tablica 9. SWOT matrica raskrižja s kružnim tokom

Snage	<p>Veća sigurnost kretanje vozila          Omogućen prijelaz pješacima na svim privozima          Izvedena pješačka staza na sjevernom i južnom privozu          Postavljena potrebna vertikalna i horizontalna signalizacija          Niži troškovi izgradnje</p>
Slabosti	<p>Smanjena protočnost vozila na Jadranskoj magistrali          Moguće zagušenje u vršnim satima          Neizgrađenost biciklističke staze          Narušavanje okoliša          Produljenje putanje vozilima i pješacima</p>
Prilike	<p>Manje brzine kretanja          Smanjen rizik od prometnih nesreća zbog manjih brzina          Nema potrebe za kupnjom zemljišta          Manje emisije CO<sub>2</sub></p>
Prijetnje	<p>Povećanje vrijeme putovanja vozilima na Jadranskoj magistrali          Mogućnost stvaranja repova čekanja          Nemogućnost razvijanja velikih brzina</p>

## 5.2. Prijedlog optimizacije odvijanja prometnih tokova na četverokrakom raskrižju

Drugi prijedlog optimizacije predmetnog raskrižja je četverokrako raskrižje u razini sa trakovima za ubrzanje i usporenje. Četverokraka raskrižja u razini su karakteristična po već spomenutim konfliktnim točkama. Upravo kako bi se umanjio broj tih točaka i povećala sigurnost prometa izvode se posebni trakovi za svaki prometni tok. Za razliku od kružnih raskrižja koji produljuju putanju vozilima i pješacima, četverokraka raskrižja osiguravaju razvijanje većih brzina i brži protok vozila, posebice na glavnoj cesti.



Slika 27. Klasična četverokraka raskrižja

Izbor glavne ceste s dominantnim prometnim tokom ključni je korak u koncipiranju raskrižja. Glavna cesta s glavnim privozima određena je svojstvima dionice sa zonom raskrižja, posebno preko čimbenika kao što su [7]:

- razred ili vrsta ceste
- reguliranje prednosti prolaza na svome i susjednom raskrižju
- vođenje vozila javnog prometa
- očekivane brzine
- prometno opterećenje optičko - estetski utisak

Određivanje glavne ceste je tim potpunije što je više navedenih pokazatelja na što duljoj dionici. Glavna cesta je u pravilu s dominantnim prometnim tokom. [7]



Slika 28. Četverokrako raskrižje

Slika 28 prikazuje rekonstruirano predmetno raskrižje. S obzirom na značajke vrlo jednostavno je Jadranska magistrala određena kao glavna cesta. Prednost ovog raskrižja je svakako u njegovom položaju, odnosno još uvijek se ne nalazi u naseljenom području pa je stoga bilo moguće širenje u bilo kojem smjeru.

Na početku rada navedeni su svi nedostaci predmetnog raskrižja koji su se nastojali u konačnici ispraviti. Jedan od tih nedostataka je svakako ograničenje brzine koje je smanjeno za 20 km/h, odnosno sa dosadašnjih 70 km/h brzina je smanjena na 50 km/h posebice radi pješaka koji se kreću raskrižjem. Također postavljena je sva potrebna vertikalna i horizontalna signalizacija, koje gotovo da nije bilo na predmetnom raskrižju.

Izvedeni su posebni trakovi za svaki smjer kretanja kako ne bi nastajali repovi čekanja na Jadranskoj magistrali zbog lijevih skretača, te su napravljeni trakovi za desne skretače sa magistrale. Na istočnom privozu se može primijetiti kako je taj trak izoliran u odnosu na cijelo raskrižje, a to je izvedeno upravo radi malog kuta skretanja ( $34^\circ$ ) pa kako ne bi dolazilo do težeg skretanja većih teretnih vozila.



Slika 29. Prikaz kuta skretanja Jadranske magistrale - Savska ulica

Pješaci su kao i vozila bitni sudionici prometa pa je njihovo kretanje djelomično omogućeno na novom raskrižju. Na slici 29 se može vidjeti kako je pješački prijelaz izveden samo na zapadnom privozu sa ciljem omogućavanja pješacima siguran prelazak preko Jadranske magistrale. Važno je kvalitetno povezati sve gradske četvrti pa tako i Kosu (sjeverni dio grada) koji je odvojen magistralnom cestom (D8). Bez obzira na izvedeni pješački prijelaz pješačka staza je ograničena samo na jednu stranu Splitske i Savske ulice. Zbog tehničkih elemenata raskrižja nije bilo moguće izvesti pješačku stazu i na drugim stranama sjevernog i južnog privoza, a duž Jadranske magistrale nije niti potrebna.





Slika 30. Izgled pješačke staze na rekonstruiranom raskrižju, [22]

Na slici 30 je prikazano kako će izgledati sam završetak pješačke staze na Jadranskoj magistrali, odnosno navoditi će pješake na prelazak preko pješačkog prijelaza te im na taj način onemogućiti kretanje uz rub državne ceste D8.

Kao i kod prijedloga kružnog raskrižja sve snage, slabosti, prilike i prijetnje prikazane su SWOT matricom.

Tablica 10. SWOT matrica četverokrakog raskrižja

<p>Snage</p>	<p>Povećanje sigurnosti u odnosu na trenutno stanje  Izvedeni posebni trakovi za lijeve skretače na Jadranskoj magistrali  Omogućen siguran prelazak pješaka preko Jadranske magistrale  Smanjeno ograničenje brzine kretanja kroz raskrižje  Jasno označeni prometni trakovi  Postavljena potrebna prometna signalizacija  Povećanje protoka vozila</p>
<p>Slabosti</p>	<p>Veći broj konfliktnih točaka u odnosu na kružno križanje  Nemogućnost izvođenja biciklističke staze  Pješački prijelaz moguć samo na zapadnom privozu  Povećanje razine buke i ispušnih plinova</p>
<p>Prilike</p>	<p>Lakše uključivanje vozila sa sporednog privoza  Nije potreban otkup zemljišta  Nema narušavanja okoliša  Prebacivanje vozila s glavnog ulaza u grad na predmetno raskrižje</p>
<p>Prijetnje</p>	<p>Mogućnost postizanje velikih brzina  Mogućnost zagušenja prometa u vršnom satu tokom turističke sezone  Veći rizik od nastanka prometnih nesreća zbog razvijanja većih brzina</p>

## **6. VERIFIKACIJA PREDLOŽENIH MODELA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA**

Verifikacija prometnih modela se provodi radi dobivanja uvida koji je od predloženih modela najprihvatljiviji za implementaciju. Potrebno je ispitati sve faktore i mjerila koja su ključna za pravilan odabir modela kako bi se odabrao onaj optimalan.

Visoki zahtjevi u pogledu projektiranja i uporabe raskrižja trebaju se provjeriti uz pomoć osnovnih, odnosno svojevrsnih mjerila. Ističu se najbitniji [7]:

- sigurnost prometa
- kvaliteta odvijanja prometa
- utjecajnost na okolinu i okoliš
- ekonomičnost rješenja

Kroz navedena mjerila ispitati će se sigurnost pješaka i vozila, brzine kretanja kroz raskrižje, stupanj zasićenja, negativan utjecaj ispušnih plinova, ostvarena razina usluge na svakom pojedinom privozu i u samoj konačnici financijska ulaganja i isplativost modela.

### **6.1. Sigurnost prometa**

Osmišljena i dobro koncipirana raskrižja udovoljit će uvjetima sigurne vožnje ako u cijelosti ili pretežito udovoljavaju bitnim zahtjevima [7]:

- pravovremena prepoznatljivost
- preglednost
- shvatljivost
- dostatna provoznost i prohodnost

U rubnim područjima naselja ili u prolazu kroz manja naselja potrebno je polučiti najviši stupanj sigurnosti prometa, posebno za ugrožene učesnike (biciklisti, pješaci, starija i mlađa populacija, invalidi, itd.) budući da se od njih ne može očekivati stalna opreznost, pravovremeno zapažanje i očekivane reakcije [7].

Brzine vozila su od posebnog značenja za sigurnost prometa o kojima ovise moguća ponašanja i posljedice, pa se mogu istaći određene pretpostavke za postizanje razine sigurnosti [7]:

- vozaču je neophodno razjasniti odnos poželjne brzine i prometnih događanja
- ne smije se zahtijevati ni očekivati od učesnika u prometu više od dvije istovremene mogućnosti odlučivanja
- potrebno je promicati smanjenje brzine u izgrađenim područjima već na stupnju prometnog koncepta mreže i raskrižja
- u fazi projektiranja i oblikovanja treba predvidjeti dostatnu preglednost i vizualni kontakt između motoriziranih i nemotoriziranih učesnika u prometu
- pred naseljima potrebno je prikladno rasvijetliti raskrižja

Preglednost mora biti osigurana sa svih privoza kako bi vozači mogli uočiti najbitnije oblikovne elemente te raskrižje u cjelini. Preglednost se osigurava postavljanjem raskrižja na dio ceste bez uzdužnih nagiba kao što je položaj predmetnog raskrižja, te na taj način je omogućen pregled prometnih radnji vozilima na svim privozima.

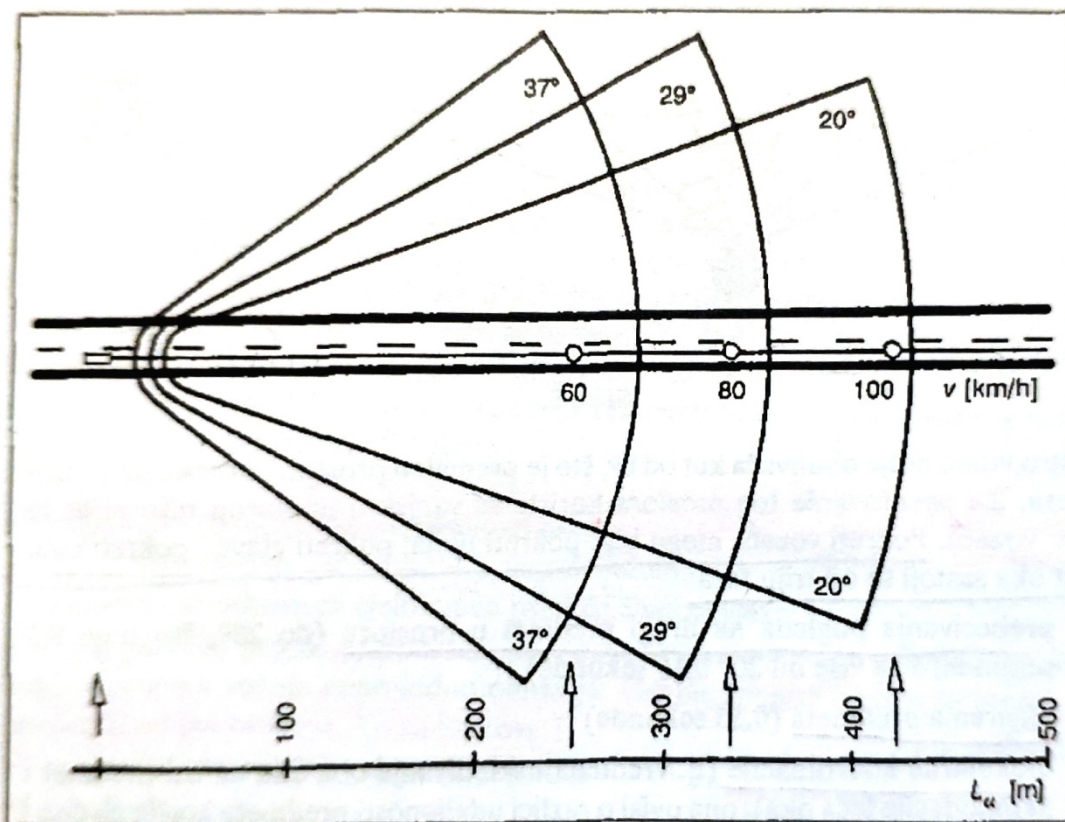
Pravovremena prepoznatljivost također mora biti omogućena sa svih privoza kako bi vozači bili spremni uočiti i reagirati na sve prometne situacije koje se mogu naći pred njima. Prepoznatljivosti svakako pogoduje unaprijed osigurana preglednost. Obzirom da se raskrižje nalazi na pogodnom položaju, te je prostorno dosta veliko nema razloga da pravovremena prepoznatljivost bude umanjena, dapače znatno je veća nego u dosadašnjim uvjetima na predmetnom raskrižju.

Shvatljivost je zadovoljena u uvjetima kada je svim učesnicima jasno na koju stranu skrenuti, tko i kako se treba razvrstati, itd. Shvatljivost je dosad na ovom raskrižju predstavljala jedan od ključnih problema te je kao takva i navedena na početku diplomskog rada. Analizom postojećeg stanja utvrđeno je katastrofalno stanje horizontalnih oznaka na kolniku kao ključnih elemenata koji osiguravaju shvatljivost. Rekonstrukcijom predmetnog raskrižja izvedene su sve potrebne poprečne i uzdužne crte koji na taj način doprinose shvatljivosti kretanja te samoj sigurnosti na raskrižju.

Dostatna provoznost je osigurana za ona rješenja raskrižja u kojima su oblikovna svojstva usklađena s voznodinamičkim odnosno voznogeometrijskim osobinama vozila.

Upravo iz tog razloga kako bi se dostigla visoka razina provoznosti, napravljeni su dodatni trakovi za ubrzanje prilikom mijenjanja smjera (skretanja), te je nezaobilazno bilo napraviti poseban trak za lijeve skretače na Jadranskoj magistrali kako se više ne bi stvarao rep čekanja i duge kolone vozila u ljetnom periodu.

Također brzina je isto jedan od bitnih čimbenika koji utječu na sigurnost odvijanja prometa na raskrižju te je upravo iz razloga sigurnosti ona smanjena sa 70 km/h na 50 km/h za oba dva modela raskrižja.



Slika 31. Grafički prikaz smanjenja vidnog polja povećanjem brzine kretanja

## 6.2. Kvaliteta odvijanja prometa

Kvalitetu odvijanja prometa opisujemo razinom usluge u raskrižju, odnosno na pojedinim privozima raskrižja. Razina usluge je kvalitativna mjera koja se sastoji od brojnih elemenata, kao što su [23]:

- brzina vožnje,

- vrijeme putovanja,
- sloboda manevriranja,
- prekidi u prometu,
- udobnost vožnje,
- sigurnost vožnje i
- troškovi iskoristivosti vozila

Gledajući ove elemente kojima se mjeri kvaliteta odvijanja prometa kroz raskrižje odnosno sama razina usluge apsolutno se može reći da je svaki element poboljšan u odnosu na postojeće stanje. Svi oni zajedno čine jednu cjelinu te na taj način direktno utječu na razinu usluge predmetnog raskrižja.

Stoga razina usluge je kvalitativna mjera koja opisuje operativne uvjete prometnog toka. Sigurnost odvijanja prometa ne ulazi kao mjera za određivanje razine usluge. Definirano je šest razina usluge, od A do F. Razina A predstavlja najbolje operativne uvjete, a razina F najlošije. [24]

<b>RAZINA USLUGE</b>	<b>PROSJEČNA VREMENA KAŠNJENJA (s/voz)</b>
<b>A</b>	<b>0 – 10</b>
<b>B</b>	<b>&gt;10 – 15</b>
<b>C</b>	<b>&gt;15 – 25</b>
<b>D</b>	<b>&gt;25 – 35</b>
<b>E</b>	<b>&gt;35 – 50</b>
<b>F</b>	<b>&gt;50</b>

Slika 32. Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja, [24]

S obzirom na prosječno vrijeme kašnjenja određena je razina usluge u slučaju kružnog te u slučaju četverokrakog raskrižja.

Tablica 11. Razina usluge po privozima za četverokrako raskrižje

	d [s/vozilu]	LOS
d1	14,82987	B
d2	9,794122	A
d3	11,46444	B
d4	7,923607	A

Tablica 12. Razina usluge po privozima za kružno raskrižje

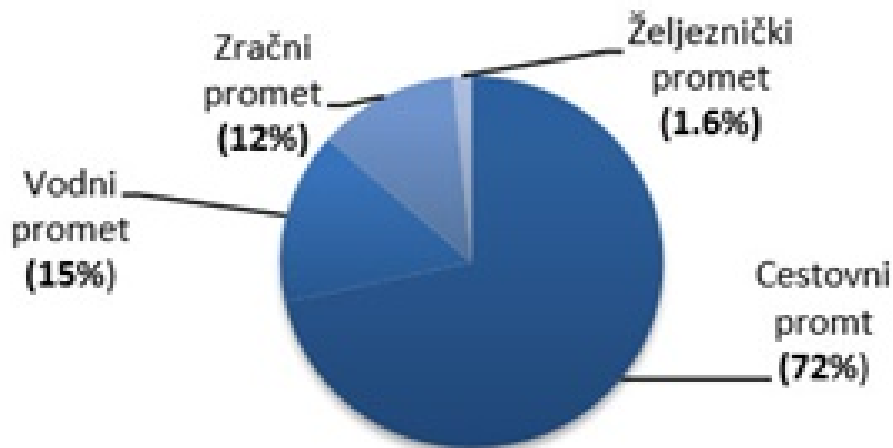
	d [s/vozilu]	LOS
d1	18,09186	C
d2	10,77773	B
d3	23,36079	C
d4	11,01006	B

### 6.3. Utjecaj na okolinu i okoliš

Utjecaj prometa na okolinu i okoliš je također jedan od bitnih čimbenika prilikom planiranja i projektiranja prometne mreže, posebice u današnje vrijeme kad se sve više javlja briga za okolišem i prirodom u globalu. Stoga je važno raskrižja koncipirati tako da budu što manje štetna za okolni prostor. Upravo ta briga o prirodi i sama zaštita prirode često prilikom gradnje raskrižja ili prometnica dolazi u sukob sa elementom ekonomičnosti.

Predmetno raskrižje se nalazi van samog centra grada pa je poprilično okružen šumom i obradivim površinama. Prilikom davanja prijedloga modela uzeto je u obzir da se što manje narušava taj okoliš, što je na kraju i ispoštovano u slučaju četverokrakog raskrižja jer se ono zapravo izvelo na već postojećoj podlozi ali sa dodatnim proširenjima koji u ni u kom slučaju nisu negativno utjecali na okolni prostor. Dok je u slučaju kružnog raskrižja sjeverni privoz djelomično okomiziran te na taj način prelazi preko šume koja se nalazi u neposrednoj blizini. Stavljajući na vagu čimbenik sigurnosti i zaštite okoliša svakako je presudila sigurnost koja je

temelj svakog planiranja, a kao olakotna okolnost je i činjenica potkrijepljena dokazom koji je prikazan slikom 26 da se radi o šumi koja je u vlasništvu države pa stoga nema troškova otkupa zemljišta od privatnika niti sudskih troškova u slučaju njihovog protivljenja samom otkupu.



Slika 33. Emisije ugljičnog dioksida prema vrstama prometa (podaci iz EU-a 2015.), [25]

Na okolinu i okoliš utječu također i ispušni plinovi koji danas u svijetu predstavljaju jedan od najvećih zagađivača zraka i okoliša. Prilikom izgaranja goriva kao produkt posebice diesel motora stvara se štetni plin ugljikov dioksid - CO<sub>2</sub> koji nije direktno štetan već izaziva "efekt staklenika" odnosno negativno utječe na globalno zagrijavanje.

Svakako da se izgradnjom raskrižja veće protočnosti smanjuje emisija CO<sub>2</sub> tako i u ovom slučaju. Osvrćući se na trenutno stanje predmetnog raskrižja ono ima najveću emisiju ugljikovog dioksida upravo radi stvaranja zastoja odnosno repova čekanja na Jadranskoj magistrali izazvanih potrebom za lijevim skretanjem.

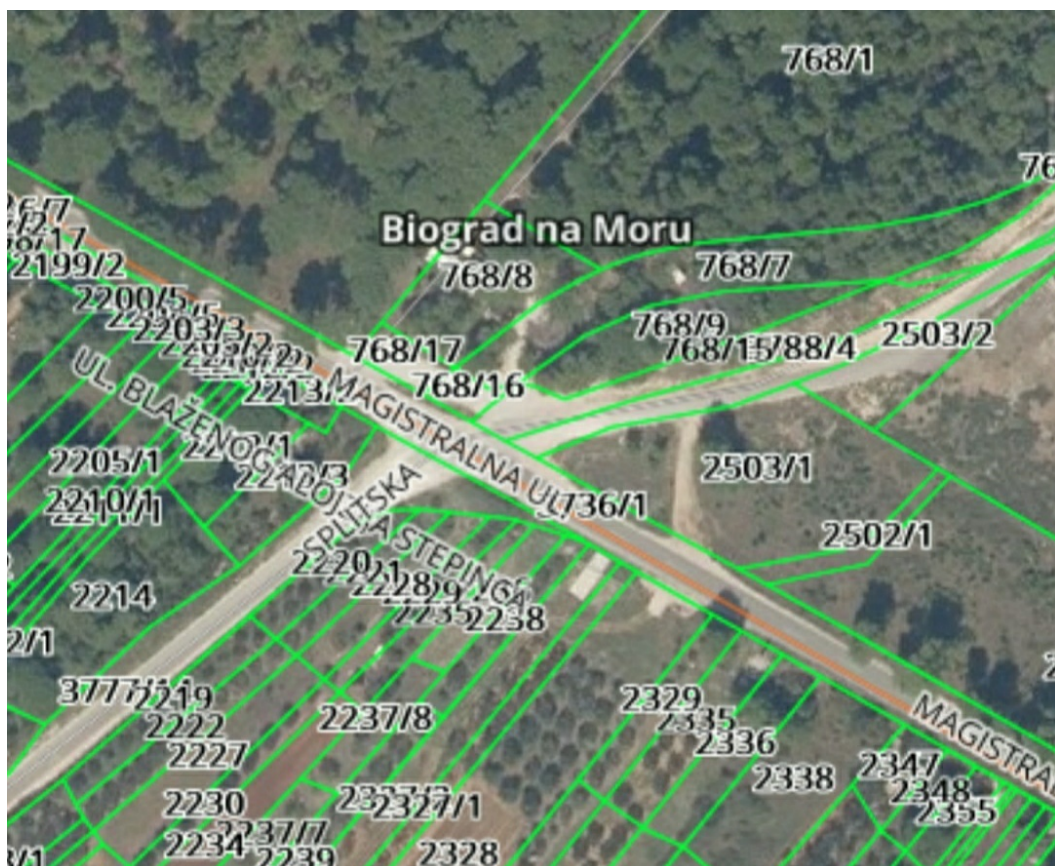
Stavljajući u odnos predložene modele optimizacije veću emisiju CO<sub>2</sub> ima raskrižje s kružnim tokom prometa, a manju četverokrako raskrižje s dodatnim trakovima za ubrzanje i usporenje. Razlog tome je što raskrižje s kružnim tokom prometa ima veću zasićenost i sporiji protok prometa nego raskrižje s dodatnim trakovima za lijeve skretače na Jadranskoj magistrali.



## 6.4. Ekonomičnost rješenja

Usljed složenog iznalaženja što kvalitetnijeg projektnog rješenja, često je zapostavljeno (a ne bi trebalo biti) kompariranje i procjenjivanje varijanti raskrižja putem kvantificiranja troškova izgradnje i troškova korisnika. Elementi za postupa vrednovanja su troškovi građenja i održavanja, vremenski i eksploatacijski troškovi, troškovi prometnih nezgoda itd. [7]

Gledajući predložene modele s aspekta ekonomičnosti radi se u skoro jednakim troškovima ulaganja iz razloga što se četverokrako raskrižje izvelo na postojećoj podlozi sa minimalnim proširenjima ne izlazeći van dopuštenih gabarita, ali jednako tako napravljeni su dodatni takovi koji prije nisu postojali kao i sva vertikalna i horizontalna signalizacija. S druge strane gledano kružno raskrižje bi bilo znatno ekonomičnije da nema potrebe za pomicanjem sjevernog privoza, samim time i narušavanjem okoliša. Jedino što doprinosi kružnom raskrižju s aspekta ekonomičnosti je zapravo već navedeno državno vlasništvo nad šumom preko koje prolazi okomizirani sjeverni privoz, što je i dokazano slikom 34.



Slika 34. Prikaz katastarskih čestica na području predmetnog raskrižja, [26]

Katastarske čestice koje su u vlasništvu Republike Hrvatske:

- 768/1
- 768/2
- 768/3
- 768/4
- 768/5
- 768/6
- 768/7
- 768/8
- 768/9
- 768/10
- 768/11
- 768/12
- 768/13
- 768/14
- 768/15
- 768/16
- 768/17
- 768/18

Prema navedenom Republika Hrvatska ima vlasništvo 1/1 nad svih osamnaest dijelova čestice 768. Sukladno tome nema potrebe za otkupom privatnih zemljišta nego je omogućena slobodna gradnja, naravno uz prethodno odobrenje i suglasnost države kao jedinog vlasnik

## 7. ZAKLJUČAK

Predmetno raskrižje Splitska ulica - Jadranska magistrala - Savska ulica nalazi se izvan središta grada, odnosno spaja periferni dio grada sa centralnim. Iako je relativno novo raskrižje predstavlja jedan od ključnih čvorova za prometnu mrežu grada, a kao glavna funkcija koja se ovim diplomskim radom nastojala ostvariti je prebacivanje dijela prometa sa glavnog odnosno jedinog ulaza u grad na ovo raskrižje te omogućavanje prijelaza pješacima preko Jadranske magistrale s obzirom da do danas na području grada Biograda na Moru ne postoji niti jedan pješački prijelaz između sjevernog dijela grada - Kose i samog centralnog dijela.

S obzirom na zahtjeve prometa koji moraju biti zadovoljeni i analizu trenutnog stanja predmetnog raskrižja predložena su dva modela kojima su se svi postavljeni uvjeti nastojali zadovoljiti. Naravno da u slučajevima rekonstrukcije nikad svi zahtjevi ne mogu biti apsolutno zadovoljeni zato je potrebno izvagati prednosti i mane predloženih modela kako bi se odabrao onaj koji najbolje odgovara uvjetima prometa tog područja.

Prvo je predložen model raskrižja s kružnim tokom kod kojeg se sjeverni privoz pomicao ulijevo sa svrhom okomiziranja raskrižja zbog malog kuta skretanja desnih skretača sa Jadranske magistrale iz smjera Šibenika. Mijenjanjem položaja sjevernog privoza nastali su izvanredni troškovi, a osim toga narušava se i okoliš. Bez obzira na sve navedene činjenice i dalje ostaje ona glavna kako u odnosu kružnog i četverokrakog raskrižja, kružno ima veći stupanj sigurnosti što ima značajnu ulogu pri svakom odabiru modela.

Drugo rješenje koje je na kraju i odabrano je četverokrako raskrižje sa dodatnim trakovima za lijeve i desne skretače. Odabrano je zato jer je razina sigurnosti dignuta na najvišu moguću razinu odnosno brzina kretanja je ograničena kao i kod kružnog raskrižja te osim ograničenja brzinu prati i kamera koja prisiljava vozače na sporiju vožnju ili plaćanja visokih kazni. S druge strane zadovoljen je zahtjev za omogućavanjem prelaska pješaka preko Jadranske magistrale, iako je ta mogućnosti osigurana samo na jednoj strani u ovom slučaju to je i sasvim dovoljno. Uz sigurnost i pješački prijelaz četverokrako raskrižje omogućava veću protočnost vozila te manje vrijeme putovanja, a s obzirom na velik broj lijevih skretača pokazalo se pogodnije nego kružno raskrižje. Te još jedna bitna stavka koja je utjecala na izbor četverokrakog raskrižja u odnosu na kružno je ta što je poželjno da prilikom gradnje kružnog raskrižja svi privozi imaju podjednako opterećenje što u ovom primjeru nije slučaj.

## LITERATURA

1. URL: <https://www.index.hr/vijesti/clanak/u-ove-tri-zupanije-mostovi-kandidati-mogli-bi-uci-u-drugi-krug-za-zupane/971668.aspx> [22. 6. 2019.]
2. URL: <https://www.zadarska-zupanija.hr/polozaj-i-osnovne-prostorne-karakteristike-zadarske-zupanije> [22. 6. 2019.]
3. URL: <https://www.google.hr/maps/@43.9483118,15.4344563,12z?hl=hr> [28. 6. 2019.]
4. URL:  
<https://www.google.hr/maps/@43.9400669,15.4617556,1546m/data=!3m1!1e3?hl=hr>  
[22. 6. 2019.]
5. Cerovac, V; Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
6. Luburić, G.; Nastavni materijal iz kolegija Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.
7. Legac, I.; Raskrižja javnih cesta - cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008..
8. URL: <https://www.slideshare.net/pomuckiimra/97708955-prometnainfrastrukturaisigurnostprometa001> [06. 08. 2019.].
9. Babić, D.; Nastavni materijal iz kolegija Prometna signalizacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019..
10. URL: <https://www.prometna-zona.com/prometni-znakovi/> [11. 7. 2019.].
11. Ščukanec, A.; Šoštarić, M.; Jakovljević, M.; Nastavni materijal iz kolegija Prometno tehnološko projektiranje, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019..
12. URL: <https://www.zadarskilist.hr/clanci/10092018/grad-nautike-i-obiteljskog-turizma-s-80-ljetnih-dogadanja> [06. 08. 2019.].
13. URL: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Biograd\\_na\\_Moru](https://hr.wikipedia.org/wiki/Biograd_na_Moru) [07. 08. 2019.].
14. URL:  
[https://www.dzs.hr/Hrv/censuses/census2011/results/htm/H01\\_01\\_01/h01\\_01\\_01\\_zup13\\_0221.html](https://www.dzs.hr/Hrv/censuses/census2011/results/htm/H01_01_01/h01_01_01_zup13_0221.html) [07. 08. 2019.]

15. Brojanje prometa na cestama Republike Hrvatske (za vremensko razdoblje od 2013. do 2017.), Hrvatske ceste d.o.o. Zagreb.
16. Novačko, L.; Nastavni materijal iz kolegija Modeliranje i planiranje u cestovnom prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
17. Barić, D.; Nastavni materijal iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019..
18. Dadić, I.; Teorija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
19. Pilko, H.; Nastavni materijal iz kolegija Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
20. URL: <https://oss.uredjenazemlja.hr/public/cadServices.jsp?action=publicCadastreParcel> [22. 08. 2019.]
21. URL: [https://www.google.com/search?q=pje%C5%A1a%C4%8Dka+staza&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiG4f7n\\_aLkAhXrlosKHYYABKwQ\\_AUIESgB&biw=917&bih=622#imgrc=8ZCFuM9lLs6UgM](https://www.google.com/search?q=pje%C5%A1a%C4%8Dka+staza&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiG4f7n_aLkAhXrlosKHYYABKwQ_AUIESgB&biw=917&bih=622#imgrc=8ZCFuM9lLs6UgM): [27. 08. 2019.]
22. Šimunović, Lj.; Nastavni materijali iz kolegija Osnove prometnog inženjerstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016./2017.
23. Novačko, L.; Nastavni materijal iz kolegija Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
24. URL: <https://geoportal.dgu.hr/> [28. 08. 2019.]

## POPIS SLIKA

Slika 1. Položaj Zadarske županije na karti RH.....	4
Slika 2. Položaj Biograda na Moru na karti RH.....	5
Slika 3. Položaj predmetnog raskrižja u Biogradu na Moru .....	6
Slika 4. Prolaz "Burinog" teretnog vozila kroz predmetno raskrižje .....	7
Slika 5. Sjeverni privoz - Savska ulica.....	8
Slika 6. Istočni privoz - Jadranska magistrala.....	8
Slika 7. Južni privoz - Splitska ulica .....	9
Slika 8. Zapadni privoz - Jadranska magistrala.....	10
Slika 9. Odnos čimbenika čovjek, cesta i vozilo.....	12
Slika 10. Utjecaj čimbenika na broj prometnih nesreća.....	12
Slika 11. Širina horizontalnog i vertikalnog vidnog polja .....	13
Slika 12. Osnovni parametri za određivanje oblikovnih elemenata raskrižja .....	14
Slika 13. Trenutno postavljeno ograničenje brzine na predmetnom raskrižju.....	15
Slika 14. Kamera za praćenje brzine postavljena neposredno ispred predmetnog raskrižja....	16
Slika 15. Čekanje pješaka za prelazak preko ceste kroz raskrižje.....	17
Slika 16. Prometne radnje na raskrižju.....	18
Slika 17. Primjeri konfliktnih točaka .....	18
Slika 18. Vozila u konfliktu na predmetnom raskrižju .....	19
Slika 19. Postavljanje prometnog znaka unutar naselja .....	20
Slika 20. Položaj znaka D17 .....	22
Slika 21. Jedva vidljiva oznaka STOP na sjevernom privozu.....	23
Slika 22. Čimbenici koji utječu na rast prometa .....	30
Slika 23. Konfliktne točke kružnog i četverokrakog raskrižja.....	42
Slika 24. Dijagram kolizija u kružnom toku .....	43
Slika 25. Raskrižje s kružnim tokom .....	44
Slika 26. Izvadak iz baze zemljišnih podataka.....	45
Slika 27. Klasična četverokraka raskrižja .....	47
Slika 28. Četverokrako raskrižje .....	48
Slika 29. Prikaz kuta skretanja Jadranske magistrale - Savska ulica .....	49
Slika 30. Izgled pješačke staze na rekonstruiranom raskrižju.....	50
Slika 31. Grafički prikaz smanjenja vidnog polja povećanjem brzine kretanja.....	54

Slika 32. Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja .....	55
Slika 33. Emisije ugljičnog dioksida prema vrstama prometa (podaci iz EU-a 2015.) .....	57
Slika 34. Prikaz katastarskih čestica na području predmetnog raskrižja.....	58

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Primjer brojačkog listića .....	25
Tablica 2. Jutarnje prometno opterećenje sa privoza Savska ulica .....	26
Tablica 3. Jutarnje prometno opterećenje sa privoza Splitska ulica.....	27
Tablica 4. Jutarnje prometno opterećenje sa privoza Jadranska magistrala iz smjera Zadra.....	28
Tablica 5. Jutarnje prometno opterećenje sa privoza Jadranska magistrala iz smjera Šibenika .....	29
Tablica 10. Broj stanovnika kroz godine [13].....	33
Tablica 11. Podjela stanovništva prema spolu i starosti, [14].....	34
Tablica 12. Podatci dobiveni brojanjem prometa [15].....	35
Tablica 13. SWOT matrica raskrižja s kružnim tokom.....	46
Tablica 14. SWOT matrica četverokrakog raskrižja.....	51
Tablica 15. Razina usluge po privozima za četverokrako raskrižje.....	56
Tablica 16. Razina usluge po privozima za kružno raskrižje.....	56



## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Broj stanovnika kroz godine .....	34
Grafikon 2. Godišnji rast prometa (na skali 0 - 9000 vozila).....	36
Grafikon 3. Godišnji rast prometa (na skali 7100 - 8100 vozila).....	37

## PRILOZI

Prilog 1. Popodnevno prometno opterećenje sa privoza Savska ulica

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	1-2	0 - 15'	6	1	3	0	2	0	0
		15' - 30'	7	2	2	0	0	1	0
		30' - 45'	11	1	1	0	3	0	0
		45' - 60'	5	0	2	0	1	1	0
		<b>Ukupno</b>	29	4	8	0	6	2	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	1-3	0 - 15'	4	0	4	0	2	2	5
		15' - 30'	10	2	1	0	1	4	3
		30' - 45'	4	1	1	0	2	4	4
		45' - 60'	9	0	2	0	0	2	2
		<b>Ukupno</b>	27	3	8	0	5	10	14
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	1-4	0 - 15'	12	1	2	0	1	0	0
		15' - 30'	8	1	4	0	0	1	0
		30' - 45'	3	0	7	0	2	0	0
		45' - 60'	6	0	4	0	2	0	0
		<b>Ukupno</b>	29	2	17	0	5	1	0

Prilog 2. Popodnevno prometno opterećenje sa privoza Splitska ulica

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	3-1	0 - 15'	10	1	4	0	3	1	3
		15' - 30'	12	1	1	0	3	1	4
		30' - 45'	9	0	1	0	5	2	2
		45' - 60'	7	2	0	0	2	1	2
		<b>Ukupno</b>	38	4	6	0	13	5	11
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	3-2	0 - 15'	7	0	0	0	1	0	0
		15' - 30'	6	0	0	0	1	0	0
		30' - 45'	4	0	2	0	0	0	0
		45' - 60'	10	1	1	0	0	0	0
		<b>Ukupno</b>	27	1	3	0	2	0	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	3-4	0 - 15'	6	1	1	0	1	1	0
		15' - 30'	6	0	1	0	2	1	0
		30' - 45'	8	0	2	0	2	1	0
		45' - 60'	6	1	0	0	1	0	0
		<b>Ukupno</b>	26	2	4	0	6	3	0

Prilog 3. Popodnevno prometno optrećenje sa privoza Jadranska magistrala iz smjera Zadra

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	2-1	0 - 15'	11	1	2	0	2	0	0
		15' - 30'	12	3	4	0	1	1	0
		30' - 45'	4	1	2	0	2	0	0
		45' - 60'	7	0	1	0	0	1	0
		<b>Ukupno</b>	34	5	9	0	5	2	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	2-3	0 - 15'	6	1	2	0	2	1	0
		15' - 30'	5	2	1	0	4	1	0
		30' - 45'	11	1	1	0	1	0	0
		45' - 60'	6	0	4	0	2	1	0
		<b>Ukupno</b>	28	4	8	0	9	3	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	2-4	0 - 15'	99	2	9	2	4	5	0
		15' - 30'	104	8	5	5	5	1	0
		30' - 45'	131	4	3	2	1	0	0
		45' - 60'	115	4	3	4	6	2	0
		<b>Ukupno</b>	449	18	20	13	16	8	0

Prilog 4. Popodnevno prometno opterećenje sa privoza Jadranska magistrala iz smjera Šibenika

Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	4-1	0 - 15'	9	1	3	0	2	1	0
		15' - 30'	8	1	1	0	2	1	0
		30' - 45'	6	0	2	0	3	0	0
		45' - 60'	12	0	3	0	1	0	0
		<b>Ukupno</b>	35	2	9	0	8	2	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	4-2	0 - 15'	115	5	2	2	4	2	0
		15' - 30'	123	3	2	2	1	4	0
		30' - 45'	144	2	0	6	2	0	0
		45' - 60'	139	1	3	1	3	1	0
		<b>Ukupno</b>	521	11	7	11	10	7	0
Vrijeme	Smjer	15' - int	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
15:00 - 16:00	43	0 - 15'	4	0	3	0	1	1	0
		15' - 30'	9	0	3	0	2	1	0
		30' - 45'	11	2	1	0	2	0	0
		45' - 60'	7	1	1	0	4	0	0
		<b>Ukupno</b>	31	3	8	0	9	2	0



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada pod naslovom **Model optimizacije odvijanja prometnih tokova na raskrižju Splitske ulice - Jadranske magistrale - Savske ulice u Biogradu na Moru**

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

U Zagrebu, \_\_\_\_\_ 10.09.2019.

Student/ica:

Gabriela Pribilović  
(potpis)