

# Model optimizacije prometnih tokova na dijelu Vukovarske ulice u gradu Splitu

---

Matković, Jure

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:380504>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-16**



*Repository / Repozitorij:*

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



Zagreb, 21. travnja 2017.

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

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 3940

Pristupnik: **Jure Matković (0083208462)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

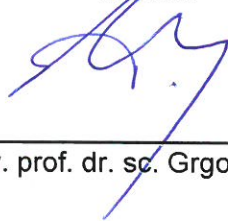
Zadatak: **Model optimizacije prometnih tokova na dijelu Vukovarske ulice u gradu Splitu**

### Opis zadatka:

U diplomskom radu obraditi će se zona i prostor obuhvata, odnosno mikrolokaciju i makrolokaciju dijela ceste, obraditi će se i postojeće stanje odnosno analizirati odvijanje prometnih tokova na navedenom dijelu ceste, te uzeti u obzir prometna signalizacija i sigurnost prometa. Također će se analizirati čimbenici prognoze prometa, te će se i predviđati buduće opterećenje na prometnici. Na temelju predviđanja budućeg stanja prometa prikazati će se prijedlog modela odvijanja prometnih tokova u svrhu poboljšanja prometno-tehnoloških značajki postojećeg dijela ceste. Nakon predloženog modela obaviti će se i verifikacija.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

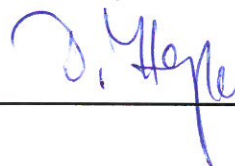
Mentor:



---

izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

**MODEL OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA NA  
DIJELU VUKOVARSKA ULICE U GRADU SPLITU**

**OPTIMIZATION MODEL OF TRAFFIC FLOW ON  
THE PART OF VUKOVARSKA STREET IN THE CITY  
OF SPLIT**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić

Student: Jure Matković  
JMBAG: 0083208462

Zagreb, Rujan 2017.

**FAKULTET PROMETNIH  
ZNANOSTI  
KNJIŽNICA**

## SAŽETAK

### **MODEL OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA NA DIJELU VUKOVARSKÉ ULICE U GRADU SPLITU**

Usklađeno kretanje prometnih tokova na prometnoj mreži neizostavno je da bi funkcionirao promet na široj prometnoj mreži. U ovome diplomskom radu predložit će se i primijeniti model optimizacije odvijanja prometnih tokova na dijelu Vukovarske ulice u gradu Splitu. Na predmetnom dijelu dionice dolazi do usporavanja prometnih tokova, zagušenja i zastoja, onemogućeno je kretanje pješćkih tokova, dolazi do prometnih nesreća itd. Za uvid u postojeće stanje napraviti će se analiza postojećeg stanja sigurnosti, signalizacije, te prometnih opterećenja na promatranj dionici. Na temelju informacija koji su prikupljeni o trenutnoj situaciji prometa obaviti će se prognoza prometa, te će se predložiti model optimizacije odvijanja prometnih tokova na promatranj dionici. Model optimizacije tražit će reorganizaciju prometnih tokova, te će optimizirati prometni tok u smislu brzine vozila u toku i semaforške regulaciju dionice. Model će sastojati i dva predloška rješnja odvijanja pješćkih tokova, te će se zaključiti koji model bi bio najpovoljniji.

Ključne riječi: analiza postojećeg stanja; prometni tok; model optimizacije; razina usluge

## SUMMARY

### **OPTIMIZATION MODEL OF TRAFFIC FLOW ON THE PART OF VUKOVARSKA STREET IN THE CITY OF SPLIT**

Harmonized traffic flow on the transport network is inevitable for traffic functioning on the wider transport network. In this graduate thesis there will be proposed and applied a model for traffic flows optimisation on the part of Vukovar Street in the city of Split. There is a slowdown of traffic flow, jams and blockage on the discussed section, pedestrian movement is disenabled, traffic accidents occur etc. An analysis of the existing state of security, signalization and traffic load on the observed share will be made as an insight into the existing situation. Based on the information collected on the current traffic situation, the traffic prognosis will be made, and a model for the optimization of traffic flows on the observed share will be proposed. The optimization model will require the traffic flows reorganization, and will optimize the traffic flow in terms of vehicle speed and traffic light regulation of the share. The model will also include two templates of pedestrian flow development solutions, and will determine which model would be the most beneficial one.

Key words: analysis of the existing state; traffic flow; optimization model; level of service

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. DEFINIRANJE MIKRO I MAKRO LOKACIJE OBUHVATA.....	3
2.1. Definiranje makro zone obuhvata.....	3
2.2. Definiranje mikro zone obuhvata.....	5
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNIH TOKOVA .....	10
3.1. Analiza prometne sigurnosti .....	10
3.2. Analiza prometne signalizacije .....	24
3.3. Analiza prometnog opterećenja.....	28
4. ČIMBENICI PROGNOZE PROMETA.....	38
5. PRIJEDLOG MODELA OPTIMIZACIJE ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA.....	44
5.1. Prijedlog optimizacije prometnih tokova postavljanjem pothodnika .....	44
5.2. Prijedlog modela optimizacije prometnih tokova postavljanjem nathodnika .....	47
6. VERIFIKACIJA PREDLOŽENIH MODELA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA.....	50
6.1. Sigurnost prometa.....	50
6.2. Kvaliteta odvijanja prometa .....	51
6.3. Utjecaj na okolinu i okoliš.....	53
6.4. Utjecaj kriterija ekonomičnost rješenja .....	53
7. ZAKLJUČAK.....	55
LITERATURA.....	56
POPIS SLIKA .....	58
POPIS TABLICA.....	59

## 1. UVOD

Za gospodarski razvoj, ali i razvoj veza između područja prometni sustav je jedan od osnovnih čimbenika. Kako je prometni sustav usko povezan s korisnicima tako za razvitak prometnog sustava njegove strukturne elemente treba prilagoditi zahtjevima koje postavljaju korisnici. Jedan od tih elemenata prometnog sustava koji na koji će se detaljnije obratiti pozornost i obraditi kroz ovaj diplomski rad je prometna infrastruktura, odnosno dio dionice Vukovarske ulice u Splitu. Samim poboljšanjem odvijanja prometnih tokova na bilo kojem dijelu problematičnog područja može se unaprijediti cijeli prometni sustav na prometnoj mreži i tako pozitivno utjecati na područje u kojem se taj problem nalazi. Svrha diplomskog rada je uvidjeti i prepoznati problem, analizirati postojeće stanje, te izmisliti i ujedno primijeniti model optimizacije odvijanja prometnih tokova na predmetnoj dionici.

Svrha diplomskog rada je izrada i primjena modela na predmetnoj dionici da bi se osigurao sigurniji i puno bolje protočan promet kako bi se ostvario daljnji gospodarski rast kroz značajne turističke, proizvodne te prodajne djelatnosti u Splitu. Tema diplomskog rada je: Model optimizacije odvijanja prometnih tokova na dijelu Vukovarske ulice u Splitu.

Model optimizacije odvijanja prometnih tokova na navedenom raskrižju bit će predstavljen i analiziran kroz sedam poglavlja, a to su:

1. Uvod
2. Definiranje mikro i makro lokacije obuhvata
3. Analiza postojećeg stanja prometnih tokova
4. Čimbenici prognoze prometa
5. Prijedlog modela optimizacije prometnog toka
6. Verifikacija predloženog modela
7. Zaključak

U drugom poglavlju definira se zona obuhvata, odnosno makrolokacija i mikrolokacija koja će se analizirati, prognozirati i pokušati unaprijediti.

U trećem poglavlju napraviti će se analiza postojećeg stanja sigurnosti, signalizacije i prometnog opterećenja. Analizom navedenih elemenata steći će se pogled na stanje na promatranoj dionici te uvidjeti mane koje će se kroz novi model optimizacije odvijanja prometnih tokova popraviti ili otkloniti.

Četvrto poglavlje odnosi se na prognozu prometa. Prognoza prometa omogućit će da pretpostavimo broj vozila koji će se postojećim područjem kretati u određenom vremenskom razdoblju nakon rekonstrukcije dionice. Na temelju prognoze doznat će se da li rekonstrukcija raskrižja može zadovoljiti buduću prometnu potražnju jer se prometni projekti održivog razvoja prometnog sustava rade se za duga vremenska razdoblja kao što su razdoblja od 15 ili 20 godina.

U petom poglavlju koje obuhvaća prijedlog modela optimizacije odvijanja prometnih tokova bit će prikazani s primjenom na predmetnu dionicu te će se napraviti i SWOT analiza predloženog rješenja.

U šestom poglavlju koje se bavi verifikacijom predloženog modela optimizacije odvijanja prometnih tokova, predloženi model mora zadovoljiti kriterije kako bi mogao biti usvojen i implementiran.

U diplomskom radu korištena je stručna literatura, ulazni parametri prikupljeni vlastitim terenskim radom te su iznesena sva zapažanja autora.



## 2. DEFINIRANJE MIKRO I MAKRO LOKACIJE OBUHVATA

U ovome poglavlju definirat će se opširna odnosno makro lokacija te uža odnosno mikro lokacija zone obuhvata.

### 2.1. Definiranje makro zone obuhvata

Za razvitak svih gospodarskih grana te razvoj države općenito jedna od temeljnih stavki je kvalitetno razvijena prometna infrastruktura, te dobra prometna povezanost. Naročito je to vidljivo u ljetnom vremenskom periodu to jest u vrijeme turističke sezone u gradovima koji se nalaze uz samu obalu Jadranskog mora, među kojima je i grad Split kada se količina prometa na cestama drastično poveća. Grad Split se nalazi u Splitsko – dalmatinskoj županiji u Jadranskoj regiji, na jugu Hrvatske kao što je vidljivo na slici 1.



Slika 1. Položaj Splitsko-dalmatinske županije, [1]

Grad Split smješten je na Marjanskom odnosno Splitskom poluotoku u srednjoj Dalmaciji na jadranskoj obali. Od uzvisina, sa sjeveroistoka i sjevera u zaleđu okružuje ga planina Mosor, s istoka brdo Perun, a sa sjeverozapada brdo Kozjak. Najstarija gradska jezgra

se nalazi podno brda Marjana koje je smješteno zapadno od stare gradske jezgre. Otoci koji se nalaze u splitskom arhipelagu su Čiovo, Šolta, Hvar i Brač. Razgledanje Splita panoramskim razgledanjem može se ostvariti s prve marjanske vidilice ili pak s 11 kilometara udaljene tvrđave na Klisu s koje se može vidjeti cijeli Split i njegov akvatorij zajedno sa otocima koji se nalaze u njemu.

Split je ujedno i najveći grad koji se nalazi u Dalmaciji, a drugi je grad po veličini u Hrvatskoj koji prema posljednjem popisu stanovništva koji se proveo 2011. Godine ima oko 180 tisuća stanovnika. Jedna je od vodećih mediteranskih luka i druga po veličini hrvatska teretna luka. Split je ujedno i upravno sjedište Splitsko-dalmatinske županije.

Grad Split je dodirna točka nekoliko važnih prometnih koridora koji povezuju cijeli Mediteran te ima veoma pogodnu geografsku i prometnu poziciju.



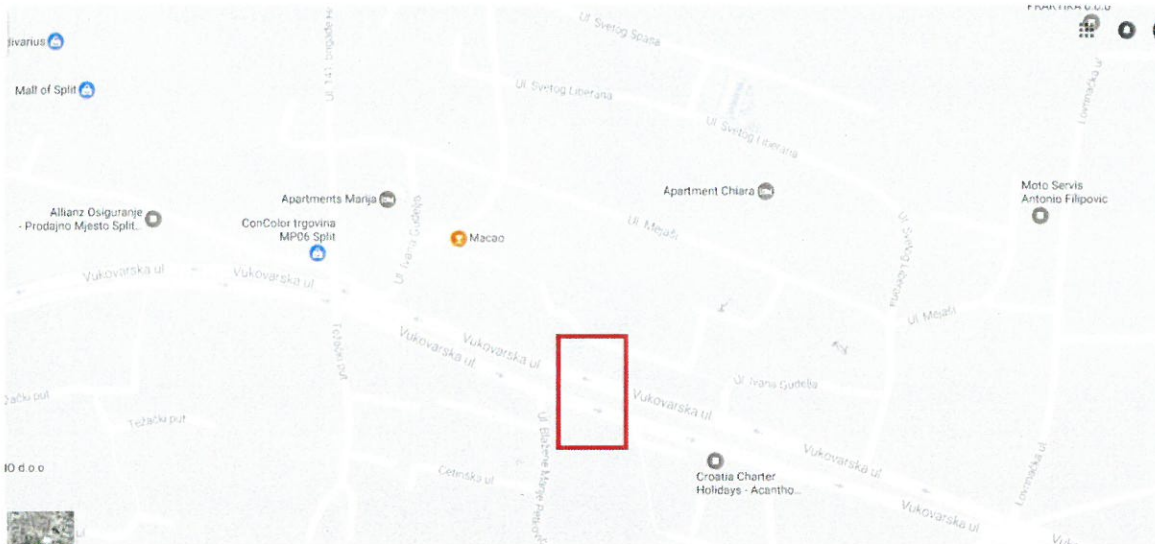
Slika 2. Položaj grada Splita u Splitsko-dalmatinskoj županiji, [2]



Slika 3. Položaj grada Splita u Splitsko-dalmatinskoj županiji, [3]

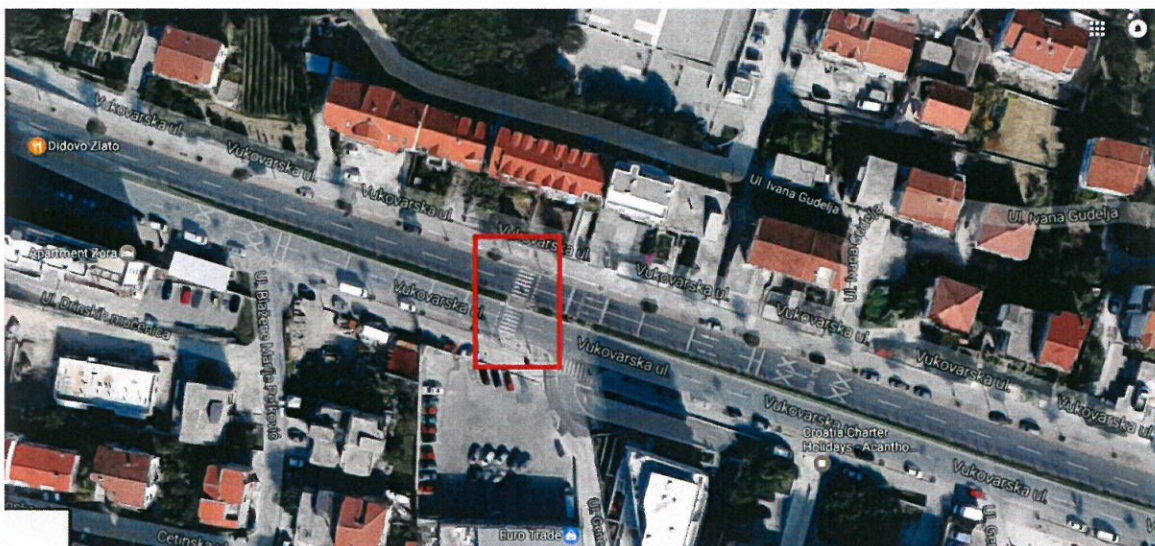
## 2.2. Definiranje mikro zone obuhvata

Kako se u sezoni javljaju velika prometna zagušenja, pogotovo u urbanim naseljima, potrebno je detektirati i locirati ključne probleme na kojima se s pojedinim građevinskim zahvatima ili zahvatima u samoj organizaciji prometnih tokova može doprinijeti poboljšanju odvijanja prometnih tokova. Jedno od takvih problema je i na dijelu Vukovarske ulice u gradu Splitu. Navedeno dio ceste kao što je vidljivo nalazi se na Vukovarskoj ulici, te je po samom položaju jasno da je utjecaj Vukovarske ulice uz Poljičku ulicu jako bitan na promet u gradu Splitu. Kako se lokacija problema nalazi u blizini maloprodajnih trgovačkih centara Mall of Split, City Centar One i Euro Tradea, ugostiteljskog objekta Didovo zlato, stolarije Škura, te još nekoliko poslovnih objekata jasno je da velika količina prometa prolazi spornim presjekom. Problem su velike brzine koje se postižu na dionici ceste, te predstavljaju veliki problem za sigurnost prometa kako na presjeku, nepoštivanje prometnih propisa i pravila, te nesinkroniziranost mreže svjetlosnih uređaja za regulaciju prometa odnosno semafora. Slika 4 prikazuje položaj spornog promatranog presjeka u gradu Splitu.



Slika 4. Položaj predmetnog presjeka u gradu Splitu

Izvor: Autor prilagodio na podlozi google mapsa (18.06.2017.)



Slika 5. Položaj predmetnog presjeka u gradu Splitu

Izvor: Autor prilagodio na podlozi google mapsa (18.06.2017.)

Slika 4 i 5 prikazuju položaj promatranog pješačkog prijelaza odnosno presjeka ceste Vukovarske ulice.



Slika 6. Predmetni pješački prijelaz od smjera Mall of Split prema City Centru One

Slika 6 prikazuje predmetni pješački prijelaz od smjera Mall of Split prema City Centru One.



Slika 7. Predmetni pješački prijelaz od smjera City Centar One prema Mall of Split

Slika 7 predmetni pješački prijelaz od smjera City Centar One prema Mall of Split. Navedeni presjek predstavlja veliki problem zbog nepridržavanja prometnih pravila i propisa, naročito nepridržavanja propisane brzine.



Slika 8. Zaštitni pješački pojas

Slika 8 prikazuje zaštitni pješački pojas u koji često motociklisti zalaze s motociklima i provlače se želeći skratiti put i vrijeme da promijene smjer kretanja svojeg putovanja.

### 3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNIH TOKOVA

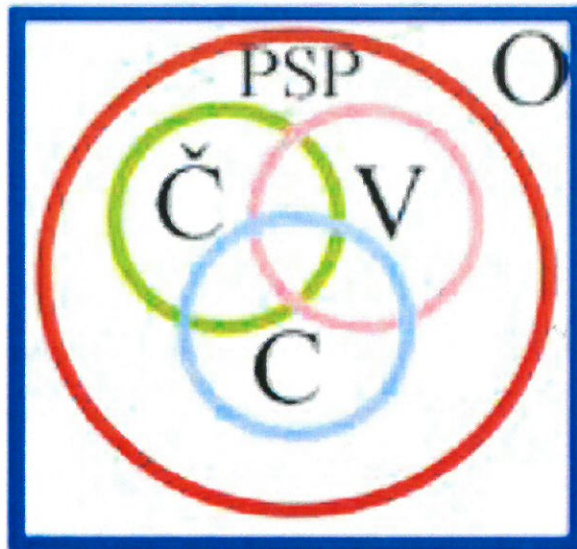
Analiza postojećeg stanja je prikaz stanja u zoni obuhvata odnosno zoni radova, u ovom slučaju presjeka, koji se dobije detaljnim opisom stanja kao što su prikaz opterećenja prometnih tokova na presjeku, prometna signalizacija te prometna sigurnost. Svi pojedini elementi omogućuju da se dobije realni uvid u postojeće stanje na presjeku iz različitih kuteva pogleda, te će se na osnovu ovakve analize raditi daljnji model optimizacije odvijanja prometnih tokova na presjeku. Za bilo kakvo planiranje izmjena u prometnoj mreži potrebno je napraviti analizu postojećeg stanja.

#### 3.1. Analiza prometne sigurnosti

Analizom prometne sigurnosti postojećeg stanja presjeka potrebno je ukazati na probleme presjeka koji smanjuju sigurnost prometa. Ti problemi mogu se uočiti iz broja prometnih nesreća, stanja prometnih tokova, ali i pravilne analize geometrijskih elemenata ceste. Prometna sigurnost se osim na vozila, odnosno vozače, odnosi i na pješake. Ova analiza pomoći će pri pronalasku zadovoljavajućeg prometno-tehničkog rješenja raskrižja po svim navedenim kriterijima.

Kako bi se ostvarila dostatna razina sigurnosti u prometu potrebno je ostvariti sinergiju između osnovnih čimbenika sigurnosti prometa na cestama. Ti čimbenici su: vozilo, cesta, čovjek i okolina, kao što je prikazano na slici 9. Za prometnu analizu nisu dovoljna tri osnovna faktora (čovjek, vozilo, cesta) jer ne obuhvaćaju sve elemente koji mogu utjecati na stanje sustava, kao npr. pravila kretanja prometa na cesti, upravljanje i kontrola, te je potrebno izdvajanje faktora-promet na cesti (signalizacija). Ovi faktori podliježu pravilnostima u odvijanju prometa ali ne obuhvaćaju neke elemente koji se pojavljuju neočekivano i ne sistematski, a utječu na njega. Uglavnom se misli na atmosferske prilike i kamenja na cesti, blata i ulja na kolniku. Stoga je uveden još jedan faktor-incidentni faktor, a to je okolina [4].





**Č** = ČOVJEK  
**V** = VOZILLO  
**C** = CESTA  
**PSP** = PROMETNA I SIGURNOSNA PRAVILA  
**O** = OKOLINA

Slika 9. Sigurnosni lanac u prometu, [5]

Kako je sva vozila koja prođu presjekom iznimno teško analizirati, a nastavno na to i vozače, preostaje faktor ceste i okoline za detaljniju analizu. Analiza faktora ceste, što u ovom konkretnom slučaju predstavlja presjek odnosno dio ceste, u prvom redu se odnosi na analizu geometrijskih elemenata ceste. Analiza će se provoditi po smjerovima ceste.

Podjela vidnog polja:

- Oštro: 3° obostrano (uočava sve)
- Jasno: 10° obostrano
- Dovoljno jasno: 20° obostrano (mogu se postavljati prometni znakovi)
- Periferno: više od 20° obostrano (uočavanje samo događaja i predmeta, bez detalja)

Daljina vizure u slobodnim uvjetima vožnje:

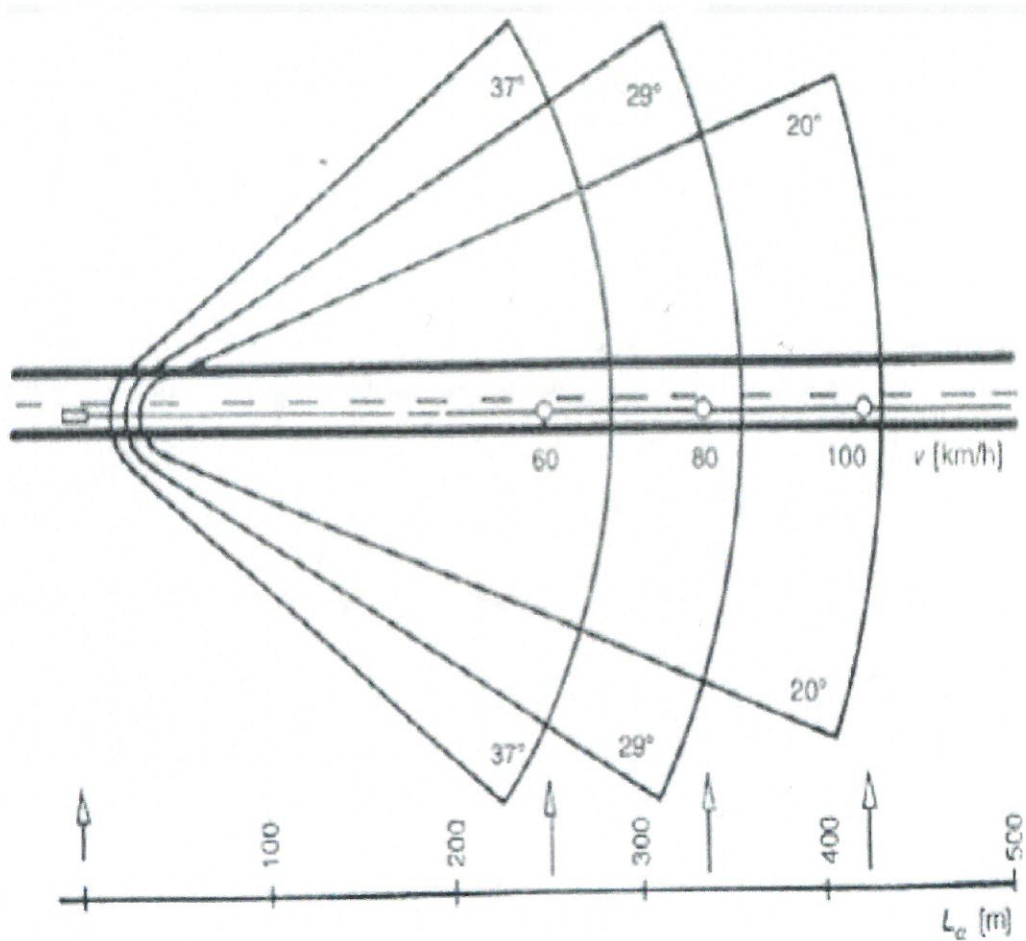
- $L_a = 4 \cdot V$
- $V = \text{brzina [km/h]}$

Najveća dubina vidnog polja u normalnim uvjetima vidljivosti je 1,5 do 2 km.

Vozač najveću pažnju vida posvećuje kolniku (crte) i vozilo ispred (vožnja u koloni).

Također treba razlikovati boje, imati dobru oštrinu vida te sposobnost stereoskopskog zamjećivanja.

Na slici 10 prikazano je kako se dijeli vidno polje.

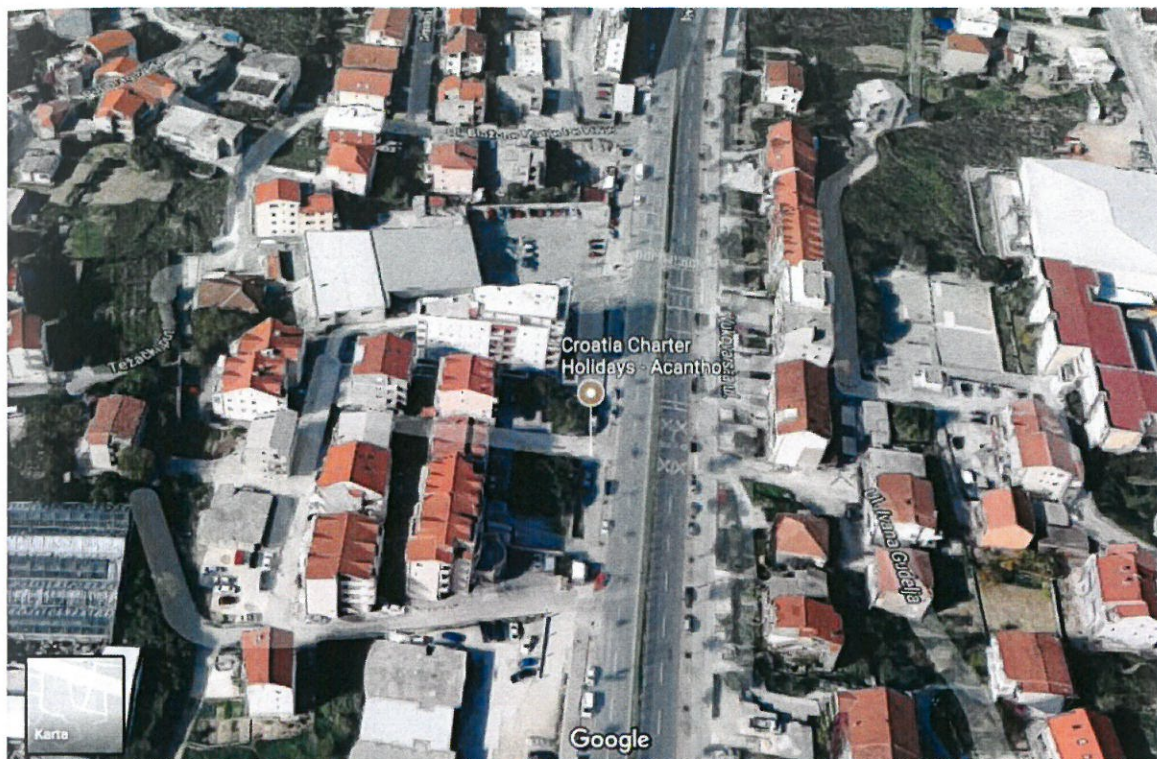


Slika 10. Podjela vidnog polja s obzirom na brzinu, [6]

Pošto je promatrani dio ceste jako dugačak pravac vidljivost je prilično dobra i zadovoljavajuća međutim upravo zbog dobre vidljivosti i preglednosti i velikog pravca javlja se problem ne poštivanja prometnih pravila to jest vožnje prekoračenom brzinom i pretjecanja. Preglednost je prikazana na slici 11 i 12.

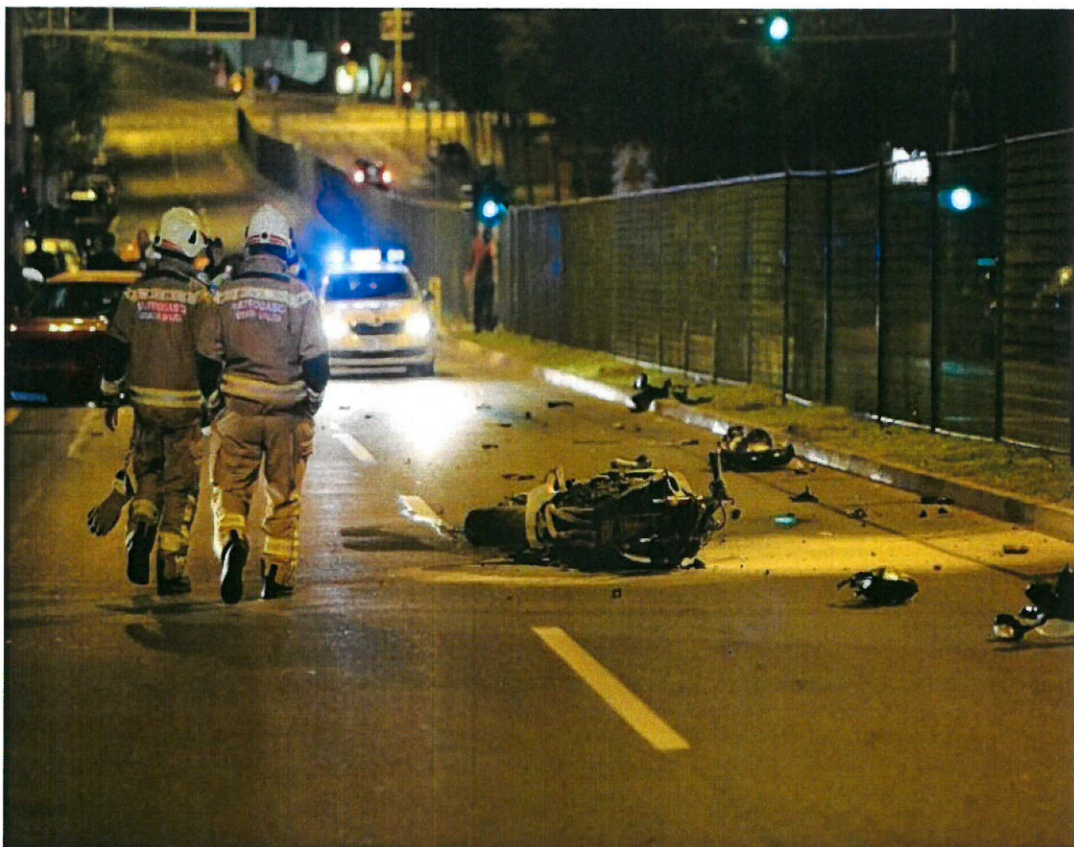


Slika 11. Prikaz preglednosti na dijelu predmetne dionice

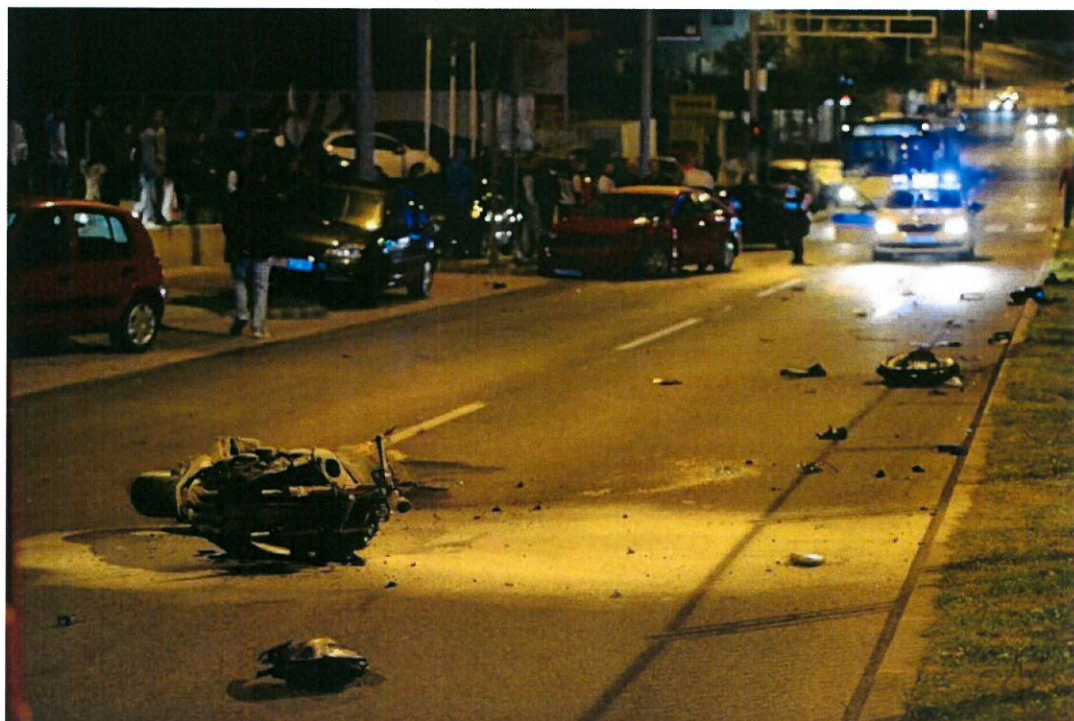


Slika 12. Prikaz preglednosti na dijelu predmetne dionice

Analizirajući preglednost vidljivo je da je preglednost dobra međutim javlja se problem kod parkiranja uz cestu odnosno moguće je samo bočno parkiranje koje oduzima najviše vremena, a samim time mogućnost stvaranja repa čekanja odnosno zagušenje na dionici trase, povećanje nervoze kod vozača, te veliki problem naročito što se vozači i ne drže baš propisane brzine kretanja pa postoji mogućnost naleta vozila na vozilo ili na pješačkom prijelazu nalet vozila na pješaka. Također nema razvijene biciklističke prometne mreže tako da svako kretanje bicikliste predstavlja problem zbog nerazvijene i neizgrađene biciklističke infrastrukture. U slici 13 i 14 vidljiva je jedna od prometnih nesreća na predmetnoj dionici.



Slika 13. Prikaz prometne nesreće naleta vozila na motociklista 1 [7]



Slika 14. Prikaz prometne nesreće naleta vozila na motociklista 2 [7]

Na pravcu dionice najveći problem predstavljaju velika prekoračenja brzina u izvansezonskim uvjeti kad dolazi do pada prometa. Ta prekoračenja brzine posebno mogu biti opasna za vozila koja parkiraju uz cestu te za pješake. Opasnost nastaje jer zbog prevelike brzine te parkiranih vozila sa strane vozač nije u stanju uočiti pješaka do trenutka kada se nalazi na pješačkom prijelazu što nerijetko nije dovoljno vremena da se pravovremeno zaustavi pa dolazi do naleta vozila na pješaka. Širina prometnog trak u Vukovarskoj ulici je iznosi 3,5 metara. Također treba napomenuti da unatoč adekvatno izgrađenim nogostupima zog prometne nekulture često se vozači uspinju parkirati svoja vozila na njih te motocikle te tako zauzimajući nogostup onemogućavaju pješacima kretanje. Nogostup od ceste ne dijeli nikakva zaštitna ograda. Jedina zaštitna ograda koja postoji je ona koja razdvaja smjerove kretanja u Vukovarskoj ulici.

Također pješački prijelaz već nekoliko godina nije nanovo ocrtan kao i prometne trake tako da prometna horizontalna signalizacija je u lošem stanju, a retoreflektivna zrnca gotovo više da i nema u horizontalnoj signalizaciji.

Tablica 1. Prikaz broja prometnih nesreća

PN NA KOLNIKU VUKOVARSKA-GENERALA ZADRE-SV. LIBERANA-I.GUDELJA					
vrste	2014	2015	2016	31.01.2017.	ukupno
S poginulim osobama	1	0	0	0	1
S ozlijeđenim osobama	0	3	1	1	5
S materijalnom štetom	2	2	2	0	6
<b>Ukupno prometnih nesreća</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
Smrtno stradali	1	0	0	0	1
Teže ozlijeđeni	0	1	0	0	1
Lakše ozlijeđeni	0	2	1	1	4
<b>Ukupno stradali</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
<b>Vrsta ukupno</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
Suprotni smjer	0	0	0	0	0
Bočni udar	2	1	1	0	4
Usporedna vožnja	0	2	1	0	3
Vožnja u slijedu	0	0	1	0	1
Slijetanje	0	0	0	0	
Nalet na pješaka	2	1	0	0	3
ostalo	0	1	0	0	1
<b>Okolnosti ukupno</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
Nepropisna vožnja	1	0	0	0	1
Neprilična vožnja	1	0	0	0	1
Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	0	0	0	0	0
Nepoštivanje prednosti prolaza	0	0	0	0	0
Nepropisno skretanje/prestrojavanje	0	1	0	0	1
Zakašnjelo uočavanje opasnosti	0	0	1	0	1
Nepropisno pretjecanje	1	1	0	0	2
ostalo	0	0	0	0	0



Slika 15. Opasne i nepropisne vozačke radnje uočene tijekom brojanja prometa – prebrza vožnja motociklom po nogostupu



Slika 16. Opasne i nepropisne vozačke radnje uočene tijekom brojanja prometa – trenutak prije nego motociklista oduzima pravo prednosti automobilu te jedva izbjegnuta prometna nesreća



Slika 17. Opasne i nepropisne vozačke radnje uočene tijekom brojanja prometa – provlačenje motociklista preko pješačkog prijelaza između ograde za vrijeme trajanja zelenog svijetla na pravcu promatrane dionice



Privozi na raskrižjima koji se nalazi na početku i na kraju problematične dionice ceste se uvelike opterećeni naročito u vrijeme ljetne sezone te u vrijeme popusta u trgovačkim centrima gdje ljudi masovno odlaze te se stvara rep čekanja i zagušenje na postojećoj prometnoj mreži. Problem je i što ne postoji izgrađena biciklistička mreža, te što pješaci nogostup koriste vozači iz razloga da parkiraju svoja vozila te na takav način onemogućuju i kretanje pješaka, ali i osoba s invaliditetom ili pak da bi se vozili njime. Treba postaviti nove ili očistiti stare rasvjetne stupove kako bi bolje obasjavali cestu te da vidljivost u noćnim uvjetima bude bolja.

Uz ogradu koja dijeli suprotne smjerove kretanja prometnih tokova može se posaditi i održavati neka vrsta cvijeća ili grmlja kako bi sprječavalo da svijetla vozila iz suprotnog smjera tijekom noći ne ometaju vozače. Na svim privozima potrebno je naglasiti da se dešavaju i velika usporavanja prometnih tokova zbog isključenja iz prometnih tokova odnosno uključenja vozila u prometni tok.

Neophodno je napraviti i adekvatnu biciklističku infrastrukturu ne samo u zoni pravca već na području cijelog grada. U ovome diplomskom radu neće biti prikazana biciklistička infrastruktura jer ovaj rad obuhvaća kratku dionicu, te ako bi izrada biciklističke infrastrukture bila od ovog promatranog problema ne bi bilo najbolje, jer bi to značilo a ne plansku izradu biciklističke infrastrukture odnosno izradu bez dugoročnog plana razvitka grada i prometnica ne valja.

Nakon opisa privoza i radnji koje se obavljaju na privozima vidljivo je da je određeni dio problema na raskrižjima posljedica prometnih radnji kao što su isplitanje i uplitanje prometa to jest zbog konfliktnih točaka na samim raskrižjima. Moguće radnje kao što su uplitanje, preplitanje, križanje i isplitanje predočena su na slici 18.

## Osnovne prometne operacije

PROMETNA OPERACIJA	USMERITEV		ENAKOVREDNOST		ZAMENJAVA V PASOV	
	ZUNANJA (DESNA)	NOTRANJA (LEVA)	GLAVNI P. TOKOVI (TOKOVI CESTE VIŠJEGA RANGA)	STRANSKI P. TOKOVI (TOKOVI CESTE NIŽJEGA RANGA)	ZUNANJA (DESNA)	NOTRANJA (LEVA)
<b>a</b> SPAJANJE TOKOVA (uplitanje)					—	—
<b>b</b> RAZDVAJANJE TOKOVA (isplitanje)					—	—
<b>c</b> PREPLITANJE TOKOVA						
<b>d</b> KRIŽANJE TOKOVA					—	—

————— GLAVNI PROMETNI TOK  
 ———▷ STRANSKI PROMETNI TOK

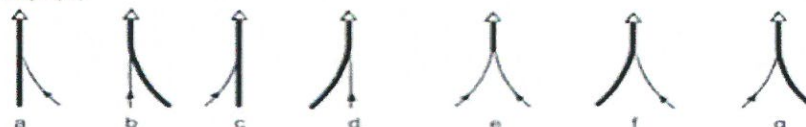
M. Renčelj © / Sigurnost prometa / Predavanja / Raskrižja i sigurnost

Slika 18. Primjeri prometnih radnji, [8]

1. Isplitanje (I)



2. Uplitanje (U)



3. Preplitanje (P)



4. Križanje (K)



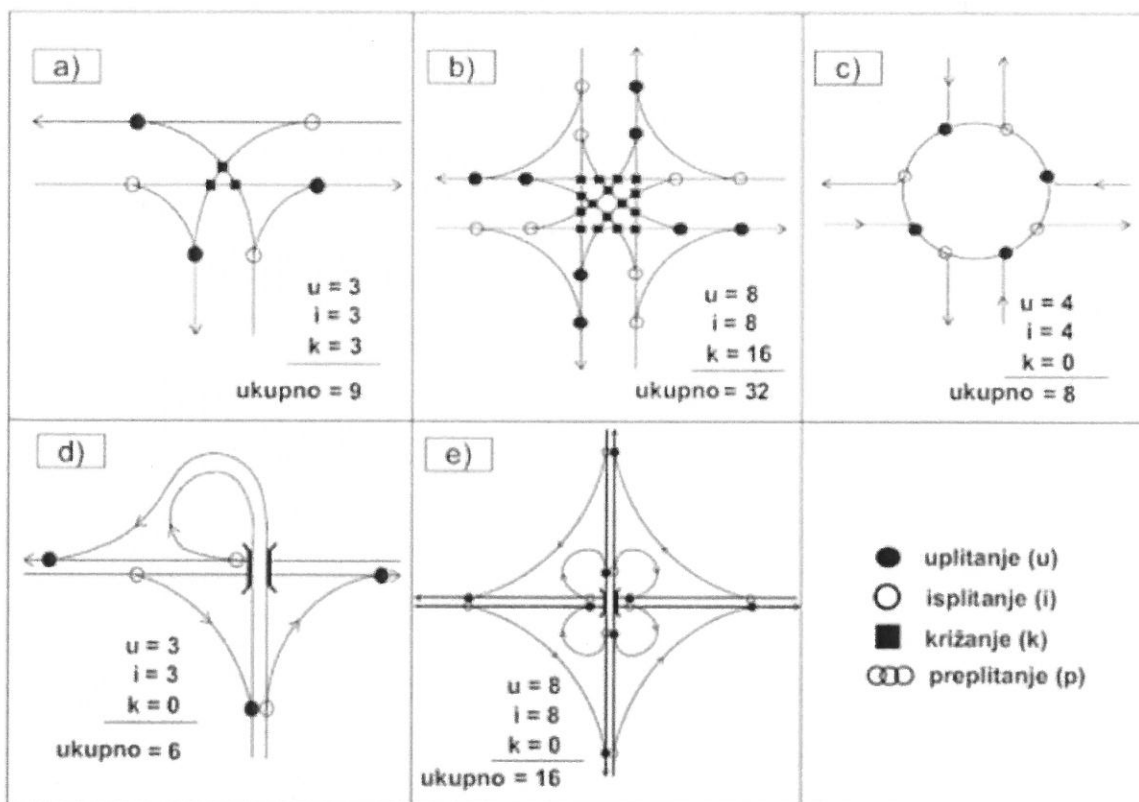
Slika 19. Primjeri prometnih radnji [9]

Svako raskrižje ima konfliktne točke, a količina konfliktnih točaka ovisi o tipu raskrižja. Konfliktne točke nam ukazuju na mjesta u prometnom raskrižju gdje postoji mogućnost nastanka prometne nesreće. Kako gledamo cjelokupno raskrižje, a ne samo pojedinu točku možemo govoriti o konfliktnoj situaciji. Konfliktnu situaciju čini zbroj svih konfliktnih točaka koje su uzrokovane prometnim radnjama isplivanja, uplivanja, preplitanja i križanja prometnih tokova na površini raskrižja, a uvjetno se konfliktna točka može izjednačiti s četiri vrste prometnih radnji [9]. Konfliktnu situaciju možemo pojednostavniti tako što smanjimo broj konfliktnih točaka, a to se radi promjenom oblika raskrižja kao što je vidljivo na slici 20.

Konflikt: događaj, kada zbog greške jednoga (ili više) vozača dođe do izrazito opasne situacije odnosno na kraju do prometne nesreće. Konflikti se događaju na posebnim mjestima - konfliktnim točkama. Površina raskrižja, koju omeđuju krajnje konfliktne točke nazivamo konfliktna površina.

Broj konfliktnih točaka u raskrižju zavisi od brojnih faktora:

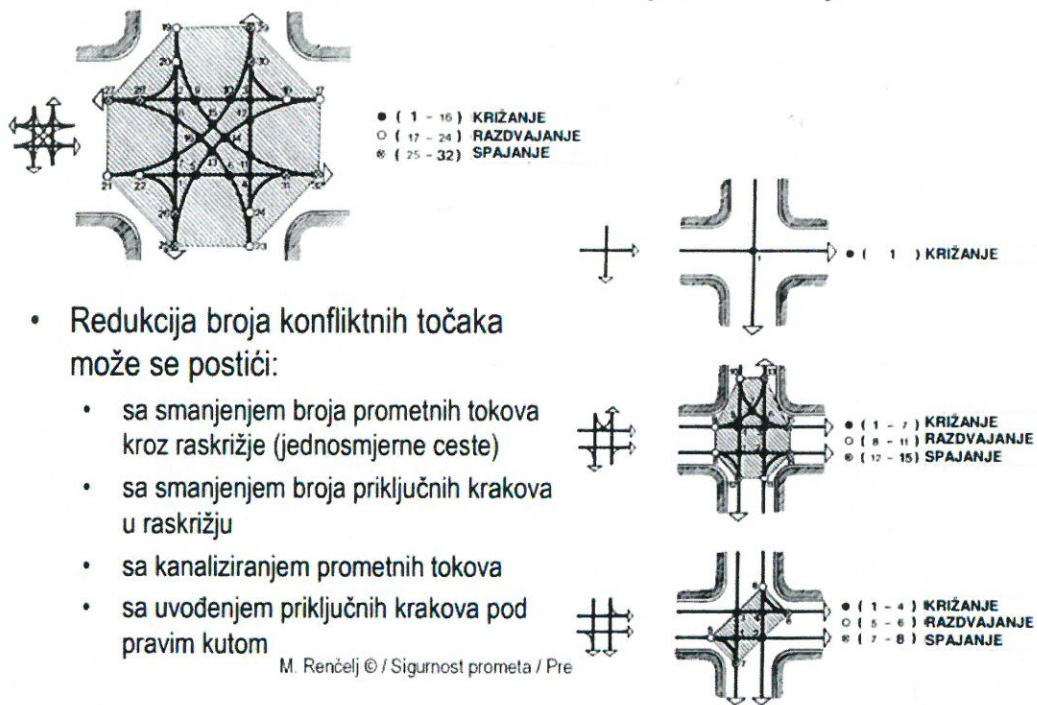
- tip i oblik raskrižja
- građevinsko-tehnička oblikovanost raskrižja
- konflikti između motornog prometa, biciklista, pješaka
- prometno uređenje
- prometno opterećenje
- razumljivost raskrižja
- vještina vozača, [8]



Slika 20. Primjeri konfliktnih točaka/situacija u raskrižjima [9]

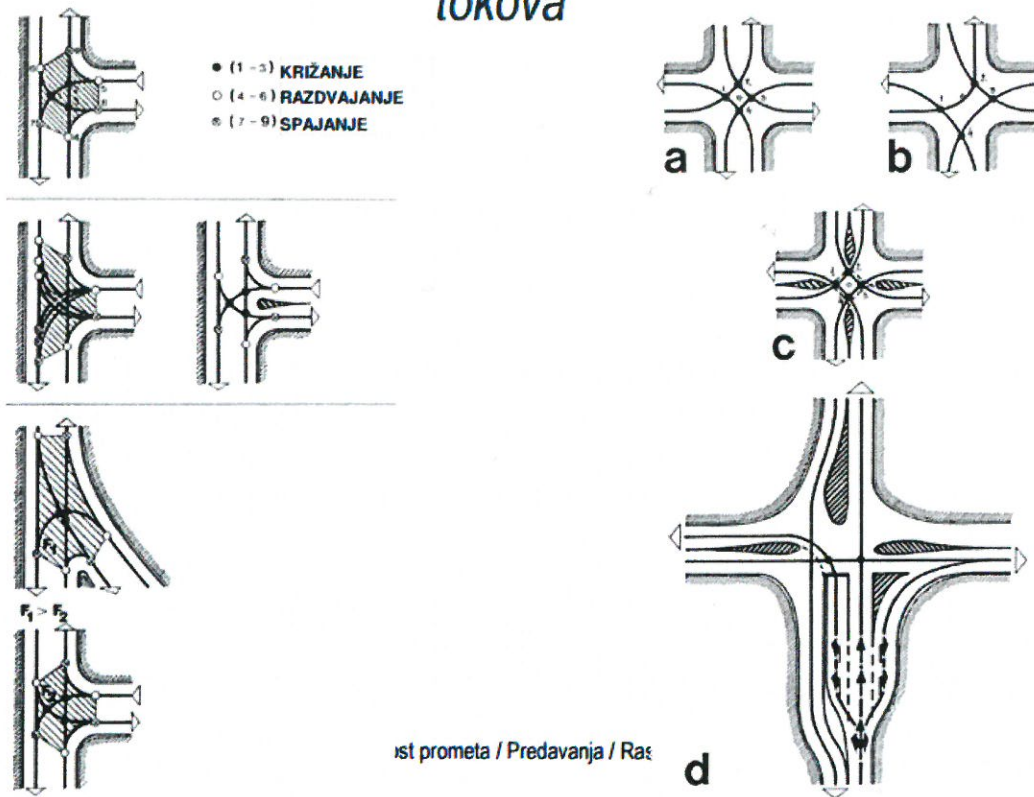
Na slici 21 i 22 može se vidjeti redukcija konfliktnih točaka u raskrižju te kanaliziranje prometnih tokova.

### Konfliktne točke u raskrižju, redukcija



Slika 21. Konfliktne točke u raskrižju, [8]

## Redukcija konfliktnih točaka, kanaliziranje prometnih tokova



Slika 22. Kanaliziranje prometnih tokova, [8]

Stoga, na predmetnom pravcu razmatrat će se modeli optimizacije odvijanja prometnih tokova s ciljem smanjenja konfliktnih točaka i olakšavanjem uplitanja i isplitanja u prometne tokove, kao i model optimizacije odvijanja prometnih tokova semaforiziranim raskrižjem.

### 3.2. Analiza prometne signalizacije

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.

Prometnim znakovima moraju se obilježiti i opasnosti privremenog karaktera, osobito one koje nastanu zbog iznenadnog oštećenja ili onesposobljavanja ceste, te privremena ograničenja i privremene zabrane u prometu, i ti se znakovi moraju ukloniti čim prestanu razlozi zbog kojih su postavljeni. Prometni znakovi jesu: znakovi opasnosti, znakovi izričitih naredaba i znakovi obavijesti, s dopunskom pločom koja je sastavnim dijelom prometnog znaka i koja pobliže određuje značenje prometnog znaka ili bez nje, zatim prometna svjetla, oznake na kolniku, nogostupu i sl. te svjetlosne i druge oznake na cesti. Sudionici u prometu dužni su držati se ograničenja, zabrana i obveza izraženih pomoću postavljenih prometnih znakova.

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 koje 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 neki prometni znak, ili zasljepljuju sudionike u prometu, ili odvrćaju njihovu pozornost u mjeri koja može biti opasna za sigurnost prometa. Usprkos nastojanjima za što većom univerzalnošću, pokazalo se da nije lako postići usuglašavanje u korištenju prometnih znakova. Postoje brojni tehnički, ekonomski, politički razlozi, a i različite navike ljudi, što otežava usuglašavanje. Potreba za unificiranjem i pojednostavljenjem znakova najviše je izražena u zemljama s velikom gustoćom prometa. [10]

Funkcija prometne signalizacije je da doprinosi sigurnosti prometa, odnosno da upozorava na stanje i situaciju u prostoru ispred vozila, vodi vozača do njihova cilja putovanja, da informira vozače o zakonskim ograničenjima, te da pomaže pri regulaciji prometa. Prometna signalizacija mora biti:

- čitljiva,
- razumljiva,
- jednoobrazna,
- uniformna,
- kontinuirana,

- konstantna,
- vidljiva i
- jednostavna.

Osnovna podjela prometne signalizacije obuhvaća:

- Vertikalnu signalizaciju – prometne znakove,
- Horizontalnu signalizaciju – oznake na kolniku.

Prometni znakovi, signalizacija i oprema na cestama postavljaju se na temelju prometnog projekta. Prometni znakovi koji se postavljaju na isti nosač moraju biti istih reflektirajućih svojstava te se postavljaju s desne strane ceste uz kolnik u smjeru kretanja vozila. Moraju biti postavljeni tako da ne ometaju kretanje vozila i pješaka. Na cestama izvan naselja postavljaju na visini 1.2 do 1.4 m, osim znakova B59, B60 i B61 (obvezno obilaženje) kad se postavljaju na razdjelni otok, C74 (planinski prijevoj), C75 (rijeka), C76 i C77 (cestovna građevina), C127 (broj međunarodne ceste), C128 (broj autoceste ili brze ceste), C129 (broj državne ceste), C130 (broj županijske ceste), C131 (kilometarska oznaka za autocestu ili brzu cestu), C132 (oznaka dionice državne ceste) i C133 (oznaka dionice županijske ceste) koji se postavljaju na visini 80 do 120 cm. Prometni znakovi u naseljima smješteni uz kolnik postavljaju se na visini 0.30 do 2.20 m, a prometni znakovi smješteni iznad kolnika postavljaju se na visini 4.5 m, iznimno i na većoj [11].

Na dijelu Vukovarske ulice koji se analizira kroz ovaj diplomski rad prometna signalizacija je u dobrom stanju.

Ako analiziramo prometnu signalizaciju u Vukovarskoj ulici iz smjera centra grada Splita prema Lovrincu dobiti ćemo uvid u točno postojeće stanje. Prvi na redu je znak „ograničenje brzine“ (B31) koji ograničava brzinu kretanja na postojećem dijelu ceste do mjesta zabrane na 40km/h. Znak B31 postavljen je i s lijeve i s desne strane. Sljedeći znak je znak „parkiralište“ (B35) s dopunskom pločom „položaj parkiranja vozila“ (E24). Sljedeći znak je „dopušteni smjerovi“ (B57). Navedeni znak daje izričitu naredbu da se vozilo može kretati ili ravno ili desno u sporednu ulicu. Prije nailaska na pješački prijelaz postoji znak opasnosti „obilježen pješački prijelaz“ (A33). Neposredno nakon znaka obilježen pješački prijelaz nalazi se znak „djeca na cesti“ (C04) što ukazuje na blizinu škole ili vrtića jer znak upozorava na mjesto na cesti kojim se djeca kreću često ili u većem broju. Uz sam pješački prijelaz nalazi se znak „obilježen pješački prijelaz“ (C02). Uz taj znak na pješačkom prijelazu nalaze se i svjetlosni znakovi za upravljanje prometom. Na ovom mjestu služe za upravljanje prometom na više prometnih traka, ali i upravljanje prometom pješaka. Pojmovi za davanje svjetlosni znakova za prolaz vozila mogu biti:

- 1) crveno svjetlo označuje zabranjen prolazak vozila,
- 2) crveno i žuto svjetlo označuje skori prestanak zabrane prolaza prije pojave zelenog svjetla,

- 3) zeleno svjetlo označuje slobodan prolaz vozila te mora biti upaljeno kao samostalno svjetlo. Promjena zelenog svjetla u žuto mora se označiti treptanjem zelenog svjetla tri puta,
- 4) žuto svjetlo prije crvenog, označuje zabranu prolaza, osim za vozila koja se u trenutku kad se žuto svjetlo pojavi nalaze na tolikoj udaljenosti od prometnog svjetla da se ne mogu na siguran način zaustaviti, a da ne prijeđu taj znak. [12].

Svjetleća silueta pješaka na tamnoj podlozi označuje:

- 1) slobodan prolaz za pješake,
- 2) zabranjen prolaz za pješake [12].

Nakon semafora, odnosno pješačkog prijelaza upravljano prometnim svjetlima nalazi se znak parkiralište“ (B35) s dopunskom pločom „položaj parkiranja vozila“ (E24) kao i prije semafora. Nakon niza parkiranih mjesta nalazi se znak „opasnost na cesti“ (A01), a označuje blizinu dijela ceste ili mjesta na cesti na kojem sudionicima u prometu prijeti opasnost za koju ne postoji znak predviđen Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Ispod znaka nalazi se dopunska ploča „opasno križanje“ koja se postavlja uz znak A01, a natpis je prilagođen situaciji u križanju, te nije striktno propisan Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Osim s desne postoje i znakovi postavljen s lijeve strane u Vukovarskoj ulici u prije navedenom smjeru. To je znak „prestrojavanje vozila“ koji se postavlja na cestama s više prometnih traka. Znak ukazuje na mogućnosti preostrojavanje iz trake sa smjerom isključivo za lijevo u traku za smjer ravno i desno, te obrnuto. Znakovi su izrađeni od retroreflektirajućih materijala klase II, a snaga retrorefleksije za klasu II iznosi  $250 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ . Uslijed starosti snaga retrorefleksije opada ali kako je riječ o klasi II razine je još uvijek zadovoljavajuća jer se kod ove klase i nakon 10 godina starosti zadržava 80% sjajnosti. [13]

Osim navedene vertikalne signalizacije postoje i oznake na kolniku. Prva oznaka na kolniku u istom smjeru označava stajalište za autobus (H39). Označavanje prometnih površina namijenjenih isključivo za autobusna stajališta (H52). Parkirališta su izvedena tako da se vozila parkiraju uzdužno, odnosno na način H60 propisan Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Postoji i oznaka na kolniku koja upozorava na neposrednu blizinu škole, a to je oznaka H42. Duž ceste nalaze se strelice kojima je obilježen smjer kojim se mora kretati vozilo (H20), a strelica se odnosi na smjer ravno na početku dijela Vukovarske ulice, te na smjer ravno i desno te lijevo na kraju dijela Vukovarske ulice. Širina razdjelnih i rubnih traka za navedeno križanje iznosi 15 cm a računa se kao tablična vrijednost za širine prometnih traka koja na svim privozima iznosi 3,5 m.

Ako se analizira prometna signalizacija u obrnutom smjeru Vukovarske ulice s desne strane nailazi se na prometni znak „stajalište autobusa“ (C44), a znak nije postavljen sukladno pravilu da se postavlja na izlaznom dijelu stajališta koji je usporedan s uzdužnom osi ceste, gledajući u smjeru kretanja. Sljedeći znak je „dopušteni smjerovi“ (B57). Navedeni znak daje izričitu naredbu da se vozilo može kretati ili ravno ili desno u sporednu ulicu. Nakon prolaska



sporedne ulice približava se problematični pješački prijelaz, te se nailazi na znak „opasnost na cesti“ (A01) s dopunskom pločom (E01) koja označuje udaljenost između znaka uz koji je postavljena dopunska ploča i početka dijela ceste, odnosno mjesta na koje se znak odnosi, a ta udaljenost iznosi prema znaku 100 metara. Uz sam pješački prijelaz nalazi se znak „obilježen pješački prijelaz“ (C02), a nakon njega kao u obrnutom smjeru nalazi se znak „parkiralište“ (B35) s dopunskom pločom „položaj parkiranja vozila“ (E24). Na privozu Zatonske ulice nalazi se znak „obvezno zaustavljanje“ (B02), te na istom stupu ispod znaka obveznog zaustavljanja imamo i znak izričitih naredbi, odnosno znak „dopušteni smjerovi“ (B58), a to su i smjer lijevo i smjer desno.

Znakovi su izrađeni od retroreflektirajućih materijala klase II, a snaga retrorefleksije za klasu II iznosi  $250 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ . Uslijed starosti snaga retrorefleksije opada ali kako je riječ o klasi II razine je još uvijek zadovoljavajuća jer se kod ove klase i nakon 10 godina starosti zadržava 80% sjajnosti [13]. Osim vertikalne signalizacije na promatranj dionici se nalazi i horizontalna signalizacija koja je s godinama izgubila na kvaliteti te je treba rekonstruirati odnosno ponovno obnoviti.

Vrsta oznake je bojana oznaka, a koristi se jer je najmanje cijene, ali ima kratak vijek trajanja i slabo se vidi na mokrom kolniku.

Što se tiče biciklističkih staza one nisu ocrtane i opće ne postoje. Biciklisti dakle voze na svoju odgovornost rutama koje smatraju da su najmanje ugrožavajuće za njihovu sigurnost prilikom kretanja. Uglavnom su to biciklisti rekreativci.

### 3.3. Analiza prometnog opterećenja

Analiza prometnog opterećenja je prikupljanje podataka o količini i strukturi vozila u prometnom toku. Dobije se brojenjem prometa. Brojenje prometa se izvodi na dva načina [14]:

- Statičko brojenje – brojenje u nekom presjek,
- Dinamičko brojenje – brojenje prometnog toka.

Vozila su brojana u dva karakteristična sata, u intervalima od 15 minuta u svakom satu. Dan odabran za brojanje prometa je četvrtak. Karakteristični sati su odabrani prema radim vremenima najvažniji gospodarskih subjekata u široj zoni obuhvata, a to su:

- 7:00 – 9:00,
- 15:00 – 17:00.

Vozila su kroz brojenje prometa svrstava u nekoliko osnovnih skupina, a to su:

- Osobni automobili (OA)
- Teška teretna vozila (TT)
- Laka teretna vozila (LT)
- Autobusi (BUS)
- Motocikl (MOT)

Također se obavilo brojanje pješaka i biciklista za slučaj da se može razmatrati izgradnja biciklističke staze i poboljšanje pješačkih nogostupa. Za vrijeme brojenja prometa uočeno je nekoliko pješaka koji su pretrčavali cestu onda kada nije dopušteno to jest za vrijeme trajanja crvenog svijetla pješacima. Samim brojanjem prometa dobiva se prometno opterećenje, a ono je u glavnom izraženo brojem vozila što se u jedinici vremena propušta kroz promatrani presjek. Dobije se brojenjem vozila (osobnih automobila, autobusa, kamiona) što u određenom vremenu prođu kroz promatrani presjek ceste [15].

Za potrebe diplomskog rada obavilo se statičko brojenje prometa. Statičko brojenje prometa je izvedeno u određenim vremenskim intervalima u toku dana na određenom presjeku ceste. Prednost statičkog brojenja prometa je što ne ometa promet. Ova analiza prometnih tokova napravljena je ručno, bilježenjem svih vozila na brojačke listiće. Za prometne analize je iznimno važan podatak o prosječnom dnevnom prometnom opterećenju (PDP), koji se zbog mjesečnih i dnevnih kolebanja izražava prosječnim godišnjim dnevnom prometom (PGDP) [15]. Osim PGDP-a koristi se i prosječni ljetni dnevni promet (PLDP) koji je važan zbog jako izražene turističke sezone na području Hrvatske. Formula za izraz PGDP-a je:

$$PGDP = \frac{\text{ukupno vozila godišnje}}{365 \text{ dana}} [\text{vozila/dan}]$$

Tablicom 2. prikazan je dio brojačkog listića u koji se popunjavaju podaci o broju vozila na promatranom presjeku. Ovaj primjer tablice sadrži i pješake i bicikliste koji se nisu koristili u ovom brojanju prometa zbog ranije navedenih razloga.

Tablica 2. Tablica brojačkog listića

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>7:00 – 7:15</u>	1-2							
	<i>Ukupno</i>							
	2-1							
	<i>Ukupno</i>							

Po obavljenom brojenju prometa podaci su uredno uneseni u tablice. Svakom smjeru je dodijeljen broj pa tako:

- Smjer 1 čine vozila koja se kreću iz smjera od Mall of Split prema City Centar One
- Smjer 2 čine vozila koja se kreću iz smjera City Centar One prema Mall of Split-u

Tablica 3. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 7:00 do 7:15 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>7:00 – 7:15</u>	1-2	11,14,5,17,12,7,13,21,3,8, 16,18,6,11	2,1	1,1,1,1	1	1	0	2,1,3,1
	<i>Ukupno</i>	162	3	4	1	1	0	7
	2-1	23,8,16,12,18,18,7,16,20, 8,11,13,15	1,1,1,1	2,1,2,1	1	1,1	1	1,2,1
	<i>Ukupno</i>	185	4	6	1	2	1	4

Tablica 4. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 7:15 do 7:30 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>7:15 – 7:30</u>	<i>1-2</i>	36,22,19,30,7,29,33,18,9, 34,26,6,17,35,31,24,21,17 30	2,3,2,4,1	1,1,1,1,2, 2,1	1,1,2	1,1	1,1	1,4,1,1,3, 1,4,3
	<i>Ukupno</i>	444	12	18	4	2	2	18
	<i>2-1</i>	14,39,34,17,19,5,38,29,19, 30,35,18,9,40,13,37,25,31, 26,3,3,30	1,2,1,1,3, 2	3,2,2,1, 4,1,3	1,2,1,2	1,1,1,3	2,1,1	1,2,1,6,2, 2,2,2
	<i>Ukupno</i>	514	10	16	6	6	4	18

Tablica 5. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 7:30 do 7:45 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>7:30 – 7:45</u>	<i>1-2</i>	14,19,14,32,4,7,11,8,13,16, 3,8,12,16,25,11,2,5,27,9	2,1	2,4,1,1,2, 1,2,2	1,1,1	1,1,1,2,3, 3,1,2,1	1	10,4,4,8, 1,1,3,2,2,1, 1
	<i>Ukupno</i>	266	3	15	3	15	1	37
	<i>2-1</i>	9,11,20,18,22,24,2,16,10,21 16,7,14,12,26,20,21,14	1,2,1	1,1,5,1,2, 3,3,1	1,1,1	1,1,1	1,1	8,4,1,4,3,2, 2,8,1
	<i>Ukupno</i>	283	4	17	3	3	2	31

Tablica 6. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 7:45 do 8:00 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>7:45 – 8:00</u>	<i>1-2</i>	7,34,8,13,24,17,25,14,28, 23,4,26,16,31	1,2,1	3,1,3,1,2, 2,1,2,1,1 1	1,1,1	1,2,1,1,1, 1	1,1,1	4,3,3,4,3, 3,2,1,1
	<i>Ukupno</i>	270	4	17	3	7	3	24
	<i>2-1</i>	6,31,9,21,19,8,11,23,19,14, 26,21,18,29	1,1,1	2,2,1,1,1, 3,1,3	1,1,1	1,1,1,4,1	1,1,2,1	2,2,4,2,3, 4,4,2,2,6
	<i>Ukupno</i>	255	3	14	3	8	5	31

Tablica 7. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 8:00 do 8:15 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>8:00 – 8:15</u>	<i>1-2</i>	14,9,26,24,35,21,20,31,22 36,16,14,29,12,10,16	1,1,1,2	3,1,1,3,1, 2,1,2	1,1,1	1,1,1,2,2, 1,1,1	0	4,3,2,1,4,4,
	<i>Ukupno</i>	335	5	14	3	10	0	18
	<i>2-1</i>	23,22,27,11,16,12,26,17,9, 32,11,23,24,14,19	1,1,1	2,2,4,3,2, 1,2	1,1,1	2,3,2,1,1, 1,2	1,1	3,1,2,2,3,2, 1,1
	<i>Ukupno</i>	292	3	16	3	12	2	14

Tablica 8. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 8:15 do 8:30 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>8:15 – 8:30</u>	<i>1-2</i>	11,13,29,14,32,14,19,12,22 14,24,8,12,25,10,11,22,7, 18	1,1,1	1,4,2,2,2, 2,3	1,1	2,2,1,1,2	1,1	2,3,1,2,1, 1
	<i>Ukupno</i>	317	3	14	2	8	2	10
	<i>2-1</i>	4,31,12,26,11,23,16,18,7, 19,11,13,19,7,8,21,3,23, 13,22,17,25	1,2,2,1	1,2,1,2,2, 1,1	1,1,1	2,1,1,1,1, 3,1,1	1,1,2,1	1,3,1,1,1, 3,2,1
	<i>Ukupno</i>	349	6	11	3	11	5	13

Tablica 9. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 8:30 do 8:45 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>8:30 – 8:45</u>	<i>1-2</i>	6,14,4,9,17,27,13,26,10,16, 8,18,34,15,24,6,18	1,1	3,1,1,3,1, 2,1,2	1,2,1	2,1,1,1,2, 2	1	2,1,1,1,1,2, 1,3,2,1
	<i>Ukupno</i>	265	2	14	4	9	1	14
	<i>2-1</i>	22,7,11,16,31,10,29,17,21, 30,26,22,31,10,26	1,1,1,1	3,1,1,4,5, 1,2,2,1	1,1,1,2	2,3,2,1,1, 1,2	1,1	3,1,1,2,1,1, 1,2
	<i>Ukupno</i>	309	4	20	5	12	2	12

Tablica 10. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 8:45 do 9:00 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>8:45 – 9:00</u>	<i>1-2</i>	16,18,22,31,8,17,26,14,11 27,6,11,15,24,12,27,9,23 17,31,14	1,1,1,1,1	1,2,1,3,1 1,2,1	1,1	1,1,3,1	1	1,2,1,1,1, 1,2,1,2,3
	<i>Ukupno</i>	379	5	12	2	6	1	15
	<i>2-1</i>	32,7,11,24,16,14,29,19,14, 26,4,19,14,18,15,31,5,13, 15,16,26,22,18	3,1,1,1,1	3,2,1,2,3, 4	1,1,1	2,1,1,1,1, 3,1,1	1,2,1	1,2,2,3,2, 1
	<i>Ukupno</i>	408	7	15	3	9	4	11

Tablica 11. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 15:00 do 15:15 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>15:00 – 15:15</u>	<i>1-2</i>	29,27,11,8,12,23,31,15,25, 22,17,6,14,6,10	1,1,2	2,1,2,3,2	1	2,1,1,2	0	3,1,1,1,2,1
	<i>Ukupno</i>	256	4	10	1	6	0	9
	<i>2-1</i>	29,14,9,32,14,19,17,8,25, 13,20,12,13	3	2,2,1,1	1,1,1	3,1,1,1,3	0	2,3,3,2,2,2 1,1,1
	<i>Ukupno</i>	233	3	6	3	9	0	17

Tablica 12. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 15:15 do 15:30 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>15:15 – 15:30</u>	1-2	25,18,19,26,14,27,31, 25,16 18,5,19,24,21,6	1,	1,3,3	1,1	1,1,1,1	1	3,6,1,2,2, 1,2,1
	<i>Ukupno</i>	294	1	7	2	4	1	23
	2-1	7,35,26,17,21,15,33,1 4,21, 16,2,29,7,17,24,23	1,1,1,1	4,3,2,2,1, 3	1,1,	2,3,2	1,2,1	3,3,3,1,2, 3,2,2
	<i>Ukupno</i>	307	4	15	2	7	4	19

Tablica 13. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 15:30 do 15:45 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>15:30 – 15:45</u>	1-2	24,17,19,21,32,16,15,14,18, 8,7,17,16,25,24,33,26,14, 6	3,1,1,2	2,1,3,1,2, 2	1,1	3,3,1,2,1, 2	1	5,2,2,1,3,2 2,2,1,2,1,1 1
	<i>Ukupno</i>	352	7	11	2	12	1	25
	2-1	33,25,18,5,14,17,29,26,13, 21,14,26,8,6,16,21,23,22	3	2,2,1,1,3, 1,2,1	1,1,1	3,1,1,1,3	1,1,1	2,3,3,2,1,1 2,3,3,2
	<i>Ukupno</i>	337	3	14	3	9	3	22



Tablica 14. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 15:45 do 16:00 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>15:45 – 16:00</u>	1-2	21,20,14,2,17,16,23,3 1,14, 25,19,6,23,14,11,9,26, 10, 20	1,2	1,3,3,1	1,1	1,3,2,1,2, 1	2,1,1	2,3,2,1,1, 4,5,2,1,1, 2
	<i>Ukupno</i>	321	3	8	2	10	4	24
	2-1	7,11,23,35,14,25,13,2 2,14,16,21,25,17,2,8,1 9,30,9,22 13,5,26,34	1,1,1,1,2	3,2,1,1,1, 1,1,1	1,1,	2,3,2,1,1, 1,2,	1,2,1,1,	6,2,2,1,4, 2,2,1,3,1, 3,2,2
	<i>Ukupno</i>	411	6	12	2	12	5	31

Tablica 15. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 16:00 do 16:15 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>16:00 – 16:15</u>	1-2	35,15,12,19,32,13,14,18,19 25,14,8,9,17,19,12,32,23	1,1,2	2,3,1,3,2, 2,1,1,1	1,1,1	3,3,1,2,1, 2	1,3,1	2,2,1,2,3,5, 1,2,1
	<i>Ukupno</i>	336	4	16	3	12	5	19
	2-1	29,17,32,26,19,31,14,9,8,1, 24,32,25,19,21,13,22,25,14 8	3,1,1,1,2, 1	1,3,1,2,2, 1,1	1,1,1	3,1,1,1,3	1, 1	2,3,3,2,1,1 2,3,3,2
	<i>Ukupno</i>	389	9	11	3	9	2	22

Tablica 16. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 16:15 do 16:30 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>16:15 – 16:30</u>	<i>1-2</i>	26,14,23,9,27,33,16, 19,25,21,14,23,24,25	1,2	2,1,3,1,3	1,1,2,	3,2,1,2,3, 1,1	3,1	2,3,4,1,1, 2,1,2,3,1
	<i>Ukupno</i>	299	3	10	4	13	4	20
	<i>2-1</i>	32,22,17,5,4,19,21,29, 13,23,31,15,15,21,20, 10,14,11	4,1,1,1,1, 2	3,2,1,1,1, 1,1,1	1,1,1,1	3,2,1,2,1, 4,1,2,1,2	1	4,2,1,2, 1,2,2
	<i>Ukupno</i>	322	10	12	4	19	1	14

Tablica 17. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 16:30 do 16:45 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>16:30 – 16:45</u>	<i>1-2</i>	34,22,13,18,19,24,25,17,16 32,16,19,21,14,22,23,19,	3,1,1,1	2,1,1,1,4	1,1	2,2,2,1,1	0	2,1,1,2,2,1 1,2,2
	<i>Ukupno</i>	354	6	9	2	8	0	14
	<i>2-1</i>	12,23,31,25,14,19,23,17,18 25,36,14,12,21,23,31,12 20,24,12,16	3,2,2,2,3	1,3,1,2,2, 1,1	1,1,1	3,1,1,1,3	0	2,3,3,2,1,1 2,3,3,2
	<i>Ukupno</i>	384	12	11	3	9	0	22

Tablica 18. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 16:45 do 17:00 h

Vrijeme	Smjer	OA	TT	LT	BUS	MOT	BIC	PJ
<u>16:45 – 17:00</u>	<i>1-2</i>	28,14,22,8,7,13,19,24, 16,28,35,31,19,14,22	2,2,1,2	1,1,1,3,3	1,2,	3,2,1,1	1	2,3,1,2,1 1,2
	<i>Ukupno</i>	300	7	9	3	7	1	12
	<i>2-1</i>	24,20,4,14,23,25,29,3 1,34,18,19,20,28,36, 20,24	1,1,1,1	1,1,1,2,1, 2,2,1,1,2	1,1	2,2,1,1,1, 3,1	1,2,1	4,2,1,2, 1,2,2
	<i>Ukupno</i>	342	4	14	2	11	4	14

## 4. ČIMBENICI PROGNOZE PROMETA

Da bi se mogao predviđati promet potrebno je prethodno obaviti sve faze prometnog planiranja. Svrha predviđanja prometa je da se osiguraju podatci o strukturi, načinu prijevoza kako ljudi tako i robe na prometnoj mreži, količina ljudi i robe koja se preveze te način prijevoza za vrijeme za koje se radi plan. Glavni temelj na kojemu pretpostavljamo prognozu je da postoji veza između društvenih, ekonomskih, gospodarskih značajki predmetnog područja sa prometnom potražnjom.

Prognoza prometa je predviđanje prometnih zahtjeva na određenoj prometnoj lokaciji ili mreži, odnosno budućeg intenziteta strukture i raspodjele prometnih tokova. Osnovni ulazni parametri za izradu prometne prognoze, odnosno podatci na kojima se temelji prometna prognoza su [16]:

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

Navedeni parametri zahtijevaju iznimno obuhvatnu analizu, ali kako je riječ o samoj primjeni modela optimizacije odvijanja prometnih tokova na predmetnoj dionici, a ne obuhvaća širu prometnu mrežu, prometna prognoza će se napraviti prema postojećim podacima o brojanju prometa. U praksi postoje razni analitički, ekspertni i statistički modeli koji služe da bi se izradila prognoza prometa temeljem navedenih ulaznih podataka. Najčešće korišteni modeli su:

- prognoza prometa primjenom pravca regresije
- prognoza prometa korištenjem složenog kamatnog računa

Da bi predvidjeli kretanje prometnih tokova i opterećenja koja stvaraju treba napraviti prometnu prognozu koja sadrži podatke o intenzitetu, karakteristikama, raspodjeli prometnih tokova, strukturi za budućnost na predmetnom području. U svrhu da se postignu što bolji rezultati prometne prognoze treba iskoristiti što više kvalitetnih informacija o društvenim, gospodarskim, ekonomskim čimbenicima te informacije o stanju, strukturi odnosno sastavu stanovništva.

Grad Split bilježi depopulaciju ukupnog stanovništva još od 1991. godine i da godišnje gubi 1113 stanovnika. Naime, Split je 1991. imao 189.388 stanovnika, deset godina kasnije 175.140, a 2011. godine pao je na 167.121 stanovnika. Takvim bi tempom Split mogao do popisa stanovništva 2021. godine pasti možda čak i ispod 150.000 stanovnika. Depopulacija drugog po veličini grada u Hrvatskoj s obzirom na njegovu gravitacijsku snagu najbolji je pokazatelj u kakvoj je situaciji cijela Hrvatska. Upravo je u Splitu posebno vidljiv trend smanjivanja središnjeg gradskog naselja i seljenja stanovništva u prigradske urbanizirane zone kvalitetnijeg i jeftinijeg stanovanja, kakav već u razvijenim europskim zemljama traje

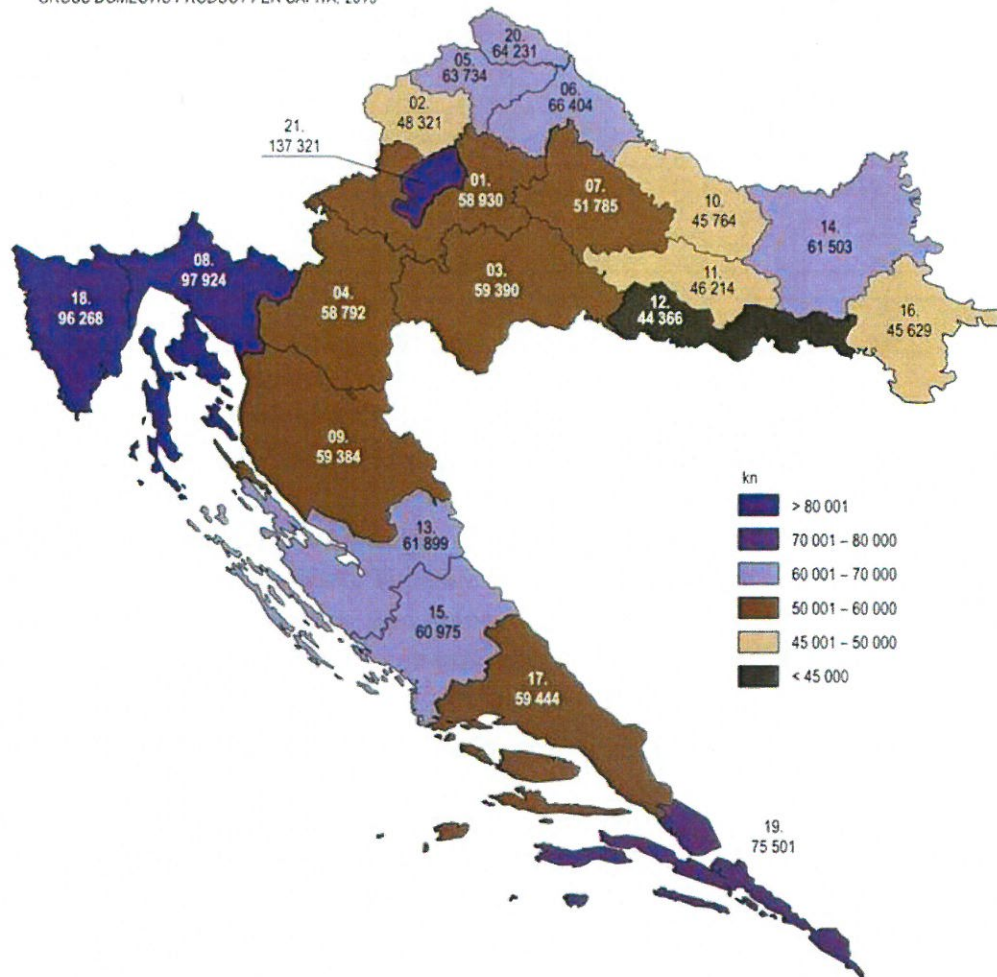
nekoliko desetaka godina. Nije to preseljavanje vezano samo za samostalna naselja unutar grada Splita, nego i za preseljavanja prema susjednim gradovima, primarno Solinu i Kaštelima. Treća struja iseljavanja išla je prema Zagrebu, a četvrta izvan Hrvatske, prema razvijenim europskim i ostalim zemljama. Splitsko stanovništvo spada u vrlo staru populaciju jer su odnosi gotovo izjednačeni, s time da prevladava stara i starija populacija, koje ima gotovo četvrtina u ukupnom stanovništvu 2011. godine. Pesimizam potkrepljuju i podaci prema kojima je 2013. godine u našem gradu rođeno 1557 djece, a umrlo 1839 ljudi. Prema prethodnoj godini, to je gotovo nevjerojatno smanjenje rodnosti za čak 10,5 posto i povećanje smrtnosti za 62 osobe ili 3,4 posto. Upravo ovaj podatak morao bi zabrinuti sve planere razvoja grada Splita, jer će svaki nastavak ovakvih pokazatelja za 2013. godinu u narednom razdoblju dovesti u pitanje neki od osnovnih gradskih sustava. Usprkos svim problemima s kojima se žene i obitelji nose, za podizanje rodnosti iznad prosječne godišnje smrtnosti u gradu Splitu bi se već danas trebalo roditi barem tisuću djece više kako bi se osiguravala obnova stanovništva, a to znači kako bi se rodnost žena u fertilnom razdoblju trebala povećati na 6,5 posto žena u tom razdoblju koje bi rodile godišnje. To izgleda kao malo moguća varijanta, ali kad se vidi udjel žena starosti 20 do 29 godina u ukupnom fertilnom kontingentu koji iznosi 27,3 posto ili 11 389 ukupno, jasno je kako potencijal postoji. Kada bi svaka peta žena rodila jednom godišnje, mogla bi se osigurati obnova. [17]

U bližoj okolici predmetne dionice nalaze se veliki trgovački centri kao što su Mall of Split, City Centar One, Euro Trade ali i O.Š. Mejaši, crkva Sv. Liberana, stolarska radnja Škura, ugostiteljski objekt Didovo zlato koji su veliki atraktori prometnih tokova bilo vozačkih ili pak pješačkih. Također u zadnjih nekoliko godina ovaj donedavno ruralni dio grada karakterizira sve veći broj izgradnje stanova i doseljenje novijeg i brojnijeg stanovništva što za rezultati ima i povećanje opterećenja na prometnoj mreži. Skupa s doseljenjem i početkom življenja na ovom području ova četvrt polako doživljava ekspanziju i iz ruralnog područja pretvara se u urbano što za posljedicu ima i povećanje stupnja motoriziranosti stanovništva. Split zadnjih godina doživljava i turistički procvat i više ga se ne smatra samo tranzitnim gradom već i konačnom turističkom destinacijom gdje tijekom sezone bilježi enorman broj noćenja te povećanje broja turista što se može vidjeti u tablici 19.

Tablica 19. Kumulativ turističkog prometa po zemljama za 2016. godinu, [18]

Promet po zemljama Kumulativ siječanj- prosinac 2016.	I-XII 2016.	
	Dolasci	Noćenja
Država		
Strani turisti	516.458	1.631.457
Domaći turisti	58.557	131.652
TOTAL	575.049	1.763.174

K-1. BRUTO DOMAĆI PROIZVOD PO STANOVNIKU U 2013.  
GROSS DOMESTIC PRODUCT PER CAPITA, 2013



Slika 23. Prikaz BDP-a po stanovniku po županijama, [19]

Iz slike 19. Jasno je da BDP po stanovniku u Splitsko Dalmatinskoj županiji iznosi 59 444 kn što iznosi nekakav prosjek za Republiku Hrvatsku, ali je najniži za područje Dalmacije. To je ponajviše zbog ruralnih krajeva oko Splita koji su dosta manje razvijeni. Kako su gospodarske aktivnosti županije koncentrirane u gradu Splitu, gradski prosjek je

uvijek veći od županijskog te raste iz godine u godinu zbog razvoja najjače hrvatske grane, odnosno turizma.

Tablica 20. Broj registriranih motornih vozila po županijama za 2016. godinu, [20]

Policajska uprava	VRSTE VOZILA								
	UKUPNO	Moped	Motocikl	Osobno vozilo	Autobus	Kamion	Cestovni tegljač	Specijalno vozilo	Traktor
<b>UKUPNO RH</b>	<b>1.996.056</b>	<b>87.507</b>	<b>65.366</b>	<b>1.552.904</b>	<b>5.513</b>	<b>146.230</b>	<b>10.443</b>	<b>12.083</b>	<b>116.010</b>
Zagrebačka	501.117	12.588	12.320	415.270	1.131	41.067	2.802	2.240	13.699
Splitsko-dalmatinska	215.217	11.108	14.113	170.816	661	15.712	563	934	1.310
Primorsko-goranska	160.577	8.272	7.959	129.128	475	11.388	785	830	1.740
Osječko-baranjska	115.620	5.037	2.096	88.613	205	7.308	1.039	1.176	10.146
Istarska	134.295	7.415	6.354	104.548	255	10.904	505	778	3.536
Dubrovačko-neretvanska	64.417	4.633	4.292	49.610	403	4.886	126	208	259
Karlovačka	61.815	2.662	1.350	45.712	151	4.264	239	393	7.044
Sisačko-moslavačka	70.306	3.241	1.382	52.384	104	3.709	308	558	8.620
Šibensko-kninska	49.883	4.325	2.409	38.986	131	3.402	105	291	234
Vukovarsko-srijemska	63.078	2.913	960	47.998	156	3.497	335	794	6.425
Zadarska	77.155	4.301	2.611	62.061	255	6.631	153	394	749
Bjelovarsko-bilogorska	63.889	2.360	1.105	42.664	440	5.484	403	568	10.865
Brodsko-posavska	56.527	2.812	1.186	44.073	105	3.209	463	362	4.317
Koprivničko-križevačka	58.114	2.402	1.035	39.040	85	3.512	278	552	11.210
Krapinsko-zagorska	63.432	1.970	1.607	48.345	235	3.992	587	354	6.342
Ličko-senjska	23.575	1.088	398	17.238	88	2.098	82	239	2.344
Međimurska	55.934	2.615	1.141	42.063	114	3.704	457	326	5.514
Požeško-slavonska	38.144	1.559	746	27.153	195	3.034	330	214	4.913
Varaždinska	85.968	4.318	1.589	61.860	279	6.326	674	540	10.382
Virovitičko-podravska	36.993	1.888	713	25.342	45	2.103	209	332	6.361

Prema popisu stanovništva iz 2001. županija je imala 463.676 stanovnika (10.5 % ukupnog stanovništva Hrvatske - druga najnaseljenija županija nakon grada Zagreba ) s prosječnom gustoćom naseljenosti od 102 stanovnika/km<sup>2</sup>. Iz navedenog slijedi da Splitsko-dalmatinska županija ima stupanj motorizacije od 2.2 stan/vozilu. Ako je navedeni stupanj motorizacije prosjek Splitsko-dalmatinske županije jasno je da je stupanj motorizacije grada Splita i veći jer je najveći dio prometa, kao stanovništva i gospodarstva, koncentrirana u samom gradu Splitu. Stupanj motorizacije prema zadnjim dostupnim podacima za 2004. godinu iznosio je 2.85 stan/voz što je nešto više od prosjeka županije koji ne bi trebao odudarati uvelike ni od današnjeg stupnja motorizacije u gradu Splitu.

Porast prometa može se prognozirati primjenom metode složenog kamatnog računa. Ovom metodom, prognozirani je promet na presjeku i to u narednom razdoblju od 5, 10 i 20. godina. Za prvih pet godina uzet je porast prometa od 1%, za narednih pet 2% i za preostalih deset godina uzet je porast od 3%. Iz navedenih postotaka vidljivo je da prosječni postotak porasta prometa iznosi 2%. Porast prometa je računat prema formuli (1) za složeni kamatni račun za svako naredno razdoblje posebno.

Formula prema kojoj su izračunati svi porasti je prikazana u nastavku:

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

gdje oznake korištene u formuli imaju značenje:

- $p$  – godišnji porast prometa [%]
- $n$  – broj godina za koliko se predviđa porast prometa
- PGDP – prosječni godišnji dnevni promet.

Prema podacima iz brojenja prometa, dobivenima terenskim mjerenjima, opterećenje cijele zone obuhvata, odnosno raskrižja, za pojedina vršna vremena jutarnji odnosno popodnevni vršni sat možemo procijeniti PGDP. PGDP se izračunava tako da se broj vozila u izbrojan u vršnom satu pomnoži s koeficijentom između 9 i 14. PGDP raskrižja dobije se zbrojem svih prometnih tokova koja ulaze ili izlaze iz raskrižja. U ovom slučaju zbrojit će se opterećenja svih prometnih tokova koja izlaze iz raskrižja.

Opterećenja prometnih tokova koji idu od City Centar One prema Mall of Split-u u jutarnjem vršnom satu iznose:

$$185 + 257 + 283 + 257 + 255 + 292 + 309 + 349 + 408 = 2595 \text{ voz/h}$$

$$2595 * 10 = 25\,950 \text{ voz/dan}$$

Kao što je navedeno prosječni porast prometa iznosi 2% u sljedećih 20 godina. Preko dobivenog PGDP-a prvo će se prognozirati rast za 5 pa za 10, pa za 20 godina. Pretpostavlja se rast od 2% zbog većeg broja stanovnika te zbog porasta broja turista u gradu Splitu.

Koristi se formula navedena na početku poglavlja za prognozu prometa korištenjem složenog kamatnog računa.

Proračun prognoze prometa za 5 godina:

$$25\,950 * \left(1 + \frac{1}{100}\right)^5 = 27273.71 \approx 27273 \text{ voz/dan}$$

Iz izračuna je vidljivo da bi PGDP za 5 godina iznosio 27273 voz/dan.

$$\frac{27273}{10} = 2727.3 \approx 2727 \text{ voz/h}$$

Opterećenje u vršnom satu iznosi 2727 voz/h.

Proračun prognoze prometa za 10 godina:

$$27273 * \left(1 + \frac{2}{100}\right)^{10} = 33245.63 \approx 33245 \text{ voz/dan}$$



Iz izračuna je vidljivo da bi PGDP za 10 godina iznosio 33245 voz/dan.

$$\frac{33245}{10} = 3324.5 \approx 3324 \text{ voz/h}$$

Opterećenje u vršnom satu iznosi 3324 voz/h.

Proračun prognoze prometa za nakon 20 godina:

$$33245 * \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{20} = 44678.5 \approx 44678 \text{ voz/dan}$$

Iz izračuna je vidljivo da bi PGDP za 20 godina iznosio 44678 voz/dan.

$$\frac{44678}{10} = 4467.8 \approx 4467 \text{ voz/h}$$

Opterećenje u vršnom satu iznosi 4467 voz/h.

Zbog predviđanja porasta prometa treba napraviti model optimizacije odvijanja prometnih tokova koji će smanjiti repove čekanja na predmetnoj dionici i to tako da se odvoje vozački tokovi od pješćkih.

## **5. PRIJEDLOG MODELA OPTIMIZACIJE ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA**

Kako bi se napravilo prometno rješenje koje će ukloniti nedostatke na postojećem dijelu Vukovarske ulice potrebno je izraditi i model optimizacije prometnih tokova po kojem će se odvijati promet na rekonstruiranom dijelu ceste. Model optimizacije prometnih tokova na dijelu Vukovarske ulice prvenstveno uključuje pješačke tokove, a zatim i tokove vozila. Osim što će se optimizirati kretanje pješaka i vozila povoljno će utjecati i na sigurnost prometa na cijelom području.

Optimizacija će se provesti izgradnjom pothodnika ili nathodnika na problematičnom dijelu Vukovarske ulice te će se tako povećati propusna moć ceste. Osim izgradnje pothodnika ili nathodnika potrebno je i uskladiti semafore na početku i na kraju navedenog dijela Vukovarske ulice.

### **5.1. Prijedlog optimizacije prometnih tokova postavljanjem pothodnika**

Prvi prijedlog je model optimizacije prometnih tokova postavljanjem pothodnika. Pothodnik je cestovna građevina koja služi za usmjeravanje tokova pješaka s nogostupa na kojem se pješak nalazi do nogostupa na suprotnoj strani prolazeći ispod ceste bez dodira s tokom vozila.

Prednosti pothodnika su:

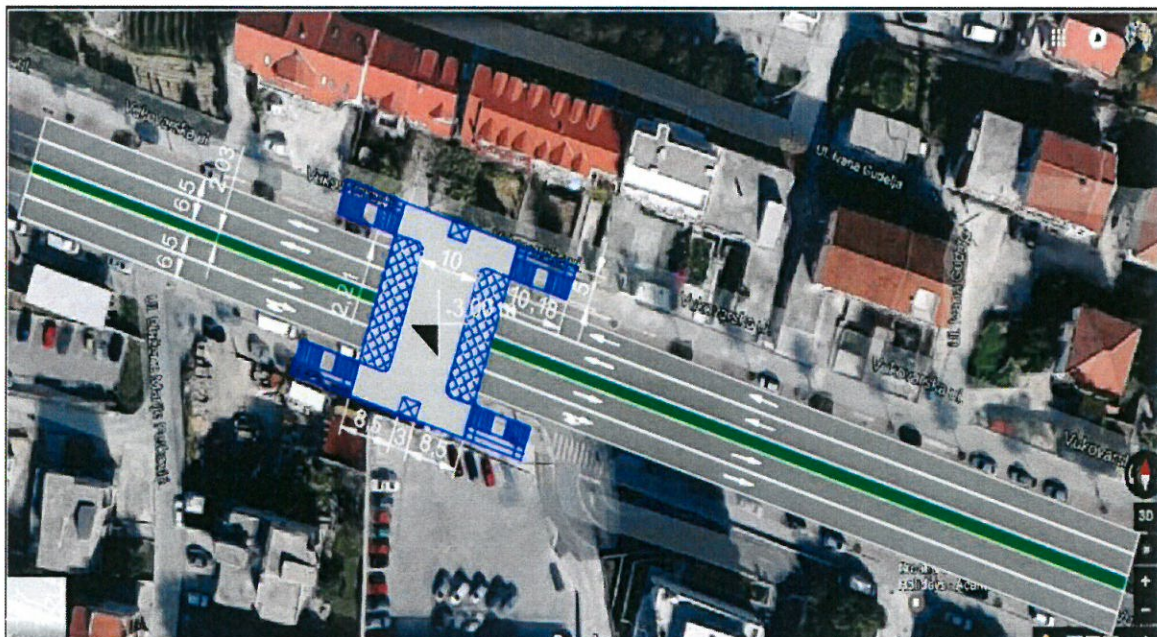
- mnogo veći stupanj sigurnosti prometa (pogotovo pješaka),
- bolje uklapanje u prostor od nathodnika,
- veća propusna moć ceste uz manje proizvedene buke i emisije štetnih plinova motora vozila,
- nema stajanja radi propuštanja pješaka čime se izbjegava mogući nastanak šok vala,
- dobro rješenje pri intenzivnom pješačkom prometu, pogotovo u blizini škola.

Nedostaci pothodnika:

- poteškoće s izvedbom stepenica za spuštanje pješaka zbog ograničenosti prostora u uskim gradskim područjima,
- uzima više vremena pješaku za prijelaz ceste nego klasičan pješački prijelaz,
- visoki troškovi takvog infrastrukturnog zahvata,
- potrebna je posebna prilagodba za osobe smanjene i otežane pokretljivosti (dizala, kose površine za spuštanje)
- nepogodan za bicikliste u odnosu na klasične pješačke prijelaze.

Izgradnjom pothodnika na dijelu Vukovarske ulice, prema prikazu na slici 24, optimiziraju se prometni tokovi vozila i pješaka u svrhu povećanja sigurnosti prometa kao

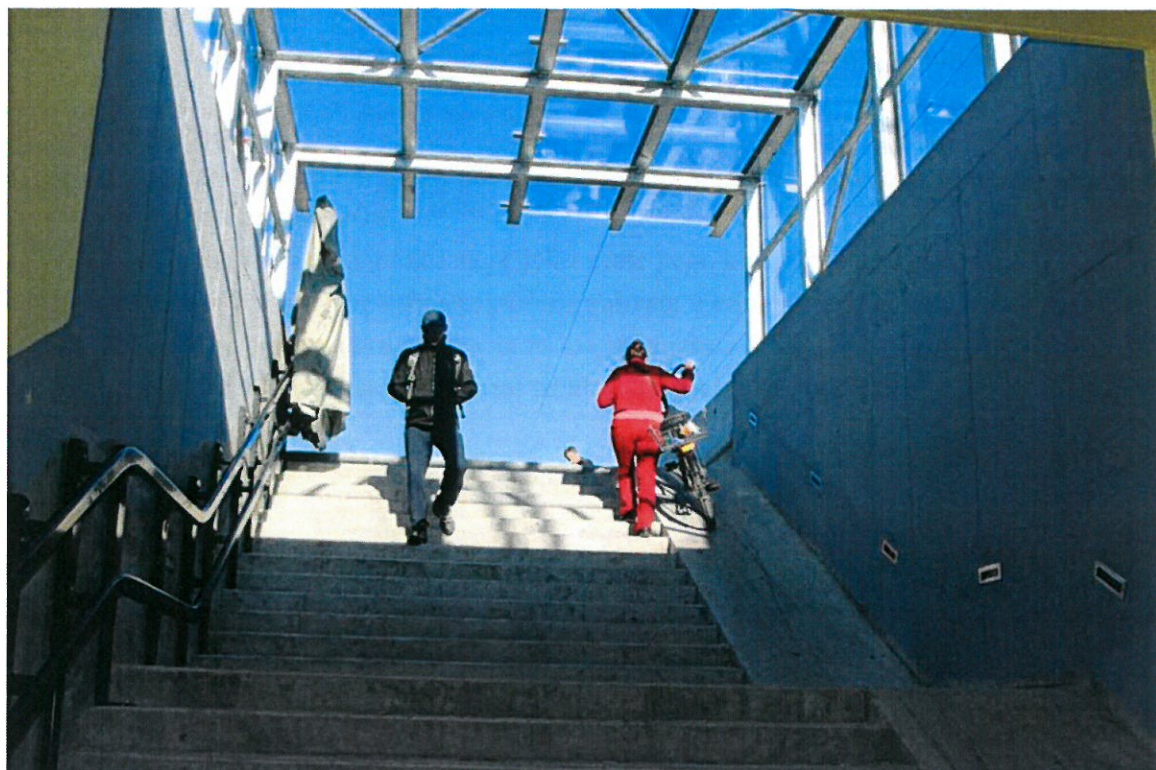
najvažnijeg kriterija. Pothodnik će doprinijeti izbjegavanju problema definiranih u analizi postojećeg stanja te će osigurati i veću protočnost vozila, kao i veću protočnost pješaka. Kako je to skup infrastrukturni zahvat jasno je da je potrebna dobra analiza kako bi se potvrdilo takvo rješenje. Takva analiza je napravljena brojanjem pješaka i vozila na postojećem dijelu ceste te analizom prometnih nesreća i prekršaja do kojih svakodnevno dolazi. U blizini ovog dijela ceste je škola te bi rješenje kao pothodnik u potpunosti eliminiralo mogućnost nastanka prometne nesreće u slučaju vozačeve greške, odnosno prilikom kasne reakcije zbog ne pravovremenog uočavanja pješaka te mogućnost nastanka nesreće prilikom opasnog trka pješaka preko pješačkog prijelaza prilikom crvenog svjetla na semaforu. Također postojeći pješački prijelaz bi se poništio i podignula bi se zaštitna ograda da se više ne može koristiti. Ovo rješenje omogućava i usklađivanje rada na semaforskoj mreži poput uvođenja zelenog vala kako bi se harmonizirao prometni tok i omogućio veći protok vozila što će uvelike povećati kvalitetu odvijanja prometa pogotovo u sezoni.



Slika 24. Prikaz idejnog rješenja pothodnika

Tablica 21. SWOT matrica – rješenje s pothodnikom

Snage	Povećanje prometne sigurnosti Omogućeno je kretanje pješacima u bilo kojem trenutku Veća propusna moć ceste Smanjenje broja konflikta
Slabosti	Veliki troškovi Duže vrijeme prelaska ceste Problematična implementacija pothodnika u gradskim područjima s malim nogostupima
Prilike	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub> Smanjenje razine buke Izbjegavanje šok valova Nemogućnost nastanka nesreće između vozila i pješaka
Prijetnje	Veće brzine vozila Potrebna posebna prilagodba pothodnika za osobe smanjene i otežane pokretljivosti Nepogodno za prijelaz biciklista



Slika 25. Rampa za bicikliste i dizalo za osobe smanjene i otežane pokretljivosti koje bi sadržao pothodnik, [21]

## 5.2. Prijedlog modela optimizacije prometnih tokova postavljanjem nathodnika

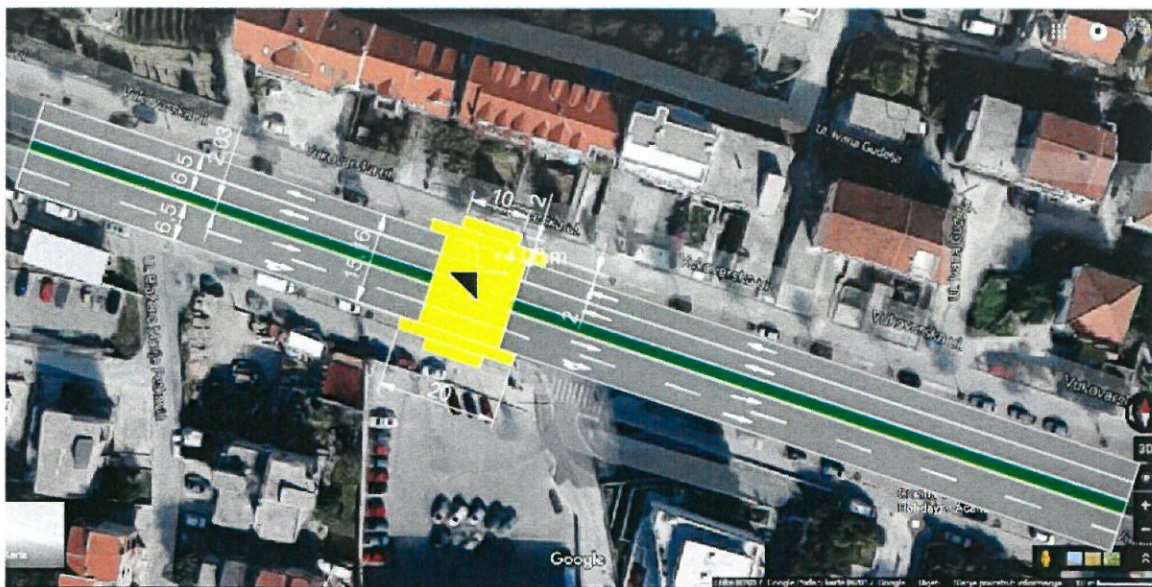
Model optimizacije prometnih tokova postavljanjem nathodnika obuhvaća izdizanje pješačkih tokova iznad ceste na propisanu visinu kako bi mogli neometano prelaziti cestu. Nathodnik je slično rješenje kao i pothodnik samo prolazi iznad zemlje te postavlja visinska ograničenja teretnim vozilima koja bi prolazila cestom. Ovaj tip rješenja je financijski povoljniji nego pothodnik zbog manjih radova u iskopu. Infrastrukturu nathodnika je bitno prilagoditi svim osobama, odnosno osobama smanjene i otežane pokretljivosti te se ugrađuju dizala. Posebno prilagođene kose površine za osobe smanjene i otežane pokretljivosti je teško izvesti zbog prostornih ograničenja i potrebe za jako dugom kosom površinom zbog savladavanja uspona. Također postojeći pješački prijelaz bi se poništio i podignula bi se zaštitna ograda da se više ne može koristiti.

Prednosti nathodnika su:

- mnogo veći stupanj sigurnosti prometa (pogotovo pješaka),
- veća propusna moć ceste uz manje proizvedene buke i emisije štetnih plinova motora vozila,
- niži troškovi izvedbe u odnosu na pothodnik,
- nema stajanja radi propuštanja pješaka čime se izbjegava mogući nastanak šok vala,
- dobro rješenje pri intenzivnom pješačkom prometu, pogotovo u blizini škola.

Nedostaci nathodnika:

- poteškoće s izvedbom kosih površina za osobe smanjene i otežane pokretljivosti zbog prostorne ograničenosti.
- uzima više vremena pješaku za prijelaz ceste nego klasičan pješački prijelaz,
- visoki troškovi takvog infrastrukturnog zahvata u odnosu na klasični pješački prijelaz,
- potrebna je posebna prilagodba za osobe smanjene i otežane pokretljivosti (dizala)
- nepogodan za bicikliste u odnosu na klasične pješačke prijelaze.



Slika 26. Prikaz idejnog rješenja nathodnika

Tablica 22. SWOT matrica – rješenje s nathodnikom

Snage	<p>Povećanje prometne sigurnosti</p> <p>Omogućeno je kretanje pješacima u bilo kojem trenutku</p> <p>Veća propusna moć ceste</p> <p>Smanjenje broja konflikta</p>
Slabosti	<p>Veliki troškovi</p> <p>Duže vrijeme prelaska ceste</p> <p>Narušavanje vidljivosti</p> <p>Problematična implementacija nathodnika u gradskim područjima s malim nogostupima</p>
Prilike	<p>Smanjenje emisije CO<sub>2</sub></p> <p>Smanjenje razine buke</p> <p>Izbjegavanje šok valova</p> <p>Nemogućnost nastanka nesreće između vozila i pješaka</p>
Prijetnje	<p>Veće brzine vozila</p> <p>Potrebna posebna prilagodba nathodnika za osobe smanjene i otežane pokretljivosti</p> <p>Nepogodno za prijelaz biciklista</p> <p>Narušavanje estetike okoline</p>



Slika 27. Dizalo za osobe smanjene i otežane pokretljivosti koje će sadržati nathodnik, [22]

## 6. VERIFIKACIJA PREDLOŽENIH MODELA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA

Verifikacija predloženih modela odvijanja prometnih tokova daje pogled na koji je od navedenih modela najpovoljniji za primjenu na predmetnom dijelu Vukovarske ulice. Kako novi model optimizacije odvijanja prometnih tokova podrazumijeva i izgradnju pothodnika ili nathodnika treba udovoljiti posebnim kriterijima. Kriteriji u smislu uporabe i oblika dionice trebaju se ispitati pomoću krajnjih mjerila [23]:

- sigurnost prometa,
- kvaliteta odvijanja prometa,
- utjecaj na okolinu i okoliš,
- ekonomičnost rješenja.

U sklopu navedenih zahtjeva preispitat ćemo brzine na dionici, razinu usluge dionice, stupanj zasićenja, emisiju CO<sub>2</sub>, duljinu repa čekanja te će se procijeniti trošak izgradnje pothodnika i nathodnika s otkupom zemljišta.

### 6.1. Sigurnost prometa

Sigurnost je najvažniji faktor cestovnog prometa. Za postizanje visokog stupnja sigurnosti u prometu nije dovoljno samo da prometna građevina ispunjava uvjete propisane pravilnicima. Prometne građevine prema pravilnicima moraju osigurati glavne čimbenike za sigurno odvijanje prometa kao što su horizontalne i vertikalne duljine preglednosti, obilježene pješačke prijelaz, obilježene nailaske na mjesta u prometu gdje je potrebno voziti s povećanim oprezom, nailaske na škole itd., ali za dovoljnu sigurnost na prometnim površinama moraju biti uključeni i korisnici prometnih površina koji moraju svjesno i u skladu s postojećim pravilima koristiti prometne građevine i poštovati prometnu signalizaciju. Analiza postojećeg stanja pokazala je smanjenu razinu sigurnosti u prometu. Prvenstveno do toga dolazi jer postoji veliki broj pješaka koji se kreće preko pješačkog prijelaza na cesti s dvije prometne trake gdje se ostvaruju velike brzine.

Prijedlozi rješenje uključuju izmicanje pješačkog toka iznad ili ispod prometnice kako bi se uklonila mogućnost naleta vozila na pješaka što bi dovelo do velikog povećanja sigurnosti u prometu. Nadalje je bitno postaviti ogradu na sredinu kolnika umjesto dosadašnjih pješačkih prepreka kako bi se onemogućilo opasno prelaženje pješaka preko ceste unatoč postojanju nathodnika ili pothodnika. Bitno je educirati djecu, ali i pješake ostalih uzrasta o važnosti korištenja pothodnika ili nathodnika. Razina sigurnosti implementacijom jednog od ovih prijedloga bi se povećala za nekoliko puta jer više niti na jedan način ne bi postajala mogućnost nastanka dodirne točke između vozila i pješaka.

Osim problema pješaka uklanjanjem parkirnih mjesta uz cestu smanjila bi se mogućnost uključivanja sporog vozila u promet koji bi dodatno zagušio promet te doveo do mogućnosti naleta na stražnji dio vozila. Osim problema prilikom uključivanja vozila postoji i



problem prilikom isključivanja vozila, odnosno parkiranja vozila. Kako su parkirna mjesta postavljena tako da je potrebno bočno parkiranje često se događa da vozači moraju zaustaviti vozilo do kraja u prometnom traku te obaviti radnju kretanja unatrag što je izuzetno opasno jer su brzine vozila dosta veće od ograničenih. Dodatan problem je što velik broj ljudi ima problem s obavljanjem same radnje bočnog parkinga te to traje znatno duže od uobičajenog vremena bočnog parkiranja.

## 6.2. Kvaliteta odvijanja prometa

Na analiziranom dijelu prometnice postoje i tokovi pješaka i tokovi vozila. Stoga, analizirat će se kvaliteta odvijanja tokova i pješaka i vozila.

Primarne karakteristike pješačkog prometnog toka na pješačkim prometnicama su po prirodi slične karakteristikama toka vozila na odsjeku ili dionici ceste. Kao i kod prometnog toka vozila na dionici postoje brojni indikatori stupnja mobilnosti za pješačke tokove na pješačkim prometnicama. Jedna od principijelnih mjera mobilnosti je vezana za mogućnost slobodnog izbora brzine kretanja pješaka. Drugi indikatori mobilnosti uključuju mogućnost prestizanja sporijih pješaka, mogućnost kretanja u pravcu normalnom na pravac glavnog toka pješačkog prometa ili u smjeru suprotnom od smjera glavnog toka, kao i opću mogućnost manevriranja bez naglih promjena brzine, smjera ili tempa kretanja. Dodatni faktori uključuju komfor, pogodnosti, sigurnost, zaštitu i ekonomičnost. Potpuna analiza pješačkih tokova uključuje i analizu efektivne širine pješačke prometnice. Za kvalitetu odvijanja pješačkog prometa definirane su i razine usluga:

### RAZINA USLUŽNOSTI A

Prosječan intenzitet protoka je 20 pješaka/min/m efektivne širine pješačke prometnice. Za A razinu uslužnosti osiguran je dovoljan prostor po pješaku da pješaci mogu slobodno izabrati brzinu kojom će se kretati. Također mogu obilaziti sporije pješake i izbjegavati konflikte s pješacima koji se kreću poprečno na smjer njihovog kretanja.

### RAZINA USLUŽNOSTI B

Prosječan intenzitet protoka iznosi 20-33 pješaka/min/m efektivne širine pješačke prometnice. Kada na pješačkoj prometnici postoji nivo uslužnosti B na raspolaganju je dovoljan prostor po pješaku za kretanje normalnom brzinom i prestizanje drugih pješaka u jednosmjernom toku, u kretanju pješaka u suprotnom smjeru javljaju se manji konflikti.

### RAZINA USLUŽNOSTI C

Prosječan intenzitet protoka iznosi 33-46 pješaka/min/m efektivne širine pješačke prometnice. Ograničen je slobodan izbor individualne brzine kretanja pješaka i slobodno

prestizanje drugih pješaka. Javlja se zahtjev za često prilagođavanje brzine i smjera kretanja u cilju izbjegavanja kontakta, može se očekivati kontinuiran protok.

#### RAZINA USLUŽNOSTI D

Prosječan intenzitet protoka iznosi 46-59 pješ/min/m efektivne širine pješačke prometnice. Većina pješaka će morati kretati se brzinom manjom od njihove normalne brzine zbog teškoća pri prestizanju sporijih pješaka i zbog izbjegavanja konflikata, pojava višestrukih konflikata s drugim pješacima.

#### RAZINA USLUŽNOSTI E

Prosječan intenzitet protoka iznosi 59-82 pješaka/min/m efektivne širine pješačke prometnice. Svi pješaci moraju se kretati brzinom manjom od svoje normalne brzine uz često potrebno prilagođavanje tempa kretanja. Raspoloživi prostor po pješaku je nedovoljan za prestizanje pješaka koji se sporije kreću, tj. javljaju se česti prekidi toka.

#### RAZINA USLUŽNOSTI F

Prosječan intenzitet protoka iznosi manje od 82 pješ/min/m efektivne širine pješačke prometnice. Sve brzine kretanja pješaka su ekstremno ograničene, javlja se čest kontakt s drugim pješacima a kretanja u suprotnom smjeru su praktično nemoguća. Karakterizira situaciju čekanja u redu. [24]

Kvalitetu odvijanja prometa vozila opisujemo razinom usluge na pojedinom dijelu ceste. Razina usluge je kvalitativna mjera koja se sastoji od brojnih elemenata, kao što su [25]:

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

Postoji 6 razina usluge za vozila kao i za pješake, a to su [26]:

- A - slobodan tok, velike brzine, mala gustoća, puna sloboda manevriranja,
- B - slobodan tok, brzine djelomično ograničene gustoćom prometa,
- C - stabilan prometni tok, ograničene brzine, ograničena mogućnost manevriranja,
- D - približava se nestabilnom toku, bitno ograničene brzine, mala mogućnost manevriranja,
- E - nestabilan tok s vožnjom u nizu, gustoća blizu zagušenju, protok jednak propusnoj moći, privremeni zastoji,

F - prisilni tok, brzine manje od kritičnih, protok od 0 do veličine koja je manja od propusne moći.

Također treba uskladiti rad semaforne mreže tako da se uskladi paljenje zelenog svijetla poput zelenog vala, te da se napravi ciklus rada semafora za vrijeme vršnog opterećenja i izvan njega. Ograničena brzina kretanja vozila tada se može postaviti na 50 km/h. Udaljenost između semafora Mall of Splita i križanje Težačkog puta i Vukovarske ulice iznosi oko 170 metara. Što znači da prema proračunu  $t=s/V$  potrebno oko 12 sekundi kada vozilo napusti raskrižje Mall of Splita na zeleno svijetlo da se nakon 12 sekundi pali zeleno svijetlo na semaforu raskrižja Težačkog puta i Vukovarske ulice. Također duljina dionice između raskrižja Težačkog puta i Vukovarske ulice te Lovrinačke ulice i Vukovarske ulice iznosi oko 550 metara što pri brzini od 50 km/h iznosi oko 39 sekundi za prolazak što znači paljenje zelenog svijetla u trenutku kada je vozilo krenulo od Težačkog puta prema Lovrinačkome treba biti nakon 39 sekundi. Procjena pješačke razine uslužnosti je razina D koja teži prema nestabilnosti E razine usluge.

### **6.3. Utjecaj na okolinu i okoliš**

Postoji velika mogućnosti smetanja buke koja stvaraju vozila prilikom prolaska kroz dionicu. Negativnosti koje će utjecati na stanovništvo, ali i na pojedinu infrastrukturu su zagađenje zraka, stvaranje buke, svjetlosno zagađenje te stvaranje vibracija. Također treba se voditi briga i o okolišu, a ona će se voditi tako da se obrati posebna pažnja i pozornost na odvodnju oborinskih voda s kolnika, nogostupa i ostalih prometnih površina. Treba povesti računa o zelenim površinama te ih redovito održavati. Nogostupi, zelene površine uz cestu, parking mjesta te ostale prometne površine trebaju biti uredno i čisto i pravovremeno održavane.

### **6.4. Utjecaj kriterija ekonomičnost rješenja**

Troškovi izgradnje pothodnika ili nathodnika, odnosno implementacije novog modela odvijanja prometnih tokova su fiksni troškovi. Iskopi i izgradnja, te otkup zemljišta trošak predstavljaju najveći trošak. U ovom dijelu diplomskog rada predstaviti će se okvirna procjena koja je izvedba izgradnje najskuplja, a koja najjeftinija.



Slika 28. Čestice zemljišta gdje je planirana izrada predloženih modela optimizacije odvijanja prometnih tokova

Predloženi modeli optimizacije odvijanja prometnih tokova zauzimaju u potpunosti ili nekom dijelu određeno zemljište. Uvidom u Geoportal Državne geodetske uprave vidljive su čestice, kao što je prikazano na slici 28, u koje ulaze radovi na izgradnji ponuđenog rješenja, međutim vidljivo je i da dio površine nije privatna već javna odnosno u vlasništvu grada Splita što bi umanjilo troškove otkupa zemljišta i smanjilo ukupne troškove pri izgradnji.

Model optimizacije odvijanja prometnih tokova odnosno usklađivanje rada ciklusa na semaforskoj mreži obuhvaća najmanje, odnosno gotovo nikakve građevinske zahvate, te ne zahtijeva nikakav naknadni otkup zemljišnih čestica osim trenutnih to jest postojećih.

Procjena troškova izgradnje je da izgradnja pothodnika ima najveće troškove građevinskih radova, ali i najviše neposrednih benefita gledajući sigurnost i protok. Izgradnja nathodnika je jeftinije i zahtjeva manje građevinske radove u odnosu na pothodnik, ali ostavlja mogućnost narušavanja vizure i estetskog izgleda. U oba slučaja treba provesti usklađivanje semaforске mreže. Problemi semaforiziranog raskrižja također postoje u smislu prometno-tehnoloških karakteristika jer se javlja prometni tok približan nestabilnom pri lijevom skretanju jer nema dodatnog lijevog traka za skretače, a to bi mogao biti uzrok za repove čekanja koji u slučaju da budu dugi utječu na promet i u ostalim prometnim trakama, smanjenju sigurnost, odnosno veću mogućnost nastanka prometnih nesreća. Slijedeći poglavlja verifikacije modela, prvi predloženi model, odnosno model optimizacije odvijanja prometnih tokova na dijelu Vukovarske ulice u gradu Splitu s izgradnjom nathodnika je najpovoljniji, ali model optimizacije odvijanja prometnih tokova s izgradnjom pothodnika je najefikasniji i najbolji za rješenje problema.

## 7. ZAKLJUČAK

Predmetna dionica Vukovarske ulice nalazi se na istočnom dijelu gradu Splitu i spaja dva najveća trgovačka centra u gradu i okolici te je važna prometnica da bio promet funkcionirao bilo u sezoni to u sezoni tako i ujedno u van sezonskom periodu.

Za gospodarski razvoj bilo kojeg grada temelj je razvijeni prometni sustav i njihova uzajamna povezanost. Primijećeni problemi na predmetnom dijelu Vukovarske ulice su tijekom diplomskog rada obrađeni, analizirano je postojeće stanje, napravljena je prognoza prometa, te je predložen model optimizacije odvijanja prometnih tokova dijelu Vukovarske ulice.

Predložen je jedan model optimizacije prometnih tokova s dvije vrste izvođenja građevinskih radova, a to je izgradnja pothodnika i nathodnika, te obje vrste izvođenja obuhvaćaju neizostavnu izmjenu i usklađeni rad semaforne mreže.

Ponuđeni način izmjene pješačkih tokova kao najpovoljniji je odabran model optimizacije odvijanja prometnih tokova izgradnjom nathodnika, ali modelom optimizacije odvijanja prometnih tokova izgradnjom pothodnika ostvaruju se najbitniji benefiti, a to su veća sigurnost i veća protočnost prometa.

Razine prometnih usluga su jako dobre i zadovoljavajuće te se očitavaju kao stabilni prometni tok. Uzevši u obzir prognozu prometa za očekivati je da će promet funkcionirati bez većih problema na području cijele prometne mreže bilo to za vrijeme turističke sezone ili pak izvan nje.

Dosadašnji problemi naleta vozila na pješake, ne poštivanja prometnih pravila preko velikog broja prometnih tokova su na ovaj način uklonjeni, te je osim navedene optimizacije prometnih tokova podignuta i razina sigurnosti smanjena je ukupna emisija CO<sub>2</sub>.

Postavljena je optimalna brzina kretanja vozila na dionici, te je omogućeno sigurnije kretanje pješaka vođenjem pješačkih tokova izdignutima ili ukopanima pod zemljom da se odvoje od prometnih tokova vozila.

Pošto u gradu postoji samo jednim dijelom biciklističkih staza, a i ona je napravljena neplanski i stihijski, biciklistička mreža ne postoji, te ujedno ne postoji ni plan implementacije biciklističkih staza. Postavljanje biciklističke staze nije prikazano u diplomskom radu zbog ograničenja veličine rada da ne bude previše obujam, ali i da bi se izbjeglo stihijski i neplanski izgradnja biciklističkih staza u gradu.

Predloženi model optimizacije odvijanja prometnih tokova na dijelu Vukovarske ulice u gradu Splitu zadovoljava sve postavljene kriterije u smislu oblikovnosti i uporabe dionice koji se ispituju mjerilima sigurnosti prometa, kvalitete i odvijanja prometa, utjecaja na okolinu i okoliš i ekonomičnost rješenja. Zadovoljavajući kriterije konačna ocjena je da je predloženi model izgradnje pothodnika najbolje rješenje.

## LITERATURA

1. URL: <http://s.moj-posao.org/data/images/preview/article/08/759f7880-resiRc-820x0x100.jpg> (17.06.2017.)
2. URL: [www.apartments-booking.net/slike/splitkarta.jpg](http://www.apartments-booking.net/slike/splitkarta.jpg) (17.06.2017.)
3. URL: [http://sites.google.com/site/splitt150910/\\_/rsrc/1472768723188/home/poloza/polozaj.jpg](http://sites.google.com/site/splitt150910/_/rsrc/1472768723188/home/poloza/polozaj.jpg) (19.06.2017.)
4. Hozjan, D.: Nastavni materijali iz kolegija Cestovne prometnice 2, Osiguranje preglednosti raskrižja u razini, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2016/2017
5. URL: <http://www.sigurno-voziti.net/Slike/prijedlozi/tratnjak3.jpg> (21.06.2017.)
6. URL: [https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/005/629/original/P\\_4\\_m\\_Read-Only\\_.pdf?1428927167](https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/005/629/original/P_4_m_Read-Only_.pdf?1428927167) (01.07.2017.)
7. URL: <https://dnevnik.hr/vijesti/crna-kronika/split-u-prometnoj-nereci-zapaljen-motocikl---413752.html> (07.07.2017.)
8. URL: [https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/005/631/original/P\\_6\\_m\\_Read-Only\\_.pdf?1428927215](https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/005/631/original/P_6_m_Read-Only_.pdf?1428927215) (10.07.2017.)
9. Hozjan, D.: Nastavni materijali iz kolegija Cestovne prometnice 2, Promet u raskrižju, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2016/2017.
10. URL: [http://www.instruktor-voznje.com.hr/prometni\\_znakovi/](http://www.instruktor-voznje.com.hr/prometni_znakovi/) (22.07.2017.)
11. URL: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_03\\_33\\_662.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_03_33_662.html) (03.08.2017.)
12. Babić, D.: Nastavni materijali iz kolegija Prometna signalizacija, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2016/2017
13. Luburić, G.: Nastavni materijali iz kolegija Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1, Fakultet prometnih znanosti, 2010.
14. Legac, I.: Cestovne prometnice I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 18
15. Dadić, I.; Šoštarić.; M. Brlek.; P.: Prometno tehnološko projektiranje, Fakultet prometnih znanosti, Zavod za prometno planiranje, Zagreb, 2012.

16. URL:  
<http://www.slobodnadalmacija.hr/dalmacija/split/clanak/id/303029/demografski-slom-split-pada-na-150000-stanovnika> (05.08.2017.)
17. URL: <http://www.visitsplit.com/hr/2145/2016-godina> (11.08.2017.)
18. URL: [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2014/12-01-02\\_01\\_2014\\_files/image002.jpg](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2014/12-01-02_01_2014_files/image002.jpg) (14.08.2017.)
19. URL: [http://stari.mup.hr/UserDocsImages/statistika/2017/registirana\\_MV\\_2016.pdf](http://stari.mup.hr/UserDocsImages/statistika/2017/registirana_MV_2016.pdf) (15.08.2017.)
20. URL: [http://www.sbplus.hr/\\_Data/FileManager/pothodnik%20svi.jpg](http://www.sbplus.hr/_Data/FileManager/pothodnik%20svi.jpg) (17.08.2017.)
21. URL: <http://www.dizalaoptimus.biz/images/platforma.jpg> (20.08.2017.)
22. Legac, I.: Cestovne prometnice I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 24
23. Ševrović, M.: Teorija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014., str. 67-69
24. Šimunović, Lj.: Nastavni materijali iz kolegija Osnove prometnog inženjerstva, Prometni tok, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2012/2013.
25. Legac, I.: Cestovne prometnice I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 24

## POPIS SLIKA

Slika 1. Položaj Splitsko-dalmatinske županije .....	3
Slika 2. Položaj grada Splita u Splitsko-dalmatinskoj županiji .....	4
Slika 3. Položaj grada Splita u Splitsko-dalmatinskoj županiji .....	5
Slika 4. Položaj predmetnog presjeka u gradu Splitu.....	6
Slika 5. Položaj predmetnog presjeka u gradu Splitu.....	6
Slika 6. Predmetni pješački prijelaz od smjera Mall of Split prema City Centru One.....	7
Slika 7. Predmetni pješački prijelaz od smjera City Centar One prema Mall of Split.....	8
Slika 8. Zaštitni pješački pojas.....	9
Slika 9. Sigurnosni lanac u prometu.....	11
Slika 10. Podjela vidnog polja s obzirom na brzinu.....	12
Slika 11. Prikaz preglednosti na dijelu predmetne dionice .....	12
Slika 12. Prikaz preglednosti na dijelu predmetne dionice .....	13
Slika 13. Prikaz prometne nesreće naleta vozila na motociklista 1.....	14
Slika 14. Prikaz prometne nesreće naleta vozila na motociklista 2.....	14
Slika 15. Opasne i nepropisne vozačke radnje uočene tijekom brojanja prometa – prebrza vožnja motociklom po nogostupu .....	17
Slika 16. Opasne i nepropisne vozačke radnje uočene tijekom brojanja prometa – trenutak prije nego motociklista oduzima pravo prednosti automobilu te jedva izbjegnuta prometna nesreća.....	21
Slika 17. Opasne i nepropisne vozačke radnje uočene tijekom brojanja prometa – provlačenje motociklista preko pješačkog prijelaza između ograde za vrijeme trajanja zelenog svijetla na pravcu promatrane dionice.....	21
Slika 18. Primjeri prometnih radnji.....	20
Slika 19. Primjeri prometnih radnji.....	20
Slika 20. Primjeri konfliktnih točaka/situacija u raskrižjima .....	21
Slika 21. Konfliktni točke u raskrižju.....	22
Slika 22. Kanaliziranje prometnih tokova.....	23
Slika 23. Prikaz BDP-a po stanovniku po županijama.....	40
zbog razvoja najjače hrvatske grane, odnosno turizma.....	40
Slika 24. Prikaz idejnog rješenja pothodnika .....	45
Slika 25. Rampa za bicikliste i dizalo za osobe smanjene i otežane pokretljivosti koje bi sadržao pothodnik.....	46
Slika 26. Prikaz idejnog rješenja nathodnika .....	48
Slika 27. Dizalo za osobe smanjene i otežane pokretljivosti koje će sadržati nathodnik.....	49
Slika 28. Čestice zemljišta gdje je planirana izrada predloženih modela optimizacije odvijanja prometnih tokova.....	54



## POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz broja prometnih nesreća .....	16
Tablica 2. Tablica brojačkog listića .....	29
Tablica 3. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 7:00 do 7:15 h .....	29
Tablica 4. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 7:15 do 7:30 h .....	30
Tablica 5. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 7:30 do 7:45 h .....	30
Tablica 6. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 7:45 do 8:00 h .....	31
Tablica 7. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 8:00 do 8:15 h .....	31
Tablica 8. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 8:15 do 8:30 h .....	32
Tablica 9. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 8:30 do 8:45 h .....	32
Tablica 10. Jutarnje opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 8:45 do 9:00 h .....	33
Tablica 11. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 15:00 do 15:15 h.....	33
Tablica 12. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 15:15 do 15:30 h.....	34
Tablica 13. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 15:30 do 15:45 h.....	34
Tablica 14. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 15:45 do 16:00 h.....	35
Tablica 15. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 16:00 do 16:15 h.....	35
Tablica 16. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 16:15 do 16:30 h.....	36
Tablica 17. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 16:30 do 16:45 h.....	36
Tablica 18. Popodnevno opterećenje prometnog toka promatrane dionice od 16:45 do 17:00 h.....	37
Tablica 19. Kumulativ turističkog prometa po zemljama za 2016. godinu .....	40
Tablica 21. Broj registriranih motornih vozila po županijama za 2016. godinu.....	41
Tablica 21. SWOT matrica – rješenje s pothodnikom .....	46
Tablica 22. SWOT matrica – rješenje s nathodnikom .....	48



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 PROMETNIH TOKOVA NA DIJELU**

**VUKOVARSKÉ ULICE U GRADU SPLITU**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 29.8.2017.

Jure Madković  
(potpis)