

# Analiza sigurnosti prometa na raskrižju državne ceste D 30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica s prijedlogom mjera poboljšanja

---

Grdenić, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:510734>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**Marko Grdenić**

**ANALIZA SIGURNOSTI PROMETA NA RASKRIŽJU  
DRŽAVNE CESTE D30 I AVENIJE PAPE IVANA PAVLA II  
U GRADU VELIKA GORICA S PRIJEDLOGOM MJERA  
POBOLJŠANJA**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2020.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**Analiza sigurnosti prometa na raskrižju državne ceste  
D30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica  
s prijedlogom mjera poboljšanja**

**Traffic safety analysis at the intersection of D 30 state  
Road and Pope John Paul II Avenue in the city of  
Velika Gorica with a proposal for improvement  
measures**

Mentor: doc. dr. sc. Rajko Horvat

Student: Marko Grdenić

JMBAG: 0135242629

Zagreb, rujan 2020.

## SAŽETAK

Promet je složena pojava pri kojoj dolazi do mnogih konfliktnih situacija. Da bi se povećala sigurnost prometa, potrebno je provesti brojne mjere, čiji je cilj otklanjanje odnosno smanjenje opasnosti. U diplomskom radu analizirano je raskrižje državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica. Zbog povećanog broja prometnih nesreća sa nastradalim osobama, obavljenom analizom raskrižja koje je proglašeno opasnim mjestom, utvrđeno je da je potrebna rekonstrukcija postojećeg raskrižja. Podatci o brojanju prometa mogu sastojati od informacija kao što su: prometna opterećenja na cestovnim prometnicama, struktura prometnog toka, brzina kretanja vozila u prometnom toku, razmak između vozila u prometnom toku, smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži, vršna opterećenja u određenim vremenskim rasponima. Analizom stanja sigurnosti raskrižja, analizom prometno oblikovnih elemenata te analizom prometnog opterećenja kao prijedlog rješenja uzima se izgradnja kružnog raskrižja.

**KLJUČNE RIJEČI:** raskrižja, opasno mjesto, sigurnost cestovnog prometa, prometne nesreće, kružno raskrižje.

## **SUMMARY**

Traffic is a complex phenomenon in which many conflict situations occur. In order to increase traffic safety, it is necessary to implement a number of measures aimed at eliminating or reducing hazards. In this thesis analyzes the intersection of the state road D-30 and Pope John Paul II Avenue in the city of Velika Gorica. Due to the increased number of traffic accidents with casualties, the analysis of the intersection that was declared a dangerous place, it was determined that the reconstruction of the existing intersection is necessary. Traffic counting data can consist of information such as: traffic loads on roads, traffic flow structure, speed of vehicles in traffic flow, distance between vehicles in traffic flow, directions of vehicle movement in the road network, peak loads in certain time ranges. The analysis of the state of safety of intersections, the analysis of traffic design elements and the analysis of traffic load take the construction of a roundabout as a proposed solution

**KEY WORDS:** intersections, dangerous place, road safety, traffic accidents, roundabout.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA.....	4
2.1 Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa .....	5
2.1.1 Osobne značajke vozača.....	7
2.1.2 Psihofizička svojstva .....	8
2.1.3 Obrazovanje i kultura .....	11
2.2 Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa .....	11
2.3 Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa.....	12
2.4 Čimbenik promet na cesti .....	14
2.5 Incidentni čimbenik.....	14
3. METODOLOGIJA IDENTIFIKACIJE OPASNIH MJESTA NA CESTAMA I CESTOVNOJ MREŽI ....	15
3.1 Metoda Rate Quality Control .....	16
3.2 Proces identifikacije potencijalnih opasnih mjesta.....	18
3.3. Pregled opasnih mjesta .....	20
4. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA NA PODRUČJU GRADA VELIKE GORICE .....	22
4.1 Analiza stanja sigurnosti cestovnog prometa u gradu Velika Gorica za 2016./2017. godinu.....	23
4.2 Analiza stanja sigurnosti cestovnog prometa u gradu Velika Gorica za 2018./2019. godinu.....	31
5. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI PROMETA NA RASKRIŽJU DRŽAVNE CESTE D-30 I AVENIJE PAPE IVANA PAVLA II U GRADU VELIKA GORICA .....	38
5.1 Analiza podatka o prometnim nesrećama na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	39

5.2 Kolizijski dijagram prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	43
5.3 Društveni trošak prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	47
6. ANALIZA PROMETNIH I OBLIKOVNIH ELEMENATA RASKRIŽJA DRŽAVNE CESTE D-30 I AVENIJE PAPE IVANA PAVLA II U GRADU VELIKA GORICA .....	49
7. ANALIZA PROMETNOG OPTEREĆENJA RASKRIŽJA .....	58
8. PRIJEDLOG MJERA ZA POBOLJŠANJE SIGURNOSTI NA RASKRIŽJU DRŽAVNE CESTE D-30 I AVENIJE PAPE IVANA PAVLA II U GRADU VELIKA GORICA .....	64
8.1 Značajke kružnih raskrižja .....	64
8.2 Prijedlog rješenja za raskrižje državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica.....	66
8.3 Evaluacija predloženog rješenja .....	69
9. ZAKLJUČAK.....	74
LITERATURA .....	76
POPIS SLIKA .....	78
POPIS TABLICA.....	79
POPIS GRAFIKONA.....	81
POPIS PRILOGA .....	82

# 1. UVOD

Promet ima važnu ulogu u čovjekovu životu. Suvremene prilike u kojima živimo mijenjaju se iz dana u dan. Razvojem suvremenog života mijenjaju se sve životne sfere pa tako i promet. Tim promjenama moramo se prilagoditi. Kako bi to uspješno napravili bitno je poznavati prometni svijet. Razvojem prometom svijet postaje jedinstveniji, povezivanjem i udruživanjem ljudi se oplemenjuju, a prostori dobivaju novu, veću vrijednost.

Povećanjem broja motornih vozila poseban je problem postala sigurnost prometa na cestama. Mnogo je poginulih i teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama, po čemu zauzimamo jedno od vodećih mjesta u svijetu. Od 2010. g do 2019. g prosječan broj prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj iznosi 35386., od toga s nastradalim osobama prosječan broj iznosi 11301, a ozlijeđeno i poginulo je u prosijeku 15652 osobe.

Prometne nesreće nisu jednoliko raspoređene po cijeloj cestovnoj mreži, pa tako posebnu pozornost moramo dati određivanju opasnih mjesta na cestama. Opasna mjesta su dijelovi ceste na kojima se događa veći broj prometnih nesreća, s ljudskim žrtvama i materijalnom štetom. Da bi se u cestovnoj mreži mogli odrediti najopasniji dijelovi ceste, treba posjedovati točne podatke o prometnim nesrećama i njihovim posljedicama te točan položaj prometnih nesreća. Dobiveni podaci bilježe se na kartice i predočuju grafički. S kartica se prenose na plan koji predstavlja određeni dio ceste. Iz plana se vidi točna razdioba prometnih nesreća na nekom potezu ceste u određenom vremenskom razdoblju (obično jedna godina). Na temelju kartica i plana utvrđuju se mjesta gdje nesreće nastaju često te se za ta mjesta izrađuje dijagram kolizijskih točaka. Kolizijski dijagrami upotrebljavaju se za ilustrirano prikazivanje sličnih prometnih nesreća nastalih na određenoj lokaciji ceste. Na shemi prometnice su grafički prikazane prometne nesreće te za svaku se može očitati tip, vrsta i težina prometne nesreće. Kolizijskim dijagramom lako se utvrđuje uzrok nastanka sličnih prometnih nesreća. Omogućuju bolje razumijevanje sličnih nesreća i faktora koji su utjecali na njihov nastanak bez upotrebe opsežnih tekstualnih komentara. Na temelju osnovnih podataka



iz kolizijskog dijagrama mogu se uočiti nedostaci na cestovnoj mreži te se mogu predložiti mjere za povećanje sigurnosti cestovnog prometa.

Diplomski rad je podijeljen na 9 poglavlja:

1. Uvod
2. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa
3. Metodologija identifikacije opasnih mjesta na cestama i cestovnoj mreži
4. Analiza stanja sigurnosti cestovnog prometa na području grada Velike Gorice
5. Analiza stanja sigurnosti prometa na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica
6. Analiza prometnih oblikovnih elemenata raskrižja državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica
7. Analiza prometnog opterećenja raskrižja
8. Prijedlog mjera za poboljšanje sigurnosti na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica
9. Zaključak

U drugom poglavlju obrađeni su čimbenici sigurnosti cestovnog prometa, a posebnu pozornost dobio je čovjek kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa točnije: Osobne značajke vozača, psihofizička svojstva te obrazovanje i kultura. Treće poglavlje opisana je metodologija identifikacije opasnih mjesta na cestama i cestovnoj mreži, točnije: metoda Rate Quality Control, proces identifikacije opasnih mjesta i pregled opasnih mjesta. U četvrtom poglavlju provedena je analiza stanja sigurnosti cestovnog prometa na području grada Velike Gorice za razdoblje 2016./2017. godinu i 2018./2019. godinu. U petom poglavlju provedena je analiza stanja sigurnosti na odabranom raskrižju sljedećim redoslijedom: analiza podataka o prometnim nesrećama na odabranom raskrižju, kolizijski dijagram prometnih nesreća na raskrižju i društveni trošak prometnih nesreća na raskrižju. Šesto poglavlje obrađuje analizu

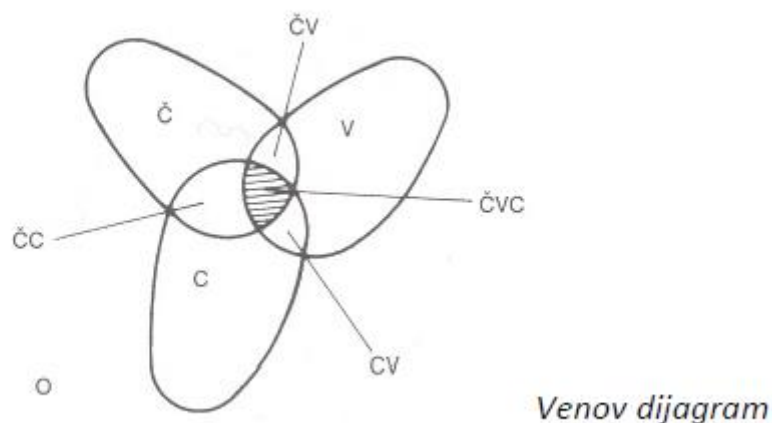
prometnih i oblikovnih elemenata odabranog raskrižja. Sedmo poglavlje analizira prometno opterećenje raskrižja. Osmo poglavlje donosi prijedlog mjera za poboljšanje sigurnosti na odabranom raskrižju prvo opisujući općenite značajke kružnih raskrižja, zatim daje prijedlog rješenja za raskrižje i konačno nudi evaluaciju predloženog rješenja kroz simulaciju u programu Sidra Intersection.

## 2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Promet je vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do mnogih konfliktnih situacija. Da bi se povećala sigurnost prometa, potrebno je provesti brojne mjere, čiji je cilj otklanjanje odnosno smanjenje opasnosti.

Analizirajući moguće uzroke, cestovni se promet može pojednostavljeno promatrati kroz tri osnovna podsustava te se može prikazati Venovim dijagramom (Slika 1.) [1]:

- čovjek (Č)
- vozilo (V)
- cesta (C)



Slika 1. Venov dijagram, [1]

Čimbenici čovjek, vozilo i cesta ne obuhvaćaju sve elemente koji mogu utjecati na stanje sustava, kao poput pravila kretanja prometa na cestama, upravljanje i kontrola prometa, te je potrebno izdvajanje četvrtog čimbenika s nazivom promet na cesti. Čimbenici sigurnosti: čovjek, cesta, vozilo i promet na cesti pojavljuju se uvijek u sustavu ako postoji promet vozila i pješaka na prometnicama. Ti čimbenici podliježu određenim pravilnostima, ali ne obuhvaćaju druge elemente koji se pojavljuju neočekivano i nesustavno a utječu na stanje

sustava. Tu se uglavnom misli na atmosferske prilike ili druge elemente, kamenje na cesti, ulje i blato na kolniku. Stoga se uočava potreba za uvođenjem još jednog čimbenika u kojemu bi bili sadržani svi ti element a to je incidentni čimbenik. [2]

Na taj način opasnost od nastanka prometnih neregule postaje funkcija pet čimbenika koji čine sustav:

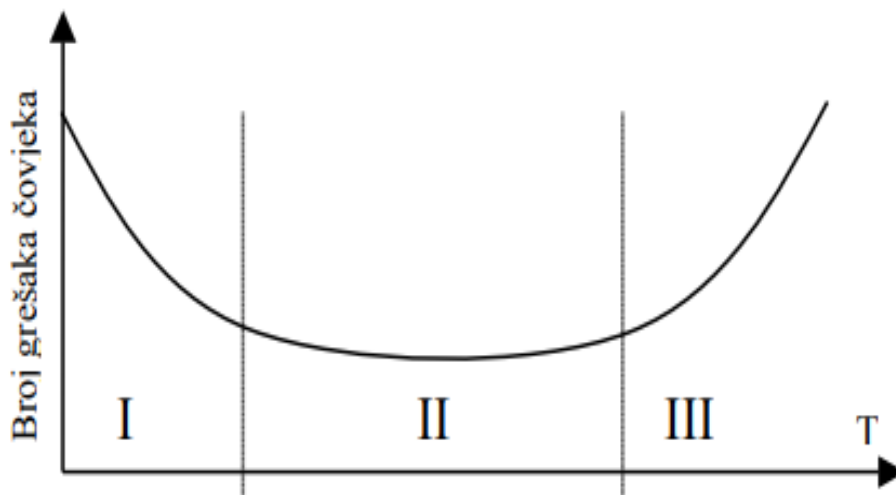
- čovjek
- vozilo
- cesta
- promet na cesti
- incidentni čimbenik. [2]

## 2.1 Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa

Čovjek kao vozač u prometu svojim osjetilima prima obavijesti vezane za prilike na cesti te, uzevši u obzir vozilo i prometne propise, određuje način kretanja vozila. Od svih čimbenika koji utječu na sigurnost prometa, utjecaj čimbenika čovjek je najvažniji. Pri razmatranju ponašanja vozača u cestovnom prometu, treba poći od toga da je vozač dio sustava koji na osnovi dobivenih obavijesti donosi odluke i regulira način kretanja vozila. Postoje velike razlike u ponašanju čovjeka u različitim situacijama. Te razlike u ponašanju ovise o stupnju obrazovanja, o zdravstvenom stanju, starosti, temperamentu, moralu, osjećajima, inteligenciji i sl. [2]

Sposobnost čovjeka - vozača da izvršava radne zadatke uz pretpostavljenu učinkovitost definira se stupnjem njegove radne sposobnosti koja se manifestira relativnim smanjenjem ili povećanjem broja grešaka u obavljanju radnog zadatka. Istraživanja radnih sposobnosti čovjeka pokazuju da na njegovu radnu sposobnost utječe niz čimbenika koji ovise o čovjeku i uvjetima u kojima čovjek obavlja svoju psihofizičku aktivnost. Razdoblje aktivnog djelovanja ljudskog organizma karakteriziraju tri faze: razdoblje zagrijavanja, razdoblje maksimalne adaptacije i razdoblje opadanja koncentracije. Prva faza predstavlja razdoblje zagrijavanja koje

karakterizira veliki broj grešaka u radu čiji su uzroci u kompleksnosti prilagođavanja ljudskog organizma. U drugoj fazi rada ljudski organizam se maksimalno adaptira radnom procesu, pa je broj grešaka relativno mali i vremenski konstantan. Vrijeme ove faze traje od pola sata do 45 minuta. Treća faza predstavlja razdoblje kada se javlja zamor u radu, pa koncentracija opada što je razlog pojavi velikog broja grešaka pri upravljanju vozilom. Zamor čovjeka može nastupiti i ranije u slučaju poremećenih okolnih uvjeta koji nastaju kao posljedica neergonomski oblikovanih radnih mjesta i položaja upravljačkih elemenata. Dijagram koji ilustrativno karakterizira faze aktivnog djelovanja ljudskog organizma (Slika 2.). [3]



Slika 2. Broj grešaka čovjeka u funkciji vremena rada, [3]

Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu:

- osobne značajke vozača
- psihofizička svojstva
- obrazovanje i kultura. [2]

### 2.1.1 Osobne značajke vozača

Osobnost je organizirana cjelina svih osobina, svojstava i ponašanja kojima se svaka ljudska individualnost izdvaja od svih drugih pojedinaca društvene zajednice. Psihički i skladno razvijena osoba je preduvjet uspješnog i sigurnog odvijanja prometa. [1]

Pojmom osobe u užem smislu mogu se obuhvatiti ove psihičke osobine:

- Sposobnost: je skup prirođenih i stečenih uvjeta koji omogućuju obavljanje neke aktivnosti
- Stajališta: stajališta vozača prema vožnji rezultat su odgoja u školi i obitelji, društva i učenja. Mogu biti privremena i stalna.
- Temperament: je urođena osobina koja se očituje u načinu mobiliziranja psihičke energije kojom određena osoba raspolaže. Prema temperamentu ljudi se mogu podijeliti na kolerike, sangvinike, melankolike i flegmatike. Za profesionalne vozače nisu pogodne osobe koleričnog ni flegmatičnog tipa.
- Osobne crte: su specifične strukture pojedinca zbog kojih on u različitim situacijama reagira na isti način. Mogu se izdvojiti: odnos pojedinca prema sebi, prema drugima, prema radu.
- Značaj (karakter): očituje se u moralu čovjeka i njegovu odnosu prema ljudima te prema poštivanju društvenih normi i radu. [1]

Sve sposobnosti čovjeka razvijaju se u prosjeku do 18-te godine i do 30-te ostaju uglavnom nepromijenjene. Od 30-te do 50-te godine dolazi do blagog pada tih sposobnosti, a od 50 te godine taj pad je znatno brži. Smatra se da je 65 godina gornja granica. Alkohol, umor smanjuju koncentraciju u vožnji.

## 2.1.2 Psihofizička svojstva

Psihofizička svojstva znatno utječu na sigurnost prometa. Kod vozače dolazi do izražaja sljedeće psihofizičke osobine, koje uvelike utječu na sigurnost prometa, a to su:

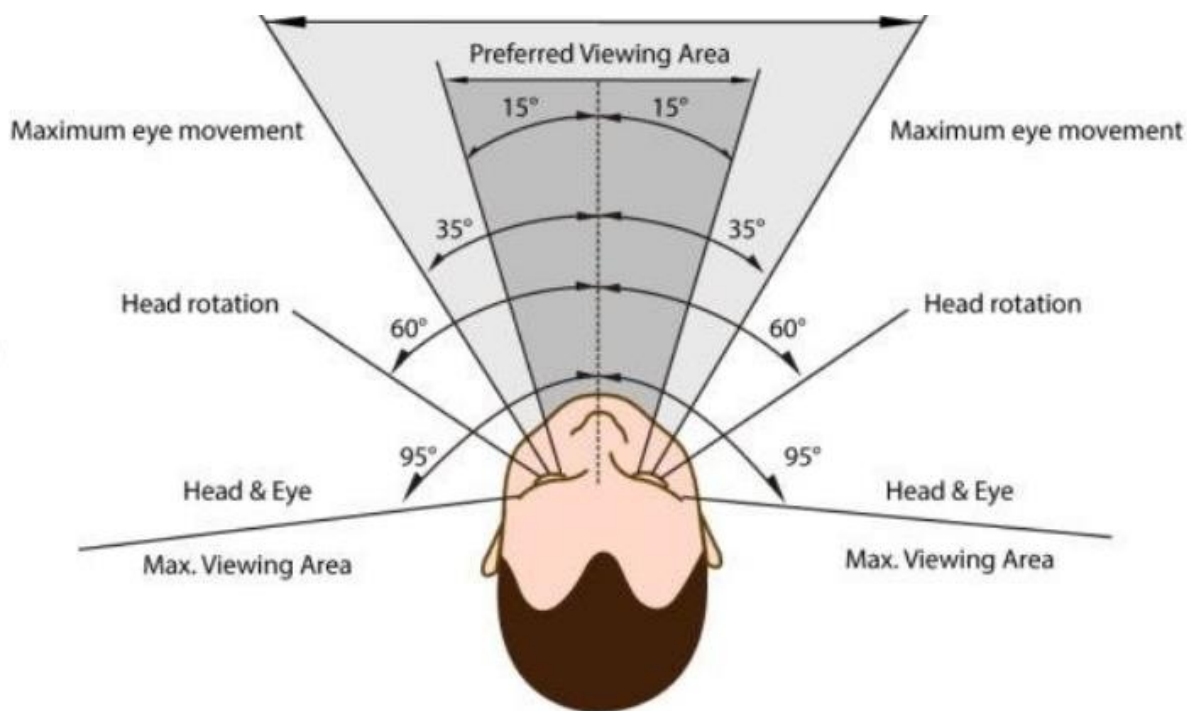
- funkcije organa osjeta
- mentalne sposobnosti
- psihomotorne sposobnosti [2]

Funkcije organa osjeta koji podražuju živčani sustav nastaje osjet vida, sluha, ravnoteže, mirisa. Zamjećivanje okoline omogućuju organi osjeta koji putem fizikalnih i kemijskih procesa obavješćuju o vanjskom svijetu i promjenama unutar tijela. Za upravljanje vozilom važni su osjeti: vida, sluha ravnoteže, mišići, mirisa.

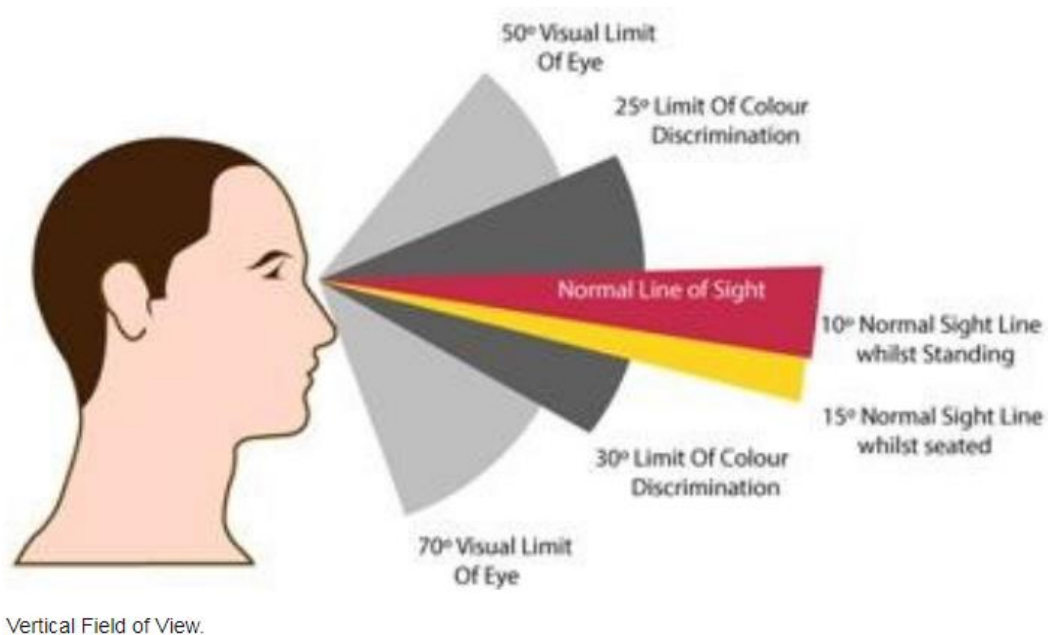
Osjet vida u obavješćivanju vozača najvažniji je osjet vida. Više od 95 % svih odluka koje vozač donosi ovisi o tim organima. Vidno polje je se prostor u kojem čovjek uočava predmete a da pritom ne pokreće glavu i oči. Vidno polje se dijeli na horizontalno (Slika 3.) i vertikalno (Slika 4.). Širina horizontalnoga vidnog polja iznosi od 40-140 stupnjeva a ovisi o brzini kretanja vozila. Širina vertikalnog polja je oko 115 stupnjeva. Vidno polje može se podijeliti:

- na oštro vidno polje, koje leži do tri stupnja sa svake strane od simetrale
- jasno vidno polje, do 10 stupnjeva od simetrale
- dovoljno jasno vidno polje, koje leži do 20 stupnjeva od simetrale
- periferno vidno polje, koje leži preko 20 stupnjeva od simetrale

Za povećanje oštrog vidnog polja koriste se vanjski i unutarnji retrovizor te pokreti vozača: pokreti tijela, pokreti glave i pokreti oka. [1]



Slika 3. Horizontalno vidno polje, [4]



Vertical Field of View.

Slika 4. Vertikalno vidno polje, [4]

Osjet sluha znatno manje utječe na sigurnost prometa nego osjet vida. Služi za kontrolu rada motora, za određivanje smjera i udaljenosti vozila pri kočenju. Putem osjetnog organa



sluha prenosi se buka, koja loše djeluje na vozača jer izaziva umor i smanjuje njegovu sposobnost vožnje. Ljudi sa slabim sluhom naknađuju taj nedostatak povećanim naprezanjem vida.

Osjet ravnoteže je važan za sigurnost kretanja vozila, osobito kod vozača motora, s pomoću osjeta ravnoteže uočava se nagib ceste, ubrzanje ili usporenje vozila, bočni pritisak u zavoj. Centar za ravnotežu smješten je u unutarnjem uhu.

Mišićni osjet dobiva podražaj putem osjetnih stanica u mišiću. On daje vozaču obavijest o djelovanju vanjskih sila zbog promjene brzine i o silama koje nastaju pritiskom na kočnicu, spojku.

Osjet mirisa nema velik utjecaj na sigurnost prometa, jedino u posebnim slučajevima, npr. pri duljem kočenju, kad pregore instalacije. [2]

Psihomotoričke sposobnosti su sposobnosti koje omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad raznih mišića. Pri upravljanju vozilom važne su ove psihomotoričke sposobnosti:

- brzina reagiranja,
- brzina izvođenja pokreta,
- sklad pokreta i opažanja.

Vrijeme reagiranja je vrijeme koje prođe od trenutka pojave nekog signala ili neke određene situacije do trenutka reagiranja nad vozilom. Brzina reagiranja ili vrijeme reagiranja ovisi: o individualnim osobinama vozača, o godinama starosti, o jačini podražaja, o složenosti prometne situacije, o fizičkoj i psihičkoj kondiciji i stabilnosti vozača, o koncentraciji i umoru vozača, o brzini vožnje, o klimatskim uvjetima. [2]

Mentalne sposobnosti su mišljenje, pamćenje, inteligencije, učenje i sl. Osoba s razvijenim mentalnim sposobnostima bolje upoznaje svoju okolicu i uspješno se prilagođuje okolnostima. Jedna od važnijih mentalnih sposobnosti je inteligencija. To je sposobnost snalaženja u novonastalim situacijama uporabom novih, nenaučenih reakcija. [1]

### 2.1.3 Obrazovanje i kultura

Obrazovanje i kultura važni su čimbenici u međuljudskim odnosima u prometu. Vozač koji je stekao određeno obrazovanje poštuje prometne propise i odnosi se ozbiljno prema ostalim sudionicima i prometu. Tijekom vožnje takav se vozač ne nameće drugima, nego nastoji pomoći ostalim vozačima kako bi se izbjegla prometna nesreća.[2]

Učenjem se postiže znanje koje je nužno za normalno odvijanje prometa. Tu se može ubrojiti:

- poznavanje zakona i propisa o reguliranju prometa
- poznavanje kretanja vozila
- poznavanje vlastitih sposobnosti. [2]

### 2.2 Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu ljudi i tereta, a može se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzano ili usporeno. Svojom konstrukcijom i eksploatacijskim značajkama utječe u velikoj mjeri na sigurnost prometa. Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne. U aktivne elemente sigurnosti mogu se ubrojiti ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće, dok se u pasivne elemente mogu ubrojiti rješenja koja imaju zadaću, u slučaju nastanka prometne nesreće, ublažiti njezine posljedice. [2]

U aktivne elemente sigurnosti vozila mogu se ubrojiti:

- kočnice
- upravljački mehanizam
- gume
- svjetlosni i signalni uređaji
- uređaji koji povećavaju vidno polje vozača
- konstrukcija sjedala

- spojleri
- uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila
- vibracije vozila
- buka. [2]

Pasivni elementi sigurnosti vozila su:

- školjka (karoserija)
- vrata
- sigurnosni pojasevi
- nasloni za glavu
- vjetrobranska stakla i zrcala
- položaj motora, spremnika, rezervnoga kotača i akumulatora
- odbojnik
- sigurnosni zračni jastuk. [2]

### 2.3 Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok nastanka prometnih nesreća, a oni mogu nastati pri projektiranju cesta i pri njihovoj izvedbi. [1]

Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa obilježuju:

- trasa ceste
- tehnički elementi ceste
- stanje kolnika
- oprema ceste
- rasvjeta ceste
- križanja
- utjecaj bočne zapreke
- održavanje ceste [1]

Trasa ceste trasom ceste određuje se smjer i visinski položaj ceste. Trasa ceste sastoji se od pravaca, zavoja i prijelaznih krivulja, a ti elementi trebaju biti izabrani tako da omogućuju sigurno kretanje vozila pri određenoj računskoj brzini. Trasa ceste treba biti homogena omogućavati jednoličnu brzinu kretanja vozila. Duljine pravaca i zavoja treba međusobno uskladiti. Osim tehničke sigurnosti, potrebno je osigurati i psihološku sigurnost, koja ovisi o tome kako na vozača djeluje okolni teren.

Tehnički elementi ceste važni su čimbenici sigurnosti prometa. Naše ceste izvedene sa kolnikom sa po dva prometna traka. Istraživanja su pokazala da se povećanjem širine prometnih trakova broj nereća smanjuje. Na cestama za mješoviti promet gdje sudjeluje veliki broj biciklista prometu, nužno je predvidjeti biciklističke staze izvedbom rubnih trakova povećava se sigurnost, zbog psihološkog djelovanja na vozača. Izrada bankina također znatno povećava razinu sigurnosti. [1]

Stanje kolnika velik broj prometnih nesreća nastaje zbog smanjenog koeficijenta trenja između kotača i kolnika te zbog oštećenja gornje površine kolnika pojavom udarnih rupa. Dobrim prijanjanjem sprečava se klizanje vozila, bilo u uzdužnom ili poprečnom smjeru. Na smanjenje prijanjanja znatno utječu: moker zastor, vodeni klin, onečišćen i blatan zastor, neravnine na zastoru.

Oprema ceste dobrom opremom povećava se sigurnost vozača, što je posebno važno pri velikim brzinama i velikoj gustoći prometa. Opremu čine: prometni znakovi, kolobrani, ograde, živice, smjerokazi, kilometarske oznake, snjegobrani i vjetrobani.

Prometni znakovi prometna signalizacija mora se postavljati prema elaboratu o opremi i signalizaciji ceste.

Križanja broj prometnih nereća na križanjima u gradu iznosi 40-50% ukupnog broja nesreća. Provedena istraživanja pokazala su da se pri preglednosti na križanju smanjenoj 3 puta sigurnost smanji 10 puta.

Utjecaj bočne zapreke stalne ili povremen zapreke u blizini ruba kolnika nepovoljno utječu na sigurnost prometa. Prema našim propisima, udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde, ako postoji trak za zaustavljanje vozila u nuždi, iznosi 0.70 m, a ako nema traka za zaustavljanje vozila, njena udaljenost ovisi o širini prometnog traka.

Održavanje ceste pri redovitom održavanju, koje počinje u proljeće, izvode se svi potrebni popravci zastora, čišćenje odvodnih kanala, zamjena dotrajale signalizacije i uređuju se kosine zemljanog trupa. Investicijskim održavanjem uređuju se opasna mjesta, obnavlja se zastor, rekonstruiraju tehnički elementi ceste. [1]

## 2.4 Čimbenik promet na cesti

Čimbenik promet na cesti obuhvaća podčimbenike: organizacija, upravljanje i kontrola prometa. Organizacija prometa obuhvaća prometne propise i tehnička sredstva za organizaciju prometa. Upravljanje prometom obuhvaća način i tehniku upravljanja cestovnim prometnicama. Kontrola prometa obuhvaća način kontrole prometa te ispitivanje i statistiku prometnih nesreća. Prometni znakovi sa svojim simbolima, signalima i dopunskim pločama upozoravaju vozače o prometnim uvjetima i o njihovim obvezama prema tim uvjetima. [2]

## 2.5 Incidentni čimbenik

Čimbenici čovjek, vozilo, cesta i promet na cesti podliježu određenim pravilnostima koje se mogu predvidjeti. Međutim, tim čimbenicima nisu obuhvaćene atmosferske prilike ili neki drugi elementi, kao što je trag ulja na kolniku, nečistoća, divljač i slično, koji su zapreka sigurnom odvijanju prometa. Zbog toga je potrebno uvođenje još jednog čimbenika, incidentnog čimbenika, čije se djelovanje pojavljuje na neočekivan i nesustavan način. U atmosferske utjecaje koji djeluju na sigurnost prometa mogu se ubrojiti: kiša, poledica, snijeg, magla, vjetar, atmosferski tlak, visoke temperature, djelovanje sunca. [2]

### 3. METODOLOGIJA IDENTIFIKACIJE OPASNIH MJESTA NA CESTAMA I CESTOVNOJ MREŽI

Opasno mjesto u cestovnom prometu predstavlja mjesto na cesti ili dijelu ceste na kojoj se događa natprosječan broj prometnih nesreća. Budući da pojam opasno mjesto nije zakonski reguliran pojam, kao u pojedinim zemljama, postoji i više različitih izvedenica tog pojma. U domaćoj literaturi takva mjesta nazivaju se i opasna cestovna lokacija ili crne točke cestovnog prometa. Domaći autori različito interpretiraju pojam opasnih mjesta pa tako pojedini autori definiraju opasno mjesto kao dijelove ceste na kojima se događa veći broj prometnih nesreća, s ljudskim žrtvama i većom materijalnom štetom, dok drugi autori navode da su opasne cestovne lokacije ili crne točke mjesta na cesti na kojima je rizik od prometnih nesreća značajno veći nego na drugim cestovnim lokacijama. [5]

Kao najrelevantnije polazište prilikom istraživanja cestovne prometne sigurnosti nameće se statistika. Kroz statističke pokazatelje moguće je odrediti opasna mjesta ili opasne dionice koje predstavljaju lokaciju na cesti kojoj se pripisuje visok rizik i vjerojatnost nastanka prometne nesreće u odnosu na razinu rizika u okolnim područjima. Određivanje crnih točaka na cestama na osnovu evidentiranih pokazatelja sigurnosti (broja prometnih nesreća, broja poginulih osoba, broja teže i lakše ozlijeđenih osoba na pojedinim dionicama ceste) prvi je korak koji treba poduzeti da bi se kasnije mogle odrediti i provesti preventivno-represivne mjere za povećanje sigurnosti u prometu. Određivanje opasnih mjesta, na cestama predstavlja značajan aspekt upravljanja prometa na takvim mjestima koja predstavljaju potencijalnu opasnost. [6]

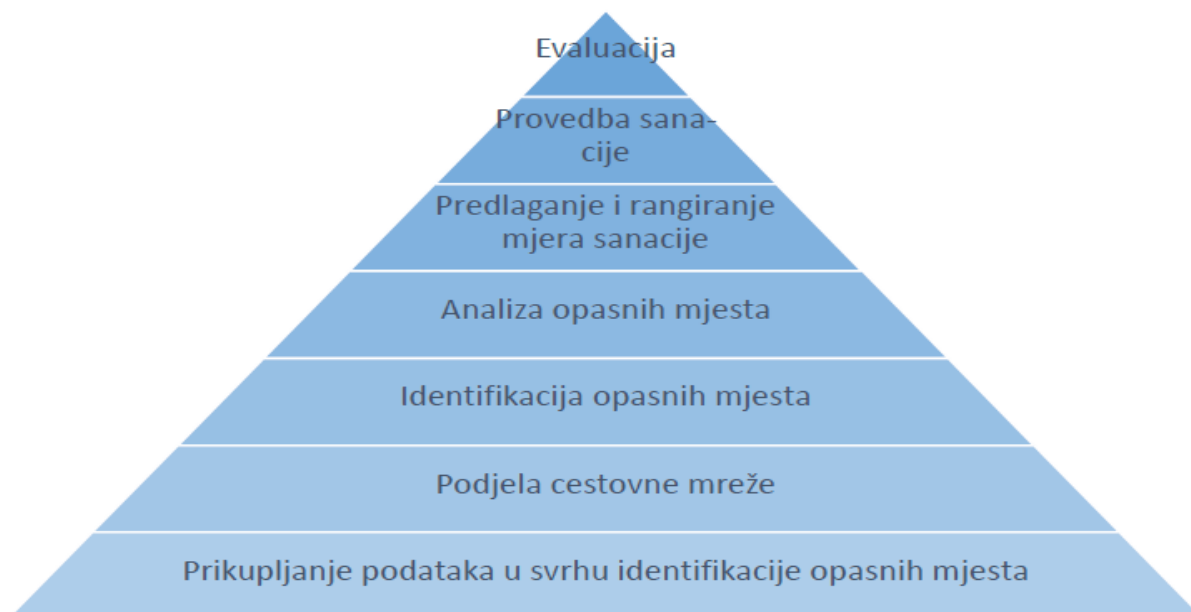
Prema navedenoj metodologiji, opasnim mjestom može se nazvati raskrižje ili odsječak ceste duljine do 300 [m], odnosno opasnom dionicom može se nazvati dio ceste duljine od 300 do 1000 [m], uz uvjet da udovoljavaju jednom od sljedeća tri kriterija:

- ako se na kritičnoj lokaciji u prethodne 3 godine dogodilo 12 ili više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama

- ako je u prethodne tri godine na promatranoj lokaciji evidentirano 15 ili više prometnih nesreća, bez obzira na posljedice i
- ako su se na kritičnoj lokaciji, u prethodne 3 godine, dogodile tri ili više istovrsnih prometnih nesreća, u kojima su sudjelovale iste skupine sudionika, s istim pravcima kretanja, na istim konfliktnim površinama. [5]

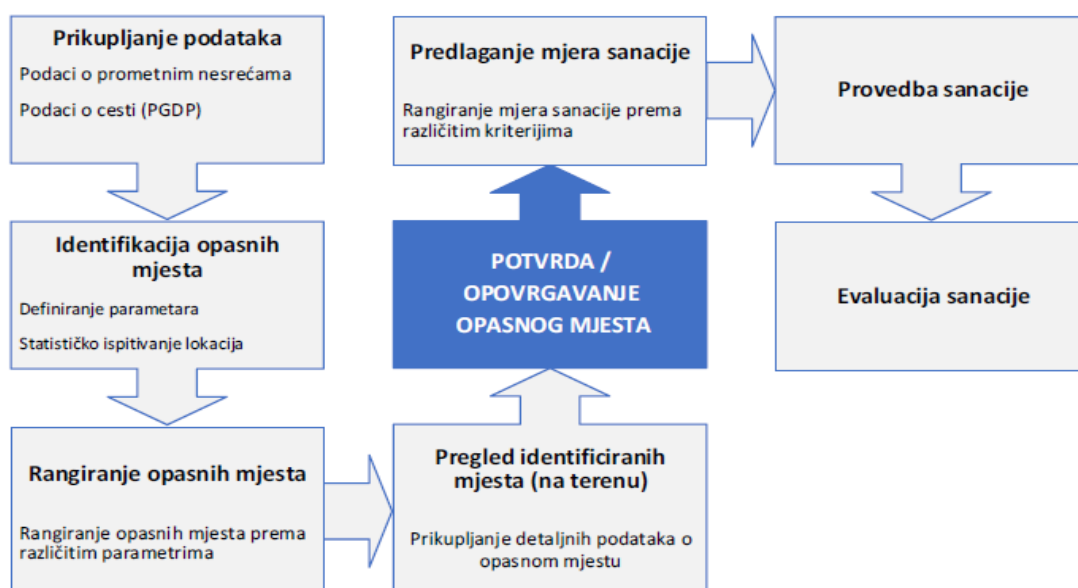
### 3.1 Metoda Rate Quality Control

Jedna od pouzdanijih metoda za identifikaciju opasnih mjesta *Rate Quality Control* (RQC) mjesta koju koriste mnoge institucije u svijetu koje se bave problematikom opasnih mjesta. Pokazuje visoku točnost jer je bazirana direktno na statističkom testiranju opasnosti svake lokacije u usporedbi s drugom lokacijom sličnih karakteristika. Statističko ispitivanje svake lokacije temelji se na pretpostavci da su prometne nesreće rijetki događaji čija se vjerojatnost pojavljivanja može aproksimirati prema Poissonovoj distribuciji. Dinamičko funkcioniranje modela omogućuje identificiranje opasnih mjesta i prema drugim parametrima. Identifikacija opasnih mjesta pomoću *Rate Quality Control* metode provodi se na način da se na temelju broja prometnih nesreća te prometnog opterećenja na promatranoj lokaciji odredi kritična razina nastanka prometnih nesreća. Ukoliko stopa prometnih nesreća prelazi kritičnu razinu definiranu ovom metodom, smatra se da se prometne nesreće, statistički, ne događaju slučajno, već se radi o identificiranom opasnom mjestu. Identifikacija analiza i mjere sanacije opasnog mjesta imaju svoje faze po kojima se postupa (Slika 5.). [5]



Slika 5. Faze procesa upravljanja opasnim mjestom, [5]

Početak sustavnog upravljanja opasnim mjestima temelji se na prikupljenim podacima o prometnim nesrećama kako bi se na relevantan način utvrdile lokacije s lokalnim faktorom rizika, ali i ostali podaci o karakteristikama lokacija na kojima se događaju prometne nesreće. Uvažavajući međunarodne preporuke kroz faze procesa upravljanja opasnim mjestima, predložen je i model identifikacije, primjenjiv za Republiku Hrvatsku, čiji koraci su prikazani na slici. (Slika 6.) [5]

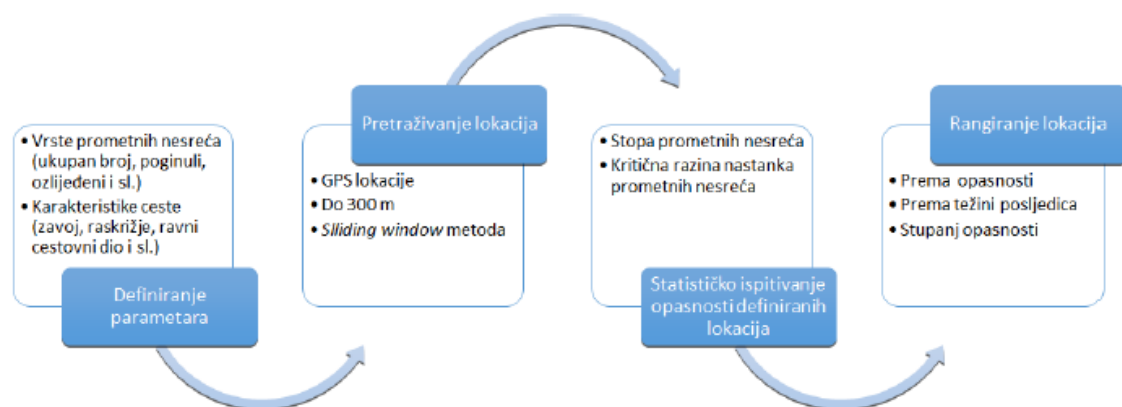


Slika 6. Proces upravljanja opasnog mjesta za Republiku Hrvatsku, [5]



### 3.2 Proces identifikacije potencijalnih opasnih mjesta

Identifikacija opasnih mjesta u cestovnom prometu započinje sa određivanjem lokacije sa natprosječnim brojem prometnih nesreća. Proces i način prikazani su kroz pet koraka prikazanih u nastavku (Slika 7.). [5]



Slika 7. Proces provedbe identifikacije opasnog mjesta, [5]

Korak 1. Na početku identifikacije opasnih mjesta nužno je prvo definirati na temelju kojih parametara će se identificirati opasna mjesta. Ako se opasna mjesta pretražuju samo na temelju, npr. prometnih nesreća sa poginulim osobama, potrebno je na definiranoj cesti izdvojiti sve lokacije na kojima se dogodila prometna nesreća sa bar jednom poginulom osobom u posljednje tri godine. Osim vrste prometnih nesreća s obzirom na posljedice, potrebno je definirati i ostale karakteristike opasnih mjesta, npr. da li se pretražuju samo ravni dijelovi cesta, zavoji, raskrižja i sl.

Korak 2. Sukladno definiranim parametrima, izdvoje se tražene lokacije prometnih nesreća. Ukoliko se koristi metoda segmentiranja dionice na fiksne dijelove, potrebno je dodatno analizirati svaku granicu između dva susjedna segmenta te u slučaju postojanja lokacija prometnih nesreća ispred ili iza pojedinog segmenta potrebno ih je također pridružiti primarnom segmentu, ali opet do maksimalnih 1000 m.

Ukoliko se identifikacija vrši na raskrižjima, u obzir se uzima i zona oko raskrižja/križanja. Zona raskrižja/križanja je određena na osnovi prometne signalizacije koja upozorava na raskrižje/križanje, a ako nema signalizacije onda se koristi vrijednost do 20 m od sljedeće točke sjecišta rubova cesta koje se međusobno križaju. Isto se odnosi i na druge elemente ceste poput tunela, zavoja i sl.

Korak 3. Sljedeći korak u radu modela odnosi se na statističko ispitivanje opasnosti svake lokacije na kojoj su se događale prometne nesreće prema zadanim parametrima. U prvom koraku statističko ispitivanje podrazumijeva definiranje stope prometnih nesreća na svakoj lokaciji promatrane ceste gdje su se dogodile prometne nesreće. Stopa prometnih nesreća može se definirati kao omjer između broja prometnih nesreća i mjere izloženosti na promatranom području. U analizama razine sigurnosti i rizika, kao mjera izloženosti, najčešće se primjenjuje prometno opterećenje pri čemu se na raskrižjima razmatra zbroj vozila koja ulaze na križanje, dok se na ostalim dijelovima ceste (dionicama) razmatra zbroj vozila koja prolaze kroz promatrani poprečni presjek u oba smjera u promatranom razdoblju pri čemu je potrebno uzeti u obzir i duljinu promatrane dionice ceste.

Korak 4. Izračun kritične razine nastanka prometnih nesreća za svaku lokaciju na temelju prosječne stope prometnih nesreća svih lokacija je sljedeći korak statističkog ispitivanja. Ukoliko stopa prometnih nesreća prelazi kritičnu razinu definiranu ovom metodom, smatra se da se prometne nesreće, statistički, ne događaju slučajno, već da se radi o potencijalno opasnom mjestu. U slučaju da stopa prometnih nesreća ne prelazi kritičnu razinu, lokacija statistički nije potencijalno opasno mjesto.

Korak 5. U posljednjem dijelu rada modela, identificirana potencijalna opasna mjesta se rangiraju prema omjeru između stope prometnih nesreća i kritične razine nastanka prometne nesreće. Potencijalno opasna mjesta se rangiraju od najveće razlike omjera prema najmanjoj, pa će tako lokacija s najvećim omjerom razlike identificirati kao potencijalno najopasnije mjesto, dok će se lokacija s najmanjim omjerom razlike identificirati kao najmanje opasno u odnosu na druga opasna mjesta. [5]

### 3.3. Pregled opasnih mjesta

Nakon procesa provođenja identifikacije opasnih mjesta lokacije prometnih nesreća se na temelju rangiranja analiziraju na samom terenu (*In situ* analiza). Osnovni cilj ovog pregleda je utvrditi da li su prometne nesreće na promatranj lokaciji uzrokovane prometno – tehničkim nedostacima ceste. [5]

U ovoj vrsti pregleda, prikupljaju se detaljne informacije o samoj lokaciji kako bi se utvrdilo da li se uistinu radi o opasnoj lokaciji na kojoj se određenim prometno – tehničkim zahvatima mogu otkloniti opasnosti koje uzrokuju nastanak prometnih nesreća. U tu svrhu pregled lokacije koje je potencijalno opasno svojim sadržajem mora dati informacije o slijedećim elementima:

- kvaliteti prometnih znakova, opravdanost postavljanja i njihovoj vidljivosti
- kvaliteti oznaka na cesti te njihovoj korelaciji sa prometnim znakovima
- kvaliteti kolničkog zastora i vrijednosti koeficijenta trenja
- preglednosti ceste te utjecaju eventualnih prepreka na vozača
- utjecaj okolne infrastrukture i okoliša na vidljivost vozača i
- adekvatnosti ograničenja brzine u odnosu na mogućnosti ceste. [5]

Prije izlaska na lokaciju identificiranog potencijalnog opasnog mjesta, potrebno je u obrazac upisati sve raspoložive podatke o cesti te broju i posljedicama prometnih nesreća kako bi se sukladno Direktivi 2008/96/EC mogle ocijeniti slijedeći elementi ceste:

- opis cestovne dionice
- konzultiranje ranijih izvještaja (ako ih ima) o dotičnoj dionici
- analiza izvještaja o nesrećama i
- broj nesreća, broj poginulih i broj teško ozlijeđenih osoba u razdoblju od protekle tri godine. [5]

Opis cestovne dionice mora sadržavati detaljne informacije o lokaciji od kojih se manji dio prikuplja iz izvještaja o registriranim nesrećama a drugi dio na temelju pregleda lokacije. Osnovni podaci o lokaciji stoga moraju omogućiti potvrđivanje ili opovrgavanje teze da je promatrana lokacija uistinu opasno mjesto a moraju sadržavati slijedeće informacije:

- Osnovni podaci o promatranoj lokaciji
- Geometrijske karakteristike ceste
- Prometna signalizacija i oprema ceste
- Površina kolnika
- Okoliš
- Rasvjeta
- Fotografaska i video dokumentacija. [5]

## 4. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA NA PODRUČJU GRADA VELIKE GORICE

Grad Velika Gorica smješten je u središnjem dijelu Hrvatske, 16 kilometara južno od Zagreba. Sa 63.511 stanovnika najveći je grad Zagrebačke županije. Veliku Goricu karakterizira vrlo povoljan prometni smještaj s nekim od ključnih prometnih pravaca – prugom Zagreb – Sisak, blizinom europskog cestovnog i željezničkog koridora X te Zračnom lukom Zagreb. Grad obuhvaća nizinsko područje Turopolja te sjeveroistočne padine Vukomeričkih gorica. Područje grada, površine oko 566 četvornih kilometara, prostire se od rijeke Save na sjeveroistoku i Kupe na jugozapadu. Razvoj grada uvelike je determiniran prometnim položajem i blizinom Zagreba. [7]

Opće stanje cestovnih prometnica je vrlo dobro obzirom na izgrađene obilaznice oko grada koje su izmjestile promet, ali i omogućile odličnu povezanost kako sa Zagrebom, tako i sa sveukupnom cestovnom mrežom Republike Hrvatske. Okosnicu cestovnog prometa velikogoričkog područja smjerom zapad - istok čini državna cesta D-30 Čvor Kosnica - Velika Gorica - Petrinja - Hrvatska Kostajnica - granica Republike Bosne i Hercegovine. Na tom prometnom pravcu trenutno je u izgradnji autocesta A-11 Zagreb - Sisak te je već izgrađena istočna obilaznica oko Grada kojom se izmjestio promet iz centra i ubrao protok vozila. Područje Velike Gorice ima dodatnu vezu sa Zagrebom i preko čvora Kosnica, čime je velikogoričko područje dobilo izravnu vezu s istočnim dijelom Zagreba, posebice industrijskom zonom oko Radničke ceste. Na tom dijelu područje Velike Gorice zahvaća i zagrebačka obilaznica, odnosno autocesta A-3 GP Bregana (granica Slovenije) – Zagreb – Slavonski Brod – GP Bajakovo (granica Srbije). Preko čvora Buzin ili Kosnica, Velika Gorica ostvaruje laku vezu sa svim ostalim glavnim prometnim pravcima u Hrvatskoj prema Rijeci, Splitu i Osijeku te inozemstvu. Stanje ostalih prometnica donekle je zadovoljavajuće, iako ima dosta dijelova gdje je kolnik u lošem stanju i gdje gabariti cesta po pitanju širine ceste i zavoja nisu primjereni prometnim potrebama. U tom kontekstu može se izdvojiti situacija na županijskoj cesti Ž -

3041 uz Savu, gdje zbog izuzetno uskog kolnika praktički cijelo područje Općine Orle nema primjerenu vezu s hrvatskom cestovnom mrežom. [8]

Nepoželjne pojave cestovnog prometa na prometnicama su prometne nesreće. Prometna nesreća se definira kao događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu, i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta. [9]

Prema analizi broja prometnih nesreća u razdoblju od 2016. - 2018. godine, utvrđeno je u Republici Hrvatskoj da se godine 2016. dogodilo ukupno 37757 prometnih nesreća, a u gradu Velika Gorica 292 prometne nesreće, dok je u 2017. godini u Republici Hrvatskoj broj prometnih nesreća iznosio 34368, a u gradu Velika Gorica 283 prometne nesreće. U 2018. godini može se primijetiti dalji pad prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj na 33440, a u gradu Velika Gorica može se uvidjeti rast prometnih nesreća na 398.

Tablica 1. Ukupan broj prometnih nesreća na području grada Velike Gorice u razdoblju od 2016. do 2018. godine

Godina	Grad Velika Gorica	Republika Hrvatska
2016	292	37757
2017	283	34368
2018	398	33440

Izvor: [10]

#### 4.1 Analiza stanja sigurnosti cestovnog prometa u gradu Velika Gorica za 2016./2017. godinu

Tijekom prvih 12. mjeseci 2017. godine na području PP Velika Gorica dogodilo se ukupno 397 (2016-422) prometnih nesreća. Od tog broja jedna prometna nesreća je bila sa

smrtno stradalom osobom (2017-1,2016-4), 113 (2016-126) nesreća bilo je sa ozlijeđenim osobama u kojima je bilo teško ozlijeđenih osoba 25 (2016-29), a 151 (2016-172) osoba je zadobilo lake tjelesne ozlijeđe. Ostatak od 280 (2016-292) prometnih nesreća bilo je sa materijalnom štetom. U usporedbi sa istim razdobljem prošle godine vidljivo je da se broj lakše ozlijeđenih osoba u padu za 11.89% a broj teško ozlijeđenih osoba je u padu za 13.79% osoba. Ukupan broj ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama je u padu za 12.21% osoba. Ukupan broj prometnih nesreća je padu za 5.92% (Tablica 2.). [11]

Tablica 2. Prometne nesreće i posljedice na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.

	2017.	2016.	razlika	%
<b>PROMETNE NESREĆE</b>				
<b>U K U P N O</b>	397	422	-25	-5,92%
<b>S NASTRADALIMA</b>	114	130	-16	-12,31%
- s poginulima	1	4	-3	-75,00%
- s ozlijeđenima	113	126	8	-10,32%
<b>S MATERIJALNOM ŠTETOM</b>	283	292	43	-3,08%
<b>NASTRA DALE OSOBE</b>				
<b>U K U P N O</b>	152	176	-24	-13,64%
<b>POGINULO</b>	1	4	-3	-75,00%
<b>OZLIJEĐENO</b>	151	172	-21	-12,21%
- teško	25	29	-4	-13,79%
- lako	126	143	-17	-11,89%

Izvor: [11]

Poginuli vozači u prometnim nesrećama za 2017. godinu za 66.97% je manji u odnosu na 2016, dok je ozlijeđenih manje za 2.78%. Nije poginuo niti jedan putnik u dvije godine., ali

ozlijeđeno ih je 23.40% manje nego u 2016. godini. Smrtnost stradalih pješaka za 2017. godinu za 100% je veća prema 2016. godini (Tablica 3.).

Tablica 3. Nastradali sudionici u prometnim nesrećama na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.

Svojstva sudionika	Poginuli			Ozlijeđeni		
	2017.	2016.	%	2017.	2016.	%
Vozači	1	3	-66,67	105	108	-2,78
Putnici			0,00	36	47	-23,40
Pješaci		1	-100,00	10	17	-41,18
UKUPNO	1	4	-75,00	151	172	-12,21

Izvor: [11]

Ukupno sudjelovalo u prometnim nesrećama na području grada za 2016./2017. godinu su 854 osobe i to 559 ili 65,46% muškog i 295 ili 34,54% ženskog spola, najviše je utvrđeno vozača muškog i ženskog spola starosti 30-40 godina, dok je najmanje utvrđeno u dobnoj skupni od 00-14 godina bez posjedovanja vozačke dozvole. Najveći broj pješaka muškog spola starosti 30-40 godina, a najmanji u 18-24 godine niti jednog zabilježenog slučaja, te najviše se bilježi putnika muškog i ženskog spola starosti 00-14 godina (Tablica 4.).

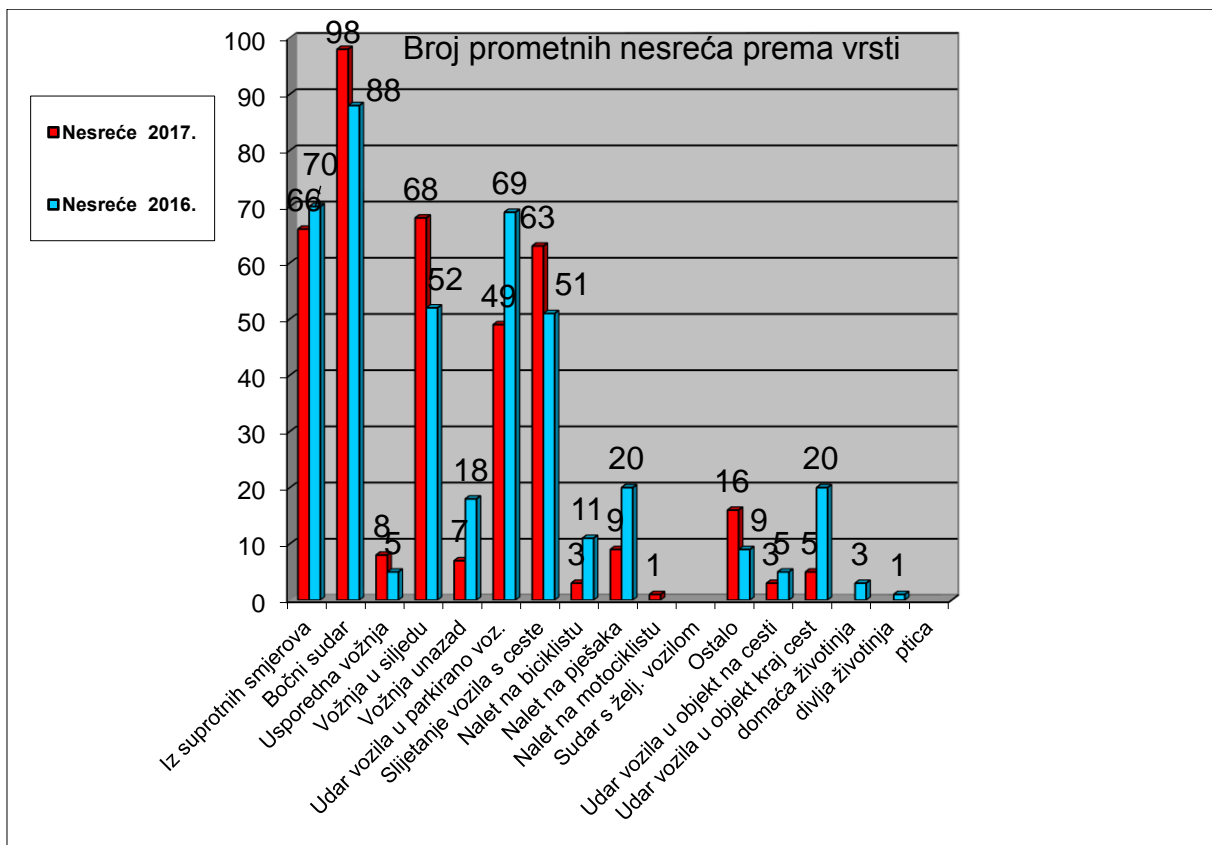
Tablica 4. Sudionici prometnih nesreća po dobi i spolu za području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.

Sudionici prometnih nesreća po dobi i spolu	vozači				putnici				pješaci			
	12. 2017.		12. 2016.		12. 2017.		12. 2016.		12.2017.		12.2016.	
	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž
0 - 14	2	2	2	1	<b>25</b>	23	30	26	1	1	2	3
14 - 18	7	1	9	1	8	10	9	7		1		0
18 - 24	68	23	72	24	11	17	25	30				
24 - 30	46	29	60	18	7	12	15	8			1	1
30 - 40	<b>90</b>	<b>41</b>	113	47	9	16	12	15	2		2	1
40 - 50	90	36	91	8	14	20	8	23	1			1
50 - 60	73	21	67	18	10	11	4	11	1	1	1	3
60 -	88	16	78	12	5	<b>12</b>	12	12	<b>1</b>	<b>2</b>	2	2
ukupno	464	169	492	129	89	121	115	132	6	5	8	11

Izvor: [11]



Vrste prometnih nesreća možemo podijeliti na: iz suprotnih smjerova, bočni sudar, usporedna vožnja, vožnja u slijedu, vožnja unazad, udar vozila u parkirano vozilo, slijetanje vozila s ceste, nalet na biciklistu, nalet na pješaka, nalet na motociklistu, sudar s željezničkim vozilom, ostalo, udar vozila u objekt na cesti, udar vozila u objekt kraj ceste, nalet na domaću životinju, nalet na divlju životinju, nalet na pticu. Najviše prometnih nesreća na području grada bili su bočni sudari za 2016./2017. godinu, zatim slijede sudari iz suprotnih smjerova dok je najmanje bilo sa niti jednim zabilježenim slučajem sudar za željezničkim vozilom i nalet na pticu (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Broj prometnih nesreća prema vrsti za području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu, [11]

Prema analizi podatka prometnih nesreća prema okolnostima u 2016./2017. godini na području grada dogodilo se najviše nesreća zbog brzine neprimjerenim uvjetima u 2017. godini desila su se 97 slučaja, a u 2016. godini dogodila su se 70 slučaja što je uvećanje od godinu

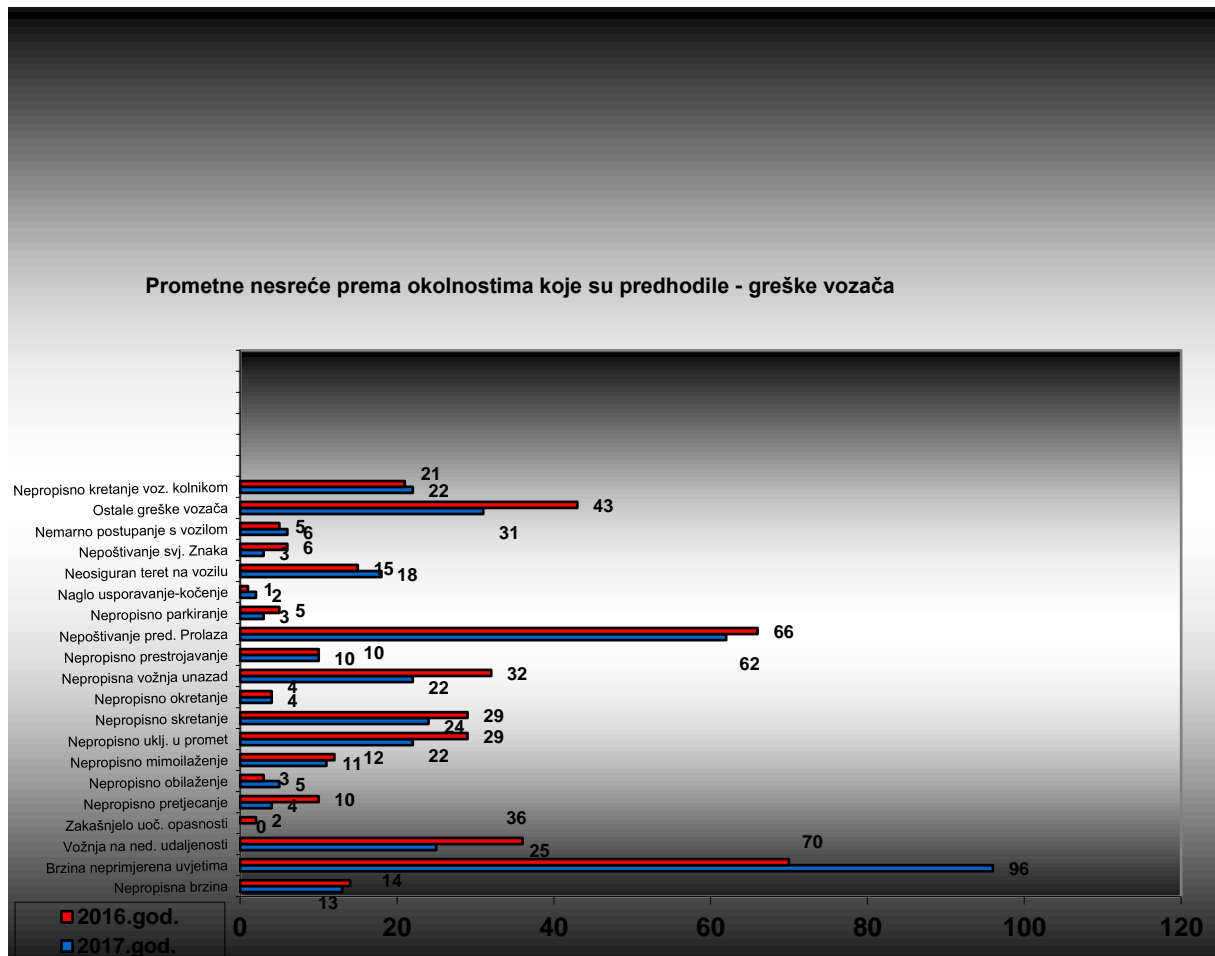
dana od 38.57%. Zatim slijede prometne nesreće nepoštivanje prednosti prava prolaska sa ukupnim brojem u dvije godine od 128 prometnih nesreća ali sa padom u odnosu na 2016. godinu za 6.06%. Treća najzastupljenije su ostale greške samih vozača ali postaji pad u 2017. godini od 25.58% u odnosu na 2016. godinu (Tablica 5.).

Tablica 5. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.

Okolnosti koje su prethodile	Nesreće			Poginuli		Ozlijeđeni	
	2017.	2016.	%	2017.	2016.	2017.	2016.
Nepropisna brzina	14	14	0,00			9	7
Brzina neprimjerena uvjetima	<b>97</b>	<b>70</b>	<b>38,57</b>	<b>1</b>		<b>38</b>	<b>40</b>
Vožnja na ned. udaljenosti	26	36	-27,78		1	6	12
Zakašnjelo uoč. opasnosti	0	2	-100,00				
Nepropisno pretjecanje	4	10	-60,00		1		6
Nepropisno obilaženje	5	3	66,67			2	
Nepropisno mimoilaženje	11	12	-8,33			1	3
Nepropisno uklj. u promet	23	29	-20,69			10	12
Nepropisno skretanje	24	29	-17,24			3	7
Nepropisno okretanje	4	4	0,00				1
Nepropisna vožnja unazad	22	32	-31,25				1
Nepropisno prestrojavanje	11	10	10,00			6	4
Nepoštivanje pred. prolaza	62	66	-6,06			28	37
Nepropisno parkiranje	3	5	-40,00				
Naglo usporavanje-kočenje	2	1	100,00			2	2
Nepoštivanje svj. znaka	18	15	20,00			18	9
Neosiguran teret na vozilu	3	6	-50,00			1	1
Nemarno postupanje s vozilom	6	5	20,00				
Ostale greške vozača	32	43	-25,58			9	18
Nepropisno kretanje voz. kolnikom	22	21	4,76		1	10	7
Pješak ne poštuje svj. Znak	4	1	300,00			5	2
Pješak ne koristi obilj. pj. prijelaz	1	2	-50,00		1	1	1
Pješak ne koristi pothodnik			0,00				
Ostale greške pješaka	2	2	0,00			1	1
Neoček. pojava opas. na cesti	1	4	-75,00			1	1
Iznenadni kvar vit. dij. vozila			0,00				
<b>UKUPNO:</b>	<b>397</b>	<b>422</b>	<b>-5,92</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>151</b>	<b>172</b>

Izvor: [11]

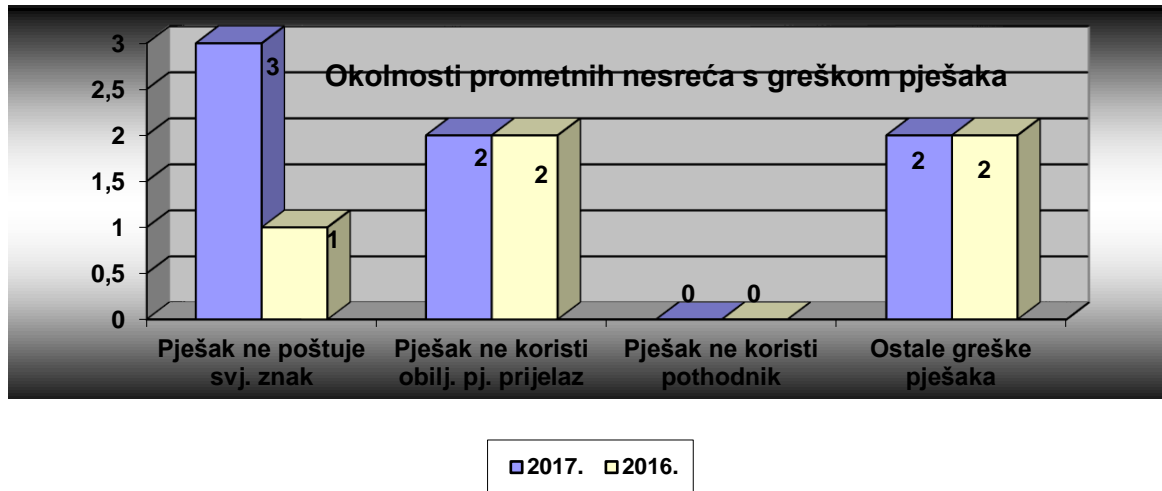
Ukupno za 2017. godinu je 389 ili 97.98% prometnih nesreća koje su se dogodile greškom vozača, najčešće greške vozača su bile brzina u neprimjerenima uvjetima od 24.68% od ukupnog broja ili 97 prometnih nesreća. Zbog vožnje na nedovoljnoj udaljenosti vozači su krivi za ukupno 26 nesreća ili 6.54%, dalje slijedi nepoštivanje prava prednosti od 15.61% te nepropisno skretanje od 6.04% i ostale greške vozača 8.06% (Grafikon 2.).



Grafikon 2. Okolnosti prometnih nesreća s greškom vozača na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu, [11]

Tijekom 12 mjeseci 2017 godine dogodile su se 7 prometnih nesreća koju je prouzročio pješak. Ukupno 3 prometne nesreća su se desile na pješačkom prijelazu zbog nepoštivanja prometnog svjetla od strane pješaka, a dvoje je bilo van pješačkog prijelaza na parkirališnom prostoru i učestvovao je jedan pješak na kojeg je naletjelo osobno vozilo i jedna prometna

nesreća naletela na pješakinju van naselja na kolniku u kojoj je zadobila lake tjelesne ozljede. Na grafikonu možemo vidjeti odnos grešaka pješaka za 2016./2017. godinu (Grafikon 3.).



Grafikon 3. Okolnosti prometnih nesreća s greškom pješaka na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu, [11]

Najugroženije prometnice i raskrižja na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu bile su Zagrebačka ulica sa ukupnim brojem 65 prometnih nesreća, zatim slijedi Ulica Slavka Kolara sa 55 prometnih nesreća. Treća ugrožena prometnica je Sisačka ulica od ukupno 33 prometnih nesreća, četvrta je Ulica Matice hrvatske, zatim slijede Avenija pape Ivana Pavla II sa 18 prometnih nesreća te Kolodvorska ulica sa 20 prometnih nesreća (Tablica 6.).

Tablica 6. Najugroženije prometnice i raskrižja na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu, [11]

<b>V. Gorica, Zagrebačka</b>	<b>2017</b>	<b>2016</b>
<i>broj nesreća</i>	26	39
<i>broj poginulih</i>	0	0
<i>broj ozlijeđenih</i>	12	19
<i>kritični dan</i>	Ponedjeljak, petak, . subota,	
<i>kritično vrijeme</i>	14-16,10-12,16-18,	
<i>vrsta nesreće</i>	bočni sudar vožnja udar u parkirano l ostale greške vozača	
<i>najčešća greška</i>	brzina nepr. uvjetima, nepr. skretanje, nepr. skretanje	
<b>V. Gorica, S. Kolara</b>		
<i>broj nesreća</i>	24	25
<i>broj poginulih</i>	0	1
<i>broj ozlijeđenih</i>	7	7
<i>kritični dan</i>	Ponedjeljak, petak	
<i>kritično vrijeme</i>	12-14, 20-22	
<i>vrsta nesreće</i>	Bočni sudar, iz suprot. Smjera,	
<i>najčešća greška</i>	Prednost prolaza brzina nepr. uvjetima	
<b>V. Gorica, Sisačka</b>		
<i>broj nesreća</i>	17	16
<i>broj poginulih</i>	0	1
<i>broj ozlijeđenih</i>	3	8
<i>kritični dan</i>	Petak, ponedjeljak	
<i>kritično vrijeme</i>	8-10, 16-18	
<i>vrsta nesreće</i>	Iz suprotnog smjera, bočni sudar	
<i>najčešća greška</i>	Prednost prolaza	
<b>V. Gorica, Matice Hrvatske</b>		
<i>broj nesreća</i>	23	12
<i>broj poginulih</i>	0	0
<i>broj ozlijeđenih</i>	4	2
<i>kritični dan</i>	Poned. subota, srijeda	
<i>kritično vrijeme</i>	06-08, 16-18,	
<i>vrsta nesreće</i>	Bočni, iz suprotnog smjera, vožnja u sljedu, nalet na bicikl,	
<i>najčešća greška</i>	Brz.,. Neprimjerena uvj. uključivanje u promet.	
<b>V. Gorica, Av. Pape Ivana Pavla II</b>		
<i>broj nesreća</i>	6	12
<i>broj poginulih</i>	0	0
<i>broj ozlijeđenih</i>	8	6
<i>kritični dan</i>	Uto., Sri. Petak,	
<i>kritično vrijeme</i>	8-10, 16-18	
<i>vrsta nesreće</i>	Iz suprotnog smjera, bočni sudar	
<i>najčešća greška</i>	Nepoš. Svjetlosnog znaka, prestrojavanje	
<b>V. Gorica, Kolodvorska</b>		
<i>broj nesreća</i>	8	12
<i>broj poginulih</i>	0	0
<i>broj ozlijeđenih</i>	4	6
<i>kritični dan</i>	Srijeda I petak,	
<i>kritično vrijeme</i>	8-10, 12-14	
<i>vrsta nesreće</i>	bočni sudar, ostalo	
<i>najčešća greška</i>	Prednost prolaza nepr. Kretanje kolnikom	

#### 4.2 Analiza stanja sigurnosti cestovnog prometa u gradu Velika Gorica za 2018./2019. godinu

U 2019. godini na području PP Velika Gorica dogodilo se ukupno 434 (2018-503) prometne nesreće. Od tog broja tri prometne nesreće je bila sa 3 smrtno stradale osobe (2018-4). Sto (2018-101) nesreća bilo je sa ozlijeđenim osobama u kojima je bilo 19 teško ozlijeđenih osoba (2018-36), a 110 (2018-91) osoba je zadobilo lake tjelesne ozlijede. Ostatak od 333 (2018-398) prometnih nesreća bilo je sa materijalnom štetom. U usporedbi sa istim razdobljem prošle godine vidljivo da je broj prometnih nesreća sa smrtno stradalom osobom u padu za 25.00% sa teško ozlijeđenim osobama broj prometnih nesreća se smanjio za 47.22%, broj prometnih nesreća sa lako ozlijeđenim osobama se povećao za 20.88%. Ukupan broj ozlijeđenih osoba je u povećanju za 1.57%. Ukupan broj prometnih nesreća je u padu za 13.32%. (Tablica 7.). [12]

Tablica 7. Prometne nesreće i posljedice na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.

	2019.	2018.	razlika	%
<b>PROMETNE NESREĆE</b>				
<b>U K U P N O</b>	436	503	-67	-13,32%
<b>S NASTRADALIMA</b>	103	105	-2	-1,90%
- s poginulima	3	4	-1	-25,00%
- s ozlijeđenima	100	101	-1	-0,99%
<b>S MATERIJALNOM ŠTETOM</b>	333	398	-65	-16,33%
<b>NASTRA DALE OSOBE</b>				
<b>U K U P N O</b>	132	131	1	0,76%
<b>POGINULO</b>	3	4	-1	-25,00%
<b>OZLIJEĐENO</b>	129	127	2	1,57%
- teško	19	36	-17	-47,22%
- lako	110	91	19	20,88%

Izvor: [12]

Broj poginulih vozači u prometnim nesrećama za 2019. godinu jednak je 2018. godini, dok je ozlijeđenih manje za 2.35%. Poginulih putnika za 2018. godinu bio je jedan, ali ozlijeđeno ih je 9.68% manje nego u 2018. godini. Smrtnost stradalih pješaka za 2019. godinu za 63,64% veća od 2018. godine (Tablica 8.).

Tablica 8. Nastradali sudionici u prometnim nesrećama na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.

Svojstva sudionika	Poginuli			Ozlijeđeni		
	2019.	2018.	%	2019.	2018.	%
Vozači	3	3	0,00	83	85	-2,35
Putnici	0	1	- 100,00	28	31	-9,68
Pješaci	0	0	0	18	11	63,64
UKUPNO	3	4	-25,00	129	127	1,57

Izvor: [12]

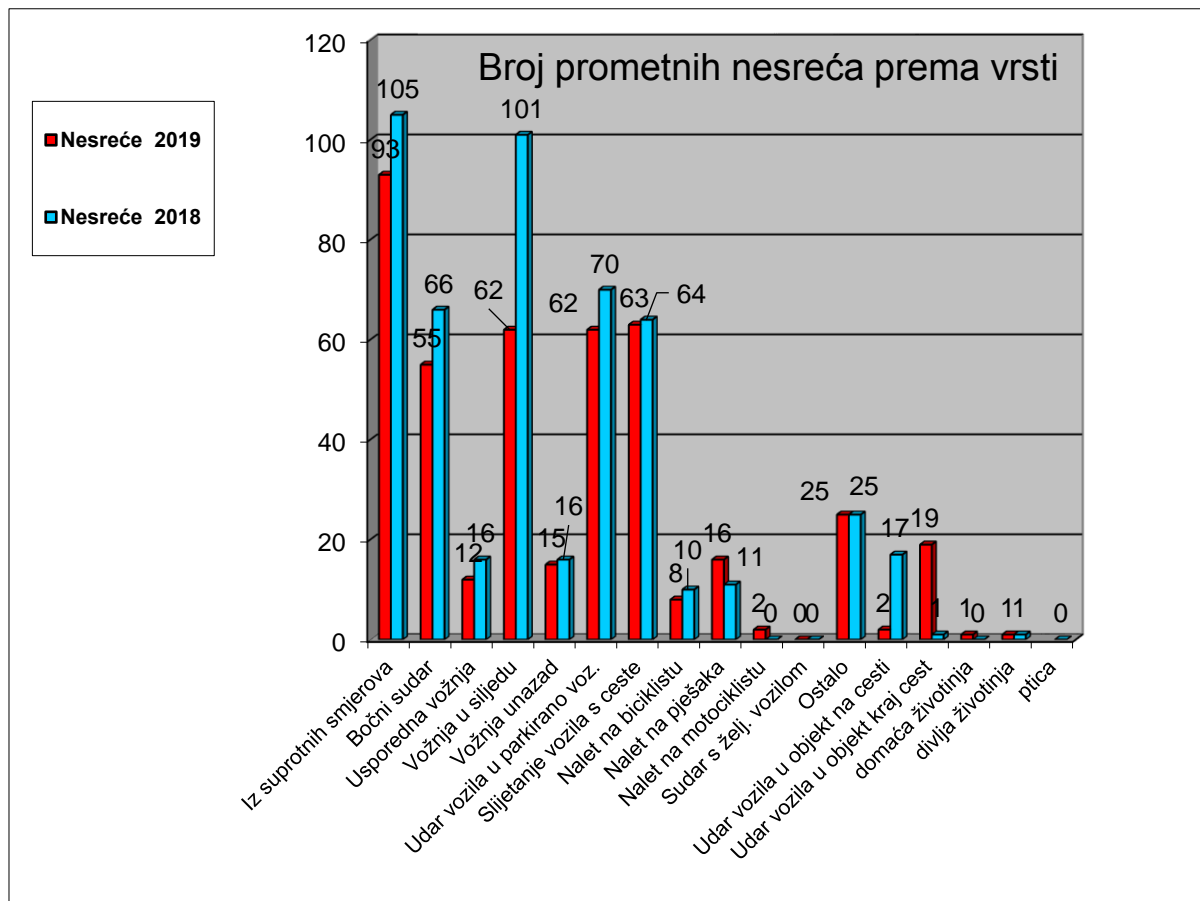
Ukupno sudjelovali u prometnim nesrećama na području grada za 2018./2019. godinu su 993 osobe i to 668 ili 67,27% muškog i 325 ili 32,73% ženskog spola, najviše je utvrđeno vozača muškog starosti 30-40 godina i ženskog spola starosti 40-50 godina, dok je najmanje utvrđeno u dobnoj skupni od 00-14 godina bez posjedovanja vozačke dozvole. Najveći broj pješaka muškog spola starosti 0-14 godina, te najviše se bilježi putnika muškog starosti 00-14 godina i ženskog spola od 60 godina i više (Tablica 9.).

Tablica 9. Sudionici prometnih nesreća po dobi i spolu za području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.

Sudionici prometnih nesreća po dobi i spolu	vozači				putnici				pješaci			
	I-XII. 2019.		I-XII. 2018.		I-XII. 2019.		I-XII. 2018.		I-XII. 2019.		I-XII. 2018.	
	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž
0 - 14	2	1	0	0	30	17	<b>29</b>	24	<b>2</b>	1	1	1
14 - 18	3	0	2	1	13	10	7	9	1	5	1	1
18 - 24	90	30	85	36	24	<b>19</b>	24	27			1	1
24 - 30	49	19	90	28	12	13	15	12		1		
30 - 40	<b>94</b>	39	<b>103</b>	<b>52</b>	12	19	18	17	3			
40 - 50	92	<b>38</b>	118	44	14	12	12	16	1	2		
50 - 60	94	24	97	30	10	13	15	22	1		2	1
60 -	84	29	103	33	<b>34</b>	31	10	<b>33</b>	3	2		
ukupno	508	180	598	224	149	134	130	160	11	11	5	4

Izvor:[12]

Najviše prometnih nesreća prema vrsti su sudari iz suprotnoga smjera ukupno 193 za 2018./2019. godinu, zatim slijede sudari vožnje u slijedu ukupno 163 za obje godine. Nadalje slijede udari vozila u parkirano vozilo, dok je najmanje bilo sa niti jednim zabilježenim slučajem sudar za željezničkim vozilom i nalet na pticu (Grafikon 4.).



Grafikon 4. Broj prometnih nesreća prema vrsti za području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu, [12]

Prema analizi podatka prometnih nesreća prema okolnostima u 2018./2019. godini na području grada dogodilo se najviše nesreća zbog brzine neprimjerenim uvjetima u 2019. godini desila su se 91 slučaj, a u 2018. godini dogodila su se 103 slučaja što je smanjenje za godinu dana od 11.65%. Zatim slijede ostale greške vozača sa ukupnim brojem u dvije godine od 145 prometnih nesreća ali sa uvećanjem u odnosu na 2018 godinu za 50.00%. Treća



najzastupljenije su ne poštivanje prednosti prolaska vozača ali u padu u odnosu na 2018. godinu od 6.15% (Tablica 10.).

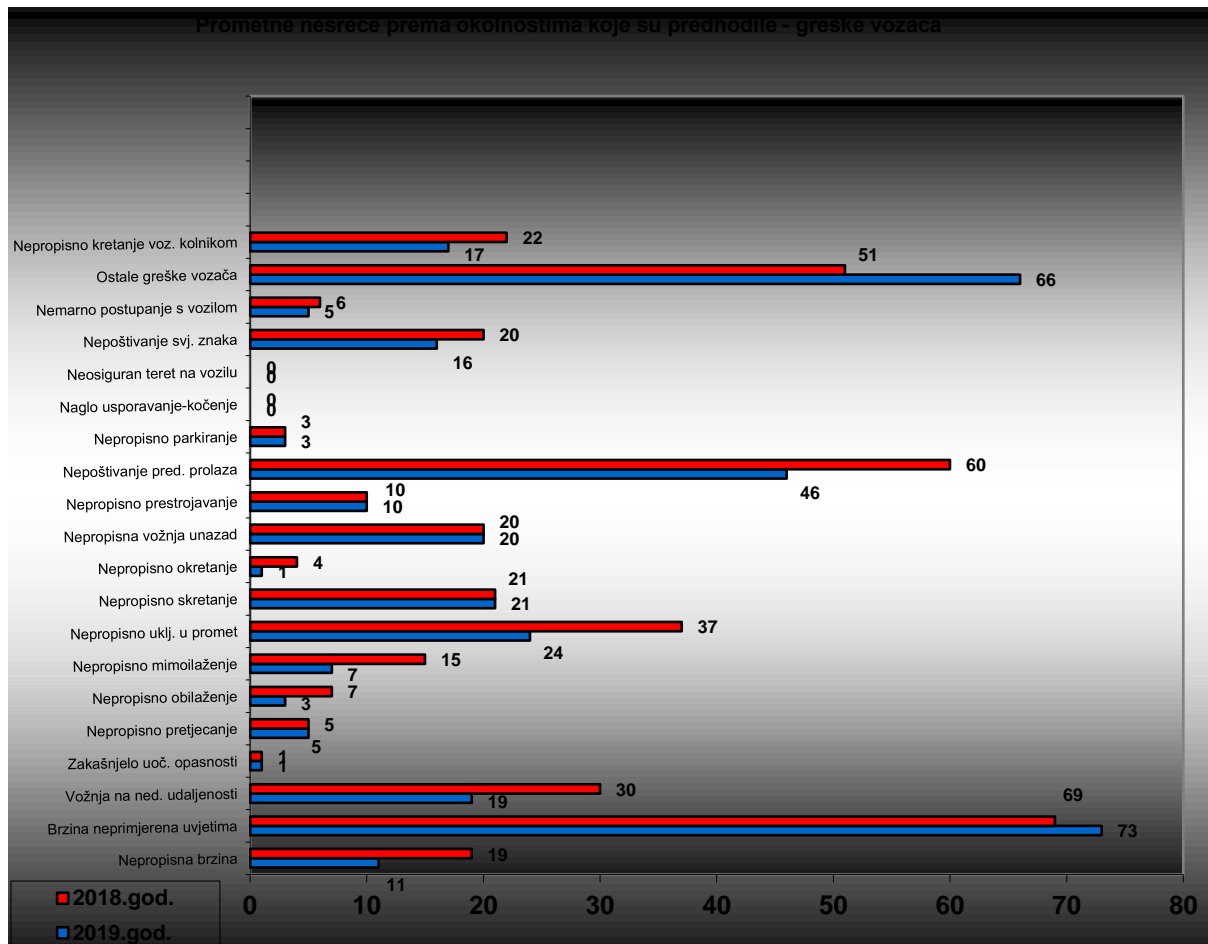
Tablica 10. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.

Okolnosti koje su prethodile	Nesreće			Poginuli		Ozlijeđeni	
	2019.	2018.	%	2019.	2018.	2019.	2018.
Nepropisna brzina	14	21	-33,33			5	4
Brzina neprimjerena uvjetima	<b>91</b>	103	-11,65	<b>1</b>		25	<b>30</b>
Vožnja na ned. udaljenosti	24	44	-45,45			3	17
Zakašnjelo uoč. opasnosti	1	1	0,00				
Nepropisno pretjecanje	5	3	66,67			4	1
Nepropisno obilaženje	4	9	-55,56			2	1
Nepropisno mimoilaženje	9	19	-52,63			5	3
Nepropisno uklj. u promet	25	50	-50,00			3	10
Nepropisno skretanje	23	25	-8,00			2	5
Nepropisno okretanje	1	6	-83,33				2
Nepropisna vožnja unazad	23	24	-4,17			1	
Nepropisno prestrojavanje	11	16	-31,25			1	
Nepoštivanje pred. prolaza	61	65	-6,15	1	1	24	20
Nepropisno parkiranje	3	4	-25,00				
Naglo usporavanje-kočenje			0,00				
Nepoštivanje svj. znaka	18	14	28,57	1	1	10	13
Neosiguran teret na vozilu	1		100,00				
Nemarno postupanje s vozilom	9	11	-18,18			1	
Ostale greške vozača	87	58	50,00		2	<b>32</b>	15
Nepropisno kretanje voz. kolnikom	23	23	0,00			6	6
Pješak ne poštuje svj. Znak	2	2	0,00			3	
Pješak ne koristi obilj. pj. prijelaz		1	-100,00				
Pješak ne koristi pothodnik			0,00				
Ostale greške pješaka	1	1	0,00			2	
Neoček. pojava opas. na cesti		2	-100,00				
Iznenadni kvar vit. dij. vozila		1	-100,00				
<b>UKUPNO:</b>	<b>436</b>	<b>503</b>	<b>-13,32</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>129</b>	<b>127</b>

Izvor: [12]

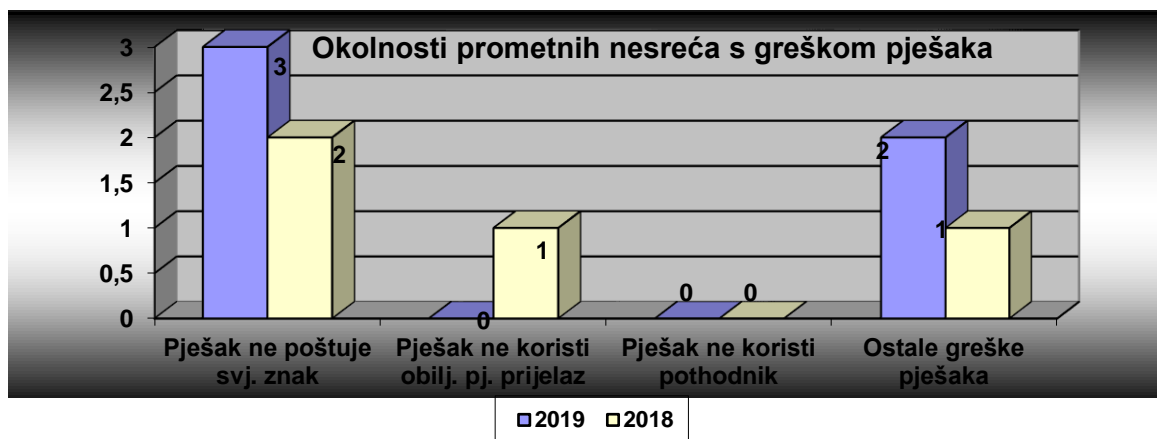
Ukupno za 2019. godinu je 433 ili 99.31% prometnih nesreća koje su se dogodile greškom vozača, najčešće greške vozača su bile brzina u neprimjerenima uvjetima od 20.87%

od ukupnog broja ili 91 prometnih nesreća. Zbog vožnje na nedovoljnoj udaljenosti vozači su krivi za ukupno 24 nesreće, dalje nepoštivanje prava prednosti od 61 prometnu nesreću te nepropisno uključivanje od 25 prometne nesreće i vožnja na nedovoljnoj udaljenosti 24 nesreće (Grafikon 5.).



Grafikon 5. Okolnosti prometnih nesreća s greškom vozača na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu, [12]

Tijekom 12 mjeseci 2019 godine dogodile su se 3 prometne nesreće koju je prouzročio pješak ili 15.78% od ukupnog broja nesreća pješaka. Greškom pješaka ozlijeđene su ukupno 4 osobe što je smanje u odnosu na prošlu godinu za 22.22%. Na grafikonu možemo vidjeti odnos grešaka pješaka za 2018./2019. godinu (Grafikon 3.).



Grafikon 6. Okolnosti prometnih nesreća s greškom pješaka na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu, [12]

Najugroženije prometnice i raskrižja na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu bile su Zagrebačka ulica sa ukupnim brojem 43 prometnih nesreća, zatim slijedi Ulica Slavka Kolara sa 32 prometnih nesreća. Treća ugrožena prometnica je Sisačka ulica od ukupno 32 prometnih nesreća, četvrta je Ulica Matice hrvatske, zatim slijede Avenija pape Ivana Pavla II sa 10 prometnih nesreća i jednim poginulim te Kolodvorska ulica sa 6 prometnih nesreća, može se primijetiti da se ista mjesta pojavljuju kao ugrožene prometnice iz 2016/2017 godine (Tablica 11.).

Tablica 11. Najugroženije prometnice i raskrižja na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu. [12]

<b>V. Gorica, Zagrebačka</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>	
<i>broj nesreća</i>	18	25	
<i>broj poginulih</i>	1	0	
<i>broj ozlijeđenih</i>	9	8	
<i>kritični dan</i>	Uto,pet..sub, ned.,.		
<i>kritično vrijeme</i>	14-16,10-12,16-18,		
<i>vrsta nesreće</i>	bočni sudar vožnja udar u parkirano l ostale greške vozača		
<i>najčešća greška</i>	brzina nepr. uvjetima, nepr. skretanje, ostale greške		
<b>V. Gorica, S. Kolara</b>	<i>broj nesreća</i>	13	18
	<i>broj poginulih</i>	0	0
	<i>broj ozlijeđenih</i>	1	8
	<i>kritični dan</i>	Utor., četvrtak, petak, sub. ned,	
	<i>kritično vrijeme</i>	10-12, 16-18	
	<i>vrsta nesreće</i>	Bočni sudar	
	<i>najčešća greška</i>	Brzina neprim. Uvj., nedržasne rast.	
<b>V. Gorica, Sisačka</b>	<i>broj nesreća</i>	16	16
	<i>broj poginulih</i>	0	0
	<i>broj ozlijeđenih</i>	6	5
	<i>kritični dan</i>	Petak, subota	
	<i>kritično vrijeme</i>	8-10, 16-18	
	<i>vrsta nesreće</i>	Iz suprotnog smjera, bočni sudar	
	<i>najčešća greška</i>	Prednost prolaza	
<b>V. Gorica, Matice Hrvatske</b>	<i>broj nesreća</i>	9	10
	<i>broj poginulih</i>	0	0
	<i>broj ozlijeđenih</i>	1	3
	<i>kritični dan</i>	Sri, petak	
	<i>kritično vrijeme</i>	10-12, 16-18.,	
	<i>vrsta nesreće</i>	Bočni, udar u Udar u parkirano,	
	<i>najčešća greška</i>	Nepro. parkiranje. Medržanje rastoj., nepriklad. Brz.	
<b>V. Gorica, Av. Pape Ivana Pavla II</b>	<i>broj nesreća</i>	4	6
	<i>broj poginulih</i>	0	1
	<i>broj ozlijeđenih</i>	1	4
	<i>kritični dan</i>	Pon, uto., sub., ned	
	<i>kritično vrijeme</i>	11,13,16,20	
	<i>vrsta nesreće</i>	Bočni, vožnja u slijedu	
	<i>najčešća greška</i>	Prest., razmak, nepoš. svj. znaka	
<b>V. Gorica, Kolodvorska</b>	<i>broj nesreća</i>	2	4
	<i>broj poginulih</i>	0	0
	<i>broj ozlijeđenih</i>	1	3
	<i>kritični dan</i>	Srijeda l petak,	
	<i>kritično vrijeme</i>	8-10, 12-14	
	<i>vrsta nesreće</i>	bočni sudar, ostalo	
	<i>najčešća greška</i>	Prednost prolaza nepr. Kretanje kolnikom	

## 5. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI PROMETA NA RASKRIŽJU DRŽAVNE CESTE D-30 I AVENIJE PAPE IVANA PAVLA II U GRADU VELIKA GORICA

Promatrano raskrižje državne ceste 30 i Avenije pape Ivana Pavla II nalazi se na Sjeveroistočnom dijelu grada Velike Gorice te je glavna obilaznica prometa oko grada. Obilaznica grada Velike gorice je dio ključnih prometnih pravca poput državne ceste Zagreb – Velika Gorica – Sisak, čvorište buduće autoceste A11, spoj sa zagrebačkom obilaznicom koja gravitira prema paneuropskom koridoru X i 5B. Posebnost je i povezanost sa željezničkom prugom Zagreb – Sisak, te Zračnom lukom Franjo Tuđman (Slika 8.). S obzirom da navedeno cestovno raskrižje služi kao glavna obilaznica grada dolazi do većih prometnih opterećenja na samom raskrižju i mogućnost kretanja većim brzinama, pri čemu se i javlja veliki broj prometnih nesreća, što zahtjeva detaljniju analizu stanja sigurnosti slijedom će analizirati klasificirano opasno mjesto, predložiti će se mjere kojima bi se umanjio broj nesreća i smanjile neželjene posljedice prometnih nesreća. Prema obavljenoj analizi, u sljedećem poglavlju opisani su trendovi događanja u odnosu na istovrsnost prometnih nesreća, kao i prikaz kolizijskih točaka prometnih nesreća, okolnosti nesreća na raskrižju i društveni trošak prometnih nesreća.



Slika 8. Lokacija raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica, [13]

## 5.1 Analiza podatka o prometnim nesrećama na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica

Analizom dobivenih podataka o prometnim nesrećama za raskrižje državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II, 2016 godine dvoje je bilo nastradalih kao i 2017., dok je jedan u 2018. i jedan u 2019. godini, sa sljedećim posljedicama: poginula je jedna osoba 2018. godine, a ozlijeđeno je 4 osobe 2016. godine, pet 2017. godine, četiri 2018. godine te jedna 2019 godine. Kroz četiri godine unazad je ozlijeđeno je ukupno 14 osoba. Od 2017 do 2019 dogodilo se ukupno 12 prometnih nesreća uključujući sa nastradalima i materijalom štetom, što navedenom metodologijom ispitivanja opasnih mjesta iz 3. poglavlja ispunjava jedan od uvjeta opasnih mjesta jer se na kritičnoj lokaciji u prethodne 3 godine dogodilo 12 ili više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama (Tablica 12 i Tablica 13.).

Tablica 12. Broj prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica

Velika Gorica, državna c- D-30 Av. Pape I. Pavla II	broj nesreća				
	ukupno	2016.	2017	2018	2019
S NASTRADALIMA	6	2	2	1	1
- s poginulima	1	0	0	1	0
- s ozlijeđenima	5	2	2	0	1
S MATERIJALNOM ŠTETOM	12	4	2	2	4

Izvor: [14]

Tablica 13. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica

Posljedice					
Godina		2016.	2017	2018	2019
POGINULO	1	0	0	1	
OZLIJEĐENO	14	4	5	4	1
teško	6	2	0	3	1
lakše	8	2	5	1	

Izvor: [14]

Najviše prometnih nesreća dogodilo se 2016. i 2017. godine sa tri prometne nesreće vožnje u slijedu svakoj godini, zatim slijede dva bočna sudara 2016. godine, 2019. također dvoje. 2018. godine poginula je jedna osoba od bočnih sudara, a četvero je bilo ozlijeđeno (Tablica 14.).

Tablica 14. Vrste prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica

VRSTE NESREĆA												
Velika Gorica, državna c- D-30 Av. Pape I. Pavla II	broj nesreća				poginulo				ozlijeđeno			
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
iz suprotnih smjerova		1								2		
bočni sudar	2		1	2			1		2		4	
usporedna vožnja			1									
vožnja u slijedu	3	3	1							3		
vožnja unatrag												
udar vozila u parkirano vozilo												
slijetanje vozila s ceste	1			2					2			1
nalet na bicikl												
nalet na pješaka												
nalet na motocikl ili moped												
sudar sa željezničkim vozilom												
ostalo				1								
udar vozila u objekt na cesti												
udar vozila u objekt kraj ceste												

Izvor: [14]

Prema okolnostima prometnih nesreća od 2016. – 2019. godine na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla najviše je zabilježeno kretanje brzinom neprimjerenim uvjetima vožnje od ukupno 7 prometnih nesreća, zatim slijedi nepoštivanje svjetlosnog signala od strane vozača sa 5 prometnih nesreća od kojih je jedna poginula i 8 ozlijeđenih osoba. Treća okolnost nastanka nesreća je nepropisno prestrojavanje od čega je ozlijeđeno troje osoba (Tablica 15.) .

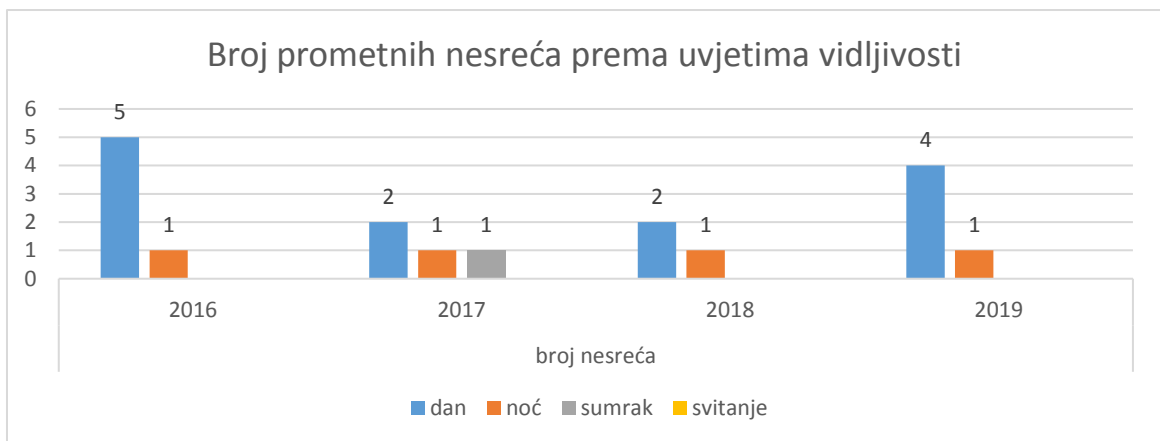
Tablica 15. Okolnosti prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica

OKOLNOSTI NESREĆA												
Velika Gorica, Državna c- D-30 Av. Pape I. Pavla II	broj nesreća				poginulo				ozlijeđeno			
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
nepropisna brzina												
brzina neprimjerena uvjetima	3	2		2					2			1
vožnja na nedovoljnoj udaljenosti zakašnjelo uočavanje opasnosti	1		1									
nepropisno pretjecanje												
nepropisno obilaženje												
nepropisno mimoilaženje												
nepropisno uključivanje u promet												
nepropisno skretanje												
nepropisno okretanje				1								
nepropisna vožnja unatrag												
nepropisno prestrojavanje		1	1							3		
nepoštivanje prednosti prolaska	1											
nepropisno parkiranje												
naglo usporavanje - kočenje												
nepoštivanje svjetlosnog znaka	1	1	1	2			1		2	2	4	
neosiguran teret na vozilu												
nemarno postupanje sa vozilom												
ostale greške vozača												
nepropisno kretanje vozila na kolniku												
pješač-crveno svjetlo												
pješač-nekorišt.pj.prij.												

Izvor: [14]

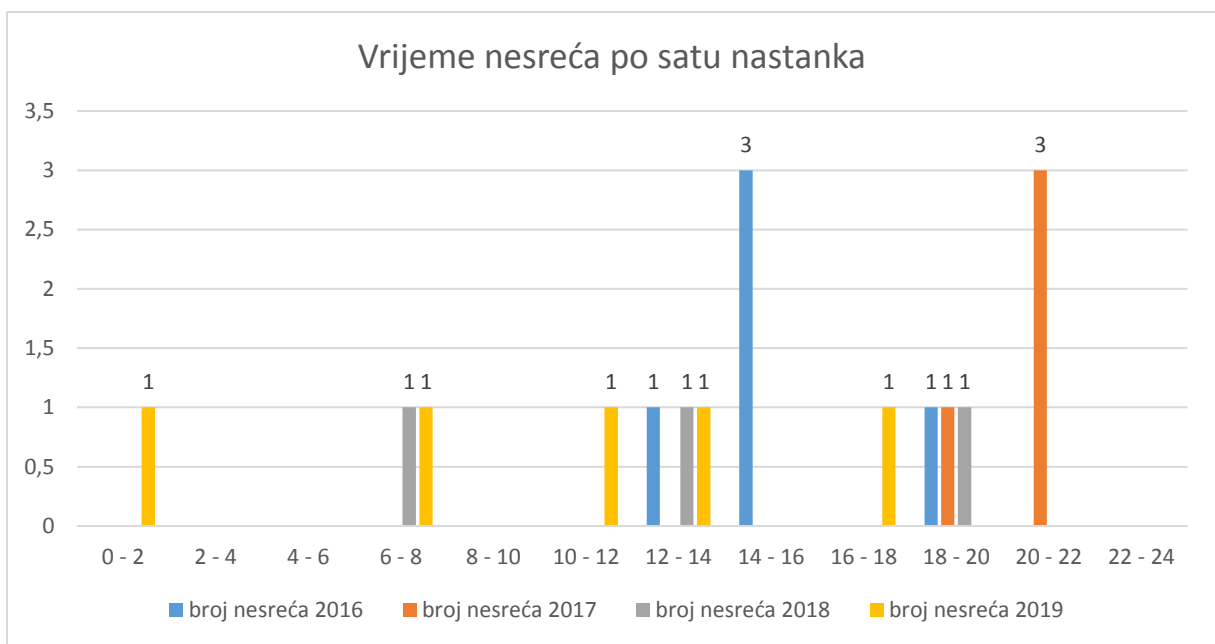
U zadnje četiri godine najveći broj prometnih nesreća prema uvjetima vidljivosti desilo se 2016. godine po danu. 2019. godine desilo se najviše nesreća također po danu (četiri nesreće). Zatim slijede 2018. i 2017. godina obje sa 2 prometne nesreće po danu. U sve četiri godine desila se po jedna prometna nesreća tijekom noći i samo jedna u sumrak 2017. godine u uvjetima smanjenje vidljivosti (Grafikon 7.).





Grafikon 7. Broj prometnih nesreća prema uvjetima vidljivosti na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica, [14]

Najveći broj nesreća na raskrižju dogodio se između 14 - 16 sati te između 18 -22 sata, zatim slijede popodnevni sati od 12 - 14 sati, dok se najmanji broj nesreća zabilježen u kasno večernjim satima 22 – 24 sata i ranojutarnjim satima 2 – 6 sati sa niti jednom zabilježenom nesrećom

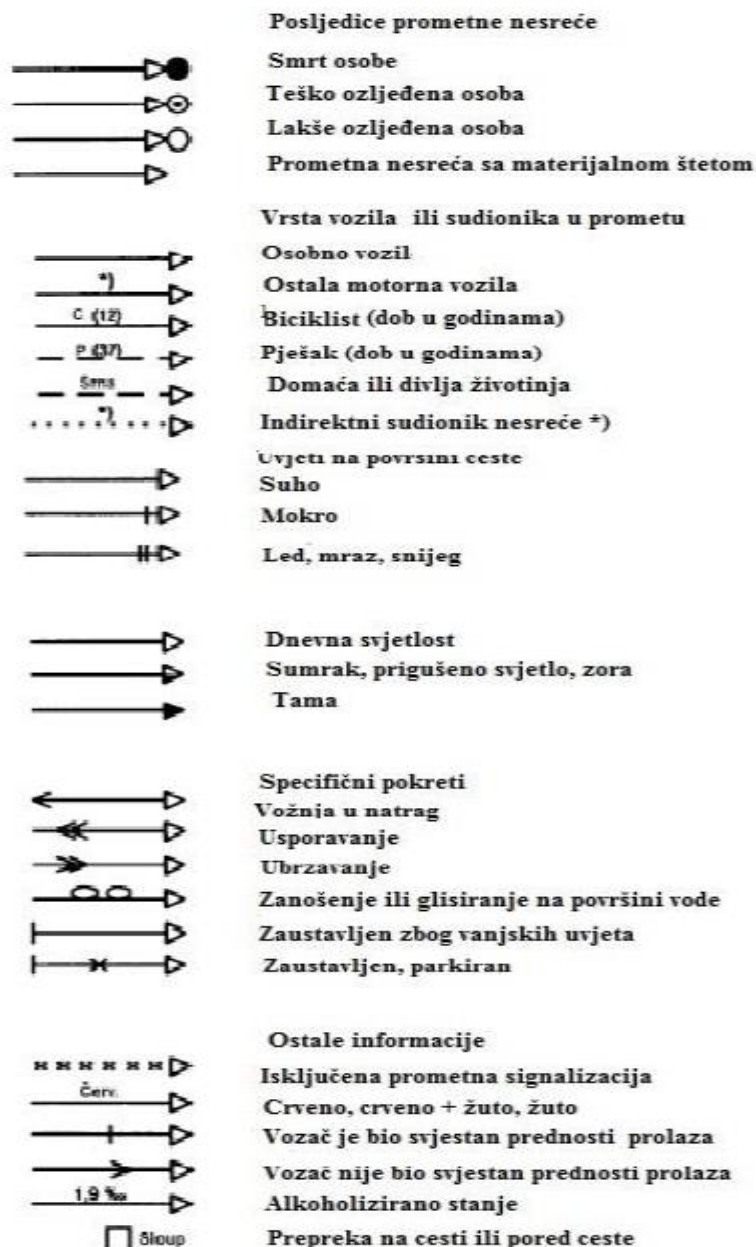


Grafikon 8. Vrijeme nesreća po satu nastanka na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica, [14]

## 5.2 Kolizijski dijagram prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica

Kolizijski dijagrami upotrebljavaju se za ilustrirano prikazivanje sličnih prometnih nesreća nastalih na određenoj lokaciji ceste. Na shemi prometnice su grafički prikazane prometne nesreće te za svaku se može očitati tip, vrsta i težina prometne nesreće. Kolizijskim dijagramom lako se utvrđuje uzrok nastanka sličnih prometnih nesreća. Omogućuju bolje razumijevanje sličnih nesreća i faktora koji su utjecali na njihov nastanak bez upotrebe opsežnih tekstualnih komentara. Sve prometne nesreće koje su se dogodile na promatranom dijelu prometnice se unose putem grafičkih simbola na prometnu shemu. Ukoliko su uočeni slični uzroci prometnih nesreća pomoću kolizijskog dijagrama, moguće je utvrditi potrebne mjere za sprečavanje nastanka prometnih nesreća sa istim uzrokom. Kolizijski dijagrami su korisni za ispitivanje frekvencije nastanka nesreća prije i poslije provedenih mjera za povećanje sigurnosti na prometnici. Kolizijski dijagrami najbolje se prikazuju u shematskom obliku u mjerilu 1:200 (ili 1:500), ali ako je potrebno nije nužno da budu u odrađenom mjerilu. Shema bi trebala sadržavati sva važna lokalna obilježja koja utječu na kretanje i manevre pješaka i vozača. Ukoliko je postojala promjena u geometriji ceste, organizaciji prometa ili upravljanju na promatranom dijelu, potrebno je to prikazati u dijagramu. Simboli pomoću kojih se prikazuju prometne nesreće su specifični za određenu vrstu nesreće i potrebno ih je jasno definirati. Mogućnosti izgleda i značenja pojedinih strelica prikazana je na slici (Slika 9.).

[5]

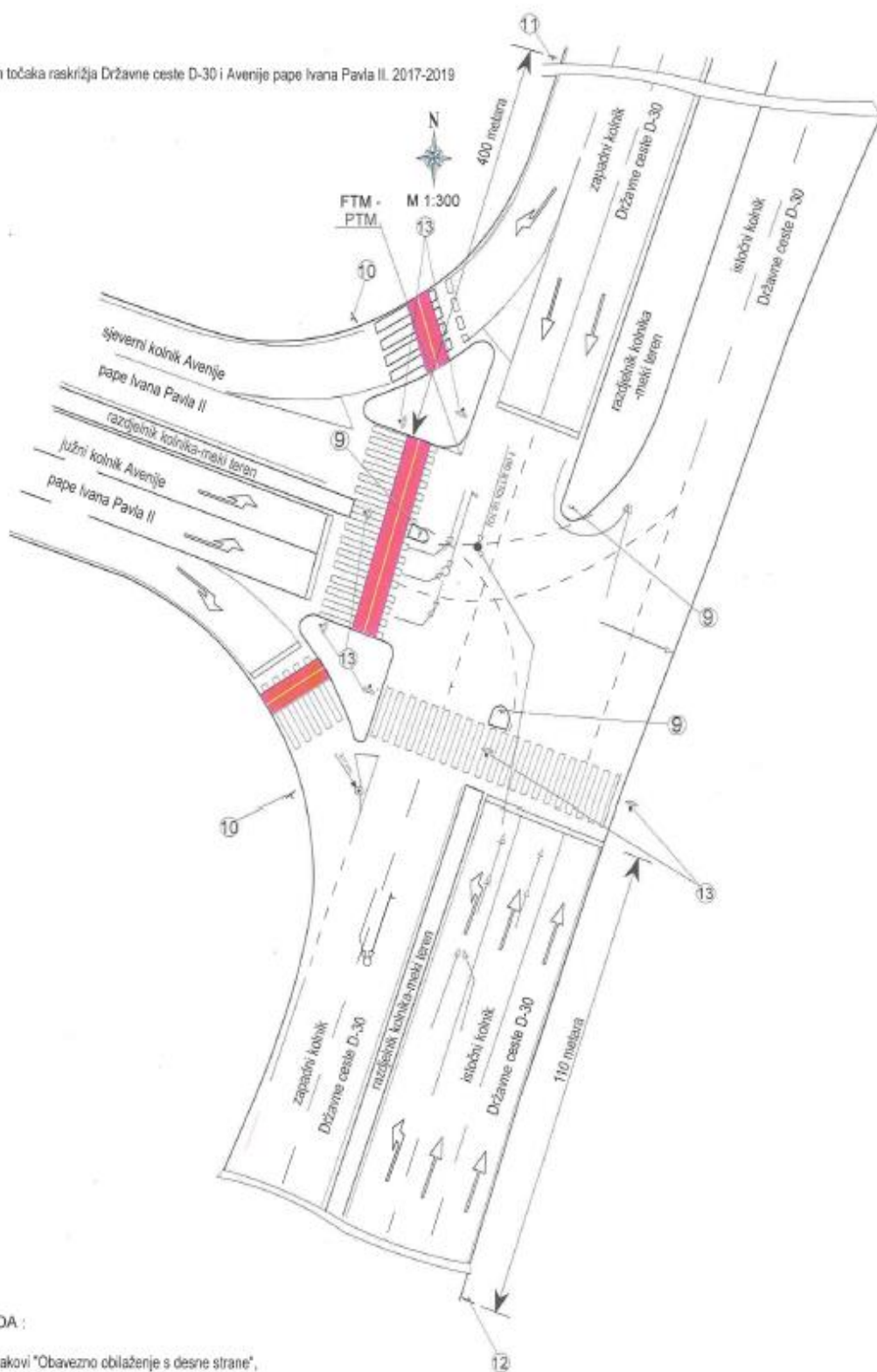


Slika 9. Izgled simbola za izradu kolizijskog dijagrama, [5]

Dijagramom kolizijskih točaka na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II za podatke o prometnim nesreća 2017.–2019. godine može se uvidjeti da su se dogodile ukupno 5 prometnih nesreća na istočim dijelu kolnika državne ceste D-30, od toga dva nalijetanja u stražnji dio vozila, jedan udes desio se u mokrim uvjetima u traci za lijevo skretanje prema Aveniji pape Ivana Pavla II, a drugi u suhim uvjetima kretanjem u smjeru Zagreba, zatim treća nesreća dogodila se prilikom prestrojavanja vozila iz smjera kretanja za Zagreb u traku za lijevo skretanje prema Sjevernom dijelu kolnika Avenije pape Ivana Pavla II. Četvrta nesreća bila je nalijetanje vozila na rubnjak iz smjera kretanja južnog kolnika Avenije

pape Ivana Pavla II prema istočnom kolniku državne ceste D-30. Peta prometna nesreća na istočnom dijelu kolnika dogodila se uslijed nepropisnog okretanja vozila sa zapadnog kolnika državne ceste D-30 prema istočnom kolniku državne ceste D-30 u smjeru Zagreba, prilikom svih pet prometnih nesreća nije nastradala niti jedna osoba samo je nanesena materijalna šteta. Na južnom kolniku Avenije pape Ivana Pavla II desila se jedna prometna nesreća prilikom uključivanja vozila na zapadni kolnik držane ceste D-30 koja se desila zbog udara vozila u trokutasti otok te prilikom toga bilo je posljedica sa teško ozlijeđenim osobama. Zapadni dio kolnika državne ceste bilježi 5 prometnih nesreća, jedna prometna nesreća zbog nepropisnog prestrojavanja vozila prilikom čega je bilo lako ozlijeđenih osoba, druga prometna nesreća bila je sa smrtnim posljedicama prilikom prelaska vozila na crveno svjetlo na zapadnom dijelu kolnika, dok se drugo vozilo kretalo iz smjera istočnog kolnika državne ceste D-30 prema sjevernom kolniku Aveniji pape Ivana Pavla II, preostale tri nesreće imale su isti smjer kretanja dogodile su se na istim smjerovima kretanja, iste skupine sudionika te na istim konfliktnim površinama, sve tri su imale neponištavanje svjetlosnog znaka, što ispunjava treći uvjet iz poglavlja tri o uvjet o opasnim mjestima (Slika 10.)

Dijagram kolizijskih točaka raskrižja Državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II. 2017-2019



**LEGENDA :**

- 9. Prometni znakovi "Obavezno oblaženje s desne strane",
- 10. Prometni znakovi "Raskrižje s cestom s prednošću prolaska",
- 11. Prometni znakovi "Ograničenje brzine 80 km/h" i "Zabranjeno zaustavljanje i parkiranje",
- 12. Prometni znakovi "Ograničenje brzine 60 km/h" i "Prestrojavanje vozila",
- 13. Semafori, koji su trenutku prometne nesreće radili automatski i ispravno.

Slika 10. Dijagram kolizijskih točaka na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II 2017.-2019. godine, [14]

### 5.3 Društveni trošak prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica

Iskustva razvijenih zemalja potvrđuju da je istraživanje problema sigurnosti na cestama isplativ način sprečavanja prometnih nesreća. To je bitno i za gospodarski razvoj budući da troškovi prometnih nesreća čine znatan postotak bruto domaćeg proizvoda (BDP-a). Korist uslijed promjene prometne sigurnosti izračunava se iz razlike troškova nesreća u cestovnome prometu u situaciji kada nikakva mjera nije primijenjena i u slučaju kada je primijenjena neka mjera. Osnove za izračun troškova nesreća čine sve nesreće i njihove posljedice koje je policija zabilježila (dodatno podijeljene i po kategorijama nesreća). Ekonomska procjena obuhvaća veličinu koristi ostvarene izbjegnutim ljudskim žrtvama (izbjegnute pogibije, teške ili lake ozljede) i izbjegnutih materijalnih šteta (kod nesreća s ozljedama ili samo kod nesreća s materijalnom štetom) u cestovnome prometu. [15]

Prema metodologiji *International Road Assessment Programme (iRAP)* programa vrijednost finansijskih gubitaka za društvo uslijed teških ozljeda jednaka je 20-30% od vrijednosti za poginulu osobu dok druga istraživanja navode da se radi o manjoj vrijednosti, to jest 13% od vrijednosti troška za poginulu osobu.

Vrijednost od 13% za teže ozljede te 1% za lakše ozljede od vrijednosti troška za poginulu osobu prihvaćena je još 1998. godine na konferenciji *European Conference of Ministers of Transport* a ukoliko se analiziraju međunarodna iskustva vrijednosti drugih zemalja prikazani u izvještaju *Road Safety Annual Report 2016* može se zaključiti da za teško ozlijeđene osobe iznos od 13% vrijednosti troška poginule osobe.

Financijski gubitak društva uslijed prometnih nesreća za Republiku Hrvatsku iznosi:

- Ukupni trošak društva za poginulu osobu u prometnoj nesreći – 1 333 000,00 €.
- Ukupni trošak društva za teško ozlijeđenu osobu u prometnoj nesreći – 173 300,00€.
- Ukupni trošak društva za lakše ozlijeđenu osobu u prometnoj nesreći – 13 300,00 €.

Međutim, potrebno je naglasiti da se navedeni iznosi mogu koristiti samo okvirno budući da nisu temeljeni na provedenim istraživanjima za Republiku Hrvatsku već su produkt primjene drugih metodologija i međunarodnih iskustava.[5]

Temelju podataka za raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II 2016.-2019. godine za lako ozlijeđene, teško ozlijeđene i poginule dobiven je okvirni društveni trošak prometnih nesreća od 106 400,00 eura za lako ozlijeđene, 1 039 800,00 eura za teže ozlijeđene te 1 333 000,00 eura za poginule u protekle četiri godine , što daje ukupni društveni trošak za navedeno raskrižje od 2 479 200,00 eura (Tablica 16.).

Tablica 16. Društveni trošak prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica za razdoblje 2016. – 2019. godine

Velika Gorica, državna c- D-30 Av. Pape I. Pavla II od 2016 -2019 godine	Broj	€	Ukupno €
<b>Lakše ozlijeđeni</b>	8	€ 13.300,00	€ 106.400,00
<b>Teže ozlijeđeni</b>	6	€ 173.300,00	€ 1.039.800,00
<b>Poginuli</b>	1	€ 1.333.000,00	€ 1.333.000,00
<b>Ukupno</b>			€ 2.479.200,00

Izvor: Izradio autor

## 6. ANALIZA PROMETNIH I OBLIKOVNIH ELEMENATA RASKRIŽJA DRŽAVNE CESTE D-30 I AVENIJE PAPE IVANA PAVLA II U GRADU VELIKA GORICA

Prometna raskrižja su mjesta gdje se spajaju dvije ili više prometnica. Pri izboru mjesta i načina za rješenje raskrižja treba svaki slučaj detaljno proučiti jer je na nepravilno konstruiranom raskrižju, naročito pri većem prometnom opterećenju, sigurnost prometa je smanjena.

U glavne kriterije koji se uzimaju u obzir pri izgradnji prometnog raskrižja mogu se svrstati: sigurnost vožnje, propusna moć (kapacitet), ekonomičnost i estetski izgled. Sigurnost vožnje jedan je od najvažnijih kriterija. Pravilnim oblikovanjem raskrižja može se povećati sigurnost vožnje. Propusna moć se određuje prema broju vozila koja u određenom vremenu prođu prometnim raskrižjem. Ekonomičnost prometnog raskrižja određuje se troškovima gradnje i održavanja, potrebnim prostorom, vrijednošću zemljišta. Pri projektiranju čvorišta treba voditi brigu i o njegovom estetskom izgledu te o uklapanju u okolni krajolik.

Prometno oblikovni elementi raskrižja su:

- preglednost raskrižja
- vozni trakovi
- trakovi za usporavanje
- trakovi za ubrzavanje
- trakovi za lijevo i desno skretanje
- prometni otoci i pješačke ograde
- nagibi i polumjeri zavoja. [2]



Pogodna mjesta za gradnju cestovnog raskrižja su dijelovi ceste u pravcu s malim uzdužnim nagibom (do 3%, iznimno 4%), koji se nalaze na nasipu male visine ili u plitkom usjeku. Veličina poprečnog nagiba ne smije biti veća od 3.5%.

Glavni zahtjev koji se postavlja pri projektiranju raskrižja jest osiguranje potrebne duljine preglednosti. Duljinu preglednosti  $L_p$  treba osigurati tako da vozač koji dolazi na raskrižje sa sporedne ceste, tj. nema prednost, može na vrijeme izbjeći smetnje koje nastaju od prometa s glavne ceste pri križanju ili uplitanju.

Duljinu preglednosti treba osigurati u dva slučaja:

- vozilo koje nema prednost prolazi kroz raskrižje bez zadržavanja
- vozilo koje nema prednost stoji pred raskrižjem (znak STOP na sporednoj cesti). [2]

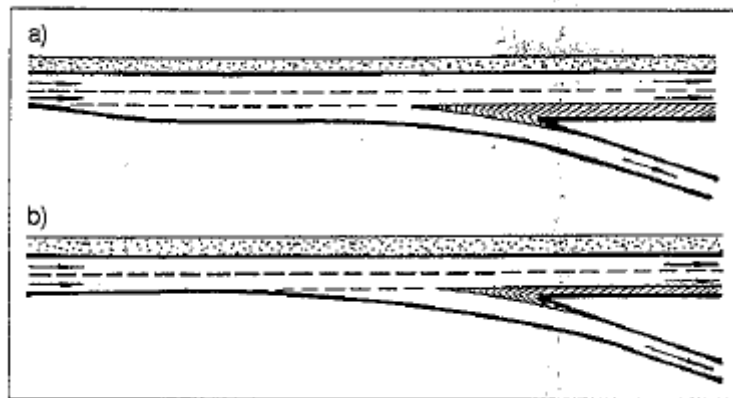
Širina voznih trakova različita je na prometnim raskrižjima u jednoj ili u više razina. Na raskrižjima u istoj razini širina voznih trakova po pravilu je ista kao i na otvorenom dijelu ceste. Širina voznih trakova povećava se ako se uz trak nalazi razdjelni otok ili pojas ili je prometni trak u horizontalnom zavoju. Na raskrižjima u dvije ili više razina širina jednotračnih kolnika na spojnim rampama iznosi 5.0 m (iznimno 4.5 m), a ako kolnici imaju trakove za stajanje, ta širina može biti i manja i iznosi 4.0 m (iznimno 3.5 m). Kod dvotračnih kolnika na spojnim rampama širina iznosi 3.5 m (iznimno 3 m). [2]

Trakovi za usporavanje služe prometu koji skreće s glavnoga prometnog toka. Oni moraju biti konstruirani tako da omogućuju sigurno i udobno smanjenje brzine vozila na potrebnu veličinu. Trakove za usporavanje treba izvesti na svim prometnicama koje imaju računsku brzinu veću od 80 km/h i na vrlo opterećenim prometnicama s manjom računskom brzinom. Izvode se usporedno s glavnim prometnim trakovima ili kao zavoji za usporavanje. Nedostatak je zavoja za usporavanje u tomu što vozilo još na glavnom prometnom toku mora početi kočiti. Na slici prikazan je trak za usporavanje usporedan s glavnim prometnim trakom i kao zavoj za usporavanje (Slika 11.).

Trakovi za usporavanje sastoje se od dva dijela:

- prvi dio služi za skretanje vozila s glavnoga voznog traka na usporedni trak, tj. za prestrojavanje pri skretanju udesno
- drugi dio služi za promjenu brzine vozila, a usporedan je s voznim trakom na glavnoj cesti. Širina traka za usporavanje ovisi o računskoj brzini  $V_r$  i u rasponu je od 2.75 do 3.50 m.

Duljina usporednih trakova za usporavanje može se odrediti na sljedeći način: tijekom vožnje glavnom cestom vozač je upozoren prometnim znakom da smanji brzinu na 75 posto računске brzine  $V_r$ . [2]



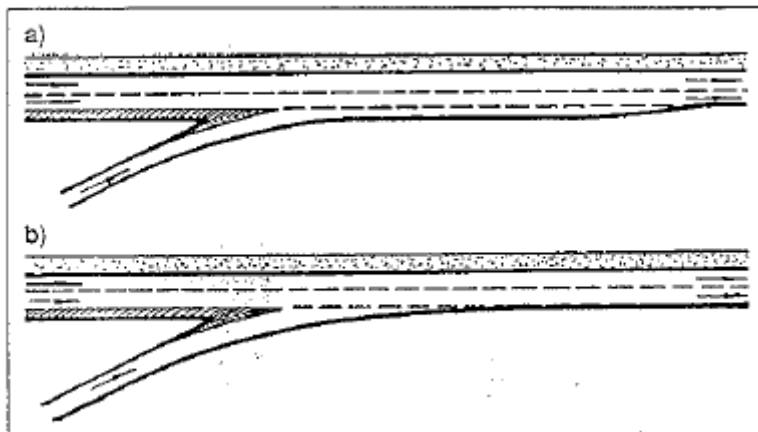
Slika 11. Trakovi za usporavanje, [2]

Trakovi za ubrzavanje služe da se promet iz sporednog smjera uključi u promet na glavnom prometnom toku. Izvode se na brzim i vrlo opterećenim prometnicama. Ulijevanje tokova prometa u glavni prometni tok složenija je radnja od izlijevanja, jer zbog udruživanja tokova postoji veća mogućnost kolizije. Kao i trakovi za usporavanje, tako se i trakovi za ubrzavanje izvode usporedno s glavnim prometnim trakovima ili kao zavoji za ubrzavanje (Slika 12.).

Trak za ubrzavanje sastoji se od tri dijela:

- prvog dijela, tj. duljine ubrzanja, koja služi za to da vozilo dobije potrebno ubrzanje prije ulijevanja u glavni prometni tok
- drugog dijela, tj. duljine ulijevanja, koja služi za to da se izvrši ulijevanje vozila u glavni prometni tok,

- trećeg dijela, tj. duljine sužavanja traka, koja služi za to da se vozilo koje se nije uspjelo uključiti u glavni prometni tok može na vrijeme zaustaviti. [2]



Slika 12. Trakovi za ubrzavanje, [2]

Radi lakšeg odvijanja prometa potrebno je izvesti trakove za lijevo i za desno skretanje. Takvi se trakovi izvode uvijek uz glavne prometne trakove. Ako se zbog specifičnih uvjeta na pojedinim raskrižjima ne mogu izvesti lijevi i desni trakovi, prednost se daje lijevim trakovima. Trakovi za skretanje ulijevo najvažniji su dodatni trakovi, a treba ih izvesti na svim mjestima lijevog skretanja pri križanju u razini. Način izvedbe traka sličan je kao i za trak za usporavanje. Trak za skretanje ulijevo treba biti širok 3.5 m, a u iznimnim slučajevima može se ta širina smanjiti do 3.0 m ako su brzine manje od 60 km/h. Na kraju treba izvesti postupno suženje. Ukupna duljina traka za skretanje ulijevo, u koju je uračunano i suženje na kraju, iznosi pri računskoj brzini  $V_r = 80$  km/h (glavne prometnice) 120 m, pri  $V_r = 65$  km/h 100 m i pri  $V_r = 50$  km/h 80 m. Trakovi za skretanje ulijevo sastoje se od dijela koji služi za izmjenu traka, duljine 30-50 m, ovisno o brzini, od dijela koji služi za usporavanje brzine vozila i od dijela za prestrojavanje prije križanja ta duljina mora biti najmanje 30 metara, a ovisi o broju vozila koja čekaju na skretanje. Pri izvedbi traka za skretanje udesno primjenjuju se gotovo isti elementi kao i za trak za skretanje ulijevo. Trakove za skretanje udesno treba po mogućnosti izvesti na raskrižjima gdje su veće brzine, na raskrižjima sa semaforima te u velikoj mjeri rasterećuju promet na raskrižjima. [2]

Prometni otoci su slobodna mjesta između prometnih trakova po kojima ne smiju prolaziti vozila. Otoci služe za usmjerivanje prometnih strujanja, za zaštitu pješaka pri prelazanju kolnika i za postavljanje prometnih znakova i uređaja. Oticima treba ispuniti prostor između prometnih trakova, ali ih ipak treba izvesti u ograničenom broju. Razdjelni otoci služe za razdvajanje suprotnih tokova prometa, a izvode se na prometnicama s četiri i više prometnih trakova te na prometnicama koje su na prilazu autocesta, graničnih prijelaza, tunela, mostova. Širina tih otoka mora biti najmanje 1.5 m, a na mjestima gdje vozila skreću širina mora biti veća od prosječne duljine vozila. Usmjerujući otoci primjenjuju se na križanjima u razini kako bi se postiglo potrebno dodatno vođenje prometnih tokova. Njihovom primjenom smanjuje se broj mogućih točaka sudara i postižu se odgovarajući smjerovi prometa. Da bi se smanjila mogućnost vožnje preko otoka, pomiče se vrh otoka za 0.3-0.6 od ruba kolnika. Pješački su otoci namijenjeni za potrebe pješaka i njihovu zaštitu. Može ih se podijeliti na pješačke stajališne otoke i na pješačke zaštitne otoke. Pješački stajališni otoci pružaju pješacima zaštitu od vozila javnoga gradskog prometa. Izvode se kao uzdignute platforme. Njihova duljina ovisi o duljini prometnog sredstva koje putnici čekaju, a širina im je 2.0-2.5 m, iznimno 1.5 m. Pješački zaštitni otoci pružaju zaštitu pješacima koji su zaustavljeni na sredini ceste nadolazećim prometom ili zbog promjene signala na semaforu. Izvode se posebno na velikim i nepravilno izvedenim križanjima. [2]

Veličina uzdužnih i poprečnih nagiba po pravilu je ista kao i na otvorenom dijelu ceste. Pri projektiranju čvorišta potrebno je predvidjeti što manje uzdužne nagibe da bi se omogućilo lakše zaustavljanje i pokretanje vozila te bolja vidljivost. Veličina uzdužnog nagiba iznosi 0.5-4.0 %, a poprečnog nagiba 1.0-7.0 %. Najmanji polumjer R zaobljenja rubnjaka na krajevima gradskih ulica je 11-12 m, a na ulicama u stambenim naseljima 6,0 m.

Raskrižje državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velikoj Gorici je raskrižje trokrakog oblika. Južni kolnik državne ceste D-30 je ravan cestovni potez, sa suvremenim kolničkim trakom, nalazi se van naseljenog mjesta i namijenjen je za promet vozila u smjeru Grada Zagreb. Kolnik se u početnom djelu sastoji od dvije prometne trake u

jednom smjeru širine 2 x 3.5 m, te oko 50 metara prije raskrižja sa Avenijom pape Ivana Pavla II nalazi se traka za lijevo skretanje širine 3.5 m. Južni kolnik mekim terenom je odvojen je od sjevernog kolnika. Navedeni potez je pregledan sa dostatnom prometnom signalizacijom. Poslije raskrižja je autobusno stajalište te obilježeni pješački prijelaz na raskrižju. Vertikalna signalizacija južnog kolnika na mekom terenu sa desne strane nalaze se sljedeći prometni znakovi: Prometni znak ograničenje brzine na 80 km/h, divljač na cesti, prestrojavanje vozila s nazivima naseljenih mjesta, prometni znak ograničenje brzine na 60 km/h na kojem se nalazi znak C 86 prestrojavanje vozila, putokazi na portalu iznad 3 prometne trake, prometni znak autobusno stajalište. Na samom raskrižju nalaze se uređaji za upravljanje prometom svjetlima semaforima i prometni znak cesta s prednošću prolaska (Slika 13).



Slika 13. Prikaz južnog kolnika državne ceste D-30

Sjeverni kolnik državne ceste D-30 je sličan po svim karakteristikama južnom kolniku. Kolnik se u početnom djelu sastoji od dvije prometne trake u jednom smjeru za kretanje u smjeru ravno širine 2 x 3.5 m, te oko 50 metara prije raskrižja sa Avenijom pape Ivana Pavla II nalazi se dodatni trak za desno skretanje širine 3.5 m sa postupnim prijelazom na širinu 5.5m kod trokutastog otoka. Vertikalna signalizacija sjevernog kolnika na mekom terenu sa desne strane nalaze se sljedeći prometni znaci: Prometni znak ograničenje brzine na 80 km/h, prestrojavanje vozila s nazivima naseljenih mjesta, prometni znak ograničenje brzine na 60 km/h na kojem se nalazi znak C 86 prestrojavanje vozila, putokazi na portalu iznad 3 prometne trake, uređaji za upravljanje prometom svjetlima semaforima i prometni znak cesta s prednošću prolaska te na dodatnom traku za desno skretanje znak BO1 raskržije s cestom koja ima prednost prolaska. Sjeverni privoz također čini nogostup širine 1.80 m te biciklistička traka za oba smjera ukupne širine 2 m (Slika 14.).



Slika 14. Prikaz Sjevernog kolnika državne ceste D-30

Zapadni kolnik Avenije pape Ivana Pavla II povezuje državnu cestu sa zračnom lukom Franjo Tuđman te središnji dio grada Velike Gorice. Kolnik se u početnom djelu sastoji od jedne prometne trake za kretanje smjer lijevo i jedne dodatne trake za smjer lijevo širine 2 x 3.5 m te prometna traka za desno skretanje širine 3.5 m sa postupnim prijelazom na širinu 5.5m kod trokutastog otoka (Slika 15.). Vertikalna signalizacija zapadnog kolnika na mekom terenu sa desne strane nalaze se sljedeći prometni znaci: prestrojavanje vozila s nazivima naseljenih mjesta, prometni znak ograničenje brzine na 60km/h na kojem se nalazi znak C 86 prestrojavanje vozila koji je oštećen (Slika 16.), putokazi na portalu iznad 3 prometne trake, uređaji za upravljanje prometom svjetlima semaforima i prometni znak cesta s prednošću prolaska te na dodatnom traku za desno skretanje znak BO1 raskršije s cestom koja ima prednost prolaska. Zapadni kolnik ima obilježeni pjsački prijelaz i biciklistički prijelaz, te se uz kolnik nalazi se nogostup i biciklistička staza odvjeni mekim terenom od kolnika.



Slika 15. Prikaz zapadnog kolnika Avenija pape Ivana Pavla II





Slika 16. Prikaz oštećenog prometnog znaka na istočnom kolniku Avenije pape Ivana Pavla II

Analizom prometnih i oblikovnih elemenata navedenoga raskrižja nije utvrđeno mnogo nedostataka, širine prometnih traka od 3.5 m odgovaraju brzini od 80 km/h. Semaforskim uređajima izmjereno je trajanje žutoga svjetla od 4 sekunde što je adekvatno zaštitno međuvrijeme za brzinu pred raskrižjem od 60 km/h. Horizontalna signalizacija i oznake na kolniku su bez nedostataka. Navedeno raskrižje je veoma pregledno te prometno i oblikovno ispravno. Može se reći da je uzrok nastanka prometnih nesreća ljudski faktor nepoštivanja prometnih pravila.



## 7. ANALIZA PROMETNOG OPTEREĆENJA RASKRIŽJA

Budući da je u gradovima najzastupljeniji cestovni promet te su u sustavu cestovnog prometa prisutno najznačajniji prometni problemi, u prometnim studijama gradova najviše pažnje posvećuje se prometnim tokovima cestovnog prometa. Analiza postojećih prometnih tokova cestovnog prometa obuhvaća:

- brojanje prometa na karakterističnim lokacijama
- analizu neprekidnog automatskog brojanja prometa
- analiza prometno oblikovnih elemenata ceste
- analiza sustava vođenja i upravljanja prometom

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Podatci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Ti podatci se mogu sastojati od informacija kao što su: prometna opterećenja na cestovnim prometnicama, struktura prometnog toka, brzina kretanja vozila u prometnom toku, razmak između vozila u prometnom toku, smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži, vršna opterećenja u određenim vremenskim rasponima. Iz takvih podataka dobiva se točna slika o prometnim zahtjevima unutar neke zone obrade. Na temelju toga mogu se odrediti budući prometni pravci, rekonstrukcija postojeće prometne infrastrukture i napraviti reorganizacija prometnih tokova. Pri korištenju podataka dobivenih iz brojanja prometa uputno je koristiti podatke iz prethodnih brojanja prometa, ako postoje. Na taj način vidljiv je razvoj neke sredine, s prometnog stajališta, u razdoblju nekoliko godina, desetljeća ili dulje. Prvi parametar koji je potrebno odrediti za potrebe brojanja prometa je određivanje zone obuhvata brojanja. Nakon toga se metodom sondiranja utvrđuju lokacije na kojima će se, zbog njihovog značaja, provoditi brojanje te kasnije analizirati cijeli sustav unutar zadane zone. Podatci za prometne tokove koji nisu direktno sondirani dobivaju se metodama aproksimacije i interpolacije. Obzirom na razlog analiziranja postojeće situacije (kontrolno brojanje, projektiranje novih prometnica, rekonstrukcija postojećih, određivanje signalnog plana za potrebe semaforiziranog raskrižja) potrebno je odrediti vremenske periode unutar kojih će se brojanje provoditi. Brojanja se mogu provoditi tokom jednog ili više dana,

kontinuirano ili prekidno. Isto tako, potrebno je odrediti vremenske intervale unutar jednog dana, tj. broji li se samo nekoliko specifičnih sati u danu ili kontinuirano svi sati. [15]

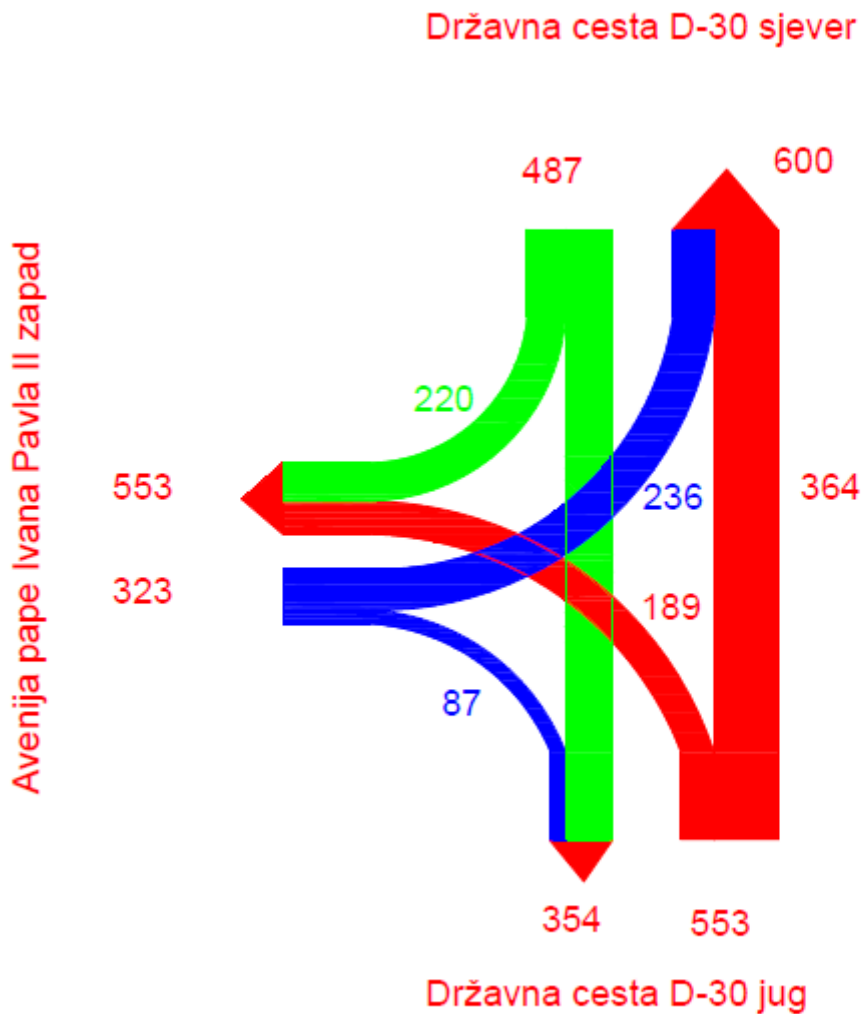
Provedenim brojanjem prometa na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II na području grada Velike Gorice dobiveni su podaci odvijanja prometa na raskrižju te struktura prometa na obilaznici grada. Brojanje prometa vršeno je 18.05.2020, radnim danom u vršnim satovima odvijanja prometa ujutro od 7:30 do 8:30 sati i popodne od 15:30 do 16:30 sati, u 15 minutnim intervalima, pri stabilnim vremenskim prilikama. Rezultati dobiveni brojanjem prometa upotrijebiti će se za analizu prometne potražnje na raskrižju. U tablici (Tablica 17.) prikazani su podaci za jutarnje vršno prometno opterećenje na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II Najopterećeniji je južni privoz u jutarnjim satima u smjeru grada Zagreba.

Tablica 17. Podaci o brojanju prometa za jutarnje vršno opterećenje na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II

SAT	SMJER	Interval - 15 min	OA	LT	TT	BUS	MOT
7:30-8:30	Sjever-jug	0-15	55	6	8	0	0
		15-30	54	15	5	0	0
		30-45	53	5	6	0	0
		45-60	37	9	13	0	1
		Ukupno	199	35	32	0	1
		Sveukupno	267				
7:30-8:30	Sjever-Zapad	0-15	53	6	1	0	0
		15-30	60	8	1	0	0
		30-45	47	12	1	0	0
		45-60	21	8	2	0	0
		Ukupno	181	34	5	0	0
		Sveukupno	220				
7:30-8:30	Jug-Sjever	0-15	115	3	6	0	0
		15-30	99	4	8	0	1
		30-45	56	2	2	0	0
		45-60	50	6	12	0	0
		Ukupno	320	15	28	0	1
		Sveukupno	364				
7:30-8:30	Jug-Zapad	0-15	49	2	1	0	0
		15-30	52	0	1	0	0
		30-45	47	4	0	0	0
		45-60	28	1	3	1	0
		Ukupno	176	7	5	1	0
		Sveukupno	189				
7:30-8:30	Zapad-Sjever	0-15	14	0	1	0	0
		15-30	16	0	3	0	0
		30-45	19	1	3	0	0
		45-60	27	1	1	0	1
		Ukupno	76	2	8	0	1
		Sveukupno	87				
7:30-8:30	Zapad-Jug	0-15	69	1	2	0	0
		15-30	74	2	1	0	0
		30-45	39	2	4	0	0
		45-60	40	1	0	0	1
		Ukupno	222	6	7	0	1
		Sveukupno	236				

Izvor: Izradio autor

Na slici prikazan je grafički prikaz jutarnjeg vršnog prometnog opterećenja prema privozima na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II prema prethodnoj tablici (Slika 11).



Slika 17. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog prometnog opterećenja na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II

U tablici prikazani su podaci za popodnevno vršno prometno opterećenje na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II Najopterećeniji je sjeverni privoz u

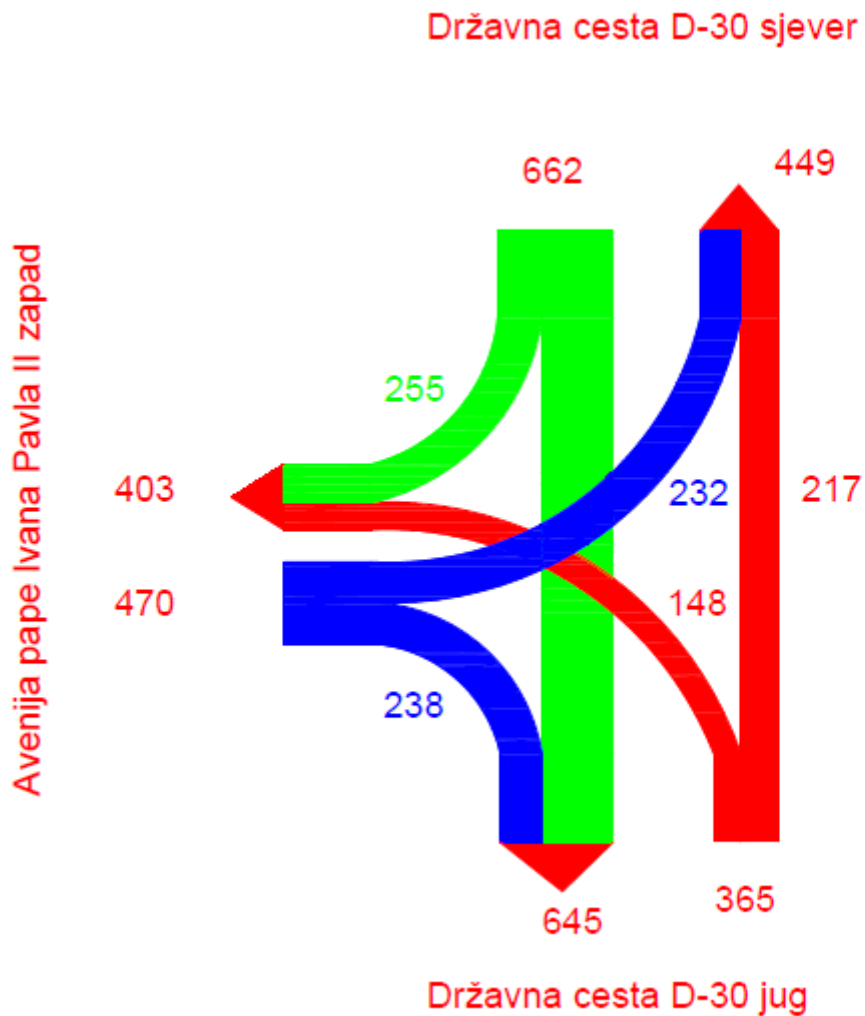
popodnevim satima iz smjeru grada Zagreba, te zatim drugi najopterećeniji je zapadni privoz (Tablica 18.). U tim satima brojanja prometa dolazilo je u posljednje četiri godine do najvećeg broja prometnih nesreća. Prilikom brojanja prometa primijećen je iznimno velik broj prekršaja nepoštivanja svjetlosnog znaka što je i jedan od glavnih uzroka prometnih nesreća na samom raskrižju.

Tablica 18. Podaci o brojanju prometa za popodnevno vršno opterećenje na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II

SAT	SMJER	Interval - 15 min	OA	LT	TT	BUS	MOT
15:30-16:30	Sjever-jug	0-15	79	10	5	0	0
		15-30	89	11	0	0	0
		30-45	89	10	1	0	0
		45-60	103	6	4	0	0
		Ukupno	360	37	10	0	0
		Sveukupno	407				
15:30-16:30	Sjever-Zapad	0-15	49	6	0	0	0
		15-30	67	5	2	0	2
		30-45	33	5	1	0	0
		45-60	77	7	1	0	0
		Ukupno	226	23	4	0	2
		Sveukupno	255				
15:30-16:30	Jug-Sjever	0-15	46	3	5	0	0
		15-30	38	3	5	0	0
		30-45	40	4	2	0	1
		45-60	67	2	1	0	0
		Ukupno	191	12	13	0	1
		Sveukupno	217				
15:30-16:30	Jug-Zapad	0-15	52	4	3	0	0
		15-30	30	2	0	1	0
		30-45	42	1	1	0	0
		45-60	17	1	1	0	0
		Ukupno	141	1	5	1	0
		Sveukupno	148				
15:30-16:30	Zapad-Sjever	0-15	47	1	1	0	0
		15-30	55	2	0	0	0
		30-45	73	2	3	0	0
		45-60	46	2	0	0	0
		Ukupno	221	7	4	0	0
		Sveukupno	232				
15:30-16:30	Zapad-Jug	0-15	56	3	1	0	0
		15-30	60	2	0	0	0
		30-45	59	2	1	0	0
		45-60	54	0	0	0	0
		Ukupno	229	7	2	0	0
		Sveukupno	238				

Izvor: Izradio autor

Na slici prikazan je grafički prikaz popodnevnog vršnog prometnog opterećenja prema privozima na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II prema prethodnoj tablici (Slika 12).



Slika 18. Grafički prikaz popodnevnog vršnog prometnog opterećenja na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II

## 8. PRIJEDLOG MJERA ZA POBOLJŠANJE SIGURNOSTI NA RASKRIŽJU DRŽAVNE CESTE D-30 I AVENIJE PAPE IVANA PAVLA II U GRADU VELIKA GORICA

Prijedlozi mjera su prijedlozi kojima se predlažu promjene u organizaciji prometnog sustava i prometnoj politici. Prema obavljenoj analizi stanja sigurnosti na raskrižja državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica nužno je obaviti sanaciju raskrižja zbog velikog broja prometnih nesreća te smanjiti rizik nastanka nesreća na najmanji mogući broj.

Analizom prometno oblikovnih elemenata nisu uočeni neki veći nedostaci raskrižja, no analizom prikaza kolizijskog dijagrama mogu se uočiti nepravilnosti nastale ljudskom greškom. Potrebna je izmjena trenutne regulacije prometa koja je u postojećem stanju izvedena putem prometnih svjetala te se predviđa izgradnja kružnoga toka. Kružnim tokom povećat će se propusnost i smiriti promet na raskrižju što bi pridonijelo povećanoj sigurnosti sudionika u prometu.

### 8.1 Značajke kružnih raskrižja

Posebnosti jednotračnih kružnih raskrižja, po kojima se ona razlikuju od uobičajenih raskrižja u razini, jesu:

- kružna raskrižja su raskrižja s kombinacijom prekinutoga i neprekinutoga prometnog toka
- prvenstvo prolaza na kružnim raskrižjima imaju vozila u kružnom toku u odnosu na vozila na prilazima u raskrižje
- vozilo na ulazu u kružno raskrižje se, u slučaju slobodnoga kružnog toka, ne zaustavlja već smanjenom brzinom ulazi u kružni tok što ima pozitivan učinak na okoliš (niže razine ispušnih plinova i buke) i kapacitet ovoga tipa raskrižja

- kružna raskrižja, bez obzira na tip i način izvedbe, omogućavaju vožnju samo malim brzinama i s velikim skretnim kutom prednjih kotača
- za pješake i bicikliste u kružnim raskrižjima vrijede jednaka pravila kao i u drugim raskrižjima
- u kružnim raskrižjima je zabranjena (a i nepotrebna) vožnja unatrag
- dugim vozilima je tijekom vožnje kružnim tokom dopušteno koristiti i prošireni dio kružnoga kolničkog traka (povozni dio središnjeg otoka) dok za druga vozila malih dimenzija za to nema potrebe. [16]

Prednosti jednostranih kružnih raskrižja pred ostalim raskrižjima u razini su, prije svega, u njihovim sljedećim osobinama:

- znatno veća sigurnost prometa (manji broj konfliktnih točaka nego na klasičnim izravno kanaliziranim raskrižjima u jednoj razini, ne postoje konfliktne točke križanja i preplitanja, manje brzine pri eventualnom sudaru sa pješacima, nemogućnost vožnje kroz kružno raskrižje bez smanjene brzine)
- niža razine buke i emisija ispušnih plinova motornih vozila
- manje posljedice prometnih nesreća (nema čeonih sudara i sudara pod pravim kutom);
- mogućnost propuštanja prometnih tokova velikih jakosti
- kraće čekanje na prilazima (neprekinutost vožnje)
- manje zauzimanje prostora (nepotrebni su prometni trakovi za lijevo i desno skretanje) pri jednakoj propusnoj moći – kao kod raskrižja u jednoj razini sa trakama za skretače uz istu razinu uslužnosti;
- dobro rješenje za raskrižja s približno jednakim prometnim opterećenjem na glavnom i sporednom prometnom smjeru
- dobro rješenje u raskrižjima s više krakova (pet ili više)
- manji troškovi održavanja (nego kod semaforiziranih raskrižja)
- dobro rješenje kao mjera za smirivanje prometa u urbanim sredinama
- mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor, odnosno uređenja kružnog raskrižja
- povoljniji utjecaj na okoliš u odnosu na semaforizirana raskrižja [16]

Nedostaci kružnih raskrižja su:



- povećanjem broja voznih trakova u kružnom toku smanjuje se prometna sigurnost (suprotno od klasičnih raskrižja u jednoj razini) te je preporuka izvedba jednostranih kružnih raskrižja
- veći broj kružnih raskrižja u nizu ne omogućava uvođenje koordiniranog prolaza kroz ista (zeleni val)
- poteškoće s pomanjkanjem prostora za izvedbu središnjeg otoka u već izgrađenim područjima
- kružna raskrižja većeg polumjera, nisu najprikladnije rješenje pred institucijama za slijepu i slabovidne osobe, pred domovima za starije osobe, bolnicama i zdravstvenim domovima i na svim onim mjestima gdje nemotorizirani sudionici u prometu zbog svojih privremenih ili trajnih fizičkih oštećenja ne mogu sigurno prelaziti raskrižja bez svjetlosnih signalizacijskih uređaja
- kružna raskrižja većeg polumjera, nisu najprikladnije rješenje pred dječjim vrtićima i školama i na drugim mjestima na kojima se kreće veliki broj djece (koja obično idu u većim skupinama ili u koloni)
- problemi pri velikom intenzitetu biciklističkog i/ili pješачkog prometa, koji presijeca jedan ili više krakova jednostranoga kružnog raskrižja
- lošije rješenje pri velikom intenzitetu lijevih skretanja
- naknadna semaforizacija ne utječe bitno na povećanje propusne moći
- produljenje putanja vozila i pješaka u odnosu na izravno kanalizirana raskrižja
- tokovi koji skreću ulijevo iz suprotnih smjerova nepotrebno se presijecaju, tj. prepliću, što nije slučaj kod izravno kanaliziranih raskrižja. [16]

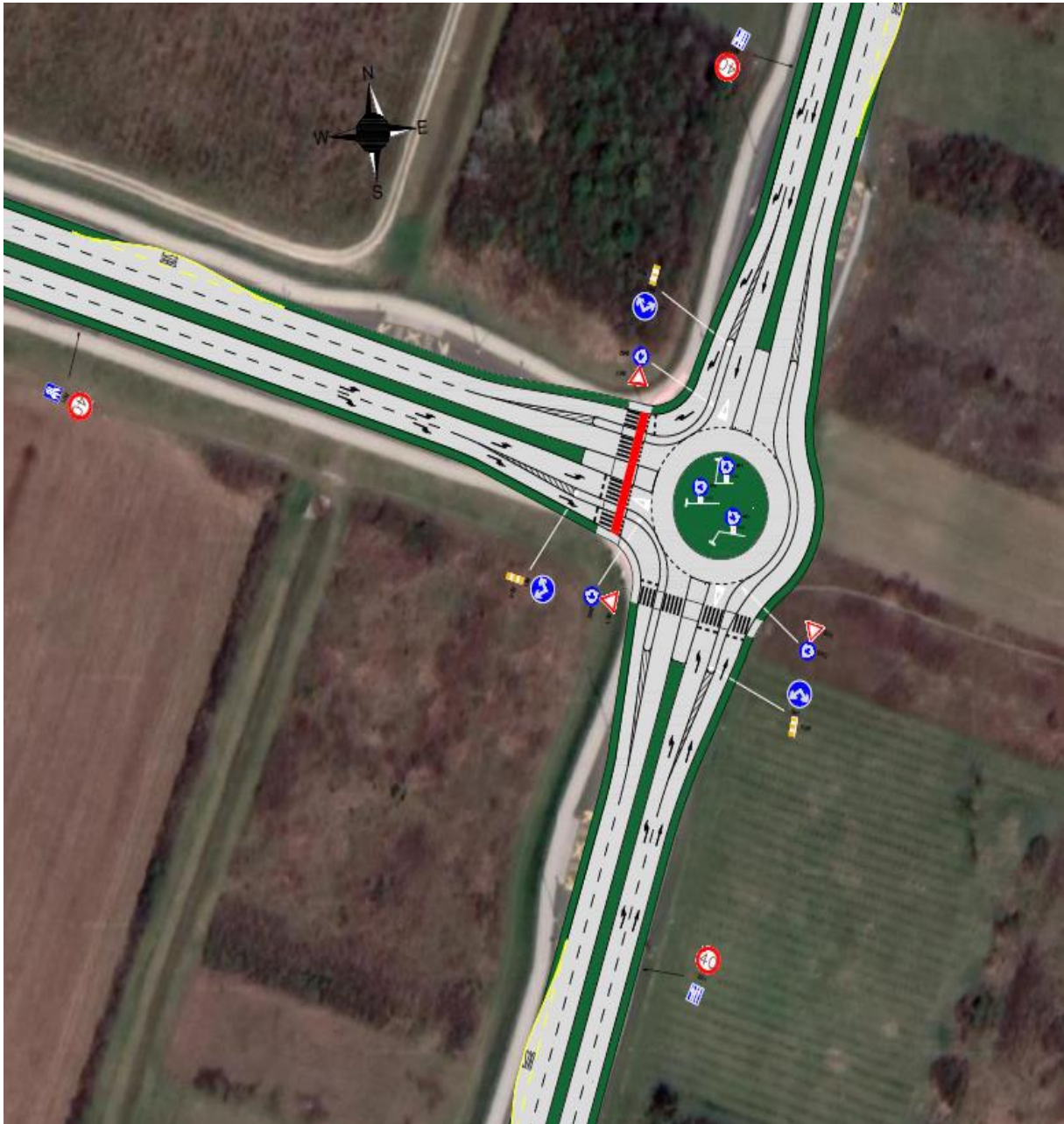
## 8.2 Prijedlog rješenja za raskrižje državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica

S obzirom na to da su u prethodnim poglavljima opisani glavni nedostaci trenutne strukture raskrižja može se zaključiti kako su velike brzine i nepoštivanje prometnih pravila (ljudski faktor) najbitniji faktori prilikom izazivanja prometnih nesreća. Također je navedeno kako su jednostrana kružna raskrižja u prednosti pred ostalim raskrižjima. Glavne prednosti

ovakvog tipa raskrižja su manji broj konfliktnih točaka nego na klasičnim izravno kanaliziranim raskrižjima u jednoj razini, ne postoje konfliktna točka križanja i preplitanja, manje brzine pri eventualnom sudaru sa pješacima, nemogućnost vožnje kroz kružno raskrižje bez smanjene brzine, manje posljedice prometnih nesreća i smirivanje prometa na raskrižju. Navedene prednosti kružnog raskrižja predstavljaju optimalno rješenje za zadano raskrižje. Osim kružnog raskrižja dodatni prijedlog rješenja je samostalni trak za prometovanje državnom cestom D-30 smjer jug - sjever koji zaobilazi ulazak u kružno raskrižje.

Uzevši u obzir sve prednosti i nedostatke kružnog raskrižja intuitivno se nameće kao rješenje za navedeno raskrižje. Idejno prometno rješenje se sastoji od sljedećih elemenata Širina vozne trake u kružnom otoku je 5.5 m sa poprečnim nagibom od 2.5 %. Središnji otok sa unutarnjim promjerom od 12 m zbog mogućnosti provoznosti velikog broja teretnih vozila. Ulazni i izlazni radijusi kružnog toka zaobljavaju se radijusom koji iznosi 12 m radi lakšeg manevriranja teretnih vozila prilikom ulazaka i izlaska iz kružnog toka. Ulazne i izlazne trake kružnog toka su širine 5.5 m. Na raskrižju su privozi iz smjer sjevera državne ceste D-30 prema Aveniji pape Ivana Pavla II i iz smjera zapada Avenije pape Ivana Pavla II prema jugu državne ceste D-30 izvedene trake za desno skretanje bez ulaza u kružni tok širine 3.5 m u početnom dijelu na širinu 5.5 m u zavoju trake te postupan prijelaz na širinu 3.5 m nakon prolaska zavoja. Kružni tok i trake za desno skretanje fizički su razdvojene razdjelnim otokom širine 2 m radi sigurnog prelaska i zaustavljanja pješaka i biciklista. Pješački prijelaz na zapadu širine je 6 m odnosno 4 m metara za prijelaz pješaka i 2 m za prijelaz biciklista. Udaljeni 5 metara od kružnog toka radi zaustavljanja jednog vozila prilikom prelaska pješaka bez ometanja prometa u kružnom toku. Širina prijelaza na jugu je 4 m zbog prelaska pješaka. Vozila koja se kreću iz smjera državnom cestom D-30 iz smjera jug – sjever imaju samostalni trak za kretanje smjer ravno koji zaobilazi ulazak u kružni tok. Dimenzije samostalne trake su 3.5 metara prije kružnog raskrižja sa postupnim prijelazom na širinu 4.5 metara prilikom zaobilaska kružnoga toka sa desne strane te nakon prolaska vraća se postupno na početnu širinu od 3.5 m sve radi lakšeg kretanja vozila zaobilaznom trakom. Zaobilazna traka također je odvojena razdjelnim otokom širine 2 m, te je potrebno pomaknuti sva tri autobusna stajališta dalje od kružnog raskrižja kako bi vozila javnog gradskog prijevoza mogla nesmetano zaustaviti. Uvođenjem ovakvoga prometnog rješenja smanjuje se broj konfliktnih točaka, usporava se brzina kretanja kroz

raskrižje i smanjuje se vrijeme čekanja na privozima. Rješenje se orijentira na sigurnost cestovnog prometa zbog iznimno malog biciklističkih i pješačkog prometa (Slika 19).



Slika 19. Idejno prometno rješenje na raskrižju državne ceste D-30 i Avenija pape Ivana Pavla

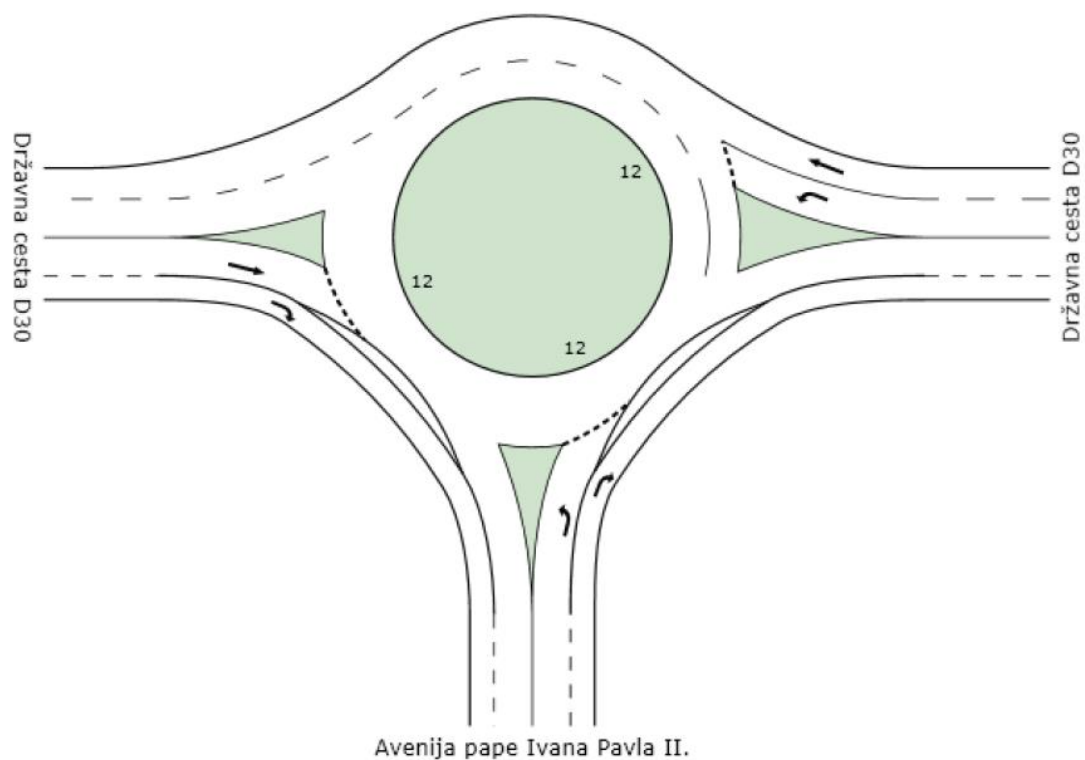
II

Izvor: Izradio autor

### 8.3 Evaluacija predloženog rješenja

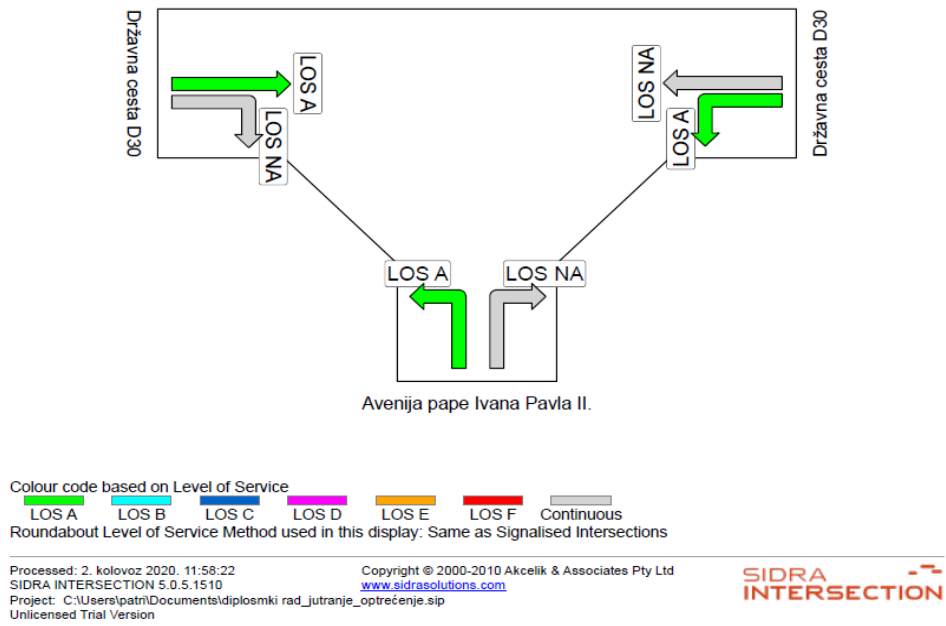
Evaluacijom ispituje se funkcionalnost predloženog rješenja. Korišten je simulacijski alat za raskrižja Sidra Intersection 5.0. Sidra Intersection je programski paket koji se koristi za raskrižja i analizu kapaciteta mreže, razine usluge i performansi te signaliziranih izračunavanja raskrižja i vremenskih ograničenja od strane stručnjaka za planiranje prometa, operacije i planiranje. Sidra Intersection softver nadopunjuje priručnik za kapacitet autocesta (HCM izdanje 6) kao napredni alat za analizu raskrižja koji nudi različita proširenja o mogućnostima HCM-a. Verzija Sidra Intersection kapacitet za autoceste ima mogućnosti za američke uobičajene i metričke jedinice. Model kapaciteta kružnog toka za jednosmjerne i višesmjerne kružna raskrižja utemeljen na istraživanju američkih kružnih raskrižja kako je opisano u HCM izdanju 6, integriran je u softver. Model kapaciteta zaokruživanja HCM Edition 6 je traka zasnovan na modelu koji je pogodan za proširenja, implementirana u Sidra Intersection. Sidra Intersection pruža veliki broj mjera raskrižja i performansi mreže te niz alternativnih metoda razine usluge (LOS) i postavki LOS cilja kako bi se utvrdilo prihvatljivo križanje i mrežni dizajn. Pružene su standardne mjere izvedbe kao što su kašnjenje, duljina reda i broj zaustavljanja, kao i mjere za pomoć utjecajima na okoliš i ekonomskoj analizi. Rezultati rada i razine usluge daju se na različitim razinama agregacije (pojedinačne trake, pojedinačni pokreti, prilazi, raskrižja, rute i mreže) i odvojeno za vozila, pješake i osobe (rezultati za pješake i ljude u vozilima u kombinaciji). Opsežni grafički prikazi prikazuju vremenski raspon signala i izlazne performanse. [17]

Tijekom izrade simulacije usnjeni su podaci koji odgovaraju stvarnom stanju. Uneseni su podaci o prometno oblikovnim elementima kao što su dimenzije i vođenje prometa. Analizom iz prometnog opterećenja uneseni su podaci broja vozila na svakom privozu, struktura vozila i udio teških vozila koji je iznimno velik na određenim privozima. Raskrižje se sastoji od tri kraka, svaki od njih odvojen sa razdjelnim otokom. Desni skretači na Aveniji pape Ivana Pavla II i na sjevernom privozu državne ceste D-30 imaju nesmetan ili kontinuiran prolaz kroz raskrižje. Južni privoz državne ceste D-30 također ima traku za ravnu za nesmetan prolaz (Slika 20.)

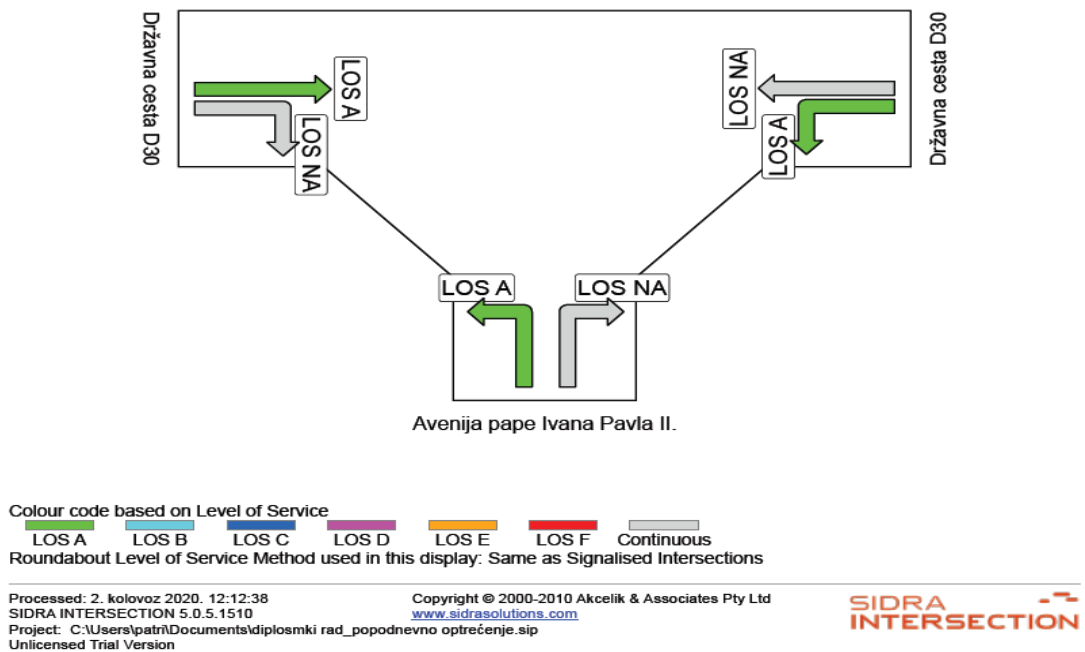


Slika 20. Prikaz predloženog raskrižja u programu Sidra Intersection 5.0

U jutarnjim i popodnevnim satima dobivena je razina usluge na sjevernom privozu razina usluge A za smjer kretanja vozila ravno, dok je za desne skretače razine usluge neprekidna obavlja se bez zaustavljanja. Na zapadnom privozu na Aveniji pape Ivana Pavla II dobivena razina usluge A za lijeve skretače i razina usluge neprekidna bez zaustavljanja za desne skretače. Južni privoz također je imao razine usluge A za lijeve skretače i razinu usluge bez zaustavljanja za smjer kretanja ravno (Slika 21. i Slika 22.).

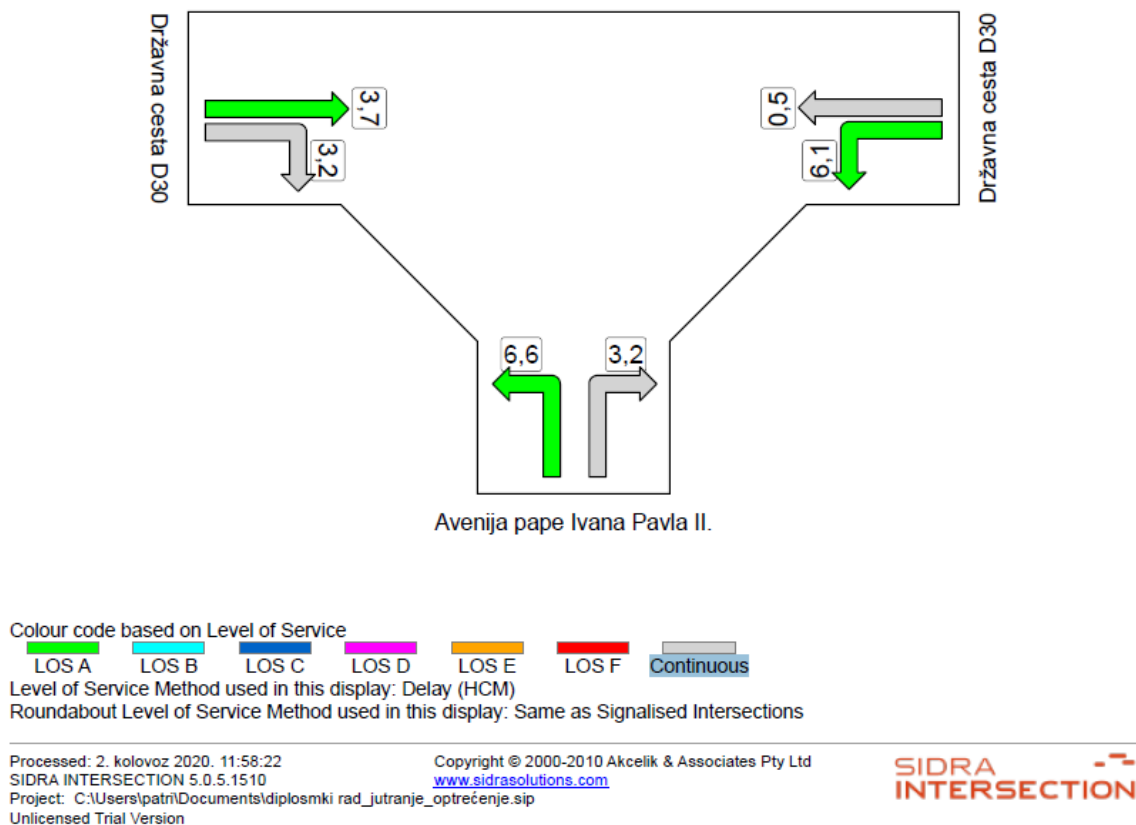


Slika 21. Prikaz razine usluge (LOS) na predloženom raskrižju u jutarnjim satima



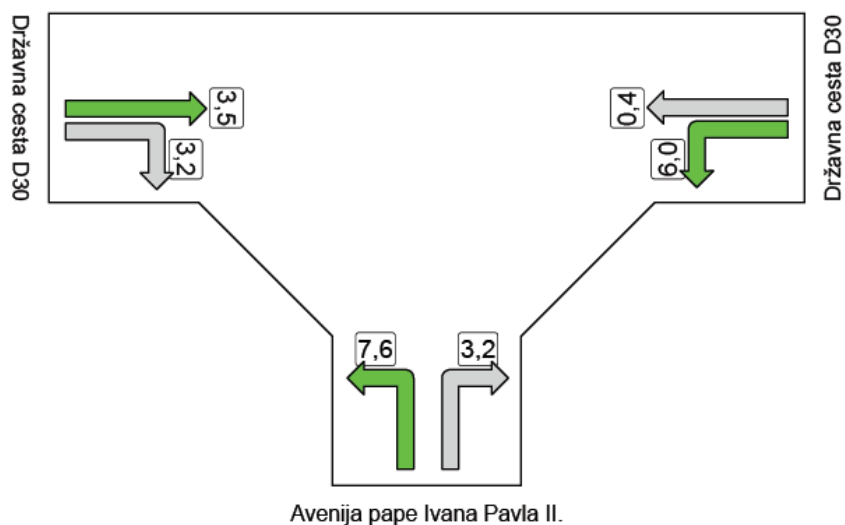
Slika 22. Prikaz razine usluge (LOS) na predloženom raskrižju u popodnevnim satima

Prosječno vrijeme kašnjenja u jutarnjim satima za sjeverni privoz državne ceste D-30 za traku ravno je 3.7 sekundi, a traka za desne skretače je 3.2 sekundi. Zapadni privoz na Aveniji pape Ivana Pavla II ima prosječno vrijeme kašnjenja 6.6 sekundi za lijeve skretače i 3.2 sekunde za desne skretače, dok južni privoz državne ceste D-30 ima 0.5 sekunde za traku ravno i 6.1 sekundi za traku lijevih skretača (Slika 23.)



Slika 23. Prosječno vrijeme kašnjenja u jutarnjim satima na predloženom raskrižju

Prosječno vrijeme kašnjenja u popodnevnim satima za sjeverni privoz državne ceste D-30 za traku ravno iznosi 3.5 sekundi, a traka za desne skretače je 3.2 sekundi. Zapadni privoz na Aveniji pape Ivana Pavla II ima prosječno vrijeme kašnjenja 7.6 sekundi za lijeve skretače i 3.2 sekunde za desne skretače, dok južni privoz državne ceste D-30 ima 0.4 sekunde za traku ravno i 6,0 sekundi za traku lijevih skretača (Slika 24.)



Colour code based on Level of Service

LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F Continuous

Level of Service Method used in this display: Delay (HCM)

Roundabout Level of Service Method used in this display: Same as Signalised Intersections

Processed: 2. kolovoz 2020. 12:12:38  
 SIDRA INTERSECTION 5.0.5.1510

Project: C:\Users\patri\Documents\diplosmki rad\_popodnevno optrecenje.sip  
 Unlicensed Trial Version

Copyright © 2000-2010 Akcelik & Associates Pty Ltd  
[www.sidrasolutions.com](http://www.sidrasolutions.com)

**SIDRA**  
**INTERSECTION**

Slika 24. Prosječno vrijeme kašnjenja u jutarnjim satima na predloženom raskrižju



## 9. ZAKLJUČAK

Cestovni promet je proces premještanja, odnosno prijevoza osoba i/ili stvari vožnjom po cestama. Opasnost od nastanka prometnih nesreće je funkcija pet čimbenika koji čine sustav: čovjek, vozilo, cesta, promet na cesti, incidentni čimbenik. Od svih čimbenika koji utječu na sigurnost prometa, utjecaj čimbenika "čovjek" je najvažniji. Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu: osobne značajke vozača, psihofizička svojstva, obrazovanje i kultura.

Kroz statističke pokazatelje određuju se opasna mjesta ili opasne dionice koje predstavljaju lokaciju na cesti kojoj se pripisuje visok rizik i vjerojatnost nastanka prometne nesreće u odnosu na razinu rizika u okolnim područjima. Određivanje crnih točaka na cestama na osnovu evidentiranih pokazatelja sigurnosti (broja prometnih nesreća, broja poginulih osoba, broja teže i lakše ozlijeđenih osoba na pojedinim dionicama ceste) prvi je korak koji treba poduzeti da bi se kasnije mogle odrediti i provesti mjere za povećanje sigurnosti u prometu. Pregledom opasnih mjesta utvrđuje se da li su prometne nesreće na promatranoj lokaciji uzrokovane prometno – tehničkim nedostacima ceste.

U Velikoj Gorici, prema analizi broja prometnih nesreća u razdoblju od 2016.-2018. godine, 2016. desilo se 292 prometnih nesreća, 2017. godine 283 prometne nesreće te 2018. godine 398 prometnih nesreća. U 2019. godini na području PP Velika Gorica dogodilo se ukupno 434 prometne nesreće. Odabrano raskrižje državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II od 2016.-2019.g ukupno je nastradalo 6 osoba od kojih je jedna poginula osoba, a desilo se ukupno 12 prometnih nesreća s materijalnom štetom. Kolizijskim dijagramom prikazan je položaj kolizijskih točaka (11 prometnih nesreća) na odabranom raskrižju. Temeljem podataka za raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II 2016.-2019. godine za lako ozlijeđene, teško ozlijeđene i poginule dobiven je okvirni društveni trošak prometnih nesreća od 106 400,00 eura za lako ozlijeđene, 1 039 800,00 eura za teže ozlijeđene te 1 333 000,00 eura za poginule u protekle četiri godine, što daje ukupni društveni trošak za navedeno raskrižje od 2 479 200,00 eura.

Analizom prometnih i oblikovnih elemenata navedenoga raskrižja nije utvrđeno mnogo nedostataka, širine prometnih traka od 3.5 m odgovaraju brzini od 80 km/h. Semaforским uređajima izmjereno je trajanje žutoga svjetla od 4 sekunde što je adekvatno zaštitno međuvrijeme za brzinu pred raskrižjem od 60 km/h. Horizontalna signalizacija i oznake na kolniku su bez nedostataka. Navedeno raskrižje je veoma pregledno te prometno i oblikovno ispravno. Može se zaključiti da je uzrok nastanka prometnih nesreća ljudski faktor nepoštivanja prometnih pravila.

Analizom prometnog opterećenja raskrižja (brojanjem prometa) dobiveni su podaci da je najopterećeniji južni privoz u jutarnjim satima u smjeru grada Zagreba, dok je u popodnevnim satima najopterećeniji sjeverni privoz državne ceste D-30 iz smjera grada Zagreba.

Neki od prednosti jednotračnih kružnih raskrižja pred ostalim raskrižjima su: manji broj konfliktnih točaka nego na klasičnim izravno kanaliziranim raskrižjima u jednoj razini, ne postoje konfliktne točke križanja i preplitanja, manje brzine pri eventualnom sudaru sa pješacima, nemogućnost vožnje kroz kružno raskrižje bez smanjene brzine, manje posljedice prometnih nesreća. Upravo te prednosti pred klasičnom vrstom semaforiziranog raskrižja su dobro rješenje za promatrano raskrižje.

Evaluacijom predloženog rješenja raskrižja u programu Sidra Intersection, simulacijom predloženog rješenja dobivene su razine usluge A na svim privozima i prosječno vrijeme čekanja do maksimalno 7.6 sekundi.

## LITERATURA

- [1] Luburić G. Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1., Radni materijali za predavanje, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti.
- [2] Cerovac V. Tehnika i sigurnost prometa, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2001.
- [3] Dacić S, Salihović S.: Čovjek kao čimbenik pouzdanosti dinamičkog sustava vozač-vozilo-okolina, Sigurnost : časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini. 2011;53(4): 331-400.
- [4] [https://www.researchgate.net/figure/Horizontal-Field-of-View-Figure-2-Horizontal-field-of-view-and-head-rotation\\_fig3\\_257809591](https://www.researchgate.net/figure/Horizontal-Field-of-View-Figure-2-Horizontal-field-of-view-and-head-rotation_fig3_257809591) [7.5.2020.]
- [5] Šarić Ž., Zovak G., Kunštek A., Kučinić T. Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [6] Šarić Ž., Zovak G. Prometno tehničke ekspertize i sigurnost, Nastavni materijali, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [7] <http://www.gorica.hr/dokumenti/strategija-draft.pdf> [15.5.2020.]
- [8] <http://www.gorica.hr/2018/03/savjetovanje-s-javnoscu-strategija-razvoja-grad-a-velike-gorice-2018-2023/> [15.5.2020.]
- [9] Zakon o sigurnosti prometa na cestama, čl. 2., Narodne novine br. (67/08., 48/10., 74/11., 80/13., 158/13., 92/14., 64/15. ).[15.5.2020.]
- [10] <https://mup.gov.hr/> [15.5.2020]
- [11] Ministarstvo unutarnjih poslova: Policijska uprava Zagrebačka, Policijska postaja Velika gorica: Analiza stanja sigurnosti u cestovnom prometu na području policijske postaje Velika Gorica za 12. mjeseci 2017. godine
- [12] Ministarstvo unutarnjih poslova: Policijska uprava Zagrebačka, Policijska postaja Velika gorica: Analiza stanja sigurnosti u cestovnom prometu na području policijske postaje Velika Gorica za 12. mjeseci 2019. godine
- [13] <https://www.google.com/maps> [17.5.2020.]

[14] Ministarstvo unutarnjih poslova: Policijska uprava Zagrebačka, Policijska postaja Velika gorica.

[15] Šoštarić M., Šćukanec A., Jakovljević M. Prometno tehnološko projektiranje, Autorizirana predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.

[16][https://hrvatskeceste.hr/uploads/documents/attachment\\_file/file/106/SMJERNICE\\_KRU\\_ZNA\\_RASKRIZJA-HRVATSKE\\_CESTE.pdf](https://hrvatskeceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/106/SMJERNICE_KRU_ZNA_RASKRIZJA-HRVATSKE_CESTE.pdf) [7.8.2020.]

[17] <https://www.sidrasolutions.com/> [10.8.2020.]

## POPIS SLIKA

Slika 1. Venov dijagram .....	4
Slika 2. Broj grešaka čovjeka u funkciji vremena rada .....	6
Slika 3. Horizontalno vidno polje .....	9
Slika 4. Vertikalno vidno polje .....	9
Slika 5. Faze procesa upravljanja opasnim mjestom.....	17
Slika 6. Proces upravljanja opasnog mjesta za Republiku Hrvatsku .....	17
Slika 7. Proces provedbe identifikacije opasnog mjesta .....	18
Slika 8. Lokacija raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	38
Slika 9. Izgled simbola za izradu kolizijskog dijagrama.....	44
Slika 10. Dijagram kolizijskih točaka na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II 2017.-2019. godine.....	46
Slika 11. Trakovi za usporavanje .....	51
Slika 12. Trakovi za ubrzavanje.....	52
Slika 13. Prikaz južnog kolnika državne ceste D-30.....	54
Slika 14. Prikaz Sjevernog kolnika državne ceste D-30.....	55
Slika 15. Prikaz zapadnog kolnika Avenija pape Ivana Pavla II.....	56
Slika 16. Prikaz oštećenog prometnog znaka na istočnom kolniku Avenije pape Ivana Pavla II .....	57
Slika 17. Grafički prikaz jutarnjeg vršnog prometnog opterećenja na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II .....	61
Slika 18. Grafički prikaz popodnevnog vršnog prometnog opterećenja na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II.....	63
Slika 19. Idejno prometno rješenje na raskrižju državne ceste D-30 i Avenija pape Ivana Pavla II .....	68
Slika 20. Prikaz predloženog raskrižja u programu Sidra Intersection 5.0.....	70
Slika 21. Prikaz razine usluge (LOS) na predloženom raskrižju u jutarnjim satima.....	71
Slika 22. Prikaz razine usluge (LOS) na predloženom raskrižju u popodnevnim satima .....	71
Slika 23. Prosječno vrijeme kašnjenja u jutarnjim satima na predloženom raskrižju.....	72
Slika 24. Prosječno vrijeme kašnjenja u jutarnjim satima na predloženom raskrižju.....	73

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Ukupan broj prometnih nesreća na području grada Velike Gorice u razdoblju od 2016. do 2018. godine.....	23
Tablica 2. Prometne nesreće i posljedice na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.....	24
Tablica 3. Nastradali sudionici u prometnim nesrećama na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.....	25
Tablica 4. Sudionici prometnih nesreća po dobi i spolu za području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.....	25
Tablica 5. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.....	27
Tablica 6. Najugroženije prometnice i raskrižja na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.....	30
Tablica 7. Prometne nesreće i posljedice na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.....	31
Tablica 8. Nastradali sudionici u prometnim nesrećama na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.....	32
Tablica 9. Sudionici prometnih nesreća po dobi i spolu za području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.....	32
Tablica 10. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.....	34
Tablica 11. Najugroženije prometnice i raskrižja na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.....	37
Tablica 12. Broj prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	39
Tablica 13. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	40
Tablica 14. Vrste prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	40
Tablica 15. Okolnosti prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	41

Tablica 16. Društveni trošak prometnih nesreća na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica za razdoblje 2016. – 2019. godine.....	48
Tablica 17. Podaci o brojanju prometa za jutarnje vršno opterećenje na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II .....	60
Tablica 18. Podaci o brojanju prometa za popodnevno vršno opterećenje na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II.....	62

## POPIS GRAFIKONA

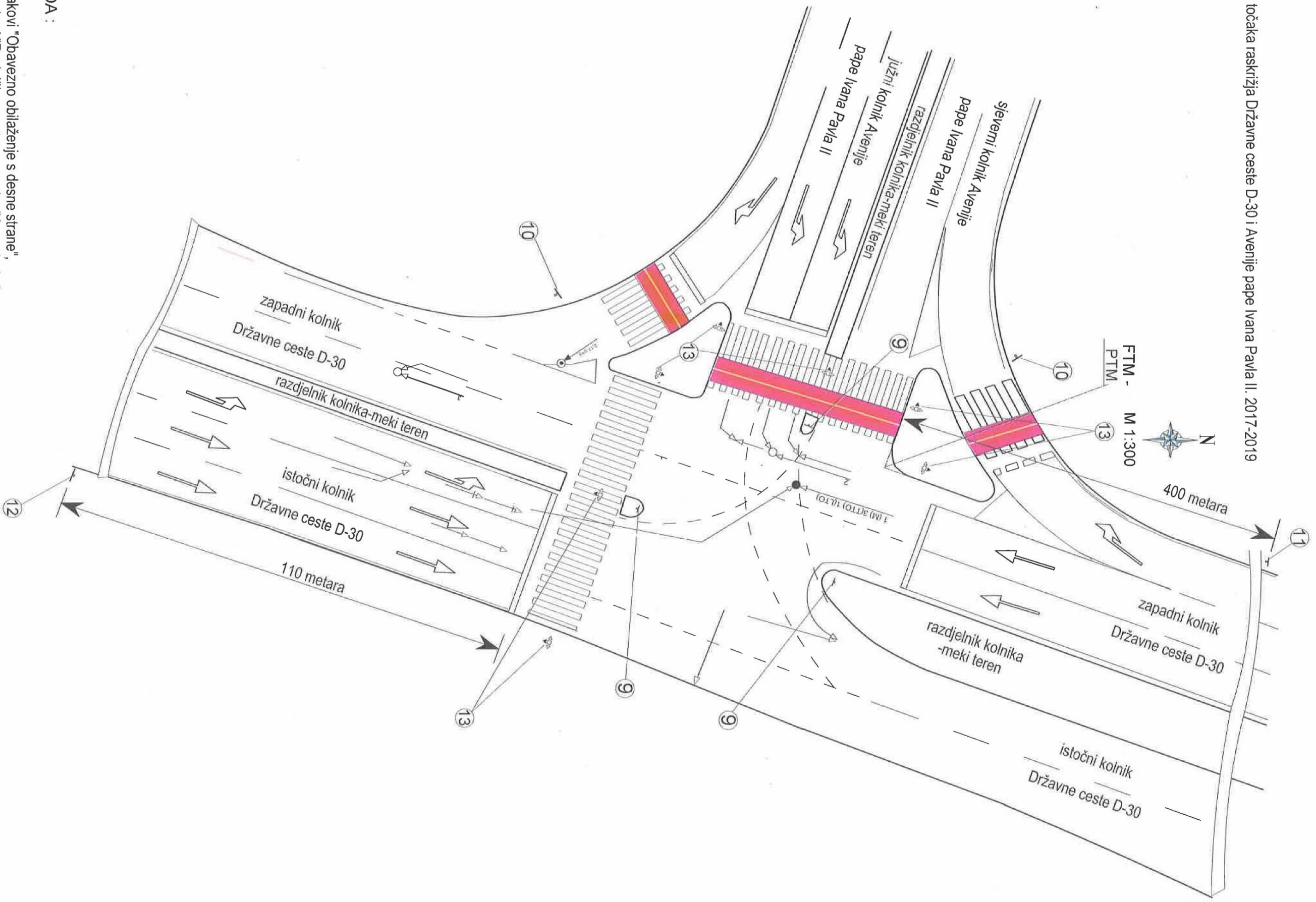
Grafikon 1. Broj prometnih nesreća prema vrsti za području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.....	26
Grafikon 2. Okolnosti prometnih nesreća s greškom vozača na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu .....	28
Grafikon 3. Okolnosti prometnih nesreća s greškom pješaka na području grada Velike Gorice za 2016./2017. godinu.....	29
Grafikon 4. Broj prometnih nesreća prema vrsti za području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.....	33
Grafikon 5. Okolnosti prometnih nesreća s greškom vozača na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu .....	35
Grafikon 6. Okolnosti prometnih nesreća s greškom pješaka na području grada Velike Gorice za 2018./2019. godinu.....	36
Grafikon 7. Broj prometnih nesreća prema uvjetima vidljivosti na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	42
Grafikon 8. Vrijeme nesreća po satu nastanka na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velika Gorica .....	42



## POPIS PRILOGA

Prilog 1. Dijagram kolizijskih točaka na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II 2017.-2019. godine

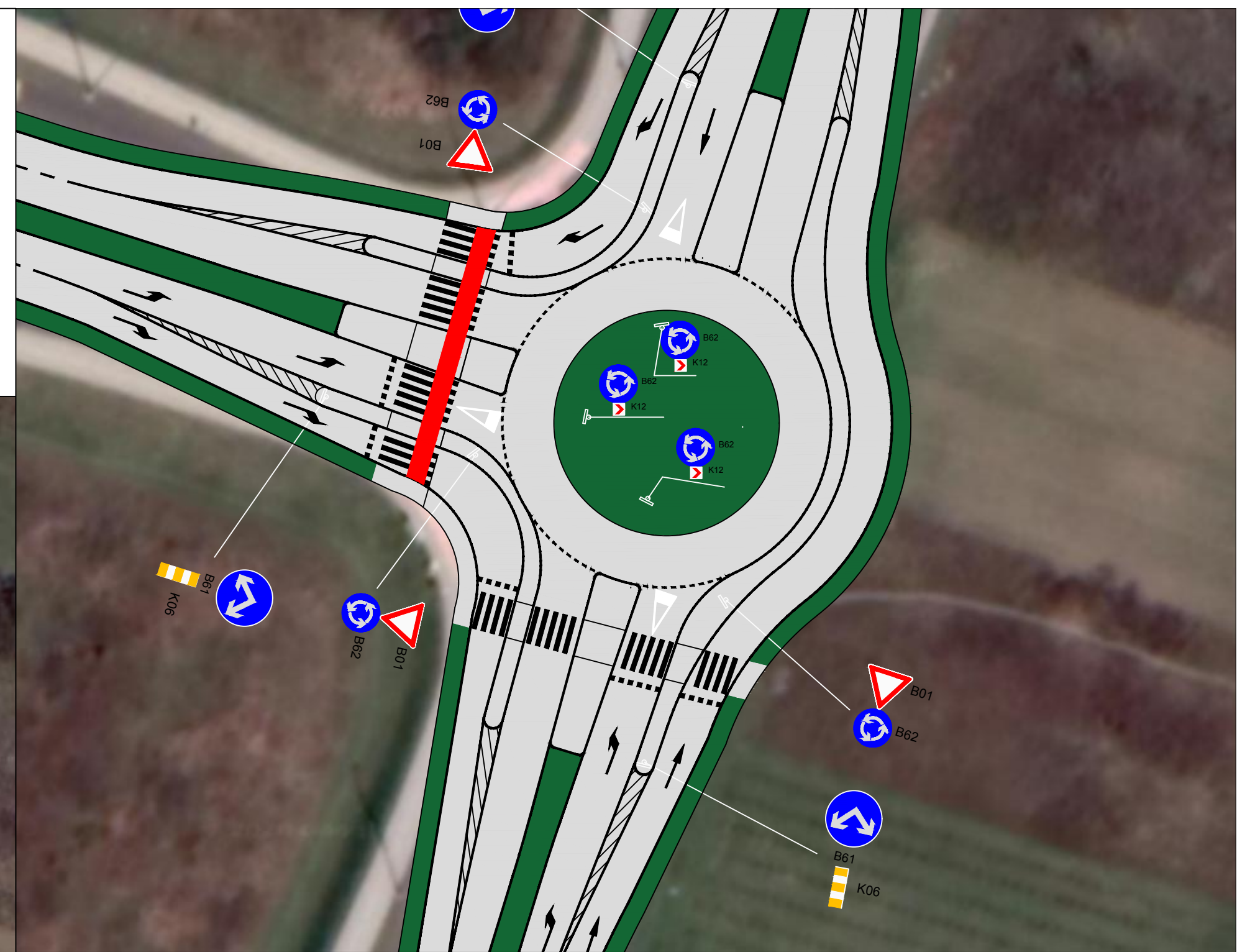
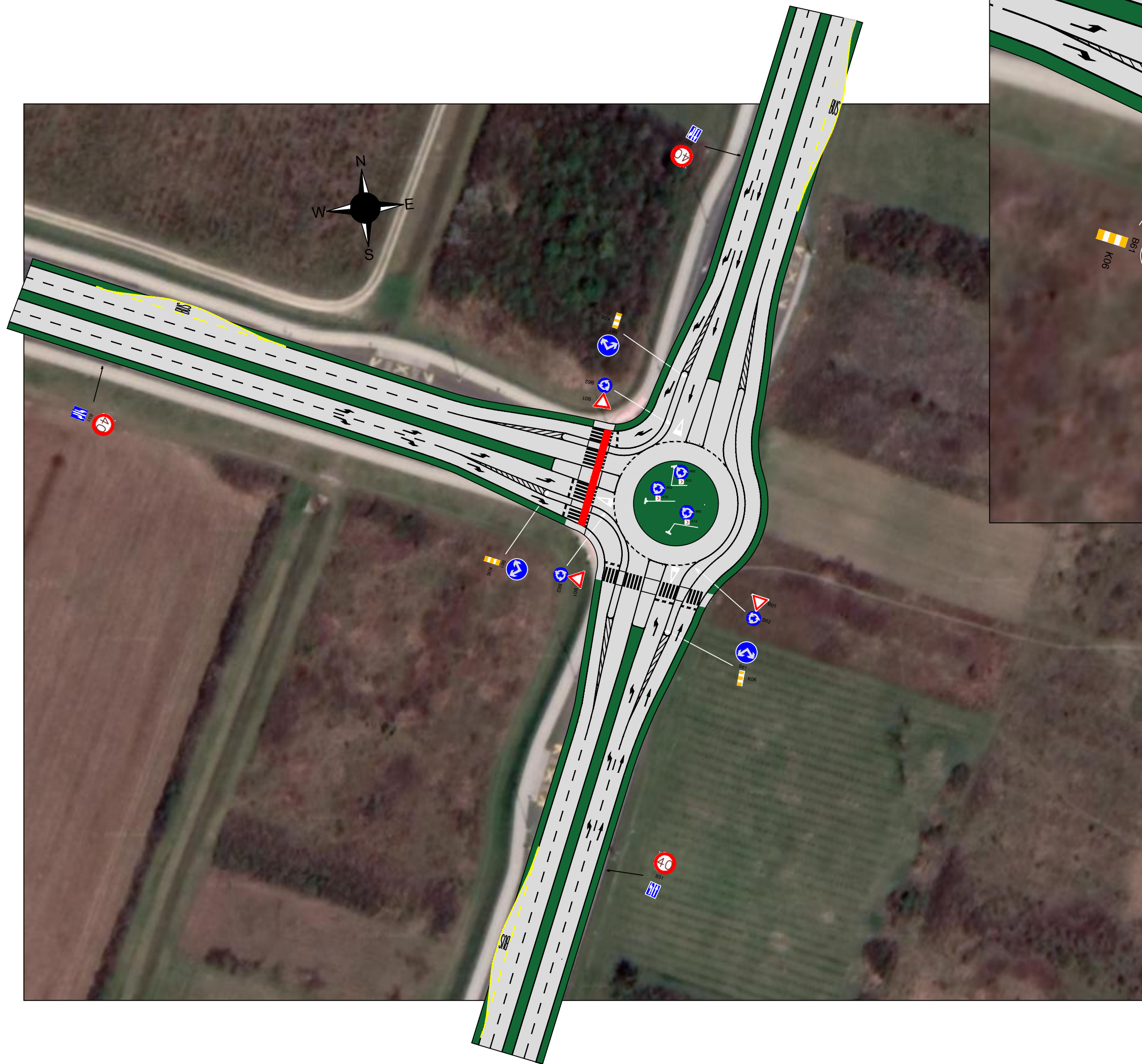
Prilog 2. Idejno prometno rješenje sa prijedlogom mjera poboljšanja sigurnosti na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II u gradu Velikoj Gorici



LEGENDA :

- 9. Prometni znakovi "Obavezno obilaženje s desne strane",
- 10. Prometni znakovi "Raskrižje s cestom s prednošću prolaska",
- 11. Prometni znakovi "Ograničenje brzine 80 km/h" i "Zabranjeno zaustavljanje i parkiranje",
- 12. Prometni znakovi "Ograničenje brzine 60 km/h" i "Prestrojavanje vozila",
- 13. Semafori, koji su trenutku prometne nesreće radili automatski i ispravno.





Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti	
Idejno prometno rješenje sa prijedlogom mjera poboljšanja sigurnosti na raskrižju državne ceste D-30 i Avenije pape Ivana Pavla II. u gradu Velikoj Gorici	
Ime i prezime: Marko Grdenić	Diplomski rad
M 1:1000, 1:500	Akademska godina: 2019/2020