

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Mario Vidak

**ISTRAŽIVANJE I ANALIZA PROMETNIH**  
**NESREĆA NA CESTOVNOJ MREŽI GRADA**  
**VELIKE GORICE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2021**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**ISTRAŽIVANJE I ANALIZA PROMETNIH NESREĆA  
NA CESTOVNOJ MREŽI GRADA VELIKE GORICE**

**RESEARCH AND ANALYSIS TRAFFIC ACCIDENTS  
ON ROAD NETWORK IN CITY OF VELIKA GORICA**

**Mentor: doc. dr. sc. Mario Čosić**

**Student: Mario Vidak**  
**JMBAG: 0135213226**

**Zagreb, 2021**

Zagreb, 13. rujna 2021.

Zavod: **Zavod za gradski promet**  
Predmet: **Sigurnost cestovnog i gradskog prometa II**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6066

Pristupnik: **Mario Vidak (0135213226)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Gradski promet**

Zadatak: **Istraživanje i analiza prometnih nesreća na cestovnoj mreži grada Velike Gorice**

### Opis zadatka:

Motorizacija na cestovnim mrežama počela se rapidno razvijati sa pojavom masovne proizvodnje osobnih vozila. Povećanje broja vozila i brzina istih dovela je do većeg broja prometnih nesreća. Koncentracija većeg broja prometnih nesreća na nekim lokacijama u odnosu na druge slične lokacije predstavlja opasno mjesto odnosno žarište prometnih nesreća. U ovom istraživanju analizirat će se prometne nesreće na području grada Velike Gorice. Korištenjem GIS alata, prometne nesreće će se vizualizirati na georeferenciranim kartama te će se odrediti mjesta s najvećom koncentracijom prometnih nesreća odnosno žarišta prometnih nesreća. Dodatnim terenskim istraživanjem prikupit će se podaci na opasnim mjestima. Na temelju provedene analize, predložiti će se mjere u svrhu smanjenja broja prometnih nesreća na opasnim mjestima.

Mentor:



---

doc. dr. sc. Mario Čosić

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

# SAŽETAK

Stradavanje u prometu i prometnim nesrećama, su jedan od glavnih uzroka smrti na globalnoj razini. Osnovni indikatori za sigurnost na prometnoj mreži su broj prometnih nesreća i njihove posljedice. Na cestovnoj mreži, prometne nesreće nisu ravnomjerno raspoređene, postoje određena mjesta gdje je koncentracija prometnih nesreća veća nego na ostalim dijelovima dionice ili promatranog područja. Ta mjesta zovu se opasna mjesta ili crne točke i u pravilu su to raskrižja. Prema dosadašnjim iskustvima jedan od najučinkovitijih načina poboljšanja sigurnosti na cestama su identifikacija opasnih mjesta i njihova sanacija.

U ovom radu će se za područje Velike Gorice i njezinih okolnih naselja koristiti podaci o prometnim nesrećama iz 2016. 2017. i 2018. godine koji su preuzeti iz nacionalnih baza podataka Ministarstva unutarnjih poslova. Prikupljeni podaci provest će se kroz statističku analizu uz pomoć Microsoft Office – Excel-a, te će se koristeći GIS alate (QGIS – Quantum Geographic Information System) izvršiti pozicioniranje i vizualizacija opasnih mjesta na georeferenciranim kartama. Rezultati provedenog istraživanja se mogu upotrijebiti za uočavanje opasnih mjesta, sanaciju opasnih mjesta na postojećoj infrastrukturi i izbjegavanja ponavljanja grešaka koje su dovele do opasnih mjesta u budućnosti prilikom projektiranja i izgradnje samih prometnica i raskrižja. Samim time će se smanjiti broj prometnih nesreća što će imati za posljedicu povećanje sigurnosti na prometnicama.

**KLJUČNE RIJEČI:** Prometne nesreće, sigurnost cestovnog prometa, opasna mjesta, Velika Gorica

# SUMMARY

Traffic accidents and traffic injuries are the leading cause of death across the globe. The basic indicators of safety on the traffic network are number of traffic accidents and their consequences. On the road network, traffic accidents are not evenly distributed. Moreover, there are certain places where the concentration of traffic accidents is higher comparing to the other parts of the road sections or the observed area. These places are known as dangerous places or black spots, and generally that implies to intersections. According to the previous experience, one of the most effective ways to improve the road safety is the identification of dangerous places and their remediation.

Therefore, this thesis evaluates the data of traffic accidents from 2016 to 2018 for the city of Velika Gorica and its surrounding villages. The data is taken from the national databases of Ministry of the Interior, and it is processed through statistical analysis by using Microsoft Office - Excel tool and GIS tools (QGIS – Quantum Geographic Information System) which locate and visualize dangerous places on the georeferenced maps. The result of research can be used to identify dangerous spots, to remediate dangerous places on existing infrastructure, and to avoid reiteration of errors that led to dangerous places. In the long term this research will benefit the future design and construction of roads and intersections. This will reduce the number of traffic accidents, which will result in increased road safety.

**KEY WORDS:** Traffic accidents, road safety, dangerous places, City of Velika Gorica

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA SIGURNOSTI U CESTOVNOM PROMETU .....	3
2.1. Osnovni čimbenici sigurnosti u cestovnom prometu .....	3
2.2. Čovjek kao čimbenik sigurnosti u prometu .....	4
2.3. Osobne značajke vozača .....	5
2.4. Vozilo kao čimbenik sigurnosti u prometu .....	8
2.5. Cesta kao čimbenik sigurnosti u prometu .....	9
2.6. Čimbenik promet na cesti .....	10
2.7. Incidentalni čimbenik.....	10
2.8. Vrste prometnih nesreća u cestovnom prometu .....	10
2.9. Troškovi prometnih nesreća.....	11
3. PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA O PROMETNIM NESREĆAMA.....	14
3.1. Područje obuhvata.....	14
3.2. Prikupljanje podataka.....	16
3.3. Prikupljanje podataka od Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske .....	16
3.4. Računalni program za obradu podataka QGIS.....	18
3.5. Obrada podataka u paketu Microsoft Office – Excel.....	19
4. ANALIZA OPASNIH MJESTA NA PODRUČJU GRADA VELIKE GORICE .....	21
4.1. Analiza općih podataka o prometnim nesrećama.....	23
4.2. Analiza podataka prema vremenu i uvjetima prilikom događanja prometnih nesreća .....	27
4.3. Analiza podataka prometnih nesreća prema karakteristikama ceste i ograničenju brzine ....	35
4.4. Identifikacija opasnih mjesta .....	37
4.5. Analiza opasnih mjesta pomoću toplinskih karata.....	38
5. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA NA OPASNIM MJESTIMA.....	47
5.1. Analiza postojećeg stanja i prijedlog poboljšanja .....	48
5.2. Karakteristike turbo kružnih raskrižja.....	50
5.3. Lokacija i opis raskrižja .....	51
5.4. Analiza prometnog opterećenja .....	56
5.5. Provjera provoznosti mjerodavnog vozila kroz turbo kružno raskrižje .....	57
5.6. Provjera opravdanosti primjene prometnog rješenja rekonstrukcije četverokrakog semaforiziranog raskrižja u turbo kružno raskrižje.....	58
6. ZAKLJUČAK .....	61
LITERATURA .....	62
POPIS SLIKA .....	64
POPIS TABLICA .....	65
POPIS GRAFIKONA.....	65

# 1. UVOD

Kvalitetno razvijena prometna mreža sa svojim sustavima i podsustavima omogućuju učinkovito razvijanje cestovnog prometa. Dobro razvijen cestovni prometni sustav omogućuje gradovima i državama razvoj i gospodarski rast. Značajan razvoj cestovnog prometa započeo je masovnom proizvodnjom osobnih automobila, samim time povećao se i broj prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama i velikim materijalnim štetama. Prometni stručnjaci rade na poboljšanju sigurnosti u cestovnom prometu, kako na gradskoj i državnoj razini, tako i na globalnoj razini sa ciljem smanjenja prometnih nesreća općenito, a poseban naglasak pridodaju na one koje imaju za posljedicu smrtno stradale osobe ili velike materijalne štete.

Cilj ovog diplomskog zadatka je analiza i obrada podataka prometnih nesreća za promatrano razdoblje od tri uzastopne godine (2016, 2017 i 2018) na području Grada Velike Gorice koje je prikupilo Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske (MUP).

Programski alati koji su korišteni u analizi prometnih nesreća su QGIS pomoću kojeg je izvršeno pozicioniranje i vizualizacija mjesta sa najviše prometnih nesreća, odnosno često zvana u kontekstu prometa "opasna mjesta", na georeferenciranim kartama i Excel iz Microsoft Office paketa pomoću kojeg je napravljena analiza na temelju raznih kriterija i podataka kao što su vrijeme, mjesto, posljedice, okolnosti i vrste prometnih nesreća.

Diplomski rad podjeljen je u šest poglavlja

1. UVOD
2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA SIGURNOSTI U CESTOVNOM PROMETU
3. PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA O PROMETNIM NESREĆAMA
4. ANALIZA OPASNIH MJESTA NA PODRUČJU GRADA VELIKE GORICE
5. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA NA OPASNIM MJESTIMA
6. ZAKLJUČAK

Nakon uvodnog dijela u kojem je opisana problematika i cilj istraživanja, u drugom poglavlju prikazano je postojeće stanje sigurnosti cestovnog prometa promatranog područja te su navedeni glavni čimbenici u sigurnosti cestovnog prometa.

U trećem poglavlju je opisana obrada podataka i način prikupljanja podataka. Nastavno su opisani programski paketi pomoću kojih su obrađeni i analizirani prikupljeni podaci.

U četvrtom poglavlju su obrađeni podaci o prometnim nesrećama. Pomoću programskog alata QGIS dobivene su toplinske karte koje otkrivaju "opasna mjesta", a koja se često nazivaju i crnim točkama na cestovnim prometnicama.

Prijedlog mjera poboljšanja na određenim opasnim mjestima i postizanje veće sigurnosti prometa na području Velike Gorice je dio petog poglavlja. U zaključnom poglavlju ovog diplomskog rada su iznesena zaključna razmišljanja za provedeno istraživanje.

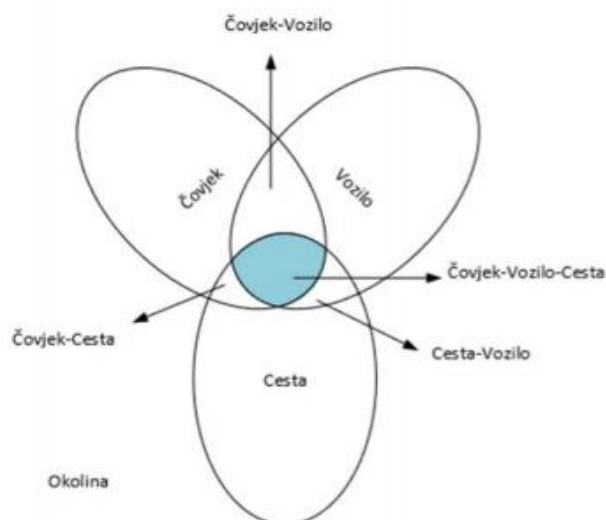


## 2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA SIGURNOSTI U CESTOVNOM PROMETU

Ovo poglavlje sadrži osnovne čimbenike sigurnosti u cestovnom prometu. Kako će biti prikazano u najviše slučajeva čovjek je u najvećem udjelu odgovoran za prometnu nesreću uslijed neopreznosti tijekom vožnje, donošenjem pogrešnih odluka i procjena, nepoštivanjem prometnih pravila i slično. U manjim postocima, što će biti i prikazano u ovom diplomskom radu, odgovornost za događanje prometnih nesreća su nedostaci na prometnicama i opremi, neispravnost vozila ili njihova kombinacija. Također, u nastavku će biti navedene vrste prometnih nesreća i njihovi štetni troškovi za društvo.

### 2.1. Osnovni čimbenici sigurnosti u cestovnom prometu

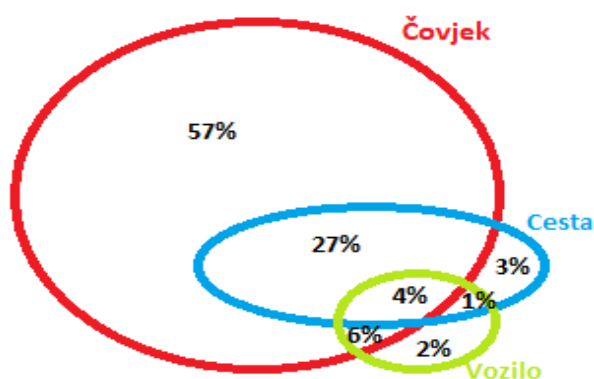
U modernom vremenu promet je postao vrlo složena pojava s obzirom na ukupnu složenost cijelog prometnog sustava. Kako bi se povećala opća sigurnost u cestovnom prometu potrebno je raditi na uklanjanju uzoraka koji dovode do incidentnih situacija. Opasnost od prometnih nesreća koje nastaju pri kretanju vozila i pješaka mogu se prikazati stanjem u sustavu čimbenika koji se pritom pojavljuju. Analizirajući moguće uzroke cestovni se promet može promatrati kroz tri osnovna podsustava: čovjek, vozilo i cesta (slika 1.). [1]



Slika 1. Venov dijagram [2]

Na slici 1. prikazana je međusobna zavisnost podsustava čovjek – vozilo – cesta. Okolina isto tako sudjeluje kao bitan faktor sigurnosti prometa jer sve što se nalazi oko nas ima utjecaj na naše ponašanje i odluke koje donosimo u prometu. Posebni značaj prikazan je u prostoru gdje se preklapaju svi ti podsustavi.

Istraživanje R. Kumara iz 1985. godine, koristeći britanska i američka izvješća o prometnim nesrećama, na slici 2. slikovito je prikazano kako je 57% nesreća uzrokovano faktorima vozača, 27% kombiniranim cestovnim i vozačkim čimbenicima, 6% kombiniranim vozilima i faktorima vozača, 3% isključivo se odnosilo na faktore kolnika, 4% na kombinirane cestovne, vozačke i faktore vozila, 2% isključivo na faktore vozila i 1% na kombinirane čimbenike na cesti i vozilu. Promjene na vozilu i na cesti općenito su učinkovitije od promjena ponašanja s iznimkom određenih zakona kao što su potrebna uporaba sigurnosnih pojaseva, kaciga za motocikle i licenciranje mladih vozača. [3]



Slika 2. Čimbenici u sigurnosti prometa sa pridodanim vrijednostima

## 2.2. Čovjek kao čimbenik sigurnosti u prometu

Najvažniji pojam u cestovnom prometu je sigurnost cestovnog prometa a to znači da svaki sudionik u prometu završi svoje započeto putovanje bez neželjenih posljedica. Čimbenik čovjeka kao utjecaja na sigurnost cestovnog prometa mora se promatrati s više aspekata, tj. više uloga koje čovjek može zauzimati kao sudionik u prometu (vozač, suvozač, putnik,

pješak). Čovjek kao vozač u prometu svojim osjetilima prima obavijesti iz okoline, te uzevši u obzir vozilo i prometne propise donosi odluke o načinu kretanja vozila. [1]

Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu:

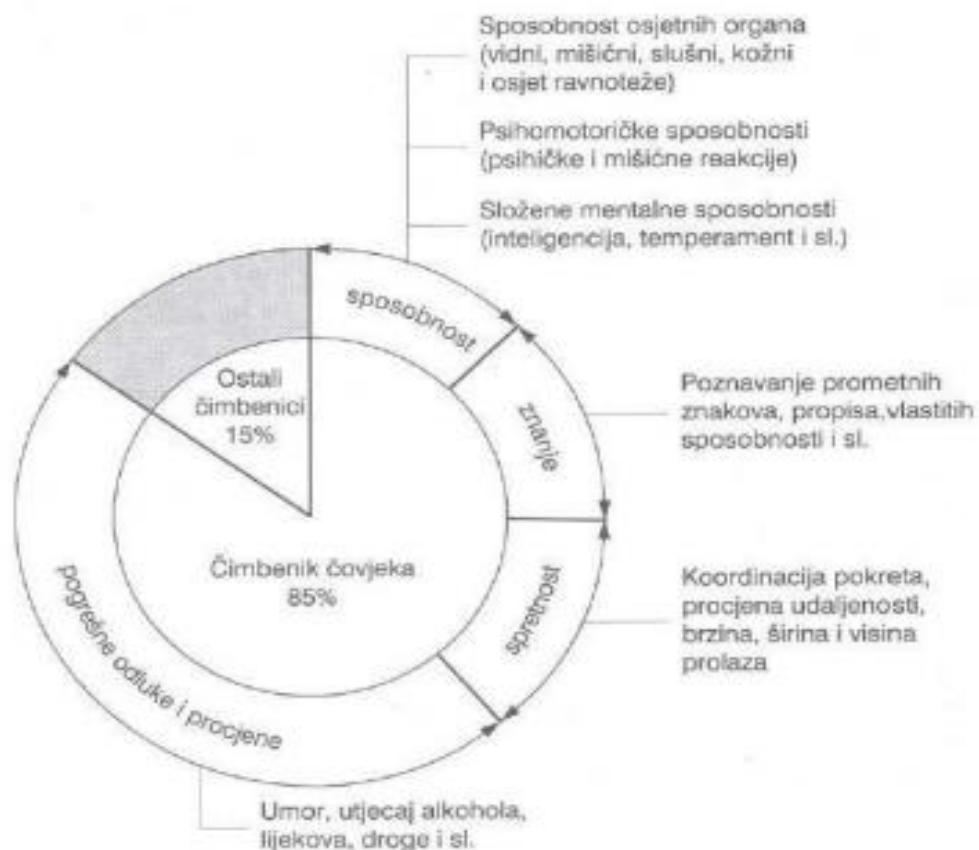
- Osobne značajke vozača,
- Psihofizička svojstva vozača,
- Obrazovanje i kultura vozača.

## 2.3. Osobne značajke vozača

Osobnost je organizirana cjelina osobina, svojstva i ponašanja kojima se svaka ljudska individualnost izdvaja od svih drugih pojedinaca određene društvene skupine. Psihički skladno razvijena osoba je preduvjet uspješnog i sigurnog odvijanja prometa. Pojmom osobe u užem smislu mogu se obuhvatiti ove psihičke osobine [1]

- **Sposobnost:** skup urođenih i stečenih znanja koji omogućuju obavljanje neke aktivnosti,
- **Stajališta:** rezultat odgoja u školi, obitelji društva i učenja. Mogu biti privremena i stalna,
- **Temperament:** urođena osobina koja se očituje u načinu mobiliziranja psihičke energije kojom određena osoba raspolaže. Ljudi se mogu podijeliti na kolerike, sangvinike, melankolike i flegmatike. Za profesionalne vozače nisu pogodne osobe flegmatičnog i koleričnog tipa,
- **Osobne crte:** specifične strukture pojedinaca zbog kojih osoba u različitim situacijama reagira na isti način. Od znakovitih crta mogu se izdvojiti: odnos pojedinaca prema sebi, prema drugima i prema radu,
- **Karakter:** očituje se u moralu čovjeka i njegovu odnosu prema ljudima te prema poštivanju društvenih normi.

Sve sposobnosti čovjeka razvijaju se u prosjeku do 18. godine i do 30. godine uglavnom ostaju nepromijenjene. Od 30. do 50. godine dolazi do blagog pada tih sposobnosti, a od 50. godine taj pad je znatno brži. Alkohol, droga i drugi opijati te umor znatno smanjuju koncentraciju u vožnji.



Slika 3. Vozač kao čimbenik sigurnosti prometa [1]

Na slici 3. je prikazano da je u najvećem broju prometnih nesreća, čak njih 85% krivac čovjek, razni su čimbenici kao na primjer pogrešne odluke i procjene, nepoznavanje i nepoštivanje prometnih znakova i propisa, reagiranje na vrijeme i slično najčešći uzročnici prometnih nesreća.

### **Psihofizička svojstva vozača**

Psihofizičke osobine vozača znatno utječu na sigurnost prometa. Pri upravljanju vozilom dolaze posebno do izražaja sljedeće psihofizičke osobine: [1]

- Funkcije organa osjeta,
- Psihomotoričke sposobnosti,
- Mentalne sposobnosti.

## **Funkcije organa osjeta**

U obavještavanju vozača osjet vida je najbitniji, jer vozač više od 95% svih odluka donosi na temelju ovog osjetila. Najbitnije karakteristike kod osjeta vida su: prilagođavanje oka na svjetlost i tamu, vidno polje, razlikovanje boja, oštrina vida i sposobnost stereoskopskog zamjećivanja. Sluh znatno manje utječe na sigurnost prometa. Sluh služi za kontrolu rada motora, za određivanje smjera i udaljenosti vozila pri kočenju i slično. Ljudi sa slabijim sluhom nadoknađuju taj nedostatak povećanim naprezanjem vida. Dosadašnje statistike pokazuju da ljudi sa slabim sluhom izazivaju relativno mali broj prometnih nesreća. Nadalje, ravnoteža je važna za sigurnost kretanja vozila, osobito kod vozača motora. Pomoću osjeta ravnoteže uočava se nagib ceste, ubrzanje ili usporenje vozila, bočni pritisak u zavoju i slično. Centar za ravnotežu smješten je u unutarnjem uhu. Osjet mirisa nema veliki utjecaj na sigurnost prometa, osim u posebnim slučajevima, pri duljem kočenju, kada pregore instalacije i slično, dok mišićni osjet daje vozaču obavjest o djelovanju vanjskih sila zbog promjene brzine i o silama koje nastaju pritiskom na kočnicu, spojku i slično. [1]

## **Psihomotoričke sposobnosti**

Psihomotoričke sposobnosti su sposobnosti koje omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad raznih mišića. Najbitnije psihomotoričke sposobnosti pri upravljanju vozilom su: [1]

- Brzina reagiranja,
- Brzina izvođenja pokreta,
- Sklad pokreta i opažanja.

Vrijeme reagiranja je vrijeme koje prođe od trenutka pojave neke situacije do trenutka reagiranja nekom komandom u vozilu. Vrijeme reagiranja se sastoji od vremena zamjećivanja, vremena procjene i vremena akcije. Brzina reagiranja ovisi o individualnim značajkama vozača odnosno o vozačevom psihofizičkom stanju (godine starosti, jačina podražaja, mentalna stabilnost vozača, umor...). [1]

## **Mentalne sposobnosti**

Pod mentalne sposobnosti vozača ubrajamo učenje, pamćenje, inteligenciju, mišljenje i slično. Vozač s dobro razvijenim mentalnim sposobnostima će se puno bolje snalaziti u novonastalim situacijama te će se lakše prilagoditi novonastaloj ili iznenadnoj situaciji.

## Obrazovanje i kultura vozača

Obrazovanje i kultura su također važni čimbenici za normalno funkcioniranje prometnog sustava. Vozač s određenim stečenim znanjem i kulturom vožnje će poštivati prometne propise i neće ugrožavati sebe kao ni druge sudionike u prometu te će tako pridonjeti što boljem funkcioniranju prometnog sustava. Tu se ubrajaju: [1]

- Poznavanje zakona i propisa o reguliranju u prometu,
- Poznavanje kretanja vozila,
- Poznavanje vlastitih sposobnosti.

## 2.4. Vozilo kao čimbenik sigurnosti u prometu

Vozilo svojim konstrukcijskim i eksploatacijskim značajkama bitno utječe na sigurnost odvijanja prometa. Prema statističkim podacima smatra se da je za 3-5% slučajeva prometnih nesreća kriva tehnička neispravnost vozila. U manje razvijenim zemaljima, kao što je Hrvatska, zbog starijeg voznog parka i slabije kontrole ispravnosti vozila taj postotak je nešto veći.

Elementi vozila koji utječu na sigurnost mogu se podijeliti na aktivne i pasivne. Aktivni elementi su oni elementi čija tehnička rješenja pokušavaju spriječiti prometne nesreće, dok su pasivni elementi oni koji nastoje ublažiti posljedice prometnih nesreća. Aktivni elementi sigurnosti vozila su: [4]

- Kočnice,
- Upravljački mehanizam,
- Pneumatici,
- Svjetlosni i sigurnosni uređaji,
- Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača,
- Konstrukcija sjedala,
- Usmerivači zraka,
- Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila,
- Vibracije,
- Buka.
-

Pasivni elementi sigurnosti vozila su [4]

- Karoserija vozila,
- Vrata,
- Sigurnosni pojasevi,
- Nasloni za glavu,
- Vjetrobranska stakla i ogledala,
- Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora,
- Odbojnik,
- Sigurnosni zračni jastuci.

## 2.5. Cesta kao čimbenik sigurnosti u prometu

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok nastanka prometnih nesreća, a oni mogu nastati pri projektiranju ceste te pri njihovoj izvedbi. Cestu kao čimbenik sigurnosti obilježavaju [1]

- Trasa ceste,
- Tehnički elementi ceste,
- Stanje kolnika,
- Oprema ceste,
- Rasvjeta ceste,
- Križanja,
- Utjecaj bočne zapreke,
- Održavanje ceste.

Cesta je jedan od značajnijih uzročnika prometnih nesreća zato što cesta svojim nedostacima pridonosi smanjenju sigurnosti cestovnog prometa. Lošim održavanjem i nepravilno postavljenom prometnom signalizacijom pridonosi se povećanju broja prometnih nesreća. Provođenjem preventivnih mjera sprječavanja nastanka prometnih nesreća, provođenjem revizija i inspekcija prometnica i prometne opreme uvelike se može pridonjeti povećanju sigurnosti prometa na cestama.

## 2.6. 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 načine i tehnike upravljanja cestovnim prometnicama. Kontrola prometa se sastoji od načina kontrole prometa i te ispitivanja i statistike prometnih nesreća. [1]

## 2.7. Incidentalni čimbenik

Čovjek, vozilo, cesta i promet na cesti su faktori koji podliježu određenim pravilnostima, stoga je moguće neke opasnosti predvidjeti. Međutim postoje i incidentalni čimbenici koje teško možemo predvidjeti. Tu spadaju nepredviđene situacije kao što su životinje na cesti, ulje na kolniku, odron kamena na cestu i slično. [1]

## 2.8. Vrste prometnih nesreća u cestovnom prometu

Prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozljeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta. [5] Prema vrstama, prometne nesreće se dijele na: [1]

- Nalet na pješaka,
- Nalet na biciklistu,
- Nalet na mirujuće vozilo,
- Nalet na zaprežno vozilo,
- Nalet na životinju,
- Nalet vozila na nepokretnu prepreku,
- Sudar dvaju ili više vozila,
- Zanošenje vozila.



Prema nastalim posljedicama prometne nesreće se mogu podijeliti na:

- Prometne nesreće s teže ozljeđenim ili poginulim osobama
- Prometne nesreće s lakše ozljeđenim osobama
- Prometne nesreće u kojima je nastala manja materijalna šteta
- Prometne nesreće s imovinsko-materijalnom štetom velikih razmjera

Prema uzrocima i greškama prometne nesreće se mogu podijeliti na:

- Prometne nesreće prilikom uključivanja vozilom u promet
- Prometne nesreće kod kojih se postavlja pitanje strane kretanja sudionika
- Nalet na parkirana ili zaustavljena vozila
- Prometne nesreće kod kojih se jedan od sudionika kretao lijevom stranom kolnika
- Skretanje na lijevu stranu kolnika bez stvarnih potreba
- Razmak pri kretanju

## 2.9. Troškovi prometnih nesreća

Prometne nesreće predstavljaju veliki trošak za društvo. Tako prema *Review of European Accident Cost Calculation Methods – with Regard to Vulnerable Road Users (Project INDEV)* trošak poginulog sudionika u prometnoj nesreći u Republici Hrvatskoj iznosi oko 10,5 milijuna kuna odnosno 1,398,905 milijuna eura, za teže ozljeđenog troškovi iznose 1,364,000 kuna odnosno 181.868 eura, a za lakše ozljeđenog oko 105,000 kuna, odnosno 13.958 eura. Ukupni BDP Republike Hrvatske za 2016. godinu iznosio je 348 678 000 000 kuna, dok se ukupni trošak proizvedenih posljedica prometnih nesreća u Hrvatskoj procjenjuje na oko 2,5% ukupnog BDP-a Republike Hrvatske što iznosi 8 716 950 000 kuna ili 1 157 629 482 eura.

Prema Državnom zavodu za statistiku broj stanovnika u Republici Hrvatskoj u 2016. godini odnosno prvoj godini promatranog razdoblja iznosio je 4 203 604 stanovnika. Ako se podijele ukupni troškovi prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj s brojem stanovnika, dobije se trošak prometnih nesreća po glavi stanovnika Republike Hrvatske koji iznosi 2074 kune ili 275 eura.[6] U troškove su uključeni društveni troškovi, kao što su gubitak radne snage, zbog smrtnih stradavanja u prometnim nesrećama, zdravstvena skrb u slučaju nesreća sa teškim i lakim tjelesnim ozljedama i administrativni troškovi.

U nastavku će se prikazati izračun troškova prometnih nesreća u 2016. godini, odnosno prvoj proamtranoj godini u ovom radu, pomoću ranije navedene metode. Podaci o cestovnim prometnim nesrećama za 2016. godinu na području Republike Hrvatske:

broj poginulih osoba:  $307 * 1\,398\,905 \text{ €} = 429\,463\,835 \text{ €}$  (3 220 978 762,5 kuna)

broj teže ozljeđenih osoba  $2747 * 181\,868 \text{ €} = 499\,591\,396 \text{ €}$  (3 746 935 470 kuna)

broj lakše ozljeđenih osoba  $11849 * 13958 \text{ €} = 165\,388\,342 \text{ €}$  (1 240 412 565 kuna)

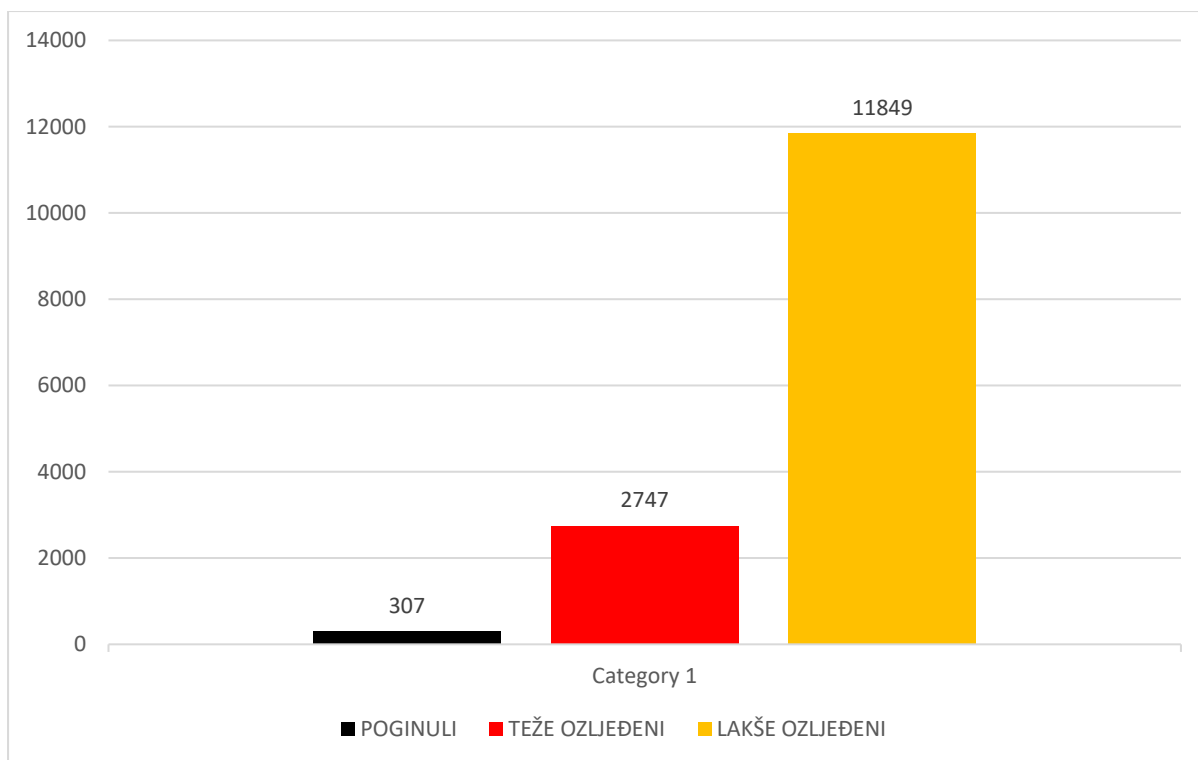
Ukupno =  $1\,094\,443\,573 \text{ €}$  (8 208 326 797,5 kuna)

Poginula osoba je osoba koja je preminula u prometnoj nesreći na mjestu prometne nesreće, prilikom prijevoza do bolnice ili osoba koja je preminula u roku od 30 dana od posljedica te prometne nesreće.

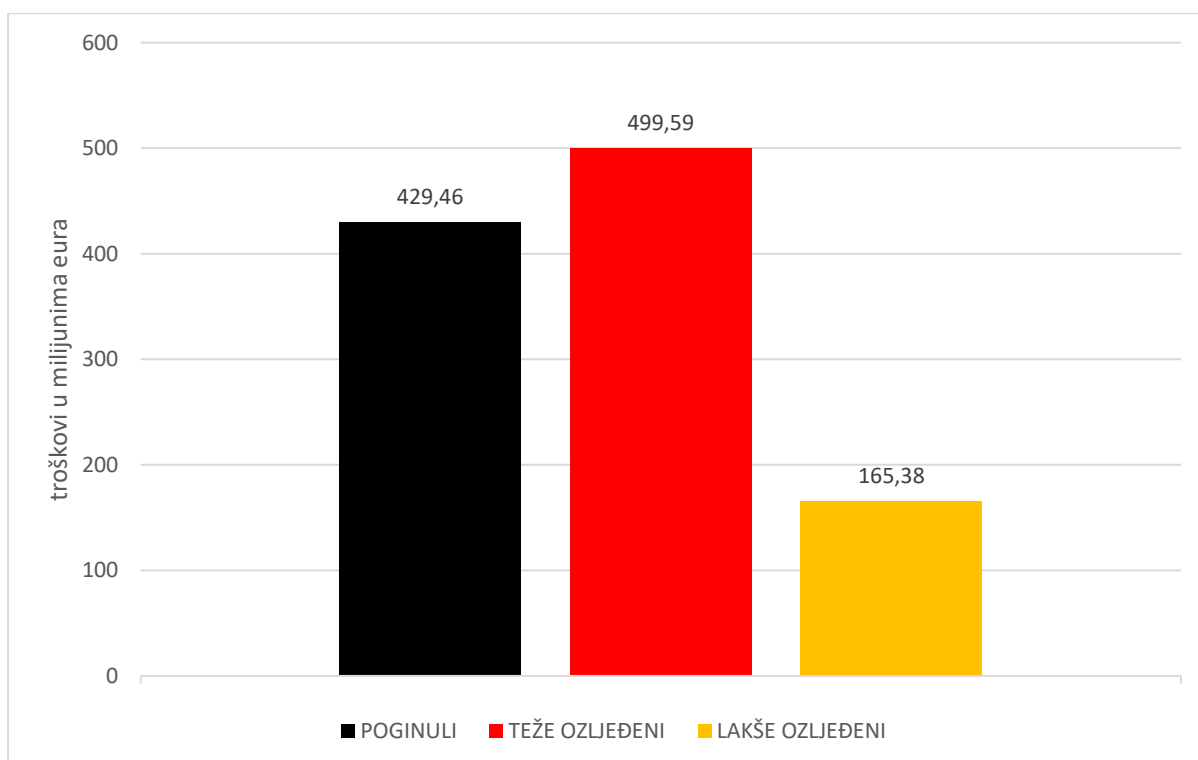
Teško ozljeđena osoba je osoba koja je zadobila ozljede zbog kojih je hospitalizirana dulje od 24 sata i koje ostavljaju trajne štetne posljedice. Tu spadaju prijelomi kostiju, unutarnja i vanjska krvarenja koja ugrožavaju život, ozljede glave i mozga i ostalih organa koji su potrebni za život, otvorena iščašenja zglobova i teže opekline.

Lakše ozljeđena osoba je osoba koja je zadobila ozljede koje spadaju pod površinska oštećenja tijela, kao što su površinske rane i nagnječenja mekih tkiva, uganuća zglobova ili slično. Takve ozljede se većinom saniraju u ambulanti i ne ostavljaju trajne posljedice estetski ili funkcionalno.

Na grafikonu 1. prikazan je broj prometnih nesreća na području Republike Hrvatske u 2016. godini na kojem se vidi da je broj poginulih u 2016. godini 307 dok je teško ozljeđenih bilo gotovo devet puta više, a broj lakše ozljeđenih iznosio je 11 849 sudionika. Iako je broj lakše ozljeđenih osoba četiri puta veći od broja teže ozljeđenih, troškovi teže ozljeđenih osoba iznose tri puta više od troškova lakše ozljeđenih osoba što je prikazano na grafikonu 2.



Grafikon 1. Broj prometnih nesreća na području Republike Hrvatske u 2016. godini



Grafikon 2. Troškovi poginulih na području Republike Hrvatske u milijunima eura u 2016. godini

### **3. PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA O PROMETNIM NESREĆAMA**

U ovom poglavlju je opisano područje obuhvata, grada Velike Gorice i njegovih okolnih naselja. Proces prikupljanja podataka, koji započinje na samom mjestu prometne nesreće, gdje policijski službenik unosi potrebne podatke o prometnoj nesreći, vozilima i sudionicima prometne nesreće. Obrada podataka se radi prvo u QGIS programskom alatu pomoću kojeg se pozicioniraju prometne nesreće, te zatim statistička obrada u Microsoft Excel programu.

#### **3.1. Područje obuhvata**

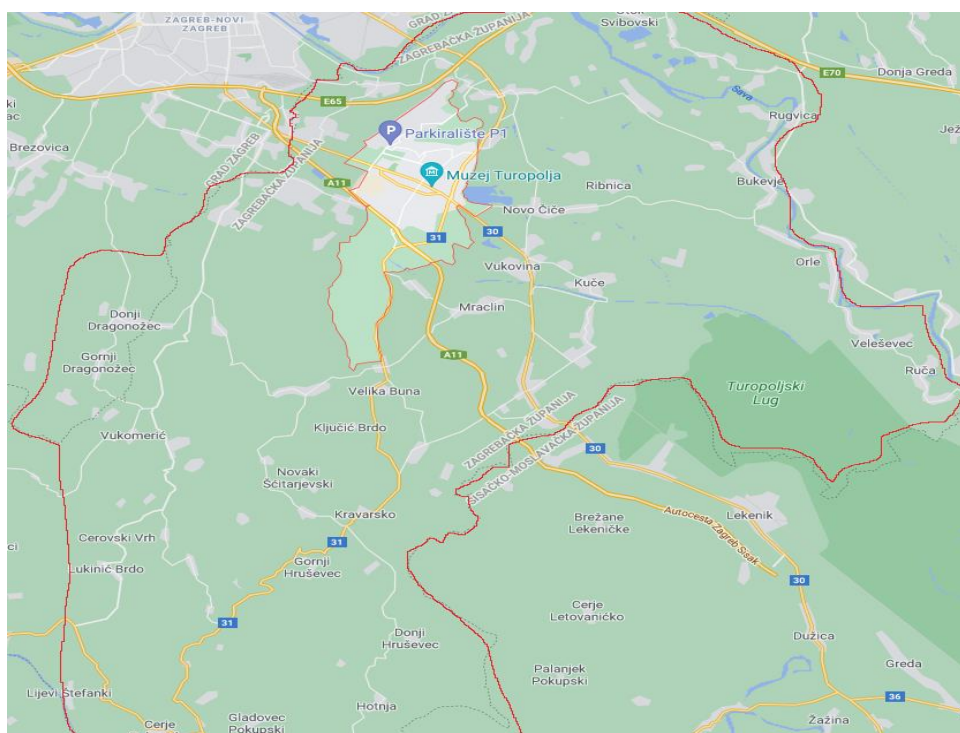
Odabrano područje obuhvata za analizu sigurnosti cestovnog prometa je područje grada Velike Gorice i njegovih okolnih naselja. Velika Gorica je najveći satelitski grad grada Zagreba, glavnog grada Republike Hrvatske. Isto tako Velika Gorica je najveći i najmnogoljudniji grad u Zagrebačkoj Županiji.

Velika Gorica je od malog seoskog trgovišta, od 2.871 stanovnika početkom stoljeća prerasla u grad od 31.553 stanovnika, dok danas s pripadajućim naseljima broji preko 60.000 stanovnika. U 20. stoljeću broj stanovnika u užem području grada Velika Gorica povećao se 11 puta, dok se na ukupnom prostoru udvostručio. Kroz jedno stoljeće živjela je u pet državnih zajednica Austro-Ugarskoj, Kraljevini Jugoslaviji, NDH, SFRJ i na kraju u samostalnoj Republici Hrvatskoj. U administrativno političkom smislu kao centar Turopolja bila je općinsko i kotarsko središte, te sjedište grada s 58 naselja. Pripadala je široj zajednici zagrebačkoj županiji, zajednici općina Zagreb, a u kraćem razdoblju ulazila je i u sam grad Zagreb, da bi konačno 1995. dobila status grada. [8]

Globalno je smještena na krajnjem jugu srednje Europe, odnosno na jugozapadu Panonske nizine, samo 160 kilometara od Jadranskog mora, dok lokalno gledajući Velika Gorica se nalazi jugositočno od Zagreba, u nizinskom dijelu Turopolja i na rubu brežuljkastog dijela Vukomeričkih Gorica. Omeđena je rijekom Savom sa sjeveroistoka i rijekom Kupom na jugozapadu dok sa jugoistočne strane završava u turopoljskoj nizini.

Prema zadnjem popisu stanovništva iz 2011. godine broj stanovnika u samom gradu iznosi 31553 stanovnika dok u okolnim naseljima ta brojka iznosi 31964 stanovnika što ukupno daje brojku od 63517 stanovnika i čini Veliku goricu šestim gradom po broju stanovnika u Hrvatskoj. Velikogoričko područje se prostire na 566 kilometara kvadratnih što daje gustoću naseljenosti na promatranom području od 115 stanovnika po kilometru kvadratnom dok u samom gradskom području gustoća stanovništva iznosi 1004 stanovnika na kilometar kvadratni.

Na slici 4. prikazano je područje obuhvata istraživanja. Grad Velika Gorica okružen manjim okolnim naseljima kao što su Buševac, Donja Lomnica, Gradići, Kobilići, Lukavec, Novo i Staro Čiče, Velika mlaka i druga naselja koja su također uključena u područje obuhvata istraživanja. Glavna migracija ljudi je iz okolnih naselja prema Velikoj gorici i iz Velike Gorice prema Zagrebu. Uz velikogoričko naselje Pleso smještena je i međunarodna Zračna Luka Franjo Tuđman a sam grad leži na trasi željezničke pruge Zagreb – Sisak. Glavna cestovna poveznica sa zagrebom je Velikogorička cesta, odnosno Zagrebačka cesta, a njome, uz Velikogoričku obilaznicu, teče sav cestovni promet iz smjera Siska i okolnih Velikogoričkih naselja i samog grada Velike Gorice prema Zagrebu.



Slika 4. Prikaz Grada Velike Gorice i okolnih naselja [7]

## 3.2. Prikupljanje podataka

Za potrebe ovog diplomskog zadatka korišteni su podaci o prometnim nesrećama koji su zabilježeni za prometne nesreće u tri uzastopne godine: 2016. 2017. i 2018. na području Grada Velike Gorice. Podaci su preuzeti iz središnje baze prometnih nesreća ministarstva unutarnjih poslova (MUP).

## 3.3. Prikupljanje podataka od Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske

U Republici Hrvatskoj Većinu podataka o prometnim nesrećama prikupljaju djelatnici Ministarstva unutarnjih poslova na temelju standardiziranog obrasca, odnosno upitnika o prometnoj nesreći (UPN), vidljivog na slici 5 i 6. Postojeći UPN obrazac je na snazi od 1. siječnja 2010. godine te je u odnosu na stari obrazac PN10 nadopunjen i izmjenjen pa sadrži sveukupno 38 upita o prometnoj nesreći. Upitnik o prometnoj nesreći se popunjava na temelju znakovnika za popunjavanje upitnika o prometnoj nesreći koji je prilagođen i u primjeni je od 1. siječnja 2010. godine

Svi prikupljeni podaci od 1995. godine o prometnim nesrećama uneseni su u središnji informatički sustav MUP-a Republike Hrvatske i na temelju toga dobivena je kvalitetna baza podataka o svim registriranim prometnim nesrećama na kojima su policijski službenici izvršili očevid. Od 2010. godine uz svaku prometnu nesreću unose se i prostorne koordinate (geografska dužina i širina) pri čemu je stvorena podloga za prikazivanje evidentiranih prometnih nesreća u GIS alatu. Prikupljeni podaci se jednom godišnje objavljuju u Biltenu o sigurnosti cestovnog prometa te se na taj način daju na uvid stručnoj i ostaloj zainteresiranoj javnosti. [9]

REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO UNUTARNJIH POSLOVA

**UPITNIK O PROMETNOJ NESREĆI**

BROJ UPN-a \_\_\_\_\_ UPN

PU										PP																													
BROJ NESREĆE					DATUM NESREĆE					VRJEME NESREĆE					SEKTOR					OPHOĐNI RAJON																			
GEOGRAFSKA ŠIRINA										GEOGRAFSKA DUŽINA										NESREĆA SE DOGODILA U																			
OPĆINA																				NASELJE																			
ULICA 1										ULICA 2																													
KUĆNI BROJ					CESTA					DIONICA					PODIONICA					STACIONAŽA					Km: _____ Metara: _____														
POSLEDJICA PN					VRSTA PN					Primarno: _____ Sekundarno: _____					OKOLNOSTI KOJE SU PREDHODILE					PREKID PROMETA																			
OČEVID NA MjestU DOGAĐAJA					SUDJELOVALO VOZILA					SUDJELOVALO OSOBA					UVJETI VIDLJIVOSTI					KARAKTERISTIKE CESTE																			
STANJE KOLNIČKOG ZASTORA					VRSTA KOLNIČKOG ZASTORA					STANJE POVRŠNE KOLNIKA					REGULACIJA PROMETA					JAVNA RASVJETA																			
OGRAĐENJE BRZINE					VERTIKALNA SIGNALIZACIJA					HORIZONTALNA SIGNALIZACIJA					OKOLIŠ					ATMOSFERESKE PRIJKE																			

**PODACI O VOZILIMA**

VRSTA VOZILA					REGISTRACIJSKA OZNAKA					GODINA PROIZVOĐNJE					ZEMLJA REGISTRACIJE					SMJER KRETANJA					JAVNI PRIJEVOZ				
PREPOLICA PREKLADICA					OIB					TEHNIČKI PREGLED VRJEDI					OSIGURANJE VRJEDI					PROMETNA DOZVOLA VRJEDI									

VRSTA VOZILA					REGISTRACIJSKA OZNAKA					GODINA PROIZVOĐNJE					ZEMLJA REGISTRACIJE					SMJER KRETANJA					JAVNI PRIJEVOZ				
PREPOLICA PREKLADICA					OIB					TEHNIČKI PREGLED VRJEDI					OSIGURANJE VRJEDI					PROMETNA DOZVOLA VRJEDI									

VRSTA VOZILA					REGISTRACIJSKA OZNAKA					GODINA PROIZVOĐNJE					ZEMLJA REGISTRACIJE					SMJER KRETANJA					JAVNI PRIJEVOZ				
PREPOLICA PREKLADICA					OIB					TEHNIČKI PREGLED VRJEDI					OSIGURANJE VRJEDI					PROMETNA DOZVOLA VRJEDI									

Slika 5. Upitnik o prometnoj nesreći stranica 1 [10]

**PODACI O SUDIONICIMA**

PREZIME										IME										ROĐEN					OIB																								
DRŽAVLJANSTVO										REGISTRACIJSKA OZNAKA VOZILA										SVOJSTVO SUDIONIKA																													
KATEGORIJA KOJOM JE UPRAVLJAO					GODINA POLAGANJA					SPOL SUDIONIKA					POSLEDJICE					ALKOTESTIRANJE																													
ALKOHOL					RAZINA PO ALKOTESTIRANJU					ANALIZA KRV I UJURA					RADNA PO ANALIZI					DROGA					GRUPA DROGE																								
LIJEKOV					UMOR					BOLEST					SIGURNOSNA SJEDALICA					KACIGA					POJAS					MOBITEL					OZNAKA PRIJAVE					INKRMINACIJA					BROJ PRIJAVE				

PREZIME										IME										ROĐEN					OIB																								
DRŽAVLJANSTVO										REGISTRACIJSKA OZNAKA VOZILA										SVOJSTVO SUDIONIKA																													
KATEGORIJA KOJOM JE UPRAVLJAO					GODINA POLAGANJA					SPOL SUDIONIKA					POSLEDJICE					ALKOTESTIRANJE																													
ALKOHOL					RAZINA PO ALKOTESTIRANJU					ANALIZA KRV I UJURA					RADNA PO ANALIZI					DROGA					GRUPA DROGE																								
LIJEKOV					UMOR					BOLEST					SIGURNOSNA SJEDALICA					KACIGA					POJAS					MOBITEL					OZNAKA PRIJAVE					INKRMINACIJA					BROJ PRIJAVE				

PREZIME										IME										ROĐEN					OIB																								
DRŽAVLJANSTVO										REGISTRACIJSKA OZNAKA VOZILA										SVOJSTVO SUDIONIKA																													
KATEGORIJA KOJOM JE UPRAVLJAO					GODINA POLAGANJA					SPOL SUDIONIKA					POSLEDJICE					ALKOTESTIRANJE																													
ALKOHOL					RAZINA PO ALKOTESTIRANJU					ANALIZA KRV I UJURA					RADNA PO ANALIZI					DROGA					GRUPA DROGE																								
LIJEKOV					UMOR					BOLEST					SIGURNOSNA SJEDALICA					KACIGA					POJAS					MOBITEL					OZNAKA PRIJAVE					INKRMINACIJA					BROJ PRIJAVE				

POLICIJSKI SLUŽBENIK \_\_\_\_\_  
OIB POLICIJSKOG SLUŽBENIKA \_\_\_\_\_ POTPIS: \_\_\_\_\_

Slika 6. Upitnik o prometnoj nesreći stranica 2 [10]

Podaci o prometnim nesrećama u upitniku mogu se podijeliti na:

- Opće podatke,
- Podaci o vozilima,
- Podaci o sudionicima.

Opći podaci o prometnim nesrećama sadržavaju naziv policijske uprave i postaje, podatke o lokaciji prometne nesreće (mjesto, općina, ulica, adresa, kućni broj), geografsku širinu i dužinu, te podatke o datumu i vremenu događanja prometne nesreće kao i ime i prezime službene osobe koja popunjava izvještaj i njegov oib.

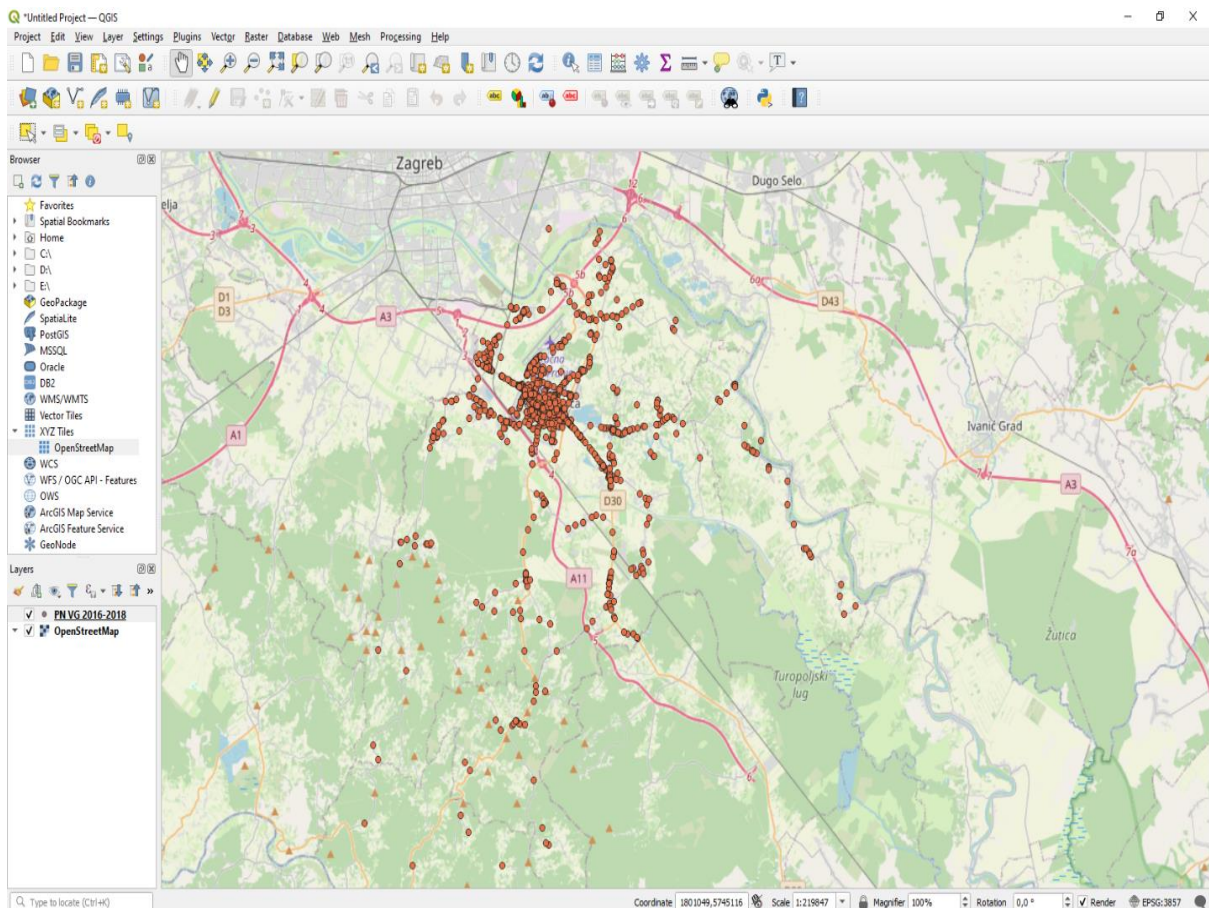
Podaci o vozilima sadržavaju podatke kao što su broj PN, registracijsko područje, smjer kretanja vozila, vrsta vozila, godina proizvodnje i slično

Podaci o sudionicima sadrže podatke kao što su godina rođenja sudionika, državljanstvo, kategorija vozačke dozvole koju posjeduje, godina polaganja, korištenje pojasa, nošenje kacige, korištenje mobitela, rezultat alkotesta, spol i slično.

### 3.4. Računalni program za obradu podataka QGIS

QGIS (ranije poznat kao "Quantum GIS") je računalna GIS aplikacija otvorenog koda koja omogućuje vizualizaciju, upravljanje, uređivanje i analiziranje geodataka. Preveden je na 31 svjetski jezik uključujući i Hrvatski. QGIS omogućuje stvaranje karata koje se sastoje od rasterskih i vektorskih slojeva. Vektorski podaci mogu biti pohranjeni kao točke, linije ili poligoni, a podržane su različite vrste rasterskih slika. Na slici 7. prikazane su prometne nesreće na promatranom području. Program podržava i georeferenciranje. QGIS pruža integraciju s drugim GIS paketima otvorenog koda, uključujući PostGIS i GRASS GIS koji korisniku omogućuju dodatnu funkcionalnost. [11]





Slika 7. Prikaz programa QGIS s prometnim nesrećama na promatranom području

### 3.5. Obrada podataka u paketu Microsoft Office – Excel

Microsoft Excel je dio programskog paketa Microsoft Office-a koji je pogodan za tablično računanje matematičkih zadataka koji se mogu riješiti pomoću raznih formula koje Microsoft Excel program može izvršiti. Može poslužiti i za izradu jednostavnih baza podataka. Na temelju unesenih podataka iz stvorenih tablica mogu se izraditi i grafikoni. Sastoji se od redaka i stupaca označeni brojevima i slovima kao na slici 8.

New Microsoft Excel Worksheet - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me what you want to do

Clipboard Font Alignment Number Styles

NOVO ČIČE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	wkt_geom	BROJ PN	(POLICIJSK	POLICIJS	_DATUM NI	DAN NEZC	VRIJEME F	OPĆINA	MIESTO	ULICA1	KUĆNI BRI	PODBROJ	ULICA2	CESTA	DIONICA	PODDION	STACIONA	GEOGRAF1	GEOGRAF2	POSLEDIC	VRSTA PN	OKOLNOS	PREKID PF	UVVIDAJ	SUDJELOV SUDJ	
2	Point (16.1	24563	PU ZAGRE	PP VELIKA	6.9.2017.	3	10:00	V. GORIČA V.	GORIČA SLAVKA KI		2				0	0	0	#####	#####	3	6	9	0	D	2	
3	Point (16.1	15883	PU ZAGRE	PP VELIKA	1.7.2017.	6	8:16	V. GORIČA V.	GORIČA SLAVKA KI		10				0	0	0	#####	#####	3	14	9	0	D	2	
4	Point (15.1	15895	PU ZAGRE	PP VELIKA	2.7.2017.	7	0:05	POKUPSKI	POKUPSKI	POKUPSKI	75				0	0	0	#####	#####	3	1	7	0	D	2	
5	Point (16.1	15828	PU ZAGRE	PP VELIKA	30.6.2017.	5	15:15	V. GORIČA V.	GORIČA SLAVKA KI		0				0	0	0	#####	#####	3	2	2	0	D	2	
6	Point (16.1	15857	PU ZAGRE	PP VELIKA	1.7.2017.	6	4:10	V. GORIČA V.	GORIČA RUDERA B		0				0	0	0	#####	#####	3	6	1	0	D	2	
7	Point (16.1	15547	PU ZAGRE	PP VELIKA	28.6.2017.	3	16:55	V. GORIČA V.	GORIČA KNEŽA LIL		46				0	0	0	#####	#####	3	5	11	0	D	3	
8	Point (16.1	15686	PU ZAGRE	PP VELIKA	29.6.2017.	4	21:30	V. GORIČA V.	GORIČA SLAVKA KI		2	A			0	0	0	#####	#####	3	1	11	0	D	2	
9	Point (16.1	15544	PU ZAGRE	PP VELIKA	28.6.2017.	3	14:22	V. GORIČA OKUJE	GAJEC		0	0			0	0	0	#####	#####	2	8	2	0	D	1	
10	Point (16.1	15545	PU ZAGRE	PP VELIKA	28.6.2017.	3	14:50	V. GORIČA V.	GORIČA TRG KRALJ		0	0			0	0	0	#####	#####	2	4	1	0	D	3	
11	Point (16.1	15507	PU ZAGRE	PP VELIKA	26.6.2017.	1	21:15	ORLE	VELEŠEVI VELEŠEVI		54	0			0	0	0	#####	#####	3	8	2	0	D	1	
12	Point (15.1	15501	PU ZAGRE	PP VELIKA	28.6.2017.	3	6:40	V. GORIČA LUKAVEC	STAROGRV		0	0			0	0	0	#####	#####	3	1	9	0	D	2	
13	Point (16.1	15227	PU ZAGRE	PP VELIKA	26.6.2017.	1	10:25	V. GORIČA V.	GORIČA SLAVKA KI		4				0	0	0	#####	#####	2	4	2	0	D	2	
14	Point (16.1	15230	PU ZAGRE	PP VELIKA	26.6.2017.	1	15:30	V. GORIČA V.	GORIČA MATICE HI		42				0	0	0	#####	#####	3	2	12	0	D	2	
15	Point (16.1	15222	PU ZAGRE	PP VELIKA	26.6.2017.	1	12:45	V. GORIČA STARO	ČIČ VEŠINE Bf		0	0			0	0	0	#####	#####	3	1	7	0	D	2	
16	Point (16.1	15224	PU ZAGRE	PP VELIKA	26.6.2017.	1	12:10	V. GORIČA V.	GORIČA PLEŠKA		0	0			0	0	0	#####	#####	2	2	13	0	D	2	
17	Point (16.1	14835	PU ZAGRE	PP VELIKA	22.6.2017.	4	22:15	V. GORIČA V.	GORIČA RAKARSKJ		180				0	0	0	#####	#####	2	4	2	0	D	2	
18	Point (16.1	15011	PU ZAGRE	PP VELIKA	25.6.2017.	7	3:30	ORLE	VELEŠEVI VELEŠEVI		0				0	0	0	#####	#####	3	8	2	0	D	1	
19	Point (16.1	14779	PU ZAGRE	PP VELIKA	21.6.2017.	3	19:10	V. GORIČA RIBNICA	ULICA DOI		166				0	0	0	#####	#####	3	8	2	0	D	1	
20	Point (15.1	14806	PU ZAGRE	PP VELIKA	22.6.2017.	4	12:20	POKUPSKI	AUGUŠTAI	AUGUŠTAI	23				0	0	0	#####	#####	2	2	9	0	D	2	
21	Point (16.1	14549	PU ZAGRE	PP VELIKA	20.6.2017.	2	7:50	V. GORIČA VELIKA MI	VELIKA MI		0	0			0	0	0	#####	#####	3	4	3	0	D	2	
22	Point (16.1	14608	PU ZAGRE	PP VELIKA	20.6.2017.	2	13:55	V. GORIČA V.	GORIČA MATICE HI		5	0			0	0	0	#####	#####	3	1	8	0	D	2	
23	Point (16.1	14268	PU ZAGRE	PP VELIKA	18.6.2017.	7	13:00	V. GORIČA STARO	ČIČ VELIKOGC		0	0			0	0	0	#####	#####	3	8	20	0	D	1	
24	Point (16.1	14443	PU ZAGRE	PP VELIKA	19.6.2017.	1	10:30	V. GORIČA V.	GORIČA SISAČKA		0				0	0	0	#####	#####	3	1	13	0	D	2	
25	Point (16.1	14569	PU ZAGRE	PP VELIKA	16.6.2017.	5	0:10	V. GORIČA DONIA	LO LUKAVEČK		22	0			0	0	0	#####	#####	2	8	2	0	D	1	
26	Point (16.1	14267	PU ZAGRE	PP VELIKA	18.6.2017.	7	14:15	V. GORIČA V.	GORIČA AERODRO		0				0	0	0	#####	#####	3	16	20	0	D	1	
27	Point (16.1	14232	PU ZAGRE	PP VELIKA	16.6.2017.	5	16:00	V. GORIČA V.	GORIČA MATICE HI		0	0			0	0	0	#####	#####	3	2	18	0	D	2	
28	Point (16.1	14240	PU ZAGRE	PP VELIKA	16.6.2017.	5	18:15	V. GORIČA RIBNICA	ULICA DOI		89				0	0	0	#####	#####	3	8	2	0	D	1	
29	Point (16.1	14077	PU ZAGRE	PP VELIKA	15.6.2017.	4	17:20	V. GORIČA V.	GORIČA STJEPANA		0				0	0	0	#####	#####	2	2	13	0	D	2	
30	Point (16.1	14080	PU ZAGRE	PP VELIKA	15.6.2017.	4	18:40	V. GORIČA V.	GORIČA AERODRO		1				0	0	0	#####	#####	3	1	7	0	D	2	
31	Point (16.1	13804	PU ZAGRE	PP VELIKA	12.6.2017.	1	16:40	V. GORIČA V.	GORIČA ZAGREBAČ		0	0			0	0	0	#####	#####	3	4	2	0	D	2	
32	Point (16.1	14044	PU ZAGRE	PP VELIKA	14.6.2017.	3	14:40	V. GORIČA V.	GORIČA RUDOLFA		0	0			0	0	0	#####	#####	3	2	9	0	D	2	
33	Point (16.1	13579	PU ZAGRE	PP VELIKA	9.6.2017.	5	19:40	V. GORIČA V.	GORIČA SLAVKA KI		101	0			0	0	0	#####	#####	2	1	8	0	D	2	
34	Point (16.1	13745	PU ZAGRE	PP VELIKA	12.6.2017.	1	8:50	V. GORIČA V.	GORIČA MATICE HI		0	0			0	0	0	#####	#####	3	4	2	0	D	2	
35	Point (16.1	20367	PU ZAGRE	PP VELIKA	3.8.2017.	4	8:15	V. GORIČA TUROPOLI	TUROPOLI		2				0	0	0	#####	#####	3	15	16	0	D	1	
36	Point (16.1	20467	PU ZAGRE	PP VELIKA	4.8.2017.	5	11:20	V. GORIČA VEL.	KOSN VELIKA KC		25				0	0	0	#####	#####	2	2	1	0	D	2	
37	Point (16.1	20075	PU ZAGRE	PP VELIKA	1.8.2017.	2	16:30	V. GORIČA STARO	ČIČ VELIKOGC		40	A			0	0	0	#####	#####	3	2	3	0	D	2	

Sheet1 Sheet2 Dani nezgoda Posljedice prom. nez Vrsta prom. nez. Okolnosti

Slika 8. Prikaz podataka o prometnim nesrećama u Microsoft Office Excel-u

## 4. ANALIZA OPASNIH MJESTA NA PODRUČJU GRADA VELIKE GORICE

U ovom diplomskom zadatku analizirane su prometne nesreće koje su se dogodile na području grada Velike Gorice i njegovih okolnih naselja u razdoblju od tri uzastopne godine od 2016. do 2018.

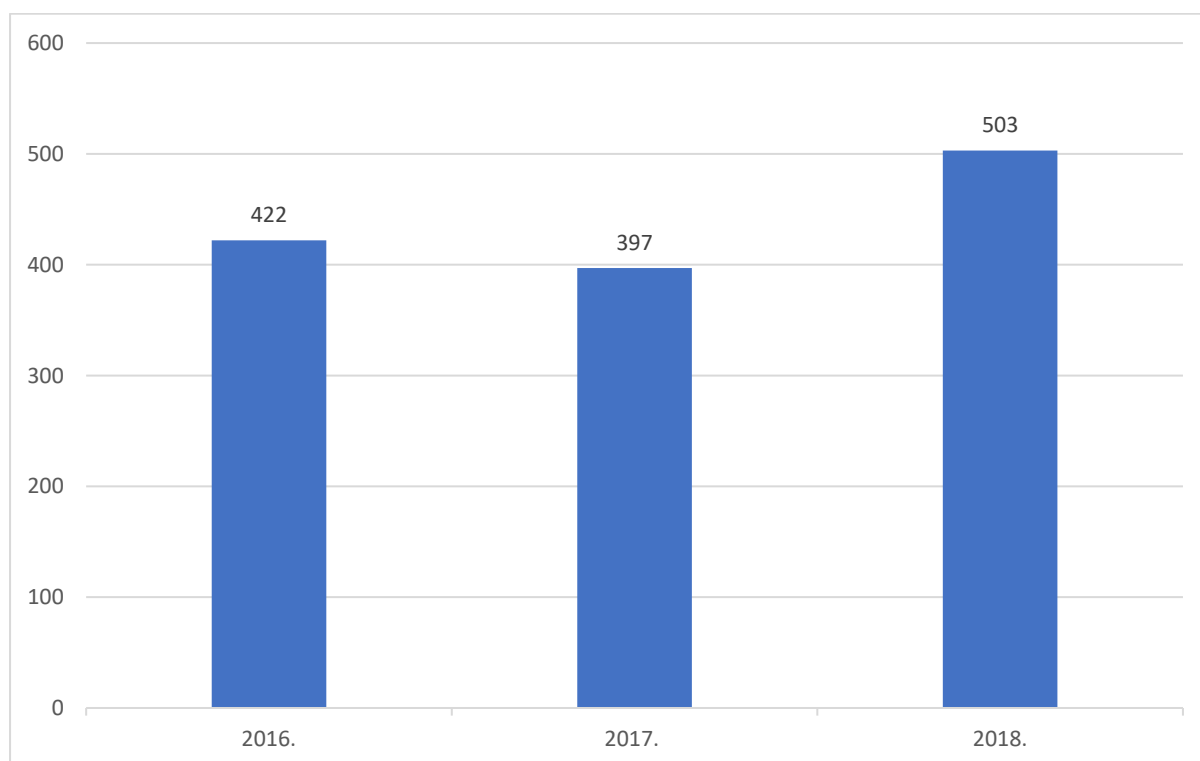
Nastanak prometnih nesreća mogu uzrokovati razni uzročnici kao što su: neispravno vozilo, loša infrastruktura, pješaci, životinje, drugi vozači, vlastiti umor, korištenje mobitela i sl.

Prema MUP-ovom znakovniku za popunjavanje upitnika o prometnoj nesreći, vrste prometnih nesreća mogu biti: [10]

- Sudar vozila iz suprotnih smjerova
- Bočni sudar
- Usporedna vožnja
- Vožnja unatrag
- Udar vozila u parkirano vozilo
- Slijetanje vozila s ceste
- Nalet na bicikl
- Nalet na pješaka
- Nalet na motocikl ili moped
- Sudar sa željezničkim vozilom
- Ostalo
- Udar vozila u objekt na cesti
- Nalet na domaću životinju
- Nalet na divlju životinju
- Nalet na pticu

Obradom i analizom podataka dobivenih iz Ministarstva Unutarnjih Poslova (MUP) za promatrano razdoblje od 2016. do 2018 godine na području Grada Velike Gorice i okolnih naselja dogodilo se ukupno 1322 prometne nesreće.

Na grafikonu 3. prikazano je da je od ukupnog broja prometnih nesreća iz promatranog razdoblja u prvoj godini istraživanja 2016. godine dogodilo 422 prometne nesreće, što je 32% od ukupnog broja prometnih nesreća iz promatranog razdoblja. Zatim slijedi 2017. godina sa 397 prometne nesreće što je ujedno i godina sa najmanje prometnih nesreća od tri promatrane godine i iznosi 30% od ukupnog broja prometnih nesreća. Uslijedila je najgora 2018. godina sa najviše, odnosno 503 prometne nesreće, što je 38% od ukupnog broja nesreća.



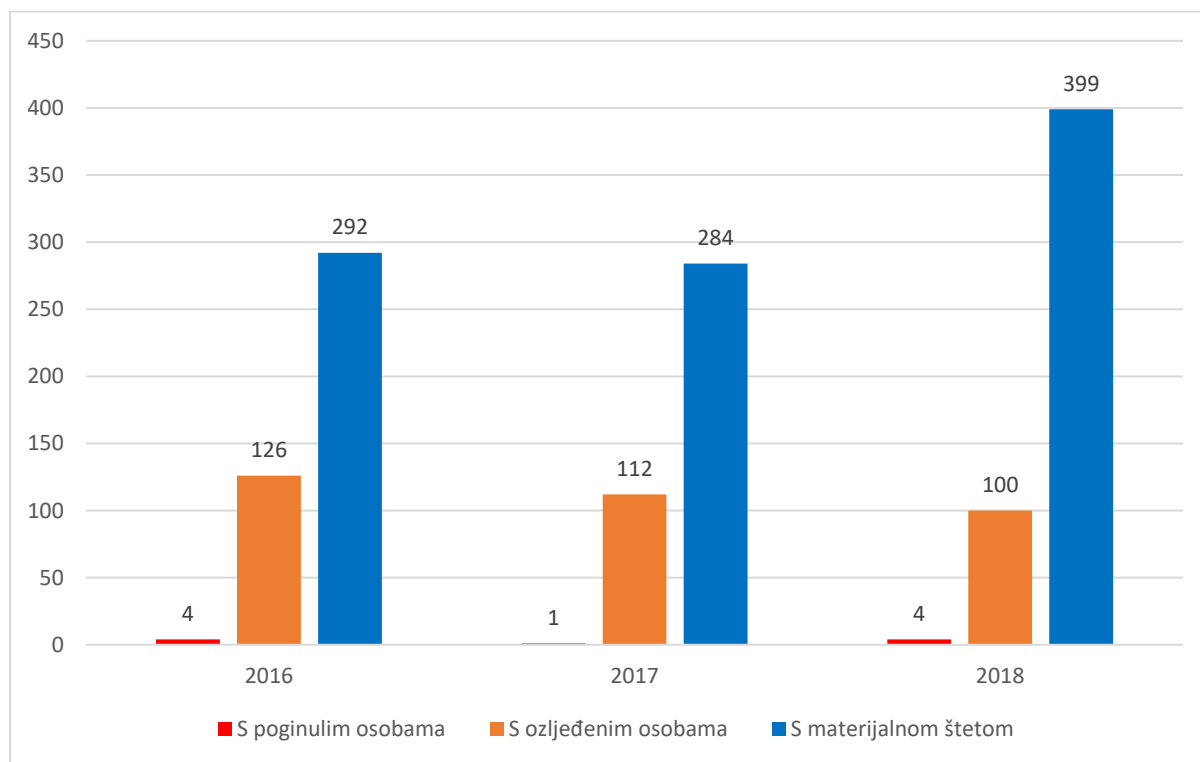
Grafikon 3. Broj prometnih nesreća kroz analizirano razdoblje od 2016. do 2018, godine na području Grada Velike Gorice

U tablici 1. je prikazano da je od ukupnog broja zabilježenih prometnih nesreća na promatranom području 73,8% nesreća u promatranom razdoblju za posljedicu imalo samo materijalnu štetu, pri čemu je u 25,5% prometnih nesreća bilo ozlijeđenih osoba, a nesreća sa poginulim osobama je bilo najmanje, odnosno samo 0,7%

Tablica 1. Ukupan broj prometnih prema posljedicama

POSLJEDICE	2016	2017	2018	UKUPNO
<b>S poginulim osobama</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>S ozlijeđenim osobama</b>	<b>126</b>	<b>112</b>	<b>100</b>	<b>338</b>
<b>S materijalnom štetom</b>	<b>292</b>	<b>284</b>	<b>399</b>	<b>975</b>

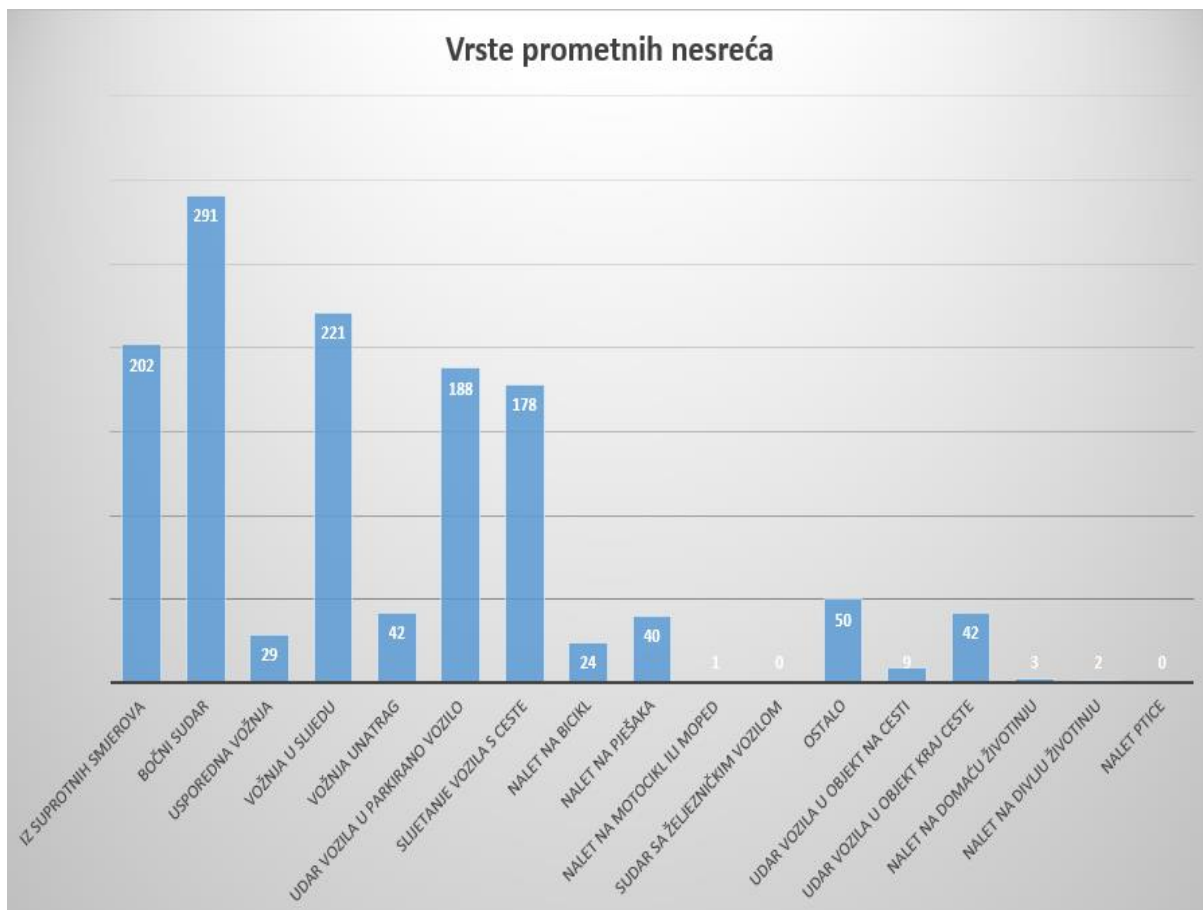
Na grafikonu 4. je prikazano da je 2018. godina bila godina od tri promatrane godine, s najvećim brojem prometnih nesreća, ali tijekom 2018. godine zabilježen pad ozlijeđenih osoba. Samim time 2018. ima i najmanje ozlijeđenih u prometnim nesrećama. Tijekom 2016. i 2018. zabilježene su po četiri prometne nesreće sa smrtno stradalim osobama, pri čemu je 2017. godine zabilježena jedna prometna nesreća sa smrtno stradalim.



Grafikon 4. Ukupan broj prometnih nesreća prema posljedicama

## 4.1. Analiza općih podataka o prometnim nesrećama

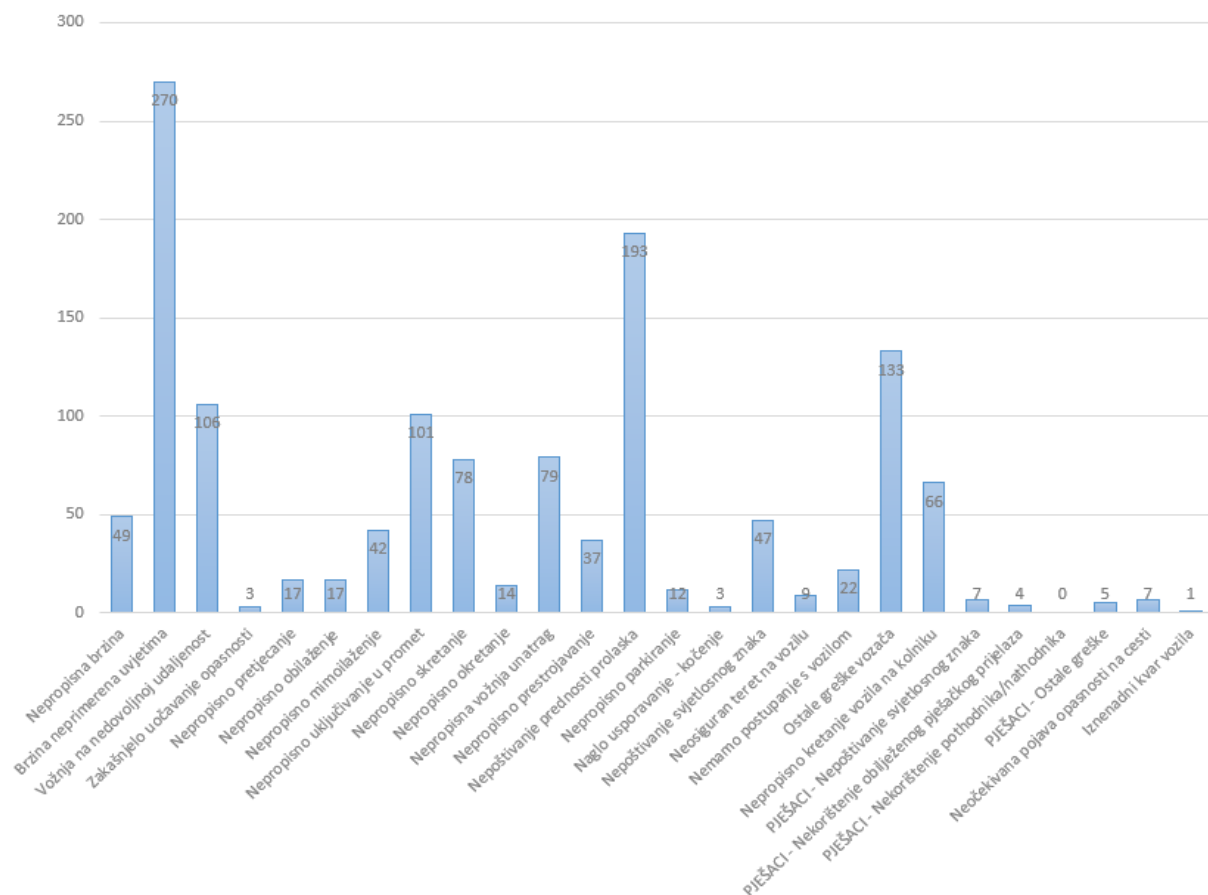
Na grafikonu 5. prikazano je da je od ukupnog broja prometnih nesreća koje su se dogodile u promatranom razdoblju u najviše slučajeva, njih 291 dogodila se prometna nesreća sa bočnim sudarom, dok je za 70 nesreća manje, dakle 221 prometnom nesrećom koje su se dogodile uslijed vožnje u slijedu, na trećem mjestu su sudari vozila iz suprotnih smjerova sa 202 slučaja, slijede ih udar vozila u parkirano vozilo 188 puta i slijetanje s ceste 178 puta. Kao vrstu prometne nesreće "ostalo" je zabilježeno 50 puta, vožnja unatrag i udar vozila u objekt kraj ceste se dogodio 42 puta, usporedna vožnja 29 puta, nalet na bicikl 24 puta, udar vozila u objekt na cesti 9, nalet na životinje se dogodio na domaću 3 puta na divlju 2 puta i nalet na motocikl ili moped jednom. Nalet ptice i sudar sa željezničkim vozilom nije zabilježen.



Grafikon 5. Ukupan broj prometnih nesreća prema vrsti prometnih nesreća

Daljnjom analizom udjela prometnih nesreća u ukupnom broju na bočni sudar otpada 22% prometnih nesreća, dok je vožnja u slijedu 17%, a nalet na vozilo iz suprotnog smjera 15%, udar vozila u parkirano vozilo 14% a slijetanje s ceste 13%, "ostalo" je zabilježeno u 4% slučajeva, po 3% odlazi na udar vozila u objekt kraj ceste, nalet na pješaka i vožnju unatrag, a po 2% ide za nalet na bicikl i usporednu vožnju, 1% je udar vozila u objekt kraj ceste, ostatak od 1% je raspoređeno na nalet na divlju i domaću životinju i nalet na motocikl, dok nalet ptice i sudar sa željezničkom vozilom nije zabilježen.

Iz grafikona 6. je vidljivo koje su najčešće zabilježene okolnosti prometnih nesreća. Od značajnijih to su brzina neprimjerena uvjetima čak 270 puta je bila slučaj, slijede je nepoštivanje prednosti prolaska sa 193 slučaja i "ostale greške vozača" sa 133 zabilježene prometne nesreće. 106 puta je zabilježena vožnja na nedovoljnoj udaljenosti, a 101 nepropisno uključivanje u promet.



Grafikon 6. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama u promatranom razdoblju

U tablici 2. prikazano je da su u sve tri godine najčešća okolnost koja je prethodila prometnim nesrećama u promatranom razdoblju bila brzina neprimjerena uvjetima i da je ta brojka svake godine sve veća. Najčešća okolnost u sve tri promatrane godine koja je na drugom mjestu je nepoštivanje prednosti prolaska, možemo reći da je ona konstantna donekle sa vrijednostima od 66 (2016. god.), 62 (2017. god.) i 65 (2018. god.). Jedina okolnost koja je imala smanjenje u odnosu na prethodnu godinu je nepropisno pretjecanje.

Tablica 2. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama u promatranim godinama 2016. 2017. i 2018.

OKOLNOSTI PROMETNE NESREĆE	2016.	2017.	2018.
<b>GREŠKA - PROPUST VOZAČA</b>			
<b>nepropisna brzina</b>	14	14	21
<b>brzina neprimjerena uvjetima</b>	70	97	103
<b>vožnja na nedovoljnoj udaljenosti</b>	36	26	44
<b>zakašnjelo uočavanje opasnosti</b>	2	0	1
<b>nepropisno pretjecanje</b>	10	4	3
<b>nepropisno obilaženje</b>	3	5	9
<b>nepropisno mimoilaženje</b>	12	11	19



<b>nepropisno uključivanje u promet</b>	29	22	50
<b>nepropisno skretanje</b>	29	24	25
<b>nepropisno okretanje</b>	4	4	6
<b>nepropisna vožnja unatrag</b>	32	23	24
<b>nepropisno prestrojavanje</b>	10	11	16
<b>nepoštivanje prednosti prolaska</b>	66	62	65
<b>nepropisno parkiranje</b>	5	3	4
<b>naglo usporavanje - kočenje</b>	1	2	0
<b>nepoštivanje svjetlosnog znaka</b>	15	18	14
<b>neosiguran teret na vozilu</b>	6	3	0
<b>nemarno postupanje s vozilom</b>	5	6	11
<b>ostale greške vozača</b>	43	32	58
<b>nepropisno kretanje vozila na kolniku</b>	21	22	23
<b>GREŠKA - PROPUST PJEŠAKA</b>			
<b>nepoštivanje svjetlosnog znaka</b>	1	4	2
<b>nekorištenje obilježenog pješačkog prijelaza</b>	2	1	1
<b>nekorištenje pothodnika/nathodnika</b>	0	0	0
<b>ostale greške pješaka</b>	2	2	1
<b>OSTALE GREŠKE - PROPUSTI</b>			
<b>neočekivana pojava opasnosti na cesti</b>	4	1	2
<b>iznenadni kvar vozila</b>	0	0	1

Na Grafikonu 7. prikazani su društveni troškovi za promatrano razdoblje na promatranom području podijeljeni na godine s obzirom na posljedicu prometne nesreće i njihove troškove. Vidljivo je da 2017. godina sa najmanje prometnih nesreća donosi i najmanje društvene troškove. Primjetan je konstantan pad lakše ozlijeđenih u prometnim nesrećama, dok prometne nesreće sa smrtnim slučajevima i težim ozljedama variraju sukladno ukupnom broju prometnih nesreća u promatranoj godini.

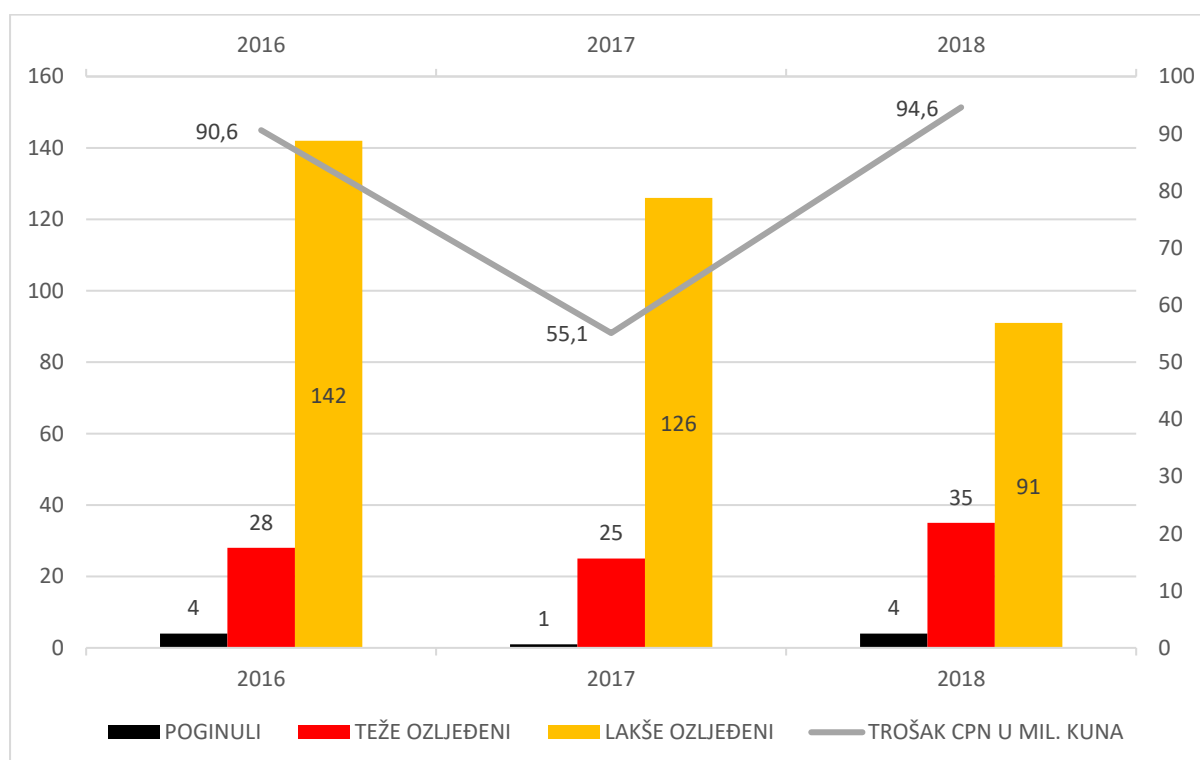
S obzirom na analizirane troškove prometnih nesreća i podatke da je na području promatranog područja, Grada Velike Gorice i okolnih naselja, u promatranom vremenu od 2016. godine do 2018 godine smrtno je stradalo 9 osoba, od toga ih je 8 preminulo na mjestu prometne nesreće, a jedan slučaj je zabilježen da je osoba preminula u roku od 30 dana od prometne nesreće. Teško ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama je bilo 88, dok je 359 osoba bilo lakše ozlijeđeno. Ukupan trošak od posljedica prometnih nesreća iznosio je 252,040,883 kuna, odnosno 33,605,451 eura i dobiven je jednadžbom: [9]

$$T = P_{X_1} + T_{X_2} + L_{X_3}$$



gdje su:

- P – broj poginulih osoba u prometnim nesrećama
- T – broj teže ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama
- L – broj lakše ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama
- $x_1$  - trošak poginule osobe u prometnim nesrećama
- $x_2$  - trošak teško ozlijeđene osobe u prometnim nesrećama
- $x_3$  - trošak lakše ozlijeđene osobe u prometnim nesrećama



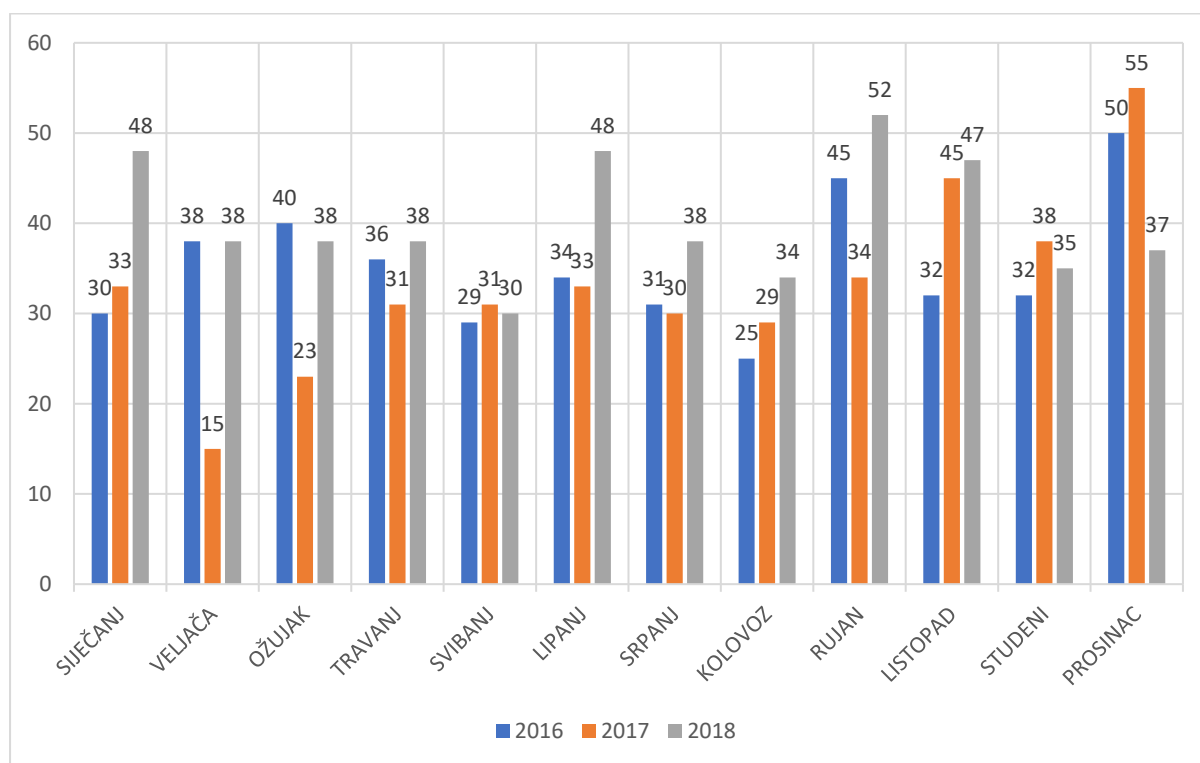
Grafikon 7. Izračun troškova cestovnih prometnih nesreća u Velikoj Gorici i okolnim naseljima 2016. 2017. i 2018. godine

## 4.2. Analiza podataka prema vremenu i uvjetima prilikom događanja prometnih nesreća

S obzirom na vrijeme kada su se dogodile prometne nesreće, podaci su analizirani u grafikonu 8. po mjesecima u godini sa podacima od svake promatrane godine pojedinačno. U grafikonu 9. je prikazan ukupan broj prometnih nesreća po mjesecima u godini za promatrano razdoblje.

Na grafikonu 10. analizirani su podaci o broju prometnih nesreća po danima u tjednu od svake promatrane godine pojedinačno i na grafikonu 11 ukupan broj prometnih nesreća po danu u tjednu za promatrano razdoblje izraženo u postocima. Podaci o broju prometnih nesreća po satima u danu za sve tri godine odjednom bit će prikazani na grafikonu 12. S obzirom na atmosferske prilike bit će prikazano u grafikonu 13. Prema uvjetima vidljivosti za cjelokupno razdoblje prikazuje 14. a grafikon 15. razlučuje podatke na tri promatrane godine.

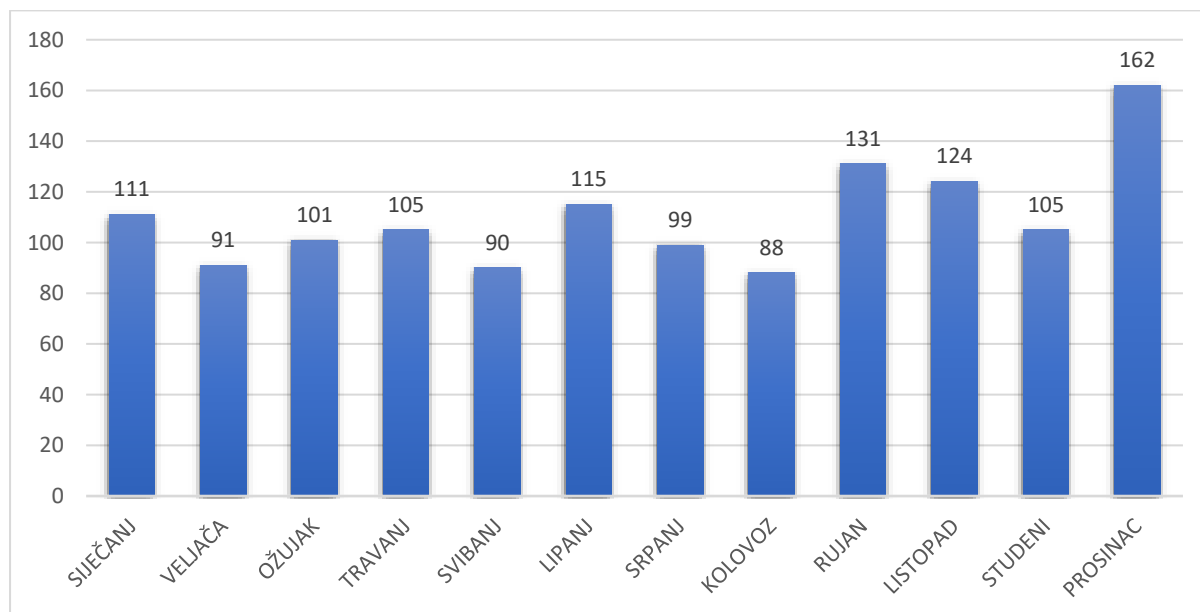
Na grafikonu 8. prikazano je da se najveći broj prometnih nesreća dogodio 2018. godine i da niti jedan mjesec ne ide silaznom putanjom odnosno da se broj prometnih nesreća smanjuje konstantno, što je loš pokazatelj za sigurnost cestovnog prometa u promatranom području dok siječanj, kolovoz i listopad imaju konstantan rast broja prometnih nesreća iz godine u godinu.



Grafikon 8. Broj prometnih nesreća po mjesecima u godini za analizirano razdoblje

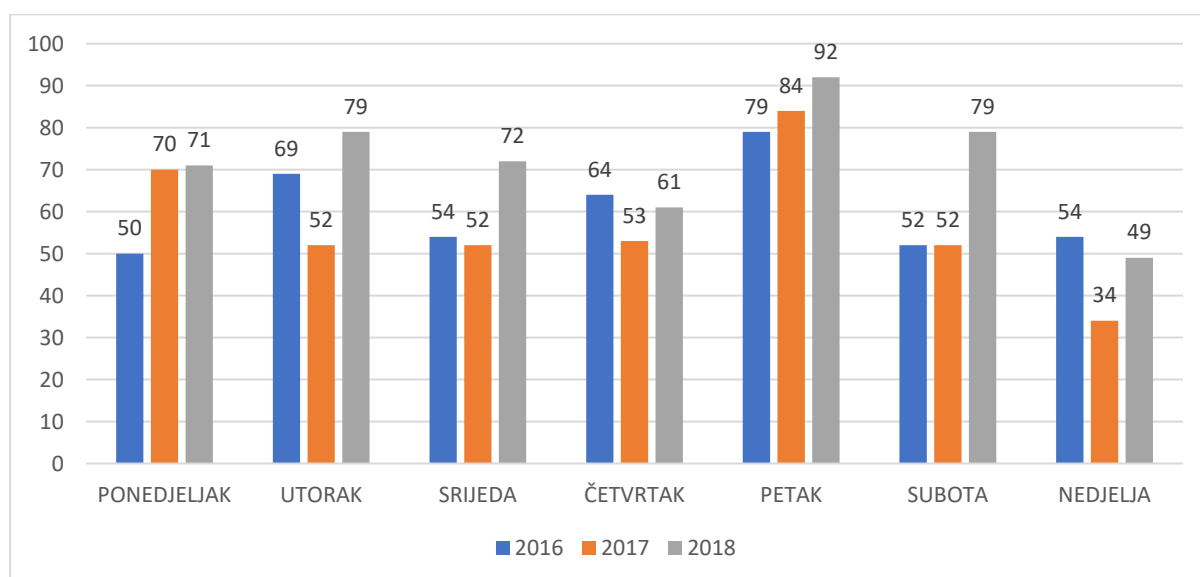
Na grafikonu 9. prikazano je da je najkritičniji mjesec u godini prosinac, sa 162 prometne nesreće, što se može pripisati vremenskim uvjetima koji su u prosincu znatno lošiji u odnosu na mjesec kolovoz, koji je sa 88 prometnih nesreća u tri godine, mjesec sa najmanje prometnih nesreća u promatranom razdoblju.

Razlozi su uvelike što je i manje vozača na cesti s obzirom na to da je većina ljudi na godišnjem odmoru izvan grada i uvjeti su znatno bolji u odnosu na druge mjesece.



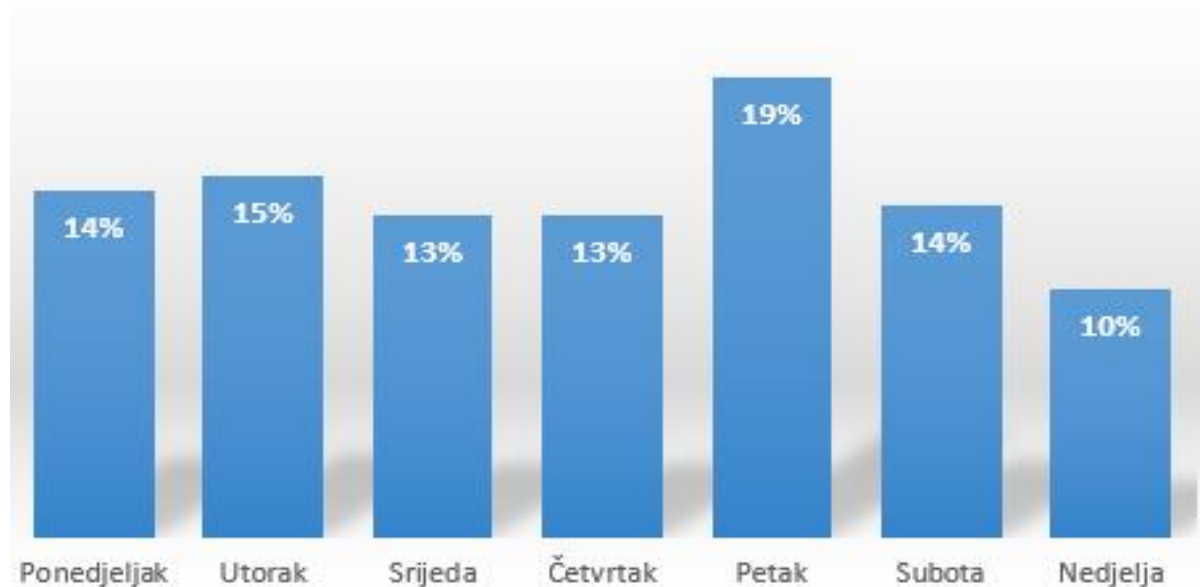
Grafikon 9. Ukupni broj prometnih nesreća po mjesecima u godini za promatrano razdoblje

Na grafikonu 10. prikazano je da je najveći broj prometnih nesreća zabilježen petkom. Od 2016 do 2018 godine zamjetan trend porasta rasta prometnih nesreća tijekom dana u tjednu. Zanimljivo je i kako niti jedan dan u tjednu nema pokazatelje sa naznakom pada broja prometnih nesreća.



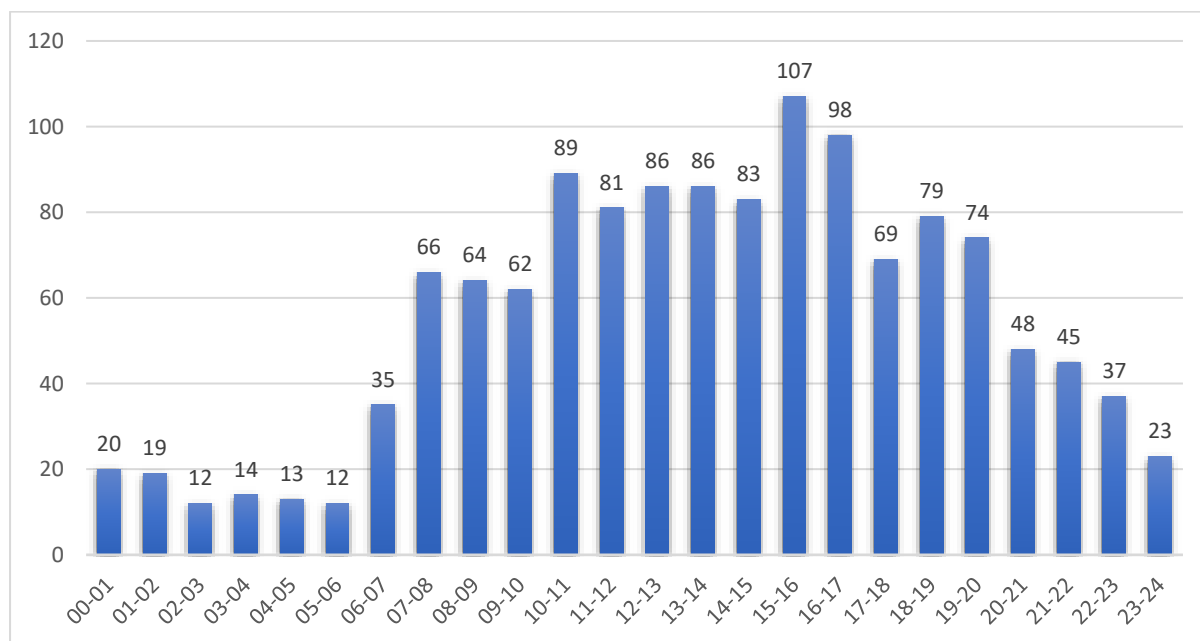
Grafikon 10. Broj prometnih nesreća po danima u tjednu za analizirano razdoblje

Na grafikonu 11. su prikazani podaci o prometnim nesrećama po danima u tjednu za ukupno promatrano razdoblje. Vidljivo je da su po danima u tjednu prometne nesreće bez većih oscilacija osim nedjelje koja ima malo manji broj prometnih nesreća u odnosu na prosjek tjedna, pri čemu je petak znatno iznad prosjeka.



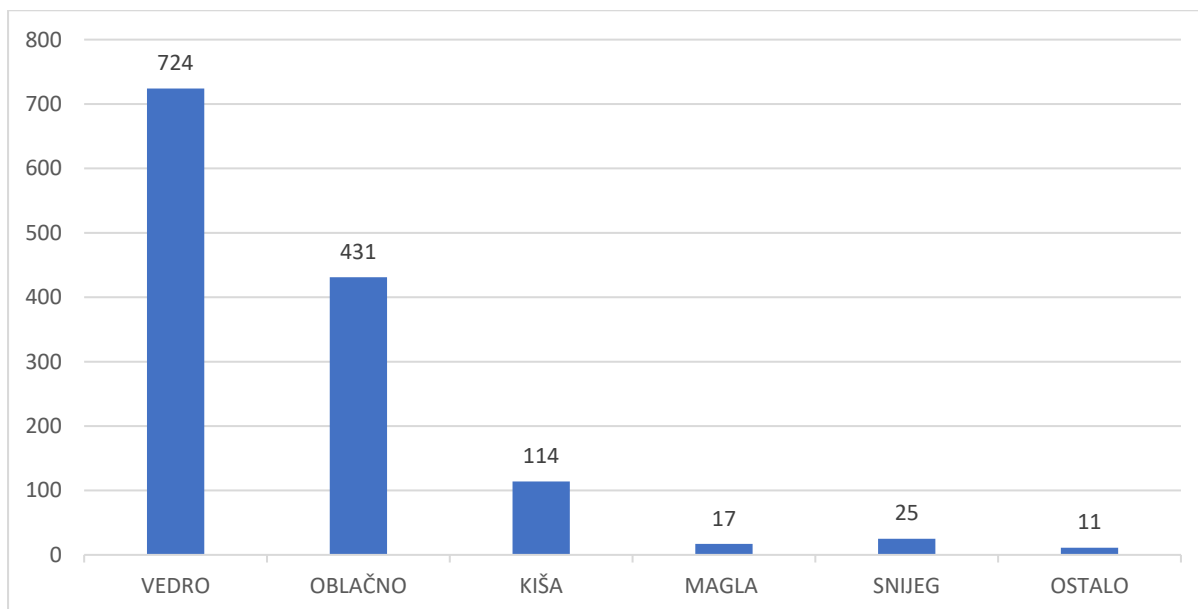
Grafikon 11. Udio prometnih nesreća u ukupnom broju raspoređeni po danima u tjednu kada su se prometne nesreće dogodile

Na Grafikonu 12. su prikazani podaci za ukupno promatrano razdoblje od tri godine koji su raspoređeni po satima u danu. Očekivano najmanji broj prometnih nesreća se događa noću jer je tada i najmanje vozila na cesti, dok broj prometnih nesreća doseže svoj vrhunac u popodnevnom vršnom satu.



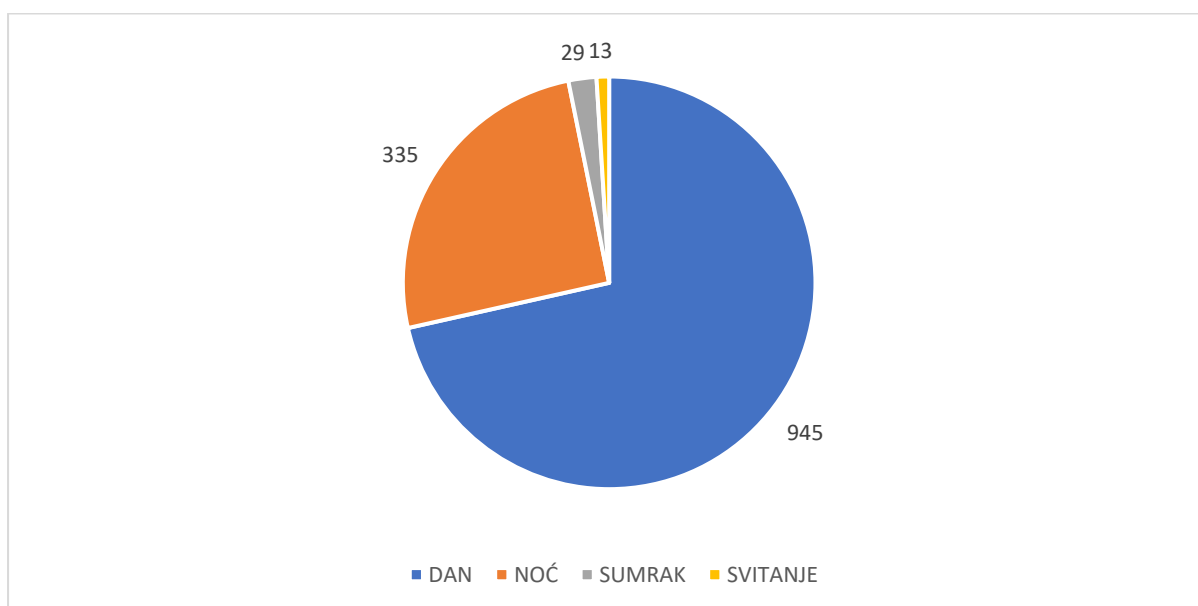
Grafikon 12. Broj prometnih nesreća po satima u danu za analizirano razdoblje

Na grafikonu 13. prikazani su analizirani podaci prema broju prometnih nesreća po atmosferskim prilikama. Vidljivo je da je za vedrog vremena zabilježeno najviše prometnih nesreća, pri čemu je za vrijeme oblačnog vremena zabilježeno gotovo tri puta više nego dok su bili uvjeti kiše magle i snijega zajedno.



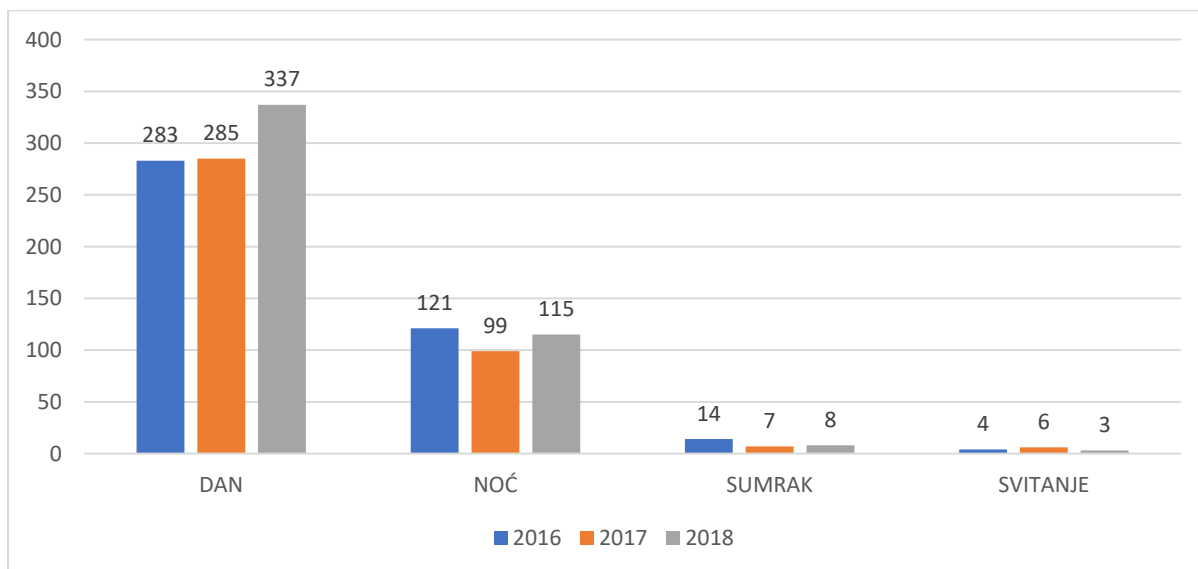
Grafikon 13. Broj prometnih nesreća prema atmosferskim prilikama za promatrano razdoblje

Na grafikonu 14. su prikazani analizirani podaci o uvjetima vidljivosti ukupno za tri godine na kojem je vidljivo da se najviše prometnih nesreća dogodilo za vrijeme dana, zatim noći dok je broj nesreća u sumrak ili svitanje znatno manji u odnosu na dan ili noć.



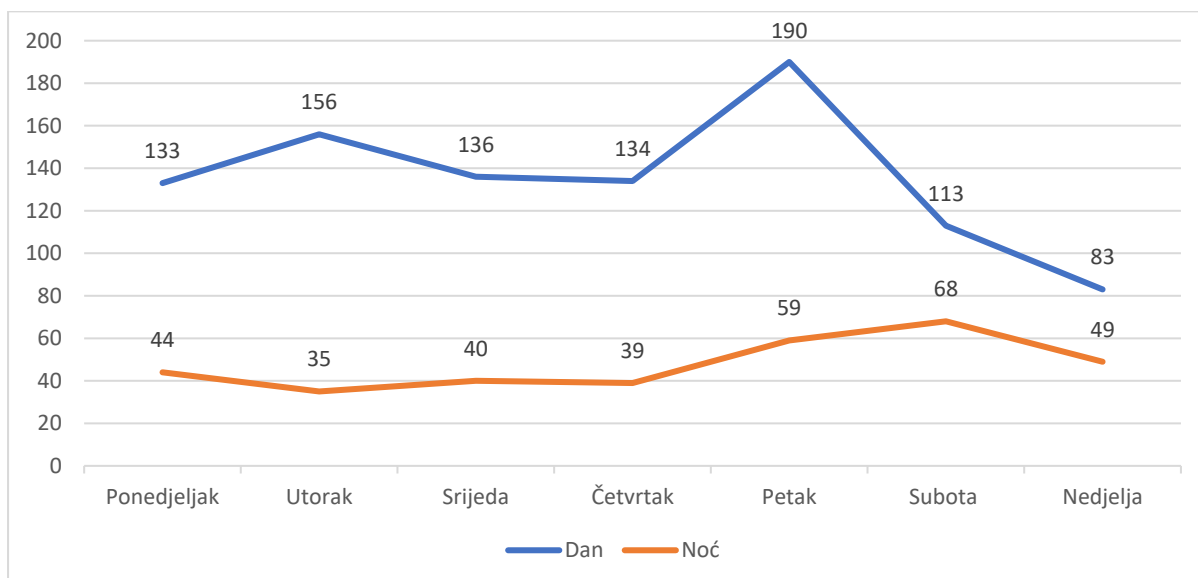
Grafikon 14. Broj prometnih nesreća prema uvjetima vidljivosti za promatrano razdoblje

Na grafikonu 15. prikazani su podaci o uvjetima vidljivosti podijeljeni na promatrane godine, vidljivo je da su omjeri nesreća dan-noć-sumrak-svitanje podjednaki u odnosu na prethodnu godinu i da nema značajnijeg odstupanja u odnosu na ukupan broj prometnih nesreća.



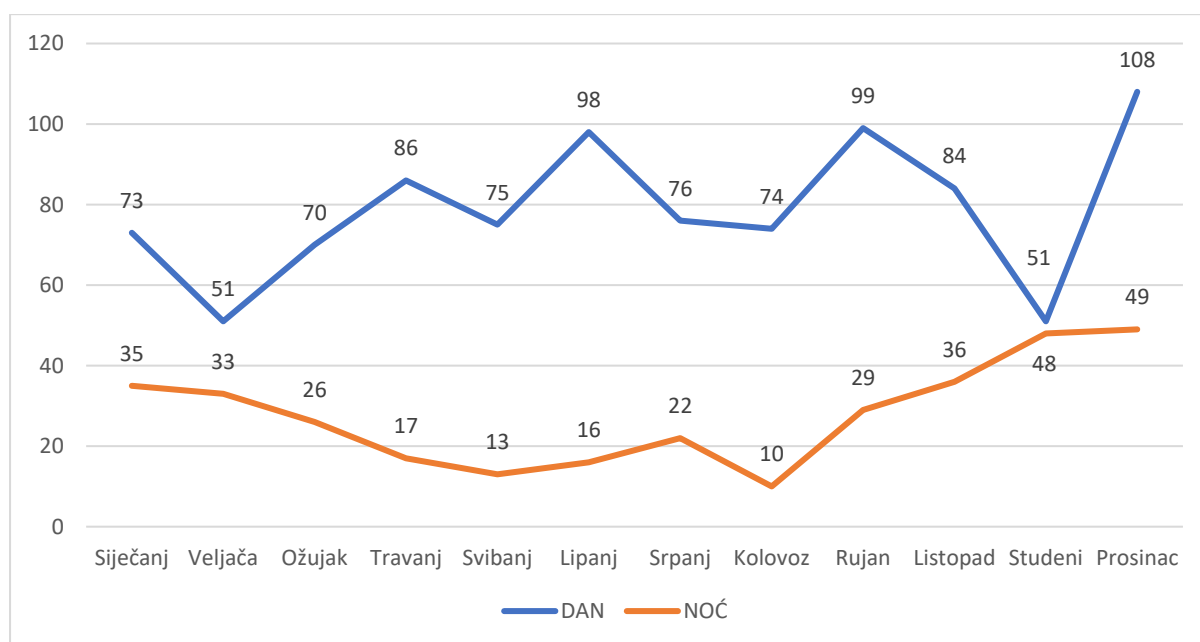
Grafikon 15. Broj prometnih nesreća prema uvjetima vidljivosti raspodijeljeni na tri godine

Na grafikonu 16. prikazan je broj prometnih nesreća danju u odnosu na one prometne nesreće koje su se dogodile noću raspoređeni po danima u tjednu za promatrani period od tri uzastopne godine 2016, 2017 i 2018. Petak je dan sa uvjerljivo najviše prometnih nesreća koje su se dogodile tokom dana, čak njih 190, dok je subotnja noć, noć s najviše prometnih nesreća sa 68 prometnih nesreća zabilježeno u promatranom razdoblju.



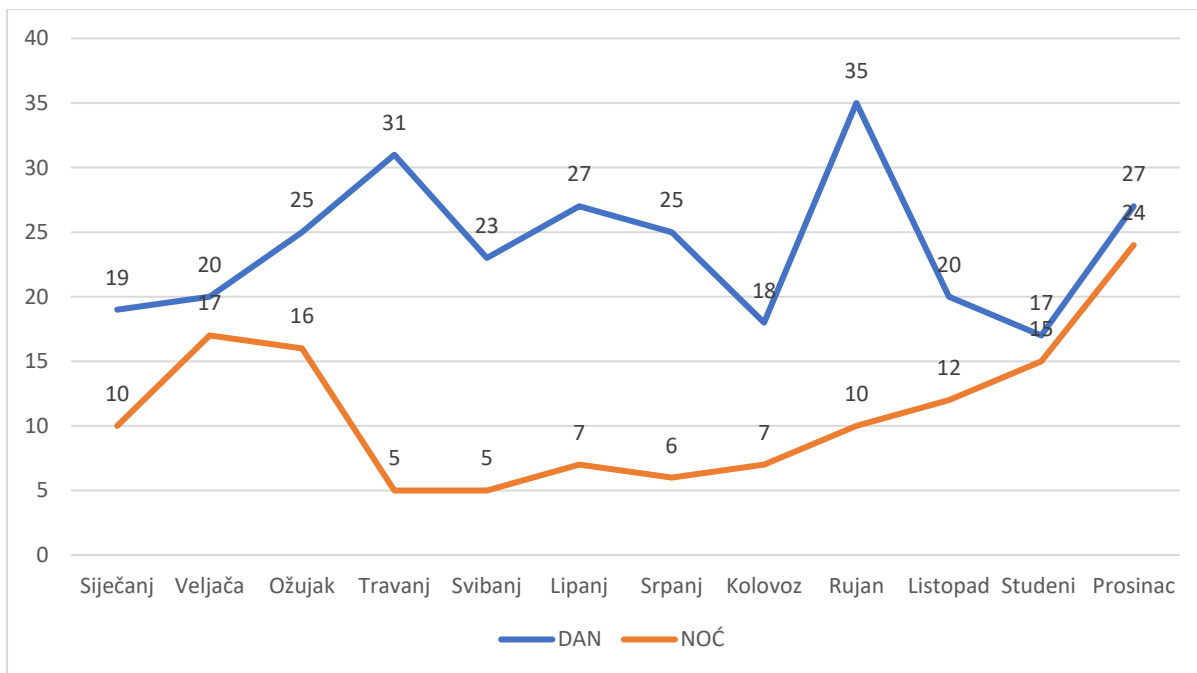
Grafikon 16. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na dane u tjednu

Na grafikonu 17. prikazan je broj prometnih nesreća danju i noću raspoređeni po mjesecima u godini u promatranom razdoblju od 2016. godine do 2018. godine. Najveći broj prometnih nesreća danju dogodilo se u prosincu, zabilježeno je 108 prometnih nesreća dok ga slijede rujan sa 99 zabilježenih prometnih nesreća i lipanj sa 98 prometnih nesreća. Mjesec sa najmanje prometnih nesreća noću je mjesec kolovoz, dok je u zimskim mjesecima zabilježen veći broj prometnih nesreća u odnosu na one nesreće koje su se dogodile noću u ljetnim mjesecima. Takav rast broja prometnih nesreća noću u zimskim mjesecima možemo pripisati tome što zimi dan traje kraće te samim time, noć traje duže u odnosu na ljetne mjesece.

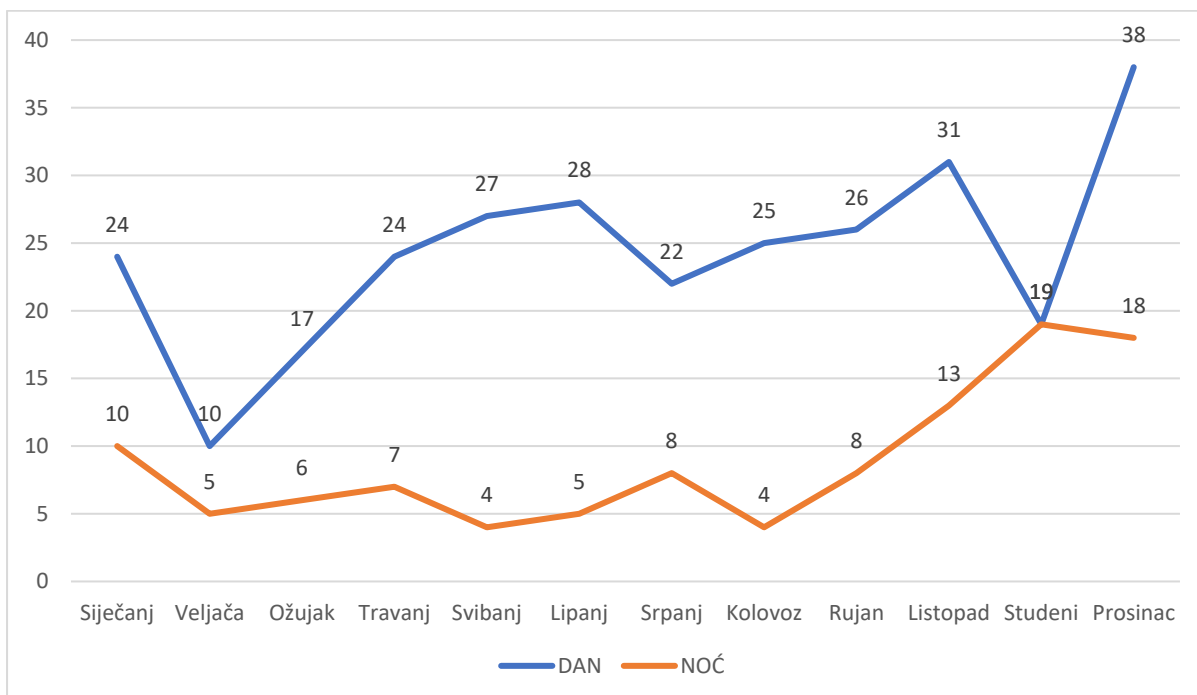


Grafikon 17. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesece u godini

Na grafikonu 18. 19. i 20. su prikazani broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesec u godini za svaku godinu pojedinačno, koji također potvrđuju tezu, da je u zimskim mjesecima zabilježeno više nesreća noću nego u ostalim mjesecima u godini zbog smanjenja vremena kojima su ulice osvijetljene dnevnom svjetlošću.

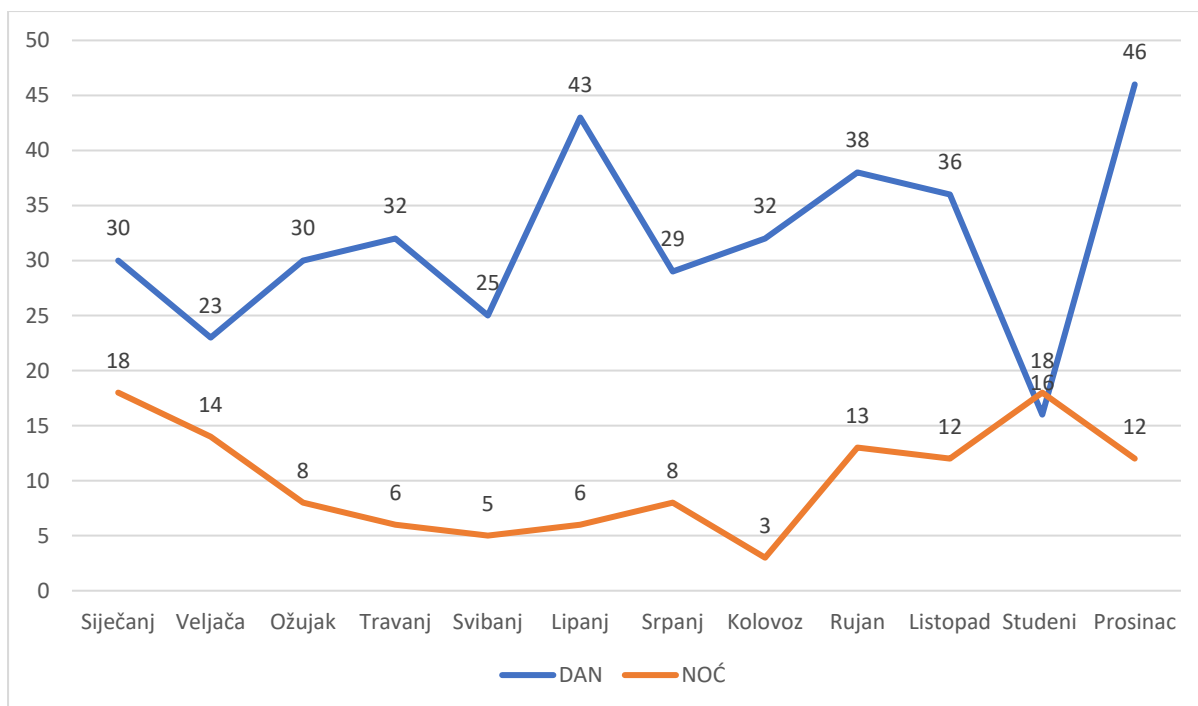


Grafikon 18. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesec u godini za 2016. godinu



Grafikon 19. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesec u godini za 2017. godinu





Grafikon 20. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesec u godini za 2018. godinu

### 4.3. Analiza podataka prometnih nesreća prema karakteristikama ceste i ograničenju brzine

S obzirom na karakteristike ceste, stanje ceste i ograničenja brzine na cesti napravljena je analiza prometnih nesreća koja će biti prikazana u tablici 3, tablici 4 i tablici 5.

U tablici 3. prikazano je da se najveći broj prometnih nesreća događa na ravnom cestovnom potezu sa 532 zabilježene prometne nesreće. Sa 231 prometnom nesrećom u promatranom razdoblju u četverokrakom raskrižju i 201 prometnom nesrećom na T-raskrižju. Raskrižja spadaju pod drugu opasnu točku na prometnoj mreži promatranog područja uz ravne cestovne poteze.

Od ostalih zavoji sa 176 prometnih nesreća i parkirališta sa 121 prometnom nesrećom su područja sa značajnijim brojkama o prometnim nesrećama. Na Y-raskrižju i kružnim tokovima zabilježeno je znatno manje nesreća.

Tablica 3. Broj prometnih nesreća prema karakteristikama ceste kroz promatrano razdoblje

<b>KARAKTERISTIKE CESTE</b>	
<b>RASKRIŽJE</b>	
<b>T - raskrižje</b>	201
<b>Y - raskrižje</b>	21
<b>četverokrako raskrižje</b>	231
<b>kružni tok</b>	15
<b>ostalo</b>	4
<b>čvor u više razina</b>	0
<b>CESTA IZVAN RASKRIŽJA I ČVORA</b>	
<b>most</b>	2
<b>podvožnjak</b>	1
<b>nadvožnjak</b>	1
<b>tunel</b>	2
<b>PRIJELAZ PREKO ŽELJEZNIČKE PRUGE</b>	
<b>FIZIČKI ZAŠTIĆEN</b>	
<b>otvoren</b>	0
<b>zatvoren</b>	0
<b>SVJETLOSNA SIGNALIZACIJA</b>	
<b>ispravna</b>	3
<b>neispravna</b>	0
<b>NEZAŠTIĆEN</b>	
<b>pregledan</b>	2
<b>nepregledan</b>	1
<b>CESTA</b>	
<b>zavoj</b>	176
<b>ravni cestovni potez</b>	532
<b>parkirališta</b>	121
<b>pješački prijelaz</b>	0
<b>nogostup</b>	3
<b>biciklistička staza</b>	1
<b>ostalo</b>	4
<b>pješačka zona</b>	0
<b>zona smirenog prometa</b>	1

U Tablici 4. prikazane su prometne nesreće s obzirom na ograničenje brzine na mjestu gdje se prometna nesreća dogodila. Uočava se da ih je najviše u zoni ograničenja brzine 50 km/h odnosno u naseljenom području. Zatim slijede nesreće pri ograničenju brzine od 60 km/h, najčešća mjesta su obilaznice pri semaforiziranim raskrižjima i na cestama između naselja.

Tablica 4. prikaz broja prometnih nesreća prema ograničenju brzine na mjestu prometne nesreće

Ograničenje brzine (km/h)	GODINE			UKUPNO
	2016	2017	2018	
10	0	0	1	1
20	0	0	0	0
30	6	7	6	19
40	7	8	9	24
50	331	306	389	1026
60	35	39	48	122
70	7	3	5	15
80	25	25	26	76
90	10	9	19	38
100	0	0	0	0

#### 4.4. Identifikacija opasnih mjesta

Za identifikaciju opasnih mjesta na cestovnoj mreži potrebna je statistička analiza podataka o prometnim nesrećama iz koje se mogu pozicionirati lokacije sa učestalijim prometnim nesrećama od prosjeka dionice ili raskrižja. Lokacije koje se uspoređuju moraju biti tehnički usporedive, jer je u interesu dobivanje relevantnih podataka potrebno uspoređivati samo lokacije sličnih ili istih karakteristika. Te lokacije predstavljaju opasna mjesta ili crne točke na cestovnoj mreži. Za identifikaciju opasnih mjesta koriste se podaci o prometnim nesrećama prikupljeni od Ministarstva unutarnjih poslova (MUP), a koje su se dogodile na području grada Velike Gorice i njegove okolice u periodu od tri uzastopne godine od 2016. do 2018. godine.

Opasna mjesta u svijetu nisu isto definirana, te svaka država ima svoju definiciju opasnog mjesta i kriterije po kojima će okarakterizirati neko mjesto na dionici ili raskrižje pod opasnim mjestom ili crnom točkom.

Iako je uveden novi metodološki pristup identifikaciji opasnih mjesta u Republici Hrvatskoj je od 2016. godine [18], za potrebe izrade ovoga rada koristit će se stara

„Metodologija pristupa sigurnosti prometa“ koju su 2004. godine izradile Hrvatske ceste d.o.o. i Institut građevinarstva Hrvatske d.d.

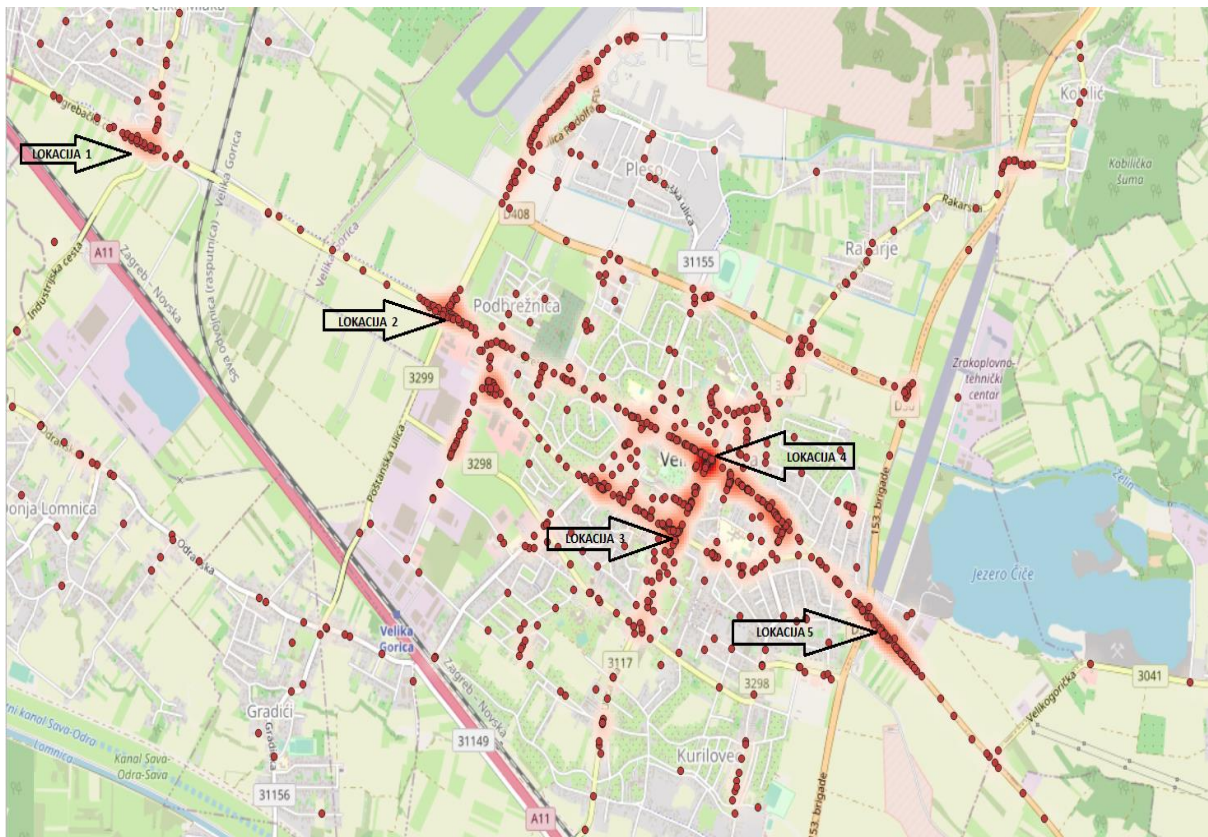
Prema navedenoj staroj metodologiji opasnim mjestom, u Republici Hrvatskoj, se smatra raskrižje ili dio ceste duljine do 300 metara. Opasnom dionicom se smatra dio ceste duljine od 300 do 1000 metara, uz uvjet da zadovoljavaju jedan od navedena tri kriterija: [12]

- Ako se na kritičnoj lokaciji u prethodne tri 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,
- Ako su se na kritičnoj lokaciji, u protekle tri godine dogodile tri ili više istovrsnih prometnih nesreća u kojima su sudjelovale iste skupine sudionika, s istim pravcima kretanja na istim konfliktnim površinama.

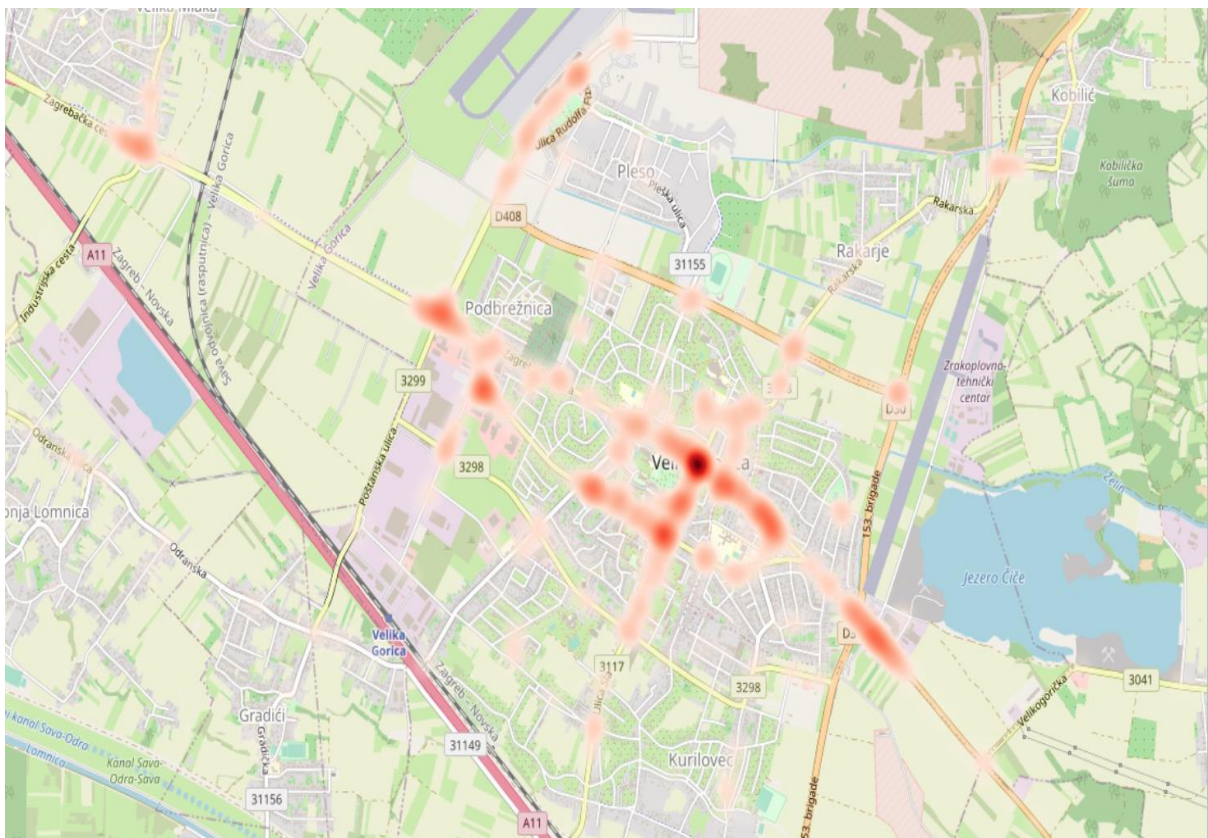
Prometne nesreće sa teško ozlijeđenim osobama su one nesreće u kojima unesrećena osoba provede više od 24 sata na bolničkom liječenju, dok se prometne nesreće sa smrtno stradalima smatraju one nesreće u kojima je žrtva preminula unutar 30 dana od nesretnog događaja zbog posljedica prometne nesreće.

## 4.5. Analiza opasnih mjesta pomoću toplinskih karata

Uz pomoć programskog alata QGIS (Quantum Geographic Information System) su izrađene i u nastavku prikazane toplinske karte (heatmaps) prometnih nesreća. Na toplinskim kartama su prikazana mjesta s većom koncentracijom prometnih nesreća. Na kartama su mjesta sa povećanom koncentracijom prometnih nesreća prikazane u nijansama crvene boje, svjetlija nijansa označava manju koncentraciju prometnih nesreća. Samo žarište je označeno točkom crne boje. Na slici 9 su prikazane lokacije s najvećom koncentracijom prometnih nesreća, a na slici 10 toplinska mapa sa žarištima i crnim točkama.



Slika 9. Prikaz opasnih mjesta na području grada Velike Gorice



Slika 10. Toplinska karta prometnih nesreća na području grada Velike Gorice



Na slikama 9. i 10. može se primijetiti da je većina prometnih nesreća, ujedno i opasnih mjesta, locirano na Zagrebačkoj ulici, Ulici Ljudevita Posavskog, Ulici Matice Hrvatske i Sisačkoj ulici koje su ujedno i najprometnije ulice ovog grada.

U tablici 5. je prikazano pet lokacija sa najučestalijim prometnim nesrećama u promatranom razdoblju, a identifikacija opasnih mjesta određena je prema kriterijima navedenim u prethodnom poglavlju:

Prema KRITERIJU 1 niti jedno od promatranih lokacija se ne smatra opasnim mjestom jer je na svakom raskrižju broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama manji od 12

Prema KRITERIJU 2 svih pet lokacija se smatraju opasnim mjestima, jer je na svakom raskrižju broj prometnih nesreća veći od 15

Prema KRITERIJU 3 opasnim mjestima se smatraju raskrižja na lokacijama 1, 2 i 5.

Tablica 5. Prikaz opasnih mjesta na području Velike Gorice

LOKACIJA	RASKRIŽJE/DIONICA	KRITERIJ 1	KRITERIJ 2	KRITERIJ 3
		>= 12 prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	>= 15 prometnih nesreća	>= 3 istovrsnih prometnih nesreća
1	Industrijska ulica – Zagrebačka ulica	6	20	3 + 3*
2	Ulica Rudolfa Fizira – Vukomerička ulica – Zagrebačka ulica	5	29	3 + 3*
3	Ulica Matice Hrvatske – Ulica Slavka kolara	3	17	2
4	Zagrebačka ulica – Ulica Slavka Kolara – Ulica kralja Zvonimira	4	22	2
5	Sisačka ulica – 153. Brigade	4	24	4 + 3*

### Analiza raskrižja Zagrebačke ulice i Industrijske ulice (Lokacija 1)

Na prvoj lokaciji koja se nalazi na periferiji grada, kod naselja Velika Mlaka na semaforiziranom raskrižju Zagrebačke ulice koja povezuje Zagreb i Veliku Goricu i Industrijske ulice. U promatranom razdoblju zabilježeno je 20 prometnih nesreća, od čega je u 6 prometnih nesreća bilo ozlijeđenih osoba, što je 30% od ukupnog broja prometnih nesreća zabilježeno na tom raskrižju. Također, dogodile su se i tri istovrsne prometne nesreće prilikom vožnje u slijedu osobnih automobila iz smjera istoka prema zapadu, uslijed brzine neprimjerene

uvjetima, kao i u \*tri slučaja bočnog sudara koja su također zabilježena na ovom raskrižju u promatranom razdoblju, što ovo raskrižje označava kao opasno mjesto po dva od tri kriterija.

Nesreće su se dogodile za vrijeme dana uz dobru horizontalnu i vertikalnu signalizaciju za vrijeme vedrog, kišovito i oblačnog vremena, što ukazuje da je ljudski faktor uzrok prometnih nesreća, te faktor cesta nije utjecao na broj nesreća. Najčešće zabilježena vrsta prometne nesreće na ovom raskrižju bila je vožnja u slijedu sa 7 nesreća i bočni sudar sa 6 slučajeva. Ne uzimajući u obzir materijalne štete, društveni trošak zbog posljedica prometnih nesreća na ovoj lokaciji iznosi oko 1.784.000 kuna.

Analiza prometnih nesreća prema danu u tjednu ukazuje da je najviše prometnih nesreća dogodilo utorkom, odnosno njih 6, dok ga slijedi petak sa 5 prometnih nesreća i srijeda sa 4 prometne nesreće u promatranom području. Prema uvjetima vidljivosti, 14 prometnih nesreća se dogodilo po danu, što čini 70% od ukupnog broja prometnih nesreća sa ove lokacije, dok ih je 5 zabilježeno tokom noćnih sati i jedna za vrijeme svitanja.



Slika 11. Prikaz Lokacije 1 – DOF podloga



Slika 12. Toplinska karta lokacije 1



Slika 13. Zagrebačka ulica



Slika 14. Industrijska ulica

## **Analiza raskrižja Zagrebačke ulice sa Ulicom Rudolfa Fizira i Vukomeričke ulice (Lokacija 2)**

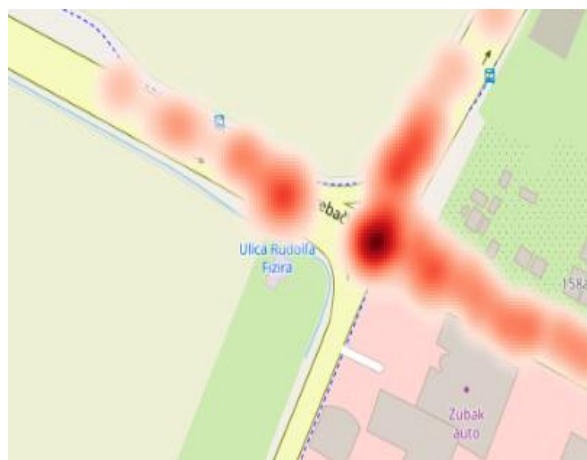
Na slikama 15, 16, 17 i 18 prikazana je druga lokacija koja je ujedno i najopasnije raskrižje promatranog područja sa najviše zabilježenih prometnih nesreća u promatranom razdoblju. Na ovom raskrižju koje je semaforizirano, dogodilo se 29 prometnih nesreća od čega ih je 5 sa ozlijeđenim osobama. Zabilježene su i tri istovrsne prometne nesreće prilikom vožnje u slijedu osobnih automobila, iz smjera juga prema istoku, sa dobrom horizontalnom i vertikalnom signalizacijom, za vrijeme dana, noći i sumraka dok su atmosferske prilike zabilježene kao vedro, oblačno i maglovito, što ukazuje da je glavni krivac vozač i neopreznost u prometu sa vožnjom uz nepropisnu brzinu i brzinu neprimjerenu uvjetima na cesti.

Isto tako zabilježene su i \*tri istovrsne prometne nesreće, prilikom vožnje u slijedu, ali iz smjera juga prema sjeveru. Prema dva od tri kriterija ovo raskrižje se smatra opasnim mjestom. Raskrižje se nalazi na samom ulasku u grad te je ujedno i točka prelaska sa ograničenja od 80 km/h izvan grada, na 50km/h unutar grada. Najučestalije vrste prometnih nesreća na ovom raskrižju su bile vožnja u slijedu sa 13 nesreća i bočni sudar sa 9 nesreća. Ne uzimajući u obzir materijalne štete, društveni trošak zbog posljedica prometnih nesreća na ovoj lokaciji iznosi oko 630.000 kuna. Analizom prometnih nesreća raspoređenih po danima ponedjeljak je dan sa najviše prometnih nesreća na ovom raskrižju, čak njih 7, slijede ga srijeda i nedjelja sa 5 prometnih nesreća i utorak i petak sa 4 prometne nesreće.

Prema uvjetima vidljivosti danju se dogodilo 19 prometnih nesreća, što je 66% od ukupnog broja prometnih nesreća koje su se dogodile na ovom raskrižju, noću je zabilježeno 9 prometnih nesreća i jedna u sumrak.



Slika 15. Prikaz lokacije 2 – DOF podloga



Slika 16. Toplinska karta Lokacija 2





Slika 17. Vukomerička ulica



Slika 18. Zagrebačka ulica

### Analiza raskrižja Ulice Matice Hrvatske i Ulice Slavka Kolara (Lokacija 3)

Na raskrižju Ulice Matice Hrvatske i Ulice Slavka Kolara nalazi se rotor sa jednom prometnom trakom. Ovaj kružni tok spaja dva jednosmjerna kraka i dva dvosmjerna kraka. Na tom raskrižju u obliku kružnog toka dogodilo se najmanje prometnih nesreća od pet odabranih lokacija, zabilježeno je 17 prometnih nesreća od kojih je 3 sa ozlijeđenima. najčešća vrsta prometnih nesreća na ovom raskrižju je bila bočni sudar sa 6 slučajeva, slijede usporedna vožnja sa 4 i vožnja u slijedu sa 3 zabilježene nesreće. Ne uzimajući u obzir materijalne štete, društveni trošak zbog posljedica prometnih nesreća na ovoj lokaciji iznosi oko 315.000 kuna. Ponedjeljak je dan sa najviše prometnih nesreća, 41% od ukupnog broja nesreća zabilježenih na tom raskrižju su se dogodila prvog dana u tjednu. Za vrijeme dana dogodilo se 14 prometnih nesreća dok je u noćnim satima zabilježeno samo tri prometne nesreće. Ovo se raskrižje smatra opasnim mjestom samo po jednom od tri kriterija.



Slika 19. Prikaz lokacije 3 – DOF podloga



Slika 20. Toplinska karta Lokacija 3



Slika 21. Ulica Matice Hrvatske



Slika 22. Ulica Slavka Kolara

### **Analiza raskrižja Zagrebačke ulice sa Ulicom Slavka Kolara i Ulicom kralja Zvonimira (Lokacija 4)**

Na lokaciji 4 križaju se Zagrebačka ulica i Ulica Slavka Kolara, lokacija se nalazi u strogom centru grada, na semaforiziranom raskrižju, te su brzine naleta vozila minimalne što pokazuju i brojevi prometnih nesreća sa ozlijeđenim osobama kojih je svega 4 od 22 ukupno prometne nesreće u promatranom razdoblju. Najčešća vrsta prometne nesreće na ovom raskrižju je sudar u parkirano vozilo sa 8 slučajeva i vožnja unatrag sa 4 slučaja. Ne uzimajući u obzir materijalne štete, društveni trošak zbog posljedica prometnih nesreća na ovoj lokaciji iznosi oko 2.204.000 kuna. Analizom prometnih nesreća prema danu u tjednu utvrđeno je da se 7 prometnih nesreća dogodilo srijedom, što je i dan sa najviše prometnih nesreća na ovoj lokaciji. Prema uvjetima vidljivosti 16 prometnih nesreća se dogodilo po danu i 6 ih je zabilježeno tokom noći. Ovo raskrižje se smatra opasnim mjestom po jednom od tri kriterija.



Slika 23. Prikaz lokacije 4 – DOF podloga



Slika 24. Toplinska karta Lokacija 4





Slika 25. Ulica kralja Zvonimira



Slika 26. Zagrebačka ulica

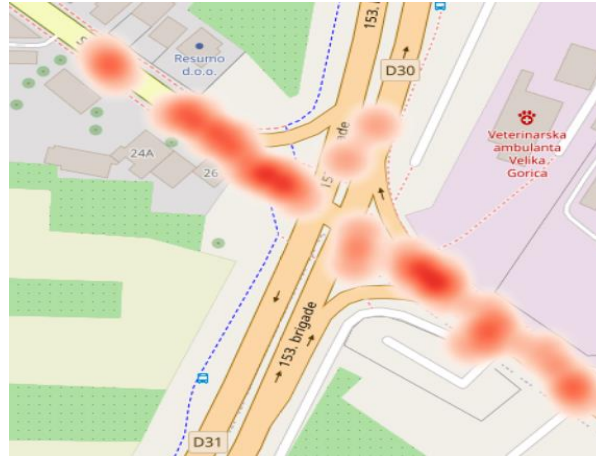
### **Analiza raskrižja Sisačke ulice i Ulice 153. Brigade (Lokacija 5)**

Na petoj lokaciji koja se nalazi na rubu grada, nalazi se semaforizirano raskrižje Sisačke ulice i Ulice 153. Brigade, na tom raskrižju zabilježeno je 24 prometne nesreće, od toga 4 sa ozlijeđenim osobama i 4 istovrsne prometne nesreće uzrokovane nepoštivanjem prednosti prolaska pri dobro označenoj vertikalnoj i horizontalnoj signalizaciji. Tri od četiri istovrsnih prometnih nesreća dogodile su se za vrijeme dnevne svjetlosti, pri čemu se jedna dogodila u sumrak. Atmosferske prilike koje su zabilježene prilikom nesreća bile su vedro, dva puta oblačno i jedan slučaj sa snijegom na cesti koji nije bio razgrnut. Također su zabilježene i \*tri istovrsne prometne nesreće uslijed vožnje u slijedu iz smjera zapad istok. Najčešće zabilježena vrsta prometne nesreće je vožnja u slijedu sa 9 zabilježenih slučajeva, slijede je bočni sudar koji je 7 puta zabilježen i sudar vozila iz suprotnih smjerova sa 6 slučajeva. Ne uzimajući u obzir materijalne štete, društveni trošak zbog posljedica prometnih nesreća na ovoj lokaciji iznosi oko 1.784.000 kuna.

Po broju prometnih nesreća po danima u tjednu dani sa najviše nesreća su petak sa 7 zabilježenih nesreća i subota sa 5 nesreća. Prema uvjetima vidljivosti 17 prometnih nesreća zabilježeno je za vrijeme dana, dok ih je 6 zabilježeno za vrijeme noćnih sati i jedna u sumrak.



Slika 27. Prikaz lokacije 5 – DOF podloga



Slika 28. Toplinska karta lokacije 5



Slika 29. Sisačka ulica



Slika 30. Ulica 153. Brigade

## 5. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA NA OPASNIM MJESTIMA

Brojanje prometa osnovica je za njegovo planiranje. Njime se dobiva uvid u trenutno stanje prometa te podaci koji upućuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju, uklanjanje ili ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa. Prilikom ponavljanja brojanja u određenim vremenskim razmacima, mogu se dobiti trendovi pada ili rasta broja vozila, strukturi vozila i slično.

Osnovni je cilj brojenja cestovnog prometa sustavno prikupljanje podataka o značajkama cestovnog prometa na što je moguće većem dijelu cestovne mreže. Taj projekt u Hrvatskoj uspješno usmjeravaju i koordiniraju "Hrvatske ceste d.o.o.". Planovi brojenja prometa u novijem razdoblju pretežito, uz autoceste, obuhvaćaju državne ceste, a sve češće i županijske i lokalne ceste, odnosno njihove izabrane odsjeke, [16].

Za predmetno istraživanje brojanje prometa, na lokaciji 2, odrađeno je 31.8.2021. godine. U tablicama 6. i 7. se nalaze podaci odvojeni po privozima u jutarnjem vršnom satu od 07:00 do 08:00 i za vrijeme popodnevno vršnog sata od 15:30 do 16:30.

Tablica 6. Prikaz broja vozila po privozima u jutarnjem vršnom opterećenju

07:00 – 08:00	OSOBNI AUTOMOBILI	TERETNO VOZILO	AUTOBUS	BICIKLISTI	PJEŠACI
A – B	109	2	1	27	22
A – C	467	4	26		
A – D	442	6	1		
B – A	276	39	0		
B – D + C	71	5	1		
C – B	45	1	0		
C – A	825	0	12		
C – D	38	0	1		
D – B	115	7	0		
D – C	84	3	1		
D – A	262	8	0		

Tablica 7. Prikaz broja vozila po privozima u poslijepodnevnom vršnom opterećenju

15:30 – 16:45	OSOBNI AUTOMOBIL	TERETNO VOZILO	AUTOBUS	BICIKLISTI	PJEŠACI
A – B	170	18	0	40	10
A – C	592	4	10		
A – D	481	2	0		
B – A	244	4	0		
B – D + C	183	8	2		

C – B	67	0	0
C – A	586	0	16
C – D	33	0	1
D – B	75	6	0
D – C	71	0	0
D – A	375	0	0

## 5.1. Analiza postojećeg stanja i prijedlog poboljšanja

Analizom pet navedenih lokacija s većim brojem prometnih nesreća ispitana su na temelju tri kriterija za određivanje opasnih mjesta na cestovnoj mreži. Prema prvom kriteriju, a to je broj ozlijeđenih u protekle tri godine veći od 12, niti jedno raskrižje se ne smatra opasnim mjestom. Dok je drugi kriterij, više od 15 prometnih nesreća u protekle tri godine, zadovoljen na svim lokacijama te se po tom kriteriju svako od navedenih lokacija može smatrati opasnim mjestom. Prema trećem kriteriju, koji ukazuje da je kritično mjesto ono mjesto na kojem su se dogodile tri ili više istovrsnih prometnih nesreća su lokacija 1, lokacija 2 i lokacija 5. te se iste smatraju opasnim mjestom.

Sva raskrižja su semaforizirana i četverokraka. Jedno raskrižje nalazi se izvan grada Velike Gorice, dok su dvije lokacije smještene na samom rubu grada, odnosno na ulazu ili izlazu iz grada ovisno o smjeru vožnje i dvije lokacije u centru grada. Raskrižje sa najviše prometnih nesreća nalazi se na lokaciji 2, sa 29 zabilježenih prometnih nesreća u promatranom razdoblju. Prema provedenim terenskim istraživanjima i analizom prometnih nesreća i podataka o brojanju prometa za vrijeme jutarnjeg vršnog sata od 07:00 do 08:00 i poslijepodnevnog vršnog sata od 15:30 do 16:30 na lokaciji 2, za idejno rješenje se predlaže rekonstrukcija klasičnog četverokrakog semaforiziranog raskrižja u koljenasto turbo kružno raskrižje.

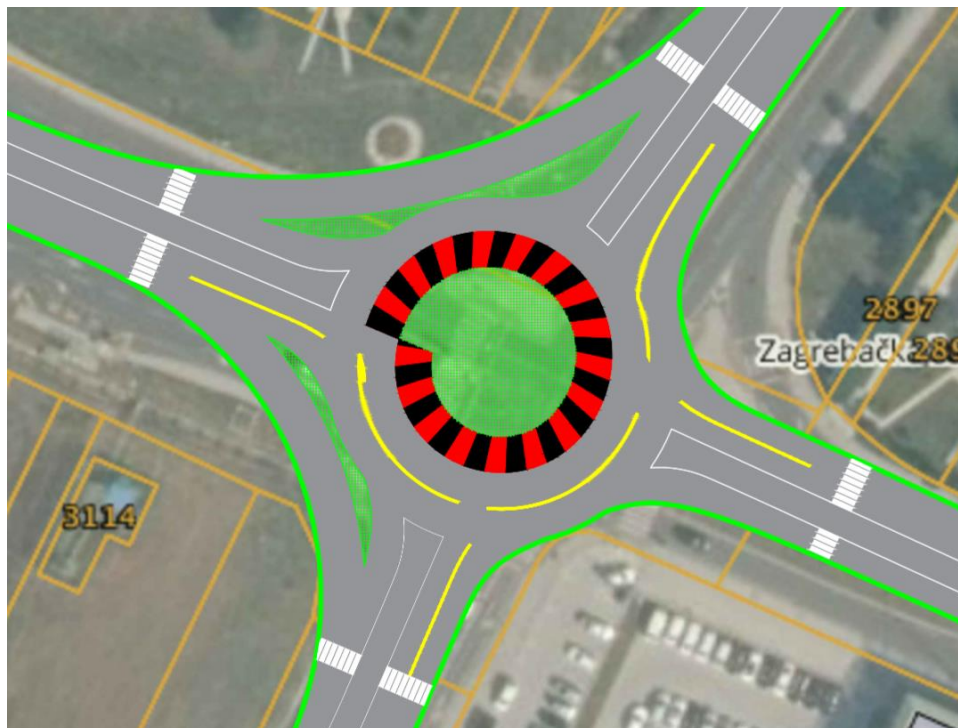
Turbo kružno raskrižje je kanalizirano dvotračno ili trotračno kružno raskrižje sa spiralnim tokom kružnog kolnika, na kojega se priključuju tri ili četiri priključne ceste, a vozni trakovi su međusobno odvojeni uzdignutim razdjelnim elementima (delineatorima) koji sprječavaju promjenu voznog traka (preplitanje prometnih tokova) na kružnom kolniku. [13]

Koljenasto turbo kružno raskrižje primjenjuje se u slučaju kada glavni prometni tok skreće pod pravim kutom između dva susjedna prilaza. Prometni tok koji skreće lijevo ima



dvije vozne trake kao i suprotni tok koji skreće desno. Ostali privozi su jednostrani jer nisu dovoljno opterećeni da bi imali dvotračne prilaze, osim u slučajevima kada je prometni tok većeg kapaciteta može biti izvedba i sa ostalim privozima u dvotračnoj izvedbi.

Na slici 31. prikazano je idejno rješenje prijedloga poboljšanja četverokrakog semaforiziranog raskrižja u četverokrako koljenasto kružno raskrižje sa djelomično provoznim središnjim otokom da bi se omogućio prolazak zglobnih autobusa. Na svakom ulazu su dva traka za ulazu u raskrižje dok po brojanju prometa u vršnim opterećenjima dva najopterećenija prometna toka desnih skretača imaju svoju fizički odvojenu prometnu traku za skretanje u desno. Privozi na sporednim krakovima za izlazak iz kružnog raskrižja imaju po jedan izlazni trak, dok glavni smjer ima izlaze na dva prometna traka. U predloženom raskrižju prometni tokovi su u određenim smjerovima vođeni odvojeno već prije ulaska u turbo kružno raskrižje, unutar kružnog raskrižja i na izlazu iz turbo kružnog raskrižja također. Fizička odvojenost postiže se posebnim projektno tehničkim elementima koji se nazivaju delineatori. Njima se sprječavaju preplitanja prometnih tokova. (promjena voznog traka) unutar kružnog kolnika. Fizička odvojenost voznih trakova prekinuta je samo na mjestima dozvoljenog ulaska u unutrašnji kružni prsten. [17] Raskrižje ostaje unutar svojih gabarita postojećeg stanja, te se ne mora kupovati niti jedna dodatna parcela.



Slika 31. Idejno rješenje prijedloga poboljšanja četverokrakog semaforiziranog raskrižja u koljenasto kružno raskrižje

## 5.2. Karakteristike turbo kružnih raskrižja

Karakteristike kružnih raskrižja sa spiralnim tokom kružnog kolnika (turbo kružno raskrižje) su:

- prvenstvo prolaska imaju vozila koja se nalaze unutar kružnog raskrižja u odnosu na vozila koja se uključuju u raskrižje,
- vozilo koje se uključuje u turbo kružno raskrižje, u slučaju da nema nadolazećih vozila uključuje se bez zaustavljanja, odnosno smanjenom brzinom ulazi u kružni tok,
- omogućuje provoznost malim brzinama,

Prednosti turbo kružnih raskrižja u odnosu na uobičajena semaforizirana četverokraka raskrižja: [14]

- u turbo kružnim raskrižjima svi sudionici imaju veću sigurnost (uslijed manjeg broja konfliktnih točaka i smanjene brzine provoznosti uvjetovano oblikom turbo kružnog raskrižja što osigurava da u slučaju naleta na ranjive skupine, pješaka i biciklista, posljedice prometne nesreće budu blaže),
- razina buke i emisija štetnih plinova su manje,
- lakše posljedice prometnih nesreća (nema sudara iz suprotnih smjerova, kao ni sudara pri velikim brzinama),
- vrijeme čekanja na privozima smanjeno uslijed kontinuiranog toka,
- manje prostora zauzima (nema potrebe za posebnim trakovima za lijevo ili desno skretanje),
- manji troškovi održavanja,
- ekološki prihvatljivija.

Nedostaci turbo kružnih raskrižja u odnosu na uobičajena semaforizirana četverokraka raskrižja [14]

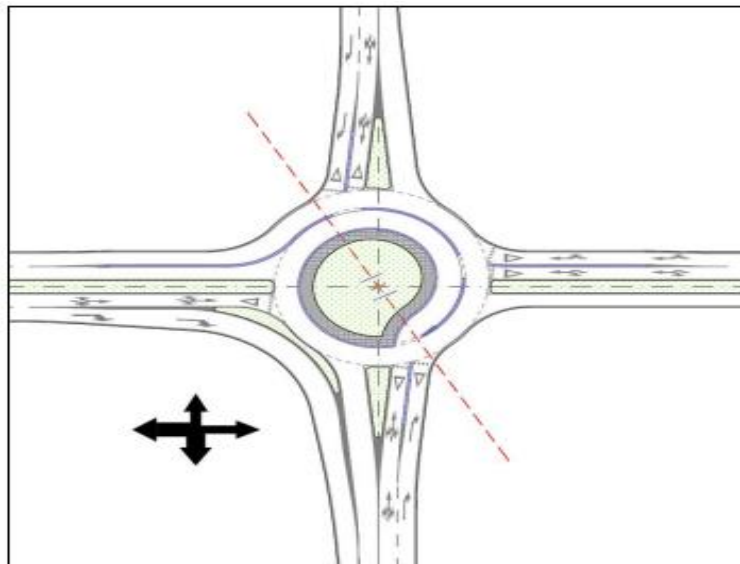
- u prostorno ograničenim područjima je teže implementirati središnji otok zbog nedostatka prostora,
- nisu prihvatljivi i prikladni za područje gdje je velika koncentracija pješaka i biciklista
- nisu prihvatljivi i prikladni za područje u blizini vrtića, škola, bolnica, domova za starije i nemoćne itd.,
- Produljuje put kretanja za pješake i bicikliste.

Sigurnost turbo kružnih raskrižja

Glavna prednost turbo kružnih raskrižja sa slike 32. u odnosu na uobičajena semaforizirana četverokraka raskrižja je ta da ima manje konfliktnih točaka i posljedice u turbo kružnim raskrižjima su blaže u odnosu na posljedice prometnih nesreća u klasičnom



četverokrakom raskrižju. Zbog smanjene brzine unutar kružnog toka nalet na pješaka, biciklista ili drugo vozilo ublažuje posljedice prometne nesreće. Rijetkost su prometne nesreće sa smrtnim slučajevima ili teško ozlijeđenima u turbo kružnim raskrižjima. Također je onemogućen frontalni sudar koji ima najteže oblike posljedica prometnih nesreća. Najčešća vrsta prometne nesreće na turbo kružnim raskrižjima su nalet na stražnji dio vozila od vozila ispred gdje su posljedice puno lakše od na primjer frontalnog sudara.



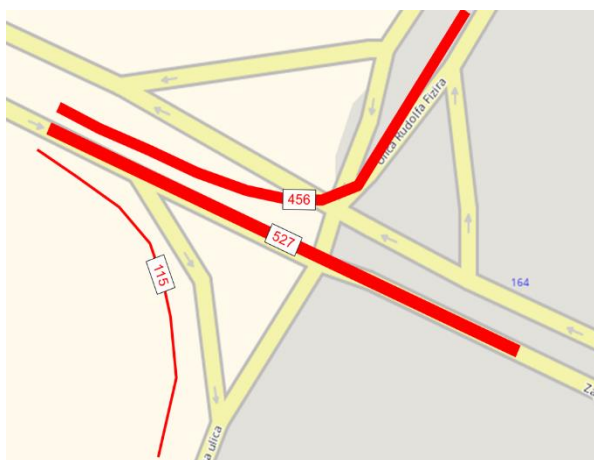
Slika 32. Koljenasti tip turbo kružnog raskrižja

### 5.3. Lokacija i opis raskrižja

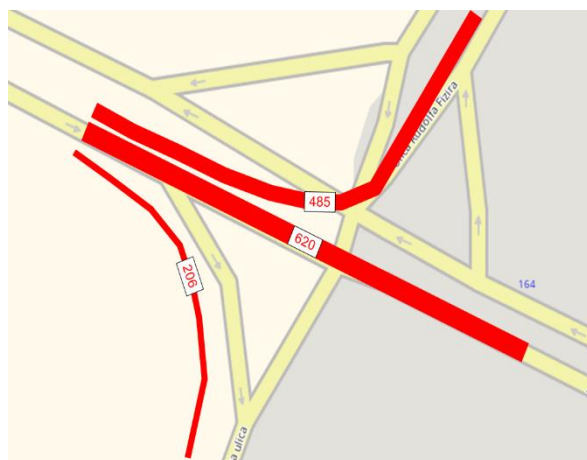
Kao što je u prethodnom poglavlju spomenuto, predmetno raskrižje za koje je predloženo idejno rješenje nalazi se na samom ulasku ili izlasku (ovisno o smjeru kretanja) u grad Veliku Goricu na križanju Zagrebačke ulice sa Ulicom Rudilfa Fizira i Vukomeričkom ulicom na klasičnom četverokrakom raskrižju u razini sa postojećom vertikalnom i horizontalnom signalizacijom. U neposrednoj blizini raskrižja nalaze se tri autobusna stajališta od čega su dva nakon raskrižja a jedan prije raskrižja. Nakon spomenutog raskrižja počinje naseljeni dio grada pa je turbo kružno raskrižje i u funkciji mjere za smirivanje prometa. Na raskrižju se pješaci vode semaforiziranim pješačkim prijelazima, a biciklisti biciklističkom stazom u dva smjera čiji su pravci semaforizirani.

## PRIVOZ A

Privoz A je dvosmjernan privoz iz smjera sjeverozapada, od Zagreba prema Velikoj Gorici sa širinom kolnika na ulazu u raskrižje od 13 metara, a na izlazu 6,5m. Sa 4 prometna traka na ulazu u raskrižje i dva prometna traka na izlazu iz raskrižja između kojih je zaštitni zeleni pojas u širini od dva metra, trakovi su raspoređeni tako da je jedan za desno skretanje, bez svjetlosne signalizacije, jedan za ravno i dva za lijevo skretanje koji su semaforizirani. Autobusna stajališta su neposredno prije raskrižja i nogostup od autobusne stanice do raskrižja i u suprotnom smjeru sa produženim nogostupom nakon autobusne stanice.



Slika 33. Prometno opterećenje iz smjera Zagreba u jutarnjem vršnom satu



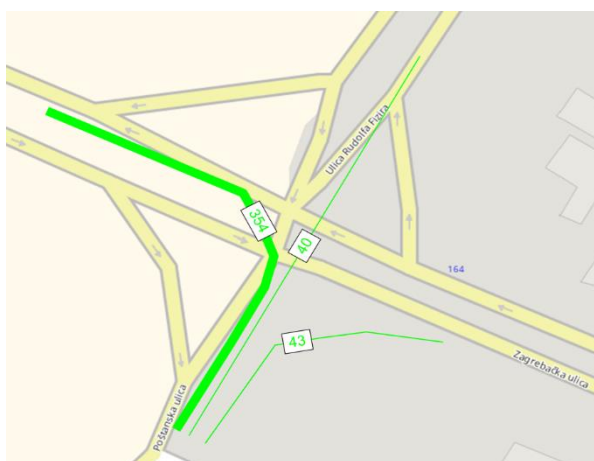
Slika 34. Prometno opterećenje iz smjera Zagreba u popodnevnom vršnom satu



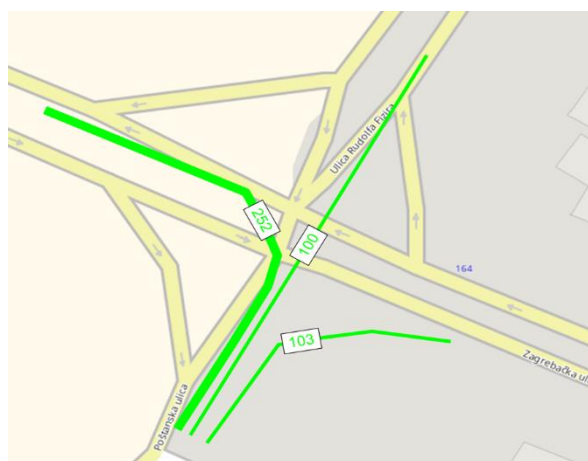
Slika 35. Lokacija 2. privoz A iz smjera Zagreba

## PRIVOZ B

Privoz B je dvosmjernan privoz iz smjera jugozapada od gradića prema zračnoj luci, sa širiniom kolnika na ulazu u raskrižje od 6,5 metara, a na izlazu 4,5 metara. Dva su prometna traka na ulazu u raskrižje i jedan (prošireni) prometni trak na izlazu iz raskrižja, od kojih je jedan za ravno i desno skretanje, drugi za skretanje u lijevo. Svi smjerovi su semaforizirani. Nogostup je postavljen uz desnu stranu kolnika koja ima prostorno ograničenje za širenje od auto kuće "Zubak" koja je u privatnom vlasništvu.



Slika 36. Prometno opterećenje iz smjera Gradića u jutarnjem vršnom satu



Slika 37. Prometno opterećenje iz smjera Gradića u popodnevnom vršnom satu

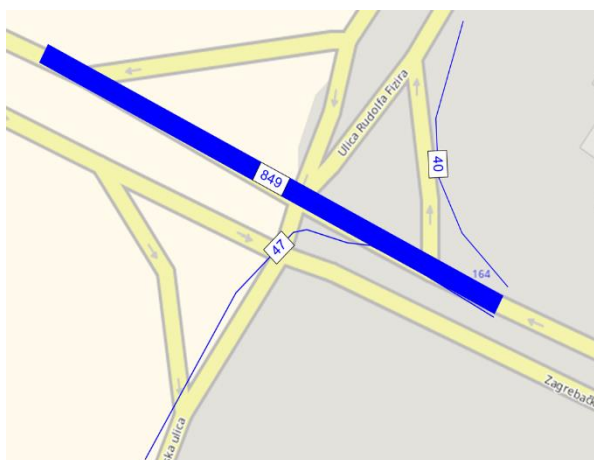


Slika 38. Lokacija 2. privoz B iz smjera Gradića

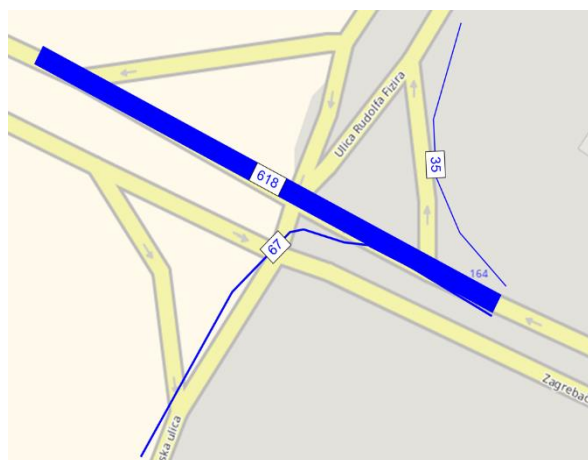


## PRIVOZ C

Privoz C je dvosmjernan privoz iz smjera sjeveroistoka od zračne luke prema gradićima, sa širinom kolnika na ulazu u raskrižje od 14,5 metara, a na izlazu 4 metra. Četiri prometna traka se nalaze na ulazu u raskrižje i jedan prometni trak je na izlazu iz raskrižja između kojih je zaštitni zeleni pojas u širini od 4 metra. Trakovi su raspoređeni tako da je jedan za desno skretanje, bez svjetlosne signalizacije, dva za ravno i jedan za lijevo skretanje koji su semaforizirani. Nogostup je na obje strane postavljen, ali ima ograničenje od širenja s jedne strane od auto kuće "Zubak" s druge strane stambena jedinica u privatnom vlasništvu.



Slika 39. Prometno opterećenje iz smjera Velike Gorice u jutarnjem vršnom satu



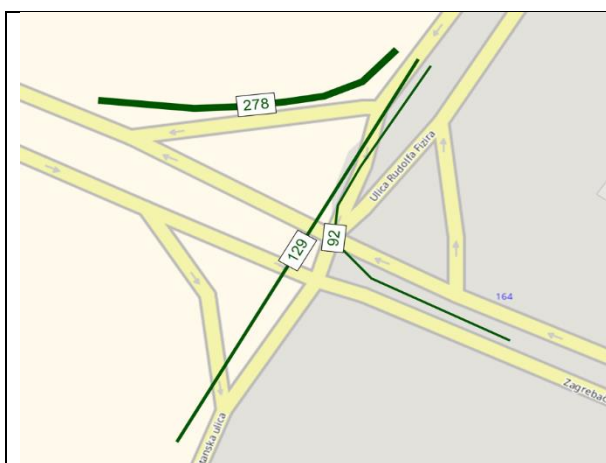
Slika 40. Prometno opterećenje iz smjera Velike Gorice u popodnevnom vršnom satu



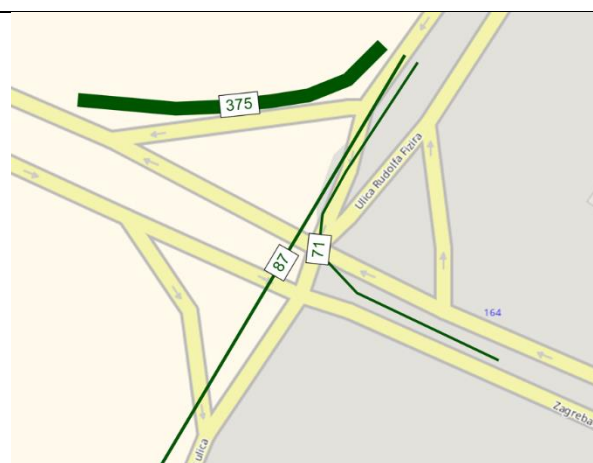
Slika 41. Lokacija 2. privoz C iz smjera Velike Gorice

## PRIVOZ D

Privoz D je dvosmjernan privoz iz smjera sjeveroistoka od zračne luke prema gradićima, sa širinom kolnika na ulazu u raskrižje od 14,5 metara, a na izlazu 6,5 metara. Četiri su prometna traka na ulazu u raskrižje i dva prometna traka na izlazu iz raskrižja između kojih je zaštitni zeleni pojas u širini od 2 metra. Trakovi su raspoređeni tako da su dva za desno skretanje, jedan za ravno i jedan za lijevo skretanje sva tri smjera su semaforizirana. Autobusno stajalište se nalazi poslije raskrižja i nogostup je postavljen uz lijevu stranu ceste.



Slika 42. Prometno opterećenje iz smjera zračne luke u jutarnjem vršnom satu



Slika 43. Prometno opterećenje iz smjera zračne luke u popodnevnom vršnom satu



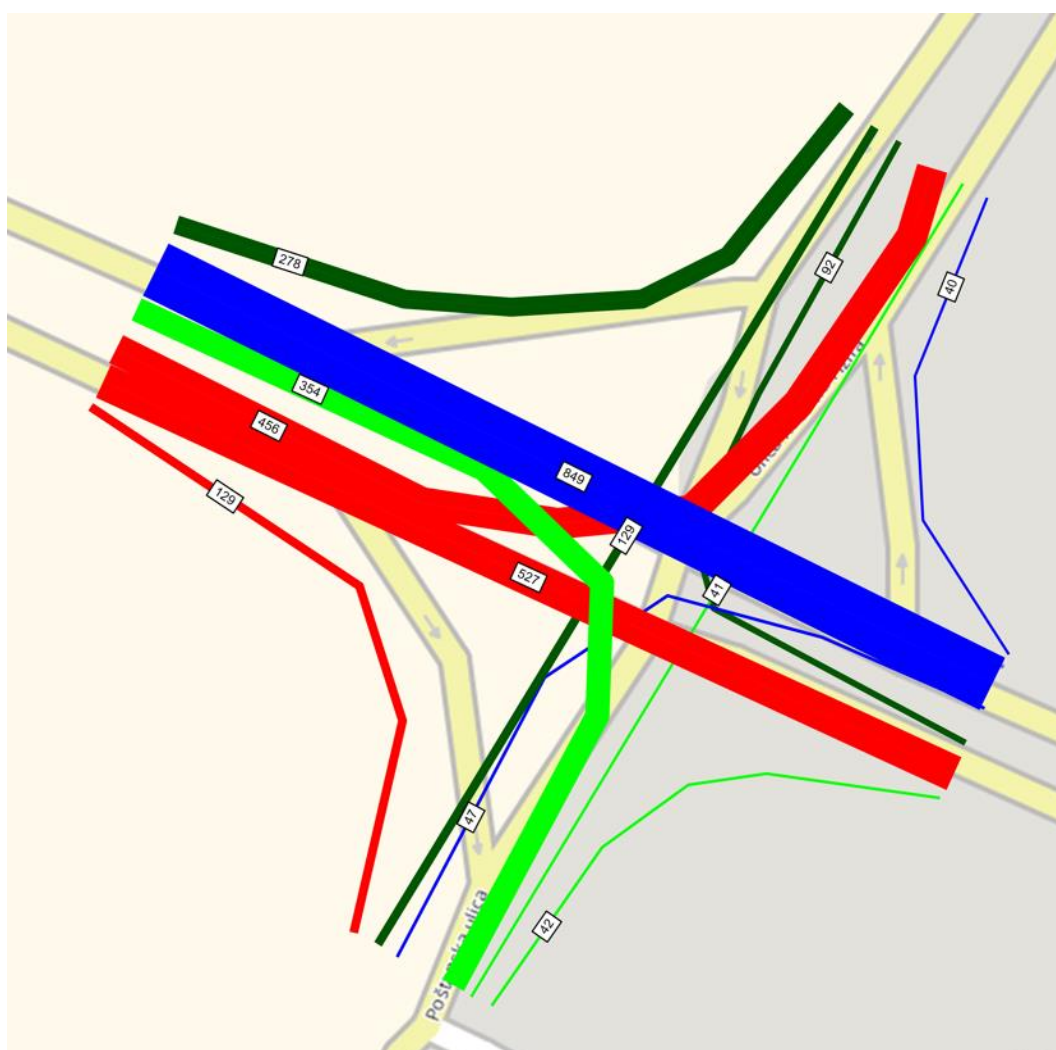
Slika 44. Lokacija 2. privoz D iz smjera Zračne luke

## 5.4. Analiza prometnog opterećenja

Brojanje prometa provedeno je u utorak 31. kolovoza 2021. godine za vrijeme jutarnjeg vršnog sata od 07:00 do 08:00 i popodnevno vršnog sata od 15:30 do 16:30 sa vremenskim intervalima od 15 minuta. Korištena je ručna metoda brojanja, odnosno upisivanje podataka na obrazac za brojanje prometa. Analizom i obradom dobivenih podataka utvrdilo se koliko je vozila prošlo promatranim raskrižjem te množena određenim koeficijentom kako bih se prometno opterećenje svelo na jedinstvenu mjeru PAJ (putnička auto jedinica).

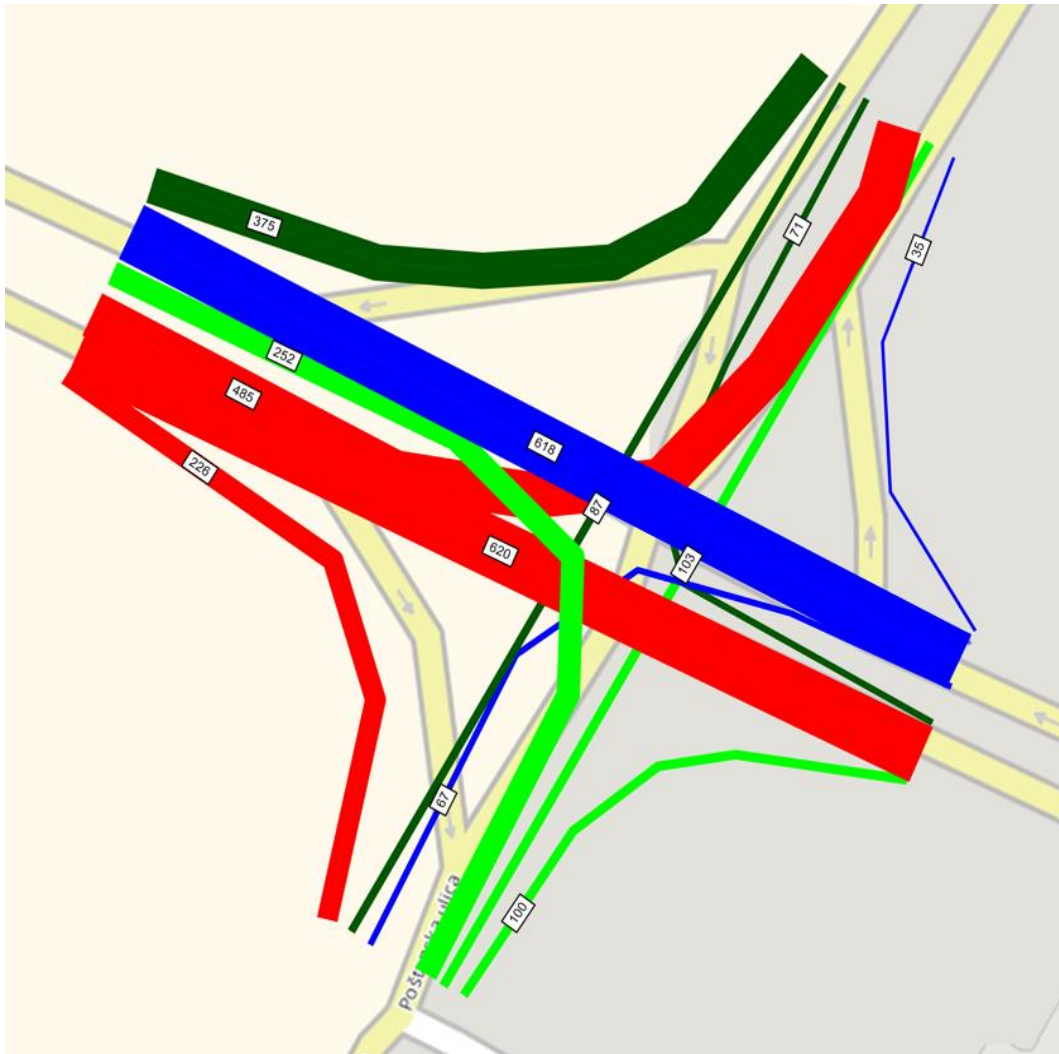
OSOBNOM VOZILOM = 1 PAJ, AUTOBUS I TERETNA VOZILA = 2 PAJ

Na slikama 45. i 46. vidljivi su rezultati brojanja prometa u jutarnjem vršnom satu od 07:00 do 08:00 i popodnevnom vršnom satu od 15:30 do 16:30 koji su uređeni u PTV Visum programskom alatu.



Slika 45. Jutarnje vršno opterećenje na lokaciji 2

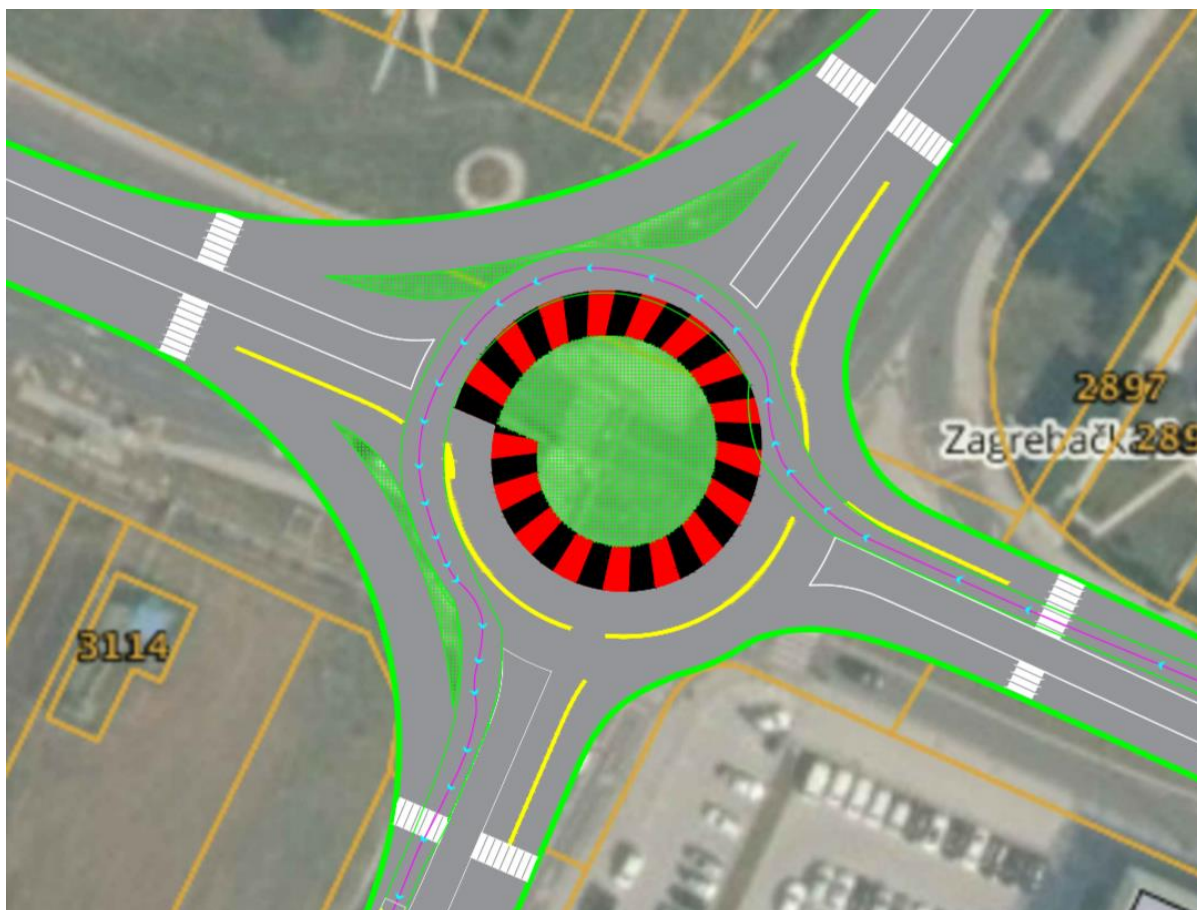




Slika 46. Popodnevno vršno opterećenje na lokaciji 2

## 5.5. Provjera provoznosti mjerodavnog vozila kroz turbo kružno raskrižje

Mjerodavno vozilo je vozilo kojim se mjeri provoznost turbo kružnog raskrižja. Mjerodavnom vozilu se mora omogućiti provoznost u svim dopuštenim smjerovima kako bi to raskrižje bilo provozno za odabrano vozilo. Provjera se vršila u programskom alatu autoTurn, koji je nadogradnja autoCAD programu i služi za provjeru provoznosti mjerodavnog vozila kroz raskrižje. Za mjerodavno vozilo uzeli smo zglobni autobus od 18 metara duljine i 2,5 metara širine. Na slici 47. vidljivo je kako zglobni autobus ima neometanu mogućnost prolaska kroz koljenasto turbo kružno raskrižje.



Slika 47. Provoznost zglobnog autobusa kroz turbo kružno raskrižje

## 5.6. Provjera opravdanosti primjene prometnog rješenja rekonstrukcije četverokrakog semaforiziranog raskrižja u turbo kružno raskrižje

Analiza opravdanosti primjene kružnog raskrižja predstavlja stručnu podlogu prilikom donošenja odluke o primjeni kružnog raskrižja, odnosno za početak postupka izrade projektne dokumentacije za kružno raskrižje. Njena osnovna namjena je objektivna provjera opravdanosti primjene kružnog raskrižja u očekivanim okolnostima (na kraju planskog perioda), a ujedno predstavlja i zaštitu projekatana pred neopravdanim zahtjevima za projektiranje neprihvatljivih rješenja.

Glavni dio analize opravdanosti primjene kružnog raskrižja predstavlja provjera ispunjavanja općih kriterija za primjenu kružnog raskrižja. Opći kriteriji za provjeru opravdanosti su zbir uvjeta, uvrštenih u grupe s jednakim osobinama. Takvi kriteriji mogu biti



kvalitativne ili kvantitativne prirode. Proizlaze iz smjernica i dosadašnjih sustava država s dugogodišnjom tradicijom na području primjene kružnih raskrižja, a također se temelje i na iskustvima izgrađenih kružnih raskrižja u Hrvatskoj.

Definirano je osam osnovnih skupina općih kriterija koji se trebaju analizirati prilikom procjene primjerenosti izvođenja kružnih raskrižja: [15]

1. Funkcionalni kriterij
2. Prostorno – urbanistički kriterij
3. Prometni kriterij (kriterij prometnog toka)
4. Projektno tehnički kriterij
5. Kriterij prometne sigurnosti
6. Kriterij propusnosti
7. Okolišni kriterij
8. Ekonomski kriterij

Glavna funkcija turbo kružnog raskrižja će biti povećanje protočnosti i smanjenje brzine na ulasku u grad s čime će se postići smirivanje prometa.

Rekonstrukcija postojećeg stanja u turbo kružno raskrižje se može neometano izvesti unutar postojećih gabarita raskrižja jer novo predloženo turbo kružno raskrižje u nijednom dijelu ne treba izmjestiti izvan trenutnih gabarita raskrižja.

Analizom je utvrđeno da u jutarnjem vršnom satu prođe oko 2850 vozila i tijekom popodnevnog vršnog sata prođe oko 2950 vozila, pri čemu propusna moć dvotračnog koljenastog turbo kružnog raskrižja iznosi 3500 voz/h. Najmanje vozila u oba vršna sata ima iz smjera velike gorice prema zračnoj luci, tako da je odvojen trak za desno skretanje na tom privozu, iako ima mjesta u slučaju povećanja prometa za njegovu izgradnju, uklonjen.

Glavni prometni tok na raskrižju je iz smjera Zagreba (privoz A) prema zračnoj luci (privoz D), odnosno ne ide ravno nego skreće u raskrižju, za takva raskrižja se preporučuje koljenasto turbo kružno raskrižje.

Rekonstrukcijom standardnog četverokrakog raskrižja u dvotračno koljenasto kružno raskrižje smanjio se broj konfliktnih točaka sa 32 na 14. Kružno raskrižje samom svojom konstrukcijom i uvjetima vožnji u njemu prisiljava vozače na smanjenje brzine i povećanje opreza prilikom prolaska kroz raskrižje i konfliktnu točku ispreplitanja su spriječene zahvaljujući konfiguraciji provoznih traka.

Rekonstrukcijom standardnog četverokrakog raskrižja u turbo kružno raskrižje nije potrebno dodatno zauzimanje okolne zelene površine, vizualno bi se lijepo uklopio uz uređenje središnjeg otoka, a rekonstrukcijom bi se i smanjila potrošnja goriva jer bi se manje čekalo na privozima, a emisija štetnih plinova što ispuštaju vozila prilikom izgaranja fosilnih goriva bi se znatno smanjila.

Društveni troškovi koji su nastali kao posljedice prometnih nesreća na promatranoj lokaciji za promatrano razdoblje od tri uzastopne godine od 2016 do 2018 iznosili su oko 630.000 kuna. Pojednostavljenim izračunom uzevši u obzir projekcijsku cijenu od oko 1.000.000 kuna za rekonstrukciju postojećeg raskrižja u predloženo turbo kružno raskrižje, te uz pretpostavku smanjenje broja prometnih nesreća za oko 75%, sama investicija bi se isplatila putem društvenih troškova isplatila u razdoblju od 5 do 10 godina. Za precizniji izračun su potrebne detaljnije analize troškova i koristi na predmetnoj lokaciji.

Provjerom rezultata o ispunjavanju kriterija vidljivo je da je većina kriterija zadovoljena i da je prijedlog poboljšanja s trenutnog standardnog četverokrakog semaforiziranog raskrižja u turbo kružno raskrižje opravdano. Predloženom rekonstrukcijom bi se zadovoljila dva glavna kriterija o kružnim raskrižjima, a to su sigurnost prometa i propusna moć.

## 6. ZAKLJUČAK

Najznačajniji segment prometnog sustava je cestovni promet. Cestovna infrastruktura omogućuje razvoj cestovnog prometa, ali i uvelike utječe na njegovu sigurnost. Uslijed ubrzanog razvoja prometa posljednjih desetljeća i usprkos poboljšanju tehnologije i pomoćnih sistema za sigurnost i upravljanje koji se ugrađuju u automobile uz povećanje broja automobila na cestama, povećava se i broj prometnih nesreća na prometnicama. Broj prometnih nesreća i njihove posljedice direktno pokazuju razinu sigurnosti prometa na cestama. Najkritičnija mjesta na cestovnoj mreži su raskrižja, koja se smatraju kao mjesta na prometnoj mreži s najviše prometnih nesreća.

U promatranom razdoblju od 2016. do 2018. godine na promatranom području Grada Velike Gorice analizirani su podaci o prometnim nesrećama, koji su prikupljeni od strane Ministarstva unutarnjih poslova (MUP). Analizom tih podataka pomoću QGIS programskog alata napravljena je toplinska mapa na kojoj su identificirana opasna mjesta. Određeno je 5 lokacija sa većim brojem prometnih nesreća. Pomoću Microsoft Excel programa obrađeni su statistički podaci kojima je prikazano da je bočni sudar najčešća vrsta prometne nesreće, zatim slijede vožnja u slijedu i nalet vozila iz suprotnih smjerova. Smatra se da je identifikacija, te zatim sanacija opasnog mjesta jedna od najefikasnijih metoda povećanja sigurnosti prometa.

Na temelju istraživanja koje je provedeno u sklopu ovog diplomskog rada na lokaciji na kojoj je zabilježeno najviše prometnih nesreća, čak njih 29 i od toga 5 nesreća s ozlijeđenim osobama. Nastavno je dan je prijedlog sanacije opasnog mjesta koje se nalazi na samom ulasku u grad na četverokrakom semaforiziranom raskrižju Zagrebačke ulice sa Ulicom Rudolfa Fizira i Vukomeričke ulice. Predloženo idejno rješenje je rekonstrukcija klasičnog četverokrakog semaforiziranog raskrižja u koljenasto turbo raskrižje. Koljenasto turbo kružno raskrižje se primjenjuje u situacijama kada glavni prometni tok skreće. Lijevo skrećući tok ima dvije trake na raspolaganju kao i suprotni desno skrećući. Ostali trakovi mogu biti jednotračni zbog malih trenutnih prometnih opterećenja na tim privozima, ali zbog trenda rasta broja stanovnika, a samim time i broja vozila u Velikoj Gorici preporuka je napraviti sve privoze dvotračnima, kako bih se kasnije izbjegla dodatna nadogradnja i trošak.

## LITERATURA

- [1] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.
- [2] Zovak, G., Šarić Ž.: Prometno tehničke ekspertize i sigurnost – autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2011
- [3] PIARC, Road safety manual. 2004.
- [4] Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1, radni materijal za predavanje, kolegij Sigurnost cestovnog i gradskog prometa, Fakultet prometnih znanosti
- [5] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2019, Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske
- [6] Publikacija FPZ NPSCP 2011-2020 Sigurnost djece pješaka u zonama osnovnih škola-Zagreb 2018
- [7] Google karte, na internetu dostupno na: <https://www.google.com/maps> (pristupljeno svibanj, 2021)
- [8] Službene stranice Grada Velike Gorice, na internetu dostupno na: [www.gorica.hr](http://www.gorica.hr) (pristupljeno svibanj, 2021)
- [9] Ćosić, M.: Kontekstualna analiza prometnih nesreća pješaka i biciklista u urbanim sredinama, Doktorski rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2017
- [10] Internetske stranice Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske, na internetu dostupno na: [www.mup.hr](http://www.mup.hr) (pristupljeno lipanj, 2021)
- [11] Internet stranice, dostupne na: <https://guides.library.upenn.edu/c.php?g=475976&p=3255387> (pristupljeno svibanj, 2021)
- [12] Šarić, Ž., Zovak, G., Kunštek, A., Kučinić T. Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, Zagreb, 2016.
- [13] Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja sa spiralnim tokom kružnog kolnika na državnim cestama; HRVATSKE CESTE d.o.o. Zagreb

- [14] Legac, I.: Gradske prometnice, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2011.
- [15] Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja sa spiralnim tokom kružnog kolnika na državnim cestama, Prilog A; HRVATSKE CESTE d.o.o. Zagreb
- [16] Legac, I.: Cestovne prometnice prometnice, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2011.
- [17] Tollazzi, T., Turnšek, S., Renčelj, M. Slovenian experiences with "turbo – roundabouts"
- [18] Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, Hrvatske ceste d.o.o., Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2016.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Venov dijagram [2].....	3
Slika 2. Čimbenici u sigurnosti prometa sa pridodanim vrijednostima.....	4
Slika 3. Vozač kao čimbenik sigurnosti prometa [1] .....	6
Slika 4. Prikaz Grada Velike Gorice i okolnih naselja [7] .....	15
Slika 5. Upitnik o prometnoj nesreći stranica 1 [10] .....	17
Slika 6. Upitnik o prometnoj nesreći stranica 2 [10] .....	17
Slika 7. Prikaz programa QGIS s prometnim nesrećama na promatranom području .....	19
Slika 8. Prikaz podataka o prometnim nesrećama u Microsoft Office Excel-u .....	20
Slika 9. Prikaz opasnih mjesta na području grada Velike Gorice.....	39
Slika 10. Toplinska karta prometnih nesreća na području grada Velike Gorice .....	39
Slika 11. Prikaz Lokacije 1 – DOF podloga .....	41
Slika 12. Toplinska karta lokacije 1.....	41
Slika 13. Zagrebačka ulica .....	41
Slika 14. Industrijska ulica .....	41
Slika 15. Prikaz lokacije 2 – DOF podloga.....	42
Slika 16. Toplinska karta Lokacija 2 .....	42
Slika 17. Vukomerička ulica.....	43
Slika 18. Zagrebačka ulica .....	43
Slika 19. Prikaz lokacije 3 – DOF podloga.....	43
Slika 20. Toplinska karta Lokacija 3 .....	43
Slika 21. Ulica Matice Hrvatske .....	44
Slika 22. Ulica Slavka Kolara .....	44
Slika 23. Prikaz lokacije 4 – DOF podloga .....	44
Slika 24. Toplinska karta Lokacija 4 .....	44
Slika 25. Ulica kralja Zvonimira .....	45
Slika 26. Zagrebačka ulica .....	45
Slika 27. Prikaz lokacije 5 – DOF podloga.....	46
Slika 28. Toplinska karta lokacije 5.....	46
Slika 29. Sisačka ulica .....	46
Slika 30. Ulica 153. Brigade .....	46
Slika 31. Idejno rješenje prijedloga poboljšanja četverokrakog semaforiziranog raskrižja u koljenasto kružno raaskrižje .....	49
Slika 32. Koljenasti tip turbo kružnog raskrižja .....	51
Slika 33. Prometno opterećenje iz smjera Zagreba u jutarnjem vršnom satu.....	52
Slika 34. Prometno opterećenje iz smjera Zagreba u popodnevnom vršnom satu .....	52
Slika 35. Lokacija 2. privoz A iz smjera Zagreba .....	52
Slika 36. Prometno opterećenje iz smjera Gradića u jutarnjem vršnom satu .....	53
Slika 37. Prometno opterećenje iz smjera Gradića u popodnevnom vršnom satu.....	53
Slika 38. Lokacija 2. privoz B iz smjera Gradića .....	53
Slika 39. Prometno opterećenje iz smjera Velike Gorice u jutarnjem vršnom satu .....	54
Slika 40. Prometno opterećenje iz smjera Velike Gorice u popodnevnom vršnom satu.....	54
Slika 41. Lokacija 2. privoz C iz smjera Velike Gorice .....	54
Slika 42. Prometno opterećenje iz smjera zračne luke u jutarnjem vršnom satu .....	55
Slika 43. Prometno opterećenje iz smjera zračne luke u popodnevnom vršnom satu.....	55
Slika 44. Lokacija 2. privoz D iz smjera Zračne luke.....	55
Slika 45. Jutarnje vršno opterećenje na lokaciji 2 .....	56

Slika 46. Popodnevno vršno opterećenje na lokaciji 2 .....	57
Slika 47. Provoznost zglobnog autobusa kroz turbo kružno raskrižje.....	58

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Ukupan broj prometnih prema posljedicama .....	22
Tablica 2. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama u promatranim godinama 2016. 2017. i 2018.....	25
Tablica 3. Broj prometnih nesreća prema karakteristikama ceste kroz promatrano razdoblje .....	36
Tablica 4. prikaz broja prometnih nesreća prema ograničenju brzine na mjestu prometne nesreće..	37
Tablica 5. Prikaz opasnih mjesta na području Velike Gorice.....	40
Tablica 6. Prikaz broja vozila po privozima u jutarnjem vršnom opterećenju .....	47
Tablica 7. Prikaz broja vozila po privozima u poslijepodnevnom vršnom opterećenju.....	47

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Broj prometnih nesreća na području Republike Hrvatske u 2016. godini .....	13
Grafikon 2. Troškovi poginulih na području Republike Hrvatske u milijunima eura u 2016. godini ....	13
Grafikon 3. Broj prometnih nesreća kroz analizirano razdoblje od 2016. do 2018, godine na području Grada Velike Gorice .....	22
Grafikon 4. Ukupan broj prometnih nesreća prema posljedicama .....	23
Grafikon 5. Ukupan broj prometnih nesreća prema vrsti prometnih nesreća .....	24
Grafikon 6. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama u promatranom razdoblju .....	25
Grafikon 7. Izračun troškova cestovnih prometnih nesreća u Velikoj Gorici i okolnim naseljima 2016. 2017. i 2018. godine.....	27
Grafikon 8. Broj prometnih nesreća po mjesecima u godini za analizirano razdoblje .....	28
Grafikon 9. Ukupan broj prometnih nesreća po mjesecima u godini za promatrano razdoblje .....	29
Grafikon 10. Broj prometnih nesreća po danima u tjednu za analizirano razdoblje .....	29
Grafikon 11. Udio prometnih nesreća u ukupnom broju raspoređeni po danima u tjednu kada su se prometne nesreće dogodile.....	30
Grafikon 12. Broj prometnih nesreća po satima u danu za analizirano razdoblje.....	30
Grafikon 13. Broj prometnih nesreća prema atmosferskim prilikama za promatrano razdoblje .....	31
Grafikon 14. Broj prometnih nesreća prema uvjetima vidljivosti za promatrano razdoblje .....	31
Grafikon 15. Broj prometnih nesreća prema uvjetima vidljivosti raspodijeljeni na tri godine.....	32
Grafikon 16. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na dane u tjednu .....	32
Grafikon 17. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesece u godini.....	33
Grafikon 18. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesece u godini za 2016. godinu ...	34
Grafikon 19. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesec u godini za 2017. godinu ....	34
Grafikon 20. Broj prometnih nesreća danju i noću u odnosu na mjesece u godini za 2018. godinu ...	35



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada

pod naslovom **ISTRAŽIVANJE I ANALIZA PROMETNIH NESREĆA NA  
CESTOVNOJ MREŽI GRADA VELIKE GORICE**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 10.9.2021

*Vidal*

(potpis)