Određivanje rizika nastanka prometnih nesreća na cestovnim prometnicama Grada Zagreba

Miličević, Drago

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:589277

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Drago Miličević

ODREĐIVANJE RIZIKA NASTANKA PROMETNIH NESREĆA NA CESTOVNIM PROMETNICAMA GRADA ZAGREBA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ODREĐIVANJE RIZIKA NASTANKA PROMETNIH NESREĆA NA CESTOVNIM PROMETNICAMA GRADA ZAGREBA

THE TRAFFIC ACCIDENTS RISK DETERMINATION ON TRANSPORT NETWORK OF CITY ZAGREB

Mentor: dr. sc. Željko Šarić

Student: Drago Miličević, 0135216441

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
Vukelićeva 4, 10 000 Zagreb
DIPLOMSKI STUDIJ

Diplomski studij: Cestovni smjera

Zavod: Zavod za prometno-tehnička vještačenjaM

Predmet: Prometno tehničke ekspertize i sigurnosti

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Pristupnik: Drago Miličević

Matični broj: 0135216441

Smjer: Cestovni

ZADATAK:

Određivanje rizika nastanka prometnih nesreća na cestovnim prometnicama Grada Zagreba

ENGLESKI NAZIV ZADATKA:

The Traffic Accidents Risk Determination on Transport Network of City Zagreb

Opis zadatka: U Diplomskom zadatku potrebno je obraditi problematiku prometnih nesreća s obzirom na postojeće statističke podatke vezane za Grad Zagreb, sa stajališta sigurnosti u prometu. U uvodnom poglavlju potrebno je prikazati osnovne pojmove vezane uz sigurnost cestovnog prometa te analizu prometnih nesreća. Opisati glavne rizike koji dovode do nastanka prometnih nesreća te prikazati dosadašnja istraživanja u međunarodnoj literaturi. Prikazati statističke podatke o broju i posljedicama prometnih nesreća te izračunati kolektivne i individualne rizike nastanka prometnih nesreća na prometnicama grada Zagreba. Na temelju provedene analize, komentirati dobivene rezultate te predložiti mogućnosti povećanja sigurnosti cestovnog prometa na cestovnim prometnicama Grada Zagreba.

Zadatak uručen pristupniku:

18.03.2015.

Nadzorni nastavnik:

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Djelovođa:

Sažetak

U radu je prikazana problematika sigurnosti na cestovnim prometnicama Grada Zagreba. Analiza rizika provodi se na temelju dostupnih podataka i čimbenika sigurnosti u cestovnom prometu. Obrađeni skup podataka čine podaci o prometnim nesrećama na području Grada Zagreba u periodu od 2010. do 2013. godine. Prometne nesreće su podijeljene s obzirom na okolnosti (križanja, ravni cestovni potez, zavoj) i s obzirom na vrstu nesreće, ovisno o posljedicama. Pokazatelji sigurnosti se tvore na način da se pokuša uključiti što je god moguće točniji i širi skup bitnih pojava i okolnosti. S obzirom na obrađene statističke podatke o prometnim nesrećama na području Grada Zagreba može se zaključiti da se stanje sigurnosti na prometnicama grada popravlja. Do istog zaključka može se doći i razmatranjem izračunatih faktora sigurnosti. Svrha i cilj ovoga rada je upravo odrediti rizike na kritičnim prometnicama Grada Zagreba, prilikom čega se kao kriterij odabira kritičnih prometnica koriste broj i težina prometnih nesreća. Kada su u pitanju mogućnosti povećanja sigurnosti cestovnog prometa prikazano je više primjera gdje se dodavanjem dodatne prometne infrastrukture te prometnih intervencija stanje sigurnosti može značajno poboljšati. U posljednjem dijelu rada prikazan je koncept smirivanja prometa u gradovima, koji predstavlja način niz mjera za podizanje razine sigurnosti u prometu.

Ključne riječi: sigurnost u prometu; čimbenici sigurnosti; metode određivanja rizika; Grad Zagreb; statistička obrada podataka

Summary

The paper presents the problem of road traffic safety in the City Zagreb. Risk analysis is based on the available data and road traffic safety factors. The processed data set consists of traffic accidents statistics in the City Zagreb in the period from 2010 to 2013. Road accidents are classified according to the circumstances (the crossing, straight road, curvature) with respect to the type of accident, depending on the consequences. Security indicators are formed in such way to include as accurate and broad set of relevant events as possible. With regard to the processed statistical data on the traffic accidents in the City of Zagreb it can be concluded that the state of road traffic security is improving. The same conclusion can be reached by considering the calculated safety factors. The purpose and the goal of this work is to determine the risks on the critical city roads, according to the criterion based on the number and severity of road traffic accidents. As for the possibility of increasing road safety shows multiple examples where adding additional traffic infrastructure the state of traffic safety can be significantly improved. The last part presents the concept of traffic calming in the urban areas, that uses a number of measures to increase the level of traffic safety.

Keywords: road safety; security factors; traffic accidents risk determination methods; City of Zagreb; statistical data analysis

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA 3

2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti 4

2.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti 5

2.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti 7

2.4. Ostali čimbenici sigurnosti cestovnog prometa 10

2.4.1. Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti 10

2.4.2. Incidentni čimbenici sigurnosti 10

3. ANALIZA RIZIKA NASTANKA PROMETNIH NESREĆA 12

3.1. Čimbenici i rizici sigurnosti u prometu 12

3.2. Metode istraživanja sigurnosti cestovnog prometa 12

3.2.1. Period promatranja 14

3.2.2. Identifikacijske tehnologije 15

4. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U GRADU ZAGREBU 20

4.1. Metode prikupljanja podataka o prometnim nesrećama na području Grada Zagreba 20

4.2. Prometne nesreće po godinama s obzirom na posljedice nesreće 22

4.3. Prometne nesreće na području Grada Zagreba – PU Zagreb 23

4.4. Prostorna distribucija prometnih nesreća 27

5. ODREĐIVANJE RIZIKA NASTANKA PROMETNIH NESREĆA NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA 31

5.1. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti i karakteristike ceste 31

5.1.1. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti – križanja 31

5.1.2. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti – ravni cestovni potez ... 34
5.1.3. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti – zavoj ... 37
5.1.4. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti – ukupni rezultati ... 39
5.1.5. Prometne nesreće po vrstama nesreća – križanje ... 40
5.1.6. Prometne nesreće po vrstama nesreća – ravni cestovni potez ... 42
5.1.7. Prometne nesreće po vrstama nesreća – zavoj ... 45
5.1.8. Prometne nesreće po vrstama nesreća – ukupni rezultati ... 47
5.2. Prometne nesreće s poginulim sudionicima po dijelovima dana ... 50
5.3. Izračun rizika prometne nesreće na kritičnim prometnicama ... 51
5.3.1. Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća (KRPN) ... 52
5.3.2. Korigirani individualni rizik prometnih nesreća (IRPN) ... 53
5.3.3. Kolektivni rizik stradanja (KRS) ... 54
5.3.4. Individualni rizik stradanja (IRS) ... 55
5.3.5. Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (KRPTO) ... 55
5.3.6. Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (IRPTO) ... 56
5.3.7. Kolektivni rizik poginulih (KRP) ... 57
5.3.8. Individualni rizik poginulih (IRP) ... 58
5.4. Usporedba stvarnih podataka i izračunatih rizika prometnih nesreća ... 59
6. MOGUĆNOSTI POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA NA KRITIČNIM PROMETNICAMA GRADA ZAGREBA ... 63
6.1. Lista najugroženijih prometnica Grada Zagreba ... 63
6.2. Smirivanje prometa u gradovima ... 67
6.2.1. Reorganizacija postojeće cestovne mreže ... 68
6.2.2. Mjere za smirivanje prometa ... 68
7. ZAKLJUČAK ... 69
LITERATURA ... 70

POPIS KRATICA 71

POPIS SLIKA 72

POPIS TABLICA 74

1. UVOD

Sigurnost prometa na prometnicima u gradovima predstavlja važan problem, koji zahtijeva veliku pozornost i detaljno istraživanje. Analiza čimbenika i rizika sigurnosti gradskog cestovnog prometa stoga predstavlja važan alat za prepoznavanje problema. Gradski cestovni promet je dugo vremena bio orijentiran samo na osiguranje što veće protočnosti, dok današnja rješenja u gradskom prometu predstavljaju kompromis između protočnosti i sigurnosti. Svrha diplomskog rada je prikazati i istražiti glavne rizike nastanka prometnih nesreća na prometnicama Grada Zagreba te analizirati dostupne statističke podatke. Naslov diplomskog rada je: **Određivanje rizika nastanka prometnih nesreća na cestovnim prometnicama Grada Zagreba**. Rad je podijeljen na sedam cjelina:

1. Uvod
2. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa
3. Analiza rizika nastanka prometnih nesreća
4. Analiza stanja sigurnosti cestovnog prometa u Gradu Zagrebu
5. Određivanje rizika nastanka prometnih nesreća na području Grada Zagreba
6. Mogućnosti povećanja sigurnosti cestovnog prometa na kritičnim prometnicama Grada Zagreba
7. Zaključak

U drugom poglavlju rada obrađeni su osnovni čimbenici sigurnosti cestovnog prometa. U osnovnu skupinu čimbenika sigurnosti pripadaju čovjek, vozilo, cesta te niz ostalih čimbenika, kao što su promet na cesti te incidentni čimbenici sigurnosti.

Treće poglavlje se bavi analizom rizika nastanka prometnih nesreća, čimbenici i rizici sigurnosti u praksi se određuju korištenjem statističkih metoda. Prilikom vrjednovanja razina sigurnosti se osim broja prometnih nesreća uzimaju i njihova težina – broj poginulih, ozlijeđenih, materijalna šteta.

Četvrto poglavlje predstavlja analizu rizika prometnih nesreća, temelji se na podacima prikupljenim od strane PU Zagreb, za svaku evidentiranu prometnu nesreću ispunjava se upitnik o prometnoj nesreći.

Peto poglavlje se bavi prepoznavanjem rizičnih čimbenika sigurnosti u prometu na cestovnim prometnicama Grada Zagreba. Uz valjanu obradu podataka o prometnim nesrećama važno mjesto zauzimaju i metode istraživanja sigurnosti cestovnog prometa te identifikacijske tehnologije. Prepoznavanje i analiza opasnih mjesta na cestovnim prometnicama pruža osnovu za poboljšavanje razine sigurnosti.

Šesto poglavlje prikazuje mogućnosti i metode povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Među takve metode spadaju mjere smirivanja prometa u gradu i analiza mogućnosti reorganizacije postojeće cestovne mreže s obzirom na prostornu distribuciju prometnih nesreća.

2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Promet predstavlja vrlo složenu pojavu prilikom koje se javljaju mnogobrojne problematične situacije. Analizom dostupnih statističkih podataka o broju poginulih i ukupnim nastalim materijalnim štetama prilikom prometnih nesreća jednostavno se može doći do zaključka da je sigurnost prioritet prometa.

Prometna nesreća se definira kao bilo koji događaj na cesti, koji je izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem sudjeluje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta. Pri tome se prometnom nesrećom ne smatra kada radno vozilo ili stroj, motokultivator, traktor ili zaprežno vozilo, krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu sleti s nerazvrstane ceste, ili se prevrne ili udari u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta. (Zakon o sigurnosti prometa na cestama, NN, br. 67/08, 9. lipnja 2008.).

Promet predstavlja interakciju elemenata koju čine čovjek – vozilo – cesta, s time da to nisu jedini elementi koji mogu utjecati na stanje sustava. U literaturi se navedeni elementi smatraju i čimbenicima sigurnosti u prometu, oni se uvijek pojavljuju u sustavu ako postoji promet vozila i pješaka na prometnicama. Navedeni čimbenici podliježu određenim pravilima, ali ne obuhvaćaju sve druge elemente koji se pojavljuju neočekivano i nesustavno, a imaju utjecaj na stanje sustava. Stoga kao se kao temeljni čimbenici sigurnosti cestovnog prometa mogu navesti čovjek, vozilo i cesta. Cesta je svaka javna cesta, ulice u naselju i nerazvrstane ceste na kojima se obavlja promet. Vozilo se definira kao svako prijevozno sredstvo namijenjeno za kretanje po cesti, osim dječjih prijevoznih sredstava na osobni ili motorni pogon za osobe s invaliditetom ili starije osobe, ako se pri tom ne kreću brzinom većom od brzine čovječjeg hoda. Među ostale elementi sigurnosti u cestovnom prometu može se navesti sam promet na cesti, koji podrazumijeva utjecaj pravila kretanja prometa na cestama, upravljanje i kontrolu prometa, kao incidentni čimbenik pojavljuje se neočekivano i nesustavno,

a može značajno utjecati na prometnu nesreću: ulje, blato na cesti, kamenje na cesti, i sl.[4]

2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti

Čovjek kao vozač u prometu svojim osjetilima prima obavijesti vezane uz prilike na cesti te uzevši u obzir vozilo i prometne propise određuje način kretanja vozila. Od svih čimbenika koji utječu na sigurnost prometa, utjecaj čimbenika „čovjek“ je najvažniji. Postoje velike razlike u ponašanju čovjeka u različitim situacijama. Te razlike u ponašanju ovise o stupnju obrazovanja, zdravstvenom stanju, starosti, temperamentu, moralu, osjećajima, inteligenciji, itd. Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu:

1. osobne značajke vozača – u kojem će se stupnju određena osoba prilagoditi danim uvjetima prometa ovisi o tome koliku razinu sposobnosti i koje osobine posjeduje. Pojmom osobe u užem smislu mogu se obuhvatiti različite psihičke osobine (sposobnost, stajališta, temperament, osobne crte, karakter, značaj, i sl.).[18]
2. psihofizičke osobine – ove osobine vozača znatno utječu na sigurnost u prometu, a odnose se na: funkcije organa osjeta (vid, sluh, ravnoteža, miris, i dr.), psihomotoričke sposobnosti (izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i refleksne reakcije).
3. obrazovanje i kultura – važni su sa stajališta međuljudskih odnosa u prometu, poštivanje prometnih propisa i ozbiljnost te odgovornost prema ostalih sudionicima prometa.[10]

Kada su u pitanju prometni propisi s obzirom na čovjeka kao uzrok prometne nesreće mogu se navesti sljedeće akcije koje najčešće uzrokuju prometne nesreće:

1. Pretjecanje i obilaženje – pretjecanje ili obilaženje drugog vozila u situaciji kada uvjeti na cesti to ne dopuštaju, naglo skretanje ispred pretjecanog vozila, ometanje pretjecanja povećanjem brzine, nepravilno obilaženje nepokretnog vozila ili objekta.

2. Mimoilaženje – neodržavanje dovoljnog razmaka od drugog vozila, ometanje drugog vozača dugim svijetlima, nepropisna mimoilaženja.
3. Kretanje, skretanje i vožnja unazad – naglo kretanje sa mjesta, nepravilno skretanje, skretanje bez davanja znaka skretanja, nepravilno prestrojavanje, nepravilno polukružno okretanje, polukružno okretanje na zabranjenom mjestu, nepravilna vožnja unatrag.[11]
4. Prvenstvo prolaza – oduzimanje prvenstva prolaza vozila s desne strane na raskrižjima iste važnosti, oduzimanje prvenstva prolaska vozilima s pravom prolaska (hitna, policija, vatrogasci), nepoštivanje svjetlosnih uređaja i prometnih znakova za ustupanje prvenstva prolaza.
5. Strana i pravac kretanja – vožnja nepropisnom stranom kolnika, vožnja zabranjenim smjerom.
6. Zaustavljane i parkiranje – na zabranjenom ili nepreglednom mjestu, zaustavljanje i parkiranje vozila noću bez upaljenih svjetlosnih signala i propisnog označavanja vozila.[11]
7. Pješaci – nepoštivanje svjetlosnih uređaja i znakova zabrane, prelaženje ceste na nedozvoljenom mjestu, nepropisno kretanje po kolniku, zadržavanje na kolniku.
8. Greške putnika – uskakanje i iskakanje putnika u vozilo, vožnja na spojnim dijelovima vozila, nepravilni položaj putnika na priključnom vozilu.[17]

2.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu ljudi i tereta, a može se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzano ili usporeno. Svojom konstrukcijom i eksploatacijskim značajkama utječe u velikoj mjeri na sigurnost prometa. Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne.[4]

Kao aktivni element sigurnosti vozila mogu se navesti kočnice. Kočnice su uređaji koji služe za usporavanje vozila ili za potpuno zaustavljanje. Kočnice su jedan od najvažnijih uređaja na vozilu, bitan za sigurnost prometa. Vozilo mora

imati dvije potpuno nezavisne kočnice: ručnu i nožnu. Najveća opasnost za sigurnost prometa pri naglom kočenju je blokiranje kotača jer se pri tome gubi oko 60% sile kočenja. Danas su u svijetu poznati razni antiblok sustavi (ABS).

Uređaji za kočenje i dodatni servouređaji omogućuju sigurnu vožnju, a do prestanka rada tih uređaja obično dolazi zbog lošeg održavanja.[4]

1. Upravljački mehanizam kao neispravna komponenta može biti jedan od uzroka prometne nesreće. To se može dogoditi zbog velike zračnosti u pojedinim elementima upravljačkog mehanizma, zbog loma nekih dijelova ili zbog neispravnosti sigurnosne brave upravljačkog volana koja može sama od sebe zaključati volan i spriječiti njegovo okretanje.
2. Gume posebno utječu na sigurnost prometa, a njihova uloga je postizanje što boljeg prianjanja između kotača i podloge. Za sigurnu vožnju važno je da guma ima dobar narez, a dubina nareza ne smije biti manja od jednog milimetra za osobna i dva milimetra za teretna vozila te autobuse. Gume se dijele na radijalne i dijagonalne, a prednost radijalnih guma je sljedeća: za vrijeme vožnje manje se griju i troše, bolja je stabilnost vozila i iskorištenje snage motora pri većim ubrzanjima, kraći put kočenja, smanjena potrošnja goriva te su za 25% sigurnije na mokroj cesti i omogućuju lakše upravljanje vozilom.[15]
3. Svjetlosni i signalni uređaji osvjetljavaju cestu ispred vozila, označuju položaj vozila na kolniku i daju odgovarajući signal. Pravilnom uporabom svjetlosnih uređaja svaki vozač pridonosi većoj sigurnosti u prometu. Važno je vidjeti i biti viđen. Svjetlosni i signalni uređaji moraju zadovoljavati sljedeće uvjete: za vrijeme vožnje noću moraju rasvjetljavati cestu i njenu bližu okolicu, moraju omogućavati promet vozila i u uvjetima slabe vidljivosti, moraju upozoravati ostale sudionike u prometu o svakoj promjeni pravca i brzine kretanja vozila.
4. Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača su: prozorska stakla na vozilu, brisači i perači vjetrobrana i retrovizori. U posljednje vrijeme, radi povećanja vidnog polja, proizvode se dvodijelna zrcala s razlomljenom površinom. Ta zrcala zakrenuta su tako da se dopunjuju i na taj način povećavaju vidno polje vozača.[18]

5. Konstrukcija sjedala mora biti takva da sjedalo omogućuje udobno sjedenje, pridržava vozača pri djelovanju centrifugalne sile u zavoju, omogućuje dobru vidljivost i da je optimalno udaljeno od uređaja za komandu vozila.
6. Usmjerivači zraka su dijelovi školjke vozila čija je zadaća smanjivanje otpora zraka i povećanje stabilnosti vozila pri velikim brzinama. Smanjenjem otpora zraka povećava se brzina vozila, a smanjuje potrošnja goriva. Način postavljanja usmjerivača zraka zahtijeva posebna ispitivanja i testiranja u zračnom tunelu.[10]
7. Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila važni su za radnu sposobnost vozača, a samim time i za sigurnost prometa. Pri temperaturi nižoj od 13 ˚C i višoj od 30 ˚C radna sposobnost vozača opada. Stoga je potreban dobar uređaj za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila.
8. Buka djeluje na živčani sustav i unutarnje organe. Izaziva glavobolju, vrtoglavicu, razdražljivost te smanjenje radne sposobnosti vozača. Djelovanje buke iznad 80 dB štetno je za organe sluha, a u prostoru za putnike buka ne bi smjela prelaziti 70 dB.[4]

2.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok nastanka prometnih nesreća, a oni mogu nastati pri projektiranju cesta te pri njihovoj izvedbi. Cestu kao čimbenik sigurnosti prometa obilježuju:

1. Trasa ceste koja se sastoji od pravaca, zavoja i prijelaznih krivulja, a ti elementi trebaju biti izabrani tako da omogućuju sigurno kretanje vozila pri određenoj računskoj brzini. Trasom ceste određuje se smjer i visinski položaj ceste. Duljine pravaca i zavoja treba međusobno uskladiti, a potrebno je osim tehničke sigurnosti osigurati i psihološku sigurnost koja ovisi o tome kako na vozača djeluje okolni teren.[17]
2. Tehnički elementi ceste važni su čimbenici sigurnosti prometa. Nepropisna širina kolnika velika je opasnost za sigurnost prometa, naročito pri prolasku teretnih vozila. Na cestama za mješoviti promet

biciklisti izazivaju veliki broj prometnih nesreća. Stoga je potrebno predvidjeti biciklističke staze u predjelima gdje je razvijen biciklistički promet. Povećanjem širine bankine znatno se smanjuje broj prometnih nesreća. Objavljena su ispitivanja pokazala kako je maksimalna duljina ceste u pravcu ovisna o sigurnosnoj sposobnosti vozača, a kreće se od 2 do 4 km. Isto tako, istraživanja su pokazala da se broj prometnih nesreća naglo povećava u zavojima čiji je polumjer manji od 150m. Preveliki uzdužni nagib također utječe na sigurnost prometa, a mora biti takav da ne zahtijeva čestu promjenu brzine.[17]

3. Stanje kolnika može znatno utjecati na sigurnost prometa. Veliki broj prometnih nesreća nastaje zbog smanjenog koeficijenta trenja između kotača i kolnika te zbog oštećenja gornje površine kolnika. Udarne rupe nastaju zbog dotrajalog zastora i njegove slabe kvalitete te lošeg održavanja i posljedica smrzavanja. Do većih oštećenja ceste dolazi u proljeće, osobito nakon jakih i dugotrajnih zima. Kiša djeluje nepovoljno na sigurnost prometa, a najopasnija je prva kiša koja zajedno s prašinom i sa blatom stvara skliski sloj između kotača i kolnika što smanjuje koeficijent prianjanja na četvrtinu ili čak šestinu njegove vrijednosti.

4. Oprema ceste sastoji se od prometnih znakova, kolobrana, ograde, živice, smjerokaza, vjetrobrana, snjegobrana, kilometarskih oznaka i „mačjih očiju“. Dobrom opremom povećava se sigurnost vozača što je posebno važno pri velikim brzinama i velikoj gustoći prometa. Prometni znakovi su najvažniji elementi opreme ceste, a svaki postavljeni znak mora pokazivati realnu situaciju i upozoravati na eventualnu opasnost na tom dijelu ceste. Kolobrani su niski kameni stupići koji se nalaze na starim cestama sa svrhom zadržavanja vozila u slučaju skretanja s kolnika. Danas se umjesto kolobrana ugrađuju elastične ograde s čeličnim ili betonskim stupićima spojenim limenim vrpcama. Živice se sade na bankinama u visini od 70 [cm] kako ne bi smanjivale vidljivost. Smjerokazi su niski stupići koji se postavljaju na razmaku od 50m, a služe za bolje označavanje smjera ceste. Da bi vožnja bila sigurnija, osobito noću i za vrijeme magle, ugrađuju se u osi ceste reflektirajuća stakla. Kilometarske oznake obavještavaju vozača o njegovom položaju

na cesti. Snjegobrani djeluju najbolje ako propuštaju vjetar, a postavljaju se na udaljenosti od ceste koja mora biti 20-25 puta veća od visine snjegobrana. Vjetrobrani za razliku od snjegobrana ne smiju imati šupljine, a postavljaju se u blizini ruba kolnika.[17]

5. Rasvjeta cesta je nužan preduvjet za siguran promet jer se veliki dio prometa odvija noću. Dobrom rasvjetom na duljim dijelovima ceste smanjuje se broj prometnih nesreća 30-35% u usporedbi s prometnicama koje nisu osvijetljene ili su slabo osvijetljene. Da bi se povećala sigurnost prometa na opasnim dijelovima ceste i noću, potrebno je namjestiti što bolju vidljivost, što veću jednoličnost svjetlosne razine, izvor svjetla mora biti izvan vidnog polja vozača, treba isključiti sve žarulje koje blješte, a isto tako svjetiljke treba postaviti što više iznad kolnika.
6. Križanja su mjesta na kojima se događa veliki broj prometnih nesreća. Provedena istraživanja pokazala su da se pri preglednosti na križanju smanjenoj tri puta sigurnost prometa smanjuje 10 puta. Posebna opasnost na križanjima su vozila koja skreću ulijevo te ih pri reguliranju treba posebno odvojiti.[17]
7. Utjecaj bočne zapreke osjetno utječe na sigurnost prometa. Trećina vozača pogine zbog udara u stalne zapreke koje se nalaze na bankinama. Isto tako je utvrđeno da na cestama s četiri trake za vožnju gdje kolnici nisu fizički odvojeni, blizina stalne zapreke utječe tako da je broj nesreća šest puta veći ako je zapreka na udaljenosti 0,3-1,5 [m] od ruba kolnika. Stoga se na bankinama ne smiju postavljati stalne ili povremene zapreke kao što su ograde, drveće, telefonski stupovi, i tako dalje. Drvoredi kraj ceste su naročito opasni jer su prometne nesreće na takvim dijelovima ceste s vrlo teškim posljedicama.
8. Održavanje ceste mora se obavljati redovito i brzo tijekom cijele godine. Tu pripadaju popravci kolničkog zastora, zemljanog trupa ceste, potpornih i obložnih zidova, mostova i propusta, čišćenje kolnika, i tako dalje. Blato i lišće na kolniku treba odmah ukloniti kako ne bi uzrokovali klizanje vozila zbog smanjenja otpora trenja između kotača vozila i

kolnika. Pri redovitom održavanju koje počinje u proljeće izvode se svi potrebni popravci zastora, čišćenje odvodnih kanala, zamjena dotrajale signalizacije, i tako dalje. Investicijskim održavanjem uređuju se opasna mjesta, obnavlja zastor, rekonstruiraju tehnički elementi ceste i slično. [17]

2.4. Ostali čimbenici sigurnosti cestovnog prometa

Među ostale čimbenike sigurnosti cestovnog prometa mogu se ubrojiti sljedeće kategorije – promet na cesti i incidentni čimbenici (trag ulja na kolniku, nečistoća, divljač i sl.).

2.4.1. Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti

Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti prometa obuhvaća organizaciju, upravljanje i kontrolu prometa. Organizacija prometa obuhvaća prometne propise i tehnička sredstva za organizaciju prometa. Upravljanje prometom obuhvaća način i tehniku upravljanja cestovnim prometom. Kontrola prometa obuhvaća način kontrole prometa te ispitivanje i statistiku prometnih nesreća. Kontrola prometa obavlja se na temelju Zakona o sigurnosti prometa na cestama. Zakon i propisi moraju biti jedinstveni, jasni i jednako tumačeni na cijelom području za koje vrijede. Za provedbu uspješne kontrole prometa potrebni su odgovarajući stručnjaci i sredstva za kontrolu.[17]

2.4.2. Incidentni čimbenici sigurnosti

Čimbenici čovjek, vozilo, cesta i promet na cesti podliježu određenim pravilnostima koje se mogu predvidjeti. Međutim, tim čimbenicima nisu obuhvaćene atmosferske prilike ili neki drugi elementi, na primjer trag ulja na kolniku, nečistoća, divljač i slično, koji su zapreka sigurnom odvijanju prometa. Zbog toga je potrebno uvođenje još jednog čimbenika čije se djelovanje pojavljuje na neočekivan i nesustavan način. U atmosferske utjecaje koji djeluju na sigurnost prometa mogu se ubrojiti kiša, poledica, snijeg, magla, vjetar, atmosferski tlak, visoke temperature, djelovanje sunca i slično. Kiša djeluje nepovoljno na sigurnost prometa, a najopasnija je prva kiša koja zajedno s prašinom i blatom stvara tanki skliski sloj između kotača i kolnika koji smanjuje koeficijent prianjanja između gume i kolnika. Poledica također djeluje nepovoljno na sigurnost prometa jer se

smanjuje koeficijent prianjanja između kotača i kolnika. Snijeg otežava kočenje vozila i smanjuje vidljivost. Magla smanjuje vidljivost i zamagljuje vjetrobranska stakla. Vozači moraju prilagoditi brzinu uvjetima vidljivosti kako bi na vrijeme mogli zaustaviti vozilo i izbjeći nesreću. Promjene atmosferskog tlaka utječu na ponašanje vozača, a uvjetovane su brzim i jakim promjenama vremena. Prema provedenim ispitivanjima ustanovljeno je da postoji povezanost između povećanog broja prometnih nesreća i ciklonalnih prodora.[18]

3. ANALIZA RIZIKA NASTANKA PROMETNIH NESREĆA

Upravljanje prometnom sigurnosti predstavlja važno sredstvo predviđanja i prevencije prometnih nesreća. Sve metode procjene rizika nastanka prometnih nesreća zahtijevaju dugotrajna mjerenja i analizu različitih faktora s ciljem određivanja ispravnih koraka prema povećanju sigurnosti u prometu.

3.1. Čimbenici i rizici sigurnosti u prometu

U prošlom poglavlju navedena je većina osnovnih čimbenika sigurnosti, koji ujedno predstavljaju i glavne rizike kada je u pitanju sigurnost u prometu. Analiza i metodologija određivanja rizika predstavlja važan element osiguranja sigurnosti u prometu. Većina metoda procjene rizika uključuje sljedeće korake:

1. određivanje odgovarajuće i transparentne metodologije opisa rizika, kao i metoda određivanja kritičnih elemenata prometnica,
2. određivanje skupa izlaznih podataka analize rizika i njihova valjana interpretacija,
3. određivanje skupa podataka, detalja i kvalitete koja se želi postići,
4. izbor i koreliranje faktora sigurnosti prometa s obzirom na geometriju prometnice, uvjeta na cesti i ivičnjaku,
5. istraživanje uloge brzine vozila i njenog udjela u procjeni rizika.

Rizik prometne sigurnosti definira se kao kombinirana mjera vjerojatnosti prometne nesreće i utjecaj čimbenika sigurnosti u prometu. S ciljem kvantitativnog opisa rizika, definirani su sljedeći faktori, koji predstavljaju rizike sigurnosti: geometrija prometnice, uvjeti na prometnici i ivičnjaku. U nastavku su opisani statistički faktori koji se koriste za opis rizika, odnosno skup izlaznih podataka. [18]

3.2. Metode istraživanja sigurnosti cestovnog prometa

Kao najmjerodavnije polazište prilikom istraživanja cestovne prometne sigurnosti predstavlja se statistika. Kroz statističke pokazatelje moguće je odrediti opasna mjesta koja predstavljaju lokacije na cesti kojima se pripisuje visok rizik i

velika vjerojatnost nastanka prometne nesreće u odnosu na razinu rizika u okolnim područjima. Određivanje opasnih mjesta na cestama na osnovu dostupnih pokazatelja sigurnosti (broja prometnih nesreća, broja poginulih osoba, broja teže i lakše ozlijeđenih osoba na pojedinim dionicama ceste) predstavlja prvi korak koji treba poduzeti da bi se kasnije mogle odrediti i provesti preventivno mjere za povećanje razine sigurnosti u prometu.[18]

Određivanje opasnih mjesta na cestama predstavlja značajan aspekt upravljanja prometa. Analiza stanja sigurnosti prometa na cestovnim pravcima može se podijeliti u tri faze:

1. Opća analiza stanja i tendencija sigurnosti prometa omogućila je shvaćanje veličine problema, međunarodnu usporedbu, sagledavanje strukture nesreća, vremenske raspodjele nesreća, trenda i drugih općih karakteristika stanja.

2. Analiza stanja po prometnim dionicama i mapiranje rizika po dionicama omogućili su da se bolje shvati prostorna raspodjela prometnih nesreća i specifičnost pojedinih prometnih dionica u pogledu rizika nastanka nesreća ili rizika ozljeđivanja, najčešćih vrsta nesreća, kategorije sudionika, najčešće greške itd. Tako provedena analiza omogućuje definiranje najopasnijih dionica, odnosno opasnih mjesta.

3. Analiza stanja po kilometrima ceste i određivanje tzv. najopasnijih kilometara. Na osnovu detaljne analize ažurnosti, stanja i kvaliteta podataka o nesrećama uočena je i preciznost određivanja lokacije nesreće.[18]

Metoda identifikacije opasnih mjesta na cestama temelji se na prethodnoj analizi podataka o prometnim nesrećama, cesti i prometu. Provedbom metode žele se dobiti smisleni parametri koji opisuju smisao opasnih mjesta na cestama i žele se obuhvatiti matematički svi bitni parametri. Intervencije na mjestima nakupljanja prometnih nesreća smatraju se jednim od najučinkovitijih pristupa u prevenciji prometnih nesreća na cestama. U stručnoj literaturi može se pronaći niz pokušaja da se odrede i definiraju najefikasnije metode, koje bi omogućile mjerenje sigurnosti pojedinih dionica cesta i utvrdile najugroženija i najopasnija mjesta na cestovnim prometnicama. Unatoč velikim naporima na ovom polju još

uvijek nisu u potpunosti standardizirani principi i tehnike određivanja opasnih mjesta pa se korišteni pristupi razlikuju od zemlje do zemlje. Metodologije se kreću od jednostavnog obilježavanja mjesta s velikim brojem prometnih nesreća do sofisticiranijih tehnika u kojima se ocjenjuje očekivani broj prometnih nesreća i određuje potencijal za poboljšanje sigurnosti. Optimalan put za stručno utvrđivanje dijelova cestovne mreže na kojima bi trebalo djelovati sa gledišta sigurnosti prometa treba počivati na temelju identifikacije i analize opasnih mjesta. Pri izboru metoda za određivanje opasnih mjesta neophodno se koriste međunarodna iskustva i praksa, ali je potrebno imati u vidu specifičnosti uvjeta u kojima se ona vrši, a naročito u pogledu načina i dosljednosti evidentiranja prometnih nesreća i njihovih posljedica. U postupku identifikacije opasnih mjesta potrebno je uvažiti nekoliko kriterija.[18]

3.2.1. Period promatranja

Važan parametar za stvaranje pouzdane identifikacije cestovne dionice, koja ima statistički značajan stupanj nesreća, je utvrđivanje vremenskog razdoblja u kojem su analize provedene. Pri bilo kojem pokušaju identificiranja trebalo bi uzeti u obzir sljedeće:

- Razdoblje analize bi trebao biti dovoljno dugo, da bi se utvrdili čimbenici nesreća. Utvrđeno je da u većini slučajeva period od 3-5 godina garantira pouzdanost analize.
- Na mjestima gdje su se dogodile iznenadne promjene u stopama nesreća, korisno je analizirati kratak vremenski period u trajanju od jedne godine ili manje, da bi se utvrdili specifični razlozi i mehanizmi koji uzrokuju prometne nesreće,
- Da bi se izbjegle neravnomjernosti izazvane sezonskim promjenama, važno je da se promatranja vrše nekoliko godina,
- Nakon četiri ili pet godina kašnjenja, podaci o nesrećama i/ili održavanju možda ne bi prikazali stvarno stanje ceste i prometa ili razvoja bliskih aktivnosti i ponašanja korisnika. Zbog toga, ukoliko je moguće, važno je koristiti dva razdoblja analize. Prvi period u trajanju od tri do pet godina, kojim se osigurava pouzdanost uzorka i drugi period u trajanju od jedne

godine, koji će omogućiti otkrivanje promjena u broju nesreća izazvanih zbog novih faktora.[18]

3.2.2. Identifikacijske tehnologije

Kada se jednom prikupe svi relevantni podaci o prometu i nesrećama, potrebno je izvršiti sljedeće tehničke identifikacijske metode:

- stope rizika od nesreća moraju biti bazirane na proračunu srednjih vrijednosti na mrežama sličnih karakteristika,
- srednje vrijednosti rizika od nesreća moraju se računati za svaki interval prosječnog dnevnog prometa, koji predstavlja različite kategorije prometa,
- treba praviti razliku između različitih kategorija cesta (ceste rezervirane za promet motornih vozila, ceste sa ograničenim pristupom, ceste sa jednom prometnom trakom, itd.), između različitih tipova područja (urbana područja, ruralna područja, itd.) i između ostalih cestovnih dionica i križanja.[18]

U postupku identifikacije opasnih mjesta koriste se sljedeći, opće stručno prihvaćeni, pokazatelji:

1. **kolektivni rizik prometnih nesreća** i njihovih posljedica (KR) koji predstavlja gustoću ili ukupan broj nesreća i nastradalih po kilometru ceste. Ovaj pokazatelj ne uzima u obzir različitu gustoću prometa na dionicama cesta. Ako se prati samo kolektivni rizik, onda će se lokacije sa visokom gustoćom prometa rangirati kao lokacije sa visokim rizikom (gustoća nesreća je visoka zbog velike izloženosti, tj. zbog velikog opsega prometa), čak i kada ove lokacije imaju relativno mali broj nesreća u odnosu na gustoću prometa (imaju mali individualni rizik). Najčešće se preporučuje da se na osnovu kolektivnog rizika odrede dionice visokog rizika, a onda da se drugim metodama upotpuni analiza rizičnih dionica (dubinska analiza, studija slučaja, konfliktna tehnika i sl.). Treba naglasiti da kolektivni rizik raste sa porastom intenziteta prometa na cestama, pa ceste većeg značaja (sa većim intenzitetom prometa) imaju veće kolektivne rizike.[5]
2. **individualni rizik (IR)** predstavlja broj nesreća i nastradalih u odnosu na broj vozila na promatranom kilometru na danoj lokaciji. Sa porastom

gustoće prometa, opada individualni rizik, pa je on najmanji na cestama sa najvećim značajem, odnosno na cestama sa najvećom gustoćom prometa.

Dakle, sa porastom značaja cesta raste kolektivni, a opada individualni rizik nastanka nesreća. Istraživanjem strane literature spoznata su nova saznanja i definicije osnovnih pojmova i obrazaca koji će biti korišteni za određivanje opasnih mjesta na cestama, kako je to opisano u nastavku.[18]

Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća- KRPN (korigiran težinom nesreća)

Prema nekim autorima pri utvrđivanju i definiranju opasnih mjesta koriste se samo podaci o nesrećama sa poginulima, dok neke obuhvaćaju i nesreće sa ozlijeđenima. Opće gledajući, trebalo bi uzeti u obzir i nesreće samo sa materijalnom štetom, a detaljnijom analizom konkretnih uvjeta provjeriti da li na tom mjestu ima uvjeta za nesreće sa stradalima. Da bi se korektno uzeli u obzir svi opravdani razlozi za isticanje opasnosti na dionici ceste najkorektnije je uzeti u obzir sve prometne nesreće. Sa druge strane, da bi se uzele u obzir značajne razlike u posljedicama nesreća sa poginulim, ozlijeđenim i materijalnom štetom, odabran je postupak ponderacije nesreća. Ponderi su određeni u skladu sa ukupnim društvenim posljedicama pojedinih vrsta nesreća, a u namjeri da se sve nesreće "svedu" na nesreće sa materijalnom štetom. Prihvaćeno je da je jedna nesreća sa poginulim osobama, u prosjeku, teža 150 puta od nesreće sa materijalnom štetom, a da je nesreća sa ozlijeđenim osobama teža oko 20 puta od nesreće sa materijalnom štetom. Ponderirani broj prometnih nesreća (PBPN) računa se prema sljedećoj jednadžbi:

$$PBPN = \left(n_1 + n_2 \times 20 + n_3 \times 150\right) \qquad (1)$$

Pri čemu je: n_1 – broj prometnih nesreća s materijalnom štetom, n_2 – broj prometnih nesreća sa ozlijeđenim osobama, n_3 – broj prometnih nesreća sa poginulim osobama.[18]

Međutim postoje dionice koje bilježe veći broj poginulih osoba među ukupno nastradalima. Da bi se uzeo u obzir povećan broj poginulih, ponderirani broj prometnih nesreća je korigiran tako da se dobiju nešto veće vrijednosti, ako je na

promatranoj dionici zabilježen veći broj poginulih među nastradalim osobama, i to prema jednadžbi:

$$PBPN = \left(n_1 + n_2 \times 20 + n_3 \times 150\right) \times \left(\frac{POG}{LO + TO + POG}\right) \quad (2)$$

Pri čemu je: *POG* – broj poginulih u prometnim nesrećama, *TO* – broj teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama i *LO* – broj lakše ozlijeđenih u prometnim nesrećama.[18]

Stavljanjem u odnos ponderiranog broja prometnih nesreća korigiranog njihovom težinom i dužine predmetne dionice dobiva se vrijednost korigiranog kolektivnog rizika nesreća (KRPN) prema jednadžbi:

$$KRPN = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBPN}{G \times L} \times \left(\frac{nesreće}{kmgodišnje}\right) \quad (3)$$

Pri čemu je: *G* – broj godina (razdoblje za koje se vrši analiza) i *L* – dužina promatrane dionice.[18]

Korigirani individualni rizik prometnih nesreća – IRPN (korigiran težinom nesreća)

Shodno činjenici da se pri izračunavanju individualnog rizika uzima u obzir broj vozila na promatranom kilometru, stavljanjem u odnos ponderiranog broja prometnih nesreća korigiran njihovom težinom i brojem vozila na kilometru dionice dobiva se vrijednost korigiranog individualnog rizika prometnih nesreća (IRPN) prema jednadžbi.[18]

$$IRPN = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBPN}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^{G} PGDP} \times 10^6 \times \left[\frac{nesreće}{mil \times voz \times km}\right] \quad (4)$$

Pri čemu je: *PGDP* – prosječan godišnji dnevni promet, koji se dobiva prema jednadžbi:

$$PGDP = \frac{ukupno \quad vozila \quad godišnje}{365dana}\left[\frac{vozila}{dan}\right] \quad (5)$$

Kolektivni rizik stradanja – KRS (korigiran težinom posljedice)

Troškovi prometnih nesreća ovise i o težini povreda koje sudionici u prometnim nesrećama pretrpe. Zbog toga je umjesto prostog zbroja broja nastradalih, njihov broj potrebno ponderirati težinom posljedica. Ponderi su određeni na osnovu ukupnih društvenih posljedica koje nosi pojedina vrsta stradanja, a sve u cilju da se svi nastradali svedu na broj lako ozlijeđenih osoba. Tako je određeno da jedna teško ozlijeđena osoba po ukupnim posljedicama, košta društvo kao pet lako ozlijeđenih, a jedna poginula osoba kao 50 lako ozlijeđenih. Ponderirani broj nastradalih (PBN) računa se prema jednadžbi: [18]

$$PBN = LO + 5 \times TO + 50 \times POG \tag{6}$$

Stavljanjem u odnos ponderiranog broja nastradalih i dužine promatrane dionice dobiva se vrijednost kolektivnog rizika stradanja (KRS) prema jednadžbi:

$$KRS = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBN}{G \times L} \left[\frac{nastradali}{km \times godisnje} \right] \tag{7}$$

Individualni rizik stradanja – IRS (korigiran težinom posljedice)

Stavljanjem u odnos ponderiranog broja nastradalih i broja vozila na kilometru dobiva se vrijednost individualnog rizika stradanja (IRS) prema jednadžbi:

$$IRS = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBN}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^{G} PGDP} \times 10^6 \times \left[\frac{nastradali}{mil \times voz \times km} \right] \tag{8}$$

Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih KRPTO

Stavljanjem u odnos broja poginulih i teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama i dužine promatrane dionice dobiva se vrijednost kolektivnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih (KRPTO) prema jednadžbi:

$$KRPTO = \frac{\sum_{i=1}^{G} (\mathrm{POG} + \mathrm{TO})}{G \times L} \left[\frac{pog.i.\,\mathrm{teskoozl.}}{km \times godisnje} \right] \tag{9}$$

U skladu sa prethodno navedenim ovaj parametar će biti reprezentativan za rangiranje mikro dionica po veličini rizika u prometu.[18]

Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – IRPTO

Stavljanjem u odnos broja poginulih i teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama i broja vozila na kilometru dobiva se vrijednost individualnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih (IRPTO) prema sljedećoj jednadžbi.[18]

$$IRPTO = \frac{\sum_{i=1}^{G}(\mathrm{POG}+\mathrm{TO})}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^{G} PGDP} \times 10^{6} \times \left[\frac{pog.i.\,\mathrm{teskoozl.}}{mil \times voz \times km} \right] \qquad (10)$$

Kolektivni rizik poginulih – KRP

Stavljanjem u odnos broja poginulih u prometnim nesrećama i dužine promatrane dionice dobiva se vrijednost kolektivnog rizika poginulih (KRP) prema jednadžbi:

$$KRP = \frac{\sum_{i=1}^{G} POG}{G \times L} \left[\frac{poginuli}{km \times godisnje} \right] \qquad (11)$$

Individualni rizik poginulih – IRP

Stavljanjem u odnos broja poginulih u prometnim nesrećama i broja vozila na kilometru dobiva se vrijednost individualnog rizika poginulih (IRP) prema sljedećoj jednadžbi.[18]

$$IRP = \frac{\sum_{i=1}^{G} POG}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^{G} PGDP} \times 10^{6} \times \left[\frac{poginulih}{mil \times voz \times km} \right] \qquad (12)$$

4. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U GRADU ZAGREBU

Cilj ovoga poglavlja je odrediti stanje sigurnosti cestovnog prometa u Gradu Zagrebu s obzirom na postojeće statističke podatke vezane za broj prometnih nesreća, kao i ostale faktore bitne sa stajališta prikupljanja podataka.

4.1. Metode prikupljanja podataka o prometnim nesrećama na području Grada Zagreba

Prikupljeni podaci o prometnim nesrećama na području Grada Zagreba temelje se na ispunjavanju upitnika o prometnoj nesreći (UPN) od strana PU. UPN se može podijeliti na sljedeće kategorije opisa prometne nesreće (navedene su samo neke kategorije):[14]

Tablica 4.1 Podaci iz UPN upitnika

<table>
<tr>
<td>Posljedice prometne nesreće:
a. S poginulim osobama
b. S ozlijeđenim osobama
c. S materijalnom štetom</td>
<td rowspan="2">Vrsta prometne nesreće
Međusobni sudar vozila u pokretu
a. Iz suprotnih smjerova
b. Bočni sudar
c. Vožnja u slijedu
d. Vožnja unatrag
e. Udar vozila u parkirano vozilo
f. Slijetanje vozila s ceste
g. Nalet na bicikl
h. ...</td>
</tr>
<tr>
<td>Uvjeti vidljivosti:
a. Dan
b. Noć
c. Sumrak
d. Svitanje</td>
</tr>
<tr>
<td>Vrsta kolničkog zastora:
a. Asfalt
b. Beton
c. Kocka
d. Makadam
e. Zemlja</td>
<td>Stanje površine kolnika:
a. Suh – čist
b. Suh – pijesak, šljunak
c. Mokar</td>
</tr>
</table>

Regulacija prometa:

a. Prometni znakovi
b. Ovlaštena službena osoba
c. Pravila prometa
d. Semafor – uključen u normalnom režimu rada, ...

Javna rasvjeta:

a. U funkciji
b. Nije u funkciji
c. Nema rasvjete

Karakteristike ceste:

a. Raskrižje
b. Cesta izvan raskrižja i čvora
c. Prijelaz preko željezničke pruge
d. Cesta – zavoj, ravni cestovni potez, parkiralište, pješački prijelaz, nogostup, biciklistička staza, ...

Vertikalna i horizontalna signalizacija:

a. Dobra
b. Loša
c. Oštećena/manjkava
d. Nema je

Atmosferske prilike – vedro, oblačno, kiša, magla, snijeg, ...

Vrsta vozila koje sudjeluje – moped, motocikl, četverocikl, osobni automobil, autobus, traktor, ...

d. Blato
e. Snijeg – razgrnut
f. Snijeg – nije razgrnut
g. Zaleđen – posut
h. Zaleđen – nije posut
i. ...

Okolnosti koje su prethodile nesreći:

Greške – propust vozača:

a. Nepropisna brzina
b. Brzina neprimjerena uvjetima
c. Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti
d. Zakašnjelo uočavanje opasnosti
e. Nepropisno pretjecanje
f. Nepropisno obilaženje
g. Nepropisno mimoilaženje
h. Nepropisno uključivanje u promet
i. Nepropisno skretanje
j. Nepropisno okretanje
k. Nepropisna vožnja unatrag
l. Nepropisno prestrojavanje
m. Nepoštivanje prednosti prolaska
n. Nepropisno parkiranje
o. Naglo usporavanje – kočenje
p. Nepoštivanje svjetlosnog znaka
q. ...

Greške – propust pješaka

a. Nepoštivanje svjetlosnog znaka
b. Nekorištenje označenog pješačkog prijelaza
c. Nekorištenje pothodnika/nathodnika

Izvor: [14]

Podaci o prometnim nesrećama su prikupljeni od strane MUP-a za područje Grada Zagreba u razdoblju od 2010. do 2013. godine. Svaka prometna nesreća ima prostorne koordinate i atribute koji opisuju okolnosti u kojoj su se dogodile. Cilj

je utvrditi postoji li korelacija između određenih tipova prometnih nesreća i pojedinih lokacija.[13][7]

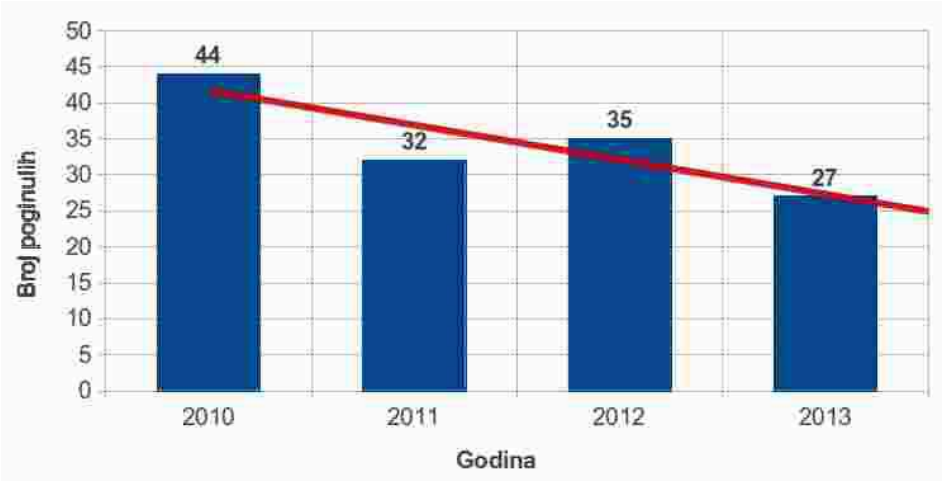
4.2. Prometne nesreće po godinama s obzirom na posljedice nesreće

U ovom poglavlju dat je pregled statističkih podataka vezanih za prometne nesreće na području Grada Zagreba, statistički podaci bilježeni su za razdoblje 2010. – 2013. godine. Prometne nesreće podijeljene su po godinama s obzirom na posljedice, odnosno broj poginulih, ozlijeđenih, kao i nastalu materijalnu štetu. Tablica 4.2 prikazuje ukupnu statistiku, izraženu i u postocima, ovisno o vrsti prometne nesreće.[13]

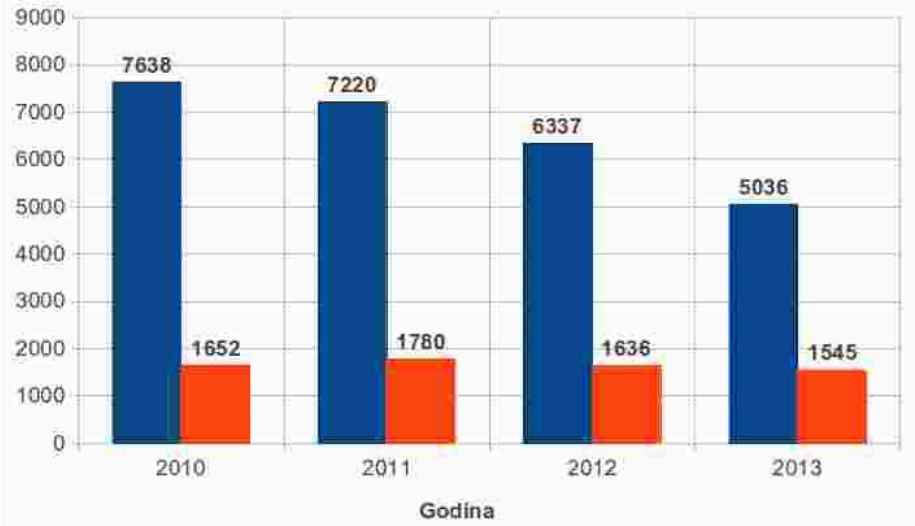
Tablica 4.2 Prometne nesreće po godinama s obzirom na posljedice nesreće

Prometne nesreće	***2010***	***2011***	***2012***	***2013***	**TOT.**
S materijalnom štetom	7638 (81,83%)	7220 (79,94%)	6337 (79,13%)	5036 (76,21%)	**26231**
S ozlijeđenim sudionicima	1652 (17,70%)	1780 (19,71%)	1636 (20,43%)	1545 (23,38%)	**6613**
S poginulim sudionicima	44 (0,47%)	32 (0,35%)	35 (0,44%)	27 (0,41%)	**138**
UKUPNO	**9334**	**9032**	**8008**	**6608**	**32982**

Izvor: [14]



Slika 4.1 Broj prometnih nesreća po godinama s obzirom na broj poginulih



Slika 4.2 Broj prometnih nesreća po godinama s obzirom na materijalnu štetu i ozlijeđene sudionike prometa

Tablica 4.1 prikazuje broj određenih posljedica prometnih nesreća po godinama. Riječ je o nesrećama s materijalnom štetom, s ozlijeđenim sudionicima i sa poginulim sudionicima. Nesreće s materijalnom štetom čine 80%, s ozlijeđenim sudionicima 20%, a nesreće sa poginulim sudionicima čine oko 0.40% ukupnog broja prometnih nesreća. Uočeno je značajno smanjenje broja prometnih nesreća kroz četiri godine. To se prvenstveno odnosi na nesreće s materijalnom štetom. Broj nesreća s ozlijeđenim sudionicima se također smanjio, ali se njihov udio u ukupnom broju nesreća povećao. Slika 4.1 prikazuje odnos nesreća s materijalnom štetom i s ozlijeđenim sudionicima kroz četiri godine. Slika 4.2 prikazuje promjenu broja prometnih nesreća s poginulim sudionicima kroz četiri godine odvojeno od ostalih vrsta zato što je broj ovih nesreća puno manji od prethodnih. Grafovi su uvedeni iz razloga što bolje vizualiziraju tablične podatke.

4.3. Prometne nesreće na području Grada Zagreba – PU Zagreb

Na području PU zagrebačke u 2014. godini registrirana su 479.996 vozila na motorni pogon (1,1 posto više nego 2013. godine), što je 24,9 posto vozila u RH. Među njima su 394.154 osobna automobila i 39.321 teretnih vozila, 13.856 mopeda, 11.149 motocikala, 12.693 traktora, 1.044 autobusa itd. Također je riječ i o 592.391 evidentiranom vozaču (0,7 posto više nego godinu dana ranije), što je 25,7 posto vozača u RH.[12]

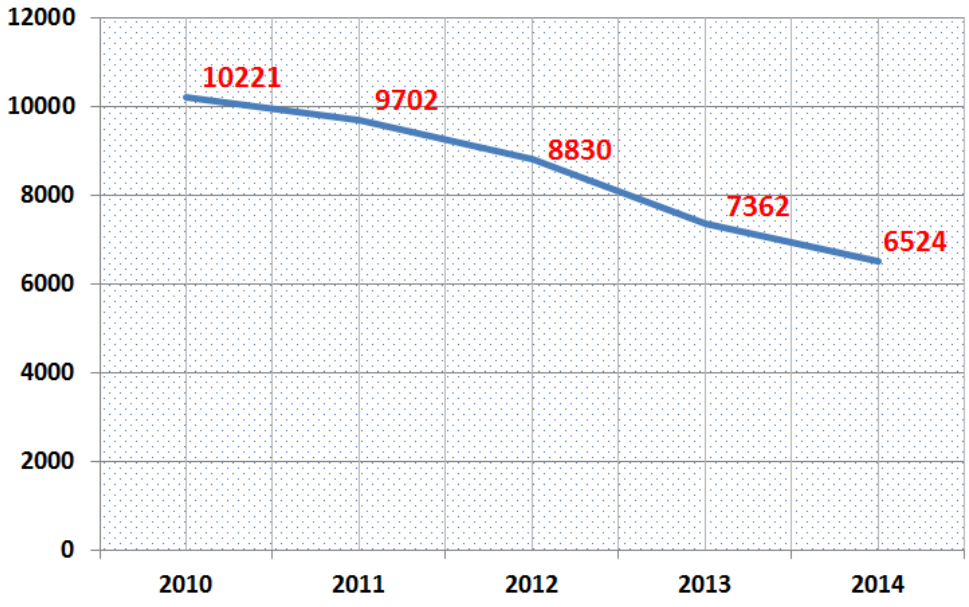
Dogodilo se 6.524 prometnih nesreća – 838 nesreća ili 11,4 posto manje u odnosu na 2013. godinu (7.362). Poginulo je 19 osoba – 8 osoba ili 29,6 posto manje. Teško je ozlijeđeno 410 osoba – 10 osoba ili 2,4 posto manje, a lakše 2.078 osoba – 4 osobe ili 0,2 posto više.

Tablica 4.3 Prometne nesreće s obzirom na posljedice

Prometne nesreće s posljedicama	Godina		Porast / pad (+/- %)
	2013.	2014.	
Prometne nesreće	7362	6524	-11,4
Poginuli	27	19	-29,8
Teško ozlijeđeni	420	410	-2,4
Lakše ozlijeđeni	2074	2078	+0,2
Ukupno ozlijeđeni	2494	2488	-0,2

Izvor: [13]

Bilježi se ukupno manji broj nesreća kao i manji broj nesreća sa poginulima, dok je broj nesreća s ozlijeđenim osobama ostao na istoj razini. Od 6.524 prometnih nesreća, 1.869 je nesreća bilo s ozlijeđenim osobama (0,8 posto nesreća više), ali i 18 nesreća sa poginulima (21,7 posto manje u odnosu na 2013. godinu).



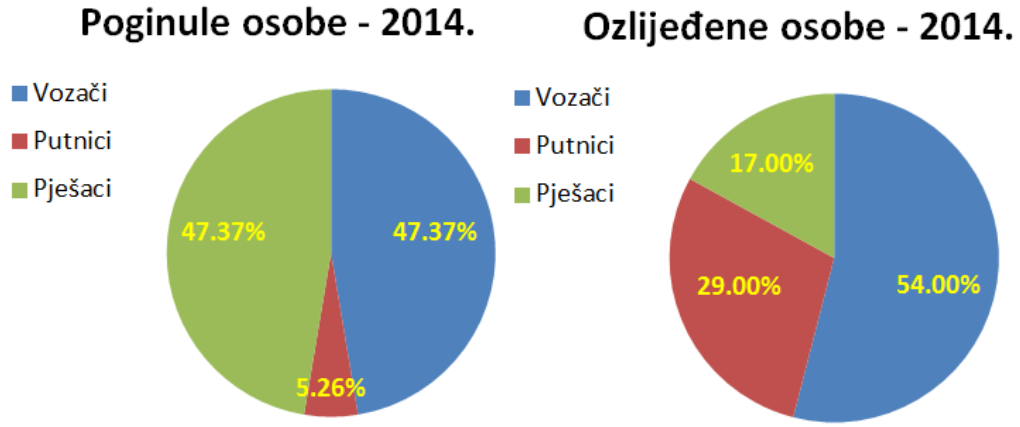
Slika 4.3 Prometne nesreće u petogodišnjem periodu

Vozači su skrivili 6.106 prometnih nesreća ili 93,6 posto, u kojima je poginulo 16 osoba, a 2.328 je ozlijeđeno. (2013. godine – 6.941 nesreća, 22 poginulih i 2.359 ozlijeđenih osoba). Zbog najčešćih grešaka vozača tj. zbog brzine neprimjerene uvjetima i nepropisne brzine dogodilo se 1.055 prometnih nesreća ili 16,8 posto svih nesreća, u kojima je 7 osoba poginulo, a 739 je ozlijeđeno (2013. godine – 1.308 nesreća, 9 poginulih i 789 ozlijeđenih osoba). Najveći broj prometnih nesreća (3.403 ili 52,2 posto svih nesreća) posljedica je međusobnih sudara vozila u pokretu. Najbrojniji su bočni sudari (1.516 ili 23,3 posto svih nesreća). Najteže posljedice bilježimo u 455 nesreća naleta na pješaka, 9 je poginulih i 437 ozlijeđenih osoba (2013. godine - 437 nesreća, 6 poginulih i 409 ozlijeđenih); u 363 nesreće slijetanja vozila s ceste poginule su 4 osobe, a ozlijeđena je 201 osoba (2013. godine - 442 nesreće, 4 poginule i 231 ozlijeđena osoba).[12]

Tablica 4.4 Nastradali sudionici prometa 2013./2014.

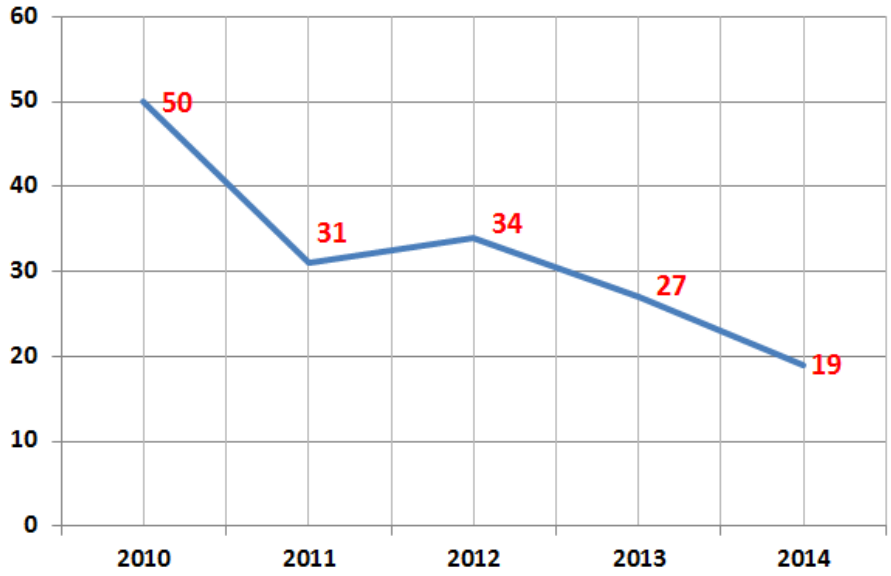
Nastradali sudionici	Poginuli			Ozlijeđeni		
	2013.	2014.	(+/-) %	2013.	2014.	(+/-) %
Vozači	15	9	-40,00	1355	1332	-1,70
Putnici	6	1	-83,33	725	719	-0,80
Pješaci	6	9	+50,00	414	437	+5,6
UKUPNO:	27	19	-29,60	2494	2488	-0,20

Izvor: [13]



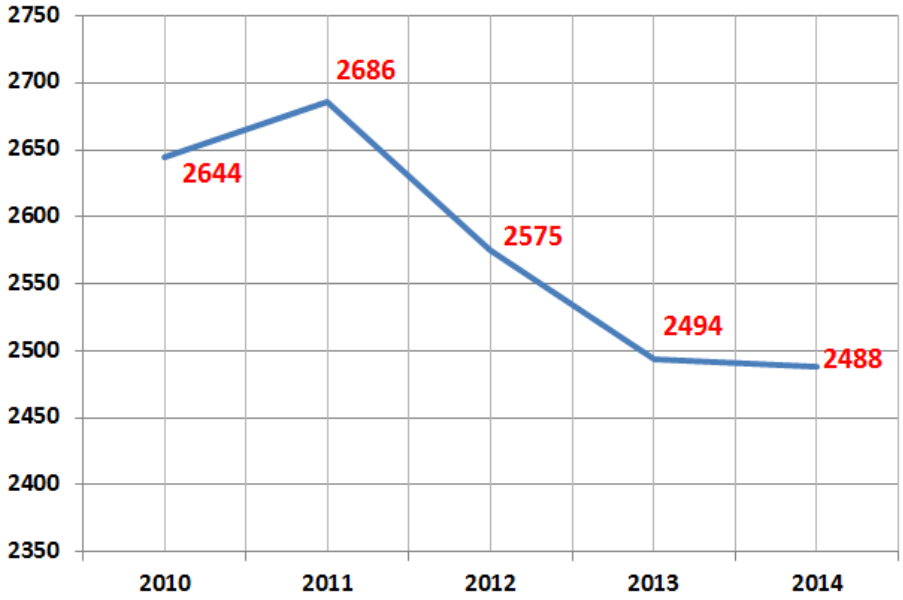
Slika 4.4 Poginule i ozlijeđene osobe u 2014.

Kada se u obzir uzme broj poginulih i ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama, bilježi se 47,37% ozlijeđenih vozača, 47,37% ozlijeđenih pješaka, dok 5,26% čine putnici. Kada je riječ o poginulim osobama 54% čine vozači, 17% čine pješaci, a ostatak od 29% čine putnici.



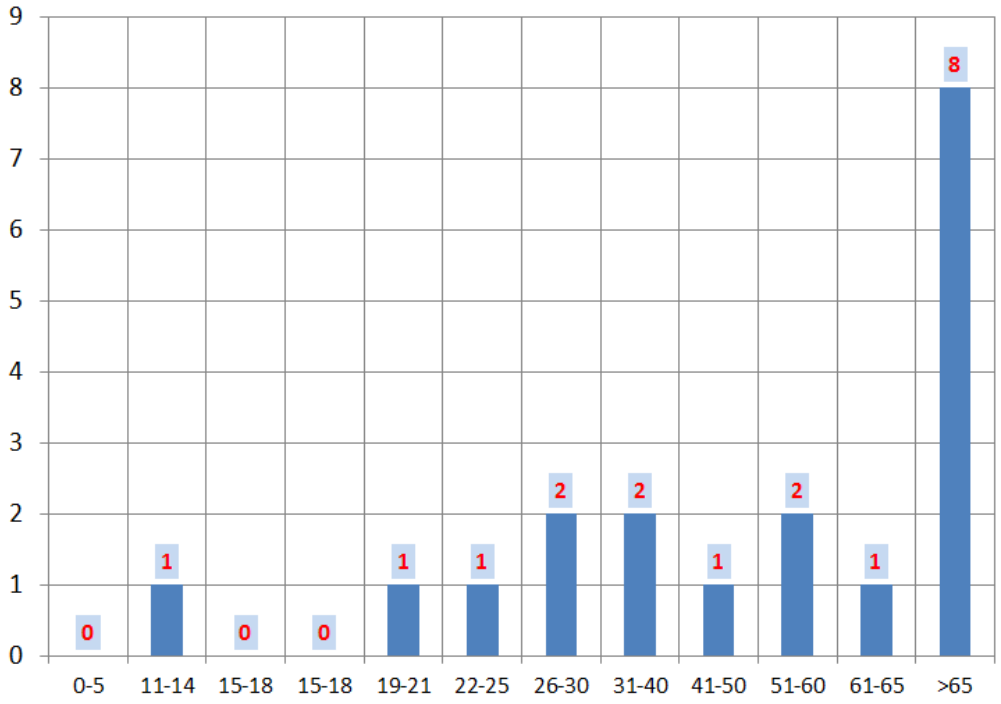
Slika 4.5 Poginule osobe 2010. – 2014.

Kao što se može vidjeti sa slike 4.5 broj poginulih osoba bilježi trend pada, u posljednjih 5 godina, broj poginulih se sa 50 poginulih 2010. godine smanjio na 19 poginulih u 2014. godini.



Slika 4.6 Ozlijeđene osobe 2010. – 2014.

Jednak trend bilježi se i u broju ozlijeđenih osoba, godine 2010. 2644 ozlijeđenih, a 2014. 2488 ozlijeđenih u prometnim nesrećama.



Slika 4.7 Poginule osobe po starosti za 2014. godinu

Na slici 4.7 prikazani su statistički podaci vezani za poginule osobe u prometnim nesrećama tijekom 2014. godine, kao što se može vidjeti najviše poginulih pripada u skupinu >65 godina starosne dobe. Značaj udio čine i vozači od 26-40 godina.[13]

4.4. Prostorna distribucija prometnih nesreća

U ovom poglavlju dan je pregled prostorne ugroženosti kada su u pitanju prometne nesreće, statistički podaci vezani su za prostornu ugroženost po gradskim četvrtima te po najugroženijim prometnicama. Tablica 4.5 prikazuje listu gradskih četvrti ovisno o ugroženosti, dok tablica 4.6 prikazuje listu najugroženijih prometnica.

Kada su u pitanju gradske četvrti ovisno o broju prometnih nesreća najugroženije su sljedeće gradske četvrti: Donji Grad sa 734 prometne nesreće, od toga dvije s poginulima u 2014. godini, Žitnjak 629 prometnih nesreća od čega 6 sa poginulima te Trnje sa 562 prometne nesreće.

Tablica 4.5 Prostorna ugroženost po gradskim četvrtima

GRADSKE ČETVRTI	Prometne nesreće								
	Nesreće			Ozlijeđeno			Poginulo		
	2013.	2014.	%	2013.	2014.	%	2013.	2014.	%
Donji Grad	751	734	-2,3	200	248	+24	0	2	0
Gornji Grad	431	309	-28,3	88	78	-11,4	0	0	0
Trnje	672	562	-16,4	159	167	+5,0	0	0	0
Maksimir	635	553	-12,9	212	211	-0,5	1	1	0
Žitnjak	649	629	-3,1	184	218	+18,5	0	6	0
Novi Zagreb Istok	420	319	-24,0	188	169	-10,1	6	1	-83,3
Novi Zagreb Zap.	551	490	-11,1	228	227	-0,4	4	3	-25
Trešnjevka Sjever	524	497	-5,2	171	193	+12,9	1	1	0
Trešnjevka Jug	361	340	-5,8	139	146	+5,0	3	1	-66,7
Črnomerec	363	325	-10,5	119	131	+10,1	1	0	0
Gornja Dubrava	378	338	-10,6	110	124	+12,7	3	1	-66,7
Donja Dubrava	270	265	-1,9	114	102	-10,5	2	0	0
Stenjevec	360	298	-17,2	95	95	0,0	0	0	0
Podsused	200	180	-10,0	69	76	+10,1	0	0	0
Podsljeme	111	127	+14,4	39	42	+7,7	0	0	0
Sesvete	667	521	-21,9	367	243	-33,8	3	3	0
Brezovica	19	37	+94,7	12	18	+50,0	0	0	0
Ukupno	7362	6524	-11,4	2494	2488	-0,2	27	19	-29,6

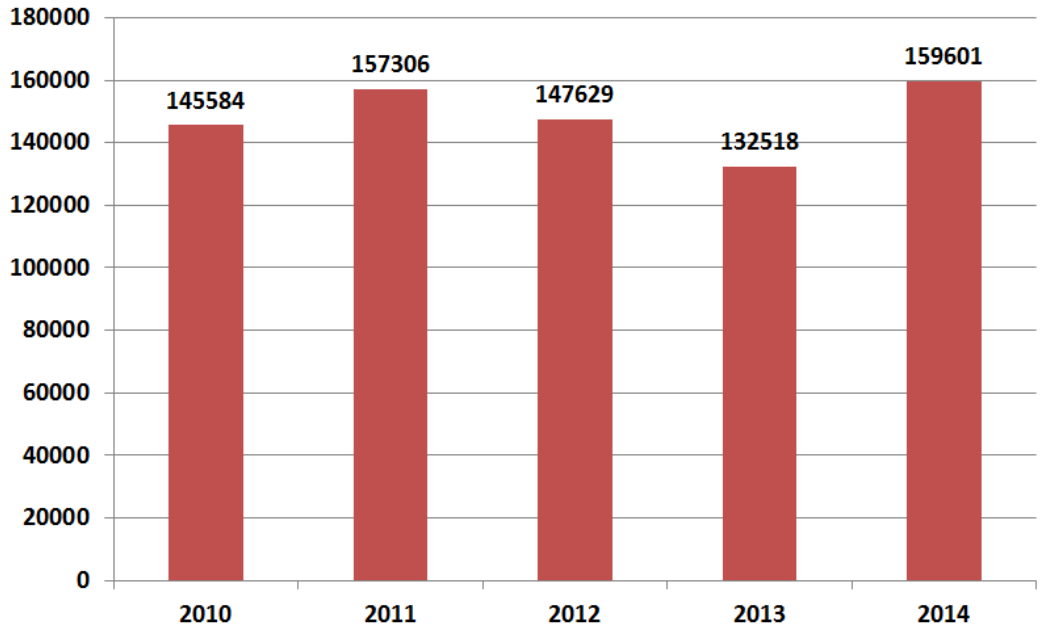
Izvor: [14]

Kada su u pitanju najugroženije prometnice prikazane u tablici 4.6, najveći broj prometnih nesreća imaju državna cesta A3, Slavonska Avenija, Ulica Grada Vukovara te Ilica.[12]

Tablica 4.6 Najugroženije prometnice

Najugroženije prometnice	Nesreće		Poginulih		Ozlijeđenih	
	2013.	**2014.**	**2013.**	**2014.**	**2013.**	**2014.**
Slavonska Avenija	235	219	1	2	70	107
Ilica	185	182	1	0	85	89
Ul. Grada Vukovara	180	183	1	0	62	75
Kneza Branimira	159	145	3	0	65	65
Avenija Dubrovnik	142	140	0	0	54	72
Zagrebačka Av. – Ljubljanska	142	133	1	0	73	79
Maksimirska	116	121	0	0	67	77
Avenija Dubrava	99	103	0	0	57	54
Držislava-Klaićeva (zel. val)	98	89	0	0	35	36
Selska cesta	86	93	0	0	37	39
Savska cesta	96	80	0	0	57	53
Av. Marina Držića	92	74	1	0	31	26
Av. V. Holjevca	101	75	4	0	66	51
Heinzlova	77	63	0	0	23	23
Zagrebačka cesta	43	45	0	0	13	15
Bukovačka	35	39	0	1	18	15
Aleja Bologne	46	38	0	0	20	23
Škorpikova	41	37	0	0	7	10
A1	39	35	3	2	46	16
A2	39	34	4	0	14	28
A3	280	232	8	2	76	54

Izvor: [14]



Slika 4.8 Prometni prekršaji 2010. – 2014.

Inače, na području PU Zagreb, zabilježena su 205.653 prekršaja; 61.079 prekršaja (35,0 posto više) ili 29,7 posto svih prekršaja odnosi se na nepropisnu brzinu, a 8.303 (65,5 posto manje) ili 4,0 posto na nepropisno parkiranje. Zbog nekorištenja sigurnosnog pojasa bilježimo 22.765 prekršaja, (70,8 posto više), zatim 18.970 prekršaja uporabe mobitela u vožnji (66,1 posto više), 8.369 prekršaja pješaka u prometu (75,6 posto više), itd.

5. ODREĐIVANJE RIZIKA NASTANKA PROMETNIH NESREĆA NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA

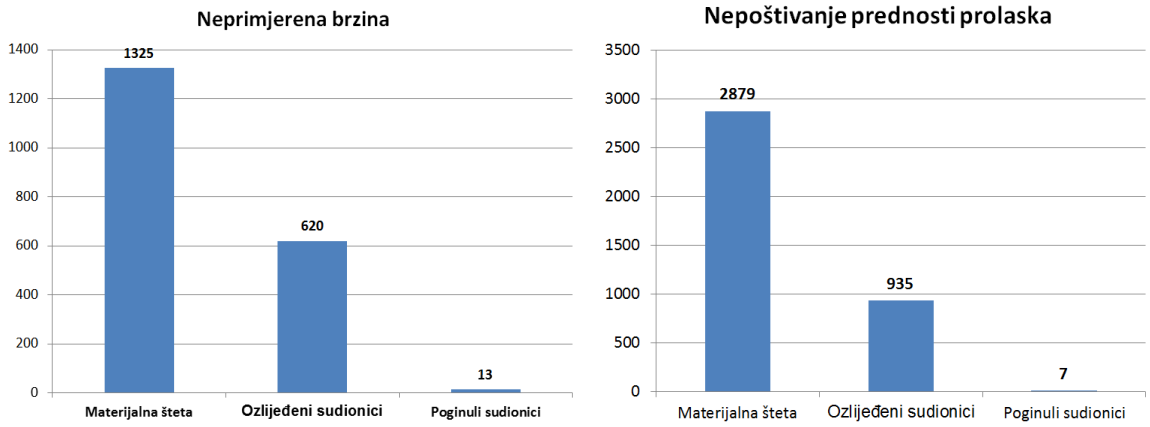
U ovom poglavlju dati su statistički podaci vezani uz prometne nesreće s obzirom na okolnosti i karakteristike ceste, kao i vrste prometnih nesreća (sa poginulim, ozlijeđenim sudionicima prometa ili materijalnom štetom). Statistički podaci predstavljaju važan alat mjerenja kritičnih parametara sigurnosti u prometu. Prepoznavanje obrazaca koji imaju najveći utjecaj na pojedinim prometnicama može jasno ukazati na potrebe intervencije u prometnoj infrastrukturu ili načinu organizacije prometa.

5.1. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti i karakteristike ceste

U nastavku je dat pregled prometnih nesreća s obzirom na okolnosti i karakteristike ceste, pri čemu su bilježeni samo slučajevi koji uključuju najčešće uvjete koji dovode do prometnih nesreća. Podaci su vezani uz križanja, ravne cestovne poteze i zavoje, s obzirom na sljedeće okolnosti: neprimjerena brzina vozača, nepoštivanje prava prednosti prolaska, nepoštivanje svjetlosnog znaka te nepropisne radnje vozača.

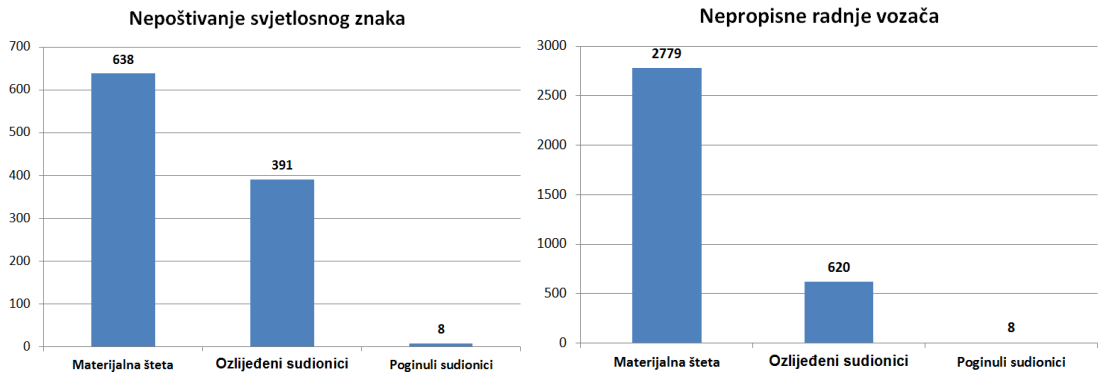
5.1.1. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti – križanja

Slika 5.1 prikazuje podatke vezane uz prometne nesreće na križanjima, kada su u pitanju neprimjerena brzina vozača i nepoštivanje prednosti prolaska.



Slika 5.1 Prometne nesreće, križanja – neprimjerena brzina, nepoštivanje prednosti prolaska

Razmatrajući sliku 5.1 u 2014. godini, najveći broj prometnih nesreća vezan je uz neprimjerenu brzinu, bilježi se 1325 prometnih nesreća s materijalnom štetom, 620 prometnih nesreća s ozlijeđenim sudionicima te 13 sa poginulim sudionicima. Najveći broj prometnih nesreća uzrokovalo je nepoštivanje prednosti prolaska, 2879 prometnih nesreća sa materijalnom štetom, 935 sa ozlijeđenim te 7 sa poginulim sudionicima.[9]



Slika 5.2 Prometne nesreće po okolnostima i karakteristikama ceste križanja – nepoštivanje svjetlosnog znaka, nepropisne radnje vozača

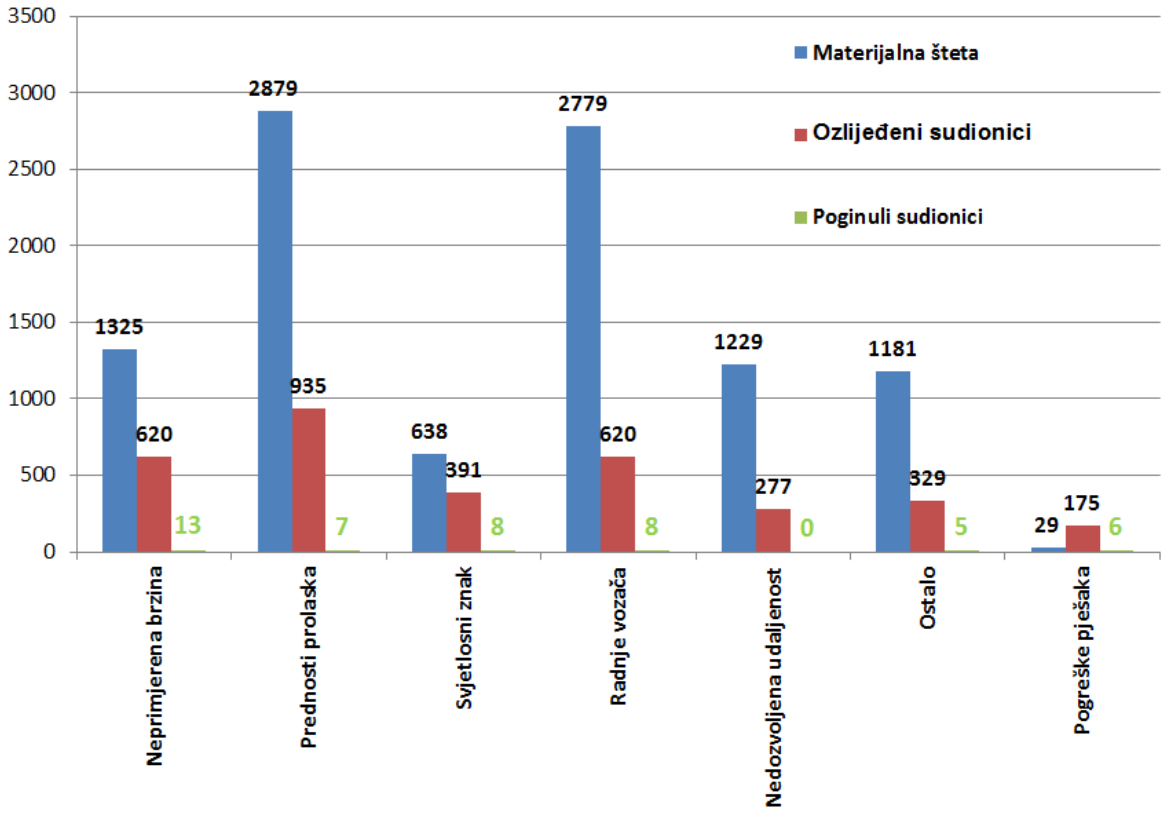
Slika 5.2 prikazuje prometne nesreće prema okolnostima s obzirom na pogreške vozača vezane uz nepoštivanje svjetlosnog znaka i ostale nepropisne radnje vozača. Tablica 5.1 prikazuje ukupne podatke vezane uz prometne nesreće na križanjima.

Tablica 5.1 Prometne nesreće – križanja

KRIŽANJA	Materijalna šteta	Ozlijeđeni	Poginuli
Neprimjerena brzina	1325	620	13
Prednosti prolaska	2879	935	7
Svjetlosni znak	638	391	8
Radnje vozača	2779	620	8
Nedozvoljena udaljenost	1229	277	0
Ostalo	1181	329	5
Pogreške pješaka	29	175	6

Izvor: [14]

Kao što se može vidjeti na tablici 5.1 najveći broj poginulih prouzročen je neprimjerenom brzinom vozača, nakon čega slijede pogreške vezane uz nepoštivanje svjetlosnog znaka, druge nedozvoljene radnje vozača te nepoštivanje prava prolaska. Najveći broj ozlijeđenih sudionika zabilježen je nepoštivanjem prednosti prolaska 935 te neprimjerenu brzinu vozača. Među navedenim okolnostima prometne nesreće bitno je istaknuti podatak da najmanji broj prometnih nesreća na križanjima uzrokuju pogreške pješaka, ali unatoč tome bilježi se 6 prometnih nesreća sa poginulim sudionicima, usporedbe radi prometne nesreće uzrokovane nepoštivanjem prednosti prolaska bilježi 7 poginulih sudionika.[14]



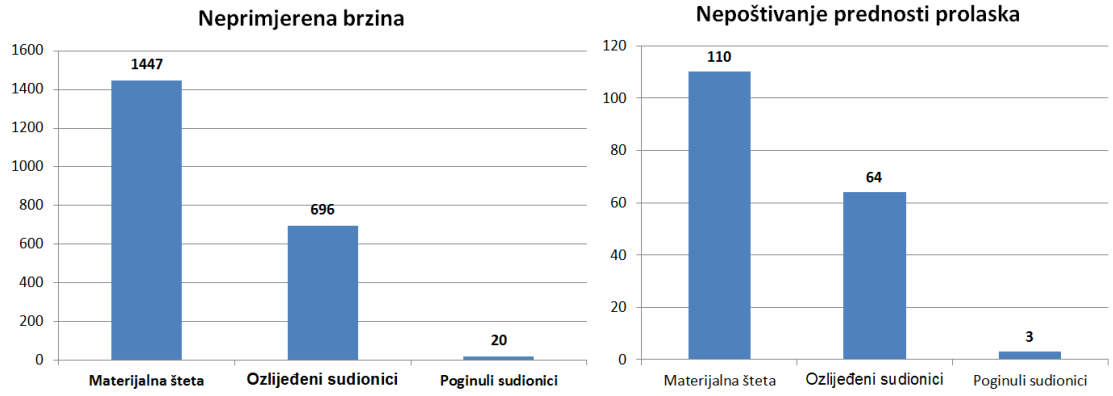
Slika 5.3 Prometne nesreće – križanja (s obzirom na posljedice)

Slika 5.3 prikazuje ukupne rezultate vezane za križanja s obzirom na posljedice i vrstu prometne nesreće. Grafički prikazi uvedeni su radi jednostavnije vizualizacije podataka iz tablice 5.1.

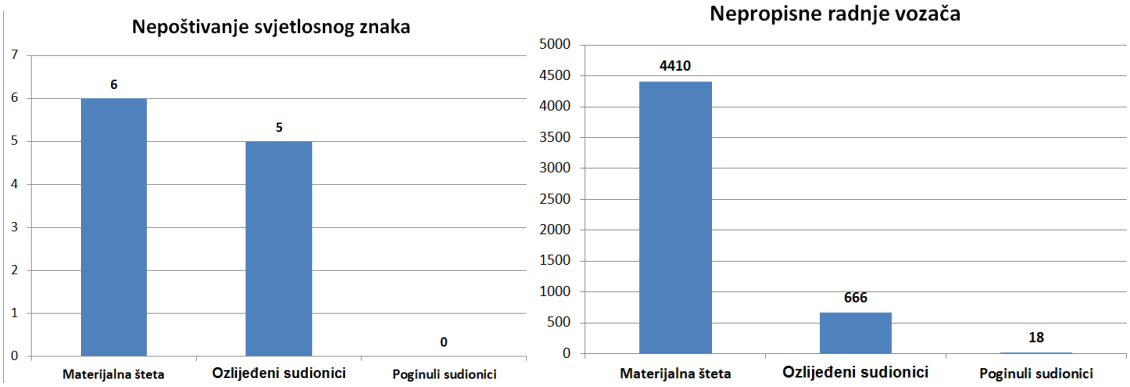
5.1.2. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti – ravni cestovni potez

Na sljedećim slikama prikazani su podaci o prometnim nesrećama za 2014. godinu. Navedeni su samo podaci vezani uz najčešće uzroke prometnih nesreća, odnosno za one koji su rezultirali s najvećom materijalnom štetom, ozlijeđenim ili poginulim sudionicima prometa.

Najveći broj prometnih nesreća s materijalnom štetom bilježi se za nepropisne i ostale radnje vozača te neprimjerenu brzinu vozača. Kada je u pitanju broj ozlijeđenih podaci su slični. Najveći broj poginulih sudionika u prometu, kada je u pitanju ravni cestovni potez, bilježi se za neprimjerenu brzinu vozača, vožnju na nedozvoljenoj udaljenosti te nepropisne radnje vozača.

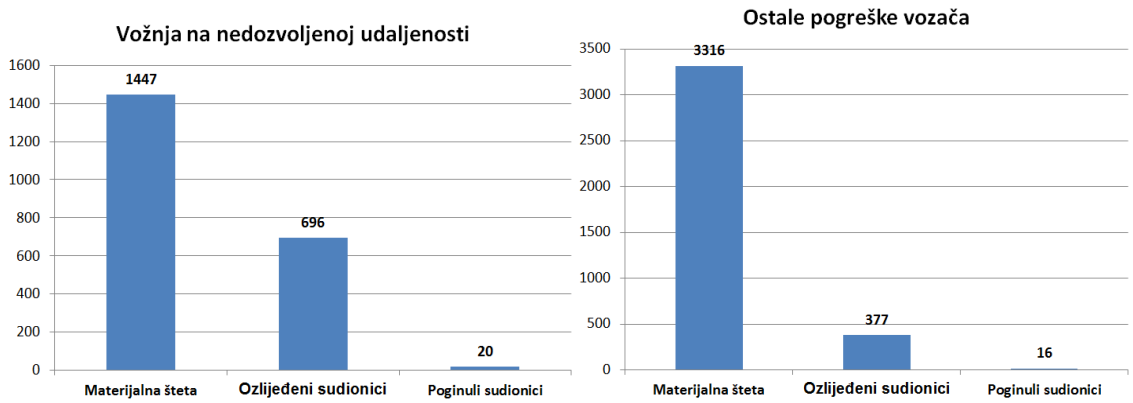


Slika 5.4 Ravni cestovni potez – neprimjerena brzina, nepoštivanje prednosti prolaska

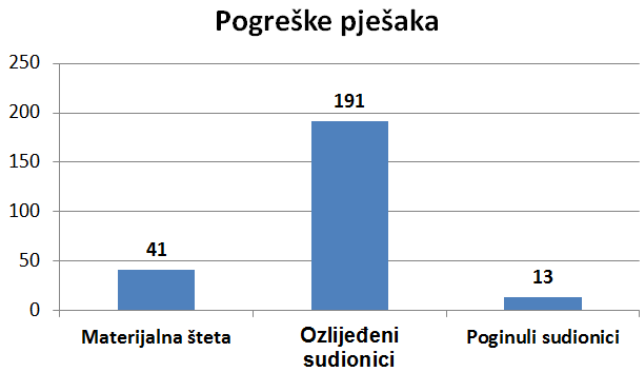


Slika 5.5 Ravni cestovni potez – nepoštivanje svjetlosnog znaka, nepropisne radnje vozača

Najmanji broj poginulih sudionika prometa bilježi se za nepoštivanje svjetlosnog znaka te nepoštivanje prednosti prolaska. Nepoštivanje svjetlosnog znaka na ravnom cestovnom potezu prouzrokovalo je najmanji broj prometnih nesreća i s najmanje posljedica kada su u pitanju materijalna šteta, ozlijeđeni i poginuli sudionici prometa.



Slika 5.6 Ravni cestovni potez – vožnja na nedozvoljenoj udaljenosti, ostale pogreške vozača



Slika 5.7 Prometne nesreće – ravni cestovni potezi

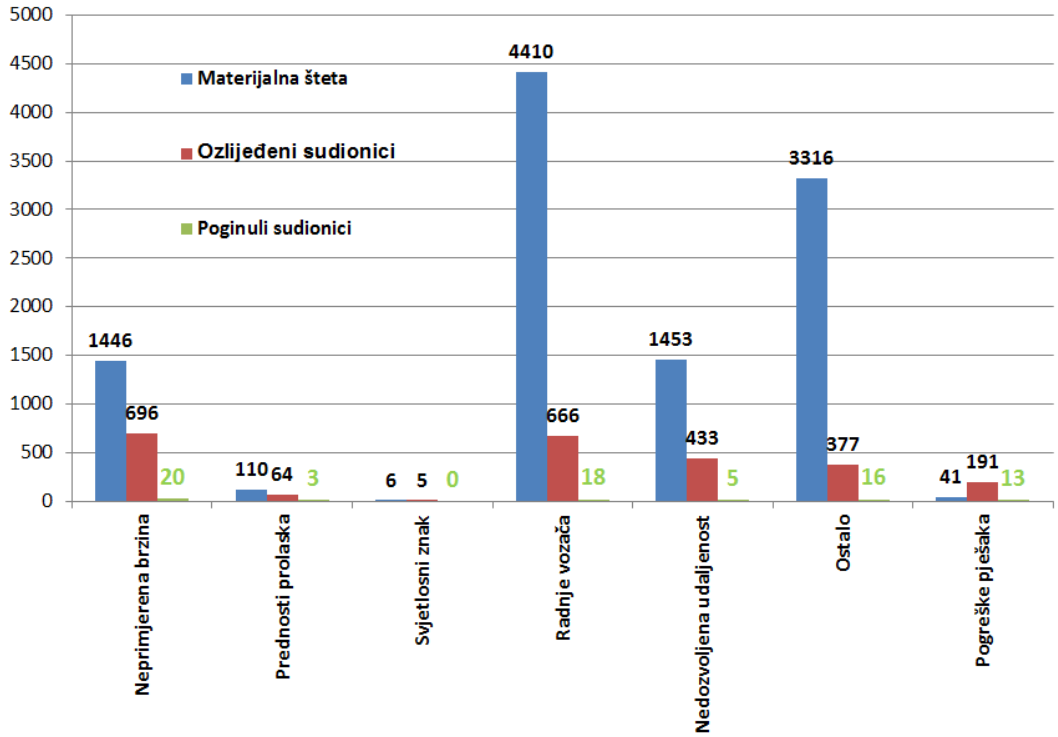
Značajan broj poginulih sudionika prometa čine prometne nesreće prouzročene vožnjom na nedovoljnoj udaljenosti te ostalim pogreškama vozača. Iako pogreške pješaka čine mali udio u ukupnom broju prometnih nesreća na ravnom cestovnom potezu bilježi se velik broj poginulih sudionika, čak 13 poginulih s obzirom na 245 prometnih nesreća prouzročenih pogreškama pješaka te 191 prometnom nesrećom s ozlijeđenim sudionicima. Ukupni podaci vezani uz prometne nesreće na ravnom cestovnom potezu prikazani su u tablici 5.2.[13]

Tablica 5.2 Prometne nesreće – ravni cestovni potez

RAVNI CESTOVNI POTEZ	Materijalna šteta	Ozlijeđeni sudionici	Poginuli sudionici
Neprimjerena brzina	1446	696	20
Prednosti prolaska	110	64	3
Svjetlosni znak	6	5	0
Radnje vozača	4410	666	18
Nedozvoljena udaljenost	1453	433	5
Ostalo	3316	377	16
Pogreške pješaka	41	191	13

Izvor: [13]

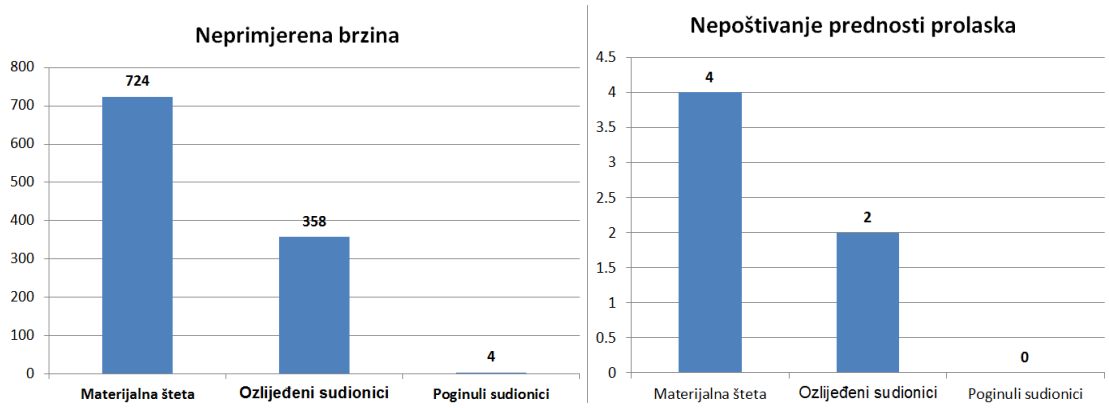
Slika 5.8 prikazuje prometne nesreće na ravnom cestovnom potezu s obzirom na posljedice u odnosu na podatke iz tablice 5.2, radi jednostavnije vizualizacije podataka.



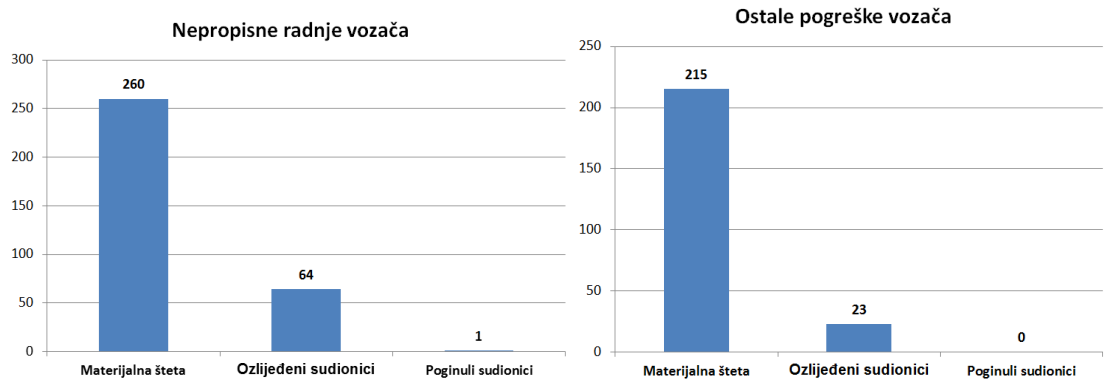
Slika 5.8 Prometne nesreće – ravni cestovni potez (s obzirom na posljedice)

5.1.3. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti – zavoj

Na sljedećim slikama prikazani su statistički podaci vezani uz prometne nesreće s obzirom na okolnosti kada su u pitanju zavoji. Navedeni su samo podaci vezani uz najčešće uzroke i okolnosti prometnih nesreća, neprimjerena brzina vozača, nepoštivanje prednosti prolaska, nepropisne radnje i ostale pogreške vozača. Kao što se može vidjeti na slikama, najveći broj prometnih nesreća s materijalnom štetom uzrokovan je neprimjerenom brzinom vozača, dok značajan postotak čine i prometne nesreće uzrokovane nepropisnim radnjama vozača, kao i ostalim pogreškama vozača.[13]



Slika 5.9 Prometne nesreće na zavojima – neprimjerena brzina i nepoštivanje prednosti prolaska



Slika 5.10 Prometne nesreće na zavojima – nepropisne i ostale radnje vozača

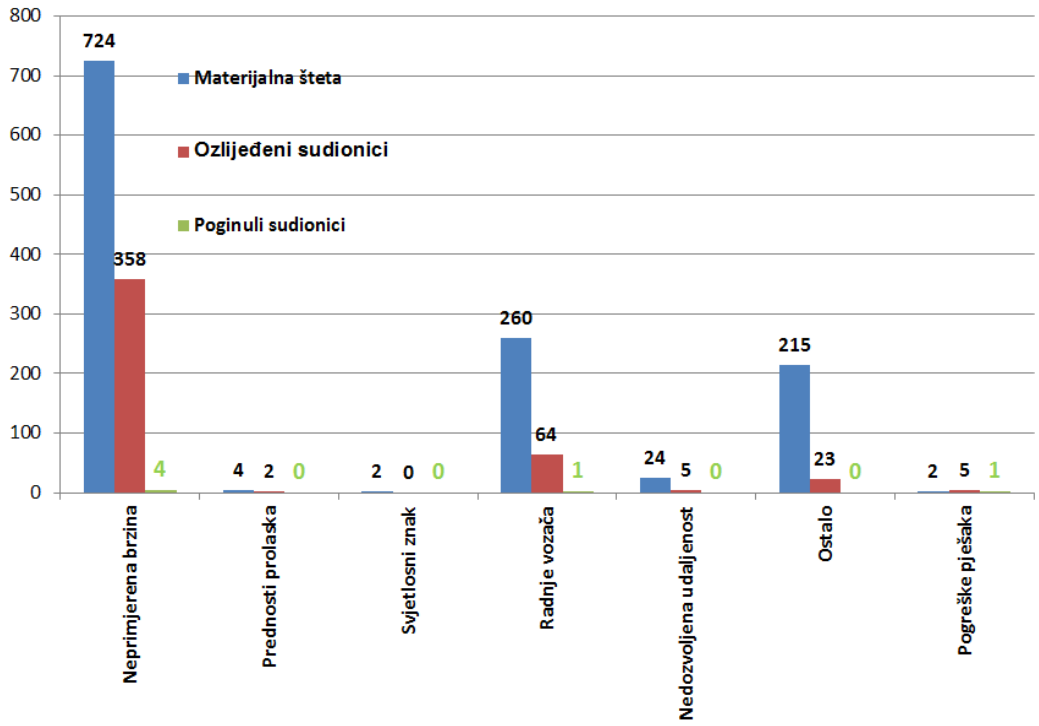
Kada je u pitanju broj poginulih najviše prometnih nesreća uzrokovan je neprimjerenom brzinom vozača u zavojima – 4 poginula sudionika, pri čemu je broj ozlijeđenih sudionika 358. Ukupni statistički podaci vezani za prometne nesreće u zavojima prikazani su u tablici 5.3.[12]

Tablica 5.3 Prometne nesreće – zavoji

ZAVOJ	Materijalna šteta	Ozlijeđeni sudionici	Poginuli sudionici
Neprimjerena brzina	724	358	4
Prednosti prolaska	4	2	0
Svjetlosni znak	2	0	0
Radnje vozača	260	64	1
Nedozvoljena udaljenost	24	5	0
Ostalo	215	23	0
Pogreške pješaka	2	5	1

Izvor: [13]

Slika 5.11 prikazuje grafički podatke iz tablice 5.3. Iako je ukupni broj poginulih u zavojima manji nego kada su u pitanju ravni cestovni potezi i križanja, ponovno se ističe neprimjerena brzina vozača kao glavni uzrok prometnih nesreća.



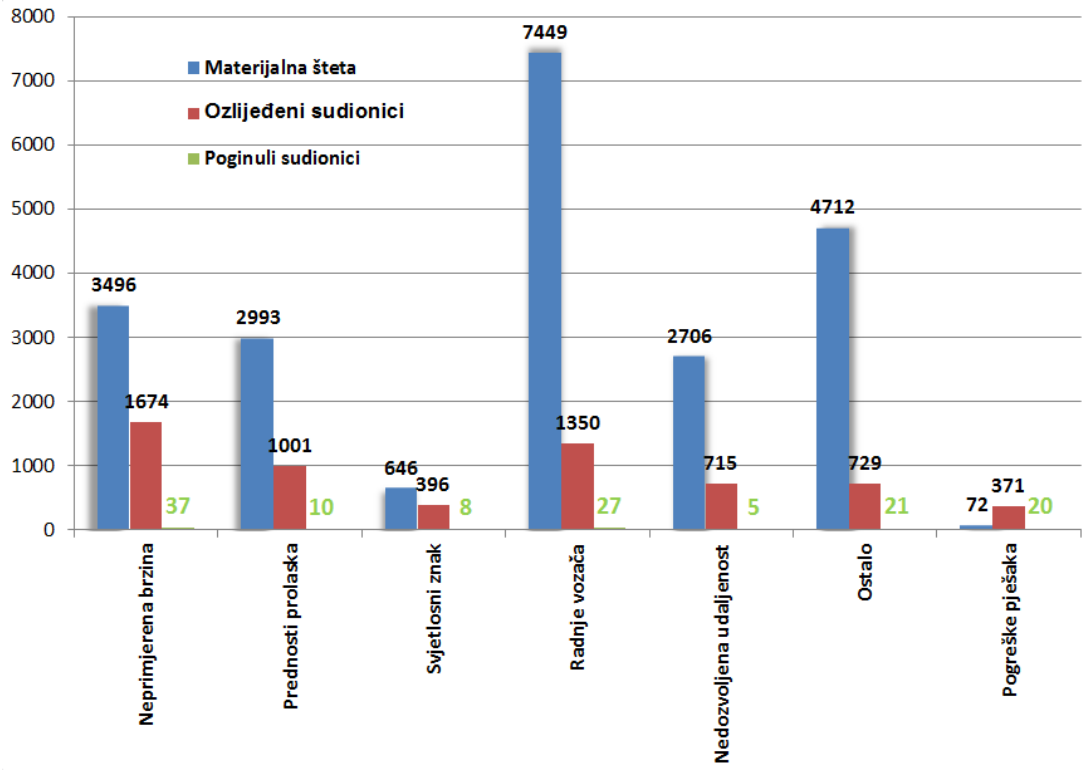
Slika 5.11 Prometne nesreće – zavoji (s obzirom na posljedice)

5.1.4. Prometne nesreće s obzirom na okolnosti – ukupni rezultati

Tablica 5.4 Prometne nesreće po okolnostima i karakteristikama ceste – ukupni rezultati

UKUPNO	Materijalna šteta	Ozlijeđeni sudionici	Poginuli sudionici
Neprimjerena brzina	3496	1674	37
Prednosti prolaska	2993	1001	10
Svjetlosni znak	646	396	8
Radnje vozača	7449	1350	27
Nedozvoljena udaljenost	2706	715	5
Ostalo	4712	729	21
Pogreške pješaka	72	371	20

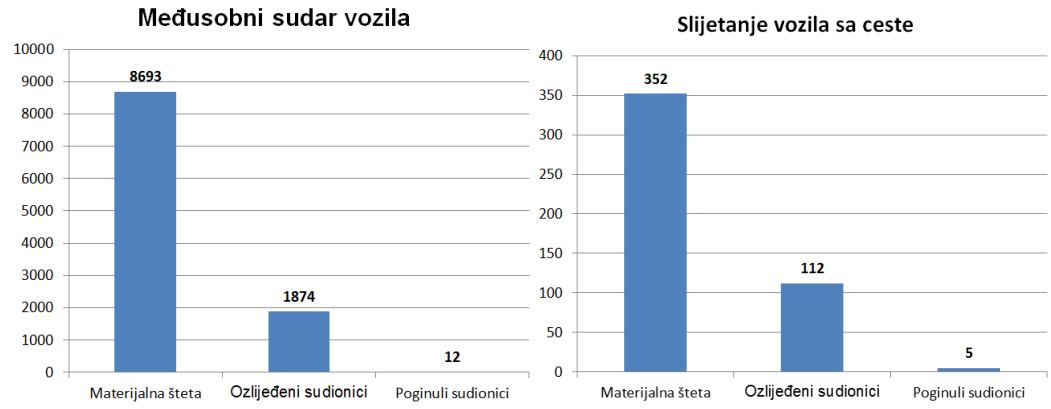
Izvor: [14]



Slika 5.12 Prometne nesreće – ukupni rezultati s obzirom na posljedice

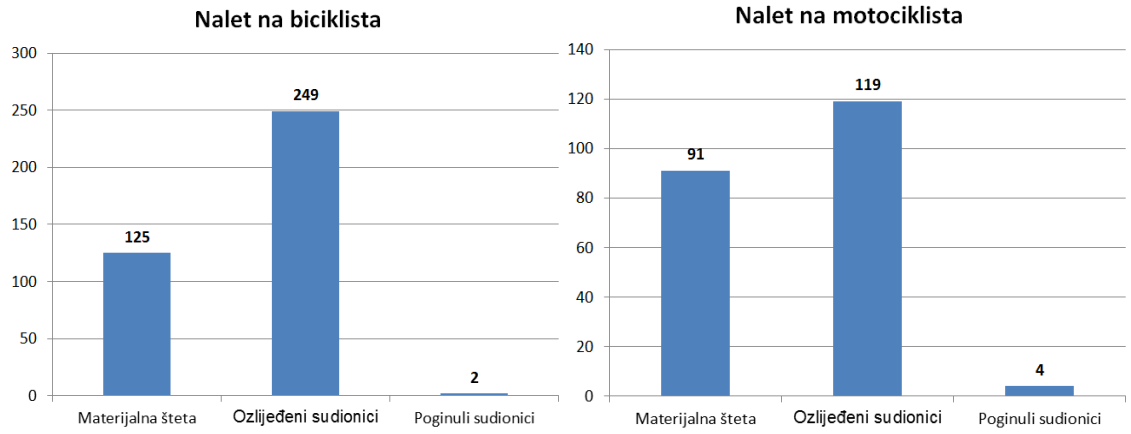
5.1.5. Prometne nesreće po vrstama nesreća – križanje

U nastavku poglavlja prikazani su podaci vezani za prometne nesreće po vrstama nesreća za križanja, zavoje te ravne cestovne poteze. Sljedeće slike prikazuju vrste nesreće, s obzirom na međusobne sudare vozila, slijetanje vozila sa ceste, nalete na bicikliste, motocikliste ili udar u objekte na ili kraj ceste. Kada su u pitanju podaci za križanja najveći udio čine međusobni sudari vozila, udar vozila u objekt na ili kraj ceste te slijetanje vozila sa ceste.

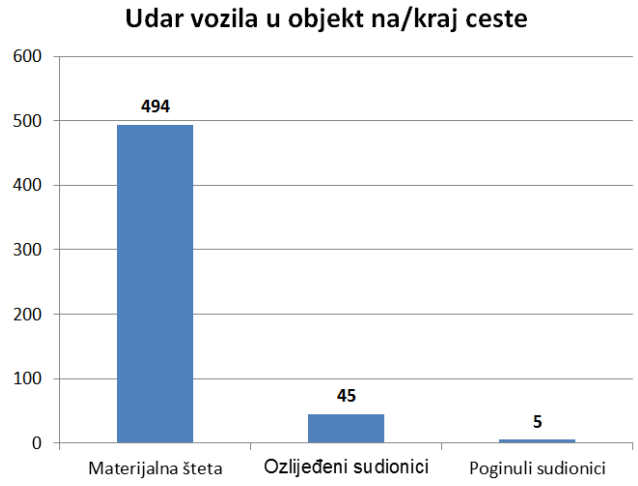


Slika 5.13 Prometne nesreće na križanjima – međusobni sudar vozila i slijetanje vozila sa ceste

Važan dio sigurnosti u prometu čine i sigurnost biciklista i motociklista kao sudionika prometa. Kada su u pitanju prometne nesreće koje uključuju bicikliste i motocikliste, vidljiv je značajan udio u broju poginulih na križanjima. Prometne nesreće s motociklistima čine manji udio, ali sa većim postotkom smrtnosti.[14]



Slika 5.14 Prometne nesreće na križanjima – nalet na biciklista/motociklista



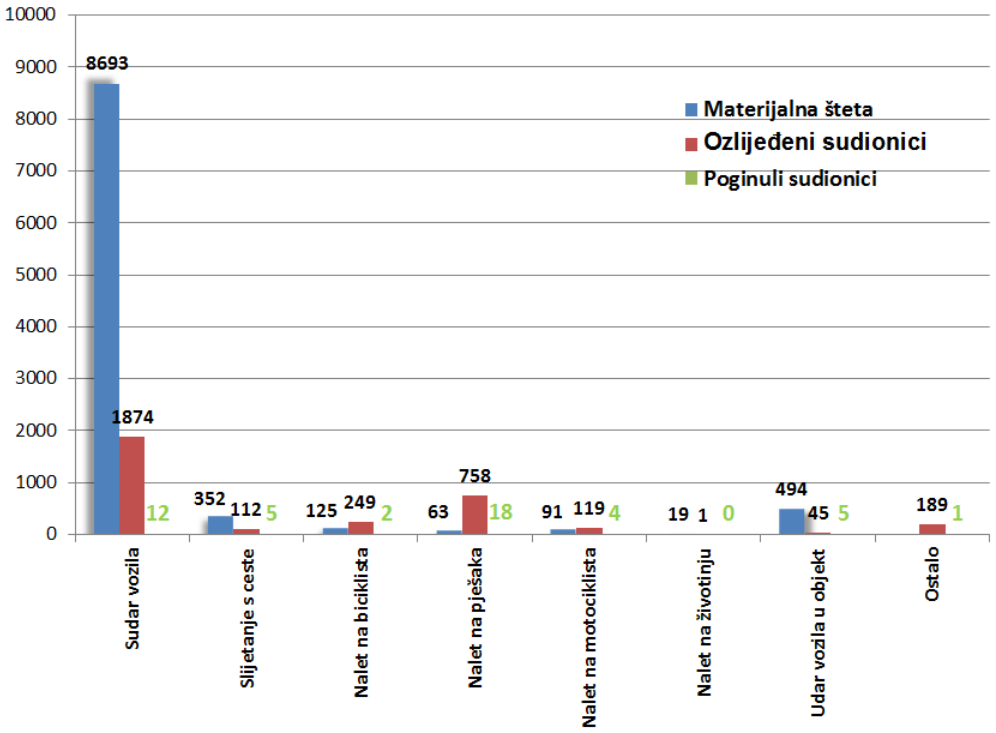
Slika 5.15 Prometne nesreće na križanjima – udar vozila u objekt na ili kraj ceste

Slika 5.15 prikazuje podatke za prometne nesreće na križanjima s obzirom na udar vozila u objekt na ili kraj ceste. Kao što se može vidjeti bilježe se 494 prometne nesreće s materijalnom štetom, 45 sa ozlijeđenim sudionicima i 5 poginulih sudionika. Također je bitno za naglasiti da značajan udio u broju poginulih čine sudari vozila, njih 12 te nalet na pješaka koji bilježi čak 18 poginulih sudionika prometa. Tablica 5.5 prikazuje ukupne podatke vezane uz prometne nesreće na križanjima.

Tablica 5.5 Prometne nesreće – križanja

KRIŽANJE	Materijalna šteta	Ozlijeđeni sudionici	Pog. sudionici
Sudar vozila	8693	1874	12
Slijetanje s ceste	352	112	5
Nalet na biciklista	125	249	2
Nalet na pješaka	63	758	18
Nalet na motociklista	91	119	4
Nalet na životinju	19	1	0
Udar vozila u objekt	494	45	5
Ostalo	223	189	1

Izvor: [13]

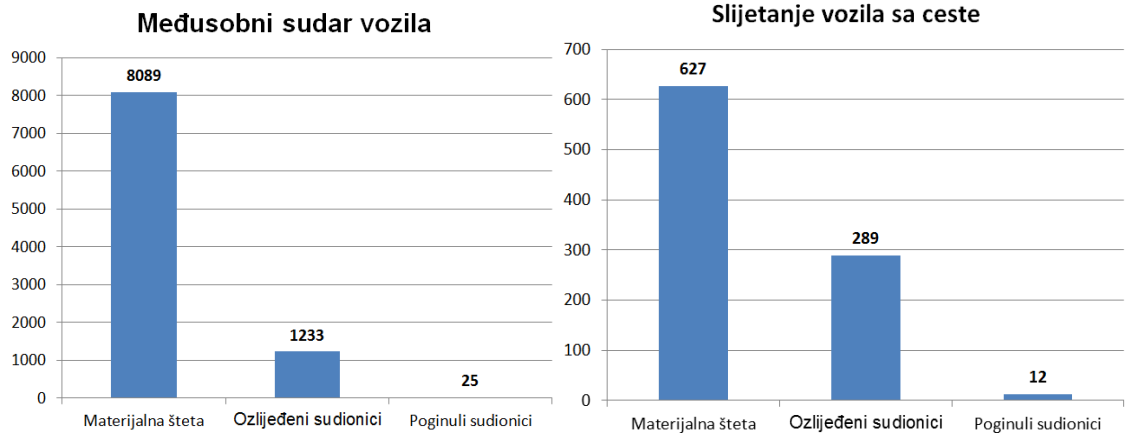


Slika 5.16 Prometne nesreće – križanja (s obzirom na posljedice i okolnosti)

Slika 5.16 prikazuje podatke iz tablice 5.5 radi jednostavnije usporedbe odnosa okolnosti prometnih nesreća na križanjima.

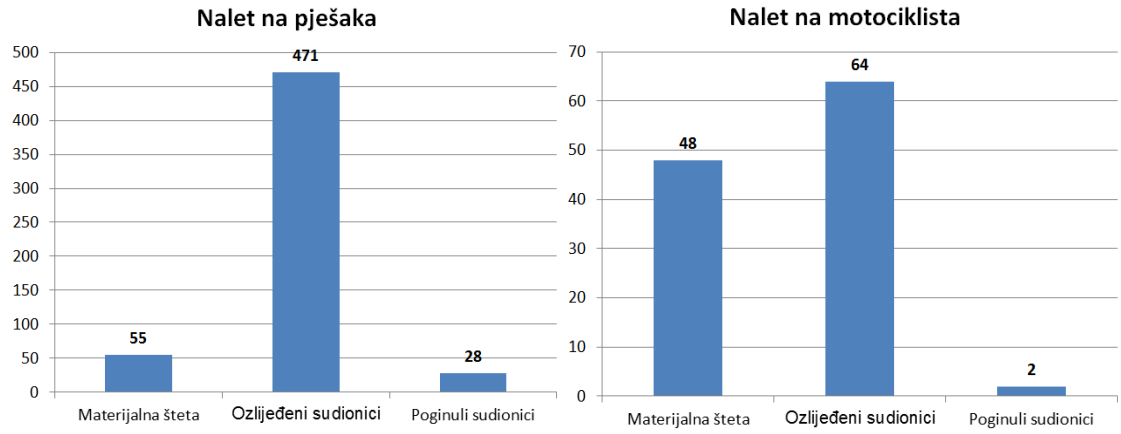
5.1.6. Prometne nesreće po vrstama nesreća – ravni cestovni potez

U ovom dijelu navedeni su statistički podaci vezani za prometne nesreće ovisno o vrsti na ravnim cestovnim potezima, rezultati su prikazani na sljedećim slikama.



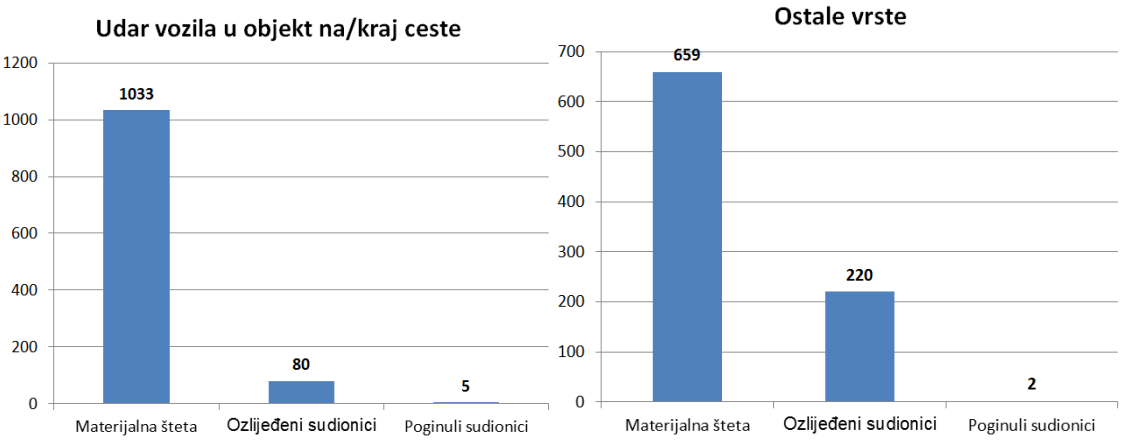
Slika 5.17 Prometne nesreće na ravnim cestovnim potezima – međusobni sudar vozila, slijetanja vozila sa ceste

Kada su u pitanju prometne nesreće po vrstama nesreća na ravnim cestovnim potezima najveći udio čine nesreće uzrokovane međusobnim sudarom vozila.



Slika 5.18 Prometne nesreće na ravnim cestovnim potezima – nalet na pješaka i motociklista

Najveći broj poginulih u prometnim nesrećama na ravnim cestovnim potezima čine prometne nesreće koje uključuju međusobni sudar vozila – 25, nalet na pješaka – 28, slijetanje vozila sa ceste – 12 poginulih te prometne nesreće vezane uz udar vozila u objekt na ili kraj ceste – 5 poginulih.



Slika 5.19 Prometne nesreće na ravnim cestovnim potezima – udar vozila u objekt na ili kraj ceste te ostale vrste

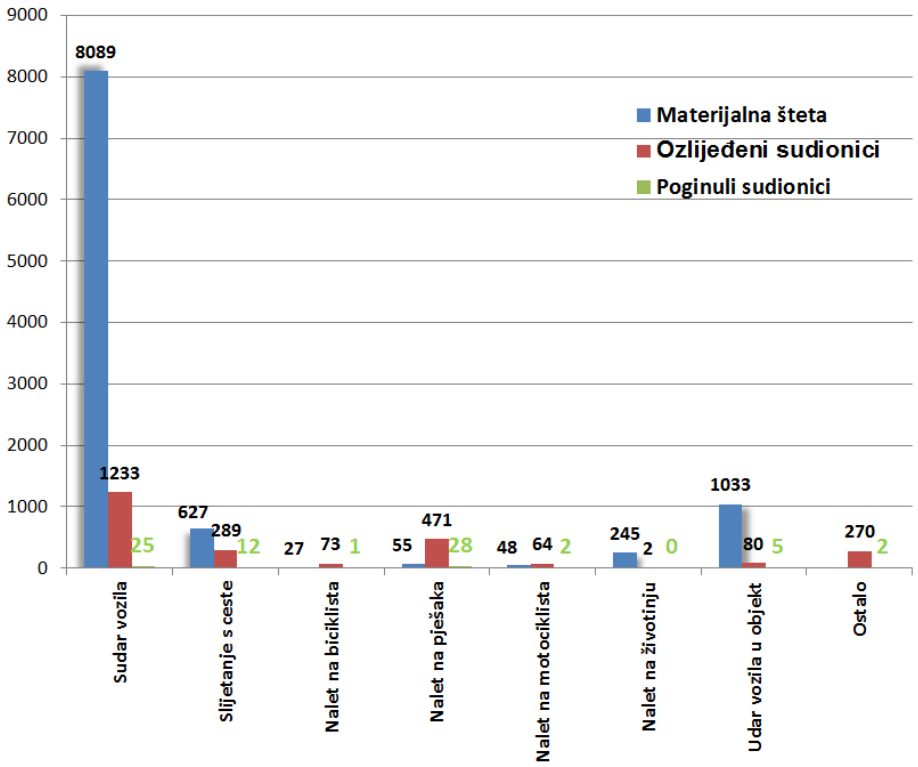
Kada je u pitanju materijalna šteta najveći postotak čine međusobni sudari vozila te udari vozila u objekt na ili kraj ceste. Bitno je za istaknuti da velik udio u broju ozlijeđenih čine prometne nesreće sa naletom na pješaka – 471 ozlijeđena osoba. Tablica 5.6 prikazuje ukupne rezultate vezane uz prometne nesreće na

ravnim cestovnim potezima. Slika 5.20 prikazuje grafički podatke dane u Tablici 5.6.[12]

Tablica 5.6 Prometne nesreće – ravni cestovni potez

RAVNI CESTOVNI POTEZ	Materijalna šteta	Ozlijeđeni sudionici	Poginuli sudionici
Sudar vozila	8089	1233	25
Slijetanje s ceste	627	289	12
Nalet na biciklista	27	73	1
Nalet na pješaka	55	471	28
Nalet na motociklista	48	64	2
Nalet na životinju	245	2	0
Udar vozila u objekt	1033	80	5
Ostalo	659	270	2

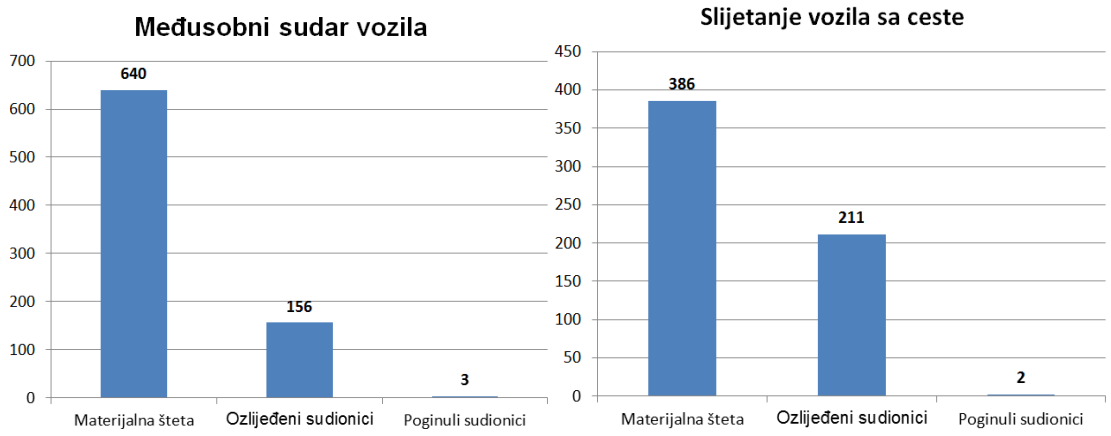
Izvor: [13]



Slika 5.20 Prometne nesreće – ravni cestovni potez

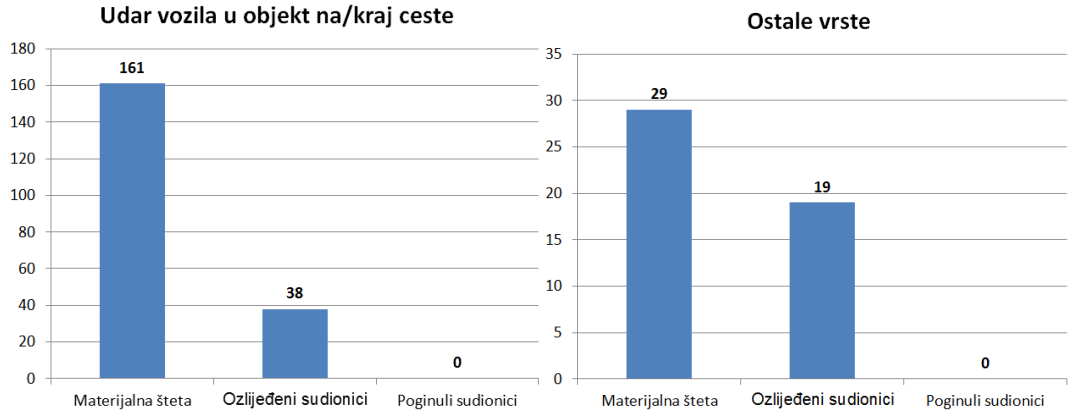
5.1.7. Prometne nesreće po vrstama nesreća – zavoj

Na sljedećim slikama prikazani su statistički podaci vezani za prometne nesreće u zavojima, s obzirom na nesreće koje uključuju međusobni sudar vozila, slijetanje vozila sa ceste, udar vozila u objekt na ili kraj ceste, u odnosu na broj poginulih, ozlijeđenih i nastalu materijalnu štetu prilikom nesreće.



Slika 5.21 Prometne nesreće u zavojima – međusobni sudar vozila, slijetanje vozila sa ceste

Najveći broj prometnih nesreća u zavojima uključuje međusobni sudar vozila, pri čemu je njih 640 završilo s materijalnom štetom, dok se bilježi i 156 ozlijeđenih te 3 poginula sudionika prometa. Značajan udio bilježe i prometne nesreće sa slijetanjem vozila sa ceste, 386 s materijalnom štetom, 211 ozlijeđenih i 2 poginula sudionika u prometu. Ostale vrste prometnih nesreća bilježe manje udjele, bez poginulih sudionika.



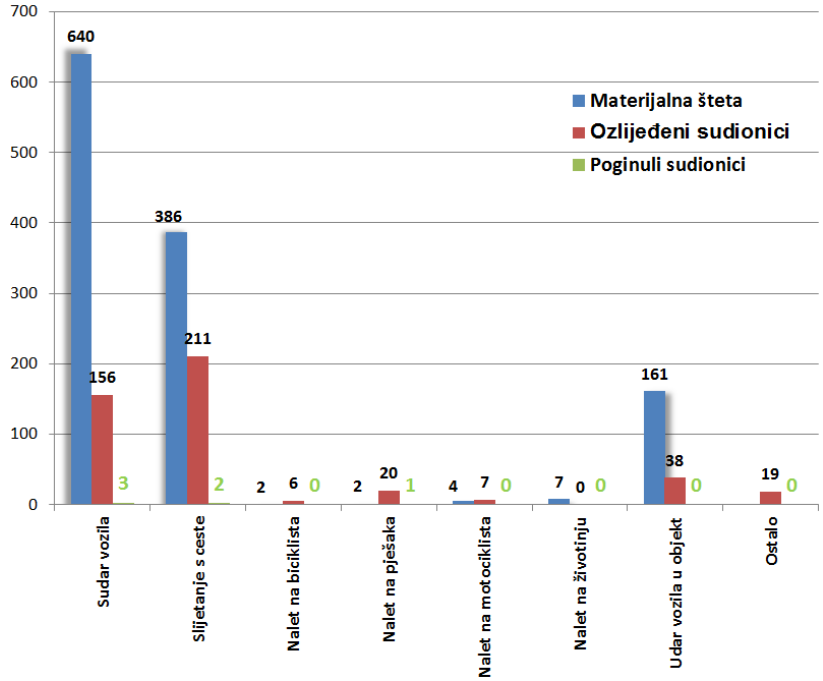
Slika 5.22 Prometne nesreće po vrstama nesreće i karakteristikama ceste – zavoj

Tablica 5.7 Prometne nesreće po vrstama nesreće – zavoj

ZAVOJ	Materijalna šteta	Ozlijeđeni sudionici	Poginuli sudionici
Sudar vozila	640	156	3
Slijetanje s ceste	386	211	2
Nalet na biciklista	2	6	0
Nalet na pješaka	2	20	1
Nalet na motociklista	4	7	0
Nalet na životinju	7	0	0
Udar vozila u objekt	161	38	0
Ostalo	29	19	0

Izvor: [14]

Tablica 5.7 prikazuje ukupne rezultate vezane za prometne nesreće u zavojima, gdje se ponovno vidi da najviše prometnih nesreća uključuje sudar vozila, gdje se bilježi i najveći broj poginulih, te slijetanje s ceste.[12]



Slika 5.23 Prometne nesreće po vrstama nesreće i karakteristikama ceste – zavoj

5.1.8. Prometne nesreće po vrstama nesreća – ukupni rezultati

Tablica 5.8 prikazuje odnos između okolnosti prometnih nesreća i karakteristika cesta na kojima su se dogodile. Okolnosti prometne nesreće uključuju neprimjerena ponašanja sudionika u prometu. Karakteristike cesta uključuju križanja, ravne cestovne poteze, zavoje i ostali oblici. Ostali oblici nisu analizirani jer uključuju oblike poput mostova, pješačkih staza i prijelaza preko pruge. Riječ je o mjestima na kojima se dogodio mali broj nesreća.

Najveći broj nesreća s poginulim sudionicima se dogodio na ravnim cestovnim potezima, najčešće zbog brzine neprimjerene uvjetima i nepropisnih radnji vozača. Najveći broj nesreća s ozlijeđenim sudionicima se dogodio na križanjima zbog nepoštivanja prednosti prolaska i nepropisnih radnji vozača. Nesreće s materijalnom štetom su podjednako zastupljene na križanjima i ravnim cestovnim potezima. Kod križanja je riječ o nepoštivanju prednosti prolaska, a kod ravnih cestovnih poteza o nepropisnim radnjama vozača.

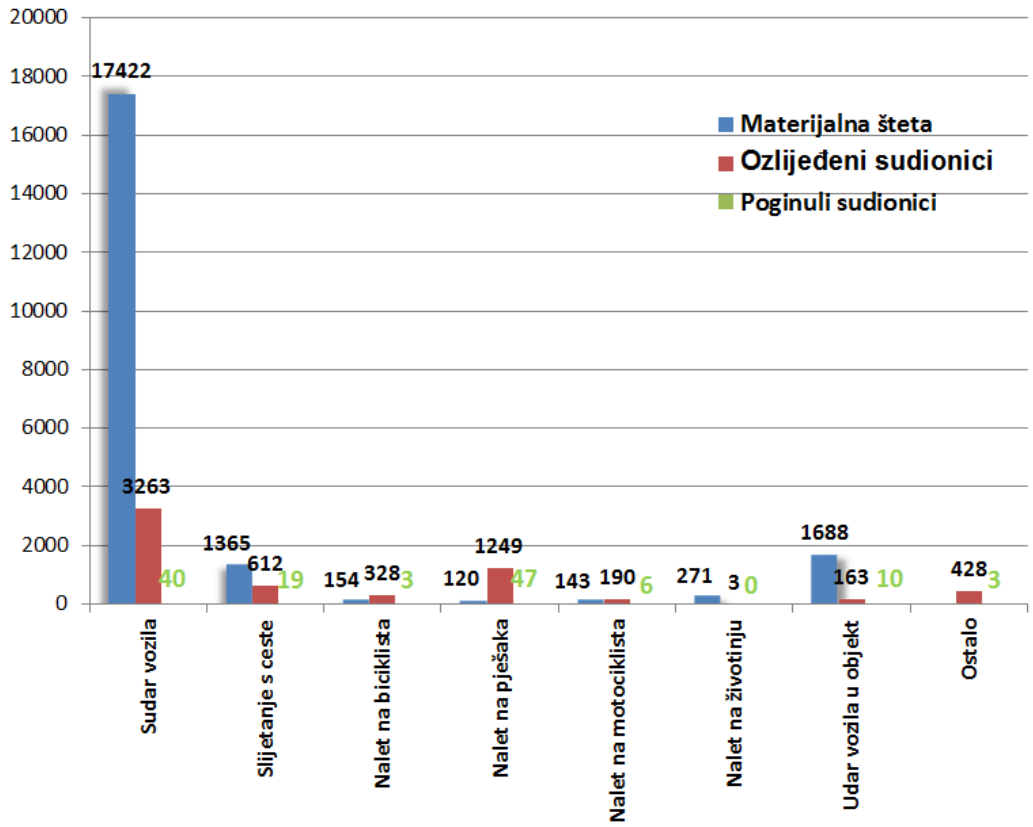
Na zavojima se dogodilo malo nesreća, oko 5% ukupnog broja nesreća. Najveći broj se dogodio zbog brzine neprimjerene uvjetima. Tablica 5.9 daje pregled koji su dijelovi cesta bili opasniji u pojedinim okolnostima.[12]

Tablica 5.8 Prometne nesreće po vrstama nesreće i karakteristikama ceste – ukupni rezultati

UKUPNO	Materijalna šteta	Ozlijeđeni	Poginuli
Sudar vozila	17422	3263	40
Slijetanje s ceste	1365	612	19
Nalet na biciklista	154	328	3
Nalet na pješaka	120	1249	47
Nalet na motociklista	143	190	6
Nalet na životinju	271	3	0
Udar vozila u objekt	1688	163	10

Izvor: [13]

Kao što se može vidjeti na tablici 5.8 najveći broj prometnih nesreća uključuje sudar vozila, njih 17422, nakon čega slijede nesreće sa slijetanjem vozila sa ceste i udara vozila u objekt na ili kraj ceste. Najveći broj poginulih čine poginuli sudionici prilikom sudara vozila njih 40 i poginuli prilikom naleta na pješake njih 47. Kada je u pitanju materijalna šteta tri navedena slučaja ponovno bilježe najveću učestalost. Sve ostale vrste nesreća, nalet na biciklista, nalet na motociklista, nalet na životnju sudjeluju sa manjim udjelima. Značajan broj prometnih nesreća spada i u nesvrstane slučajeve, pod ostalo u tablici 5.8, ali sa malim broj poginulih sudionika u prometu. Na slici 5.24 nalazi se grafički prikaz podataka iz tablice 5.8.



Slika 5.24 Prometne nesreće po vrstama i nesreće i karakteristikama ceste – ukupni rezultati

Tablica 5.9 prikazuje odnos vrsta prometnih nesreća i karakteristika cesta na kojima su se dogodile. Vrsta prometne nesreće uključuje međusobni sudar vozila, nalet na pješaka, biciklista i slično. Najveći broj nesreća s poginulim sudionicima dogodio se na ravnim cestovnim potezima. Na križanjima se dogodio najveći broj nesreća s ozlijeđenim sudionicima, njih 3347. U oba su slučaja najčešće vrste prometnih nesreća nalet na pješaka i međusobni sudar vozila. Tablica 5.9 daje

pregled količine pojedinih vrsta prometnih nesreća na različitim dijelovima cesta i može pomoći pri donošenju odluka o detaljnijoj analizi karakterističnih lokacija. Najmanji broj poginulih bilježe prometne nesreće u zavojima, također sa značajno manjim brojem ozlijeđenih sudionika, kao i manjom materijalnom štetom. Ako se promatraju postotni udjeli riječ je o 5,58% nesreća u ukupnom broju nesreća s materijalnom štetom, 7,33% nesreća sa ozlijeđenim sudionicima te 4,69% nesreća sa poginulim sudionicima prometa.[13]

Tablica 5.9 Odnos vrsta prometnih nesreća i karakteristika ceste

Broj prometnih nesreća	Križanja	Ravni potez	Zavoj	Ukupno
S materijalnom štetom	10060	10783	1231	22074
S ozlijeđenim sudionicima	3347	2432	457	6236
S poginulim sudionicima	47	75	6	128
Ukupno	13454	13290	1694	28438
Udio prometnih nesreća	Križanja	Ravni potez	Zavoj	Ukupno
S materijalnom štetom	45.57%	48.85%	5.58%	22074
S ozlijeđenim sudionicima	53.67%	39.00%	7.33%	6236
S poginulim sudionicima	36.72%	58.59%	4.69%	128
Udio u ukupnom broju	Križanja	Ravni potez	Zavoj	
S materijalnom štetom	74.77%	81.14%	72.67%	
S ozlijeđenim sudionicima	24.88%	18.30%	26.98%	
S poginulim sudionicima	0.35%	0.56%	0.35%	
Ukupno	13454	13290	1694	

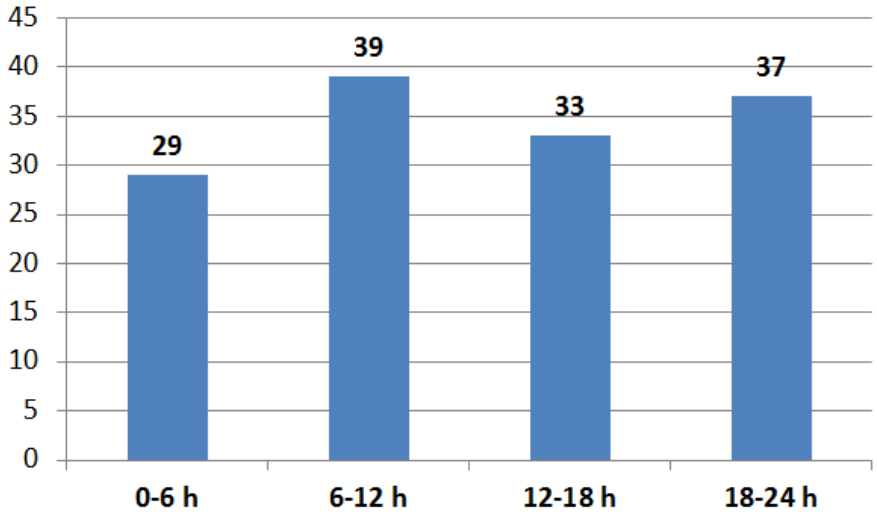
Izvor: [14]

U ukupnom broju prometnih nesreća u zavojima, 0.35% je s poginulima, dok na križanjima bilježimo isti postotni udio poginulih s obzirom na broj nesreća sa navedenim posljedicama. Kada se promatraju prometne nesreće na ravnim cestovnim potezima 81,14% ih završi s materijalnom štetom.

Tablica 5.9 prikazuje distribuciju posljedica prometnih nesreća s obzirom na karakteristike cesta. S ciljem lakše interpretacije rezultata, apsolutnim su vrijednostima u tablici kontingencije pridruženi pripadajući postotci. Nesreće s materijalnom štetom češće se događaju na ravnim cestovnim potezima, a nesreće s ozlijeđenim sudionicima su puno češće na zavojima. Najveći broj prometnih nesreća s poginulim sudionicima dogodio se na ravnim cestovnim potezima. Dakle, broj prometnih nesreća s različitim posljedicama nije zastupljen u jednakim omjerima na različitim dijelovima cesta.[13]

5.2. Prometne nesreće s poginulim sudionicima po dijelovima dana

U ovom poglavlju dati su statistički podaci o prometnim nesrećama s poginulim sudionicima ovisno o dijelu dana kada se nesreća dogodila. Kao što se može vidjeti broj poginulih po dijelovima dana gotovo je ravnomjerno raspoređen, pri čemu najviše poginulih bilježi period od 6 h – 12 h.



Slika 5.25 Grafički prikaz broja prometnih nesreća s poginulim sudionicima po dijelovima dana

Kod nesreća s materijalnom štetom i ozlijeđenim sudionicima omjeri u broju nesreća imaju slične karakteristike (najviše nesreća između 12 h i 18 h, a najmanje između 0 h i 6 h), ali kod prometnih nesreća s poginulim sudionicima to nije tako (najviše ovakvih prometnih nesreća zabilježeno je od 6 h do 12 h, a značajno je manji njihov udio između 12 h i 18 h).

Tablica 5.10 Broj prometnih nesreća po mjesecima tijekom 4 godine

Prometne nesreće	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj
S materijalnom štetom	2196	2118	2273	2164	2267	2135
S ozlijeđenim sudionicima	397	426	508	567	666	606
Sa poginulim sudionicima	8	11	11	9	14	15
UKUPNO	2601	2555	2792	2740	2947	2756

Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	UKUPNO
1841	1602	2230	2490	2347	2568	26231
586	481	639	600	572	565	6613
16	8	15	12	7	12	138
2443	2091	2884	3102	2926	3145	32982

Izvor: [13]

Tablica 5.10 prikazuje ukupni broj prometnih nesreća po mjesecima tijekom godine. Utvrđeno je da se najveći broj prometnih nesreća događa u jesenskim mjesecima. Slika omogućuje jasniji uvid u raspodjelu broja prometnih nesreća tijekom godina i ističe razdoblja s većom učestalošću nesreća. Ako se razmatra tablica 5.10 najveći broj poginulih bilježe mjeseci lipanj, svibanj, srpanj i rujan.

5.3. Izračun rizika prometne nesreće na kritičnim prometnicama

Cilj ovoga poglavlja je predstaviti izračun rizika prometnih nesreća na kritičnim prometnicama Grada Zagreba, koristeći metode određivanje faktora rizika opisane u prošlom poglavlju. U nastavku će se provesti izračun rizika za sljedeće kritične prometnice: Slavonska Avenija, Ilica, Ulica Grada Vukovara, Kneza Branimira, Avenija Dubrovnik, Zagrebačka Avenija i Maskimirska. Izračun rizika odnosi se na određivanje sljedećih parametara: korigirani kolektivni i individualni rizik prometne

nesreće, kolektivni i individualni rizik stradanja, kolektivni i individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih, kolektivni i individualni rizik poginulih.

5.3.1. Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća (KRPN)

Ponderirani broj prometnih nesreća određuje se pomoću sljedećeg izraza:

$$PBPN = \left(n_1 + n_2 \times 20 + n_3 \times 150\right) \quad (1)$$

Pri čemu je: n_1 – broj prometnih nesreća s materijalnom štetom, n_2 – broj prometnih nesreća sa ozlijeđenim osobama, n_3 – broj prometnih nesreća sa poginulim osobama. U izračunu su korišteni podaci za razdoblje od 2010. do 2013. godine. Osim izraza (1) koristi se i sljedeći način izračuna:

$$PBPN = \left(n_1 + n_2 \times 20 + n_3 \times 150\right) \times \left(\frac{POG}{LO + TO + POG}\right) \quad (2)$$

Za određivanje ukupne vrijednosti koristi se izraz:

$$KRPN = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBPN}{G \times L} \times \left(\frac{nesreće}{km \times godišnje}\right) \quad (3)$$

Uz korištenje izraza (2) i (3) te vremenski period od 4 godine 2010. – 2013. dobivene su vrijednosti faktora KRP prikazane u tablici.

Tablica 5.11 Izračunate vrijednosti faktora KRPN

2010. – 2013.	**PBPN1**	**PBPN2**	**PBPN3**	**PBPN4**	**KRPN**
Slavonska Avenija	729	666	687	451	3.00
Ilica	549	536	519	490	4.63
Grada Vukovara	628	404	415	280	2.61
Kneza Branimira	548	563	370	383	6.57
Avenija Dubrovnik	435	343	309	245	5.65
Zagrebačka Av.	516	418	319	367	5.31
Maksimirska	299	473	344	240	1.96

Najveći korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća bilježe prometnice Ulica Kneza Branimira i Avenija Dubrovnik, što je uzrokovano velikim brojem poginulih u periodu 2010.-2013. godina, pošto se u ponderiranom broju prometnih nesreća koristi težina od 150 za broj poginulih u prometnim nesrećama.

5.3.2. Korigirani individualni rizik prometnih nesreća (IRPN)

Uz korištenje duljina navedenih prometnica te već određene parametre PBPN za razdoblje od 2010 – 2013. godine kao i procijenjeni prosječni godišnji dnevni promet te izraze (4) i (5) dobivene su vrijednosti prikazane u tablici

$$IRPN = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBPN}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^{G} PGDP} \times 10^6 \times \left[\frac{nesreće}{mil \times voz \times km} \right] \quad (4)$$

$$PGDP = \frac{ukupno \quad vozila \quad godišnje}{365 dana} \left[\frac{vozila}{dan} \right] \quad (5)$$

Tablica 5.12 Vrijednosti faktora IRPN na kritičnim prometnicama Grada Zagreba

2010. – 2013.	**PBPN1**	**PBPN2**	**PBPN3**	**PBPN4**	**IRPN**
Slavonska Avenija	729	666	687	451	1.32
Ilica	549	536	519	490	3.38
Grada Vukovara	628	404	415	280	1.78
Kneza Branimira	548	563	370	383	4.80
Avenija Dubrovnik	435	343	309	245	4.76
Zagrebačka Av.	516	418	319	367	3.64
Maksimirska	299	473	344	240	1.79

Za izračun vrijednosti u tablici 5.12 korišten je procijenjeni prosječni godišnji promet, pošto ne postoji odgovarajući sustav brojanja prometa na navedenim prometnicama. Kao što se može vidjeti iz tablice 5.12 najveći individualni rizik prometnih nesreća imaju prometnice ulica Kneza Branimira i Avenija Dubrovnik, razlog je istovjetan kao kod izračuna KRPN velik broj poginulih u odnosu na manji

broj prometnih nesreća nego što je to slučaj na ostalim prometnicama prikazanim u tablici.

5.3.3. Kolektivni rizik stradanja (KRS)

Za izračun kolektivnog rizika stradanja korišteni su izrazi (6) i (7), prilikom čega se u odnosu na izračun faktora PBPN za poginule sudionike prometa koristi faktor 50, što rezultira i promjenom u rezultatima prikazanim u tablici 5.13.

$$PBN = LO + 5 \times TO + 50 \times POG \tag{6}$$

$$KRS = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBN}{G \times L} \left[\frac{nastradali}{km \times godisnje} \right] \tag{7}$$

Tablica 5.13 Vrijednosti faktora KRS za kritične prometnice

2010. – 2013.	**PBN1**	**PBN2**	**PBN3**	**PBN4**	**KRS**
Slavonska Avenija	729	666	687	451	35.18
Ilica	549	536	519	490	92.65
Grada Vukovara	628	404	415	280	78.50
Kneza Branimira	548	563	370	383	70.61
Avenija Dubrovnik	435	343	309	245	87.63
Zagrebačka Av.	516	418	319	367	60.45
Maksimirska	299	473	344	240	105.94

Kao što se može vidjeti iz tablice 5.13 najveći kolektivni rizik stradanja imaju sljedeće prometnice: Maksimirska cesta, Ilica i Avenija Dubrovnik. U izračunu se koristi ponderirani broj nastradalih koji u odnosu na PBPN koristi manje težine broja poginulih i ozlijeđenih sudionika prometa. Izračun pokazuje i osjetljivost na duljinu prometnice zbog čega ulice s većim duljinama bilježe niže vrijednosti faktora kolektivnog rizika stradalih.

5.3.4. Individualni rizik stradanja (IRS)

Ako se u izračunu u odnos postave ponderirani broj nastradalih i broja vozila na kilometar prometnice dobije se vrijednost individualnog rizika stradanja, koristi se izraz (8).

$$IRS = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBN}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^{G} PGDP} \times 10^6 \times \left[\frac{nastradali}{mil \times voz \times km} \right] \quad (8)$$

Tablica 5.14 Vrijednosti faktora IRS za kritične prometnice

2010. – 2013.	**PBN1**	**PBN2**	**PBN3**	**PBN4**	**IRS**
Slavonska Avenija	729	666	687	451	15.42
Ilica	549	536	519	490	67.69
Grada Vukovara	628	404	415	280	53.77
Kneza Branimira	548	563	370	383	51.58
Avenija Dubrovnik	435	343	309	245	73.87
Zagrebačka Av.	516	418	319	367	41.40
Maksimirska	299	473	344	240	96.75

Rezultati izračuna prikazani su u tablici 5.14, najmanju vrijednost individualnog rizika stradanja bilježe sljedeće prometnice: Slavonska Avenija i Zagrebačka Avenija, ponajviše zahvaljujući tome što imaju najveće odnose broja poginulih i duljine prometnice, tako da Slavonska Avenija ima najveću duljinu i najveći broj prometnih nesreća, ali najmanji faktor IRS.

5.3.5. Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (KRPTO)

Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih dobiva se korištenjem izraza (9), a stavlja u odnos broj poginulih i ozlijeđenih i dužine promatrane dionice.

$$KRPTO = \frac{\sum_{i=1}^{G} (\mathrm{POG} + \mathrm{TO})}{G \times L} \left[\frac{pog.i.\,\mathrm{teskoozl.}}{km \times godisnje} \right] \quad (9)$$

Ova metoda izračuna reprezentativna je za rangiranje kraćih dionica, zbog čega jako niske vrijednosti KRPTO-a bilježe duže dionice, kako to prikazuju rezultati u tablici 5.15.

Tablica 5.15 Vrijednosti faktora KRPTO za kritične prometnice

2010. – 2013.	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**KRPTO**
Slavonska Avenija	63	57	55	48	3.10
Ilica	62	78	70	66	12.21
Grada Vukovara	63	41	45	34	8.32
Kneza Branimira	58	60	43	39	7.58
Avenija Dubrovnik	49	41	30	32	10.00
Zagrebačka Av.	56	57	34	49	7.31
Maksimirska	37	61	49	33	14.06

Najnižu vrijednost faktora KRPTO bilježe Slavonska Avenija i Zagrebačka Avenija, pošto su ujedno i najduže dionice. Veliku vrijednost faktora bilježe Maksimirska cesta i Ilica, što je rezultat manje dužine u odnosu na druge prometnice.

5.3.6. Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (IRPTO)

Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih dobiva se stavljanjem u odnos broja poginulih i ozlijeđenih sa dužinom promatrane dionice, za izračun se koristi izraz (10).

$$IRPTO = \frac{\sum_{i=1}^{G}(\mathrm{POG}+\mathrm{TO})}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^{G} PGDP} \left[\frac{pog.i.\,\mathrm{teskoozl.}}{mil \times voz \times km} \right] \qquad (10)$$

Rezultati izračuna prikazani su u tablici 5.16, najniže vrijednosti ponovno bilježe najduže dionice, dok najveće vrijednosti bilježe ponovno Ilica, Maksimirska cesta i Avenija Dubrovnik, što je rezultat male dužine u odnosu na ostale promatrane prometnice.

Tablica 5.16 Vrijednosti faktora IRPTO za kritične prometnice

2010. – 2013.	P1	P2	P3	P4	IRPTO
Slavonska Avenija	63	57	55	48	1.36
Ilica	62	78	70	66	8.92
Grada Vukovara	63	41	45	34	5.70
Kneza Branimira	58	60	43	39	5.53
Avenija Dubrovnik	49	41	30	32	8.43
Zagrebačka Av.	56	57	34	49	5.01
Maksimirska	37	61	49	33	12.84

5.3.7. Kolektivni rizik poginulih (KRP)

Za izračun kolektivnog rizika poginulih, koristi se odnos broja poginulih u periodu od 2010. – 2013. i dužina promatranih prometnica, izraz (11).

$$KRP = \frac{\sum_{i=1}^{G} POG}{G \times L} \left[\frac{poginuli}{km \times godisnje} \right] \qquad (11)$$

Tablica 5.17 Vrijednosti faktora KRP za kritične prometnice

2010. – 2013.	P1	P2	P3	P4	KRP
Slavonska Avenija	2	1	3	1	0.09722
Ilica	2	0	1	1	0.17699
Grada Vukovara	2	0	0	0	0.09091
Kneza Branimira	2	2	0	2	0.22727
Avenija Dubrovnik	2	0	1	0	0.19737
Zagrebačka Av.	3	0	1	1	0.18657
Maksimirska	0	1	0	0	0.07813

Najniže vrijednosti KRP-a bilježe Slavonska Avenija, Maksimirska cesta i Ulica Grada Vukovara, dok najveće vrijednosti bilježe Ulica Kneza Branimira i Avenija Dubrovnik, kako je to prikazano u tablici 5.17.

5.3.8. Individualni rizik poginulih (IRP)

Stavljanjem u odnos broja poginulih u prometnim nesrećama i broja vozila na kilometru dobiva se vrijednost individualnog rizika poginulih, za izračun se koristi izraz (12).

$$IRP = \frac{\sum_{i=1}^{G} POG}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^{G} PGDP} \left[\frac{poginulih}{mil \times voz \times km} \right] \qquad (12)$$

Tablica 5.18 Vrijednosti faktora IRP za kritične prometnice

2010. – 2013.	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**IRP**
Slavonska Avenija	2	1	3	1	0.04262
Ilica	2	0	1	1	0.12931
Grada Vukovara	2	0	0	0	0.06227
Kneza Branimira	2	2	0	2	0.16604
Avenija Dubrovnik	2	0	1	0	0.16638
Zagrebačka Av.	3	0	1	1	0.12779
Maksimirska	0	1	0	0	0.07135

U izračunu faktora IRP koristi se i prosječni godišnji dnevni promet, za koji su odabrane procijenjene vrijednosti zbog nedostatka podataka, ne postoje odgovarajući mjerači prometa. Najveće vrijednosti faktora IRP bilježe Ulica Kneza Branimira i Avenija Dubrovnik.

5.4. Usporedba stvarnih podataka i izračunatih rizika prometnih nesreća

Radi stjecanja što boljeg uvida u točnost faktora rizika izračunatih u prošlom poglavlju, potrebno ih je interpretirati i usporediti sa stvarnim statističkim podacima o prometnim nesrećama s obzirom na broj ozlijeđenih i poginulih. Tablica 5.19 prikazuje stvarne statističke podatke vezane uz navedene parametre.

Tablica 5.19 Broj poginulih i ozlijeđenih na kritičnim prometnicama

Prometnica	Ozlijeđenih				Poginulih			
	2010.	2011.	2012.	2013.	2010.	2011.	2012.	2013.
Slavonska Av.	61	56	52	47	2	1	3	1
Ilica	60	78	69	65	2	0	1	1
Grada Vukovara	61	41	45	34	2	0	0	0
Kneza Branimira	56	58	43	37	2	2	0	2
Av. Dubrovnik	47	41	29	32	2	0	1	0
Zagrebačka Av.	53	57	33	48	3	0	1	1
Maksimirska	37	60	49	33	0	1	0	0

Izvor: [14]

Stvarni statistički podaci se uspoređuju sa izračunatim faktorima rizika. Važno je naglasiti da je za izračun faktora rizika u prošlom poglavlju u obzir uzet samo procijenjeni godišnji dnevni promet, pošto ne postoje dovoljno detaljni podaci o stvarnom prosječnom godišnjem dnevnom prometu. Pretpostavlja se da će postojati određena neslaganja sa stvarnim statističkim podacima vezanim za broj poginulih i ozlijeđenih, ali važnost izračuna odnosi se na međusobni omjer izračunatih faktora rizika. U tablici 5.20 prikazani su izračunati faktori rizika koji su redom: KRPN i IRPN – korigirani kolektivni i individualni rizik prometne nesreće, KRS i IRS – kolektivni i individualni rizik stradanja, KRPTO i IRPTO – kolektivni i individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih te KRP i IRP – kolektivni i individualni rizik poginulih. Također je važno za naglasiti da je u proračunima rizika umjesto broja teško ozlijeđenih, zbog nedostupnosti podataka, korišten broj ozlijeđenih.

Tablica 5.20 Izračunati faktori rizika

Prometnica	KRPN	IRPN	KRS	IRS	KRPTO	IRPTO	KRP	IRP
Slavonska Av.	3.00	1.32	35.18	15.42	3.10	1.36	0.097	0.042
Ilica	4.63	3.38	92.65	67.69	12.21	8.92	0.176	0.129
Vukovarska	2.61	1.78	78.50	53.77	8.32	5.70	0.090	0.062
Kn. Branimira	6.57	4.80	70.61	51.58	7.58	5.53	0.227	0.166
Av. Dubrovnik	5.65	4.76	87.63	73.87	10.00	8.43	0.197	0.166
Zagrebačka Av.	5.31	3.64	60.45	41.40	7.31	5.01	0.186	0.127
Maksimirska	1.96	1.79	105.9	96.75	14.06	12.84	0.078	0.071

Da bi se jednostavnije usporedili stvarni podaci i izračunati faktori rizika koriste se ukupan broj ozlijeđenih i ukupan broj poginulih sudionika prometa u razdoblju 2010. – 2013., kako je to prikazano u tablici 5.21.

Tablica 5.21 Ukupan broj ozlijeđenih i poginulih u razdoblju 2010. – 2013.

Prometnica	Ukupno ozlijeđenih	Ukupno poginulih	Duljina [km]	PGDP (procijenjeni)
Slavonska Av.	216	7	18.00	25000
Ilica	272	4	5.65	15000
Grada Vukovara	181	2	5.50	16000
Kneza Branimira	194	6	6.60	15000
Av. Dubrovnik	149	3	3.80	13000
Zagrebačka Av.	191	5	6.70	16000
Maksimirska	179	1	3.20	12000

Izvor: [15]

Ako se izvrši usporedba rezultata iz tablica 5.20 i 5.21 može se doći do sljedećih zaključaka. Iako Slavonska Avenija bilježi najveći ukupni broj poginulih sudionika prometa, bilježi najniži korigirani individualni rizik prometnih nesreća, kao i najniže vrijednosti faktora IRS, IRPTO i IRP. Prilikom razmatranja rezultata važno je u obzir uzeti i procijenjeni PGDP koje je za ovu prometnicu najveći, kao i samu duljinu prometnice, koja također utječe na konačne rezultate, obrnuto proporcionalno. Ako se navedeno uzme u obzir rezultati su očekivani, u smislu odnosa prema ostalim prometnicama. Druga prometnica s najvećim brojem poginulih sudionika prometa je prometnica Kneza Branimira koja ima najviši faktor KRPN i IRPN i u usporedbi s ostalim prometnicama značajne vrijednosti faktora KRS i KRP, ponovno se prilikom razmatranja rezultata u obzir trebaju uzeti PGDP i duljina prometnice. Ali kada je u pitanju odnos dobivenih faktora za dvije navedene prometnice pokazuje se da je unatoč nižem broju poginulih i ozlijeđenih ulica Kneza Branimira rizičnija sa stajališta prometa i rizika u odnosu na Slavonsku Aveniju.

Najviše vrijednosti faktora KRS ima Maksimirska ulica, što je rezultat najmanje duljine prometnice te najnižeg PGDP-a, u usporedbi sa stvarnim podacima navedena prometnica ima najmanji broj poginulih u vremenskom razdoblju 2010. – 2013. Navedena prometnica ujedno ima i najveće faktore IRS, IRPTO te KRPTO. Dobiveni rezultat može se usporediti sa podacima i izračunatim faktorima rizika za Zagrebačku Aveniju, koja ima značajno veći broj poginulih u odnosu na Maksimirsku ulicu, a također ima i dosta ujednačene faktore rizika. Ovakav rezultat duguje ponajprije niskom procijenjenom prosječnom godišnjem dnevnom prometu, koji je među najnižima. Stoga se prilikom donošenje odluke o razini sigurnosti i ta činjenica treba uzeti u obzir.

Unatoč tome što podaci za prometnicu Ilica bilježe najviši broj ozlijeđenih, izračunati faktori rizika pokazuju ujednačene vrijednosti, prometnica bilježi značajnu vrijednost faktora KRS i IRS. Visoke vrijednosti navedenih faktora za Ilicu rezultat su samog načina izračuna faktora koji u obzir uzima otežani broj ozlijeđenih i poginulih. S obzirom na duljinu prometnice, procijenjeni PGDP te ukupan broj ozlijeđenih i poginulih u usporedbi s drugim prometnicama može se donijeti zaključak da prometnica ima nisku razinu sigurnosti, što nije izravno vidljivo iz dobivenih rezultata.

Može se primijetiti da gotovo svi izračunati faktori rizika ukazuju na probleme pojedinih prometnica, na način da se iz dobivenih rezultata mogu odrediti i potencijalne mjere povećanja sigurnosti.

Za primjer se može uzeti Avenija Dubrovnik koja bilježi 3 poginula sudionika prometa te 145 ozlijeđenih sudionika prometa u vremenskom periodu 2010. – 2013., ima dosta visoku vrijednost faktora KRPN i IRPN te IRS i KRS. Razlog tome je što navedeni faktori u obzir uzimaju i sami odnos broja poginulih i teško ozlijeđenih. Kao što se vidi iz stvarnih podataka navedena prometnica na najniži broj ozlijeđenih ima najviši broj poginulih, što ukazuje da u odnosu na druge prometnice ima velik postotak poginulih. Jedan od razloga za ovakav zaključak je u samoj poziciji i geometriji prometnice, kao i postojećoj semaforizaciji i okolnoj infrastrukturi. U prethodnim poglavljima su navedeni najčešći razlozi prometnih nesreća koji se mogu dovesti u vezu sa navedenim zaključcima. Stoga se unatoč relativno ujednačenim vrijednostima faktora rizika, prometnica sa stajališta smrtnosti u prometnim nesrećama može smatrati nedovoljno sigurnom. U obzir također treba uzeti i činjenicu da ima gotovo najniži procijenjeni parametar PGDP-a te da spada u kraće prometnice iz liste kritičnih prometnica.

Kada je u pitanju faktor KRP (kolektivni rizik poginulih) najveću vrijednost bilježi Ulica Kneza Branimira, podaci navedeni u tablicama 5.20 i 5.21. Rezultat se može interpretirati na način da se u obzir uzme odnos duljine prometnice i broja poginulih koji značajno definira vrijednost ovoga faktora. Do jednakog rezultata se može doći i promatranjem vrijednosti faktora IRP. Među svim navedenim prometnicama najujednačenije vrijednosti faktora bilježi Ulica Grada Vukovara. S obzirom na odnos broja poginulih i ozlijeđenih te duljine i procijenjene vrijednosti faktora PGDP bilježi značajno ravnomjernije rezultate. Svi faktori su dosta blizu srednjim ocjenama faktora rizika ostalih prometnica, što ukazuje na zadovoljavajuću razinu sigurnosti. Izračunati faktori rizika se mogu interpretirati na ovaj način i jednostavnom usporedbom sa uzrocima i glavnim rizicima nesreća na navedenoj prometnici.

6. MOGUĆNOSTI POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA NA KRITIČNIM PROMETNICAMA GRADA ZAGREBA

Cilj ovoga poglavlja je iz podataka prikazanih u prethodnim poglavljima prepoznati odgovarajuće kritične točke po pitanju sigurnosti gradskog prometa u Gradu Zagrebu, kao i okolnosti na koje se može djelovati prometnom infrastrukturom te prepoznati odgovarajuće mehanizme i smjernice djelovanja s ciljem povećanja razine sigurnosti.

U literaturi se mogu pronaći odgovarajuće metode koje se koriste u praksi, najrašireniju uporabu nalazi metoda opasnih mjesta. Metoda je temeljena na praćenju i analizi statističkih podataka o prometnim nesrećama sa velikim postotkom ozlijeđenih ili smrtno stradalih na mjestima koje bilježe velik broj prometnih nesreća. Značajan utjecaj na broj prometnih nesreća ima i odgovarajuće informiranje i obrazovanje vozača i svih ostalih sudionika prometa. Kao jedan od osnovnih alata djelovanja na sigurnost može se predstaviti planiranje brzine na uličnoj mreži grada.[8]

6.1. Lista najugroženijih prometnica Grada Zagreba

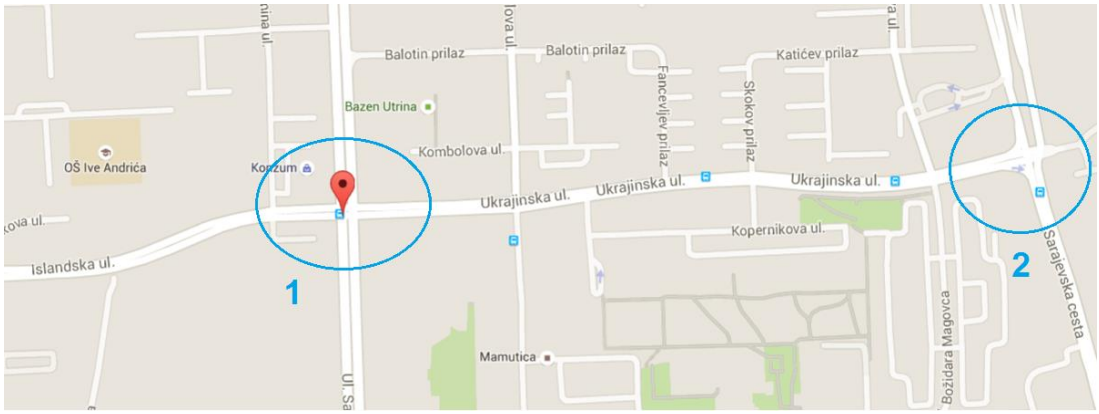
Tablica 6.1 prikazuje listu najkritičnijih prometnica u Gradu Zagrebu, na listu su uvrštene one prometnice na kojima se bilježi najveći broj prometnih nesreća. Kada je u pitanju sigurnost u prometu važno mjesto zauzima i projektiranje ulične mreže, pješačkih prijelaza, autobusnih stajališta i sve popratne infrastrukture koja generira potencijalne rizike. Analiza statističkih podataka predstavlja najvažniji alat prepoznavanja kritičnih prometnica. Kada je u pitanju Grad Zagreb, najveći broj prometnih nesreća u razdoblju od dvije prošle godine bilježe Slavonska Avenija, Ilica, Ulica Grada Vukovara te Ulica Kneza Branimira. Broj prometnih nesreća nalazi se i u sprezi sa prometnim opterećenjem navedenih prometnica. Jedan od ključnih problema je problem regulacije brzine u prometu. Kao što se može vidjeti iz prethodnog poglavlja broj poginulih i ozlijeđenih sudionika prometa za pojedine okolnosti nalazi se u izravnoj vezi sa neprimjerenom brzinom. Problemom neprimjerene brzine na gradskim prometnicama bave različiti koncepti među kojima je najbitniji koncept smirivanja prometa.[16]

Tablica 6.1 Lista najkritičnijih prometnica Grada Zagreba

Najugroženije prometnice	Nesreće		Poginulih		Ozlijeđenih	
	2013.	**2014.**	**2013.**	**2014.**	**2013.**	**2014.**
Slavonska Avenija	235	219	1	2	70	107
Ilica	185	182	1	0	85	89
Ul. Grada Vukovara	180	183	1	0	62	75
Kneza Branimira	159	145	3	0	65	65
Avenija Dubrovnik	142	140	0	0	54	72
Zagrebačka Av. – Ljubljanska	142	133	1	0	73	79
Maksimirska	116	121	0	0	67	77
Av. V. Holjevca	101	75	4	0	66	51

Izvor: [13]

Kao osnovni skup podataka koji se koristi za prepoznavanje kritičnih prometnica osim broja poginulih koristi se i broj ozlijeđenih sudionika prometa. U nastavku su predstavljena neka od kritičnih mjesta, kada je u pitanju sigurnost u prometu. Broj prometnih nesreća se odnosi na ozlijeđene i poginule sudionike u prometu u periodu od dvije godine.



Slika 6.1 (1) – 10 nesreća, (2) – 11 nesreća

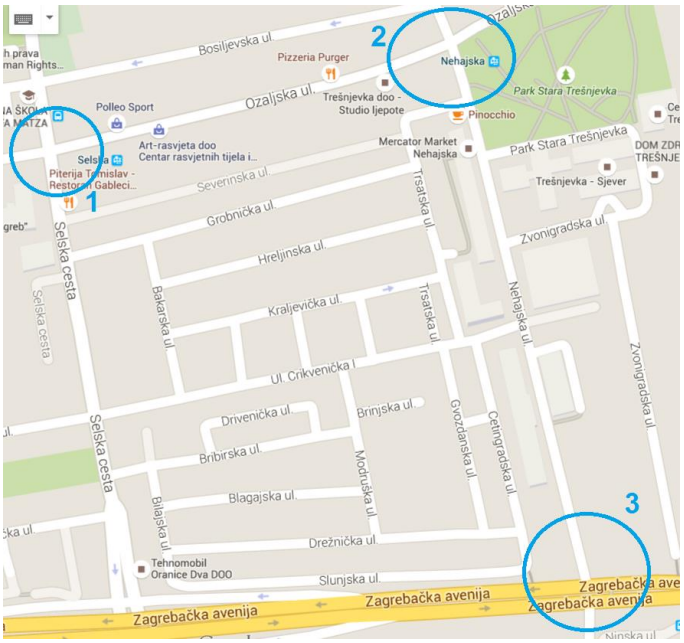
Slika 6.1 prikazuje broj nesreća u posljednje dvije godine, najveći broj nesreća uzrokuje nepoštivanje prednosti prolaska, nepropisno uključivanje u promet te pogreške pješaka – kritično mjesto 1. Dok na mjestu 2 prevladavaju nesreće

uzrokovane nepoštivanjem prava prednosti, rezultiranju većinom bočnim sudarima.



Slika 6.2 Prometne nesreće s poginulim i ozlijeđenim sudionicima ((1) – 9 nesreća, (2) – 14 nesreća)

Na kritičnom mjestu 1 prevladavaju bočni sudari uzrokovani nepoštivanjem svjetlosnog znaka te nepoštivanje razdaljine između vozila. Kritično mjesto 2 nesreće uzrokuju nepropisana brzina i vožnja na nedozvoljenoj udaljenosti. Oba mjesta bilježe veliku gustoću nesreća, čiji uzroke je potrebno istražiti.



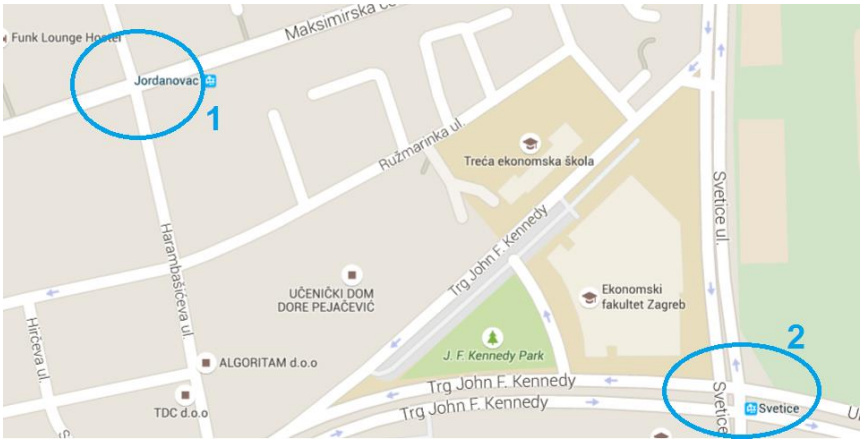
Slika 6.3 Prometne nesreće (1) – 12 nesreća, (2) – 9 nesreća, (3) – 9 nesreća

Kritična točka prikazana na slici 6.3 bilježe značajan broj prometnih nesreća. Osnovni uzroci su nepoštivanje svjetlosnog znaka (bočni sudari), naleti na pješake (pogreške pješaka) te brzina neprimjerena uvjetima. Broj nesreća je u porastu, a glavni uzrok nesreća je nepoštivanje svjetlosnog znaka, što je dovoljan argument za bolji nadzor i ostale intervencije na kritičnim točkama.



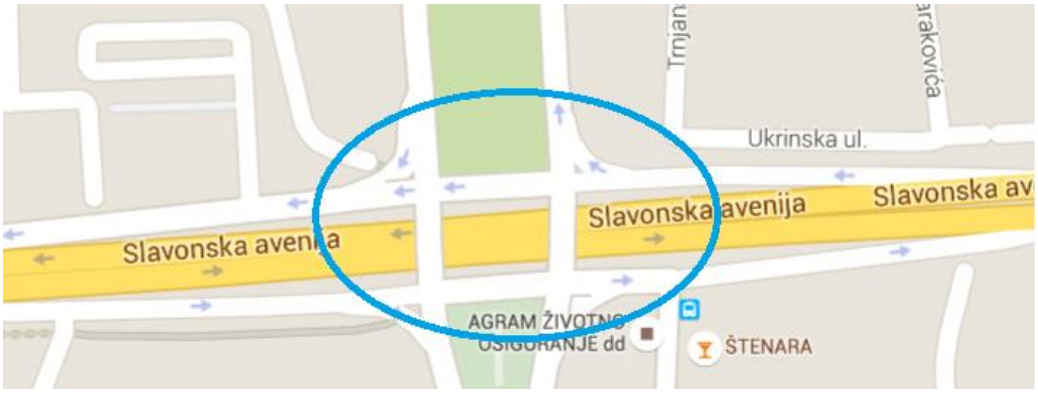
Slika 6.4 Prometne nesreće (1) – 12 nesreća, (2) – 15 nesreća

Slika 6.4 prikazuje dvije kritične točke na križanjima Ilice, najčešći uzrok je neprimjerena brzina vozila, a rezultiraju naletom na pješaka te sudarom vozila u slijedu. Na obje lokacije ne postoji semaforizacija, niti primjerena regulacija prometa, stoga predstavljaju velik sigurnosni rizik.



Slika 6.5 Prometne nesreće (1) – 12 nesreća, (2) – 18 nesreća

Kada je u pitanju slika 6.5 glavni uzrok prometnih nesreća je nepoštivanje svjetlosnog znaka te nepoštivanje prava prolaska. Uzrok većine prometnih nesreća je nepoštivanje svjetlosnog znaka.



Slika 6.6 Križanje Ulice Hrvatske bratske zajednice i Slavonske Avenije – 24 nesreće

Na slici 6.6 prevladavaju prometne nesreće uzrokovane nepoštivanjem svjetlosnog znaka i nepropisnim uključivanjem u promet. Najčešće su prometne nesreće sa bočnim sudarima i naletima na bicikliste. Kritična mjesta predstavlja točku velike koncentracije prometnih nesreća.

Analiza kritičnih točaka u gradskoj cestovnoj mreži predstavlja opsežan problem, koji zahtijeva pažljiva mjerenja statističkih podataka, ali predstavlja osnovni alat za prepoznavanje mogućih poboljšanja sigurnosti. Prepoznavanje osnovnih rizika temelji se na analizi kritičnih točaka, ali to ujedno predstavlja i prvi korak ka povećavanju razine sigurnosti u prometu. Gradski cestovni promet, osobito na glavnim prometnicama u pravilu trpi veliko prometno opterećenje, stoga sigurnost predstavlja jedan od dugoročnih prioriteta.[16]

6.2. Smirivanje prometa u gradovima

Povećanjem opterećenja gradske cestovne mreže i povećanjem stupnja motorizacije dolazi i do povećanja broja prometnih nesreća. Gradska cestovna mreža treba osigurati pokretljivost sa što većom protočnošću i brzinom, a s druge strane brzina predstavlja i glavni rizik sigurnosti. Prema dostupnim podacima za Hrvatsku brzina pri kojoj nema težih posljedica za sudionike u prometu iznosi 30 km/h, granična brzina između nastanka lakših i težih ozljeda pješaka i biciklista

prilikom naleta vozila iznosi 36 km/h.[5] Koncept smirivanja prometa temelji se na osiguranju optimalnog odnosa sigurnosti u prometu i pokretljivosti. Cilj je pravilnim pristupom projektiranju cestovne mreže povećati sigurnost prometa smanjivanjem brzine kretanja vozila unutar stambenih zona i zona s velikim protokom pješaka.

6.2.1. Reorganizacija postojeće cestovne mreže

Prema dostupnim podacima i istraživanjima vezanim za sigurnost u prometu, pokazalo se da se smirivanje prometa ne može dovesti do razine brzine kretanja vozila od 30-40 km/h. Osnovni problem predstavljaju pogreške vozača koji brzinu ne prilagođavaju prometnim znakovima nego prema drugim cestovnim uvjetima i uvjetima okoliša. Situaciju ne poboljšava ni prisustvo nadzora prometnice. Povećane brzine vožnje se stoga bilježe na mjestima gdje je kolnik veće širine, na duljim ravnim cestovnim potezima, zavojima većeg polumjera te na širim raskrižjima. Prema podacima iz prošlog poglavlja ovi zaključci slažu se sa stanjem u Gradu Zagrebu. Najveću smrtnost pješaka tako se bilježi na ravnim cestovnim potezima, a glavni uzrok je neprimjerena brzina vozila.[8][3]

6.2.2. Mjere za smirivanje prometa

Koncept smirivanja prometa predstavlja kompromisno rješenje, glavni razvoj bilježi u zapadnoj Europi 70ih godina 20. stoljeća.[5] Do tada glavni cilj projektanata prometnica bio je povećanje pokretljivosti, što je dugoročno počelo predstavljati velik sigurnosni rizik. Moderni pristup projektiranju prometnica uključuje niz rješenja koje vozače prisiljavaju na smanjivanje brzine i povećanje sigurnosti u prometu. Najčešće primjenjivani oblici su proširenje nogostupa u odnosu na kolnik (stvaranje „uskog grla“ za vozače) dok se pješacima skraćuje put prijelaza ceste, namjerno projektiranje prijeloma, što prisiljava vozače na vožnju s čestom promjenom smjera, pri čemu ne mogu ostvariti veće brzine, itd.[8] Često se koriste i prometni otoci za usmjeravanje vozila, kao i „ležeći policajci“, sve više se koriste i različite podloge koje tjeraju vozače na smanjenje brzine – vibracijske trake.[8]

7. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana problematika sigurnosti na cestovnim prometnicama Grada Zagreba. Cilj analize rizika nastanka prometnih nesreća je prepoznati glavne čimbenike sigurnosti, kao i glavne rizike sigurnosti. Sa stajališta obrade bitnih podataka o prometnim nesrećama najbitnije stavke su odabir metode istraživanja, perioda promatranja ponašanja čimbenika sigurnosti na pojedinim prometnicama te tehnička identifikacijska tehnologija koja se odnosi na određivanje stopa rizika od nesreće, srednje vrijednosti rizika te podjele kategorija prometnica s obzirom na rizike. U postupku identifikacije se kao prihvaćeni pokazatelji koriste različite matematičke metode izračuna, a kao cilj se uzima određivanje opasnih mjesta. Pokazatelji sigurnosti se tvore na način da se pokuša uključiti što je god moguće točniji i širi skup bitnih pojava i okolnosti. Prometne nesreće su podijeljene s obzirom na okolnosti (križanja, ravni cestovni potez, zavoj) i s obzirom na vrste nesreća. Određivanje opasnih mjesta sigurnosti temelji se na izoliranju kritičnih prometnica, što nužno pretpostavlja statističko praćenje stanja sigurnosti. U radu se za procjenu stanja sigurnosti koristi izračun faktora rizika. Interpretacija faktora rizika s obzirom na stvarne podatke o prometnim nesrećama ukazuje na probleme sigurnosti u cestovnom prometu. Različiti faktori jasno ukazuju na potrebne mjere poboljšanja sigurnosti. Provedena analiza je pokazala da se iz izračunatih faktora rizika mogu postići zadovoljavajući rezultati po pitanju prepoznavanja određenih skupina problema. Stanje sigurnosti cestovnog prometa procijenjeno je s obzirom na broj, vrstu, okolnosti i karakteristike prometnih nesreća. S obzirom na obrađene statističke podatke o prometnim nesrećama na području Grada Zagreba može se zaključiti da se stanje sigurnosti na prometnicama grada popravlja. Odnosno u periodu od 2010. – 2013. godine bilježi se pad broja prometnih nesreća, kao i pad broja nesreća sa poginulim sudionicima. Kada su u pitanju mogućnosti povećanja sigurnosti cestovnog prometa prikazano je više primjera gdje se dodavanjem dodatne prometne infrastrukture te prometnih intervencija stanje sigurnosti može značajno poboljšati. U posljednjem dijelu rada prikazan je koncept smirivanja prometa u gradovima, koji primijenjen u praksi podiže razinu sigurnosti, a uključuje reorganizaciju cestovne mreže te različit niz mjera za snižavanje brzine na kritičnim gradskim prometnicama.

LITERATURA

1. A. Vorko-Jović, J. Kern, Z. Biloglav, *Risk factors in Urban Road Traffic Accidents,* Zagreb, Pergamon, Journal of Safety Research, vol. 37., pp. 93-98, 2006.
2. D. Brčić, G. Zovak, K. Tepeš, *Comparison of Analysis of Road Traffic Safety in the City of Zagreb and Republic of Croatia,* XII International Symposium – Road Accidents and Prevention, 2014.
3. D. Brčić, *Sigurnost cestovnog prometa u lokalnoj zajednici – Gradu Zagrebu,* Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, studeni 2012.
4. G. Luburić, *Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I,* Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2007.
5. G. Z. Zhang, K. W. Yau, *Risk factors associated with traffic violations and accident sverерity,* Elsevier, Accident Analysis and Prevention, vol. 59, pp. 18-25, 2013.
6. G. Zovak, Z. Šarić, *Conceptual model for structuring traffic accident data,* Vienna, Austria, DAAM International, vol. 22, No. 1, pp. 523-524, 2011.
7. H. Hautzinger, C. Pastor, M. Pfeiffer, J. Schmidt, *Analysis Methods for Accident and Injury Risk Studies,* Heilbronn, TRACE – Information Society Technologies, 2007.
8. J. Archer, K. Vogel, *The Traffic Safety Problem in Urban Areas,* Stockholm, 1998.
9. J. Veselić-Bruvo, *Statistički ljetopis Grada Zagreba 2013.,* Zagreb, Gradski ured za strategijsko planiranje i razvoj grada – Odjel za statistiku, 2014.
10. J. Vurdelja, *Tehnologija gradskog prijevoza II.,* Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2007.
11. M. Sari, O. Mutlu, *Effects of Human and External Factors on Traffic Accidents,* vol. LXI, No. 1, pp. 9-17, 2009.
12. MUP RH, *Bilten – o sigurnosti cestovnog prometa 2013.,* Zagreb, Služba za strateško planiranje, analitiku i razvoj, XL. godina, 2014.
13. MUP RH, *Izvješće o stanju i kretanju sigurnosnih pokazatelja na području Grada Zagreba u 2014. godini,* Zagreb, Policijska uprava Zagrebačka – Služba za izvještajnu analitiku, 2015.
14. MUP RH, *Izvješće o stanju sigurnosti cestovnog prometa RH u 2014. godini,* Zagreb, Služba za sigurnost cestovnog prometa, veljača 2015.
15. S. Dacić, S. Salihović, *Čovjek kao čimbenik pouzdanosti dinamičkog sustava vozač-vozilo-okolina,* Sigurnost, vol. 53, No. 4, pp. 331-340, 2011.
16. T. Šimunović, F. Todić, *Geostatistička analiza distribucije prometnih nesreća na području Grada Zagreba,* Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, 2014.
17. V. Cerovac, *Tehnika i sigurnost prometa,* Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2011.
18. Ž. Šarić, G. Zovak, *Prometno tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijali,* Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, lipanj 2011.

POPIS KRATICA

ABS – antiblok sustav

KR – kolektivni rizik prometnih nesreća

IR – individualni rizik

KRPN – korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća

PBPN – ponderirani broj prometnih nesreća

POG – broj poginulih u prometnim nesrećama

TO – broj teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama

LO – broj lakše ozlijeđenih u prometnim nesrećama

IRPN – korigirani individualni rizik prometnih nesreća

PGDP – prosječni godišnji dnevni promet

KRS – kolektivni rizik stradanja

IRS – individualni rizik stradanja

KRPTO – kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih

IRPTO – individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih

KRP – kolektivni rizik poginulih

IRP – individualni rizik poginulih

UPN – upitnik o prometnoj nesreći

POPIS SLIKA

Slika 4.1 Broj prometnih nesreća po godinama s obzirom na broj poginulih 22

Slika 4.2 Broj prometnih nesreća po godinama s obzirom na materijalnu štetu ... 23

Slika 4.3 Prometne nesreće u petogodišnjem periodu 24

Slika 4.4 Poginule i ozlijeđene osobe u 2014. 25

Slika 4.5 Poginule osobe 2010. – 2014. 26

Slika 4.6 Ozlijeđene osobe 2010. – 2014. 26

Slika 4.7 Poginule osobe po starosti za 2014. godinu 27

Slika 4.8 Prometni prekršaji 2010. – 2014. 30

Slika 5.1 Prometne nesreće, križanja – neprimjerena brzina..... 31

Slika 5.2 Prometne nesreće po okolnostima i karakteristikama ceste križanja..... 32

Slika 5.3 Prometne nesreće – križanja (s obzirom na posljedice) 33

Slika 5.4 Ravni cestovni potez – neprimjerena brzina 34

Slika 5.5 Ravni cestovni potez – nepoštivanje svjetlosnog znaka 34

Slika 5.6 Ravni cestovni potez – vožnja na nedozvoljenoj udaljenosti 35

Slika 5.7 Prometne nesreće – ravni cestovni potezi 35

Slika 5.8 Prometne nesreće – ravni cestovni potez (s obzirom na posljedice) 36

Slika 5.9 Prometne nesreće na zavojima – neprimjerena brzina..... 37

Slika 5.10 Prometne nesreće na zavojima – nepropisne radnje vozača 37

Slika 5.11 Prometne nesreće – zavoji (s obzirom na posljedice)..... 38

Slika 5.12 Prometne nesreće – ukupni rezultati s obzirom na posljedice 39

Slika 5.13 Prometne nesreće na križanjima – međusobni sudar vozila..... 40

Slika 5.14 Prometne nesreće na križanjima – nalet na biciklista/motociklista 40

Slika 5.15 Prometne nesreće na križanjima – udar vozila u objekt..... 41

Slika 5.16 Prometne nesreće – križanja (s obzirom na posljedice i okolnosti)..... 42

Slika 5.17 Prometne nesreće na ravnim cestovnim potezima –sudar 42
Slika 5.18 Prometne nesreće na ravnim cestovnim potezima – nalet na pješaka 43
Slika 5.19 Prometne nesreće na ravnim cestovnim potezima – udar vozila..... 43
Slika 5.20 Prometne nesreće – ravni cestovni potez..... 44
Slika 5.21 Prometne nesreće u zavojima – međusobni sudar vozila..... 45
Slika 5.22 Prometne nesreće po vrstama nesreće – zavoj..... 45
Slika 5.23 Prometne nesreće po vrstama nesreće – zavoj..... 46
Slika 5.24 Prometne nesreće po vrstama i nesreće i karakteristikama ceste..... 48
Slika 5.25 Grafički prikaz broja prometnih nesreća s poginulima 50
Slika 6.1 (1) – 10 nesreća, (2) – 11 nesreća..... 64
Slika 6.2 Prometne nesreće s poginulim i ozlijeđenim sudionicima..... 65
Slika 6.3 Prometne nesreće (1) – 12 nesreća, (2) – 9 nesreća, (3) – 9 nesreća .. 65
Slika 6.4 Prometne nesreće (1) – 12 nesreća, (2) – 15 nesreća 66
Slika 6.5 Prometne nesreće (1) – 12 nesreća, (2) – 18 nesreća 66
Slika 6.6 Križanje Ulice Hrvatske bratske zajednice i Slavonske Avenije..... 67

POPIS TABLICA

Tablica 4.1 Podaci iz UPN upitnika 20

Tablica 4.2 Prometne nesreće po godinama s obzirom na posljedice nesreće 22

Tablica 4.3 Prometne nesreće s obzirom na posljedice 24

Tablica 4.4 Nastradali sudionici prometa 2013./2014. 25

Tablica 4.5 Prostorna ugroženost po gradskim četvrtima 28

Tablica 4.6 Najugroženije prometnice 29

Tablica 5.1 Prometne nesreće – križanja 32

Tablica 5.2 Prometne nesreće – ravni cestovni potez 36

Tablica 5.3 Prometne nesreće – zavoji 38

Tablica 5.4 Prometne nesreće po okolnostima i karakteristikama ceste 39

Tablica 5.5 Prometne nesreće – križanja 41

Tablica 5.6 Prometne nesreće – ravni cestovni potez 44

Tablica 5.7 Prometne nesreće po vrstama nesreće – zavoj 46

Tablica 5.8 Prometne nesreće po vrstama nesreće i karakteristikama ceste 47

Tablica 5.9 Odnos vrsta prometnih nesreća i karakteristika ceste 49

Tablica 5.10 Broj prometnih nesreća po mjesecima tijekom 4 godine 51

Tablica 5.11 Izračunate vrijednosti faktora KRPN 52

Tablica 5.12 Vrijednosti faktora IRPN na kritičnim prometnicama Zagreba 53

Tablica 5.13 Vrijednosti faktora KRS za kritične prometnice 54

Tablica 5.14 Vrijednosti faktora IRS za kritične prometnice 55

Tablica 5.15 Vrijednosti faktora KRPTO za kritične prometnice 56

Tablica 5.16 Vrijednosti faktora IRPTO za kritične prometnice 57

Tablica 5.17 Vrijednosti faktora KRP za kritične prometnice 57

Tablica 5.18 Vrijednosti faktora IRP za kritične prometnice 58

Tablica 5.19 Broj poginulih i ozlijeđenih na kritičnim prometnicama 59

Tablica 5.20 Izračunati faktori rizika 60

Tablica 5.21 Ukupan broj ozlijeđenih i poginulih u razdoblju 2010. – 2013. 60

Tablica 6.1 Lista najkritičnijih prometnica Grada Zagreba 64

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10 000 Zagreb
Vukelićeva 4

METAPODACI

Naslov rada: Određivanje rizika nastanka prometnih nesreća na cestovnim prometnicama Grada Zagreba

Autor: Drago Miličević

Mentor: dr. sc. Željko Šarić

Naslov na drugom jeziku (engleski):
The Traffic Accidents Risk Determination on Transport Network of City Zagreb

Povjerenstvo za obranu:

- izv. prof. dr. sc. Goran Zovak , predsjednik
- dr. sc. Željko Šarić , mentor
- dr. sc. Rajko Horvat , član
- izv. prof. dr. sc. Ljupko Šimunović , zamjena

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

Zavod: Zavod za prometno-tehnička vještačenja
Vrsta studija: Sveučilišni
Naziv studijskog programa: Promet
Stupanj: Diplomski
Akademski naziv: univ. bacc. ing. traff.
Datum obrane diplomskog rada: 24.09.2015.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10 000 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: **Određivanje rizika nastanka prometnih nesreća na cestovnim prometnicama grada Zagreba** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 17.09.2015.

(potpis)