

# Analiza opasnih mjesta u Koprivničko-križevačkoj županiji

---

Vrbančić, Tomislav

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:119:632801>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-19**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Tomislav Vrbančić**

**ANALIZA OPASNIH MJESTA U KOPRIVNIČKO - KRIŽEVAČKOJ**  
**ŽUPANIJI**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2015.**

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet prometnih znanosti**

## **DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA OPASNIH MJESTA U KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKOJ  
ŽUPANIJI**

**ANALYSIS OF HAZARDOUS LOCATIONS ON THE STATE ROADS IN  
THE KOPRIVNIČKO- KRIŽEVAČKA COUNTY**

**Mentor:** dr. sc. Željko Šarić

**Student:** Tomislav Vrbančić, 0135216088

**Zagreb, 2015.**

## ANALIZA OPASNIH MJESTA U KOPRIVNIČKO – KRIŽEVAČKOJ ŽUPANIJU

### SAŽETAK

Opasna mjesta su lokacije kojima se pripisuje visok rizik i vjerojatnost da se prometne nesreće događaju frekventnije nego na drugim dijelovima prometne mreže. Identifikacija i sanacija opasnih mjesta u cestovnom prometu jedan je od najbitnijih načina povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Identifikacija opasnih mjesta u Republici Hrvatskoj radi se na temelju podataka o prometnim nesrećama koje posjeduje Ministarstvo unutarnjih poslova (MUP). Napravljena je analiza prometne sigurnosti Koprivničko - križevačke županije u petogodišnjem razdoblju od 2010. do 2014. godine. Kod analize su uzeti svi čimbenici zbog kojih je došlo do prometnih nesreća, te uzroci i posljedice nesreća. Identificirana su i analizirana opasna mjesta, te je prikazan odnos metoda identifikacije opasnih mjesta prema pojedinim zemljama.

**KLJUČNE RIJEČI:** opasna mjesta; prometne nesreće; sigurnost cestovnog prometa; analiza prometnih nesreća

### SUMMARY

Hazardous Locations are places where are high concentrations of traffic accidents and where accidents occur more frequently than in other parts of the transport network. Identification and remediation of hazardous places in road transport is one of the most important ways to increase road safety. Identification of dangerous places in the Republic of Croatia is based on data of traffic accidents which possesses the Ministry of Interior (MOI). An analysis of traffic safety in Koprivničko – križevačka County is made for five year period from 2010 to 2014. In the analysis were taken all the factors that caused traffic accidents, and the causes and consequences of accidents. Hazardous places have been identified and analyzed, and indicates the relationship between methods of identifying hazardous places for particular countries.

**KEYWORDS:** hazardous places; traffic accidents; road safety; analysis of traffic accidents

## SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
2. Geoprometni položaj Koprivničko – križevačke županije .....	3
3. Vrste i obilježja prometnih nesreća .....	5
3.1. Sudar dvaju ili više vozila .....	5
3.1.1. Frontalni sudar .....	6
3.1.2. Bočni sudar .....	7
3.1.3. Udar straga .....	8
3.1.4. Prevrtnje .....	8
3.2. Zanošenje vozila .....	8
3.3. Nalet na pješaka .....	9
3.3.1. Frontalni nalet .....	9
3.3.2. Bočno okrznuće .....	11
3.3.3. Pregaženje .....	11
3.4. Sudari vozila s dva kotača .....	12
3.4.1. Potpuni frontalni nalet .....	12
3.4.2. Djelomični frontalni nalet .....	13
3.4.3. Bočno okrznuće .....	14
3.4.4. Bočni nalet .....	15
4. Analiza prometnih nesreća u Koprivničko- križevačkoj županiji .....	16
4.1. Ukupan broj prometnih nesreća u Koprivničko- križevačkoj županiji .....	16
4.2. Vrste prometnih nesreća na području Koprivničko – križevačke županije .....	17
4.3. Okolnosti koje su prethodile nastanku prometnih nesreća .....	18
4.4. Prometne nesreće u Koprivničko – križevačkoj županiji prema posljedicama .....	19
4.5. Prometne nesreće u Koprivničko – križevačkoj županiji po danima u tjednu .....	20
5. Identifikacija opasnih mjesta u cestovnom prometu .....	21
5.1. Metodologija određivanja opasnih mjesta na cestama .....	22
5.2. Metodologija određivanja opasnih mjesta na cestama u Republici Hrvatskoj .....	25
5.3. Metode određivanja opasnih mjesta u pojedinim zemljama .....	27
5.3.1. Određivanje opasnih mjesta u Austriji .....	27
5.3.2. Određivanje opasnih mjesta u Belgiji .....	28
5.3.3. Određivanje opasnih mjesta u Danskoj .....	29
5.3.4. Određivanje opasnih mjesta u Njemačkoj .....	29

5.3.5. Određivanje opasnih mjesta u Mađarskoj .....	30
5.3.6. Određivanje opasnih mjesta u Norveškoj.....	30
5.3.7. Određivanje opasnih mjesta u Švicarskoj .....	30
6. Analiza opasnih mjesta u Koprivničko – križevačkoj županiji.....	32
6.1. Opasno mjesto Koprivnica, Raskrižje Starogradske ulice i zaobilazne ceste .....	32
6.1.1. Statistički podaci .....	32
6.1.2. Identifikacijski pokazatelji .....	35
6.2. Opasno mjesto Sveti Ivan Žabno, Trg Karla Lukaša .....	37
6.2.1. Statistički podaci .....	38
6.2.2. Identifikacijski pokazatelji .....	40
6.3. Pružni prijelaz na državnoj cesti D2 između Virja i Đurđevca.....	43
6.3.1. Statistički podaci .....	43
6.3.2. Identifikacijski pokazatelji .....	46
6.4. Analiza opasnih mjesta.....	48
7. Zaključak.....	50
8. Literatura .....	51
Popis slika .....	52
Popis tablica .....	53
Popis grafikona.....	54

## 1. Uvod

Kod istraživanja sigurnosti cestovnog prometa kao najrelevantniji pokazatelj nameće se statistika. Proučavanjem i analiziranjem statističkih podataka prometnih nesreća moguće je odrediti opasna mjesta, odnosno lokacije kojima se pripisuje visok rizik i vjerojatnost da se prometne nesreće događaju frekventnije nego na drugim dijelovima prometne mreže. Takva mjesta nazivaju se još i „crnim točkama“.

Prvi korak u određivanju opasnih mjesta na cestama radi se na osnovi evidentiranih pokazatelja sigurnosti ( broja prometnih nesreća, broja poginulih osoba, broja teže i lakše ozlijeđenih osoba na pojedinim dijelovima ceste) kako bi se kasnije mogle odrediti i provesti mjere za povećanje sigurnosti u prometu.

Tema diplomskog rada je Analiza opasnih mjesta u Koprivničko – križevačkoj županiji. Cilj rada je pokazati stanje, uzroke i posljedice opasnih mjesta. Ovo istraživanje će pokazati stanje sigurnosti Koprivničko – križevačke županije.

Materija je izložena u 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Geoprometni položaj Koprivničko – križevačke županije
3. Vrste i obilježja prometnih nesreća
4. Analiza prometnih nesreća u Koprivničko – križevačkoj županiji
5. Identifikacija opasnih mjesta u cestovnom prometu
6. Analiza opasnih mjesta u Koprivničko- križevačkoj županiji
7. Zaključak

U drugom poglavlju je ukratko opisan geoprometni položaj županije zajedno sa svim važnim spojnim cestama.

U trećem poglavlju opisane su glavne podjele prometnih nesreća te su detaljno opisane svaka vrsta zasebno.

U četvrtom poglavlju će se analizom prometnih nesreća dati detaljan prikaz stanja sigurnosti u Koprivničko – križevačkoj županiji. Prema statističkim podacima dobivenim od strane ministarstva unutarnjih poslova (MUP-a) i druge korištene literature priložit će se tablice s obzirom na posljedice u prometnim nesrećama.

U petom poglavlju opisane su vrste i načini identifikacije opasnih mjesta u cestovnom prometu, značaj i problemi identifikacije opasnih mjesta te metode koje se koriste kod identifikacije opasnih mjesta u pojedinim zemljama.

U šestom poglavlju je naveden broj opasnih mjesta, svako mjesto je zasebno opisano te su priloženi i statistički podaci za ta opasna mjesta.



## 2. Geoprometni položaj Koprivničko – križevačke županije

Koprivničko-križevačka županija smještena je u sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske. Nalazi se u grupi županija Središnje Hrvatske, zajedno sa Zagrebačkom, Krapinsko-zagorskom, Varaždinskom, Međimurskom, Bjelovarsko-bilogorskom, Sisačko-moslavačkom i Karlovačkom županijom. Županijsko sjedište je grad Koprivnica.

Sa površinom od 1.748 km<sup>2</sup> sedamnaesta je po veličini županija u Hrvatskoj, dok je po broju od 115.582 stanovnika šesnaesta po veličini.



Slika 1. Prostorni položaj Koprivničko – križevačke županije[9]

Županija je izrazito povoljno smještena s obzirom na prostiranje važnih prometnih koridora (križište transverzalnog koridora Budimpešta – Rijeka i longitudinalnog Varaždin – Osijek) što je čini strateški dobro povezanom s okolnim prostorom EU-a.



**Slika 2.** Geoprometni položaj Koprivničko – križevačke županije[9]

Na području Koprivničko- križevačke županije izgrađeno je ukupno oko 2.664 km cesta, od čega 215,87 km državnih, 400 km županijskih, 514 km lokalnih, a 1.533 km cesta je nerazvrstano.

Postojeća cestovna infrastruktura nije odgovarajuća jer na području županije nije dovršena izgradnja autoceste Gradec - mađarska granica i Podravske magistrale koje bi omogućile značajniji ukupni razvoj Županije.

Loše stanje cesta kojima je nužna hitna obnova asfalta, neasfaltirane županijske ceste, te asfaltirane ceste s uništenim kolničkim zastorom.

Potrebna je izgradnja gradskih obilaznica, te povećanje ulaganja u redovno održavanje cesta i njihovu modernizaciju.

### **3. Vrste i obilježja prometnih nesreća**

Prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta[3].

Općenito prometne nesreće prema vrstama dijele se na sljedeći način[3]:

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

Prema nastalim posljedicama prometne nesreće možemo podijeliti na[3]:

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

#### **3.1. Sudar dvaju ili više vozila**

Sudar dvaju ili više vozila je događaj na cesti u kojem je sudjelovalo najmanje dvoje ili više vozila i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena i poginula ili je izazvana materijalna šteta[3].

Klasifikacija sudara dvaju ili više vozila[3]:

- Frontalni sudar
- Bočni sudar
- Udar straga
- Prevrtanje

Osnovna klasifikacija prema kutu udara nije dovoljna, jer je prilikom vještačenja potrebno poznavati smjer brzine, koji se mora podudarati s uzdužnom osi vozila. Utvrđivanjem međusobnog položaja vozila u času sudara, s obzirom na smjer brzina, utvrđuje se određivanjem udarnog pravca.

Udarni pravac je pravac položen kroz točku kontakta vozila u trenutku sudara, paralelan sa smjerom relativne brzine težišta. On je ujedno i pravac na kojem djeluje udarni impuls. Udarni pravac pri sudaru vozila ne ovisi o smjerovima kretanja vozila nego o iznosu njihovih brzina kretanja. Ukoliko prolazi kroz težišta vozila, takav sudar zovemo centralni sudar[3].

### 3.1.1. Frontalni sudar

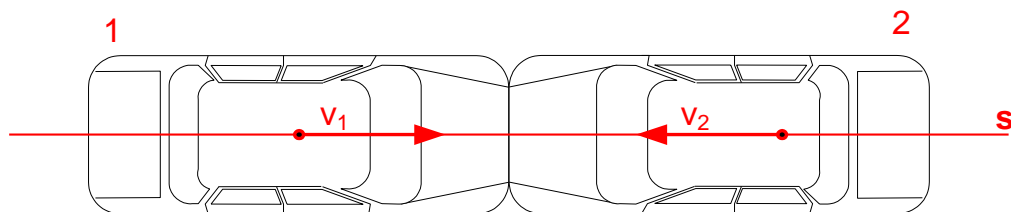
Frontalnim sudarom nazivamo sudar kod kojeg su u kontaktu prednji frontalni dijelovi vozila[3].

Razlikujemo sljedeće tipove frontalnog sudara:

- Potpuni frontalni
- Djelomični frontalni

Potpuni frontalni sudar je sudar u kojem cijela prednja strana vozila čini udarnu frontu.

Djelomični frontalni sudar je sudar kod kojeg udarna fronta zahvaća samo dio prednje strane vozila.



**Slika 3.** Centralni sudar[3]

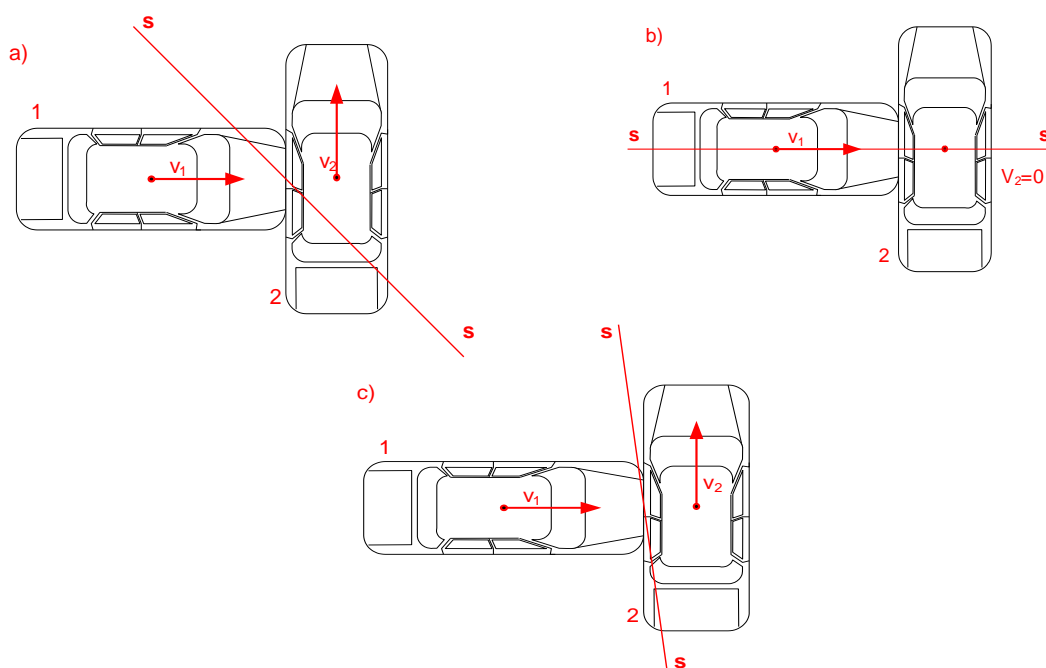
### 3.1.2. Bočni sudar

Kod bočnog sudara područje udara nalazi se na boku jednog od vozila. Na slici a) prikazan je bočni udar pod kutom od  $90^\circ$ , ali je udarni pravac položen pod različitim kutovima ovisno o iznosu brzine kretanja vozila.

Kada vozila do sudara imaju istu brzinu kretanja i sudare se pod pravim kutom, udarni pravac prolazi kroz točku njihova dodira i zatvara kut od  $45^\circ$ . U slučaju sudara vozila pod pravim kutom sa zaustavljenim vozilom (slika b)), udarni pravac prolazi težištem i strogo se poklapa sa uzdužnom osi vozila.

Kod različitih brzina vozila, udarni pravac položen je pod manjim kutom u odnosu prema uzdužnoj osi onog od vozila koje je prije sudara imalo veću brzinu.

Na slici c), prikazan je bočni sudar vozila koja su se prije sudara kretala različitim brzinama. Prije sudara vozilo 2 se kretalo većom brzinom od vozila 1, pa u tom slučaju udarni pravac ne prolazi težištem vozila 1, nego udarnom točkom ukošen pod manjim kutom u odnosu na uzdužnu os vozila 2.



**Slika 4.** Položaj udarnog pravca kod bočnih sudara[3]

### 3.1.3. Udar straga

Udar straga je sudar vozila pri kojem se područje kontakta nalazi na stražnjoj strani jednog od vozila. Nastaje onda kada brži automobil udara (nalijeće) u stražnji dio sporijeg automobila, ako je pritom udarni pravac ili udarac automobila paralelan s pravcima brzina[3].

Udar straga može se podijeliti na:

- Stražnjecentralni udar
- Stražnjekutni udar
- Stražnjebočni udar

### 3.1.4. Prevrtnje

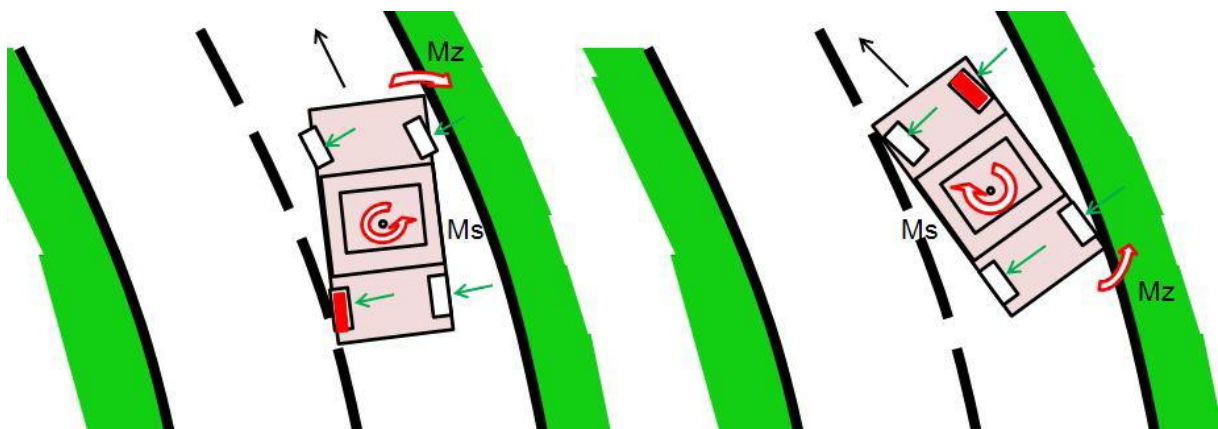
Sudar vozila pri kojem dolazi do rotacije s obzirom na uzdužnu ili poprečnu os. Prevrtnje koje je posljedica naleta na nepokretnu prepreku klasificira se kao frontalni sudar[3].

## 3.2. Zanošenje vozila

Zanošenje vozila najviše uzrokuje klizanje stražnje ili prednje osovine.

Podupravljanje – je bočno klizanje(zanošenje) prednje osovine tako da se vozilo kreće putanjom po radijusu koji je veći od željenog, nastaje opasna situacija izlijetanja, a vozilo dobiva neželjeni zaokret prema vanjskoj strani ceste.

Preupravljanje – je bočno klizanje stražnje osovine pa se vozilo kreće putanjom po radijusu koji je manji od željenog te tako dobiva preveliki zakret prema unutarnjoj strani ceste.



Slika 5. Podupravljanje i preupravljanje vozila[3]

### 3.3. Nalet na pješaka

Naletom na pješaka podrazumijeva se svaki kontakt tijela pješaka s vozilom koje je u pokretu[3].

Prema vrsti naleta, nalet vozila na pješaka može se podijeliti na:

- Frontalni nalet (potpuni i djelomični frontalni nalet)
- Bočno okrznuće
- Pregaženje

Na kinematiku naleta vozila na pješaka utječu[3]:

- Način i brzina kretanja vozila
- Način i brzina kretanja pješaka
- Oblik vozila i dijelova vozila s kojim je tijelo pješaka u kontaktu

#### 3.3.1. Frontalni nalet

Pod pojmom frontalni nalet na pješaka podrazumijeva se udar prednjim dijelom vozila u tijelo pješaka.

U frontalne nalete na pješaka podrazumijeva se i nalet stražnjim dijelom vozila prilikom vožnje unatrag, ili bočnim dijelom vozila kada klizi kolnikom okrenuto jednom stranom prema naprijed.

Razlikujemo tri faze frontalnog naleta na pješaka[3]:

- Kontakt tijela pješaka sa vozilom
- Let odbačenog tijela pješaka
- Klizanje tijela pješaka po podlozi



Slika 6. Faze frontalnog naleta[3]

## Potpuni frontalni nalet

Kod potpunog frontalnog naleta vozila na pješaka tijelo pješaka se u potpunosti nalazi ispred vozila, a unutar gabarita vozila. Zbog toga je bitno napomenuti kako u trenutku naleta vozila tijelo pješaka poprima brzinu vozila koje ga je udarilo[3].

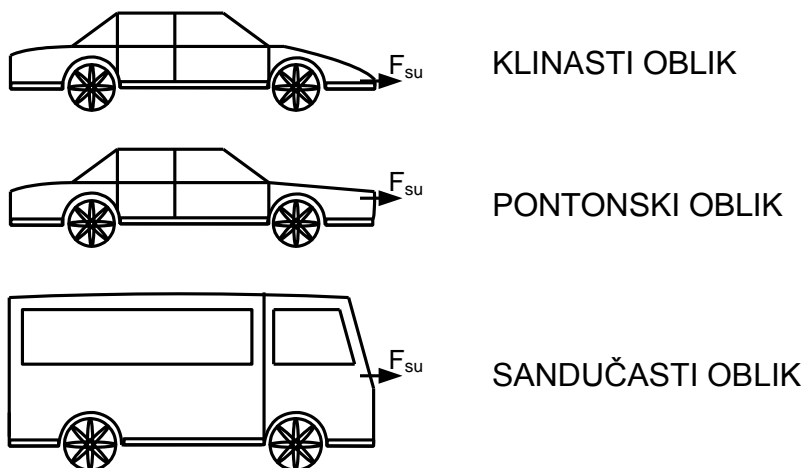
Gibanje pješaka u toku procesa naleta i odbačaja, složena je pojava koja ovisi o nizu faktora[3]:

- Obliku profila prednjeg dijela vozila
- Dimenzijama, masi i brzini kretanja vozila
- Čvrstoći strukture dijela vozila kojim je pješak udaren
- Visini, težini i položaju tijela pješaka
- Pravcu, smjeru i brzini kretanja pješaka
- Karakteristikama podloge na koju je pješak odbačen

Navedeni faktori definiraju položaj, veličinu i način djelovanja rezultirajuće sudarne sile ( $F_{su}$ ), čiji položaj prvenstveno ovisi o obliku profila prednjeg dijela vozila[3].

Profil oblika prednjeg dijela vozila:

- Klinasti oblik
- Pontonski oblik
- Sandučasti oblik



Slika 7. Oblik prednjeg dijela vozila[3]



## Djelomični frontalni nalet

Kod djelomičnog frontalnog naleta na pješaka tipično je da se na prednjem dijelu vozila nalaze oštećenja samo na krajnjem lijevom ili desnom dijelu, što ovisi s kojom je stranom vozila pješak došao u kontakt[3].

Djelomični frontalni nalet možemo podijeliti na:

- Ulazni djelomični frontalni nalet
- Djelomični frontalni nalet u pravcu
- Izlazni djelomični frontalni nalet

### 3.3.2. Bočno okrznuće

Bočno okrznuće je vrsta naleta vozila na pješaka kada tijelo pješaka dolazi u dodir isključivo s bočnom stranom vozila. Važno je naglasiti, da prednji dio vozila do trenutka kontakta s pješakom već prođe pored njega i da se stoga na tom dijelu vozila ne nalazi nikakav trag koji bi potjecao od kontakta s pješakom. Nakon što je došlo do bočnog okrznuća tijelo pješaka uvijek bude odbačeno prema naprijed i u stranu, a zaustavlja se se iza linije zaustavljanja prednjeg dijela vozila. Tijelo pješaka zadobiva rotaciju oko svoje uzdužne osi pri čemu može, ali i ne mora, u nastavku i dalje biti u kontaktu sa bokom vozila, ovisno o načinu kretanja pješaka[3].

### 3.3.3. Pregaženje

Pregaženje je vrsta prometne nesreće kod koje vozilo, barem jednim kotačem prelazi preko ili iznad tijela pješaka koji leži na kolniku[3].

Dva su oblika pregaženja s obzirom na način nastajanja:

- **Jednostavno** – pregaženje je nastalo bez prethodnog naleta vozila na pješaka.
- **Složeno** – pregaženje je nastalo nakon odbačaja pješaka, uzrokovanog naletom vozilom na pješaka.

### 3.4. Sudari vozila s dva kotača

Vozilo na dva kotača i njegov vozač u prometu djeluju kao cjelina sve do prvog kontakta sa drugim vozilom kad se vozač vozila na dva kotača, uslijed sudara, odvaja od vozila i nastavlja kretanje neovisno od vozila[3].

Pri sudaru vozila na dva kotača razlikujemo sljedeće situacije:

- a) Nalet ostalih vozila na vozilo s dva kotača
- b) Nalet vozila s dva kotača na ostala vozila
- c) Sudar između vozila s dva kotača
- d) Nalet vozila s dva kotača na pješake

Oblici naletnog položaja motornog vozila na motocikl su:

- Potpuni frontalni nalet
- Djelomični frontalni nalet
- Bočno okrznuće
- Bočni nalet

#### 3.4.1. Potpuni frontalni nalet

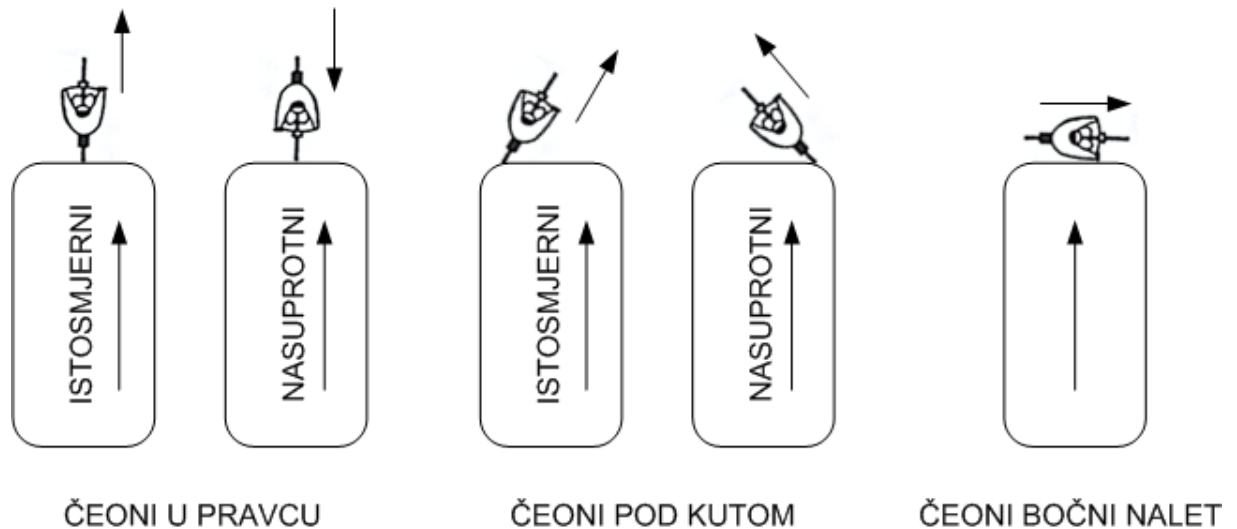
Prisutan je uvijek kada se u trenutku sudara ispred prednjeg dijela vozila nalazi gotovo čitavo vozilo na dva kotača. Pri tome se vozila mogu kretati u istom ili u suprotnom smjeru pa se stoga frontalni nalet može podijeliti na[3] :

- Nalet u pravcu
- Nalet pod kutem
- Bočni nalet

**Potpuni frontalni nalet u pravcu** – motorno vozilo uvijek prvo udara bicikl. Centar djelovanja udarne sile nalazi se, u pravilu, ispod težišta bicikla skupa sa tijelom bicikliste. Nakon prvog kontakta dolazi do nabacivanja tijela bicikliste na motorno vozilo. Kod istosmjernog naleta apsolutna udarna brzina iznosi razliku brzina obaju vozila, a kod protusmjernog naleta zbroj tih brzina[3].

**Nalet vozila pod kutom** može biti u istom ali i suprotnom pravcu, ali pod uvjetom da odklon motocikla od pravca kretanja vozila može iznositi sve do granice kad vozilo najprije udara u tijelo motocikliste.

**Bočni frontalni nalet** nastaje kada se motocikl kreće poprečno na smjer kretanja motornog vozila, pri čemu se prvi kontakt ostvaruje s tijelom motocikliste.



**Slika 8.** Potpuni frontalni nalet vozila s dva kotača[3]

### 3.4.2. Djelomični frontalni nalet

Nalet u kojem se ispred prednjeg motornog dijela vozila, u trenutku naleta, nalazi samo dio bicikla ili biciklist. Kod ove vrste naleta, vozilo udara najprije u tijelo bicikliste a tek u nastavku, može, ali i ne mora doći do kontakta motornog vozila i bicikla[3].

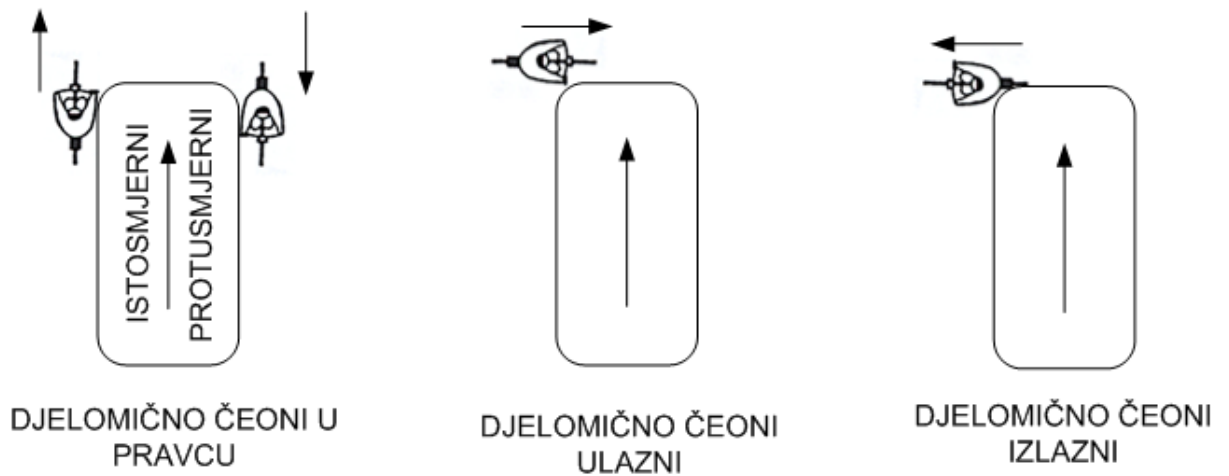
Djelomični frontalni nalet prisutan je kada se bicikl kreće okomito ili pod kutom na smjer kretanja motornog vozila, pa vozilo, sa jednim od svojih krajnjih prednjih dijelova, zahvati dio bicikla s bočne strane.

Kod ovih vrsta naleta u prvom kontaktu s vozilom, u pravilu je samo motocikl.

Može se podijeliti na:

- U pravcu (istosmjerni, protusmjerni)
- Bočni nalet (ulazni, izlazni)

Kod djelomičnog naleta u pravcu i kod djelomičnog ulaznog naleta, tijelo bicikliste dolazi u kontakt s vozilom sekundarno, i to sa bočnom stranom vozila dok kod djelomičnog izlaznog naleta, tijelo bicikliste, u pravilu, ne dolazi u kontakt s motornim vozilom[3].



**Slika 9.** Djelomični frontalni nalet vozila s dva kotača[3]

### 3.4.3. Bočno okrznuće

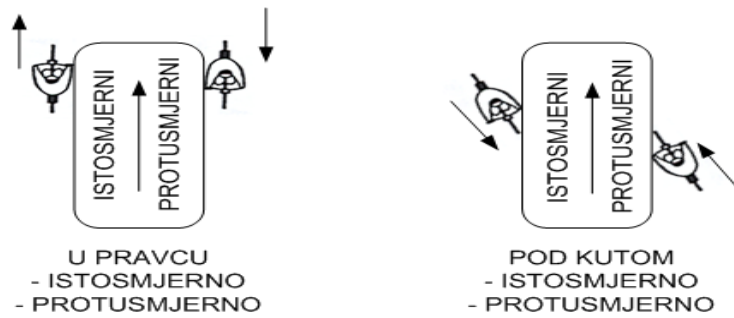
Može nastati kod vožnje u istom i u suprotnom smjeru, pri čemu dolazi prvo do kontakta bočnog dijela vozila i biciklista. Tek u nastavku može doći i do kontakta motornog vozila i bicikla.

Kad se oba vozila kreću u istom smjeru, nakon prvog kontakta, dolazi do zakretanja bicikla od vozila prema van. Pri tome je jačina sekundarnog kontakta obično veća od jačine primarnog kontakta. Kad se vozila kreću u suprotnom smjeru, pri prvom kontaktu, biciklist se skupa sa biciklom odbija od vozila u stranu[3].

Bočno okrznuće prema vrsti naleta može se podijeliti na:

- U pravcu (istosmjerni, protusmjerni)
- Pod kutom (istosmjerni, protusmjerni)

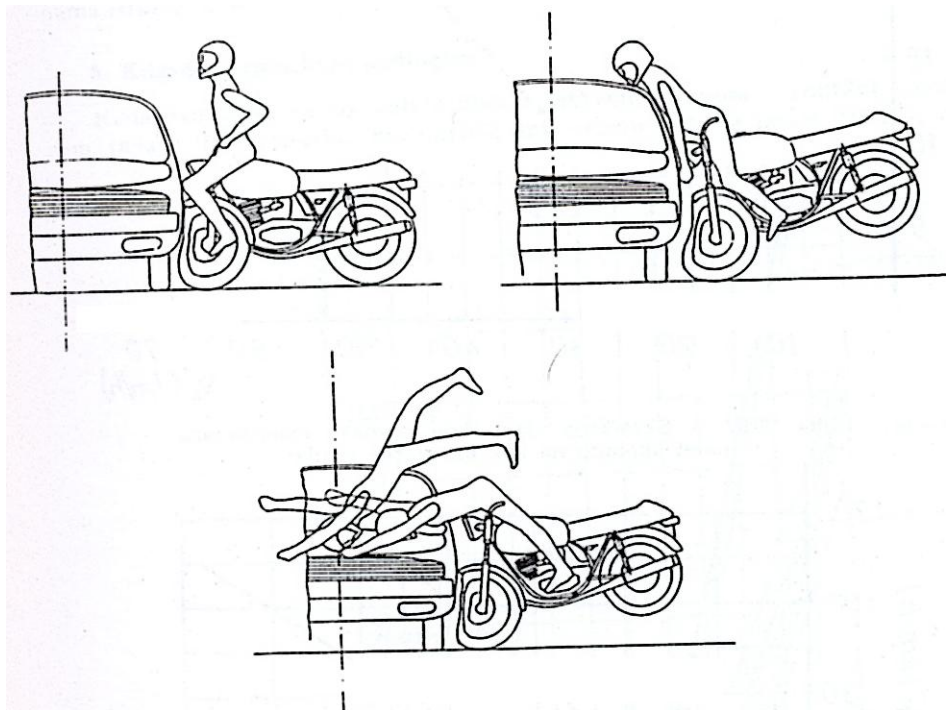
Kod okrznuća pod kutom, biciklist u trenutku kontakta skreće prema boku vozila u blagom kutu, pri čemu tijelo bicikliste prvo dolazi u kontakt s vozilom[3].



**Slika 10.** Bočno okrznuće vozila s dva kotača[3]

#### 3.4.4. Bočni nalet

To je vrsta sudara u kojoj se biciklist kreće ili okomito ili pod kutom u odnosu prema smjeru kretanja motornog vozila. Primarni kontakt s bočnom stranom vozila ostvaruje prednji kotač bicikla. Tijelo bicikliste ostvaruje sekundarni kontakt s vozilom[3].



**Slika 11.** Bočni nalet vozila s dva kotača[3]

## 4. Analiza prometnih nesreća u Koprivničko- križevačkoj županiji

U Koprivničko – križevačkoj županiji, svake se godine vodi statistika o prometnim nesrećama koju prikuplja policijska uprava. Na temelju tih podataka vrši se analiza prometne sigurnosti koja pokazuje kvalitetu prometa na cestama u županiji. Radi se statističko praćenje svih faktora koji utječu na nastanak prometnih nesreća kako bi se moglo djelovati na smanjenje prometnih nesreća i njihovih posljedica, te da bi se povećala sigurnost svih sudionika u prometu.

U diplomskom radu napravljena je analiza prometne sigurnosti Koprivničko - križevačke županije u petogodišnjem razdoblju od 2010. do 2014. godine. Kod analize su uzeti svi čimbenici zbog kojih je došlo do prometnih nesreća, te uzroci i posljedice nesreća.

### 4.1. Ukupan broj prometnih nesreća u Koprivničko- križevačkoj županiji

Sljedeća tablica prikazuje ukupan broj prometnih nesreća. Najviše nesreća zabilježeno je 2011. godine sa 793 prometne nesreće, dok je 2014 godine taj broj pao na 593 nesreće.

**Tablica 1.** Ukupan broj prometnih nesreća po godinama

<b>Godina</b>	<b>UKUPNO PN</b>
2010.	<b>772</b>
2011.	<b>793</b>
2012.	<b>708</b>
2013.	<b>661</b>
2014.	<b>593</b>

Izvor: [8]

## 4.2. Vrste prometnih nesreća na području Koprivničko – križevačke županije

U tablici 2. prikazane su vrste prometnih nesreća u petogodišnjem analiziranom razdoblju od 2010. do 2014. godine u Koprivničko-križevačkoj županiji. Može se vidjeti da je najčešća vrsta prometne nesreće slijetanje s ceste, gdje je 2011. godine zabilježen broj od 211 slijetanja, dok se 2014. godine taj broj smanjio na 163 slijetanja s ceste. Druga vrsta nesreća su bočni sudari kojih je najviše bilo 2010. godine (181), dok je 2014. godine taj broj pao na 135 sudara. Najmanje prometnih nesreća je zabilježeno kod naleta na motocikl ili moped, te sudara sa željezničkim vozilom. Od 2010. godine može se uočiti pad kod većine vrsta prometnih nesreća.

**Tablica 2.** Vrste prometnih nesreća u razdoblju od 2010. do 2014. godine

Vrste PN / Godina		2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
međusobni sudar vozila u pokretu	iz suprotnih smjerova	118	101	76	70	66
	bočni sudar	181	177	143	147	135
	usporedna vožnja	12	10	19	12	18
	vožnja u slijedu	60	71	68	61	45
	vožnja unazad	28	23	20	29	27
udar vozila u parkirano vozilo		38	49	55	38	36
slijetanje s ceste		188	211	188	179	163
nalet na biciklistu		30	27	27	20	26
nalet na pješaka		45	27	28	27	20
nalet na motocikl ili moped		3	8	4	2	1
sudar sa željezničkim vozilom		3	2	4	1	
ostalo		18	34	21	23	31
udar vozila u objekt na cesti		15	9	11	13	4
udar vozila u objekt kraj ceste		15	26	30	20	17
nalet na životinju	domaća životinja	5	5	8	12	3
	divlja životinja	13	13	6	7	1
<b>UKUPNO</b>		<b>772</b>	<b>793</b>	<b>708</b>	<b>661</b>	<b>593</b>

Izvor: [8]

### 4.3. Okolnosti koje su prethodile nastanku prometnih nesreća

Prema okolnostima zbog kojih je došlo do prometnih nesreća može se vidjeti da se najveći broj prometnih nesreća dogodio kod brzine koja je bila neprimjerena uvjetima na cesti, kod nepoštivanja prednosti prolaska te kod ostalih grešaka vozača. Također se bilježi pad prometnih nesreća nakon 2010. godine.

**Tablica 3.** Okolnosti koje su prethodile prometnoj nesreći za razdoblje od 2010.-2014. godine

Okolnosti PN / godine	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
nepropisna brzina	39	43	32	32	47
brzina neprimjerena uvjetima	210	196	153	155	105
vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	38	60	69	57	50
zakašnjelo uočavanje opasnosti	5	5	6	10	4
nepropisno pretjecanje	38	25	33	23	24
nepropisno obilaženje	9	7	7	5	5
nepropisno mimoilaženje	36	34	25	18	23
nepropisno uključivanje u promet	44	42	38	42	39
nepropisno skretanje	32	49	35	31	30
nepropisno okretanje	7	4	5	3	4
nepropisna vožnja unatrag	40	48	44	37	35
nepropisno prestrojavanje	4		3	1	3
nepoštivanje prednosti prolaska	131	127	105	103	90
nepropisno parkiranje		1		2	1
naglo usporavanje - kočenje	2			2	
nepoštivanje svjetlosnog znaka	11	10	11	11	8
neosiguran teret na vozilu	2	3	2	1	2
nemarno postupanje s vozilom	1	6	2	7	10
ostale greške vozača	87	109	100	79	70
nepropisno kretanje vozila na kolniku	17	16	17	21	34
neočekivana pojava opasnosti na cesti	7	5	9	14	4
iznenadni kvar vozila	3		1	1	1

Izvor: [8]



#### 4.4. Prometne nesreće u Koprivničko – križevačkoj županiji prema posljedicama

Prema tablici 4. može se uočiti da je zabilježen najveći broj prometnih nesreća s materijalnom štetom, gdje se vidi pad prometnih nesreća nakon 2010. godine sa 478 nesreća na 315 nesreća 2014. godine. Broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama se smanjio sa 314 nesreća 2011. godine na 271 prometnu nesreću 2014. godine. Broj poginulih u analiziranom razdoblju od 2010.-2014. godine iznosi 42 osobe.

**Tablica 4.** Posljedice prometnih nesreća u razdoblju od 2010.-2014. godine

Posljedice PN / Godina	s poginulim osobama	s povrijeđenim osobama	s materijalnom štetom	UKUPNO PN
2010.	9	285	478	772
2011.	10	314	469	793
2012.	10	277	421	708
2013.	6	283	372	661
2014.	7	271	315	593

Izvor: [8]

Veliku pažnju treba dati teško ozlijeđenim i poginulim osobama gdje se u analiziranom razdoblju vidi smanjenje takvih prometnih nesreća. Prometnih nesreća sa teško ozlijeđenim osobama bilo je 90 nesreća 2011. godine, dok je taj broj pao na 62 prometnih nesreća 2014. godine. Kod prometnih nesreća sa smrtno stradalim osobama također se bilježi pad, i to sa 10 poginulih osoba 2011. i 2012. godine na 7 poginulih 2014. godine.

**Tablica 5.** Nastradale osobe na području Koprivničko-križevačke županije

Posljedice-sudionici / godina	smrtno	teško	lako	Ukupno stradalih osoba
2010.	10	75	299	384
2011.	11	90	333	434
2012.	10	60	304	374
2013.	7	59	313	379
2014.	8	62	292	362

Izvor: [8]

#### 4.5. Prometne nesreće u Koprivničko – križevačkoj županiji po danima u tjednu

Kod analize prometnih nesreća s obzirom na dan kad se dogodila prometna nesreća, prema tablici 6. može se vidjeti da se najviše nesreća događa u petak (578 prometnih nesreća), četvrtak (531 prometna nesreća), te u subotu (525 prometnih nesreća), dok se najmanje nesreća događa u nedjelju ( 467 prometnih nesreća).

**Tablica 6.** Prometne nesreće po danima u tjednu za razdoblje od 2010. do 2014. godine

Broj PN po danima u tjednu / Godina	ponedjeljak	utorak	srijeda	četvrtak	petak	subota	nedjelja
2010.	92	107	101	119	142	109	102
2011.	123	98	103	119	116	119	115
2012.	92	103	106	105	100	101	101
2013.	82	95	91	107	121	95	70
2014.	90	76	67	81	99	101	79
<b>UKUPNO</b>	479	479	468	531	578	525	467

Izvor: [8]

Iz prethodne analize može se primijetiti da je Koprivničko-križevačka županija među županijama koje su uspjele smanjiti broj poginulih osoba, te smanjiti ukupan broj prometnih nesreća kako sa teško i lako ozlijeđenim osobama tako i prometnih nesreća sa materijalnom štetom. Da bi se stanje sigurnosti u cestovnom prometu još podiglo, potrebno je dodatno ulagati u prometnu infrastrukturu, raditi na kvalitetnijem obrazovanju vozača, te sustavno razvijati prometnu kulturu svih sudionika u prometu.

## 5. Identifikacija opasnih mjesta u cestovnom prometu

Mjesta gdje je veći rizik i gdje češće dolazi do nastanka prometnih nesreća nazivaju se opasna mjesta. Takvi podaci dostupni su samo užem krugu ljudi unutar policije, a da su dostupniji svim službama koje upravljaju cestama moglo bi se pridonijeti bržem uočavanju opasnih mjesta u ranijoj fazi. Dionica ceste se ne evidentira kao opasno mjesto dok nema dovoljan broj prometnih nesreća, te projektanti nemaju informacije o takvom potencijalno opasnom mjestu kako bi se mogli posvetiti rekonstrukciji u ranoj fazi. Također ne dobivaju ni povratne informacije nakon rekonstrukcije kako bi mogli pratiti stanje nakon rekonstrukcije.

Identifikacija i sanacija opasnih mjesta u cestovnom prometu jedan je od najbitnijih načina povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Nacionalni programi sigurnosti cestovnog prometa kao jedan od najbitnijih ciljeva imaju detekciju i sanaciju opasnih mjesta, što se pokazalo kao učinkoviti način smanjenja prometnih nesreća. U novom Nacionalnom programu sigurnosti cestovnog prometa 2011. – 2020., jedan od područja djelovanja za ostvarenje cilja navedena je detekcija i sanacija opasnih mjesta.

Kod određivanja opasnih mjesta nije standardiziran način i princip određivanja istog te se od zemlje do zemlje koriste različiti načini. Metodologije se kreću od obilježavanja mjesta sa velikim brojem prometnih nesreća, do sofisticiranijih tehnika u kojima se ocjenjuje ukupan broj prometnih nesreća i određuju mogućnosti za poboljšanje sigurnosti[1].

### Period promatranja

Kod identifikacije opasnih mjesta trebalo bi u obzir uzeti sljedeće[1]:

- Razdoblje analize treba biti dovoljno dugo, da bi se utvrdili čimbenici nesreća
- U većini slučajeva period od 3 – 5 godina garantira pouzdanost analize
- Mjesta gdje su se desile iznenadne promjene u stopama nesreća, potrebno je analizirati kratak vremenski period od jedne godine ili manje, kako bi se utvrdili razlozi i mehanizmi koji uzrokuju nesreće
- Da bi se izbjegle neravnomjernosti zbog sezonskih promjena treba promatranje vršiti nekoliko godina
- Nakon četiri ili pet godina kašnjenja, podaci o nesrećama ili održavanju, možda nebi prikazali stvarno stanje ceste i prometa. Zbog toga ako postoji mogućnost treba koristiti dva razdoblja analize. Prvi u trajanju od tri do pet godina, i drugi u trajanju od

jedne godine, koji će omogućiti otkrivanje promjena u broju nesreća izazvanih zbog novih faktora.

## 5.1. Metodologija određivanja opasnih mjesta na cestama

Korištena baza podataka za određivanje opasnih mjesta na cestama može biti objektivna i subjektivna. Subjektivna baza podataka se temelji na anketi i intervju stručnjaka koji provode projektiranje, održavanje i nadzor nad cestama, te se nadopunjava s prikupljenim podacima na licu mjesta. Kod objektivne metode određivanja opasnih mjesta uz obavljenju analizu sigurnosti prometa na cestama na svakoj prometnici po dionicama se izračunavaju rizici nesreća i stradanja u prometu. Tu spada kolektivni i individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih, kolektivni i individualni rizik nesreća korigiran težinom nesreća.

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 ceste. Ako se koristi samo kolektivni rizik, tada će se lokacije s velikom gustoćom prometa rangirati kao lokacije s visokim rizikom, čak i kada ta mjesta imaju manji broj nesreća u odnosu na gustoću prometa ( mali individualni rizik).
- **Individualni rizik (IR)** predstavlja broj nesreća i nastradalih u odnosu na broj vozila na promatranom kilometru, na datoj lokaciji. S porastom gustoće prometa opada individualni rizik, pa je on najmanji na cestama s najvećim značajem.

Nakon istraživanja stranih literatura za određivanje opasnih mjesta na cestama, nova saznanja i definicije osnovnih pojmova i obrazaca za identifikaciju opasnih mjesta su[1]:

### a) Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća – KRPN (korigiran težinom nesreća)

Da bi se korektno uzeli u obzir svi opravdani razlozi za isticanje opasnosti na dionici ceste, potrebno je uzeti u obzir sve prometne nesreće. Također da bi se uzele u obzir značajne razlike u posljedicama nesreća s poginulim i ozlijeđenim osobama, te materijalnom štetom, odabran je postupak ponderacije nesreća. Ponderi su određeni u skladu s ukupnim društvenim posljedicama pojedinih vrsta nesreća, a u namjeri da se sve nesreće „svedu“ na nesreće s materijalnom štetom.

Prihvaćeno je da jedna nesreća s poginulim osobama u prosjeku teža 150 puta od nesreće s materijalnom štetom, a da je nesreća s ozlijeđenim osobama teža oko 20 puta od nesreće s materijalnom štetom. Ponderirani broj prometnih nesreća ( PBPN) računa se:

$$\mathbf{PBPN} = (n_1 \times 1 + n_2 \times 20 + n_3 \times 150) \quad (1)$$

Gdje su:

$n_1$  – broj prometnih nesreća s materijalnom štetom

$n_2$  – broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama

$n_3$  – broj prometnih nesreća s poginulim osobama

Međutim na pojedinim dionicama među nastradalim osobama ima više poginulih, pa je ponderirani broj prometnih nesreća korigiran kako bi se dobile veće vrijednosti, i to prema jednadžbi:

$$\mathbf{PBPN} = (n_1 \times 1 + n_2 \times 20 + n_3 \times 150) \times (1 + (\text{POG} / (\text{LO} + \text{TO} + \text{POG}))) \quad (2)$$

Gdje su:

POG – broj poginulih u prometnim nesrećama

TO – broj teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama

LO – broj lako ozlijeđenih u prometnim nesrećama

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

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

gdje su:

G – broj godina ( razdoblje za koje se vrši analiza)

L – dužina promatrane dionice

### **b) Korigirani individualni rizik prometnih nesreća – IRPN (korigiran težinom nesreća)**

Pri izračunavanju individualnog rizika, u obzir se uzima broj vozila na promatranom kilometru, stavljanjem u odnos ponderiranog broja prometnih nesreća, korigiran njihovom težinom i brojem vozila na kilometru dionice, prema jednadžbi:

$$IRPN = \frac{\sum_{i=1}^G PBP_N}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^T PGDP} \times 10^6 \left( \frac{\text{nesreće}}{\text{milxvozxkm}} \right) \quad (4)$$

gdje je:

PGDP – prosječan godišnji dnevni promet ( ukupno vozila godišnje/365 dana [voz/dan])

### **c) Kolektivni rizik stradanja – KRS (korigiran težinom posljedice)**

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. Određeno je da jedna teško ozlijeđena osoba društvo košta kao 5 lako ozlijeđenih osoba, a jedna poginula osoba košta društvo kao 50 lakše ozlijeđenih osoba. Ponderirani broj nastradalih računa se prema jednadžbi:

$$PBN = 1 \times LO + 5 \times TO + 50 \times POG \quad (5)$$

Vrijednost kolektivnog rizika stradanja (KRS) dobiva se prema jednadžbi:

$$KRS = \frac{\sum_{i=1}^G PBN}{G \times L} \left( \frac{\text{nastradali}}{\text{km} \times \text{godišnje}} \right) \quad (6)$$

### **d) Individualni rizik stradanja IRS (korigiran težinom posljedice)**

Stavlja se u odnos ponderirani broj nastradalih i broj vozila na kilometru, dobiva se vrijednost individualnog rizika stradanja prema jednadžbi:

$$IRS = \frac{\sum_{i=1}^G PBN}{L \times 365 \times \sum_{i=1}^T PGDP} \times 10^6 \left( \frac{\text{nastradali}}{\text{mil} \times \text{voz} \times \text{km}} \right) \quad (7)$$

### e) Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – KRPTO

Stavlja se u odnos broj poginulih i teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama i dužine promatrane dionice, te se računa prema jednadžbi:

$$\text{KRPTO} = \frac{\sum_{i=1}^G (\text{POG} + \text{TO})}{\text{GxL}} \left( \frac{\text{poginuli i teško ozlijeđeni}}{\text{km * godišnje}} \right) \quad (8)$$

### f) Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – IRPTO

Stavlja se u odnos broj poginulih i teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama i broj vozila na kilometru, te se računa prema jednadžbi:

$$\text{IRPTO} = \frac{\sum_{i=1}^G (\text{POG} + \text{TO})}{\text{Lx} 365 \times \sum_{i=1}^G \text{PGDP}} \times 10^6 \left( \frac{\text{poginuli i teško ozlijeđeni}}{\text{mil * voz * km}} \right) \quad (9)$$

### g) Kolektivni rizik poginuli – KRP

Stavlja se u odnos broj poginulih u prometnim nesrećama i dužine promatrane dionice, te se računa prema jednadžbi:

$$\text{KRP} = \frac{\sum_{i=1}^G \text{POG}}{\text{GxL}} \left( \frac{\text{poginuli}}{\text{km * godišnje}} \right) \quad (10)$$

### h) Individualni rizik poginulih – IRP

Stavlja se u odnos broj poginulih u prometnim nesrećama i broj vozila na kilometru, te se računa prema jednadžbi:

$$\text{IRP} = \frac{\sum_{i=1}^G \text{POG}}{\text{Lx} 365 \times \sum_{i=1}^G \text{PGDP}} \times 10^6 \left( \frac{\text{poginulih}}{\text{mil * voz * km}} \right) \quad (11)$$

## 5.2. Metodologija određivanja opasnih mjesta na cestama u Republici Hrvatskoj

Identifikacija opasnih mjesta u Republici Hrvatskoj radi se na temelju podataka o prometnim nesrećama koje posjeduje Ministarstvo unutarnjih poslova (MUP).

Klasifikacija područja s uočljivim brojem nesreća na cestama u Republici Hrvatskoj može se podijeliti u dva dijela:

**a) mjesta gomilanja prometnih nesreća**, tzv. opasna mjesta, smatra se mjesto na cesti male duljine na kojima se gomilaju nesreće u određenom vremenskom razdoblju. Najčešće su opasna mjesta određena područjem raskrižja ili zavoja. Također ograničeni dio ceste ili odsječak ceste do 300 m dužine može se smatrati opasnim mjestom.

**b) cestovne dionice gomilanja nesreća** su pravci na kojima se gomilaju prometne nesreće na dužim dionicama ceste. Istraživanje obuhvaća dio ceste dužine od 300 metara do 1000 metara, jer se obilježja izgradnje naselja mijenjaju na kraćim razdaljinama i stoga gustoća nesreća ima različite vrijednosti.

### **Definiranje opasnih mjesta u Republici Hrvatskoj**

Proučavanje prometnih nesreća na rizičnim mjestima potrebno je kako bi nadležne službe gospodarenja i održavanja cesta te uprava i osiguravajuća društva mogla dobiti dokumentiranu osnovu za saniranje opasnosti.

Primarni cilj prikupljanja podataka o prometnim nesrećama, prometnom opterećenju, regulaciji prometa, cesti i okolini ceste je:

- Utvrditi na kojim se mjestima često događaju prometne nesreće
- Koji je uzrok prometnih nesreća
- Koje se mjere čine prikladnim za otklanjanje uočenih izvora opasnosti

Razdoblje za koje se istražuju prometne nesreće najčešće je od 3 do 5 godina. Kod istraživanja mora se obuhvatiti svih dvanaest mjeseci, ali ne obavezno u jednoj kalendarskoj godini. Dulje razdoblje daje bolju osnovu za statističko istraživanje.

Ocjena nekog mjesta događaja kao opasnog mjesta zasniva se na tri kriterija, od kojih najmanje jedan mora biti ispunjen.

Raskrižje ili odsječak ceste od 300 metara naziva se opasnim mjestom na cesti ako se na tom mjestu dogodilo[5]:

- 12 ili više prometnih nesreća sa ozlijeđenima osobama u protekle tri godine



- 3 ili više istovrsnih prometnih nesreća sa ozlijeđenim osobama u tri godine
- 15 ili više prometnih nesreća (ukupan broj nesreća) u 3 godine

Opasna mjesta su i mjesta na kojima se učestalost prometnih nesreća nalazi blizu dostizanja graničnog broja.

Ove granične vrijednosti su određene na osnovu najčešće primijenjenih kriterija u većini zapadno europskih zemalja s jedne strane te naših dosadašnjih iskustava, financijskih i drugih potencijala i pripravnosti ulaganja u sigurnost prometa s druge strane.

Kao opasna mjesta prije svega treba tretirati:

- Sjecište ceste i prilaznih puteva školama u neposrednoj blizini škola, dječjih vrtića i slično
- Područja s visokim stupnjem nazočnosti pješaka
- Područja stajališta javnog prijevoza
- Ceste s povećanim udjelom biciklista, odnosno sjecišta cesta s biciklističkim stazama
- Dionice cesta s previsokom razinom brzine, neprilagođenom okolinom

### **5.3. Metode određivanja opasnih mjesta u pojedinim zemljama**

Određivanje opasnih mjesta u Europi nije standardizirano te ne postoji univerzalna metoda određivanja opasnih mjesta, već svaka zemlja na temelju svojih iskustava određuje po kojim će kriterijima određena dionica prometnice ili mjesto biti proglašeno opasnim. U nastavku će biti prikazani primjeri određenih zemalja i njihovih metoda[6].

#### **5.3.1. Određivanje opasnih mjesta u Austriji**

U Austriji se opasnim mjestom smatra svako mjesto koje ispunjava jedan od dva kriterija:

1. Tri ili više sličnih prometnih nesreća sa ozlijeđenima u roku od tri godine i koeficijent rizika  $R_k$  od najmanje 0,8. Vrijednost koeficijenta rizika računa se na sljedeći način:

$$R_k = \frac{U}{0,5+7 \times 10^{-5} \times \text{PGDP}}$$

gdje je: U – broj prometnih nesreća sa nastradalima u periodu od 3 godine

PGDP – prosječan godišnji dnevni promet [vozila/dan]

2. Pet ili više prometnih nesreća sličnog tipa tijekom jedne godine.

Kritična vrijednost koeficijenta rizika od 0,8 bit će postignuta ako su zabilježene:

- Tri prometne nesreće u tri godine i PGDP do 10700 [voz/dan]
- Četiri prometne nesreće u tri godine i PGDP do 16700 [voz/dan]
- Pet prometnih nesreća u tri godine i PGDP do 22600 [voz/dan]
- Šest prometnih nesreća u tri godine i PGDP 28600 [voz/dan]

Upravljanje crnim točkama na cestovnoj mreži u Austriji sastoji se od sljedećih koraka:

- Statistička analiza crnih točaka koja obuhvaća vrste nesreća, vrijeme i stanje na cestama tijekom nesreće, sudionike, te težinu nesreća.
- Lokalna procjena crnih točaka uključuje detaljnu ocjenu okoliša, prilaznih prometnica, usmjeravanje prometa, osvjetljavanje tijekom noći, sumraka...
- Mjere se provode u skladu s mogućim raspoloživim financijskim sredstvima
- Nakon provedbe mjera promatra se pojava prometnih nesreća kako bi se ocijenilo smanjenje broja i težina nesreća

### 5.3.2. Određivanje opasnih mjesta u Belgiji

U Belgiji se opasnim mjestom naziva mjesto na kojem je u posljednje tri promatrane godine registrirano 3 ili više prometnih nesreća. Osim navedenog, svako mjesto smatra se kao opasno, ako je njegova prioriteta vrijednost (P) jednaka ili veća od 15, a dobiva se prema izrazu:

$$P = X+3xY+5xZ$$

Gdje je:

X – ukupni broj lakših ozljeda

Y – ukupan broj težih ozljeda

Z – ukupan broj smrtonosnih ozljeda

Smatra se da su osobe koje su provele u bolnici više od 24 sata zadobile teške ozljede, a smrtonosnim ozljedama se smatra ako je žrtva preminula u roku od 30 dana od posljedica te prometne nesreće. Za identifikaciju se koristi razdoblje od tri godine, dužina lokacije ne veća od 100 metara.

### **5.3.3. Određivanje opasnih mjesta u Danskoj**

Danska određuje opasna mjesta na cestama oslanjajući se na dosta detaljnu klasifikaciju sustava cesta, na različite tipove dionica i raskrižja. U identificiranju se koristi test baziran na Poissonovoj raspodijeli. Prema toj raspodijeli broj prometnih nesreća u nekom vremenskom razdoblju može varirati između mjesta što se može objasniti razlikama u karakteristikama pojedine lokacije, te je kao takav široko prihvaćen kao najbolji model. Minimalan broj prometnih nesreća da bi se neko mjesto smatralo opasnim je četiri nesreće u periodu od pet godina. Ocjene normalnog broja prometnih nesreća dobivaju se primjenom modela za predviđanje. Pretpostavlja se da je normalan broj nesreća na nekom mjestu ocijenjen kroz vrijednost 2,8 (tijekom pet godina), a da je registrirano pet nesreća.

### **5.3.4. Određivanje opasnih mjesta u Njemačkoj**

U Njemačkoj se opasna mjesta na cestama identificiraju pomoću mapa prometnih nesreća. U identifikaciji se koristi period od 1 do 3 godine.

Ako se koristi 1 godina, mjesto se klasificira kao opasno ako je na njemu registrirano 5 prometnih nesreća sličnog tipa, bez obzira na težinu, pri čemu dužina mjesta nije veća od 100 metara.

Ako se koristi period od 3 godine, opasnim mjestom se smatra svako mjesto na kojem je registrirano 5 ili više nesreća sa povrijeđenima ili, 3 ili više nesreća sa teško povrijeđenima.

### **5.3.5. Određivanje opasnih mjesta u Mađarskoj**

U Mađarskoj se izvan naselja opasnim mjestom smatra lokacija na kojoj su registrirane najmanje 4 prometne nesreće tijekom perioda od 3 godine na dionici ne dužoj od 1000 metara. Unutar naselja opasnim mjestom se smatraju ona mjesta koja imaju 4 registrirane prometne nesreće tokom 3 godine na dionici ne dužoj od 100 metara. Nakon što su identificirana opasna mjesta vrše se daljnja istraživanja te se na osnovu ukupnih rezultata provode preventivne mjere.

### **5.3.6. Određivanje opasnih mjesta u Norveškoj**

Norveška opasnim mjestom smatra svaku dionicu ceste dužine ne veće od 100 metara sa najmanje četiri registrirane prometne nesreće sa ozlijeđenima u prethodnih pet godina. Pored toga opasnim mjestom smatra se svaka dionica ceste ne duža od 1000 metara sa najmanje deset registriranih prometnih nesreća sa ozlijeđenima u proteklih pet godina.

Za mjesta koja su visoko rangirana provodi se detaljno istraživanje koje obuhvaća detaljnu analizu prometnih nesreća, izlazak na mjesto nesreće radi obavljanja prometno kriminalističkih pokusa zbog provjere okolnosti koje su uzrokovale nesreću, promatranja ponašanja korisnika na rizičnim dionicama. Na temelju detaljne analize predlažu se mjere za poboljšanje sigurnosti, procjenjuju troškovi i učinci već provedenih.

### **5.3.7. Određivanje opasnih mjesta u Švicarskoj**

Opasnim mjestom u Švicarskoj se smatra svako mjesto sa registriranim brojem prometnih nesreća značajno iznad srednjeg broja prometnih nesreća na sličnim mjestima. Slična mjesta se definiraju klasificiranjem cesta na različite tipove dionica i križanja. U svakoj grupi se ocjenjuju stope prometnih nesreća. Na temelju dobivenih stopa definiraju se kritične vrijednosti za minimalan registrirani broj prometnih nesreća u periodu od dvije godine da bi mjesto bilo klasificirano kao opasno.

Na autocestama je kritičan broj deset za sve prometne nesreće, četiri za nesreće sa ozlijeđenima i dvije za nesreće sa poginulima. Na izvangradskim cestama je kritična

vrijednost osam za sve nesreće, četiri za nesreće sa ozlijeđenima i dvije za nesreće sa poginulima. Na raskrižjima u naseljenim mjestima kritična vrijednost je deset za sve nesreće, šest za nesreće sa ozlijeđenima i dvije za nesreće sa poginulima. Dužina opasnih mjesta na dionicama kreće se između 100 i 500 metara, zavisno od obujma prometa.

## 6. Analiza opasnih mjesta u Koprivničko – križevačkoj županiji

Na području Koprivničko – križevačke županije, prema podacima Policijske uprave Koprivničko – križevačke, u analiziranom razdoblju postoje tri lokacije koje predstavljaju opasna mjesta:

- Koprivnica, raskrižje Starogradske ulice i Zaobilazne ceste DC41
- Sveti Ivan Žabno, Trg Karla Lukaša
- Pružni prijelaz na državnoj cesti broj 2 između Virja i Đurdevca

### 6.1. Opasno mjesto Koprivnica, Raskrižje Starogradske ulice i zaobilazne ceste

Zaobilazna cesta DC41 je visoko frekventna državna cesta koja vodi do raskrižja prema gradu Zagreb i gradovima Varaždin i Ludbreg, te prema gradovima Koprivnica i Osijek. Državna cesta ima PGDP oko 7500 vozila, gdje ima dosta teretnih vozila. Križa se sa sporednom Starogradskom ulicom gdje su učestale prometne nesreće. Detaljnije o prometnim nesrećama, posljedicama prometnih nesreća, te uzrocima će biti prikazano u tablicama koje slijede.

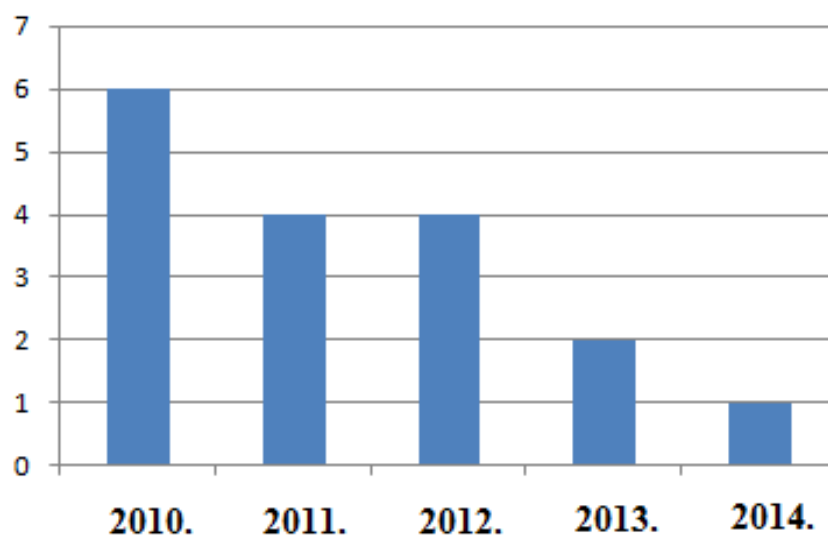
#### 6.1.1. Statistički podaci

Iz tablice 7. može se vidjeti da je u petogodišnjem periodu od 2010. godine do 2014. godine bilo ukupno 17 nesreća. Uočljivo je da od 2010. godine pada broj prometnih nesreća.

**Tablica 7.** Ukupan broj prometnih nesreća u periodu od 2010. – 2014. godine

Godina	UKUPNO PN
2010.	6
2011.	4
2012.	4
2013.	2
2014.	1

Izvor: [8]



**Grafikon 1.** Ukupan broj prometnih nesreća po godinama

Prema posljedicama prometnih nesreća može se vidjeti da u petogodišnjem razdoblju od 2010. godine do 2014. godine na spomenutom raskrižju nema nesreća s poginulim osobama, dok ima osam prometnih nesreća s povrijeđenim osobama, a devet nesreća s materijalnom štetom.

**Tablica 8.** Ukupan broj prometnih nesreća prema posljedicama

Posljedice PN / Godina	s poginulim osobama	s povrijeđenim osobama	s materijalnom štetom
2010.	0	4	2
2011.	0	1	3
2012.	0	2	2
2013.	0	1	1
2014.	0	0	1

Izvor: [8]

U petogodišnjem analiziranom razdoblju 8 osoba je nastradalo, 4 osobe sa teškim tjelesnim ozljedama, te 4 osobe sa lakšim tjelesnim ozljedama.

**Tablica 9.** Stradavanje sudionika prometnih nesreća

Posljedice PN / Godina	smrtno	teško	lako
2010.	0	2	2
2011.	0	0	1
2012.	0	1	1
2013.	0	1	0
2014.	0	0	0

Izvor: [8]

Iz tablice 10. može se vidjeti da prema vrsti prometne nesreće najviše ima bočnih sudara, točnije dvanaest, dok je nastala jedna nesreća sa sudarom vozila iz suprotnih smjerova, te dva naleta na biciklistu.

**Tablica 10.** Prometne nesreće prema vrsti prometne nesreće

Vrste PN / godina		2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
međusobni sudar vozila u pokretu	iz suprotnih smjerova	1	0	0	0	0
	bočni sudar	5	3	2	1	1
nalet na biciklistu		0	1	0	1	0
ostalo		0	0	2	0	0

Izvor: [8]



Ako se pogleda okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama, vidi se da se najviše nesreća, čak 11 dogodilo zbog nepoštivanja prednosti prolaska, dok su se četiri nesreće desile zbog brzine neprimjerene uvjetima na cesti.

**Tablica 11.** Prometne nesreće s obzirom na okolnosti prometnih nesreća

Okolnosti PN / Godine	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
brzina neprimjerena uvjetima	1	0	2	1	0
nepoštivanje prednosti prolaska	5	3	2	0	1
ostale greške vozača	0	1	0	1	0

Izvor: [8]

### 6.1.2. Identifikacijski pokazatelji

a) Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća – KRPN (korigiran težinom nesreća)

$$PBPN = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150)$$

Rezultati dobiveni za ponderirani broj prometnih nesreća – PBPN po godinama slijede u tablici.

**Tablica 12.** Ponderirani broj prometnih nesreća - PBPN

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
PBPN	82	23	42	21	20

Izvor: [ 8]

Dobiven je ukupan zbroj PBPN-a, za analizirano petogodišnje razdoblje koji iznosi 188.

Vrijednost korigiranog kolektivnog rizika prometnih nesreća – KRPN-a, iznosi 125 nesreća/km\*godišnje.

$$KRPN = \frac{\sum_{i=1}^G 188}{5 * 0,3} = 125 \left( \frac{\text{nesreća}}{\text{km * godišnje}} \right)$$

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

$$\text{IRPN} = \frac{\sum_{i=1}^G 188}{0,3 \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^T 7500} * 10^6 = 228,89 \left( \frac{\text{nesreće}}{\text{mil} * \text{voz} * \text{km}} \right)$$

Vrijednost korigiranog individualnog rizika prometnih nesreća – IRPN-a, iznosi 228,89 nesreća/mil\*voz\*km.

**c) Kolektivni rizik stradanja – KRS (korigiran težinom posljedice)**

$$\text{PBN} = 1 * \text{LO} + 5 * \text{TO} + 50 * \text{POG}$$

Rezultati dobiveni po godinama slijede u tablici 13.

**Tablica 13.** Ponderirani broj nesreća - PBN

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
PBN	12	1	6	5	0

Izvor: [8]

Zbroj “ponderiranog broja nesreća“ - PBN-a, za petogodišnje razdoblje iznosi 24.

$$\text{KRS} = \frac{\sum_{i=1}^G 24}{5 * 0,3} = 16 \left( \frac{\text{nastradali}}{\text{km} * \text{godišnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika stradanja – KRS-a, iznosi 16 nastradalih/km\*godišnje.

**d) Individualni rizik stradanja IRS (korigiran težinom posljedice)**

$$\text{IRS} = \frac{\sum_{i=1}^G 24}{0,3 \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^T 7500} * 10^6 = 29,22 \left( \frac{\text{nastradali}}{\text{mil} * \text{voz} * \text{km}} \right)$$

Vrijednost individualnog rizika stradanja – IRS-a, iznosi 29,22 nastradalih/mil\*voz\*km.

**e) Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – KRPTO**

$$\text{KRPTO} = \frac{\sum_{i=1}^G (0+3)}{5 * 0,3} = 2 \left( \frac{\text{poginuli i teško ozlijeđeni}}{\text{km} * \text{godišnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih – KRPTO-a, iznosi 2 poginulih i teško ozlijeđenih/km\*godišnje.

f) Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – IRPTO

$$\text{IRPTO} = \frac{\sum_{i=1}^G (0+3)}{0,3*365*\sum_{i=1}^G 7500} * 10^6 = 3,6 \left( \frac{\text{poginuli i teško ozlijeđeni}}{\text{mil *voz *km}} \right)$$

Vrijednost individualnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih – IRPTO-a, iznosi 3,6 poginulih i teško ozlijeđenih/mil\*voz\*km.

g) Kolektivni rizik poginulih – KRP

$$\text{KRP} = \frac{\sum_{i=1}^G \text{POG}}{G*L} \left( \frac{\text{poginuli}}{\text{km *godišnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika poginulih iznosi 0, budući da nema poginulih u analiziranom razdoblju navedenog opasnog mjesta.

h) Individualni rizik poginulih – IRP

$$\text{IRP} = \frac{\sum_{i=1}^G \text{POG}}{L*365*\sum_{i=1}^G \text{PGDP}} * 10^6 \left( \frac{\text{poginulih}}{\text{mil *voz *km}} \right)$$

Vrijednost individualnog rizika poginulih iznosi 0, budući da nema poginulih u analiziranom razdoblju navedenog opasnog mjesta.

## 6.2. Opasno mjesto Sveti Ivan Žabno, Trg Karla Lukaša

Opasno mjesto je nesemaforizirano raskrižje državnih cesta D22 i D28. Preko spomenutog raskrižja se odvija velika količina prometa jer državna cesta D28 omogućuje povezanost sa Zagrebom, preko grada Vrbovec i Sveta Helena. Glavni problem predstavljaju vozila koja sa sjevernog privoza, tj. sa D22 skreću ulijevo na DC28. Postoje odvojene trake za lijevo i desno skretanje, pa vozila koja skreću udesno smanjuju preglednost vozilima koja skreću lijevo na DC28, zbog čega vozači gube strpljenje te nesmotreno ulaze u raskrižje.

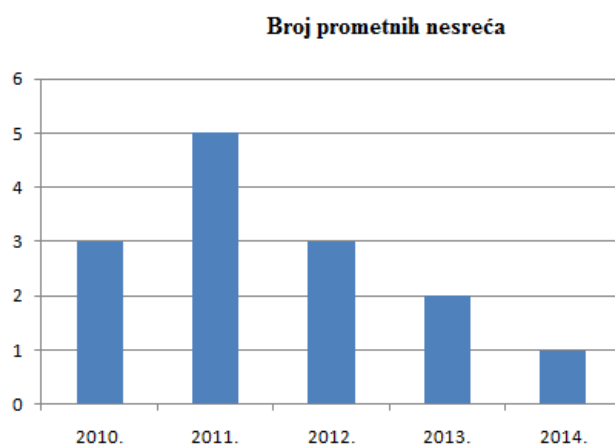
### 6.2.1. Statistički podaci

U petogodišnjem razdoblju od 2010. godine do 2014. godine na spomenutom raskrižju bilo je 14 prometnih nesreća. Najviše prometnih nesreća bilo je 2011. godine, i to pet nesreća, dok je prethodne 2014. godine zabilježena jedna prometna nesreća.

**Tablica 14.** Ukupan broj prometnih nesreća po godinama

Posljedice PN / Godina	UKUPNO PN
2010.	3
2011.	5
2012.	3
2013.	2
2014.	1

Izvor: [8]



**Grafikon 2.** Ukupan broj prometnih nesreća po godinama

Ako se pogledaju posljedice prometnih nesreća u tablici 15., može se vidjeti da su 2010. godine zabilježene dvije prometne nesreće s poginulim osobama, zabilježeno je pet prometnih nesreća s povrijeđenim osobama, te sedam prometnih nesreća s materijalnom štetom.

**Tablica 15.** Ukupan broj prometnih nesreća prema posljedicama prometnih nesreća

Posljedice PN / Godina	s poginulim osobama	s povrijeđenim osobama	s materijalnom štetom	UKUPNO PN
2010.	2	1	0	3
2011.	0	3	2	5
2012.	0	0	3	3
2013.	0	1	1	2
2014.	0	0	1	1

Izvor: [8]

U sljedećoj tablici može se vidjeti da su dvije osobe smrtno stradale, tri osobe su zadobile teške tjelesne ozljede, te su dvije osobe zadobile lakše tjelesne ozljede.

**Tablica 16.** Stradavanje sudionika prometnih nesreća

Posljedice PN / Godina	smrtno	teško	lako
2010.	2	0	1
2011.	0	2	1
2012.	0	0	0
2013.	0	1	0
2014.	0	0	0

Izvor: [8]

Iz tablice 17. vidljivo je kako na opasnom mjestu ima najviše bočnih sudara, baš iz razloga koji je naveden ranije, a to je da su lijevi skretači zbog loše preglednosti i dužih čekanja nesmotreno ulazili u raskrižje, što je dovelo do ovolikog broja bočnih sudara.

**Tablica 17.** Ukupan broj prometnih nesreća prema vrsti prometne nesreće

Vrste PN / Godina		2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
međusobni sudar vozila u pokretu	iz suprotnih smjerova	1	0	0	0	0
	bočni sudar	2	4	3	2	1
nalet na biciklistu		0	0	0	0	0
ostalo		0	1	0	0	0

Izvor: [8]

Prema okolnostima koje su prethodile prometnim nesrećama, čak 13 prometnih nesreća se dogodilo zbog nepoštivanja prednosti prolaska, dok se samo jedna prometna nesreća dogodila zbog brzine neprimjerene uvjetima na cesti.

**Tablica 18.** Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama

Okolnosti PN / Godine	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
brzina neprimjerena uvjetima		1			
nepoštivanje prednosti prolaska	3	4	3	2	1
ostale greške vozača					

Izvor: [8]

### 6.2.2. Identifikacijski pokazatelji

a) Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća – KRPN (korigiran težinom nesreća)

$$PBPN = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150)$$

Rezultati dobiveni po godinama slijede u tablici.

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
PBPN	320	62	3	21	1

Izvor: [8]

Dobiven je ukupan zbroj PBPN-a, za analizirano petogodišnje razdoblje koji iznosi 407.

Vrijednost korigiranog kolektivnog rizika prometnih nesreća – KRPN-a, iznosi 203 nesreća/km\*godišnje.

$$KRPN = \frac{\sum_{i=1}^G 407}{5 \times 0,3} = 203 \left( \frac{\text{nesreća}}{\text{km} * \text{godišnje}} \right)$$

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

$$IRPN = \frac{\sum_{i=1}^G 407}{0,3 \times 365 \times \sum_{i=1}^T 5000} * 10^6 = 743,38 \left( \frac{\text{nesreće}}{\text{mil} * \text{voz} * \text{km}} \right)$$

Vrijednost korigiranog individualnog rizika prometnih nesreća – IRPN-a, iznosi 743,38 nesreća/mil\*voz\*km.

**c) Kolektivni rizik stradanja – KRS (korigiran težinom posljedice)**

$$PBN = 1 * LO + 5 * TO + 50 * POG$$

Rezultati dobiveni po godinama slijede u tablici.

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
PBN	101	11	0	5	0

Izvor: [8]

Zbroj “ponderiranog broja nesreća“- PBN-a, za petogodišnje razdoblje iznosi 117.

$$KRS = \frac{\sum_{i=1}^G 117}{5 * 0,3} = 78 \left( \frac{\text{nastradali}}{\text{km} * \text{godišnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika stradavanja – KRS-a, iznosi 78 nastradalih/km\*godisnje.

**d) Individualni rizik stradanja IRS (korigiran težinom posljedice)**

$$IRS = \frac{\sum_{i=1}^G 117}{0,3*365*\sum_{i=1}^G 5000} * 10^6 = 213,7 \left( \frac{\text{nastradali}}{\text{mil *voz *km}} \right)$$

Vrijednost individualnog rizika stradavanja – IRS-a, iznosi 213,7 nastradalih/mil\*voz\*km.

**e) Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – KRPTO**

$$KRPTO = \frac{\sum_{i=1}^G (2+3)}{5*0,3} = 3,33 \left( \frac{\text{poginuli i teško ozlijeđeni}}{\text{km *godisnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih – KRPTO-a, iznosi 3,33 poginulih i teško ozlijeđenih/km\*godisnje.

**f) Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – IRPTO**

$$IRPTO = \frac{\sum_{i=1}^G (2+3)}{0,3*365*\sum_{i=1}^G 5000} * 10^6 = 9,1 \left( \frac{\text{poginuli i teško ozlijeđeni}}{\text{mil *voz *km}} \right)$$

Vrijednost individualnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih – IRPTO-a, iznosi 9,1 poginulih i teško ozlijeđenih/mil\*voz\*km.

**g) Kolektivni rizik poginulih – KRP**

$$KRP = \frac{\sum_{i=1}^G 2}{5*0,3} = 1,33 \left( \frac{\text{poginuli}}{\text{km *godisnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika poginulih iznosi 1,33 poginulih/km\*godisnje.

**h) Individualni rizik poginulih – IRP**

$$IRP = \frac{\sum_{i=1}^G 2}{0,3*365*\sum_{i=1}^G 5000} * 10^6 = 3,6 \left( \frac{\text{poginulih}}{\text{mil *voz *km}} \right)$$

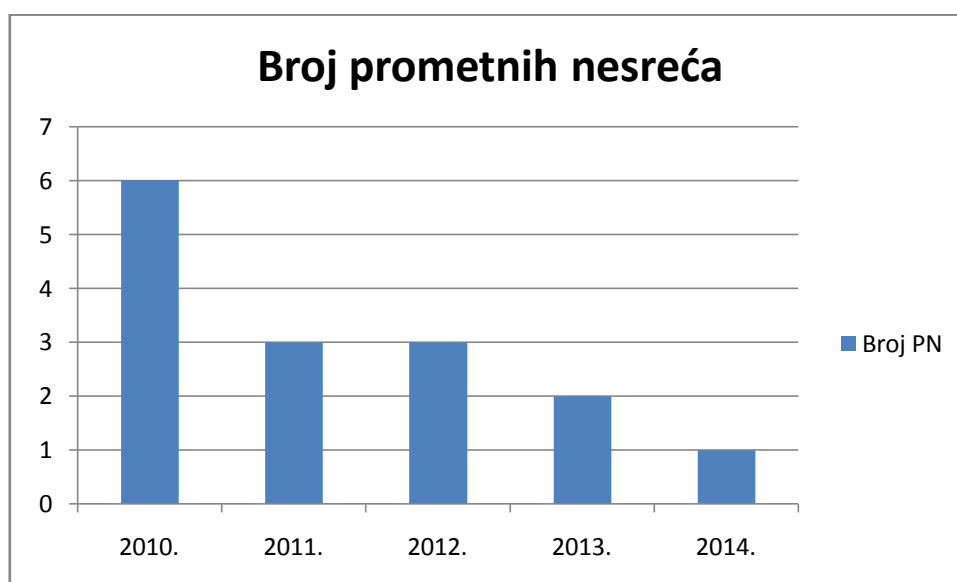
Vrijednost individualnog rizika poginulih iznosi 3,6 poginulih/mil\*voz\*km.



### 6.3. Pružni prijelaz na državnoj cesti D2 između Virja i Đurđevca

Na pružnom prijelazu na Državnoj cesti D2, u periodu od 2010. godine do 2014. godine, desilo se 15 prometnih nesreća, od toga 4 prometne nesreće s povrijeđenim osobama, te 11 prometnih nesreća s materijalnom štetom. Kod ovog opasnog mjesta najveći problem je nepravilno postavljena prometna signalizacija zbog koje vozači prekasno uočavaju opasnost, te dolazi do čestih slijetanja s ceste i udara vozila u objekt na kolniku.

#### 6.3.1. Statistički podaci



**Grafikon 3.** Ukupan broj prometnih nesreća u analiziranom razdoblju

**Tablica 19.** Ukupan broj prometnih nesreća s obzirom na posljedice prometnih nesreća

Posljedice PN / Godina	s poginulim osobama	s povrijeđenim osobama	s materijalnom štetom	UKUPNO PN
2010.	0	2	4	6
2011.	0	1	2	3
2012.	0	0	3	3
2013.	0	1	1	2
2014.	0	0	1	1

Izvor: [8]

Iz sljedeće tablice vidljivo je da su tri osobe teško stradale, dok je pet osoba zadobilo lakše tjelesne ozljede.

**Tablica 20.** Ukupan broj stradalih osoba

Posljedice-sudionici / Godina	smrtno	teško	lako	Ukupno stradalih osoba
2010.	0	2	1	3
2011.	0	1	3	4
2012.	0	0	0	0
2013.	0	0	1	1
2014.	0	0	0	0

Izvor: [8]

Prema vrsti prometnih nesreća, bilo je šest slijetanja s ceste, šest udara vozila u objekt na cesti, dva udara vozila u objekt kraj ceste te jedna prometna nesreće sa sudarom vozila iz suprotnih smjerova.

**Tablica 21.** Ukupan broj prometnih nesreća prema vrsti prometne nesreće

Vrste PN / Godina		2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
međusobni sudar vozila u pokretu	iz suprotnih smjerova	1	0	0	0	0
	vožnja unazad	0	0	0	0	0
udar vozila u parkirano vozilo		0	0	0	0	0
slijetanje s ceste		2	2	2	0	0
ostalo		0	0	0	0	0
udar vozila u objekt na cesti		3	0	1	2	0
udar vozila u objekt kraj ceste		0	1	0	0	1
nalet na divlju životinju		0	0	0	0	0

Izvor: [8]

U sljedećoj tablici mogu se vidjeti okolnosti koje su prethodile nastanku prometnih nesreća.

**Tablica 22.** Ukupan broj prometnih nesreća prema okolnostima nastanka

Okolnosti PN / Godine	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
nepropisna brzina	0	1	0	0	0
brzina neprimjerena uvjetima	2	0	1	0	0
vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	0	1	0	0	0
zakašnjelo uočavanje opasnosti	1	0	2	0	0
nepropisno parkiranje	0	0	0	0	0
nepoštivanje svjetlosnog znaka	1	0	0	1	0
ostale greške vozača	1	1	2	0	0
nepropisno kretanje vozila na kolniku	0	0	0	0	1

Izvor: [8]

Zbog nepravilno postavljene signalizacije, vozači nisu dovoljno informirani o opasnosti na cesti, te često dolazi do izlijetanja s kolnika i udara vozila u objekt na kolniku i pored kolnika.

### 6.3.2. Identifikacijski pokazatelji

a) Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća – KRPN (korigiran težinom nesreća)

$$PBPN = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150)$$

Rezultati dobiveni po godinama slijede u tablici.

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
PBPN	44	22	3	21	1

Izvor: [8]

Dobiven je ukupan zbroj PBPN-a, za analizirano petogodišnje razdoblje koji iznosi 71.

Vrijednost korigiranog kolektivnog rizika prometnih nesreća – KRPN-a, iznosi 47 nesreća/km\*godišnje.

$$KRPN = \frac{\sum_{i=1}^G 71}{5 * 0,3} = 47 \left( \frac{\text{nesreća}}{\text{km * godišnje}} \right)$$

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

$$IRPN = \frac{\sum_{i=1}^G 71}{0,3 * 365 * \sum_{i=1}^T 5500} * 10^6 = 117,89 \left( \frac{\text{nesreće}}{\text{mil * voz * km}} \right)$$

Vrijednost korigiranog individualnog rizika prometnih nesreća – IRPN-a, iznosi 117,89 nesreća/mil\*voz\*km.

c) Kolektivni rizik stradanja – KRS (korigiran težinom posljedice)

$$PBN = 1 * LO + 5 * TO + 50 * POG$$

Rezultati ponderiranog broja nesreća – PBN dobiveni po godinama slijede u tablici.

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
PBN	11	8	0	1	0

Izvor: [8]

Zbroj "ponderiranog broja nesreća" - PBN-a, za petogodišnje razdoblje iznosi 20.

$$KRS = \frac{\sum_{i=1}^G 20}{5 \cdot 0,3} = 13,3 \left( \frac{\text{nastradali}}{\text{km} \cdot \text{godišnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika stradavanja – KRS-a, iznosi 13,3 nastradalih/km\*godišnje.

**d) Individualni rizik stradavanja IRS (korigiran težinom posljedice)**

$$IRS = \frac{\sum_{i=1}^G 20}{0,3 \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^T 5500} \cdot 10^6 = 33,2 \left( \frac{\text{nastradali}}{\text{mil} \cdot \text{voz} \cdot \text{km}} \right)$$

Vrijednost individualnog rizika stradavanja – IRS-a, iznosi 33,2 nastradalih/mil\*voz\*km.

**e) Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – KRPTO**

$$KRPTO = \frac{\sum_{i=1}^G (0+3)}{5 \cdot 0,3} = 2 \left( \frac{\text{poginuli i teško ozlijeđeni}}{\text{km} \cdot \text{godišnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih – KRPTO-a, iznosi 2 poginulih i teško ozlijeđenih/km\*godišnje.

**f) Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih – IRPTO**

$$IRPTO = \frac{\sum_{i=1}^G (0+3)}{0,3 \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^G 5500} \cdot 10^6 = 2,49 \left( \frac{\text{poginuli i teško ozlijeđeni}}{\text{mil} \cdot \text{voz} \cdot \text{km}} \right)$$

Vrijednost individualnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih – IRPTO-a, iznosi 2,49 poginulih i teško ozlijeđenih/mil\*voz\*km.

**g) Kolektivni rizik poginulih – KRP**

$$KRP = \frac{\sum_{i=1}^G \text{POG}}{G \cdot L} \left( \frac{\text{poginuli}}{\text{km} \cdot \text{godišnje}} \right)$$

Vrijednost kolektivnog rizika poginulih iznosi 0, budući da nema poginulih u analiziranom razdoblju navedenog opasnog mjesta.

## h) Individualni rizik poginulih – IRP

$$\text{IRP} = \frac{\sum_{i=1}^G \text{POG}}{L * 365 * \sum_{i=1}^G \text{PGDP}} * 10^6 \left( \frac{\text{poginulih}}{\text{mil} * \text{voz} * \text{km}} \right)$$

Vrijednost individualnog rizika poginulih iznosi 0, budući da nema poginulih u analiziranom razdoblju navedenog opasnog mjesta.

## 6.4. Analiza opasnih mjesta

Pošto ne postoji univerzalna metodologija određivanja opasnog mjesta u svijetu ili europi, svaka država zasebno razvija svoju najučinkovitiju metodu. Opasna mjesta na području Koprivničko križevačke županije opisana su prethodno u radu, te su određena prema „Hrvatskoj“ metodi identifikacije opasnih mjesta, točnije prema kriteriju po kojem se na određenom mjestu dogodi najmanje 3 ili više istovrsne prometne nesreće s ozlijeđenim osobama u protekle 3 godine. Ovaj kriterij je odabran iz razloga jer se na navedenim opasnim mjestima u radu učestalo ponavlja ista vrsta prometnih nesreća, a to su bočni sudari (opasno mjesto 1 i opasno mjesto 2), te slijetanje s ceste (opasno mjesto 3).

U sljedećoj tablici prikazan je odnos metoda identifikacije opasnih mjesta u pojedinim zemljama.

Opasno mjesto 1 – Koprivnica, raskrižje Starogradske ulice i Zaobilazne ceste DC41

Opasno mjesto 2 - Sveti Ivan Žabno, Trg Karla Lukaša

Opasno mjesto 3 - Pružni prijelaz na državnoj cesti broj 2 između Virja i Đurđevca

**Tablica 23.** Odnos metoda identifikacije opasnih mjesta u pojedinim zemljama

	Austrija	Njemačka	Mađarska	Norveška	Švicarska	Hrvatska
Kriterij	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Opasno mjesto 1	3	7	14	8	5	3
Opasno mjesto 2	1	1	11	7	2	1
Opasno mjesto 3	1	1	6	4	3	1

 Može se okarakterizirati kao opasno mjesto

 Nemože se okarakterizirati kao opasno mjesto

Legenda:

1. – najmanje 3 sličnih ili istovrsnih prometnih nesreća s povrijeđenima u roku od 3 godine
2. – najmanje 5 ili više nesreća s povrijeđenima tijekom 3 godine
3. – najmanje 4 registrirane prometne nesreće tijekom 3 godine na dionici ne dužoj od 1000m.
4. – najmanje 4 prometne nesreće s povrijeđenima, registrirane u prethodnih 5 godina.
5. – najmanje 4 prometne nesreće s ozlijeđenim, ili 2 prometne nesreće s poginulim osobama.
6. – najmanje 3 ili više istovrsnih prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama u 3 godine.

Prema Hrvatskoj metodi sva obrađena raskrižja ne ispunjavaju kriterije za nastanak opasnog mjesta. Opasno mjesto 1 ispunjava kriterije za nastanak opasnog mjesta, dok opasno mjesto 2 i 3 ne ispunjavaju. Razlog je smanjenje prometnih nesreća u posljednje 3 godine gdje nema dovoljan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama. Prema Austrijskoj i Njemačkoj metodi samo opasno mjesto 1 zadovoljava kriterij, dok ostala dva opasna mjesta ne zadovoljavaju kriterij za nastanak opasnog mjesta. Opasno mjesto 3 također ne zadovoljava kriterije Švicarske metodologije za nastanak opasnog mjesta. Prema Mađarskoj i Norveškoj metodi sva tri opasna mjesta ispunjavaju kriterije za nastanak opasnih mjesta. Može se primijetiti da su navedene lokacije bile definirane kao opasna mjesta na temelju podataka starijih od 3 godine gdje je bilo više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama.

## 7. Zaključak

Praćenje statističkih podataka i stanja na terenu, te saniranje opasnih mjesta važan je faktor u podizanju sigurnosti cestovnog prometa. U Republici Hrvatskoj u posljednjih desetak godina, raznim zakonskim regulativama, nacionalnim programima sigurnosti cestovnog prometa, smanjen je broj poginulih osoba u cestovnom prometu.

Prema prethodnoj analizi Koprivničko – križevačka županija je među županijama koje su uspjele smanjiti broj poginulih osoba, smanjiti ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama te prometnih nesreća s materijalnom štetom. Najčešća vrsta prometnih nesreća su bila slijetanja s ceste i bočni sudari, dok prema okolnostima koje su prethodile prometnim nesrećama najčešći uzrok je brzina neprimjerena uvjetima na cesti, nepoštivanje prednosti prolaza, te ostale greške vozača.

Na analiziranom području županije opisana su tri opasna mjesta, gdje su u petogodišnjem razdoblju ukupno bile dvije prometne nesreće s poginulim osobama, 18 prometnih nesreća s povrijeđenim osobama, te 27 prometnih nesreća s materijalnom štetom.

Prema Hrvatskoj metodi identifikacije opasnih mjesta, točnije prema kriteriju po kojem se na određenom mjestu dogodi najmanje 3 ili više istovrsne prometne nesreće s ozlijeđenim osobama u protekle 3 godine, koji je odabran jer se na navedenim opasnim mjestima u radu učestalo ponavlja ista vrsta prometnih nesreća, samo jedno mjesto ispunjava uvjete za nastanak opasnog mjesta. Ostala dva mjesta imaju značajan pad broja prometnih nesreća stoga više ne ispunjavaju uvjete za nastanak opasnog mjesta. Na sva tri mjesta vidljivo je da se broj prometnih nesreća smanjuje, te je potrebno dalje pratiti stanje na tim točkama, kako bi se moglo pravovremeno intervenirati.

U analiziranom razdoblju uočljivo je da se broj prometnih nesreća svake godine smanjuje, što je dobar pokazatelj da treba dalje raditi na povećanju sigurnosti cestovnog prometa kako bi se smanjilo neželjeno stradavanje ljudskih života.

Da bi se stanje sigurnosti u cestovnom prometu još podiglo, potrebno je dodatno ulagati u prometnu infrastrukturu, raditi na kvalitetnijem obrazovanju vozača od najranije dobi, postrožiti policijski nadzor i kontrole na cestama, te sustavno razvijati prometnu kulturu svih sudionika u prometu.



## 8. Literatura

1. Šarić Ž., Zovak G., Koronc N.: Comparison of methods for determining crash hotspots in the road traffic, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
2. Brlek P., Metode centralne projekcije prometne signalizacije na cestama, Magistarski znanstveni rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.
3. Zovak, G., Šarić Ž.: Prometno tehničke ekspertize i sigurnost, Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
4. Cerovac V: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
5. Zovak G., Brčić D., Šarić Ž.: Analysis of road black spots identification method in Republic of Croatia, znanstveni rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
6. Lipovac K., Jovanović D., Nešić M.: Metodologija identifikacije opasnih mesta na putevima, Novi Sad.
7. MUP-ov bilten o stanju sigurnosti cestovnog prometa za 2010., 2011., 2012., 2013., 2014. godina
8. Policijska uprava Koprivničko – križevačka (statistički podaci)
9. Službene stranice Koprivničko – križevačke županije ([www.kckzz.hr](http://www.kckzz.hr), kolovoz 2015.)
10. Hrvatske ceste d.d. ([www.hrvatske-cestes.hr](http://www.hrvatske-cestes.hr), kolovoz 2015.)
11. Županijski ured za ceste Koprivničko – križevačke županije
12. Hrvatski autoklub ([www.hak.hr](http://www.hak.hr), rujan 2015.)
13. Arkod ([www.arkod.hr](http://www.arkod.hr), rujan 2015.)
14. Prometna Zona ([www.prometna-zona.com](http://www.prometna-zona.com), rujan 2015.)
15. Državni zavod za statistiku (<http://www.dzs.hr>, kolovoz 2015.)

## Popis slika

<b>Slika 1.</b> Prostorni položaj Koprivničko – križevačke županije.....	3
<b>Slika 2.</b> Geoprometni položaj Koprivničko – križevačke županije .....	4
<b>Slika 3.</b> Centralni sudar.....	6
<b>Slika 4.</b> Položaj udarnog pravca kod bočnog sudara .....	7
<b>Slika 5.</b> Podupravljanje i preupravljanje vozila .....	8
<b>Slika 6.</b> Faze frontalnog naleta .....	9
<b>Slika 7.</b> Oblik prednjeg dijela vozila .....	10
<b>Slika 8.</b> Faze potpunog frontalnog naleta vozila na dva kotača.....	13
<b>Slika 9.</b> Djelomični frontalni nalet vozila s dva kotača .....	14
<b>Slika 10.</b> Bočno okrznuće vozila s dva kotača.....	15
<b>Slika 11.</b> Bočni nalet vozila s dva kotača .....	15

## Popis tablica

<b>Tablica 1.</b> Ukupan broj prometnih nesreća po godinama.....	16
<b>Tablica 2.</b> Vrste prometnih nesreća u razdoblju od 2010. do 2014. godine .....	17
<b>Tablica 3.</b> Okolnosti koje su prethodile prometnoj nesreći za analizirano razdoblje.....	18
<b>Tablica 4.</b> Posljedice prometnih nesreća u razdoblju od 2010.-2014. godine.....	19
<b>Tablica 5.</b> Nastradale osobe na području Koprivničko-križevačke županije .....	19
<b>Tablica 6.</b> Prometne nesreće po danima u tjednu za razdoblje od 2010. do 2014. godine.....	20
<b>Tablica 7.</b> Ukupan broj prometnih nesreća u periodu od 2010. – 2014. godine .....	32
<b>Tablica 8.</b> Ukupan broj prometnih nesreća prema posljedicama .....	33
<b>Tablica 9.</b> Stradavanje sudionika prometnih nesreća .....	34
<b>Tablica 10.</b> Prometne nesreće prema vrsti prometne nesreće.....	34
<b>Tablica 11.</b> Prometne nesreće s obzirom na okolnosti prometnih nesreća.....	35
<b>Tablica 12.</b> Ponderirani broj prometnih nesreća - PBPB .....	35
<b>Tablica 13.</b> Ponderirani broj nesreća - PBN.....	36
<b>Tablica 14.</b> Ukupan broj prometnih nesreća po godinama.....	38
<b>Tablica 15.</b> Ukupan broj prometnih nesreća prema posljedicama prometnih nesreća .....	39
<b>Tablica 16.</b> Stradavanje sudionika prometnih nesreća .....	39
<b>Tablica 17.</b> Ukupan broj prometnih nesreća prema vrsti prometne nesreće .....	40
<b>Tablica 18.</b> Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama .....	40
<b>Tablica 19.</b> Ukupan broj prometnih nesreća s obzirom na posljedice prometnih nesreća .....	43
<b>Tablica 20.</b> Ukupan broj stradalih osoba.....	44
<b>Tablica 21.</b> Ukupan broj prometnih nesreća prema vrsti prometne nesreće .....	44
<b>Tablica 22.</b> Ukupan broj prometnih nesreća prema okolnostima nastanka.....	45
<b>Tablica 23.</b> Odnos metoda identifikacije opasnih mjesta u pojedinim zemljama .....	48

## **Popis grafikona**

<b>Grafikon 1.</b> Ukupan broj prometnih nesreća po godinama.....	33
<b>Grafikon 2.</b> Ukupan broj prometnih nesreća po godinama.....	38
<b>Grafikon 3.</b> Ukupan broj prometnih nesreća po godinama.....	43