

# Identifikacija potencijalno opasnih mjesta na državnoj cesti D3

---

Huzjak, Nikola

Master's thesis / Diplomski rad

2019

*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:119:924706>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-28**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Nikola Huzjak**

**IDENTIFIKACIJA POTENCIJALNO OPASNIH  
MJESTA NA DRŽAVNOJ CESTI D3**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2019.**

Zagreb, 19. ožujka 2019.

Zavod: **Zavod za prometno-tehnička vještačenja**  
Predmet: **Prometno tehničke ekspertize i sigurnost**

## **DIPLOMSKI ZADATAK br. 5008**

Pristupnik: **Nikola Huzjak (0135226707)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Identifikacija potencijalno opasnih mjesta na državnoj cesti D3**

### **Opis zadatka:**

U Diplomskom radu je potrebno opisati geoprometni položaj te analizirati stanje sigurnosti na državnoj cesti D3. Opisati relevantnu metodologiju identifikacije opasnih mjesta te na temelju dostupnih statističkih pokazatelja identificirati potencijalno opasna mjesta na držanoj cesti D3

Mentor:



---

doc. dr. sc. Željko Šarić

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**IDENTIFIKACIJA POTENCIJALNO OPASNIH MJESTA NA  
DRŽAVNOJ CESTI D3**

**IDENTIFICATION OF POTENTIAL HAZARDOUS LOCATIONS  
ON D3 STATE ROAD**

Mentor: doc. dr. sc. Željko Šarić

Student: Nikola Huzjak

JMBAG:0135226707

Zagreb, rujan 2019.

## IDENTIFIKACIJA POTENCIJALNO OPASNIH MJESTA NA DRŽAVNOJ CESTI D3

### SAŽETAK

Jedna od negativnih posljedica prometa su prometne nesreće odnosno ljudske žrtve kao posljedice istih. Budući da se sve prometne nesreće ne događaju slučajno, vrlo je bitno definirati čimbenike koji na njih utječu i razmotriti ih kao moguće uzroke. Lokacije na prometnicama na kojima se događa nadprosječno velik broj nesreća nazivamo opasnim mjestima. Za njihovu identifikaciju Hrvatske ceste definirale su Metodologiju za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži. Pravilnom identifikacijom te nakon toga sanacijom identificiranih opasnih mjesta, trebao bi se smanjiti broj prometnih nesreća. Smanjenje nesreća reflektiralo bi se na povećanje sigurnosti svih sudionika u prometu. Za potrebe ovog rada napravljena je identifikacija potencijalno opasnih mjesta na državnoj cesti D3. Pri tome korišteni su svi koraci definirani u Metodologiji a kao relevantna metoda izabrana je Rate Quality Control. Nakon provedenog procesa identifikacije, svako otkriveno potencijalno opasno mjesto detaljno je opisano te je izvršen terenski obilazak istih.

**KLJUČNE RIJEČI:** prometna nesreća, opasna mjesta, državna cesta D3, identifikacija potencijalno opasnih mjesta, Rate Quality Control

### SUMMARY

One of the major negative consequences of traffic are traffic accidents and the human lives lost in them. Since not all traffic accidents are actually accidental, clearly defining the factors which affect them and determining which ones are actual causes of an accident is of the utmost importance. Locations on thoroughfares which have an increased accident rate are called hazardous locations. In order to identify all of these hazardous locations, the state road management company Hrvatske ceste has published a guidebook called The Methodology for the Identification of Dangerous Locations in the State Road Network. Locating and patching up these dangerous places should lead to a decrease in the number of traffic accidents. This would help make traffic safer for everyone. For the purposes of this paper, all the potentially hazardous locations on D3 state road have been identified, using the steps defined in

The Methodology, alongside the Rate Quality Control method. After the identification of all potential hazardous locations was completed, they were all surveyed and described in detail.

**KEYWORDS:** Traffic Accident, Hazardous Locations, D3 State Road, The Identification of Potentially Hazardous Locations, Rate Quality Control

## SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa.....	3
2.1 Čovjek kao čimbenik .....	5
2.2 Cesta kao čimbenik .....	7
2.3 Vozilo kao čimbenik .....	7
2.4 Promet na cesti kao čimbenik.....	10
2.5 Incidentni čimbenik .....	10
3. Vrste prometnih nesreća u cestovnom prometu.....	11
3.1 Nalet na pješaka.....	12
3.1.1 Frontalni nalet .....	13
3.1.1.1 Potpuni frontalni nalet vozila na pješaka .....	13
3.1.1.2 Djelomični frontalni nalet vozila na pješaka.....	14
3.1.2 Bočno okrznuće vozila i pješaka .....	16
3.1.3 Pregaženje pješaka.....	16
3.2 Nalet na vozilo na dva kotača.....	17
3.2.1 Potpuni frontalni nalet .....	18
3.2.2 Djelomični frontalni nalet .....	19
3.2.3 Bočno okrznuće .....	19
3.2.4 Bočni nalet .....	20
3.3 Sudar dva ili više vozila .....	20
3.3.1 Frontalni sudar .....	21
3.3.2 Bočni sudar .....	22
3.3.3. Udar straga .....	23
3.3.4 Prevrtanje.....	23
3.4 Zanošenje .....	23
4. Geoprometni položaj državne ceste D3 .....	25

5. Metodologija identifikacije opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži.....	27
5.1 Općenito o opasnim mjestima.....	28
5.2 Identifikacija opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži .....	29
5.2.1 Segmentiranje na fiksne dijelove.....	30
5.2.2 Segmentiranje metodom Sliding Window.....	31
5.3 Proces identifikacije potencijalnog opasnog mjesta.....	32
5.4 Rate Quality Control metoda.....	34
6. Identifikacija potencijalno opasnih mjesta na državnoj cesti D3 .....	36
6.1 Analiza prometnih nesreća na državnoj cesti D3 .....	36
6.1.1 Ukupan broj prometnih nesreća na državnoj cesti D3.....	36
6.1.2 Vrste prometnih nesreća na državnoj cesti D3.....	37
6.1.3 Prometne nesreće obzirom na posljedice .....	38
6.1.4 Prometne nesreće obzirom na karakteristike ceste i površinsko stanje kolnika .....	39
6.1.5 Prometne nesreće obzirom na okolnosti .....	40
6.2 Identifikacija potencijalno opasnih mjesta na državnoj cesti D3.....	41
6.2.1 Definiranje parametara.....	42
6.2.2 Pretraživanje lokacija .....	44
6.2.3 Proces identifikacije potencijalno opasnih mjesta .....	44
6.2.4 Rangiranje lokacija .....	45
7. Analiza rezultata identifikacije opasnih mjesta na državnoj cesti D3 .....	46
7.1 Potencijalno opasno mjesto I - Soboli I.....	47
7.2 Potencijalno opasno mjesto II - Soboli II.....	50
7.3 Potencijalno opasno mjesto III – Varaždin.....	55
7.4 Potencijalno opasno mjesto IV – Rijeka, Titov trg.....	59
8. Zaključak .....	66
Literatura .....	68



Popis slika .....	70
Popis tablica .....	71
Popis grafikona .....	72
Popis kratica .....	73

## 1. UVOD

U posljednjih nekoliko godina svjedoci smo sve većeg broja prometnih nesreća u cestovnom prometu. Taj podatak za sobom nosi niz neželjenih posljedica a najteža od njih svakako je porast broja poginulih. Ako se razmotre čimbenici kao eventualni uzročnici prometnih nesreća tada ih treba promatrati kao određene podsustave odnosno čovjek, cesta i vozilo.

Kako bi se spriječio navedeni trend potrebno je poduzeti niz mjera koje bi za cilj imale smanjiti broj nesreća a samim time i broj ljudskih žrtava. Glavni cilj Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa za razdoblje od 2011. do 2020. godine je smanjiti broj stradalih u prometu za 50%, odnosno cilj je prepoloviti broj poginulih koji je 2010. godine iznosio 426. Kako navedeni program napreduje, prikazano je statističkim podacima u nastavku ovoga rada.

Jedna od mjera kako smanjiti broj nesreće uključuje identifikaciju mjesta na kojima se nesreće ne događaju slučajno već su uzroci neki od tehničkih nedostataka na cestovnoj mreži. U Republici Hrvatskoj za identifikaciju opasnih mjesta koristi se *Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži*. Kvalitetnom identifikacijom a kasnije i sanacijom smanjuje se broj opasnih mjesta čime se povećava sigurnost cestovnog prometa.

Struktura cjelokupnog rada prikazana je kroz osam datih poglavlja:

1. Uvod
2. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa
3. Vrste prometnih nesreća u cestovnom prometu
4. Geoprometni položaj državne ceste D3
5. Metodologija identifikacije opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži
6. Identifikacija potencijalno opasnih mjesta na državnoj cesti D3
7. Analiza rezultata identifikacije opasnih mjesta na državnoj cesti D3
8. Zaključak

U drugom poglavlju prikazani su čimbenici koji predstavljaju moguće uzroke prometnih nesreća. U analizama prometnih nesreća oni se promatraju kao

podstavi: čovjek, cesta, vozilo. Budući da ovom podjelom nisu obuhvaćeni svi mogući čimbenici nesreća, dodatno se dodaju dva čimbenika koja su također opisana u drugom poglavlju.

Moguće vrste prometnih nesreća detaljno su opisane i prikazane u trećem poglavlju. Pri tome dodatan naglasak stavljen je na: nalet na pješaka, nalet na vozilo na dva kotača, sudar dva ili više vozila te zanošenje.

Četvrto poglavlje prikazuje geoprometni položaj državne ceste D3. Također, u ovom poglavlju iznijeti su neki njeni opći podaci poput dionica, gradovi kroz koje prolazi te njena važnost za gospodarstvo Republike Hrvatske.

U petom poglavlju ukratko je objašnjena Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta koju su izdale Hrvatske ceste 2016. godine. Prikazani su općeniti podaci koji određeno mjesto čine opasnim te je prikazan postupak kako se identificiraju opasna mjesta. Također, u ovom poglavlju detaljno je opisana metoda Rate Quality Control za identifikaciju opasnih mjesta.

Šesto poglavlje prikazuje detaljnu analizu u koju su uključene sve prometne nesreće koje su se dogodile u periodu od 2016. do 2018. godine na državnoj cesti D3. Nakon toga, metodom Rate Quality Control izvršena je identifikacija potencijalno opasnih mjesta na spomenutoj cesti.

U sedmom poglavlju detaljno su prikazana sva identificirana opasna mjesta. Rezultati provedenog terenskog rada na svakoj lokaciji opasnog mjesta dati su u ovom poglavlju. Također, uvidom na moguću problematiku dati su prijedlozi rješenja.

Posljednje poglavlje odnosno zaključak donosi najvažnije rezultate odnosno zaključke nakon provedenog istraživanja date teme.

## 2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

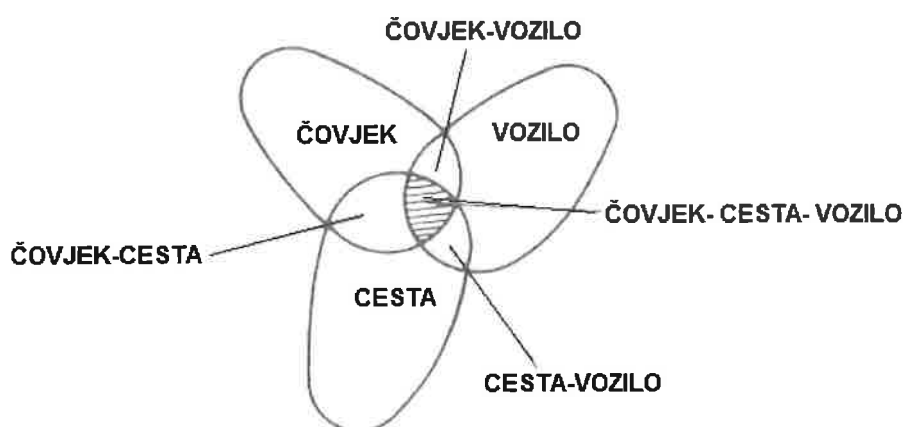
Ubrzani tijek globalizacije imao je za cilj nametanje prometa kao jednog od glavnih čimbenika koji utječu na život današnjeg čovjeka. Svakodnevno svjedočimo razvitku prometa, međutim taj trend za sobom nosi i neke neželjene posljedice. One se najčešće očituju u:

- povećanju zagušenja cjelokupne prometne mreže,
- smanjenoj sigurnosti svih sudionika u prometu.

Promet je vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do mnogih konfliktnih situacija. Da bi se povećala sigurnost prometa, potrebno je provesti brojne mjere čiji je cilj otklanjanje, odnosno smanjenje opasnosti. Analizirajući mnoge uzroke, cestovni se promet može pojednostavnjeno promatrati kroz tri osnovna podsustava [1]:

- čovjek,
- cesta,
- vozilo.

Međusobno djelovanje spomenutih čimbenika, čovjek, cesta i vozilo, najbolje se može prikazati pomoću Vennovog dijagrama koji je prikazan na Slici 1.



Slika 1. Vennov dijagram, [1]

Čimbenici čovjek, vozilo i cesta ne obuhvaćaju sve elemente koji imaju utjecaj na stanje sustava kao što je npr. pravila kretanja prometa na cestama, upravljanje i kontrola prometa i sl., te je potrebno izdvajanje četvrtog čimbenika s nazivom "promet na cesti." Čimbenici sigurnosti: čovjek, vozilo, cesta i promet na cesti pojavljuju se

uvijek u sustavu ako postoji promet vozila i pješaka na prometnicama. Ti čimbenici podliježu određenim pravilima, ali ne obuhvaćaju druge elemente koji se pojavljuju neočekivano, a utječu na stanje sustava. Tu se govori o atmosferskim prilikama ili drugim elementima kao što su npr. kamenje na cesti, ulje i blato na kolniku. Zbog toga javlja se potreba uvođenja novog čimbenika koji će sadržavati nabrojene elemente a taj čimbenik naziva se "incidentni čimbenik" kako bi se istaknulo njegovo nesustavno i neočekivano pojavljivanje [2].

Nakon razmatranja navedenih činjenica može se zaključiti da na opasnost od nastanka prometnih nesreća međusobno djeluje pet čimbenika:

- čovjek,
- cesta,
- vozilo,
- promet na cesti,
- incidentni čimbenik.

U slučaju kada jedan od čimbenika nije u stanju ravnoteže, postoji velika mogućnost od nastanka prometne nesreće. Prema statistici Ministarstva unutarnjih poslova i Biltenu o sigurnosti prometa, broj prometnih nesreća i nastradalih osoba prikazan je u Tablici 1.

**Tablica 1.** Prometne nesreće i posljedice u protekle tri godine

	<b>2016. godina</b>	<b>2017. godina</b>	<b>2018. godina</b>
<b>PROMETNE NESREĆE</b>			
S materijalnom štetom	21 978	23 429	22 983
S ozlijeđenima	10 500	10 632	10 122
S poginulima	279	307	297
<b><u>UKUPNO:</u></b>	<b>32 757</b>	<b>34 368</b>	<b>33 402</b>
<b>NASTRADALE OSOBE</b>			
Poginuli	307	331	317

Teže ozlijeđeni	2 747	2 776	2 703
Lakše ozlijeđeni	11 849	11 832	11 247

Izvor: [3]

U Tablici 1. prikazan je ukupan broj prometnih nesreća te njihove posljedice za 2016., 2017. i 2018. godinu. Ako se analiziraju podaci ove tri godine vidljiv je porast broja nesreća čiji je broj 2016. godine iznosio 32757 dok je taj broj 2018. godine bio 33402. U trogodišnjem periodu broj poginulih povećao se sa 307 poginulih 2016. godine na 317 poginulih 2018. godine. Glavni cilj *“Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa”* za razdoblje od 2011. do 2020. godine je smanjiti broj poginulih osoba za 50% u odnosu na 2010. godinu kada je taj broj iznosio 426 poginulih. Ako se promotre podaci u Tablici 1. Vidljivo je kako u analiziranom trogodišnjem razdoblju te brojke nisu ni blizu zacrtanog cilja.

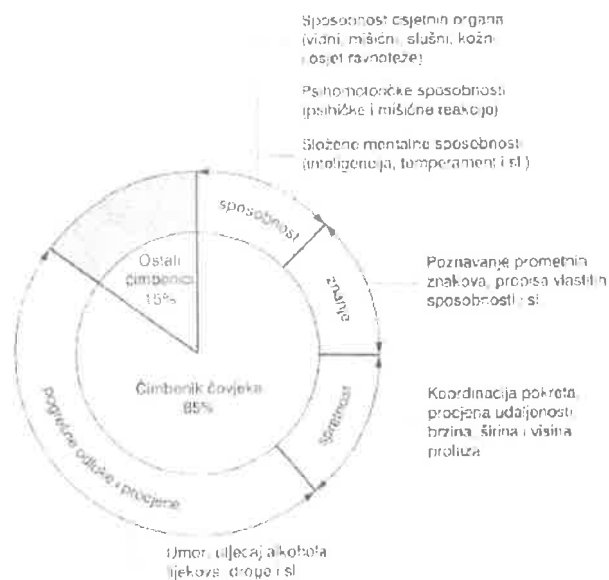
## 2.1 ČOVJEK KAO ČIMBENIK

Čovjek kao vozač u prometu svojim osjetilima prima obavijesti vezane za prilike na cesti te prema prometnim propisima određuje način kretanja vozila. Vozač je dio sustava koji na osnovi dobivenih obavijesti donosi odluke i regulira način kretanja vozila [1].

Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu [1]:

- osobne značajke vozača,
- psihofizička svojstva,
- obrazovanje i kultura

Osobnost je organizirana cjelina svih osobina, svojstva i ponašanja kojima se svaka ljudska individualnost izdvaja od svih drugih pojedinaca određene društvene zajednice. Psihički stabilna i skladno razvijena osoba je preduvjet uspješnog i sigurnog odvijanja prometa [2].



**Slika 2. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa, [2]**

Slika 2. predstavlja čovjeka kao čimbenika sigurnosti prometa. Kako je vidljivo iz slike, čovjek je najvažniji čimbenik te na njega otpada 85%. Prilikom kretanja čovjek prima razna osjetila iz okoline. Prema [2] za upravljanje vozilom najvažniji su osjeti: vida, sluha, ravnoteže, mišićni te mirisni.

Na ponašanje čovjeka također utječu i psihofizička svojstva. Prema [2] ona se očituju u sposobnostima koje omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad raznih mišića a to su brzina reagiranja, brzina izvođenja pokreta rukom te sklad pokreta i opažanja.

Vozač koji je stekao određeno obrazovanje poštuje prometne propise i odnosi se ozbiljno prema ostalim sudionicima u prometu. Tijekom vožnje takav se vozač ne nameće drugima, nego nastoji pomoći ostalim vozačima kako bi se izbjegla prometna nezgoda. Učenjem se postiže znanje koje je nužno za normalno odvijanje prometa [2].

Prema [2] ta znanja mogu biti:

- poznavanje zakona i propisa o reguliranju prometa,
- poznavanje kretanja vozila,
- poznavanje vlastitih sposobnosti.

## 2.2 CESTA KAO ČIMBENIK

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok nastanka prometnih nesreća, a oni mogu nastati pri projektiranju ceste te pri njihovoj izvedbi. Cestu kao čimbenik sigurnosti prometa obilježavaju [2]:

- trasa ceste,
- tehnički elementi ceste,
- stanje kolnika,
- oprema ceste,
- rasvjeta ceste,
- križanje,
- utjecaj bočne zapreke,
- održavanje kolnika.

## 2.3 VOZILO KAO ČIMBENIK

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu ljudi i tereta, a može se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzano ili usporeno. Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne [2].

Aktivni elementi su tehničke mjere koje konstruktor vozila definira pri projektiranju odnosno pri konstrukciji vozila. Predstavljaju tehnička rješenja čiji je cilj smanjiti eventualnu mogućnost od nastanka prometne nesreće.

U aktivne elemente sigurnosti vozila mogu se ubrojiti [2]:

- kočnice,
- upravljački mehanizam,
- gume,
- svjetlosni i signalni uređaji,
- uređaji koji povećavaju vidno polje vozača,
- konstrukcija sjedala,
- usmjerivači zraka (spojleri),
- uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila,
- vibracije vozila,



- buka.

Pasivni elementi moraju biti izvedeni tako da kada dođe do prometne nesreće ublaže moguće posljedice na vozača, putnike te ostale sudionike prometa.

U pasivne elemente sigurnosti vozila mogu se ubrojiti [2]:

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

Budući da vozilo predstavlja direktan kontakt vozača sa okolinom vrlo je bitno da svi njegovi aktivni i pasivni elementi budu tehnički ispravni. Upravo oni su u trenutku prometne nesreće izravno odgovorni za spašavanje ljudskog života odnosno za smanjenje posljedica. Prema nekim statističkim podacima smatra se da je vozilo odgovorno za 3-5% prometnih nesreća. Razlog tako malenog broja leži u tome da je tijekom obavljanja očevida nakon prometne nesreće teško ustanoviti brojne parametre na vozilu koji direktno utječu kao uzrok događanja iste. Kada bi se nakon očevida moglo kvalitetno očitati potrebne parametre taj broj bi svakako bio veći.

**Tablica 2.** Udio grešaka prema sklopovima na redovnom tehničkom pregledu u 2018. godini za sve vrste vozila

UKUPNO PREGLEDANIH VOZILA		2.073.488,00	
UKUPNO NEISPRAVNIH VOZILA		432.170,00	20,84%
	NAZIV SKLOPA	KOLIČINA GREŠAKA	POSTOTAK U UKUPNO UTVRĐENOM BROJU NEISPRAVNOSTI
POSTOTAK NEISPRAVNOSTI NA SKLOPOVIMA U ODNOSU NA UKUPNI BROJ NEISPRAVNOSTI	NEUTVRĐENE NEISPRAVNOSTI	1.633.751,00	100
	Identifikacija vozila	14.508,00	0,89
	Uređaji za upravljanje	47.909,00	2,93
	Uređaji za kočenje	495.278,00	30,32
	Uređaji za osvetljivanje i svjetlosnu signalizaciju	374.041,00	22,89
	Uređaji koji omogućuju normalnu vidljivost	49.705,00	3,04
	Samonosiva karoserija, šasija i ostali dijelovi	109.397,00	6,7
	Osovine, kotači, pneumatici, ovjes	196.396,00	12,02
	motor	102.006,00	6,24
	Utjecaj na okoliš	10.232,00	0,63
	Električni uređaji i instalacije	16.196,00	0,99
	prijenosni mehanizam	20.506,00	1,26
	kontrolni signalni uređaji	50.176,00	3,07
	Ispitivanje ispušnih plinova motornih vozila	74.932,00	4,59
	Spajanje vučnog i priključnog vozila	9.551,00	0,58
	ostali uređaji i dijelovi vozila	6.452,00	0,39
	oprema vozila	50.095,00	3,07
Dodatna ispitivanja vozila kategorije M2 i M3	126,00	0,01	
Plinska instalacija	6.245,00	0,38	

Izvor: [4]

Prema službenim podacima „Centra za vozila Hrvatske“ (CVH) organizacije koja se bavi tehničkim pregledima vozila u Republici Hrvatskoj 2018. godine registrirano je 2073488 vozila. Od ukupnog broja vozila njih 432170 odnosno 20,84% bilo je tehnički neispravno. Kada se analiziraju podaci iz Tablice 2. vidljivo je da najveći broj grešaka otpada na uređaje za kočenje (30,32%), uređaje za osvetljivanje i svjetlosnu signalizaciju (22,89%) te na osovine, kotače, pneumatike i ovjes (12,02%). Veliki problem je taj što su upravo navedeni dijelovi aktivni elementi čija je uloga sprečavanje nastanka prometne nesreće.

Prema podacima CVH-a bilježi se blagi pad tehnički neispravnih vozila u protekle tri godine: 2016. g. (22,00%), 2017. g. (21,31%), 2018. g. (20,84%). Razlog tako velikog broja tehnički neispravnih vozila leži u prosječnoj starosti voznog parka koja je u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu iznosila 13,68 godina.

## 2.4 PROMET NA CESTI KAO ČIMBENIK

Čimbenik „promet na cesti“ obuhvaća tri pod čimbenika: organizacija, upravljanje i kontrola 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 nezgoda. Prometni znakovi sa svojim simbolima, signalima i dopunskim pločama upozoravaju vozače o prometnim uvjetima i o njihovim obvezama prema tim uvjetima [2].

## 2.5 INCIDENTNI ČIMBENIK

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

**Tablica 3.** Udio nesreća sa incidentnim čimbenikom

Okolnosti nesreće	Nesreće s nastradalima			Poginuli		Ozlijeđeni	
	2017.	2018.	+/-	2017.	2018.	2017.	2018.
Neočekivana pojava opasnosti	91	86	-5,50%	1	2	109	95

Izvor: [3]

### 3. VRSTE PROMETNIH NESREĆA U CESTOVNOM PROMETU

*Prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta. Nije prometna nesreća kada je radno vozilo, radni stroj, motokultivator, traktor ili zaprežno vozilo, krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu, sletjelo s nerazvrstane ceste ili se prevrnulo ili udarilo u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta [8].*

Kada se govori o vrstama prometnih nesreća tada te iste možemo podijeliti na nekoliko načina, međutim neke od najčešćih podjela su:

- a) Obzirom na uzroke i greške prometne nesreće se prema [8] dijele na:
- prometne nesreće prilikom uključivanja vozilom u promet,
  - prometne nesreće kod kojih se postavlja pitanje strane kretanja sudionika,
  - nalet na parkirana ili zaustavljena vozila,
  - nalet na biciklistu,
  - prometne nesreće kod kojih se jedan od sudionika kretao lijevom stranom kolnika,
  - skretanje na lijevu stranu kolnika bez stvarnih potreba (alkoholiziranost vozača, bolest, srčani udar, gubitak svijesti uslijed anemije, toplotnog udara, utjecaja lijekova, trudovi kod trudnica itd.)
  - razmak pri kretanju.
- b) Prema nastalim posljedicama prometne nesreće možemo podijeliti na [8]:
- 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.

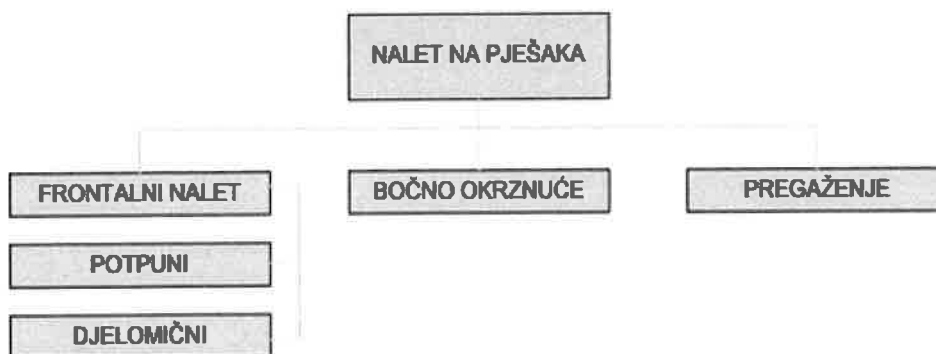
Prometne nesreće obzirom na njihovu vrstu, prema [8] mogu se klasificirati na:

- nalet na pješaka,
- nalet na biciklistu,
- nalet na mirujuće vozilo,
- nalet na zaprežno vozilo,
- sudar dvaju ili više vozila,
- zanošenje vozila,
- nalet vozila na nepokretnu prepreku,
- nalet na životinju.

### 3.1 NALET NA PJEŠAKA

Naletom na pješaka smatramo vrstu prometne nesreće u kojoj postoji i najmanji kontakt između tijela pješaka i vozila koje je u stanju gibanja. Ako se analizira vrsta naleta, tada se nalet vozila na pješaka može razmatrati kao frontalni nalet, bočno okrznuće te pregaženje kao najteži oblik naleta. Vrste naleta vozila na pješaka prikazane su na Slici 3.

Prema podacima [3] u 2018. godini od ukupnog broja nesreća, 4,08% odnosno 1364 njih otpada na prometne nesreće sa naletom na pješaka. U 2017. godini taj postotak je iznosio 4,19% odnosno 1440 nesreće, dok je u 2016. godini iznosio 4,31% odnosno 1411 prometna nesreća. Ako se analiziraju podaci za navedene tri godine vidljiv je trend blagog pada broja nesreća sa naletom na pješake.



Slika 3. Vrste naleta na pješaka, [8]

### 3.1.1 FRONTALNI NALET

Pojam frontalnog naleta odnosi se na udar vozila i tijela pješaka pri čemu je do kontakta došlo između prednjeg dijela vozila te tijela pješaka. Također o frontalnom naletu može se razgovarati i prilikom udara pješaka stražnjim dijelom vozila u slučaju kada se vozilo kreće unatrag, odnosno bočnim dijelom kada vozilo klizi po kolniku pri čemu je jedna strana vozila okrenuta prema naprijed.

Prema podjeli autora [8] frontalni nalet na pješaka može se podijeliti na potpuni i djelomični nalet.

#### 3.1.1.1 POTPUNI FRONTALNI NALET VOZILA NA PJEŠAKA

Budući da je većina prometnih nesreća naleta vozila na pješake uslijedila u toku kočenja vozila, gotovo su sva ispitivanja u vezi s naletom vozila na pješake vršena u trenutku dok vozilo koči [8]. Frontalni nalet na tijelo pješaka od trenutka kontakta do zaustavljanja tijela na podlozi (Slika 4.) može se promatrati kroz tri faze:

- kontakt tijela pješaka sa vozilom,
- let odbačenog tijela pješaka,
- klizanje tijela pješaka po podlozi.



**Slika 4.** Faze frontalnog naleta na pješaka, [9]

Kako je već ranije navedeno, budući da vozilo koči, prvu fazu udara vozila na pješaka čini sam kontakt odnosno udar te nošenje tijela na vozilu. U slučaju kada vozilo koči u drugoj fazi dolazi do odvajanja tijela od vozila te gibanje tijela u zraku sve dok ono ne dotakne podlogu, čime završava druga faza. Treća faza predstavlja klizanje tijela pješaka po kolniku sve dok se ono ne zaustavi zbog utjecaja trenja u području kontakta tijela i podloge. Prilikom određivanja duljine odbačaja pješaka vrlo su značajni svi elementi svake faze frontalnog naleta.

Nakon kontakta tijela pješaka sa vozilom, tijelo pješaka poprima primarne i sekundarne ozljede koje čine najbrojniji i najteži dio ukupnih ozljeda. Na osnovi primarnih i sekundarnih ozljeda moguće je odrediti približnu naletnu brzinu vozila na tijelo pješaka. Tercijarnim ozljedama smatramo one koje nastaju na tijelu pješaka u kontaktu s kolnikom te su u pravilu mnogo lakše od primarnih i sekundarnih. Razlika u nesrećama kod kočenog i nekočenog vozila je ta da kod nekočenog tijelo pješaka ostaje na vozilu sve dok ne počne kočenje te se nakon tog trenutka tijelo pješaka odvaja od vozila na isti način kao i kod naleta kočenog vozila. Potom tijelo pada na kolnik ispred vozila [8].

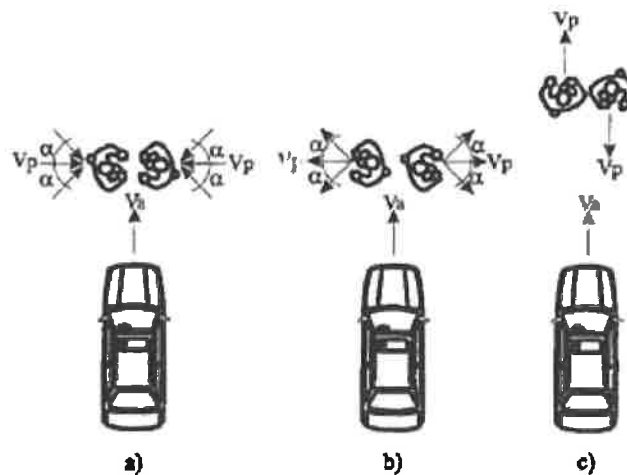
Praksa je pokazala da je odbačaj tijela veći kod nekočenog vozila (dulje nošenje na vozilu) nego kod onog koje koči u toku sudara. Ovaj podatak treba imati na umu kod određivanja naletne brzine vozila, kako dužina odbačaja tijela pješaka, povezana zbog nošenja, ne bi bila pogrešno upotrijebljena u proračunu naletne brzine vozila [8].

### **3.1.1.2 DJELOMIČNI FRONTALNI NALET VOZILA NA PJEŠAKA**

Kod prometne nesreće sa djelomičnim frontalnim naletom vozila na pješaka karakteristično je oštećenje prednjeg dijela vozila na krajnjem lijevom odnosno krajnjem desnom dijelu. Oštećenje ovisi isključivo sa koje strane je pješak naišao u trenutku sudara.

Prilikom analize prometnih nesreća sa djelomičnim frontalnim naletom, razlikujemo [9]:

- ulazni djelomični frontalni nalet,
- izlazni djelomični frontalni nalet,
- djelomični frontalni nalet u pravcu.



**Slika 5.** Vrste djelomičnog frontalnog naleta na pješaka, [10]

Kod ulaznog naleta (Slika 5. a), pješak dolazi do vozila sa strane i bude zahvaćen prednjim djelom vozila, u pravilu odnosno najčešće, samo u nogu koja je u iskoraku. Nakon ovog primarnog kontakta slijedi rotiranje tijela pješaka oko njegove uzdužne osi uz bok vozila, pri čemu nastaju oštećenja na bočnoj strani vozila i u predjelu prednjeg blatobrana. Tijelo pješaka, naime, nakon primarnog kontakta dobiva od vozila takozvanu obodnu brzinu rotacije koja može biti gotovo jednaka naletnoj brzini pa se uslijed toga udarno utiskuje u bok vozila na mjestima gdje će se kasnije naći oštećenja [8].

Kod izlaznog naleta (Slika 5. b) pješak dolazi do vozila sa strane i uspijeva do trenutka naleta vozila gotovo potpuno proći ispred prednjeg dijela vozila. Nakon kontakta sa vozilom, tijelo pješaka zadobiva samo djelomičnu rotaciju oko svoje uzdužne osi, a uslijed svog kretanja od vozila, ne može više doći u kontakt sa bokom vozila [9].

Kod djelomičnog frontalnog naleta u pravcu (Slika 5. c), kinematika naleta vrlo je slična onoj kod djelomičnog ulaznog naleta. Osobitost djelomičnog frontalnog naleta u pravcu je u tome što u ovakvim slučajevima može doći i do djelomičnog nabacivanja tijela pješaka na vozilo, a to će se prepoznati po tragovima i oštećenjima koja se nalaze duž gornje strane prednjeg blatobrana vozila [8].



### **3.1.2 BOČNO OKRZNUĆE VOZILA I PJEŠAKA**

Bočno okrznuće vozila i pješaka predstavlja vrstu prometne nesreće kod koje tijelo pješaka dolazi u kontakt isključivo sa bočnom stranom vozila. Vrlo je važno napomenuti da prednji dio vozila prođe pored pješaka prije nego što dođe do kontakta (pješak i bočna strana vozila) te zbog toga nema vidljivih tragova na prednjem dijelu vozila. Također, bočnim okrznućem smatra se slučaj kada je pješak zahvaćen ili oboren isturenim dijelom vozila što najčešće može biti retrovizor ili sl.

Intenzitet i trajanje kontakta tijela pješaka s bočnom stranom vozila ovisi o brzini kojom se pješak kreće i nalijeće na bok vozila. Prilikom bočnog okrznuća tijelo pješaka odbacuje se i pada prema naprijed i u stranu. 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 [9].

### **3.1.3 PREGAŽENJE PJEŠAKA**

Pregaženje pješaka predstavlja vrstu prometne nesreće kod koje vozilo prelazi preko odnosno iznad tijela pješaka koje se nalazi (leži) na kolniku.

Kod pregaženja treba načelno razlikovati dva oblika i to s obzirom na način na koji nastaje mogućnost da tijelo bude pregaženo [8]:

- jednostavno: nastaje ukoliko pješak leži na kolniku a tamo je dospio uslijed bolesti, poskliznuća, droge, alkoholiziranosti i sl. te nakon toga bude pregažen od strane vozila koje nailazi [8].
- složeno: nastaje u slučaju kada pješak prvo bude oboren vozilom a nakon toga bude pregažen istim tim vozilom ili nekim drugim [8].

Prilikom analize prometnih nesreća sa pregaženjem pješaka od iznimne važnosti su medicinski izvještaji te je na temelju vrsta ozljeda moguće donošenje zaključaka o kakvoj je vrsti pregaženja riječ.

### 3.2 NALET NA VOZILO NA DVA KOTAČA

Ako se međusobno uspoređuju tragovi vozila, osobna odnosno teretna vozila, bez obzira na masu, prilikom svog kretanja ostavljaju dva traga te se na temelju toga nazivaju vozilima s dva traga. S druge strane bicikli, bicikli s motorom, mopedi te motocikli ostavljaju jedan trag te ih se shodno tome naziva vozilima s jednim tragom.

U procesu sudara ili naleta motocikla na putnički automobil znakovito je da se tijelo vozača i motocikl nakon prvog dodira odvajaju i započinju kretanja neovisno jedno o drugom [8].

Kod sudara motocikala, postoje slijedeće prometne situacije [8]:

- nalet ostalih vozila na motocikliste,
- nalet motociklista na ostala vozila,
- nalet ili proces sudara među samim motociklistima,
- nalet motocikla na pješake.

Prema autorima [8], smatra se da vozač motocikla i motocikl čine jednu cjelinu sve do prvog kontakta s motornim vozilom. Nakon sudara ta cjelina se dijeli na tri faktora koja međusobno nisu u zavisnosti. Ta tri faktora mogu se promatrati kao: motorno vozilo, motocikl te vozač kao treći faktor.

Ako se promotre sva tri faktora može se zaključiti da je čovjek najnezaštićeniji što ga čini daleko najugroženijim. Autori [8] smatraju da u ranije navedenim prometnim situacijama, na motornom vozilu nastaju dvije vrste oštećenja koje je veoma bitno razlikovati prilikom analiziranja nesreća. Prva vrsta oštećenja nastaje od tijela pješaka dok druga nastaju od motocikla. Na motociklu se u pravilu mogu naći oštećenja koja potječu od dodira s motornim vozilom te ona koja nastaju tijekom klizanja motocikla po podlozi [8].

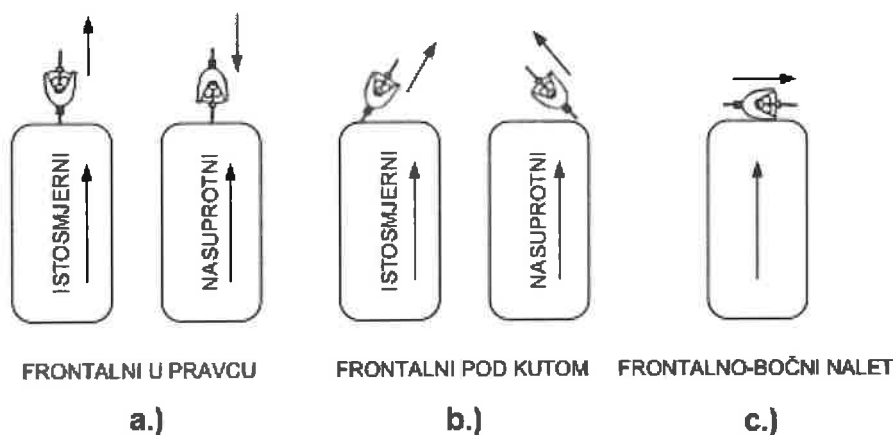
Autori u [8] navode kako su oblici naletnog položaja motornog vozila na motocikl:

- potpuni frontalni nalet,
- djelomični frontalni nalet,
- bočno okrznuće,
- bočni nalet.

### 3.2.1 POTPUNI FRONTALNI NALET

Potpunim frontalnim naletom (Slika 6.) smatra se nesreća u kojoj se u trenutku sudara vozilo na dva kotača nalazi ispred motornog vozila (vozila na četiri kotača). Autori [8] su utvrdili kako se vozila mogu kretati u istom ili suprotnom smjeru pa su shodno tome potpuni frontalni nalet motocikla na osobno vozilo podijelili na:

- nalet u pravcu (istosmjerni, protusmjerni),
- nalet pod kutem (istosmjerni, protusmjerni),
- bočni nalet.



Slika 6. Potpuni frontalni nalet, [8]

Prilikom potpunog frontalnog naleta u pravcu (Slika 6. a.), motorno vozilo uvijek prvo udara vozilo na dva kotača. Pri tome oba vozila mogu biti isto ili suprotno orijentirana. U slučaju kretanja u istom smjeru, prvo slijedi udar automobila u stražnji dio motocikla. Pri kretanju u suprotnom smjeru, prvi kontakt ostvaruje prednji dio automobila sa prednjim dijelom motocikla. Ovaj slučaj predstavlja najopasniju situaciju budući da je sudarna brzina jednaka zbroju brzina suprotnih vektora brzina automobila odnosno motocikla [8].

Nalet vozila pod kutom (Slika 6. b.) može biti u istom ali i suprotnom pravcu, uz uvjet da odklon motocikla od pravca kretanja vozila može iznositi sve do granice kad vozilo najprije udara u tijelo motocikliste [8].

Bočni frontalni nalet (Slika 6. c.) predstavlja treći slučaj potpunog frontalnog naleta. Ovakva situacija nastaje kada se motociklist kreće poprečno na smjer

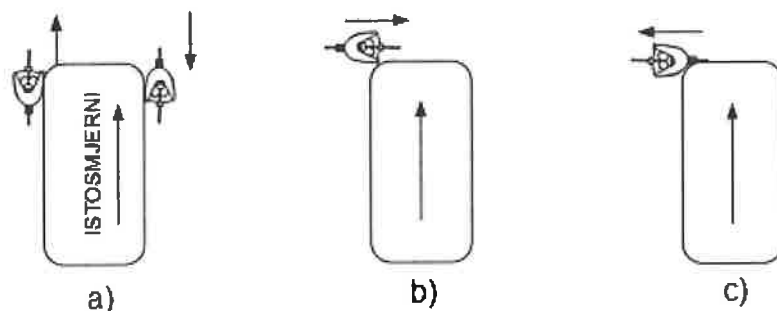
kretanja vozila pri čemu se prvi kontakt ostvaruje s tijelom motociklista. Posebno opasne situacije predstavljaju sudari motocikla sa zaprekom [8].

### 3.2.2 DJELOMIČNI FRONTALNI NALET

Djelomični frontalni nalet predstavlja prometnu situaciju u kojoj se u trenutku naleta ispred prednjeg dijela motornog vozila nalazi samo dio motocikla ili motociklist. Pri ovom naletu, primarni kontakt ostvaruje se između motornog vozila i tijela motociklista a tek u nastavku može ali i ne mora doći do kontakta motornog vozila i motocikla. Ova vrsta naleta prisutna je kada se motocikl kreće okomito ili pod kutem ovisno na smjer kretanja motornog vozila [8].

Prema [8] djelomični frontalni nalet može se podijeliti na:

- u pravcu (istosmjerni, protusmjerni),
- bočni nalet (ulazni izlazni).



**Slika 7.** Djelomični frontalni nalet, [8]

U situaciji djelomičnog naleta u pravcu (Slika 7. a) i djelomičnog ulaznog naleta (Slika 7. b) tijelo motociklista dolazi u kontakt s vozilom sekundarno (sa bočnom stranom vozila) dok kod djelomičnog izlaznog naleta (Slika 7. c) tijelo motociklista u pravilu ne dolazi u kontakt s motornim vozilom [8].

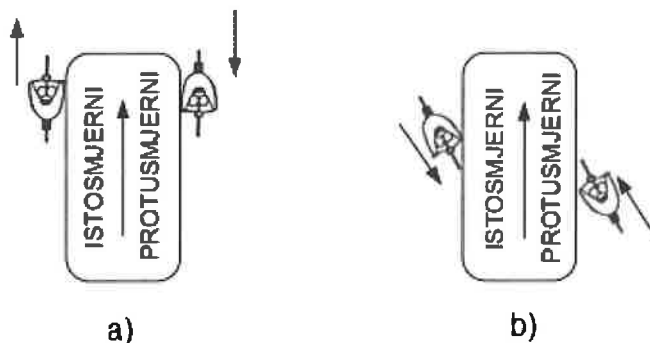
### 3.2.3 BOČNO OKRZNUĆE

Bočno okrznuće je situacija koja može nastati prilikom vožnje u istom ili u suprotnom smjeru pri čemu je primarni kontakt bočnog dijela vozila i motocikla. U nastavku može doći do samog kontakta motornog vozila i motocikla. Kod situacije kada se oba vozila kreću u istom smjeru nakon prvotnog kontakta dolazi do rotacije

motocikla od vozila prema van. Jačina primarnog kontakta u pravilu je manja od jačine sekundarnog kontakta. Prilikom kretanja vozila u suprotnom smjeru nakon prvog kontakta motociklist se zajedno sa motociklom odbija od vozila u stranu [8]. Slučaj bočnog okrznuća u istom odnosno suprotnom pravcu prikazan je na Slici 8. a).

Autori u [8] bočno okrznuće prema vrsti naleta dijele na:

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



Slika 8. Bočno okrznuće, [8]

Kod okrznuća pod kutom (Slika 8. b), motociklist u trenutku kontakta skreće prema boku vozila u blagom kutu, pri čemu tijelo motociklista prvo dolazi u kontakt s vozilom

### 3.2.4 BOČNI NALET

Bočni nalet predstavlja vrstu prometne nesreće u kojoj se vozilo na dva kotača kreće ili okomito ili pod kutom u odnosu na smjer kretanja motornog vozila. Primarni kontakt ostvaruje se između prednjeg kotača motocikla i bočne strane motornog vozila. Tijelo motociklista ostvaruje sekundarni kontakt s vozilom [8].

### 3.3 SUDAR DVA ILI VIŠE VOZILA

Sudar dvaju ili više vozila smatra se događajem na cesti u kojem su sudjelovala najmanje dva vozila i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili je samo izazvana materijalna šteta [8].

Prema [8] sudari dva ili više vozila mogu se podijeliti na:

- frontalni sudar,
- bočni sudar,
- udar straga,
- prevrtanje.

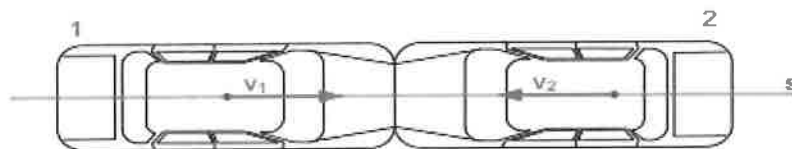
Osnovna podjela prometnih nesreća prema kutu udara nije dovoljna, jer je prilikom vještačenja potrebno poznavati smjer brzine koji se ne mora podudarati s uzdužnom osi vozila. Utvrđivanje međusobnog položaja vozila u trenutku sudara, s obzirom na smjer brzine, utvrđuje se određivanjem udarnog pravca [8].

Udarni pravac je pravac položen kroz točku kontakta vozila u trenutku sudara, paralelan sa smjerom relativne brzine težišta. Udarni pravac 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 [8].

### 3.3.1 FRONTALNI SUDAR

Pod pojmom frontalni sudar podrazumijeva se vrsta prometne nesreće u kojoj su u kontaktu prednji dijelovi vozila. Autori u [8] frontalne sudare dijele na potpune, u kojima cijela prednja strana čini udarnu frontu, te djelomične kod kojih udarna fronta čini samo dio prednje strane vozila.

Budući da je kod ove vrste sudara udarni pravac paralelan sa smjerovima brzine vozila, frontalni sudar još se naziva i direktan sudar (Slika 9.) [8].

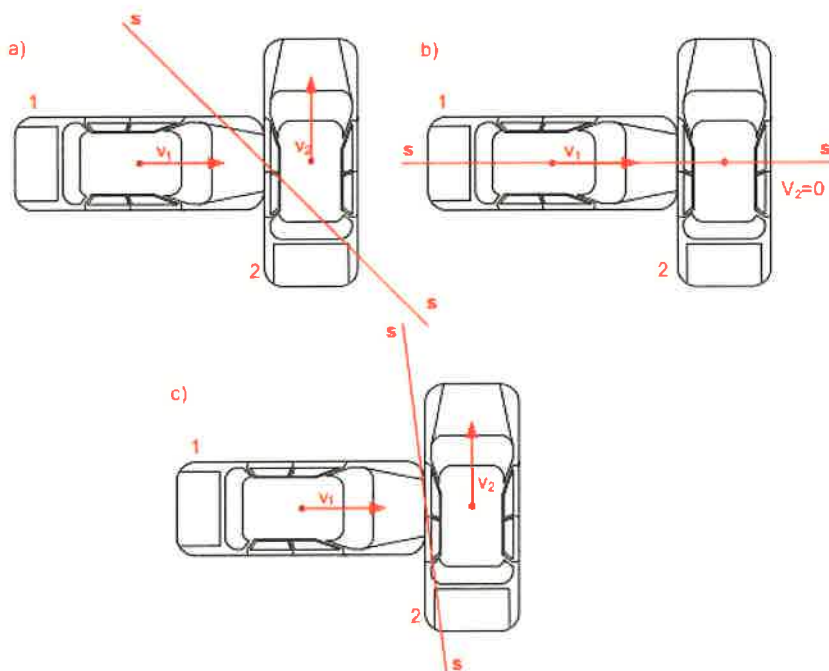


**Slika 9.** Frontalni (direktni) sudar, [8]

Na Slici 9. prikazan je frontalni sudar. Vidljivo je kako je udarni pravac ( $s$ ) paralelan sa smjerovima brzine vozila označenih sa brojevima 1 i 2. Kod ove vrste sudara posljedice obično znaju biti teže nego kod ostalih vrsta.

### 3.3.2 BOČNI SUDAR

Bočni sudar predstavlja karakterističnu vrstu sudara kod koje se područje udara nalazi na boku jednog od vozila. Pri ovoj vrsti sudara postoje tri karakteristične situacije.



Slika 10. Karakteristične situacije bočnog sudara, [8]

Kod situacije na Slici 10. a) prikazan je bočni sudar pod kutom od  $90^\circ$ . Pri tome udarni pravac položen je pod različitim kutom a ovisi isključivo o brzini 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  $45^\circ$  [8].

Pri situaciji prikazanoj na Slici 10. b) vidljiv je sudar vozila pod pravim kutom pri čemu vozilo broj 2 miruje ( $v_2=0$ ). Udarni pravac prolazi težištem i strogo se poklapa sa uzdužnom osi vozila [8].

U slučaju kada se vozila kreću različitim brzinama, udarni pravac položen je pod manjim kutem prema uzdužnoj osi onog vozila koje je prije trenutka sudara imalo veću brzinu. Na Slici 10. c) prikazana je situacija bočnog sudara dvaju vozila koja su se kretala različitim brzinama. Prije sudara vozilo 2, kretalo se većom brzinom od vozila 1, u tom slučaju udarni pravac ne prolazi težištem vozila 1, nego udarnom točkom ukošen pod manjim kutom u odnosu na uzdužnu os vozila 2 [8].

### 3.3.3. UDAR STRAGA

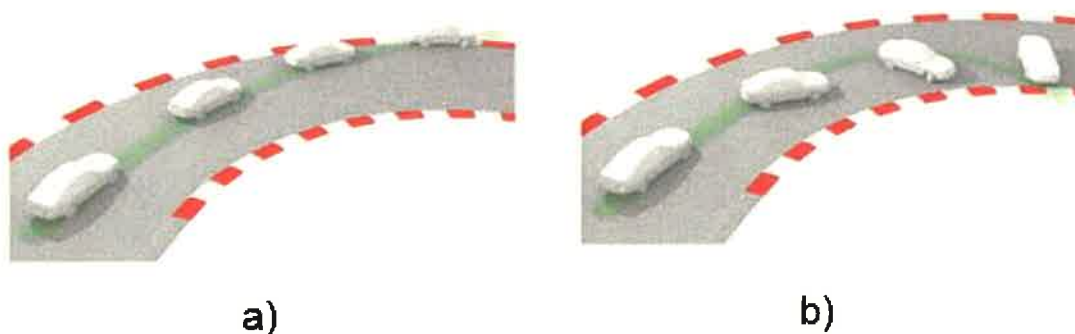
Udar straga predstavlja vrstu prometne nesreće u kojoj se područje kontakta nalazi na stražnjoj strani jednog od vozila koje u njoj sudjeluju [8]. Najčešći uzrok je neprilagođena brzina kretanja stražnjeg vozila odnosno premali sigurnosni razmak između vozila u kretanju.

### 3.3.4. PREVRTANJE

Prevrtanje predstavlja sudar vozila pri kojem dolazi do rotacije s obzirom na uzdužnu ili poprečnu os. Prevrtanje koje je posljedica naleta vozila na nepokretnu prepreku klasificira se kao frontalni sudar [8].

## 3.4 ZANOŠENJE

Kut bočnog klizanja definira se kao mjera usmjerenosti vozila odnosno kut između usmjerenosti i stvarnog smjera kretanja vozila. Kut bočnog klizanja nije isti za sve kotače. Međusobni odnos kuta bočnog klizanja na pojedinim kotačima određuje ponašanje vozila u zavoju. Kada kut bočnog klizanja preraste maksimalne vrijednost tada se govori o zanošenju vozila. Karakteristična su dva slučaja zanošenja: podupravljanje i preupravljanje.



Slika 11. Podupravljanje i preupravljanje, [11]

Podupravljivost (Slika 11. a) predstavlja situaciju kada je kut bočnog klizanja prednjih kotača veći od kuta bočnog klizanja stražnjih kotača. Kod pojave podupravljivosti vozilo ima tendenciju kretati se radijusom većim od stvarnog radijusa zavoja. Uz normalno stanje, podupravljivost se smatra stabilnim stanjem. Tendenciju ka podupravljivosti imaju vozila sa pogonom na prednjoj osovini. Najčešći uzroci



podupravljanja su kočenje unutar zavoja, prebrz ulazak u zavoj te atmosferske prilike (kiša, led, snijeg itd.) na kolniku.

Preupravljivost (Slika 11. b) predstavlja situaciju kod koje je kut bočnog klizanja stražnjih kotača veći od kuta bočnog klizanja prednjih kotača. Kod slučaja preupravljivosti vozilo ima tendenciju kretati se radijusom manjim od stvarnog radijusa zavoja. Karakteristično je za vozila sa pogonom na stražnjoj osovini te ne predstavlja stabilno stanje.

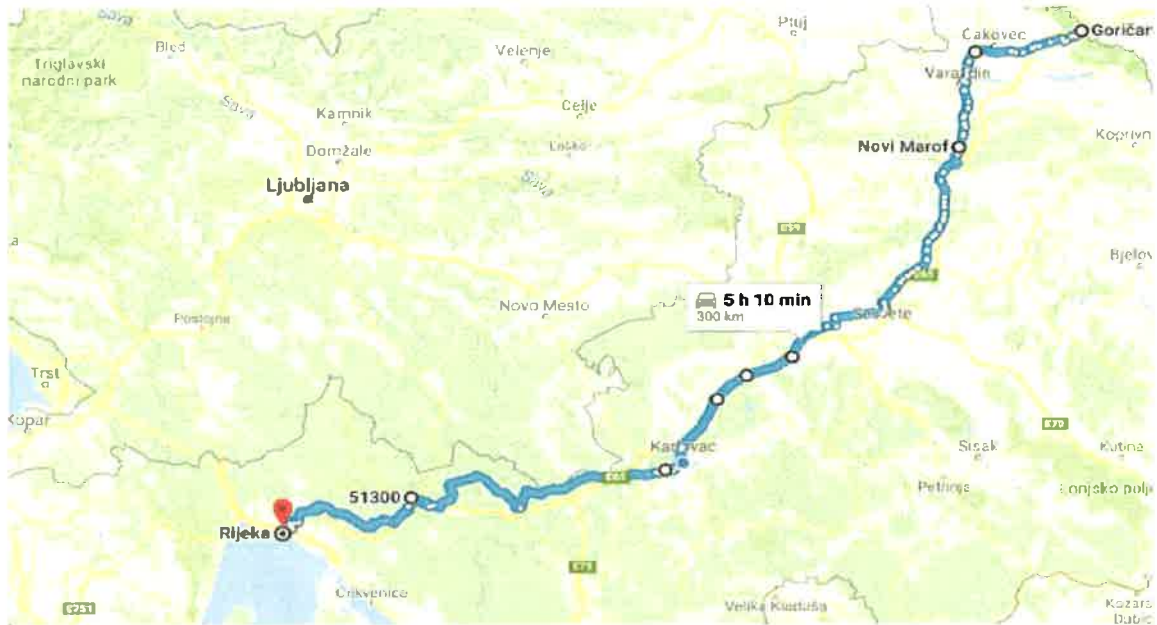
#### **4. GEOPROMETNI POLOŽAJ DRŽAVNE CESTE D3**

Prema [7] državne ceste su javne ceste koje imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-cesta prometnog povezivanja regija Republike Hrvatske, prometnog povezivanja sjedišta županija međusobno, povezivanja sjedišta županija s većim regionalnim sjedištima susjednih država (gradovi veći od 100.000 stanovnika), omogućavanja tranzitnog prometa, koje čine cestovnu okosnicu velikih otoka i kojima se ostvaruje kontinuitet državnih cesta kroz gradove, a koje su razvrstane kao državne ceste.

Prema podacima Ministarstva mora, prometa i infrastrukture, ukupna duljina državnih cesta na području Republike Hrvatske iznosi 6858,9 km. Označavaju se slovom D ili DC te jednoznamenkastim, dvoznamenkastim ili troznamenkastim brojevima.

Prilikom određivanja opasnih mjesta na cestovnoj mreži potrebno je utvrditi točan položaj lokacije prometnih nesreća. U ovom diplomskom radu analiziraju se potencijalno opasna mjesta na državnoj cesti D3.

Državna cesta D3 (Goričan-Rijeka) od iznimne je važnosti jer povezuje teritorij zapadne Hrvatske od granice s Mađarskom (Goričan) preko Čakovca, Varaždina, Zagreba, Karlovca do Rijeke na jadranskoj obali. Svojim većim dijelom proteže se paralelno uz glavne autoceste: A4 sjeverno od Zagreba, A1 između Zagreba i raskrižja izvan razine (RiR) Bosiljevo 2, A6 između RiR-a Bosiljevo 2 i Rijeke te se pri tome spaja na autoceste direktno ili preko spojnih cesta. Ukupna duljina ceste je 218,4 km a kao i većina državnih cesta u Republici Hrvatskoj pod upravom je Hrvatskih cesta d.o.o. [5].



**Slika 12.** Geoprometni položaj državne ceste D3, [6]

Kada promatramo položaj državne ceste D3 na karti Republike Hrvatske vidljivo je kako ona presijeca teritorij poprečno. Takav oblik pogodan je budući da ona predstavlja poveznicu između sjevernog dijela Hrvatske sa Kvarnerom. Također veliki je značaj ove ceste zbog tranzitnog prometa. Najveći udio tranzitnog prometa usmjeren je prema luci Rijeka te od luke Rijeka prema zemljama sjeverne Europe.

Na svojoj ukupnoj duljini državna cesta D3 može se podijeliti na određene dionice:

1. GP Goričan – Varaždin (g.ž.)
2. Varaždin (g.ž.) – Dubovec (g.ž.)
3. Dubovec (g.ž.) – Lužan (g.ž.)
4. Karlovac (D1) – Zdihovo (g.ž.)
5. Zdihovo (g.ž.) – Rijeka (D8)

## 5. METODOLOGIJA IDENTIFIKACIJE OPASNIH MJESTA U CESTOVNOJ PROMETNOJ MREŽI

Sva dosadašnja istraživanja vezana uz identifikaciju prometnih nesreća na cestovnoj mreži vezana su uz „*Metodologiju pristupa sigurnosti prometa*“ koju su 2004. godine izradile Hrvatske ceste d.o.o. i Institut građevinarstva Hrvatske d.d. Prema navedenoj metodologiji opasnim mjestom smatralo se raskrižje ili odsječak ceste duljine do 300 [m], odnosno opasnom dionicom može se nazvati dio ceste duljine od 300 do 1000 [m], uz uvjet da udovoljava jednom od sljedeća tri kriterija [12]:

- ako se na kritičnoj lokaciji u prethodne tri godine dogodilo 12 ili više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama,
- ako je u prethodne tri godine evidentirano 15 ili više prometnih nesreća bez obzira na posljedice,
- ako su se na kritičnoj lokaciji, u prethodne tri godine, dogodile tri ili više istovrsnih prometnih nesreća, u kojima su sudjelovale iste skupine sudionika, sa istim pravcima kretanja, na istim konfliktnim površinama i dr.

Jedan od glavnih nedostataka navedene metodologije pri identificiranju potencijalno opasnih mjesta je taj da ne uključuje ni jedan drugi kriterij osim broja prometnih nesreća. Ovakav način identifikacije opasnih mjesta kao rezultat daje nerelevantne podatke obzirom da izostavlja korištenje kriterija i metoda koji su zasnovani na statističkom ispitivanju lokacija prometnih nesreća te nisu uzeti u obzir podaci poput PGDP-a odnosno prometnog opterećenja na određenom dijelu dionice. Temeljem navedenog nedostatka te postojećim međunarodnim iskustvima, 2016. godine izrađena je „*Metodologije za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži*“. Navedena metodologija usklađena je sa trenutnim zakonskim regulativama, smjernicama i preporukama Europske unije. Glavni cilj metodologije je identificirati opasna mjesta na kojima je uzrok nastanka prometnih nesreća bio nedostatak vezan uz prometno-tehničke karakteristike na određenom dijelu ceste [12].

Identifikacija opasnih mjesta provedena je upotrebom statističke metode, koja na temelju broja prometnih nesreća te prometnog opterećenja na promatranoj lokaciji određuje kritičnu razinu nastanka prometnih nesreća. Ukoliko stopa prometnih nesreća prelazi kritičnu razinu definiranu ovom metodom, određena lokacija se smatra identificiranim opasnim mjestom [13].

## 5.1 OPĆENITO O OPASNIM MJESTIMA

Opasno mjesto u cestovnom prometu predstavlja mjesto na cesti ili dijelu ceste na kojoj se događa natprosječno velik broj prometnih nesreća. U zakonskoj regulativi teško je doći do pojma opasno mjesto stoga se može zaključiti kako pojam opasnog mjesta zakonski još nije definiran odnosno reguliran. U dostupnoj literaturi postoji više različitih izvedenica tog pojma. Neki autori takva mjesta nazivaju „opasnim cestovnim lokacijama“ odnosno „crne točke“ prometa. Domaći autori opasno mjesto definiraju dvojako. Za jedne je to dio ceste na kojem se događa veći broj prometnih nesreća, dok drugi autori navode da su „crne točke“ mjesta na prometnoj mreži na kojoj je rizik od nastanka prometnih nesreća statistički mnogo veći nego na drugim cestovnim lokacijama [12].

Ovakve podjele su vidljive i u međunarodnoj znanstveno – stručnoj literaturi pa su općeprihvaćene tri vrste definicija opasnih mjesta, a koje se mogu poistovjetiti i sa metodologijama identifikacije opasnih mjesta [12]:

- brojčane definicije,
- statističke definicije,
- definicije temeljene na predviđanju prometnih nesreća.

Najjednostavniji oblik definiranja opasnih mjesta predstavljaju brojčane definicije. Pri tome se definira fiksni broj prometnih nesreća koji ukoliko se premaši, navedeno mjesto se rangira kao opasno. Jedan od primjera takve definicije je nekadašnja Norveška metodologija koja glasi: „*Opasno mjesto je bilo koja lokacija maksimalne dužine od 100 metara na kojoj su zabilježene barem četiri nesreće s ozlijeđenim osobama u periodu od pet godina*“. Nedostatak ove metode je da ne uzima u obzir prometno opterećenje niti specificira tip same lokacije. Također, nedostatak je i što pretpostavlja da je odnos između prometnog opterećenja i broja prometnih nesreća linearan, iako je on zapravo nelinearan [12].

Sa druge strane statistička definicija opasnih mjesta oslanja se na usporedbu registriranog i uobičajenog broja nesreća. Na primjer: u slučaju da je registrirani broj prometnih nesreća veći od kritične razine broja prometnih nesreća, tada se ta lokacija klasificira kao opasno mjesto. Statičkim ispitivanjem dobije se kritična vrijednost nastanka prometnih nesreća pri čemu se vrši ispitivanje svake lokacije te se tada uspoređuje s drugim lokacijama sličnih karakteristika. Ukoliko stopa prometnih nesreća, koja u obzir uzima prometno opterećenje, duljinu lokacije i vremenski period, premašuje definiranu kritičnu razinu, tada se to mjesto identificira opasnim [12].

Definicije temeljene na predviđanju prometnih nesreća obuhvaćaju razne modele predviđanja nastanka nesreća. Za provedbu tih modela potreban je jako veliki broj ulaznih podataka o svojstvima lokacija koji se promatraju te se zatim na temelju očekivanog broja nesreća pokušavaju identificirati opasna mjesta. Trenutno najpouzdanija metoda predviđanja opasnih mjesta je Empirijska Bayes metoda. Značajke metode su da ona zahtjeva veću količinu ulaznih podataka koji moraju biti točni jer se jedino tako mogu postići dobri rezultati u predviđanju opasnih mjesta [12].

Autori u [12] utvrdili su kako se u Republici Hrvatskoj do 2016. godine koristila brojačka metoda. Na taj način Hrvatske ceste u proteklih desetak godina uspješno su sanirale više od 250 opasnih mjesta na cjelokupnom teritoriju državnih cesta. Nakon stupanja na snagu nove metodologije opasna mjesta identificiraju se koristeći statističke metode, čime bi identifikacija trebala biti još efikasnija.

## **5.2 IDENTIFIKACIJA OPASNIH MJESTA U CESTOVNOJ PROMETNOJ MREŽI**

Kod postupka identifikacije opasnih mjesta prvi korak čini identificiranje odnosno određivanje lokacije na kojoj se događa nadprosječno velik broj prometnih nesreća. Vrlo je važno da lokacije koje se međusobno uspoređuju budu sličnih obilježja. Obzirom na taj podatak, pri identificiranju opasnih mjesta na području Republike Hrvatske potrebno je ceste klasificirati odnosno grupirati međusobno obzirom na njihove karakteristike. Tako se prema važećem *Zakonu o cestama*, javne ceste na teritoriju Republike Hrvatske dijele na:

- autoceste,

- državne ceste,
- županijske ceste,
- lokalne ceste,
- nerazvrstane ceste.

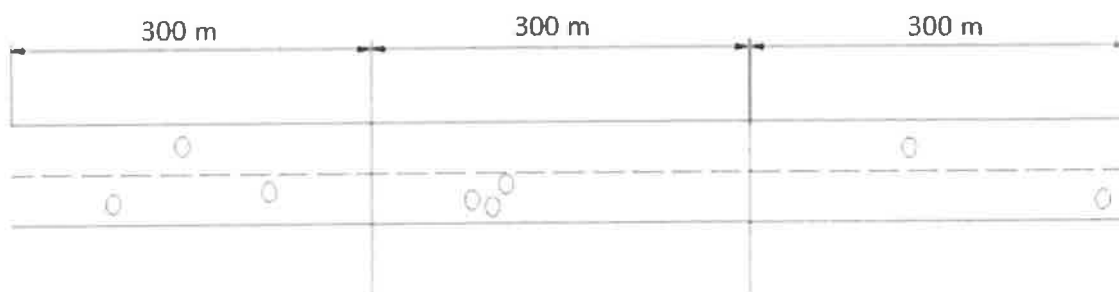
Također kod postupka identifikacije opasnih mjesta vrlo je važno uspoređivati iste karakteristike odnosno iste elemente ceste. Shodno tome, međusobno se uspoređuju zavoji (zavoj i zavoj), tuneli (tunel i tunel), mostovi (most i most) te ravni dijelovi.

Prema [12], koncentraciju prometnih nesreća te identifikaciju opasnih mjesta na određenoj duljini promatrane dionice moguće je promatrati na dva načina:

- segmentiranjem dionice na fiksne dijelove određene dužine, unutar kojih se identificiraju opasna mjesta,
- segmentiranje dionice metodom „*Sliding window*“.

### 5.2.1 SEGMENTIRANJE NA FIKSNE DIJELOVE

U slučaju primjene metode segmentiranja dionice na fiksne dijelove, potrebno je promatranu dionicu podijeliti na fiksne dijelove, npr. na dijelove dužine 1 [km] koji se nalaze neposredno jedan iza drugoga. Shodno tome, ako se segmentira dionica od 20 [km], tada će ona biti podijeljena na 20 segmenata čija će dužina iznositi 1 kilometar.

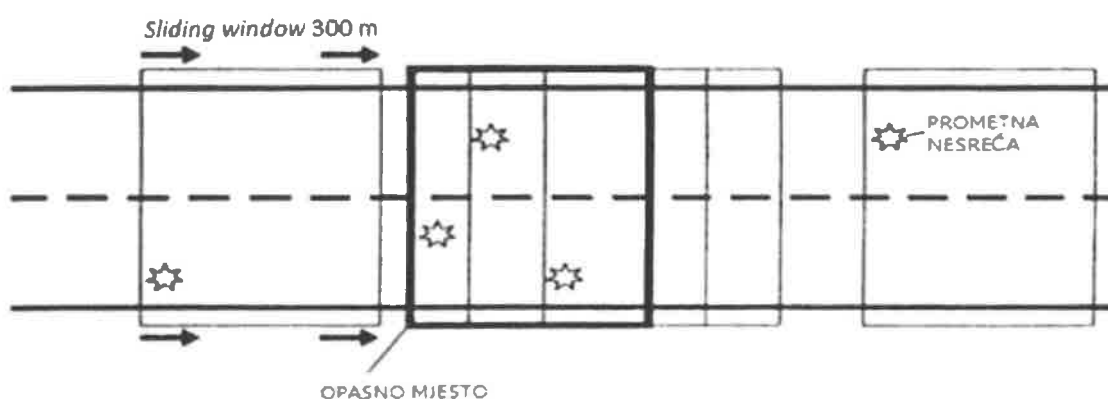


**Slika 13.** Segmentiranje dionice na fiksne dijelove, [12]

Na Slici 13. prikazan je postupak segmentiranja dionice na fiksne dijelove. Ukupna dužina dionice koja iznosi 900 [m] podijeljena je na tri fiksna segmenta od kojih je svaki ukupne dužine 300 metara.

### 5.2.2 SEGMENTIRANJE METODOM SLIDING WINDOW

Prilikom segmentiranja dionice primjenom „*Sliding Window*“ metode potrebno je na dionici odrediti okvir koji će grupirati dionice. Vrlo bitna značajka „*Sliding Window*“ metode je da ona ne uzima u obzir lokacije bez prometnih nesreća već one na kojima se dogodila barem jedna nesreća.



Slika 14. Način rada metode „*Sliding Window*“, [12]

Način rada metode „*Sliding Window*“ prikazan je na Slici 14. Ovakav način grupiranja ima tendenciju grupiranja što većeg broja prometnih nesreća. Na taj način povećava se broj opasnih mjesta čime postoji opasnost od identificiranja mjesta koja zapravo i nisu opasna. Takva mjesta još se nazivaju i lažnim opasnim mjestima. Upravo zbog toga smatra se kako ova metoda nije relevantna.

Navedena metoda koristi se u sljedećim europskim državama: Austrija, Danska, Portugal, Mađarska, Norveška, Slovenija te Belgija [12].

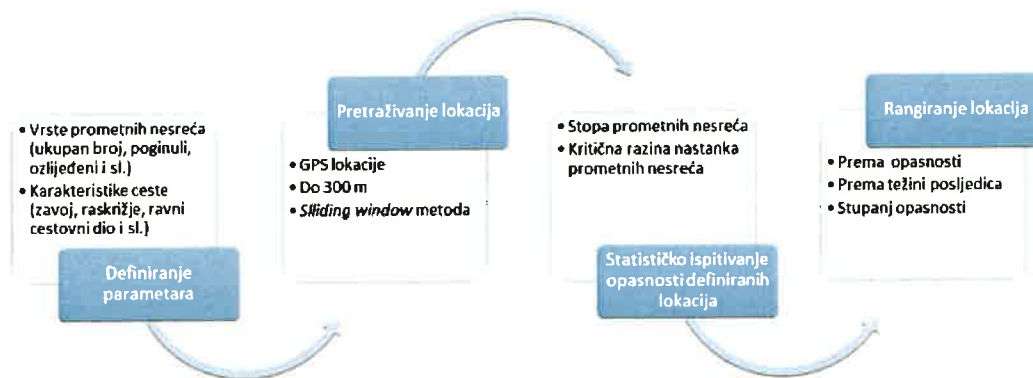
*Uvažavajući navedene preporuke te na temelju međunarodnih iskustava za identifikaciju opasnih mjesta u Republici Hrvatskoj potrebno je koristiti „*Sliding window*“ metodu na način da se oko svake lokacije prometne nesreće definira okvir u radijusu od 300 metara. Ako ispred ili iza okvira postoji još koja lokacija prometnih nesreća, okvir se može produžiti do maksimalnih 1000 [m] kako bi se i te lokacije pridodale primarno definiranom opasnom mjestu [12].*



### 5.3 PROCES IDENTIFIKACIJE POTENCIJALNOG OPASNOG MJESTA

Prvi korak pri identifikaciji potencijalno opasnih mjesta na cestovnoj mreži sastoji se u određivanju lokacija na kojima se događa veći broj prometnih nesreća nego što je to uobičajeno.

Autori u [12] navode kako se način i proces identifikacije može prikazati kroz pet koraka prikazanih na Slici 15.



**Slika 15.** Koraci provedbe identifikacije opasnog mjesta, [12]

**Korak 1.** Prvi korak kod identifikacije potencijalno opasnih mjesta čini definiranje parametara na temelju kojih će se identificirati opasna mjesta. Ako se opasna mjesta pretražuju na temelju kriterija poginulih osoba, tada je potrebno na zadanoj cesti izdvojiti sve lokacije na kojima se u protekle tri godine dogodila prometna nesreća u kojoj se smrtno stradala barem jedna osoba. Osim kriterija poginulih, još mogu biti uzete prometne nesreće sa materijalnom štetom, lakše ozlijeđenima, teže ozlijeđenima i sl. Također, osim vrste nesreće (obzirom na posljedice) o kojoj se radi potrebno je definirati i druga obilježja opasnih mjesta. To zahtijeva definiranje npr. dali se pretražuju ravni dijelovi, raskrižja i dr. [12].

**Korak 2.** Nakon definiranja parametara u *Koraku 1.*, slijedi izdvajanje lokacija sa prometnim nesrećama. U slučaju da se koristi metoda segmentiranja dionice na fiksne dijelove, nužno je analizirati granicu dva susjedna segmenta. Ukoliko postoji lokacija prometnih nesreća ispred ili iza pojedinog segmenta, tada ih je potrebno pridružiti primarnom segmentu ali do maksimalnih 1000 [m]. U slučaju da se identifikacija vrši na raskrižjima potrebno je u obzir uzeti i područje oko raskrižja. Na temelju prometne signalizacije utvrđuje se zona raskrižja, a u slučaju izostanka

prometne signalizacije, koristi se vrijednost do 20 [m] od sljedeće točke sjecišta rubova ceste koji se međusobno križaju. Također, ovo se odnosi i na zavoje, tunele i sl. [12].

**Korak 3.** nakon provedbe *Koraka 2.* slijedi statičko ispitivanje opasnosti svake lokacije sa prometnim nesrećama prema parametrima zadanim u *Koraku 1.* Prva faza statičkog ispitivanja sastoji se od definiranja stope prometnih nesreća na svim lokacijama gdje su se dogodile prometne nesreće. Pojam stope prometne nesreće proporcionalan je broju prometnih nesreća a obrnuto proporcionalan mjeri izloženosti na danom području. Kao mjera izloženosti najčešće se primjenjuje prometno opterećenje koje predstavlja zbroj vozila koja prođu kroz unaprijed definirani presjek u oba smjera u zadanom vremenskom razdoblju. U slučaju raskrižja kao prometno opterećenje smatra se broj vozila koja ulaze na raskrižje [12].

Autori [12] prema novoj metodologiji definiraju stopu prometnih nesreća kao omjer broja nesreća i prometnog opterećenja, izraženu u jedinicama, prikazanu izrazom (1):

$$C_R = \frac{PN}{M} \quad (1)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

$C_R$  - stopa prometnih nesreća,

$PN$  – ukupan broj prometnih nesreća,

$M$  – prometno opterećenje u zadanom intervalu.

Prometna izloženost, prikazana kao prosječna količina prometa u periodu od jedne godine računa se prema danom izrazu (2):

$$M = \frac{Q \cdot 365 \cdot d}{1000000} \quad (2)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

$Q$  – prosječni godišnji dnevni promet (PGDP),

$d$  – duljina promatrane dionice [km].

U slučaju računanja stope prometnih nesreća za raskrižje, prosječna količina prometa u jednoj godini tada se računa prema sličnom izrazu kao i za ravnu dionicu uz izostanak komponente duljine dionice. Shodno tome prometno opterećenje raskrižja dobije se iz izraza (3):

$$M = \frac{Q \cdot 365}{1000000} \quad (3)$$

**Korak 4.** Idući korak pri statičkom ispitivanju sastoji se od upotrebe jedne od najčešće korištenih metoda pod nazivom *Rate Quality Control*. Zbog svoje pouzdanosti koristi se za identifikaciju potencijalno opasnih mjesta diljem svijeta. Detalji ove metode biti će prikazani u sljedećem poglavlju.

**Korak 5.** Postupak rangiranja potencijalno opasnih mjesta izvodi se u petom koraku modela. Opasna mjesta rangiraju se prema omjeru stope prometnih nesreća i kritične razine nastanka prometnih nesreća. Potencijalno opasna mjesta rangiraju se na način da je najopasnije ono mjesto koje ima najveći omjer dok je najmanje opasno ono mjesto kod kojeg je omjer stope prometnih nesreća i kritične razine nastanka prometnih nesreća najmanji.

## 5.4 RATE QUALITY CONTROL METODA

*Rate Quality Control* metoda smatra se jednom od pouzdanijih metoda za identifikaciju opasnih mjesta. Zbog svoje pouzdanosti pronašla je primjenu u raznim institucijama diljem svijeta koje se bave problematikom identificiranja potencijalno opasnih mjesta na prometnoj mreži. Obzirom da je bazirana na statističkom testiranju opasnosti svake lokacije u usporedbi s drugim lokacijama sličnih karakteristika, pokazuje izrazito visoku točnost. Statičko ispitivanje svake lokacije temelji se na pretpostavci da su prometne nesreće rijetki događaji a njihova vjerojatnost pojavljivanja može se aproksimirati Poissonovom distribucijom [12].

Proces identifikacije potencijalno opasnih mjesta primjenom *Rate Quality Control* metode vrši se tako da se odredi kritična razina nastanka prometnih nesreća. U slučaju kada je stopa prometnih nesreća veća od kritične razine tada se može reći

da nastanak prometnih nesreća nije slučajna pojava tj. prometne nesreće se ne događaju slučajno nego se navedeno mjesto može identificirati kao opasno.

Izračun kritične razine prometnih nesreća prikazan je izrazom (4):

$$C_{CR} = C_{RA} + k \cdot \sqrt{\frac{C_{RA}}{M} + \frac{1}{2 \cdot M}} \quad (4)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

$C_{CR}$  – kritična razina prometnih nesreća,

$C_{RA}$  – prosječna vrijednost stope prometnih nesreća,

$k$  – koeficijent statističke razine slučajnosti

Vrijednosti koeficijenta statističke razine slučajnosti ovisno o različitim razinama značajnosti prikazane su u Tablici 4.

**Tablica 4.** Vrijednosti koeficijenta  $k$  za različite razine slučajnosti

Razina slučajnosti	$k$
90 %	1,282
95 %	1,645
99 %	2,323

Izvor: [12]

Jedna od prednosti ove metode je da uzima u obzir duljinu lokacije prometnih nesreća. Taj podatak vrlo je bitan obzirom da se zbog toga može koristiti i za identifikaciju opasnih dionica. Također, prednost je i što uzima najvažnije podatke koji su potrebni za identifikaciju opasnih mjesta, smanjuje mogući utjecaj lokacija s malim prometnim opterećenjem, uzima u obzir odstupanja u statističkim podacima te prikazuje usporedbu između identificiranih i neidentificiranih lokacija. Nedostatak metode je što ne prikazuje utjecaj lokacije na opće stanje sigurnosti [13], [8].

## **6. IDENTIFIKACIJA POTENCIJALNO OPASNIH MJESTA NA DRŽAVNOJ CESTI D3**

Proces identifikacije potencijalno opasnih mjesta na mreži državne ceste D3 započinje prikupljanjem podataka. Na temelju podataka o broju prometnih nesreća, prosječnom godišnjem dnevnom prometu te stacionaži započinje postupak identifikacije. Na državnoj cesti D3 u periodu od tri godine (2016. – 2018.) zabilježeno je 610 prometnih nesreća. Kako je već ranije spomenuto, neke prometne nesreće ne događaju se slučajno, stoga je proces identifikacija izrazito bitan kako bi se uočila ona mjesta na kojima se nesreće događaju zbog karakteristika ceste, opreme, signalizacije i sl.

Prema podacima [14], 2014. godine državna cesta D3 nalazila se na 3. mjestu liste državnih cesta s najvećim brojem prometnih nesreća odmah iza državne ceste D8 te D1. U trogodišnjem razdoblju od 2012. do 2014. godine dogodilo se 566 prometnih nesreća. Ako se ti podaci usporede sa razdobljem 2016.-2018. godine vidljiv je blagi porast broja nesreća od 7,21%.

Provedba procesa identifikacije vršiti će se shodno Metodologiji za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži te *Rate Quality Control* metodi.

### **6.1 ANALIZA PROMETNIH NESREĆA NA DRŽAVNOJ CESTI D3**

Prije samog procesa identifikacije, u ovom poglavlju, odnosno idućim pod poglavljima biti će prikazana analiza prometnih nesreća. Prometne nesreće biti će podijeljene obzirom na vrstu (bočni udar, nalet na pješaka, nalet na životinju i dr.), posljedice (materijalna šteta, lako ozlijeđeni, teško ozlijeđeni i dr.), okolnosti koje su prethodile nastanku nesreće (neprimjerena brzina, nepoštivanje prednosti prolaska i dr.). Također biti će prikazane prometne nesreće obzirom na karakteristike ceste te površinsko stanje kolnika.

#### **6.1.1 UKUPAN BROJ PROMETNIH NESREĆA NA DRŽAVNOJ CESTI D3**

Budući da se analizira razdoblje od 2016. do 2018. godine, u datom trogodišnjem razdoblju na državnoj cesti D3 zabilježeno je ukupno 610 prometnih

nesreća. Ako se svaka godina prikaže zasebno, tada je ukupan broj prometnih nesreća ovisno o godinama prikazan u Tablici 5.

**Tablica 5.** Ukupan broj prometnih nesreća

<b>Godina</b>	<b>Broj PN</b>
2016.	243
2017.	237
2018.	130
<b>UKUPNO</b>	<b>610</b>

Izvor: [15]

Kada bi se usporedili podaci iz Tablice 5. tada je vidljiv godišnji pad broja nesreća od 2,47% odnosno 45,15% između 2017. i 2018. godine. U trogodišnjem periodu od 2016. do 2018. godine zabilježen je drastični pad od 46,5%

### **6.1.2 VRSTE PROMETNIH NESREĆA NA DRŽAVNOJ CESTI D3**

Kako je već spomenuto u poglavlju 3. prometne nesreće mogu se raščlaniti obzirom na vrstu. Prema podacima [3] i ranije navedene podjele prikazane u poglavlju 3. izrađena je Tablica 6. u kojoj su prikazani statistički podaci o vrstama prometnih nesreća koje su se dogodile na državnoj cesti D3. Iz tablice je vidljivo kako je najzastupljenija vrsta nesreće *slijetanje vozila s ceste* s ukupno 131 prometnom nesrećom. Također, vidljiv je trend ekstremnog pada te vrste nesreća budući da je broj pao sa 51 nesreće 2016. godine na 31 nesreću 2018. godine. Udio prometnih nesreća slijetanja vozila s ceste u ukupnom broju nesreća iznosi 21,48%. Na drugom mjestu su *bočni sudari* čiji je broj pao sa 47 (2017. godine kada ih je bilo najviše) na 21 sudar 2018. godine. Najmanji broj nesreća zabilježen je pri *sudaru s motociklom/mopedom* (2 nesreće) te pri *sudaru sa željezničkim vozilom* (1 nesreća). Kada se usporede sve vrste, vidljiv je trend pada broja nesreća osim kod *udara vozila u parkirano vozilo* gdje se bilježi porast od 57,14%.

**Tablica 6.** Vrste prometnih nesreća na državnoj cesti D3

	<b>2016.</b>	<b>2017.</b>	<b>2018.</b>	<b>UKUPNO:</b>
Bočni sudar	40	47	21	108
Iz suprotnih smjerova	21	23	16	60
Nalet na bicikl	5	1	2	8
Nalet na pješaka	7	6	3	16
Nalet na životinju	30	29	10	69
Ostalo	11	6	6	23
Slijetanje vozila s ceste	51	49	31	131
Sudar s motociklom/mopedom	2	0	0	2
Sudar sa željezničkim vozilom	0	1	0	1
Udar vozila na/u objekt kraj/na cesti	17	17	14	48
Udar vozila u parkirano vozilo	3	7	7	17
Usporedna vožnja	5	6	1	12
Vožnja u slijedu	49	38	17	104
Vožnja unatrag	2	7	2	11
<b>UKUPNO PN:</b>	<b>243</b>	<b>237</b>	<b>130</b>	<b>610</b>

Izvor: [15]

**6.1.3 PROMETNE NESREĆE OBZIROM NA POSLJEDICE**

Obzirom na posljedice, prometne nesreće mogu se podijeliti na one sa materijalnom štetom, sa lakim ozljedama, teškim ozljedama te sa poginulim osobama. Iz Tablice 7. vidljivo je da je u trogodišnjem razdoblju zabilježen najveći broj prometnih nesreća s materijalnom štetom u iznosu od 399 nesreća. Ako se usporede brojke iz 2016. i 2018. godine vidljivo je da se taj broj gotovo prepolovio. Trend pada zabilježen je i kod nesreća sa lakše i teže ozlijeđenima. U promatranom periodu broj nesreća sa poginulim osoba bio je 10, a najveći broj zabilježen je 2017. u kojoj je poginulo 6 osoba.

**Tablica 7. Prometne nesreće obzirom na posljedice**

	<b>2016.</b>	<b>2017.</b>	<b>2018.</b>	<b>UKUPNO:</b>
Materijalna šteta	162	153	84	399
Lake ozljede	56	57	32	145
Teške ozljede	22	21	13	56
Poginuli	3	6	1	10
<b>UKUPNO PN:</b>	<b>243</b>	<b>237</b>	<b>130</b>	<b>610</b>

Izvor: [15]

#### **6.1.4 PROMETNE NESREĆE OBZIROM NA KARAKTERISTIKE CESTE I POVRŠINSKO STANJE KOLNIKA**

Jedan od bitnih čimbenika pri vođenju prometa svakako je cesta. Određeni nedostaci na cesti mogu uzrokovati prometne nesreće odnosno smanjiti sigurnost svih sudionika.

Prilikom analize prometnih nesreća svakako treba u obzir uzeti karakteristike ceste. Ako se promotri Tablica 8. vidljivo je da se najveći broj nesreća u trogodišnjem razdoblju dogodio na ravnom cestovnom potezu, odnosno 39,34%. Zavoje je idući po udjelu broja nesreća sa brojem od 205 nesreća, odnosno 33,6%. Iz navedenog može se zaključiti da se najveći broj nesreća (gotovo 80%) događa na ta dva elementa ceste. Tokom analizirane tri godine po jedna nesreća dogodila se na pješačkom prijelazu te pješačkoj zoni.

Ako se promatra površinsko stanje kolnika veći broj nesreća dogodio se na suhom kolniku, odnosno 72,13% u odnosu na sklizak kolnik na kojem je zabilježeno 167 nesreća (27,38%).



**Tablica 8.** Prometne nesreće ovisno o karakteristikama ceste i površinskom stanju kolnika

		2016.	2017.	2018.	UKUPNO:
Karakteristike ceste	Četverokrako raskrižje	23	20	10	53
	Kružni tok	7	4	4	15
	Ostalo	4	1	4	9
	Parkiralište	1	6	6	13
	Pješačka zona	1	0	0	1
	Pješački prijelaz	1	0	0	1
	Prijelaz preko željezničke pruge	1	1	1	3
	Ravni cestovni potez	91	99	50	240
	T-raskrižje	23	28	11	62
	Y-raskrižje	3	3	2	8
	Zavoj	88	75	42	205
	<b>UKUPNO:</b>	<b>243</b>	<b>237</b>	<b>130</b>	<b>610</b>
Stanje površine kolnika	Makadam	0	0	1	1
	Odron	1	0	1	2
	Sklizak	61	70	36	167
	Suh	181	167	92	440
	<b>UKUPNO:</b>	<b>243</b>	<b>237</b>	<b>130</b>	<b>610</b>

Izvor: [15]

### 6.1.5 PROMETNE NESREĆE OBZIROM NA OKOLNOSTI

Kada se uspoređuju okolnosti koje su prethodile nastanku prometnih nesreća iz Tablice 9. vidljivo je kako se najviše sudara dogodilo uslijed brzine neprimjerene uvjetima, odnosno 32% što bi značilo gotovo svaka treća nesreća. Nakon toga slijedi neočekivana pojava opasnosti na cesti, te nepoštivanje prednosti prolaska. U promatranom trogodišnjem razdoblju jedna prometna nesreća dogodila se zbog iznenadnog kvara vozila, naglog usporavanja-kočenja te nekorištenja obilježenog pješačkog prijelaza.

**Tablica 9. Prometne nesreće obzirom na okolnosti**

	<b>2016.</b>	<b>2017.</b>	<b>2018.</b>	<b>UKUPNO:</b>
Brzina neprimjerena uvjetima	83	66	46	195
Iznenadni kvar vozila	0	1	0	1
Naglo usporavanje-kočenje	0	0	1	1
Nekorištenje obilježenog pješačkog prijelaza	0	1	0	1
Neočekivana pojava opasnosti na cesti	32	32	15	79
Neosiguran teret na vozilu	3	0	0	3
Nepoštivanje prednosti prolaska	23	25	13	61
Nepoštivanje svjetlosnog znaka	6	0	1	7
Nepropisna vožnja unatrag	2	6	5	13
Nepropisno kretanje vozila na kolniku	18	26	7	51
Nepropisno parkiranje	1	2	0	3
Nepropisno prestrojavanje	2	0	2	4
Nepropisno pretjecanje	16	13	4	33
Nepropisno skretanje	8	8	5	21
Nepropisno uključivanje u promet	9	15	5	29
Ostale greške pješaka	1	2	1	4
Ostale greške vozača	18	18	14	50
Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	20	20	11	51
Zakašnjelo uočavanje opasnosti	1	2	0	2
<b>UKUPNO PN:</b>	<b>243</b>	<b>237</b>	<b>130</b>	<b>610</b>

Izvor: [15]

## **6.2 IDENTIFIKACIJA POTENCIJALNO OPASNIH MJESTA NA DRŽAVNOJ CESTI D3**

Postupak identifikacije potencijalno opasnih mjesta rađen je shodno *Metodologiji za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži*. Sukladno metodologiji, vršen je postupak uspoređivanja lokacija isključivo sa istim

karakteristikama. Na taj način npr. ravni pravci uspoređuju se samo sa ravnim pravcima, zavoji sa zavojima i sl.

Kao korištena metoda za identifikaciju potencijalno opasnih mjesta, odabrana je statistička metoda *Rate Quality Control*. Navedena metoda detaljnije je objašnjena u poglavlju 5.4. Kritična razina nastanka prometne nesreće računa se na temelju dostupnih podataka o PGDP-u te o broju prometnih nesreća. U slučaju kada je stopa prometnih nesreća veća od kritične razine, tada se navedeno mjesto može okarakterizirati opasnim.

### 6.2.1 DEFINIRANJE PARAMETARA

Prilikom identificiranja potencijalno opasnih mjesta na državnoj cesti D3 neophodni su ulazni podaci. U Republici Hrvatskoj takvim podacima raspolaže tvrtka Hrvatske ceste d.o.o. Dobivene podatke možemo podijeliti na podatke o prometnom opterećenju te podatke o prometnim nesrećama.

Način na koji Hrvatske ceste d.o.o. prikupljaju podatke o prometnom opterećenju vrši se brojanjem prometa. Na taj način dobivaju se podaci o opterećenju svim državnim cestama te velikom broju županijskih i lokalnih cesta.

Sustav brojenja prometa sastoji se od [15]:

- podsustava neprekidnog brojenja prometa automatskim brojilima prometa na državnim, županijskim i lokalnim cestama,
- podsustava povremenog brojenja prometa prijenosnim brojilima prometa na državnim, županijskim i lokalnim cestama,
- podsustava brojenja prometa s autocesta, drugih cesta i objekata s naplatom - komunikacijskog modula za daljinski pristup i prikupljanje podataka.

Svakako valja napomenuti da su podaci o prometnom opterećenju javno dostupni na internetskoj stranici Hrvatskih cesta d.o.o. [15] te se objavljuju za svaku godinu posebno.

Osim podataka o prometnom opterećenju tvrtka posjeduje podatke i o prometnim nesrećama na mreži državnih cesta. Dobiveni podaci o prometnim nesrećama sadrže sljedeće parametre:

- oznaka ceste,
- oznaka dionice,
- stacionaža dionice,
- stacionaža ceste,
- datum,
- vrsta nesreće,
- posljedice nesreće,
- ulica,
- karakteristike ceste,
- stanje površine kolnika,
- okolnosti,
- broj vozila,
- vrste vozila,
- godište najstarijeg vozila,
- neregistrirana vozila,
- neosigurana vozila,
- broj sudionika,
- sudionici bez pojasa,
- sudionici bez kacige,
- alkoholizirani sudionici,
- drogirani sudionici,
- napomena.

Prilikom postupka obrade podataka s ciljem identificiranja opasnih mjesta nisu korišteni svi navedeni parametri budući da to metodologija ne zahtjeva. Potrebni ulazni podaci za metodologiju bili su stacionaža prometne nesreće, datum nastanka nesreće, vrsta nesreće, posljedice nesreće, broj vozila te broj sudionika.

Kao period u kojem će se identificirati potencijalno opasna mjesta određeno je trogodišnje razdoblje, odnosno period od 2016. do 2018. godine. U navedenom razdoblju analizirane su sve nesreće za koje su bili poznati podaci, a njihova analiza prikazana je u poglavlju 6.1.

### 6.2.2 PRETRAŽIVANJE LOKACIJA

U koraku pretraživanja lokacija korištena je metoda „*Sliding Window*“. Na taj način na dionici određen je okvir pomoću kojeg se grupiraju nesreće. Karakteristike ove metode su da ne uzima u obzir lokacije na kojima se ne događaju nesreće odnosno uzima lokacije sa minimalno jednom prometnom nesrećom.

Detaljniji opis odnosno značajke metode *Sliding Window* prikazane su u poglavlju 5.2.2.

### 6.2.3 PROCES IDENTIFIKACIJE POTENCIJALNO OPASNIH MJESTA

U postupku identifikacije potencijalno opasnih mjesta neophodan prvi korak sastoji se u računanju stope prometnih nesreća za svaku lokaciju. Pojam stope prometne nesreće proporcionalan je broju prometnih nesreća a obrnuto proporcionalan mjeri izloženosti na danom području [12]. Detaljniji postupak odnosno definicija stope prometnih nesreća prikazan je u poglavlju 5.3.

U drugom koraku identifikacije računa se kritična razina nastanka prometnih nesreća koja se bazira na temelju prosječne stope prometnih nesreća. Prosječnu stopu prometnih nesreća čini aritmetička sredina stopa prometnih nesreća. Detaljniji opis računanja kritične razine nastanka prometnih nesreća pojašnjen je u poglavlju 5.3.

Prilikom računanja kritične razine prometnih nesreća kao razina slučajnosti uzeto je 99%. Shodno tome kako je već ranije definirano u poglavlju 5.4, koeficijent statističke razine slučajnosti  $k$  iznosi 2,323.

Nakon provođenja navedenih koraka metodologije, identificirana su četiri potencijalno opasna mjesta kod kojih je stopa prometnih nesreća veća od kritične razine prometnih nesreća. Svakako valja napomenuti kako su opasna mjesta određena na temelju ukupnog broja prometnih nesreća na datim lokacijama a prikazana su u Tablici 10.

**Tablica 10. Identificirana potencijalno opasna mjesta**

Naziv	Stacionaža od	Stacionaža do	Broj nesreća	PGDP	M	C <sub>R</sub>	C <sub>RA</sub>	C <sub>CR</sub>	C <sub>R</sub> /C <sub>CR</sub>	OPASNO MJESTO
005 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33600	33900	10	7116	2,34	4,27	0,89	2,54	1,68	DA!
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	192900	193200	9	2912	0,96	9,40	0,93	3,75	2,51	DA!
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	192900	193200	10	2912	0,96	10,44	1,27	4,47	2,34	DA!
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217200	217498	7	8000	2,63	2,66	0,89	2,44	1,09	DA!

Izvor: [15]

U datoj tablici u svrhu identifikacije opasnih mjesta korišteni su sljedeći pojmovi:

- prosječni godišnji dnevni promet, PGDP
- prometna izloženost M,
- stopa prometnih nesreća C<sub>R</sub>,
- prosječna vrijednost stope prometnih nesreća C<sub>RA</sub>,
- kritična razina prometnih nesreća C<sub>CR</sub>,

#### 6.2.4 RANGIRANJE LOKACIJA

Postupak rangiranja potencijalno opasnih mjesta vrši se na temelju ukupnog broja prometnih nesreća. Prilikom rangiranja najvažniji je odnos između stope prometnih nesreća i kritične stope prometnih nesreća. Na taj način ranije identificirana opasna mjesta rangirana su redoslijedom kako je prikazano u Tablici 11.

**Tablica 11. Rangirana potencijalno opasna mjesta**

Naziv	Stacionaža od	Stacionaža do	Broj nesreća	PGDP	M	C <sub>R</sub>	C <sub>RA</sub>	C <sub>CR</sub>	C <sub>R</sub> /C <sub>CR</sub>	OPASNO MJESTO
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	192900	193200	9	2912	0,96	9,40	0,93	3,75	2,51	DA!
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	192900	193200	10	2912	0,96	10,44	1,27	4,47	2,34	DA!
005 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33600	33900	10	7116	2,34	4,27	0,89	2,54	1,68	DA!
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217200	217498	7	8000	2,63	2,66	0,89	2,44	1,09	DA!

Izvor: [15]

## 7. ANALIZA REZULTATA IDENTIFIKACIJE OPASNIH MJESTA NA DRŽAVNOJ CESTI D3

Nakon provedene identifikacije u poglavlju 6.2.3 dobivena su četiri potencijalno opasna mjesta raspoređena duž dionice državne ceste D3. Postupkom rangiranja iz Tablice 11. vidljivo je kako se najopasnija dva mjesta nalaze unutar istog okvira. Analizirajući podatke o ukupnim prometnim nesrećama zaključeno je kako je prvo potencijalno opasno mjesto ravni cestovni pravac dok se drugo potencijalno opasno mjesto nalazi na dijelu ceste koji čini zavoj. Treće potencijalno opasno mjesto predstavlja raskrižje u Varaždinu dok se četvrto potencijalno opasno mjesto nalazi na raskrižju u Rijeci. Identificirana potencijalno opasna mjesta u daljnjim poglavljima promatraju se kao:

- potencijalno opasno mjesto I - Soboli I
- potencijalno opasno mjesto II - Soboli II
- potencijalno opasno mjesto III - Varaždin
- potencijalno opasno mjesto IV - Titov trg u Rijeci

Kako bi se što bolje analizirala potencijalno opasna mjesta provedena je analiza podataka o svim nesrećama koje su se dogodile na navedenim lokacijama. Također, za što zornije opisivanje identificiranih potencijalno opasnih mjesta, proveden je terenski rad koji je uključivao pregled svih opasnih lokacija.

Nakon provedenog terenskog rada te pregleda lokacija potrebno je razlikovati potencijalna i opasna mjesta. U praksi, opasne lokacije mogu se klasificirati na tri kategorije:

- I. opasno mjesto - nastaje kao posljedica nedostataka ceste kao čimbenika sigurnosti prometa (prometne nesreće ne nastaju greškom vozača već ceste kao čimbenika sigurnosti),
- II. nije opasno mjesto – za nastanak prometnih nesreća nije kriva cesta, međutim mogu se dodati dodatne mjere za povećanje sigurnosti,
- III. nije opasno mjesto – prometne nesreće događaju se isključivo greškom vozača.

U idućim poglavljima prikazane su fotografije sa navedenih lokacija te su analizirane nesreće koje ta mjesta čine potencijalno opasnima.

## 7.1 POTENCIJALNO OPASNO MJESTO I - SOBOLI I

Potencijalno opasno mjesto broj 1 pripada naselju Soboli koje je sastavni dio općine Čavle koja se nalazi u Primorsko-goranskoj županiji. Prema [15] prosječni godišnji dnevni promet na datoj lokaciji iznosi 2912 vozila dnevno. Prilikom procesa identifikacije uzete su u obzir nesreće koje su se dogodile na ravnom cestovnom potezu. Metodom Sliding Window u promatranom okviru od 300 metara grupirano je devet prometnih nesreća.

U Tablici 12. prikazane su sve prometne nesreće na datoj lokaciji u analiziranom trogodišnjem razdoblju. U navedenih devet prometnih nesreća sudjelovalo je ukupno 11 sudionika odnosno 11 vozila, iz čega se može zaključiti kako ni u jednoj prometnoj nesreći nije bilo drugih putnika u vozilu osim vozača.

**Tablica 12.** Prometne nesreće na potencijalno opasnom mjestu Soboli I

Dionica	Stacionaža ceste	Datum	Vrsta	Posljedice	Stanje površine kolnika	Okolnosti	Broj vozila	Broj sudionika
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	31.12.2017	Udar vozila na/u objekt kraj/na cesti	Materijalna šteta	Sklizak	Brzina neprimjerena uvjetima	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	22.12.2017	Slijetanje vozila s ceste	Materijalna šteta	Sklizak	Nepropropisno kretanje vozila na kolniku	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	21.12.2017	Vožnja u slijedu	Materijalna šteta	Sklizak	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	2	2
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	21.12.2017	Slijetanje vozila s ceste	Materijalna šteta	Sklizak	Nepropropisno kretanje vozila na kolniku	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	15.12.2017	Udar vozila na/u objekt kraj/na cesti	Materijalna šteta	Sklizak	Brzina neprimjerena uvjetima	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	7.12.2017	Nalet na životinju	Materijalna šteta	Sklizak	Neočekivana pojava opasnosti na cesti	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	7.12.2017	Nalet na životinju	Materijalna šteta	Suh	Neočekivana pojava opasnosti na cesti	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	6.12.2017	Nalet na životinju	Materijalna šteta	Sklizak	Neočekivana pojava opasnosti na cesti	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	24.11.2017	Usporedna vožnja	Materijalna šteta	Suh	Nepropropisno kretanje vozila na kolniku	2	2

Izvor: [15]

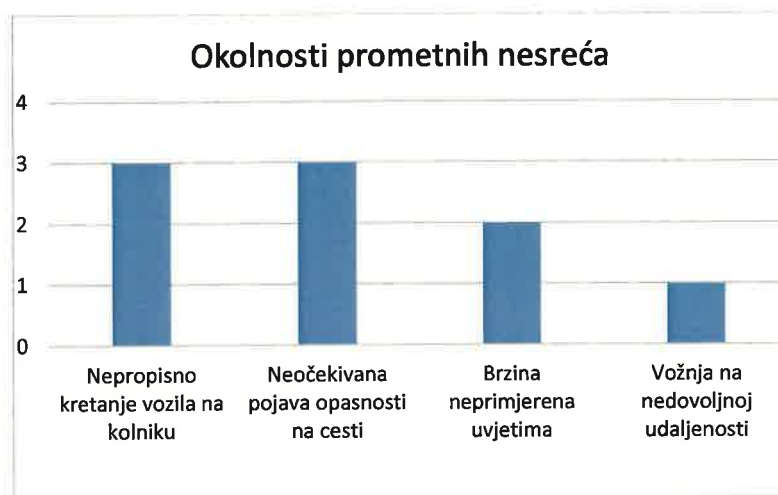
Iz Tablice 12. također je vidljivo kako je u svim prometnim nesrećama kao posljedica bila samo materijalna šteta odnosno nije bilo direktnih posljedica na vozače. Kod trećine nesreća vrsta nesreće je bila *nalet na životinju*. Tome u prilog ide činjenica kako je duž cijele dionice šuma (vidljivo na Slici 16.) i nisko raslinje što pogoduje životu raznih životinjskih vrsta. Od ukupnog broja nesreća po dvije su okarakterizirane kao *udar vozila na/u objekt kraj/na cesti* te dvije kao *slijetanje vozila*



s ceste. U trogodišnjem periodu zabilježena je po jedna nesreća vožnje u slijedu te jedna kao usporedna vožnja.

Ako se promatra datum nastanka nesreće sve prometne nesreće dogodile su se u periodu od 24.11 do 31.12. Možebitna okolnost nastanka nesreća može se tražiti i u činjenici da se gotovo 80% nesreća dogodilo u trenutku kada je kolnik bio sklizak. Prema pristupljenim podacima [16] navedena lokacija nalazi se na 687 metara nadmorske visine što također određuje klimu odnosno uvjete u trenucima nesreće.

Okolnosti zbog kojih je došlo do prometnih nesreća prikazane su u Grafikonu 1. Npropisno kretanje vozila na kolniku te neočekivana pojava opasnosti na cesti najčešći su uzroci nastanka prometnih nesreća. Dvije nesreće nastale su zbog brzine neprimjerene uvjetima na cesti dok je jedna nastala zbog nedovoljne udaljenosti između vozila.



**Grafikon 1.** Okolnosti prometnih nesreća na potencijalno opasnom mjestu Soboli I

Izvor: [15]

Na mjestima koja su identificirana kao opasna izvršen je terenski rad sa svrhom njihovog boljeg razumijevanja i kvalitetnog opisivanja. Slika 16. prikazuje opasno mjesto Saboli I a navedena lokacija fotografirana je iz oba smjera. Na a) dijelu slike vidljiva je lokacija odnosno ravni pravac u smjeru Gornjeg Jelenja, dok je na b) dijelu slike prikaz lokacije u smjeru Rijeke/Grobnika. Na terenu je izvršeno

mjerenje prometnih traka a njihova širina iznosi 3,40 metara što ukupno čini širinu kolnika od 6,80 [m]. Sa obje strane kolnika izveden je rubni trak odnosno bankina koja je projektirana tako da odvodi vodu sa kolnika. Uzdužni nagib kolnika izmjeren pomoću mobilne aplikacije te iznosi 3°. Horizontalna signalizacija odlično je vidljiva dok nedostatak vertikalne signalizacije ovo mjesto čini još opasnijim.



a)

b)

**Slika 16.** Prikaz lokacije opasnog mjesta Soboli I

Na temelju ranije spomenutih podataka, jasno je kako cesta nije čimbenik nastanka nesreća. Iz tog razloga, navedeno potencijalno opasno mjesto ne može se klasificirati kao opasno već se može smjestiti u kategoriju II. opasnih mjesta. Dodatne mjere kojima bi se povećala sigurnost bile bi strojno brušenje gornjeg asfaltnog sloja te dodavanje vertikalne signalizacije za ograničenje brzine čime bi se smirio promet i smanjila brzina vožnje. Sljedeća dodatna mjere predstavlja postavljanje zaštitne ograde obzirom da je jedan od uzročnika nastanka nesreća neočekivana pojava opasnosti na cesti.

Nakon provedbe navedenih dodatnih mjera pretpostavlja se smanjenje broja prometnih nesreća na navedenoj lokaciji.

## 7.2 POTENCIJALNO OPASNO MJESTO II - SOBOLI II

Opasno mjesto Soboli II nalazi se u istom okviru od 300 metara kao i ranije spomenuto mjesto u poglavlju 7.1. Razlika je u tome što su u ovom slučaju međusobno uspoređivane nesreće koje su se dogodile na dijelu ceste koji čini zavoj. Budući da se oba mjesta nalaze u istom okviru, prosječni godišnji dnevni promet jednak je na obje lokacije.

U Tablici 13. prikazane su sve prometne nesreće u trogodišnjem periodu koje su se dogodile na tom zavoju. U navedenih 10 prometnih nesreća sudjelovalo je ukupno 11 vozila odnosno 15 sudionika. U 6 nesreća posljedica je bila samo materijalna šteta. Dvije prometne nesreće završile su sa lako ozlijeđenima pri čemu su 3 osobe lakše ozlijeđene, a također dvije nesreće su završile sa teže ozlijeđenima pri čemu su 3 osobe teže stradale.

**Tablica 13.** Prometne nesreće na potencijalno opasnom mjestu Soboli II

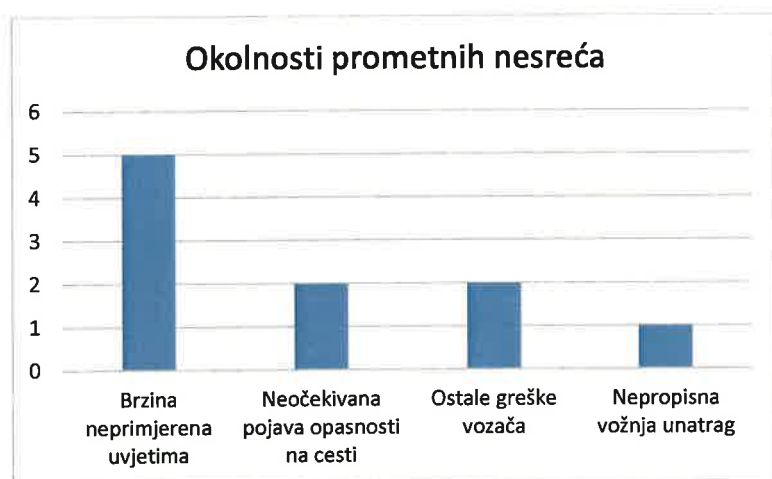
Dionica	Stacionaža ceste	Datum	Vrsta	Posljedice	Stanje površine kolnika	Okolnosti	Broj vozila	Broj sudionika
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	30.12.2017	Slijetanje vozila s ceste	Lake ozljede	Sklizak	Ostale greške vozača	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	28.12.2017	Ostalo	Materijalna šteta	Sklizak	Neočekivana pojava opasnosti na cesti	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	13.12.2017	Slijetanje vozila s ceste	Lake ozljede	Sklizak	Brzina neprimjerena uvjetima	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	5.12.2017	Slijetanje vozila s ceste	Materijalna šteta	Sklizak	Ostale greške vozača	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	29.11.2017	Slijetanje vozila s ceste	Materijalna šteta	Sklizak	Brzina neprimjerena uvjetima	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	29.11.2017	Slijetanje vozila s ceste	Teške ozljede	Sklizak	Brzina neprimjerena uvjetima	2	3
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	29.11.2017	Nalet na životinju	Materijalna šteta	Sklizak	Brzina neprimjerena uvjetima	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	25.11.2017	Slijetanje vozila s ceste	Materijalna šteta	Suh	Brzina neprimjerena uvjetima	1	3
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193044	23.11.2017	Nalet na životinju	Materijalna šteta	Sklizak	Neočekivana pojava opasnosti na cesti	1	1
016 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	193049	14.12.2017	Nalet na pješaka	Teške ozljede	Sklizak	Nepropisna vožnja unatrag	1	2

Izvor: [15]

Najviše zastupljena vrsta prometne nesreće je *slijetanje vozila s ceste* (6 nesreća od kojih je pri 5 njih kolnik bio sklizak) zatim slijedi *nalet na životinju* sa udjelom od dvije nesreće. Po jedna nesreća odnosi se na *nalet na pješaka* te na *ostale vrste*.

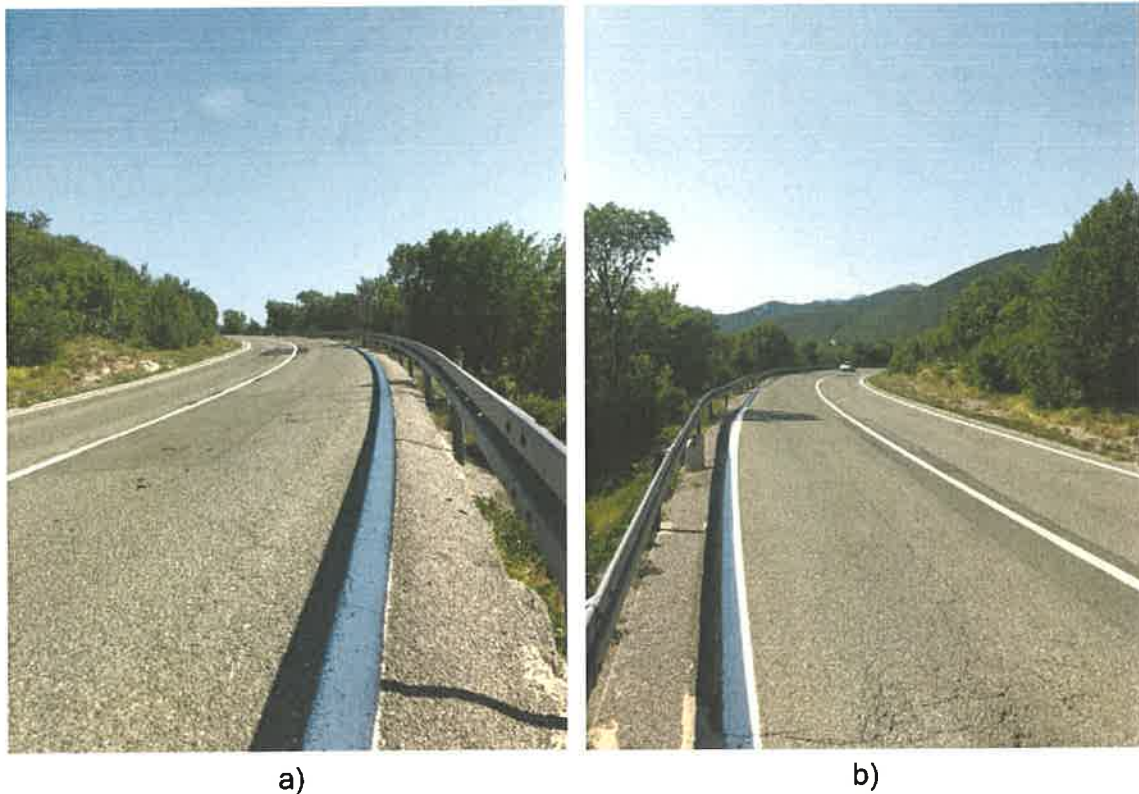
Ako se promatra datum kada su se dogodile prometne nesreće, vidljiv je isti trend kao i kod opasnog mjesta Soboli I. Gotovo sve prometne nesreće dogodile su se u periodu od 23.11 do 30.12. Kako je već ranije spomenuto tome u prilog ide činjenica da se lokacija zavoja nalazi na 684 metra nadmorske visine.

Okolnost koje su prethodile nastanku prometnih nesreća prikazane su na Grafikonu 2. Najčešći uzrok nastanka nesreća bila je brzina neprimjerena uvjetima u čak pet slučajeva. Neočekivana pojava opasnosti na cesti bila je uzrok dvije prometne nesreće kao i ostale greške vozača, dok je nepropisna vožnja unatrag krivac za jednu nesreću.



**Grafikon 2.** Okolnosti prometnih nesreća na potencijalno opasnom mjestu Soboli II

Izvor: [15]



**Slika 17.** Prikaz lokacije potencijalno opasnog mjesta Soboli II

Potencijalno opasno mjesto Soboli II prikazano je na Slici 17. Na a) dijelu slike prikazana je lokacija opasnog mjesta u smjeru Gornjeg Jelenja dok je na b) dijelu vidljiv smjer prema Rijeci odnosno Grobniku. Na terenu je izvršeno mjerenje prometnih traka pri čemu je ustanovljeno da je vanjska traka širine 3,20 [m] dok je na unutarnjoj strani zavoja izvedeno proširenje pa širina trake iznosi 3,60 [m]. Ukupna širina kolnika iznosi 6,80 [m]. Sa obje strane kolnika izveden je rubni trak odnosno bankina koja je projektirana tako da omogući odvođenje vode s kolnika. Pomoću mobilne aplikacije izmjeren je poprečni nagib kolnika od  $1^\circ$  prema središtu zavoja, odnosno uzdužni nagib od  $3^\circ$  u smjeru Gornjeg Jelenja. Horizontalna signalizacija jasno je vidljiva dok vertikalna ne postoji.





**Slika 18.** Zaštitna ograda na potencijalno opasnom mjestu Soboli II

Sa vanjske strane zavoja, kao i na dijelu unutarnje strane postavljena je zaštitna ograda tipa H1 koja se postavlja na rub kolnika. Osnovna zadaća zaštitne ograde je spriječiti klizanje vozila s ceste, odnosno zadržati vozila koja su skrenula s kolnika [17]. Prikaz zaštitne ograde na opasnom mjestu Soboli II vidljiv je na Slici 18. Terenskim ispitivanjem uočeno je nekoliko udubljenja na zaštitnoj ogradi, odnosno vidljivi su tragovi nastali od vozila.

Budući da su navedena dva mjesta u istom okviru možemo ih analizirati zajedno. U proteklom trogodišnjem razdoblju na toj dionici od 300 [m] dogodilo se 19 prometnih nesreća. Vrlo je važno napomenuti kako su se gotovo sve nesreće dogodile u istom vremenskom razdoblju u analizirane tri godine, odnosno od 23.11 do 31.12. Dvije najčešće vrste prometnih nesreća su *slizanje vozila s ceste* te *nalet na životinju*. U gotovo 79% nesreća nastala je samo materijalna šteta a u promatranom trogodišnjem periodu nema poginulih. Budući da su se sve nesreće dogodile u zimskom periodu godine, iz podataka je vidljivo kako je u 84,2% navedenih nesreća kolnik bio sklizak.



**Slika 19.** Prikaz lokacije potencijalno opasnih mjesta Soboli I i Soboli II

Pomoću programskoga alata *Auto CAD* skicirana je navedena dionica potencijalno opasnih mjesta vidljiva na Slici 19. Također, na slici su prikazane veličine kolnika izmjerene terenskim radom. Jedan od uzročnika nastanka prometnih nesreća predstavlja i zavoј radiјusa 180,46 [m]. Terenskim ispitivanјem utvrđeno je da se ni јedno vozilo koje je prošlo u vremenskom periodu od 40 minuta nije pridržavalo ograničenja brzine od 60 km/h bez obzira što su se u tom periodu na cesti nalazili pješaci, biciklist te zaustavljano vozilo na bankini. Na ravnom pravcu, јedan od uzročnika svakako može biti i dio ceste na kojem se mijenја poprečni presјek odnosno, uočeno je vitoperenje kolnika. Taj podatak u kombinaciji sa neprilagođenom brzinom svakako može biti јedan od čimbenika koji utječu na stvaranje nesreće.

Iz ranije prikazanih podataka vidljivo je da se gotovo 90% prometnih nesreća na lokaciji Soboli II dogodilo u uvjetima kada je kolnik bio sklizak. Na temelju toga može se reći da cesta u kombinaciji sa incidentnim čimbenikom direktno utječe na broj nesreća. Iz tog razloga lokacija Soboli II može se smjestiti u kategoriju I. odnosno može se definirati kao opasno mјesto.

Kao dodatne mјere za povećanje sigurnosti predlaže se stroјno brušenje gornјeg asfaltnog sloја čime bi kolnik bio hrapaviji te bi se smanјio broj izliјetanja s

ceste u zimskom periodu godine. Druga mjera odnosi se na dodavanje vertikalne prometne signalizacije tj. ploče K14 koja služi za označavanje oštrog zavoja. Bez obzira što na navedenoj lokaciji zavoj nije oštar, na taj način pridonijelo bi se smirivanju prometa.

Navedenim mjerama omogućilo bi se smirivanje prometa a kada bi u zimskim mjesecima vozači prilagodili brzinu uvjetima na cesti smanjio bi se broj nesreća.

### 7.3 POTENCIJALNO OPASNO MJESTO III – VARAŽDIN

Treće rangirano potencijalno opasno mjesto nalazi se na sjeverozapadnom dijelu grada Varaždina, točnije na križanju Koprivničke i Međimurske ulice. Budući da se na navedenoj lokaciji križaju državna cesta D3 i D2, to ga čini veoma opterećenim tj. prema podacima [15], prosječni godišnji dnevni promet iznosi 7116 vozila dnevno.

**Tablica 14.** Prometne nesreće na potencijalno opasnom mjestu Varaždin

Dionica	Stacionaža ceste	Datum	Vrsta	Posljedice	Stanje površine kolnika	Okolnosti	Broj vozila	Broj sudionika
005 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33660	9.1.2018	Bočni sudar	Materijalna šteta	Sklizak	Nepoštivanje prednosti prolaska	2	2
105 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33832	13.1.2018	Vožnja u slijedu	Materijalna šteta	Suh	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	5	3
105 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33837	1.7.2017	Bočni sudar	Poginule osobe	Suh	Nepoštivanje prednosti prolaska	2	2
005 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33850	21.11.2016	Bočni sudar	Materijalna šteta	Suh	Nepoštivanje prednosti prolaska	2	2
005 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33850	25.4.2016	Bočni sudar	Lake ozljede	Suh	Nepoštivanje prednosti prolaska	2	2
105 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33856	31.12.2016	Bočni sudar	Materijalna šteta	Suh	Nepoštivanje prednosti prolaska	2	2
105 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33856	4.9.2016	Bočni sudar	Materijalna šteta	Suh	Nepoštivanje prednosti prolaska	2	2
105 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33856	18.4.2017	Bočni sudar	Lake ozljede	Suh	Nepoštivanje prednosti prolaska	2	3
105 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33857	2.2.2017	Bočni sudar	Materijalna šteta	Sklizak	Nepropisno kretanje vozila na kolniku	2	2
105 - Varaždin (g.ž.) - Dubovec (g.ž.)	33904	18.9.2017	Vožnja u slijedu	Materijalna šteta	Sklizak	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	2	2

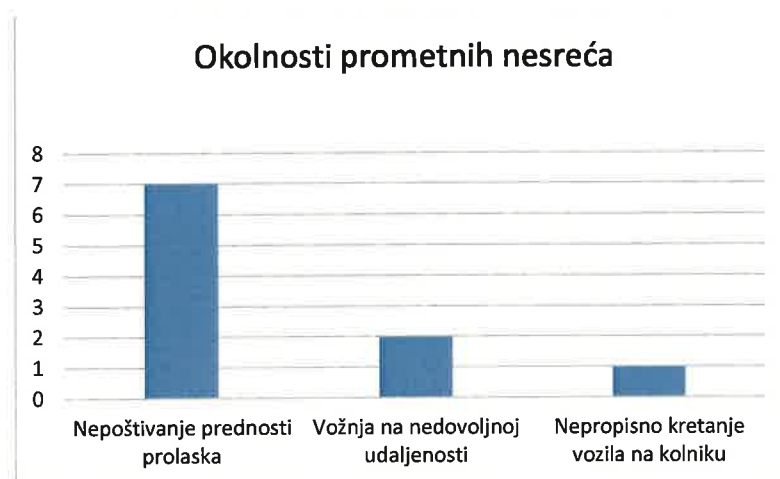
Izvor: [15]

U analiziranom trogodišnjem razdoblju na navedenoj lokaciji dogodilo se 10 prometnih nesreća prikazanih u Tablici 14. U svim prometnim nesrećama sudjelovao je ukupno 21 vozilo odnosno 22 sudionika. Promatrajući posljedice, sedam prometnih



nesreća završilo je samo sa materijalnom štetom, dvije su završile lakim ozljedama dok je u jednoj nesreći smrtno stradala jedna osoba. Zanimljiva činjenica je da su zabilježene samo dvije vrste prometnih nesreća. Kod 8 njih vrsta je bila *bočni sudar* dok su dvije okarakterizirane kao *vožnja u slijedu*. Promatrajući datume nastanka prometnih nesreća, može se zaključiti kako su one rasprostranjene tokom cijele godine odnosno ne postoji dio godine kada se događa veći broj nesreća.

Okolnosti uslijed kojih je došlo do prometnih nesreća prikazane su u Grafikonu 3. Najveći broj nesreća, njih 7 dogodilo se zbog nepoštivanja prednosti prolaska, dvije nesreće nastale su zbog vožnje na nedovoljnoj udaljenosti dok je uzrok jedne nesreće bilo nepropisno kretanje vozila na kolniku.



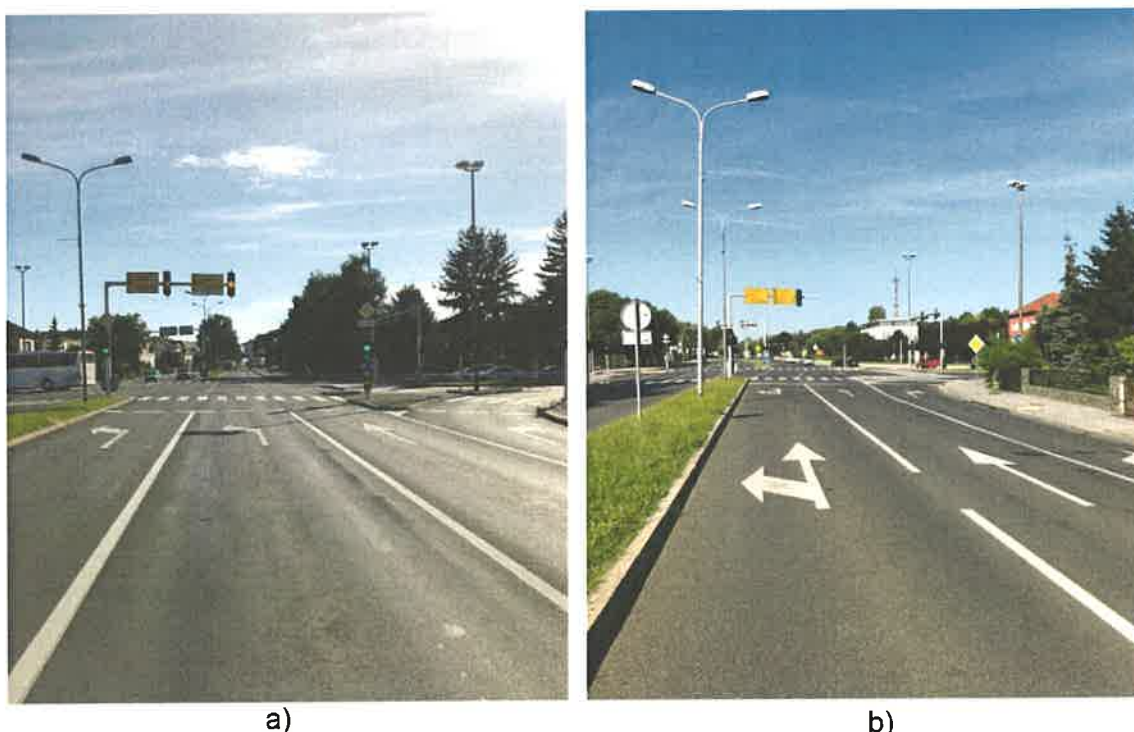
**Grafikon 3.** Okolnosti prometnih nesreća na potencijalno opasnom mjestu Varaždin

Izvor: [15]

Prema prometnoj signalizaciji glavni pravac na navedenom raskrižju je smjer sjever-jug odnosno Međimurska ulica. Na Slici 20. prikazani su sjeverni i južni privoz. Sjeverni privoz raskrižju prikazan je na Slici 20 a). Navedeni privoz sastoji se od četiri prometna traka od kojih su dva za lijevo skretanje, jedan provozni te jedan za desno skretanje. Mjerenjem na terenu utvrđene širine traka za lijevo skretanje od 3,30 [m] (krajnja lijeva) te 3,50 [m], provozna traka je širine 3,50 [m] dok je širina trake za desno skretanje 3,40 [m]. Promatranjem prometnih tokova može se zaključiti da je sjeverni privoz najopterećeniji budući da predstavlja ulaz u grad od strane Čakovca odnosno provoz kroz grad u smjeru Zagreba. Iz tog razloga na sjevernom privozu

nalaze se dvije trake za lijevo skretanje koje ujedno čine dvije najopterećenije trake na tom privozu.

Južni privoz prikazan je na Slici 20. b). Ovaj privoz čine tri prometne trake odnosno za svaki smjer po jedna traka. Mjerenjem je uočena širina lijeve i provozne trake u iznosu 3,25 [m] dok je trak za desna skretanja malo uži te iznosi 3,0 [m].



**Slika 20.** Prikaz sjevernog i južnog privoza raskrižju

Obzirom na prometnu signalizaciju kojoj je navedeno raskrižje opremljeno, može se zaključiti kako su istočni i zapadni privozi sporedni. Istočni privoz, prikazan na Slici 21. a) sastoji se od četiri prometna traka, od kojih su dva provozna te po jedan za svako skretanje. Širina trake za lijevo skretanje je 3,30 [m], provozne trake su širine 3,30 odnosno 3,40 [m] dok je traka za desno skretanje široka 3,0 [m]. Nakon sjevernog privoza, istočni čini drugi najdominantniji privoz iz razloga što predstavlja ulaz u grad iz smjera Zagreba, odnosno provoz kroz grad prema smjeru Čakovca.

Zapadni privoz, prikazan na Slici 21. b) čine četiri prometne trake, dvije su provozne dok po jednu čine lijeva i desna kretanja. Širina trake za desno skretanje iznosi 3,0 [m] dok su sve ostale trake široke po 3,30 [m].



**Slika 21.** Prikaz istočnog i zapadnog privoza raskrižju

Na raskrižju se prometom upravlja pomoću semafora. Budući da terenskim radom nisu zabilježeni nikakvi senzori te detektori može se reći da je način upravljanja ovim semaforiziranim raskrižjem fiksno odnosno unaprijed definiran. Mjerenjem je ustanovljeno kako duljina ciklusa iznosi 115 sekundi. Budući da su na svakom privozu trakovi za desna skretanja izdvojeni te odvojeni trokutastim otokom, dopunske strelice za desno skretanje postavljene su na svakom privozu.

Na temelju podataka iz Tablice 14. vidljivo je kako su na navedenom raskrižju dominantne samo dvije vrste nesreća: *bočni sudar* te *vožnja u slijedu*. Prilikom vožnje u slijedu jasan je uzročnik nesreće nedovoljan razmak između vozila na kojega utječe čovjek kao čimbenik sigurnosti. Budući da se raskrižjem upravlja pomoću semafora, čiji je signalni plan fiksno, izrazito je zabrinjavajući podatak o velikom broju bočnih sudara. Tome u prilog idu i podaci iz Grafikona 3. gdje je vidljivo da su najčešće okolnosti nastanka prometnih nesreća nepoštivanje prednosti prolaska. Budući da je najveći uzrok prometnih nesreća nepoštivanje prednosti prolaska a najučestalija vrsta bočni sudar, krivca u tome svakako treba tražiti u neusklađenosti semafora na sjevernom privozu. Fotografiranjem na terenu zamijećeno je kako semafori

postavljeni iznad kolnika prikazuju žuto svjetlo dok u isto vrijeme semafori sa obje strane kolnika pokazuju zeleno. Navedena problematika vidljiva je na Slici 22. Budući da je terenskim pregledom utvrđeno da su vertikalna i horizontalna signalizacija postavljena shodno [17] a uočen je nedostatak u radu semafora, navedena lokacija može se smjestiti u kategoriju I. odnosno definirati kao opasno mjesto.

Za predlaganje konkretnih mjera kojima bi se smanjio broj nesreća i povećala sigurnost potrebno je detaljnije proučavanje rada semafora međutim svakako se predlaže usklađenje svjetlosnih oznaka na sjevernom privozu.



**Slika 22.** Neusklađenost semafora na sjevernom privozu

#### **7.4 POTENCIJALNO OPASNO MJESTO IV – RIJEKA, TITOV TRG**

Posljednje rangirano opasno mjesto nalazi se u gradu Rijeci. Točnije, navedena lokacija smještena je na žili kucavici toga grada odnosno na križanju Ulice Franje Račkoga, Školjić Ulice, Ružičeve ulice te Strossmayerove ulice. Budući da se na ovom četverokrakom raskrižju nalazi Titov trg, navedena lokacija odnosno opasno mjesto nazvano je *Rijeka - Titov trg*. Prema [15] prosječni godišnji dnevni promet na promatranom raskrižju iznosi 8000 vozila dnevno.



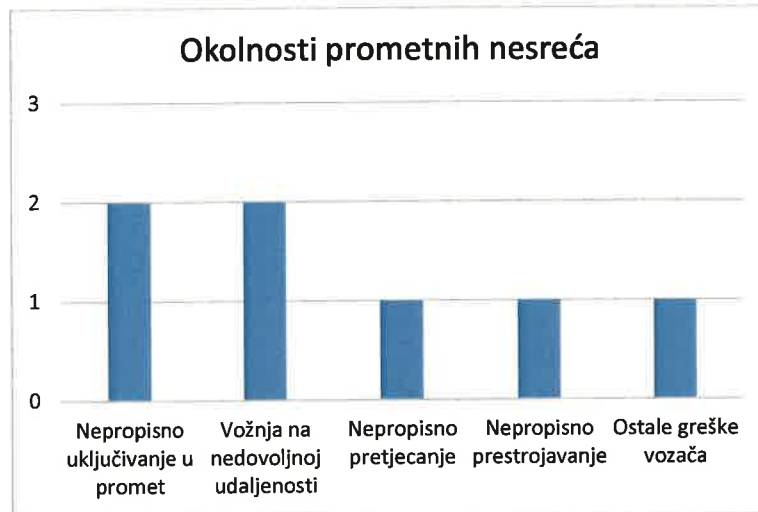
U trogodišnjem periodu od 2016. do 2018. godine na navedenoj lokaciji dogodilo se sedam prometnih nesreća prikazanih u Tablici 15. U svim prometnim nesrećama sudjelovalo je ukupno 14 vozila iz čega se može zaključiti da su u svakoj nesreći sudjelovala po dva vozila. Ukupan broj sudionika bio je 14 što bi značilo da je u svakom autu bio samo vozač. Kada se promatraju posljedice, sve prometne nesreće završile su samo sa materijalnom štetom, odnosno bez posljedica za sudionike. Kao vrsta nesreće najzastupljenije su nesreće sa *bočnim sudarom* sa ukupnim iznosom od 3 nesreće, nakon toga slijedi *vožnja u slijedu* sa 2 nesreće dok po jedna nesreća otpada na *usporednu vožnju* te ostale vrste.

**Tablica 15.** Prometne nesreće na potencijalno opasnom mjestu Titov trg – Rijeka

Dionica	Stacionaža ceste	Datum	Vrsta	Posljedice	Stanje površine kolnika	Okolnosti	Broj vozila	Broj sudionika
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217381	19.12.2017.	Ostalo	Materijalna šteta	Suh	Ostale greške vozača	2	2
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217404	15.07.2016.	Bočni sudar	Materijalna šteta	Suh	Nepropisno pretjecanje	2	2
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217404	12.02.2016.	Vožnja u slijedu	Materijalna šteta	Sklizak	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	2	2
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217408	23.05.2018.	Usporedna vožnja	Materijalna šteta	Suh	Nepropisno prestrojavanje	2	2
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217410	09.04.2017.	Bočni sudar	Materijalna šteta	Suh	Nepropisno uključivanje u promet	2	2
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217489	13.04.2018.	Bočni sudar	Materijalna šteta	Suh	Nepropisno uključivanje u promet	2	2
019 - Zdihovo (g.ž.) - Rijeka (D8)	217493	22.09.2017.	Vožnja u slijedu	Materijalna šteta	Suh	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	2	2

Izvor: [15]

Promatrajući datume nastanka nesreća vidljiva je raspršenost tokom cijele godine pa se ne može govoriti kako nesreće nastaju samo u određenom periodu godine kako je to slučaj kod prva dva opasna mjesta. Promatrajući okolnosti prikazane u Grafikonu 4. može se zaključiti kako su one karakteristične za nesreće u raskrižju. Po dvije prometne nesreće dogodile su se zbog nepropisnog uključivanja u promet odnosno vožnje na nedovoljnoj udaljenosti dok se po jedna nesreća dogodila zbog nepropisnog pretjecanja, nepropisnog prestrojavanja te ostalih grešaka od strane vozača.



**Grafikon 4.** Okolnosti prometnih nesreća na potencijalno opasnom mjestu Titov trg - Rijeka

Izvor: [15]

Privoz raskrižju iz smjera Strossmayerove ulice prikazan je na Slici 23. Kako je vidljivo na slici, iz tog privoza prema raskrižju idu 3 prometne trake koje se neposredno prije samog raskrižja pretvaraju u četiri. Na terenu je izmjereno kako su širine srednje i desne trake 3,20 [m] dok je krajnja lijeva traka širine 3,50 [m]. Mjerenjem pomoću mobilne aplikacije nije bilo moguće izmjeriti uzdužni i poprečni nagib na navedenom privozu. S obje strane kolnika na danom privozu izvedena je zaštitna ograda kako vi se zaštitili pješaci.



**Slika 23.** Privoz raskrižju iz smjera Strossmayerove ulice

Privoz raskrižju iz smjera Ulice Franje Račkog vidljiv je na Slici 24. Mjerenjem na terenu izmjerena je širina ulaznog traka 3,0 [m] dok je širina izlaznog traka 3,20 [m]. Pomoću mobilne aplikacije zabilježen je uzdužni nagib od 3° koji je vidljiv i iz slike. Iz Ulice Franje Račkog dozvoljeno je skretanje samo u Školjić Ulicu, međutim terenskim pregledom zaključeno je kako nekoliko vozača to nije poštivalo te su skretali u Ružičevu ulicu. Takvim skretanjem smanjuje se sigurnost te protočnost prometa a najbolji primjer takvog nepoštivanja bilo je skretanje teretnog vozila. Obzirom da za takav oblik skretanja vozilo mora savladati kut od 180°, tim postupkom vozač je izazvao potpuni kolaps na raskrižju.

Privoz raskrižju iz Ružičeve ulice prikazan je također na Slici 24. a ulica se nalazi s desne strane fotografije. Mjerenjem je ustanovljeno kako su širine ulazne i izlazne trake po 2,75 [m]. Također na slici vidimo zaustavljeno teretno vozilo nekoliko metara od raskrižja čime je svakako smanjena sigurnost odvijanja prometa.

Na datom privozu kvalitetno su izvedene horizontalna i vertikalna signalizacija čime jasno daju informacije vozačima o odvijanju prometa odnosno nema nikakvih nejasnih situacija.

Svakako valja napomenuti da je na spomenutim privozima izveden pješački prijelaz koji je označen horizontalnom i vertikalnom signalizacijom shodno Pravilniku [17].



**Slika 24.** Privoz raskrižju iz smjera Ulice Franje Račkog (lijevo) i Ružičeve ulice (desno)

Izlazni privoz navedenog raskrižja čini Školjić ulica prikazana na Slici 25. Zbog velike količine prometa i smanjene sigurnosti na tom privozu nije izvršeno mjerenje širine prometnih traka. Kako je vidljivo iz slike, sa obje strane kolnika izvedena je zaštitna ograda kako bi se zaštitili pješaci.





**Slika 25.** Izlazni privoz u smjeru Školjić ulice

Jedan od problema koji čini ovu lokaciju potencijalno opasnom je nejasno odvijanje prometa na privozu iz Strossmayerove ulice prikazanom na Slici 26. Neposredno prije raskrižja ne postoji ni jedan prometni znak koji bi sudionicima davao informaciju o tome dali se nalaze na sporednoj cesti ili cesti sa prednošću prolaska. Znak izričitih naredbi B02 „obavezno zaustavljanje“ nalazi se u središtu raskrižja te u kombinaciji sa horizontalnom oznakom tek tada daje informaciju vozačima na tom privozu da se nalaze na sporednom smjeru. Za vozače koji se na tom raskrižju nađu prvi puta to ne ostavlja puno vremena za reagiranje te se u sekundi nađu u konfliktnoj točki. Povećanju sigurnosti te eventualnom smanjenju prometnih nesreća doprinijelo bi postavljanja znaka obavijesti C86 „prestrojavanje vozila“ sa dopunskom pločom koja prikazuje da se vozila nalaze na sporednoj cesti.

Na navedenom privozu nalazi se pješački prijelaz obilježen horizontalnom signalizacijom dok vertikalna signalizacija odnosno znak obavijesti C02 „obilježen pješački prijelaz“ nedostaje. Budući da se neposredno pored samog raskrižja nalaze *Trsatske stube Petra Kružića* koje vode do Svetišta Majke Božje Trsatske, prema riječima mještana koji žive u blizini raskrižja, nedjeljom i blagdanima vrlo je veliki broj pješaka koji prelaze navedeno raskrižje baš na tom prijelazu. Mjera za povećanje sigurnosti predstavlja dodavanje znaka obavijesti C02.

Također, jedan od problema zapaženih terenskim radom je smanjena preglednost raskrižja. Razlog smanjene preglednost može se objasniti u maloj udaljenosti između ruba ceste i okolnih građevina koja je na nekim mjestima manja od 0,30 [m]. Svakako valja napomenuti da iznad samog raskrižja prelazi željeznička pruga vidljiva na Slici 26.



**Slika 26.** Problematika na privozu Strossmayerove ulice

Nakon izvršenog terenskog rada te pregleda lokacije uočena su tri nedostatka koja su ranije opisana i za koje je iznijet prijedlog mjera za povećanje sigurnosti. Obzirom da cesta ne predstavlja uzročnika nastanka prometnih nesreća a moguće su dodatne mjere kojima bi se povećala sigurnost, ova lokacija se može svrstati u II. kategoriju opasnih mjesta.

## 8. ZAKLJUČAK

Promatrajući broj prometnih nesreća u proteklih deset godina primijećen je izrazito veliki broj stradavanja u prometu. Budući da je 2010. godine dostignut broj od 426 poginulih, Vlada Republike Hrvatske izradila je peti po redu „Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa“ za razdoblje od 2011. do 2020. godine. Cilj programa je smanjiti broj poginulih za 50% u odnosu na 2010. godinu. Nakon promatranja statističkih podataka od MUP-a, može se zaključiti da će taj broj biti jako teško dostići budući da je do sada zabilježen trend vrlo blagog pada odnosno protekle godine poginulo je 297 osoba.

Kako je već ranije spomenuto, za smanjenje prometnih nesreća važna je identifikacija opasnih mjesta, odnosno mjesta na kojima se događa statistički veći broj prometnih nesreća. Hrvatske ceste su 2016. godine izradile Metodologiju za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži koja se na području Republike Hrvatske smatra mjerodavnom pri određivanju opasnih lokacija. Pri provođenju identifikacije nužni su ulazni podaci odnosno potrebno je prikupiti podatke o prometnim nesrećama, prosječnom godišnjem dnevnom prometu te lokaciji nesreća. Također, nužno je odabrati metodu kojom se identifikacija vrši.

Za potrebe ovog rada provedena je identifikacija potencijalno opasnih mjesta na državnoj cesti D3. Pri tome korištena je metoda Rate Quality Control koja identificira opasno mjesto ukoliko je stopa prometnih nesreća veća od kritične razine nastanka prometnih nesreća.

U analiziranom periodu od 2016. do 2018. godine na državnoj cesti D3 zabilježeno je ukupno 610 prometnih nesreća. Prateći korake ranije spomenute Metodologije te Rate Quality Control metodu identificirane su četiri lokacije koje se smatraju potencijalno opasnim. Identificirana potencijalno opasna mjesta rasprostranjena su duž cijele dionice, odnosno jedno mjesto identificirano je u Rijeci, jedno u Varaždinu dok se dva mjesta nalaze u općini Soboli smještenoj u Primorsko-goranskoj županiji.

Rangiranje identificiranih mjesta vršeno je na način se ono mjesto koje ima veći odnos stope prometnih nesreća i kritične stope prometnih nesreća smatra opasnijim od mjesta kod kojeg je taj odnos manji. Shodno tome, prva dva opasna mjesta čine lokacije zavoja odnosno ravnog cestovnog pravca u općini Soboli. Treće

opasno mjesto je četverokrako raskrižje u gradu Varaždinu dok je posljednje rangirano potencijalno opasno mjesto četverokrako raskrižje u Rijeci.

Nakon obavljenog procesa identifikacije izvršen je terenski rad kako bi se zornije promotrila situacija odnosno kako bi se zabilježili eventualni prometno-tehnički nedostaci. Svako mjesto detaljno je fotografirano te su izmjerene dimenzije tehničkih elemenata ceste. Sve navedeno prikazano je u prethodnim poglavljima.

Pregledom lokacija potencijalno opasnih mjesta utvrđeno je kako se na njih dvije odnosno Soboli II i Varaždin radi o opasnom mjestu budući da je za nastanak prometnih nesreća izravno krivac čimbenik cesta odnosno prometna oprema. Lokacije Soboli I te Titov trg u Rijeci ne kategoriziraju se kao opasna mjesta budući da se broj prometnih nesreća može smanjiti dodavanjem dodatnih mjera kojima se povećava sigurnost prometa.

Budući da sanacije opasnih mjesta za proračun Republike Hrvatske predstavljaju izrazito financijski zahtjevne pothvate, nužno je proces identifikacije provesti što kvalitetnije bez eventualnih grešaka.

## LITERATURA

[1] Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I, radni materijal za predavanje, kolegij Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2014./2015.

[2] Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.

[3] Ministarstvo unutarnjih poslova: Statistika MUP-a i Bilten o sigurnosti cestovnog prometa, Preuzeto sa: <https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-228/statistika-mup-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233> [Pristupljeno: lipanj 2019.].

[4] Centar za vozila Hrvatske, Statistika tehničkih pregleda vozila, Preuzeto sa: <https://cvh.hr/tehnicki-pregled/statistika/> [Pristupljeno: lipanj 2019.].

[5] Huzjak, N.: Analiza prometne opreme i zaštite na potezu Sveti Ivan Zelina - ZUK Borongaj, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2017.

[6] Sviličić, D.: Identifikacija i analiza opasnih mjesta na dionici Karlovac - Rijeka državne ceste D3, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2018.

[7] Zakon o cestama, Narodne novine, NN 92/14

[8] Zovak, G., Šarić Ž.: Prometno tehničke ekspertize i sigurnost - autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2018.

[9] Zovak, G., Šarić Ž.: Prometno tehničke ekspertize i sigurnost – prezentacije s predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2018.

[10] Gaćina, A.: Identifikacija opasnih mjesta na državnoj cesti D8, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2017.

[11] Lulić, Z., Šagi G., Ormuž K.: Teorija kretanja vozila – prezentacije s predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2019.

[12] Hrvatske ceste: Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, Zagreb, 2016.

[13] ] Šarić, Ž.: Model identifikacije opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, Doktorski rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.

[14] Cvitanović, A.: Klasifikacija državnih cesta u Republici Hrvatskoj prema stanju sigurnosti cestovnog prometa, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016.

[15] Hrvatske ceste, Preuzeto sa: <https://hrvatske-ceste.hr/hr> [Pristupljeno: lipanj, srpanj, kolovoz 2019.].

[16] Google Earth, Preuzeto sa: <https://www.google.hr/intl/hr/earth/> [Pristupljeno: kolovoz 2019.].

[17] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, Narodne novine, NN 33/05

## POPIS SLIKA

Slika 1. Venov dijagram, [1] .....	3
Slika 2. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa, [2] .....	6
Slika 3. Vrste naleta na pješaka, [8] .....	12
Slika 4. Faze frontalnog naleta na pješaka, [9] .....	13
Slika 5. Vrste djelomičnog frontalnog naleta na pješaka, [10] .....	15
Slika 6. Potpuni frontalni nalet, [8] .....	18
Slika 7. Djelomični frontalni nalet, [8] .....	19
Slika 8. Bočno okrznuće, [8] .....	20
Slika 9. Frontalni (direktni) sudar, [8] .....	21
Slika 10. Karakteristične situacije bočnog sudara, [8] .....	22
Slika 11. Podupravljanje i preupravljanje, [11] .....	23
Slika 12. Geoprometni položaj državne ceste D3, [6] .....	26
Slika 13. Segmentiranje dionice na fiksne dijelove, [12] .....	30
Slika 14. Način rada metode "Sliding Window", [12] .....	31
Slika 15. Koraci provedbe identifikacije opasnog mjesta, [12] .....	32
Slika 16. Prikaz lokacije opasnog mjesta Soboli I .....	49
Slika 17. Prikaz lokacije potencijalno opasnog mjesta Soboli II .....	52
Slika 18. Zaštitna ograda na potencijalno opasnom mjestu Soboli II .....	53
Slika 19. Prikaz lokacije potencijalno opasnih mjesta Soboli I i Soboli II .....	54
Slika 20. Prikaz sjevernog i južnog privoza raskrižju .....	57
Slika 21. Prikaz istočnog i zapadnog privoza raskrižju .....	58
Slika 22. Neusklađenost semafora na sjevernom privozu .....	59
Slika 23. Privoz raskrižju iz smjera Strossmayerove ulice .....	62
Slika 24. Privoz raskrižju iz smjera Ulice Franje Račkog (lijevo) i Ružićeve ulice (desno) .....	63
Slika 25. Izlazni privoz u smjeru Školjić ulice .....	64
Slika 26. Problematika na privozu Strossmayerove ulice .....	65

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Prometne nesreće i posljedice u protekle tri godine .....	4
Tablica 2. Udio grešaka prema sklopovima na redovnom tehničkom pregledu u 2018. godini za sve vrste vozila .....	9
Tablica 3. Udio nesreća sa incidentnim čimbenikom .....	10
Tablica 4. Vrijednosti koeficijenta k za različite razine slučajnosti .....	35
Tablica 5. Ukupan broj prometnih nesreća .....	37
Tablica 6. Vrste prometnih nesreća na državnoj cesti D3 .....	38
Tablica 7. Prometne nesreće obzirom na posljedice .....	39
Tablica 8. Prometne nesreće ovisno o karakteristikama ceste i površinskom stanju kolnika .....	40
Tablica 9. Prometne nesreće obzirom na okolnosti .....	41
Tablica 10. Identificirana potencijalno opasna mjesta .....	45
Tablica 11. Rangirana potencijalno opasna mjesta .....	45
Tablica 12. Prometne nesreće na potencijalno opasnom mjestu Soboli I .....	47
Tablica 13. Prometne nesreće na potencijalno opasnom mjestu Soboli II .....	50
Tablica 14. Prometne nesreće na potencijalno opasnom mjestu Varaždin .....	55
Tablica 15. Prometne nesreće na potencijalno opasnom mjestu Titov trg - Rijeka... ..	60



## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Okolnosti prometnih nesreća na potencijalno opasnom mjestu Soboli I	48
Grafikon 2. Okolnosti prometnih nesreća na potencijalno opasnom mjestu Soboli II	51
Grafikon 3. Okolnosti prometnih nesreća na potencijalno opasnom mjestu Varaždin .....	56
Grafikon 4. Okolnosti prometnih nesreća na potencijalno opasnom mjestu Titov trg - Rijeka.....	61

## **POPIS KRATICA**

PGDP	Prosječni godišnji dnevni promet
RiR	Raskrižje izvan razine
MUP	Ministarstvo unutarnjih poslova
CVH	Centar za vozila Hrvatske



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada  
pod naslovom \_\_\_\_\_  
**Identifikacija potencijalno opasnih**  
**mjesta na državnoj cesti D3**

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

U Zagrebu, \_\_\_\_\_ 4.9.2019 \_\_\_\_\_

Student/ica:

Huzjak

(potpis)