# Klasifikacija državnih cesta u Republici Hrvatskoj prema stanju sigurnosti cestovnog prometa

**Cvitanović, Antonio**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*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:119:049827

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository









**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Antonio Cvitanović**

# KLASIFIKACIJA DRŽAVNIH CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ PREMA STANJU SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2016.**

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

# KLASIFIKACIJA DRŽAVNIH CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ PREMA STANJU SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

# THE CLASSIFICATION OF THE STATE ROADS IN REPUBLIC OF CROATIA ACCORDING TO ROAD TRAFFIC SAFETY

Mentor: dr. sc. Željko Šarić

Student: Antonio Cvitanović

JMBAG: 0135216959

Zagreb, srpanj 2016.

**KLASIFIKACIJA DRŽAVNIH CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ PREMA STANJU SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA**

## SAŽETAK

Sigurnost korisnika u cestovnoj prometnoj mreži, jedan je od osnovnih zahtjeva prometnog sustava, a osnovni pokazatelj stanja sigurnosti u cestovnoj prometnoj mreži je broj prometnih nesreća te njihove posljedice. Budući da se autoceste smatraju najsigurnijim javnim cestama s obzirom na mnoge prometno-tehničke parametre, potrebno je podrobnije istražiti stanje sigurnosti na državnim cestama u Republici Hrvatskoj, pogotovo uzevši u obzir da većina dionica državnih cesta ima veće prometno opterećenje od dionica autocesta. Kako za identifikaciju neke opasne prometnice podatak o visokom ukupnom broju prometnih nesreća nije dovoljan, u radu su opasne državne ceste identificirane i klasificirane uzevši u obzir njihove prometno-tehničke karakteristike, odnosno duljinu prometnice, prometno opterećenje te broj prometnih nesreća. Prema tome, moguće je otkrivanje tzv. „skrivenih“ opasnih državnih cesta, odnosno državnih cesta koje dosad nisu bile u primarnom fokusu istraživanja cestovne sigurnosti.

KLJUČNE RIJEČI: sigurnost cestovnog prometa; prometne nesreće; državne ceste; Rate Quality Control metoda

**THE CLASSIFICATION OF STATE ROADS IN THE REPUBLIC OF CROATIA ACCORDING TO ROAD TRAFFIC SAFETY**


## SUMMARY

Traffic safety is one of the key demands in the traffic system, and main indicator of safety conditions in traffic is amount of car accidents and their repercussions. Taking in the mind that highways are considered as the safest among all roads in the view of many traffic and technical parameters, it is necessary to closely investigate road traffic safety of state roads in the Republic of Croatia, especially when considered that many of state roads are more loaded with vehicles than highways. Data about high amount of traffic accidents on some road is not enough for identifying that road like the hazardous one, so in the paper hazardous roads are identified and classified considering their traffic and technical parameters, such as road length, amount of vehicles on the road and amount of traffic accidents on the road. According to that, it is possible to detect some "hidden" hazardous state roads, or it is possible to detect hazardous roads which have never been in the primary focus of road traffic safety investigation.



KEY WORDS: Road Traffic Safety; Traffic Accidents; State Roads; Rate Quality Control Method

# Sadržaj


1. Uvod ..... 1
2. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa ..... 3
   2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti dinamičkog sustava čovjek – vozilo – cesta . 3
   2.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti dinamičkog sustava čovjek – vozilo – cesta.. 8
   2.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti dinamičkog sustava čovjek – vozilo – cesta.. 10
   2.4. Incidentni faktori sigurnosti u prometu ..... 11
3. Cestovna mreža u Republici Hrvatskoj ..... 13
4. Metode istraživanja sigurnosti cestovnog prometa ..... 17
   4.1. Kolektivni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica ..... 19
      4.1.1. Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća (KRPN) ..... 20
      4.1.2. Kolektivni rizik stradanja (KRS) ..... 21
      4.1.3. Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (KRPTO) ..... 22
      4.1.4. Kolektivni rizik poginulih (KRP) ..... 22
   4.2. Individualni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica ..... 23
      4.2.1. Korigirani individualni rizik prometnih nesreća (IRPN) ..... 23
      4.2.2. Individualni rizik stradanja (IRS) ..... 24
      4.2.3. Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (IRPTO) ..... 24
      4.2.4. Individualni rizik poginulih (IRP) ..... 24
   4.3. Metoda učestalosti prometnih nesreća ..... 24
   4.4. Metoda stope prometnih nesreća ..... 25
   4.5. Metoda Rate Quality Control ..... 27
5. Istraživanje stanja sigurnosti na državnim cestama Republike Hrvatske ..... 29
   5.1. Statistički podaci o prometnim nesrećama na državnim cestama Republike Hrvatske ..... 30
   5.2. EuroRAP projekt u Republici Hrvatskoj ..... 34
6. Analiza dobivenih rezultata te klasifikacija državnih cesta prema stanju sigurnosti 38

6.1. Klasifikacija državnih cesta prema ukupnom broju prometnih nesreća ..... 38
6.2. Klasifikacija državnih cesta prema broju prometnih nesreća s poginulim osobama ..... 46
6.3. Analiza dobivenih rezultata ..... 51
7. Zaključak ..... 53
Literatura ..... 55
Popis slika ..... 57
Popis grafikona ..... 57
Popis tablica ..... 57

# 1. Uvod

Vožnja automobilom je jedna najopasnijih radnji koje izvodimo gotovo na svakodnevnoj bazi, a budući da prometne nesreće nije moguće u potpunosti spriječiti, potrebno ih je minimizirati, odnosno djelovati preventivno na nastanak nesreće. To je moguće kvalitetnijom edukacijom novih vozača, promotivnim društvenim kampanjama koje naglašavaju važnost sigurnosti cestovnog prometa, strožim zakonskim regulativama prema prekršitelja, kvalitetnijim projektiranjem prometnica i raskrižja, poboljšanjem vertikalne i horizontalne signalizacije i sl. Svemu navedenom trebala bi prethoditi detaljna analiza predmetne cestovne mreže, kako bi se otkrile i identificirale opasne dionice ili opasna mjesta, te uzroci nesigurnosti. Temeljem toga, moglo bi se pristupiti eventualnoj sanaciji problematičnih dionica, s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa i, posljedično, smanjenja broja prometnih nesreća.

Budući da je trasa autocesta u Republici Hrvatskoj uglavnom postavljena tako da pogoduje dugačkim putovanjima, a prema teoriji prometnog toka čak 80% dnevnih putovanja se odvija unutar 50 km [1], kao logičan se nameće zaključak da će većina korisnika svoje putovanje obaviti prvo državnim cestama, a onda i županijskim ili lokalnim cestama. Kako je prikazano u radu, ako se izuzmu gradske i ostale prometnice, vidljivo je da se najveći postotak prometnih nesreća događa upravo na državnim cestama, te je cilj i svrha ovoga rada podrobnije istražiti i klasificirati opasne državne ceste.

Kako za identifikaciju neke opasne dionice podatak o visokom ukupnom broju prometnih nesreća nije dovoljan, u radu su opasne državne ceste identificirane i klasificirane uzevši u obzir njihove prometno-tehničke karakteristike, odnosno duljinu dionice, prometno opterećenje te broj prometnih nesreća. Radi se o novom, modernijem pristupu proučavanja sigurnosti cestovnog prometa, budući da je uzeta u obzir dinamika promjene prometnog opterećenja tijekom godine ili tijekom više promatranih godišnjih razdoblja, te je prikazano u kolikoj mjeri su analizirane državne ceste opasne, uzevši u obzir ovisnost o prometnom opterećenju, duljini dionice i broju prometnih nesreća. Prema tome, moguće je otkrivanje tzv. „skrivenih“ opasnih dionica, odnosno dionica koje dosad nisu bile u primarnom fokusu istraživanja cestovne sigurnosti.

U radu su detaljno obrađeni opširni podaci o prometnim nesrećama na cestama Republike Hrvatske iz baze podataka Ministarstva unutarnjih poslova, kao i publikacije o brojenju prometa na cestama Republike Hrvatske, sve za godine 2010., 2011., 2012., 2013. te za 2014. Budući da u početku izrade ovog rada podaci za 2015. godinu nisu bili dostupni, ta godina nije uzeta u obzir. Rad je koncipiran u sedam poglavlja i to:

1. Uvod
2. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa
3. Cestovna mreža u Republici Hrvatskoj
4. Metode istraživanja sigurnosti cestovnog prometa
5. Istraživanje stanja sigurnosti na državnim cestama Republike Hrvatske
6. Analiza dobivenih rezultata te klasifikacija državnih cesta prema stanju sigurnosti
7. Zaključak

U drugom poglavlju, Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa, detaljno je pojašnjena važnost pravilne koordinacije sustava čovjek – vozilo – okolina, kolika je važnost pojedinog elementa tog sustava te kakve su posljedice ukoliko jedan od tih elemenata zakaže.

U trećem poglavlju, Cestovna mreža Republike Hrvatske, prikazano je na koji način su, prema Zakonu o cestama, razvrstane prometnice u Republici Hrvatskoj, te kolika je važnost koje prometnice ovisno o njezinoj kategoriji.

U četvrtom poglavlju, Metode istraživanja sigurnosti cestovnog prometa, dat je pregled nekih osnovnih metoda koje se koriste za istraživanje stanja sigurnosti na prometnicama u Republici Hrvatskoj, ali i inozemstvu, te je definirana metoda koja će se koristiti u radu za klasifikaciju državnih cesta prema stanju sigurnosti.

U petom poglavlju, Istraživanje stanja sigurnosti na državnim cestama Republike Hrvatske, dat je pregled opasnih prometnica prema raznim kriterijima, te su navedeni i projekti koje se provode u Republici Hrvatskoj, a imaju zadatak povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

U šestom poglavlju, Analiza dobivenih rezultata te klasifikacija državnih cesta prema stanju sigurnosti, prikazani su detaljni rezultati za svaku pojedinu državnu cestu za dva trogodišnja razdoblja te su iste klasificirane prema stanju sigurnosti, od najopasnije prometnice prema najmanje opasnoj.

# 2. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa

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

Analizirajući moguće uzroke, cestovni se promet može pojednostavljeno promatrati kroz tri osnovna podsustava [2], i to:

- čovjek,
- vozilo,
- cesta.

Opasnost od nastanka prometnih nesreća, prema [2], funkcija je pet čimbenika koji čine sustav i to:

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

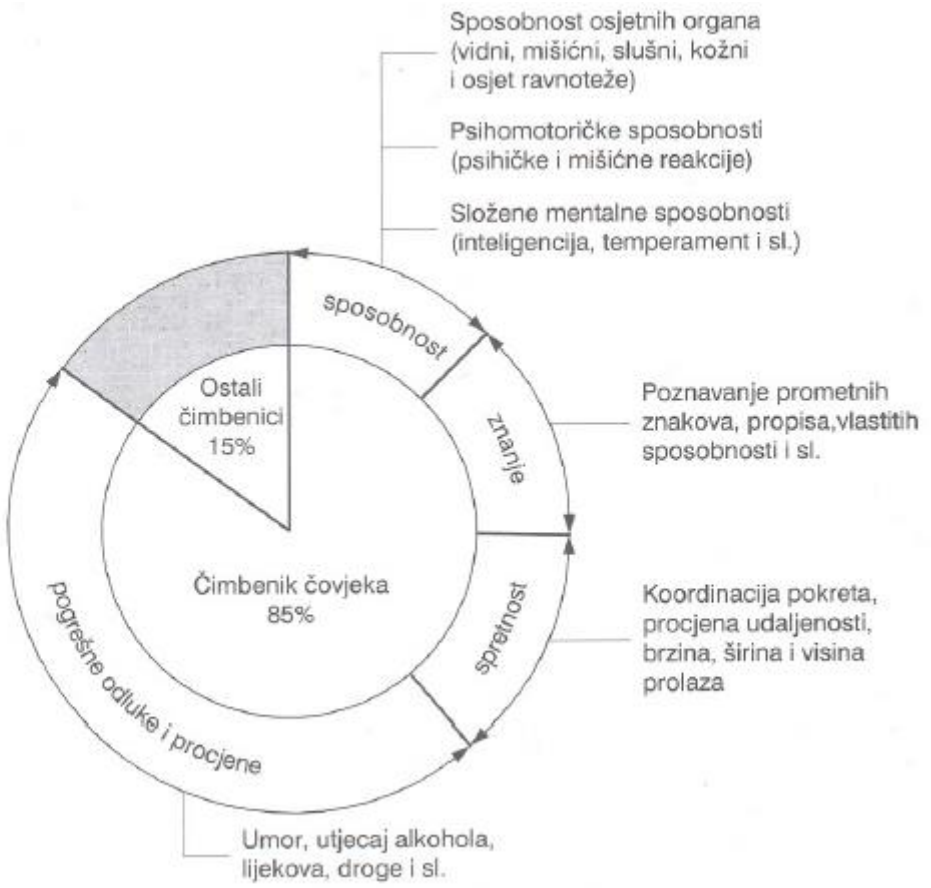
Čimbenici čovjek, vozilo, cesta su sami po sebi razumljivi. Čimbenik promet na cesti podrazumijeva utjecaj npr. pravila kretanja na cestama, upravljanje i kontrola prometa itd. Incidentan čimbenik se pojavljuje neočekivano i nesistematski, a može znatno utjecati na prometnu nesreću, npr. ulje, blato i kamenje na cesti itd. Prosječno se smatra da je za oko 85% nesreća kriv čovjek, a svi ostali čimbenici čine 15% [2], kako je prikazano na slici 1.

## 2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti dinamičkog sustava čovjek – vozilo – cesta

Čovjek kao vozač u prometu svojim osjetilima prima obavijesti vezane za prilike na cesti te, uzevši u obzir vozilo i prometne propise, određuje način kretanja vozila. Čovjek je, naravno, najvažniji čimbenik. Prema [2] na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu:

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

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




Slika 1. Utjecaj čovjeka i ostalih čimbenika u prometu

Izvor: [2]

Sve sposobnosti čovjeka razvijaju se u prosjeku do osamnaeste godine i do tridesete uglavnom ostaju nepromijenjene. Od tridesete do pedesete godine dolazi do blagog pada tih sposobnosti, a od pedesete godine taj pad je znatno brži. Smatra se da je šezdeset peta godina gornja granica [2]. Za upravljanje vozilom važni su osjeti: vida, sluha, ravnoteže, mirisa i mišićni osjet.

Za pružanje informacija vozaču najvažniji je osjet vida. Više od 95% svih odluka koje vozač donosi ovisi o organima vida. Pod vidnim poljem razumijeva se prostor u kojem čovjek uočava predmete, a da pritom ne pokreće glavu i oči. Dijeli se na horizontalno i vertikalno. Širina horizontalnog vidnog polja iznosi od 40 do 140 stupnjeva, a ovisi o brzini kretanja vozila, dok je širina vertikalnog vidnog polja oko 115 stupnjeva [2]. Pokreti vozača (pokreti tijela, pokreti glave i pokreti oka), te vanjski i unutarnji retrovizor služe za povećanje oštrog vidnog polja koje uglavnom iznosi oko 3 stupnja sa svake strane simetrale, odnosno točke fiksiranja. Najveća dubina vidnog polja, tj. kranja točka mjerenja vizure vozača, u normalnim uvjetima vidljivosti, kod koje se mogu prepoznati obrisi vozila iznosi 1,5 do 2 km. Kod pretjecanja vozila najvažnija je sposobnost stereoskopskog zamjećivanja, odnosno određivanje odnosa prema dubini, tj. njihove međusobne udaljenosti, a smanjuje se sa slabljenjem oštrine vida [2].

Pomoću osjeta sluha vozač je u mogućnosti kontrolirati rad motora, određivati smjer i udaljenost vozila pri kočenju i sl. putem organa sluha prenosi se buka, koja loše djeluje na vozača jer izaziva smetnje i smanjuje njegovu sposobnost vožnje.

Osjet ravnoteže je važan za sigurnost kretanja vozila, osobito kod vozača motora. Pomoću osjeta ravnoteže uočava se nagib ceste, ubrzanje ili usporenje vozila, bočni pritisak u zavoju i sl.

Osjet mirisa nema velik utjecaj na sigurnost prometa, jedino u posebnim slučajevima, kada npr. pri duljem kočenju zbog povećanja toplinske energije, pregore instalacije.

Mišićni osjet daje vozaču obavijesti o djelovanju vanjskih sila zbog promjene brzine i o silama koje nastaju pritiskom na kočnicu, spojku i sl.

Za razliku od osjetilnih sposobnosti, pomoću kojih vozač prima razne informacije iz okoline, psihomotorne sposobnosti su sposobnosti koje omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad raznih mišića. Pri upravljanju vozilom [2] važne su psihomotorne sposobnosti:

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

Brzina reagiranja, tj. vrijeme reagiranja ovisi o: individualnim osobinama vozača, o godinama starosti, o jačini podražaja, o složenosti prometne situacije, o fizičkoj i psihičkoj

kondiciji i stabilnosti vozača, o koncentraciji i umoru vozača, o brzini vožnje, o klimatskim uvjetima… Vrijeme reagiranja, odnosno vrijeme koje prođe od trenutka pojave nekog signala ili neke određene situacije do trenutka reagiranja nekom komandom vozila, iznosi najmanje 0,7 sekundi, ali obično se uzima 1 sekunda. Vrijeme reagiranja je složeno i ovisi o puno varijabli ljudskog faktora i vozila. Na ljudski faktor utječe umor, alkohol, koncentracija, dob…tako je moguće da vrijeme percepcije iznosi i 3-4 sekunde, umjesto niže navede vrijednosti. Vrijeme reagiranja vozača [2] može se podijeliti na:

- vrijeme percepcije – vrijeme potrebno da vozač vidi opasnu situaciju, te da mozak prepozna situaciju i donese odluku za reakciju (0,25 – 0,5 s),
- vrijeme reakcije vozača – vrijeme potrebno da vozač prebaci nogu na papučicu kočnice (0,25 – 0,75 s)
- vrijeme reakcije vozila – nakon reagiranja vozača i vozilu je potrebno određeno vrijeme za reakciju, a ovisi o slobodnom hodu pedale, hidrauličkom svojstvu kočne tekućine i rasporedu rada kočnog sustava (prosječno 0,2 s).

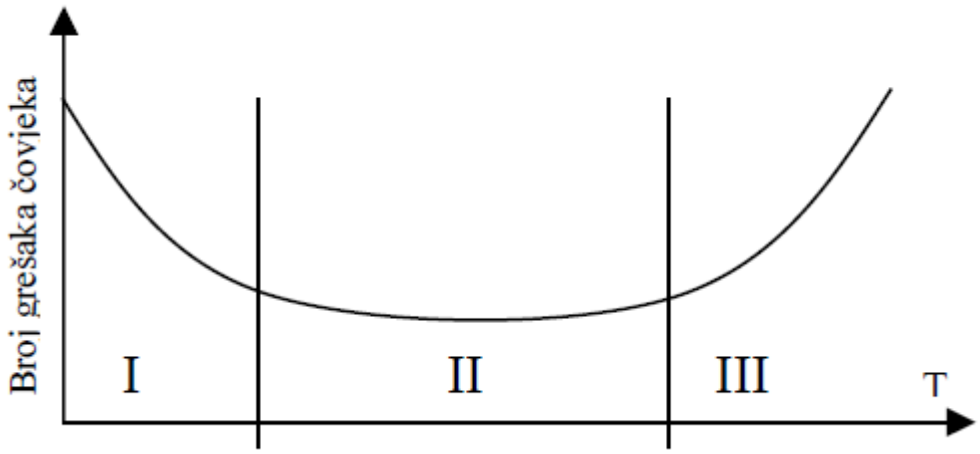
Obrazovanje vozača je također jako bitno za povećanje sigurnosti cestovnog prometa. vozač koji je stekao određeno obrazovanje poštuje prometne propise i odnosi se ozbiljno prema ostalim sudionicima u prometu. Učenjem se postiže znanje koje je nužno za normalno odvijanje prometa. Tu se može ubrojiti:

- poznavanje zakona i propisa o reguliranju prometa (vozačka dozvola),
- poznavanje dinamike kretanja vozila,
- poznavanje vlastitih sposobnosti.

Posebna rješenja za povećanje pouzdanosti složenog dinamičkog sustava čovjek – vozilo – okolina moraju se tražiti u svim ulogama, a naročito u području neadekvatnog ponašanja čovjeka – vozača. Međutim, kada se analiziraju i druga dva elementa navedenog dinamičkog sustava, odnosno kada se promatra vozilo i okolina koja uključuje cestu, promet na cesti i incidentni čimbenik, može se zaključiti da pouzdanost i ovih elemenata dinamičkog sustava ovisi o čovjeku. On je konstruktor vozila, on upravlja kvalitetom dijelova koji su ugrađeni u vozilo, projektira i održava cestovnu infrastrukturu, definira i donosi zakonsku regulativu vezanu za sigurnost i reguliranje prometa i brine se o njihovoj primjeni, provjerava tehničku ispravnost vozila, obavlja liječničke preglede, odgaja i obrazuje sudionike u prometu [3], pa se s pravom može reći da je čovjek u prometu:

- prisutan izravno ili posredno,
- najvažniji čimbenik u iznalaženju rješenja problema sigurnosti u prometu,
- glavni uzročnik nastanka prometnih nesreća,
- najviše ugrožen posljedicama prometnih nesreća.

Sposobnost čovjeka – vozača da izvršava radne zadatke uz pretpostavljenu učinkovitost definira se stupnjem njegove radne sposobnosti koja se manifestira relativnim smanjenjem ili povećanjem broja grešaka u obavljanju radnog zadatka. Istraživanja radnih sposobnosti čovjeka pokazuju da na njegovu radnu sposobnost utječe niz čimbenika koji ovise o čovjeku i uvjetima u kojima čovjek obavlja svoju psihofizičku aktivnost. Dijagram koji ilustrativno karakterizira faze aktivnog djelovanja ljudskog organizma dat je na slici 2.




Slika 2. Broj grešaka čovjeka ovisno o duljini vremena rada

Izvor: [3]

Razdoblje aktivnog djelovanja ljudskog organizma karakteriziraju tri faze: razdoblje zagrijavanja, razdoblje maksimalne adaptacije i razdoblje opadanja koncentracije. Prva faza predstavlja razdoblje zagrijavanja koje karakterizira veliki broj grešaka u radu čiji su uzroci u kompleksnosti prilagođavanja ljudskog organizma. U drugoj fazi rada ljudski organizam se maksimalno adaptira radnom procesu, pa je broj grešaka relativno mali i vremenski konstantan. Treća faza predstavlja razdoblje kada se javlja zamor u radu, pa koncentracija opada što je razlog pojavi velikog broja grešaka pri upravljanju vozilom. Zamor čovjeka može nastupiti i ranije u slučaju poremećenih okolnih uvjeta koji nastaju kao posljedica neergonomski oblikovanih radnih mjesta i položaja upravljačkih elemenata [3].

Tipične greške vozača u tehnici vožnje ocjenjuju se prema definiranim pravilnim pokretima vozača i njegovog položaja tijekom vožnje. One same po sebi ne znače opasnost za raspad sustava, ali mogu izazvati opasne situacije za vozača, bez obzira na njegovo vozačko iskustvo. Najčešće tipične greške u tehnici vožnje su prema [3]:

- pogrešno otpuštanje papučice spojke, te nagla otpuštanja spojke i vožnja „na spojki“,
- naglo kočenje,
- nedovoljan razmak između vozila,
- naglo dodavanje snage motoru,
- loše mijenjanje stupnjeva prijenosa,
- nepravilno sjedenje vozača,
- nepravilno držanje volana,
- skretanje bez pokazivača smjera kretanja,
- neisključivanje pokazivača smjera kretanja,
- smanjena pozornost u vožnji.

## 2.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti dinamičkog sustava čovjek – vozilo – cesta

Prema statističkim podacima, za 3 – 5% prometnih nesreća smatra se da im je uzrok tehnički nedostatak na vozilu [4].

Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne. U aktivne elemente sigurnosti mogu se ubrojiti ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće, dok se u pasivne elemente mogu ubrojiti rješenja koja imaju zadaću, u slučaju nastanka prometne nesreće, ublažiti posljedice nesreće.

U aktivne elemente sigurnosti vozila mogu se ubrojiti: kočnice, upravljački mehanizam, kotači, svjetlosni i signalni uređaji, uređaji koji povećavaju vidno polje vozača, konstrukcija sjedala, usmjerivači zraka (spojleri), uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila [4].

U pasivne elemente sigurnosti vozila ubrajaju se: školjka (karoserija) vozila, vrata, sigurnosni pojasevi, nasloni za glavu, vjetrobranska stakla i zrcala, odbojnik, sigurnosni zračni jastuk, položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora [4].

Vozilo kao element sigurnosti u cestovnom prometu i njegov utjecaj na sigurnost mnogo je veći nego što statistički pokazatelji izražavaju. Vrlo teško je otkriti uzroke koji su doveli do prometnih nesreća, jer često samo stanje vozila poslije prometne nesreće ne nudi neka otkrića. Koji su to parametri koji su doveli do prometne nesreće permanentno je pitanje koje se postavlja pred znanstvene i stručne radnike. Često je nemoguće odrediti mnoge parametre koji su doveli do nesreće jer su posljedice prometnih nesreća vrlo teške. Vrlo je velik broj potencijalnih uzorka koji mogu dovesti do prometnih nesreća. Kao uzroke, u kojima je glavni uzročnik vozilo navode se isključivo kvarovi otkazivanja kočnog sustava, puknuće pneumatika, lom nekog dijela na vozilu, dok se zanemaruju ispravnost upravljačkog mehanizma, neujednačenost kočnih sila na svim kotačima, stanje pneumatika, neodgovarajući pritisak u pneumaticima, kontrolni i signalni uređaji, poluge, osovine i zglobovi, pokazivači smjera, uređaji za vidljivost iz vozila, vučni uređaji i ostalo [5].

Uzroci nastanka prometnih nesreća koje se odnose na vozilo mogu se podijeliti na dvije skupine. Prva skupina odnosi se na tehničke osobine vozila, a druga se odnosi na njegovu tehničku ispravnost. Statističke analize pokazuju da se vozilo kao izvor uzroka prometnih nesreća označava samo u slučajevima kada se utvrde neki tehnički nedostaci ili se pojave u vidu tehničke neispravnosti [5]. Značajno je da se tehničkoj prilagođenosti vozila, cestama i vozačima ne poklanja značajna pažnja. Najviše se pažnje poklanja vozilima u svrhu povećanja njihove snage, maksimalne moguće brzine, a razvoj cesta ne prati naglu tehničku ekspanziju razvoja vozila. Sustavna povezanost vozač – vozilo – cesta često je narušena ograničenim sposobnostima čovjeka.

Vozilo je određeno svojim dimenzijama, težinom, konstrukcijom, gumama, kočnicama, upravljačkim uređajem, odnosno svojim trenutnim tehničkim stanjem. Ispravnost vozila predstavlja značajan element sigurnosti u cestovnom prometu. Tehničko-tehnološki razvoj vozila u posljednje vrijeme usmjeren je na opremanje vozila raznim sustavima koji značajno unapređuju sigurnost vožnje. Ti su sustavi usmjereni na sigurnost vozila, a čine ih sustavi za stabilnost vozila, regulaciju kočenja, kontrolu upravljanja, kontrolu brzine i držanja razmaka, uređaji za osvjetljenje ceste i davanje svjetlosnih znakova te ostale konstruktivne i ergonomske osobine vozila. Poznato je da je za sigurniju vožnju kočni sustav jedan od najvažnijih u vozilu. Tu tvrdnju najbolje potkrepljuju podaci, iz stranih i domaćih analiza, o

najvećem postotku sudjelovanja kočnog sustava u povećanju sigurnosti cestovnog prometa [5].

Konstruktivne karakteristike vozila imaju znatan udio u boljoj zaštiti vozača i putnika kod nekih vrsta prometnih nesreća kao što je prevrtanje vozila, naročito u zavojima. One imaju poseban utjecaj na zaštitu vozača i putnika u vozilu. Kakva je zaštita vozača i putnika ovisi i o veličini i težini vozila. Znanstveno je dokazano da lagano i maleno vozilo predstavlja mali rizik za vanjske sudionike u prometu, ali velik rizik za putnike koji se nalaze u njemu, dok je kod težih i većih vozila situacija obrnuta.

## 2.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti dinamičkog sustava čovjek – vozilo – cesta

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok nastanka prometnih nesreća, a oni mogu nastati pri projektiranju cesta i pri njihovoj izvedbi. Cestu kao čimbenik sigurnosti prometa obilježavaju: trasa ceste, tehnički elementi ceste, stanje kolnika, oprema ceste, rasvjeta ceste, raskrižja, utjecaj bočne zapreke, održavanje ceste i dr [4].

Cesta je jedan od značajnih uzročnika nastanka prometnih nesreća, jer njeni tehnički nedostaci često dovode do nastanka prometnih nesreća. Loše postavljena vertikalna i horizontalna signalizacija na pojedinim dijelovima ceste, loše ili nikako osigurani pojedini prijelazi ceste preko željezničke pruge, slaba rasvjeta, nedovoljno održavanje ceste i loša regulacija prometa na raskrižjima, često su mjesta nastanka prometnih nesreća.

Tehnički elementi ceste važan su element sigurnosti u cestovnom prometu. Sa stajališta sigurnosti u prometu najpouzdanije su ceste s četiri prometna traka s odvojenim smjerovima vožnje, zbog nepostojanja konfliktnih točaka među vozilima. Nepropisna širina prometnice velika je opasnost za nastanak prometnih nesreća. Na cestama bez uređenih biciklističkih i pješačkih staza dolazi do prometnih nesreća. Loše stanje ceste odnosno oštećenje gornje površine kolnika i pojava udarnih rupa, može znatno utjecati na smanjenje sigurnosti prometovanja.

Statistički podaci o malom broju prometnih nesreća na novoizgrađenim cestama pokazuju da su modernije ceste dale značajan doprinos smanjenju prometnih nesreća, a samim tim povećale i sigurnost u cestovnom prometu. Promet na cesti koji obuhvaća organizaciju,

upravljanje i kontrolu u prometu predstavlja značajan element u sigurnosti u cestovnom prometu [5].

Povećanje sigurnosti prometa na cestama uvelike se može pospješiti provođenjem preventivnih metoda sprječavanja nastanka prometnih nesreća, provođenjem revizija i inspekcija cestovne sigurnosti [5]. Po svojoj prirodi ove dvije metode se svrstavaju u preventivne metode poboljšanja sigurnosti, jer rade na otkrivanju i otklanjanju mogućih uzročnika prometnih nesreća prije nego se nesreća dogodi. S Direktivom broj 2008/96/EC o Sigurnosnom upravljanju cestovnom infrastrukturom Europska Unija je napravila paket sljedećih metodologija/mjera poboljšanja sigurnosti cesta [5]:

- RIA – Road Safety Impact Assesment – procjena utjecaja na sigurnost ceste;
- RSA – Road Safety Audit – revizija sigurnosti projekata cesta;
- EuroRAP/iRAP – European/International Road Assesment Programme – Europski/međunarodni program ocjene sigurnosti cesta;
- RSI – Road Safety Inspection – provjera sigurnosti postojećih cesta;
- BSM – Black Spot Management – upravljanje opasnim mjestima u prometu;
- IDS – Indepth Studies – dubinska analiza prometnih nesreća;
- NSM – Network Safety Management – upravljanje sigurnošću cestovne mreže.

## 2.4. Incidentni faktori sigurnosti u prometu

Za ekspertizu prometnih nesreća nisu dovoljna ova tri faktora jer ne obuhvaćaju sve elemente koji mogu utjecati na stanje sustava, kao npr. pravila kretanja prometa na cesti, upravljanje i kontrola i sl., te je potrebno izdvajanje faktora – promet na cesti (signalizacija). Ovi faktori podliježu pravilnostima u odvijanju prometa, ali ne obuhvaćaju neke elemente koji se pojavljuju neočekivano i nesistematski, a utječu na njega. Uglavnom se misli na atmosferske prilike i kamenje na cesti, blato i ulje na kolniku. Stoga je uveden još jedan faktor – incidentni faktor (okolina). Na taj način opasnost od nastanka prometne nesreće postaje funkcija četiri faktora: čovjek – vozilo – cesta – okolina [5].

Neadekvatno ponašanje u vožnji kombinirano sa nepovoljnim vremenskim prilikama, drugim korisnicima prometnica, nepovoljni elementi ceste ili nekonzistentna dionica ceste mogu imati katastrofalno teške posljedice.

Ponašanje vozača, ispravnost donesenih odluka i kvaliteta poduzetih radnji presudno utječu na opće tehničko stanje vozila, što je uglavnom manifestira kroz: česte kvarove, stalno pogoršavanje tehničkog stanja vozila, povećane troškove eksploatacije i održavanja, te znatno kraći eksploatacijski vijek vozila [5].

Cestovno motorno vozilo svoj transportni zadatak obavlja kretanjem po mnogim uređenim i neuređenim prometnim površinama. Razne neravnine, oštećenja, deformacije, greške prilikom izgradnje i raznovrsne prepreke na tim površinama su stalno prisutne.

Međusobni utjecaj podloge kolnika i vozila je neizbježan, čime su karakteristike ceste i ponašanje vozila jedno s drugim tijesno povezani. Težina vozila se prenosi u vidu pritiska ili udara preko pneumatika na podlogu. Pritisak u pneumaticima preko kontaktne površine djeluje na površinske slojeve te ih deformira. Težina vozila koncentrirana preko osovine na kotače, utječe na zamor temeljnog tla, a jake vertikalne sile i udari veoma destruktivno djeluju na vozilo i time utječu na njegovo tehničko stanje [5].

Utjecaj okoline na stanje motornog vozila ogleda se kroz utjecaj vlage, niskih temperatura, kao i utjecaj visokih temperatura tj. raznih klimatskih uvjeta u kojima motorna vozila obavljaju svoje transportne zadatke.

Čovjek, vozilo, cesta i promet na cesti faktori su koji podliježu određenim pravilnostima, stoga je moguće neke opasnosti predvidjeti. Međutim, ulje na cesti, nečistoća, divljač i slično, faktori su koje je teško predvidjeti. Faktore koji se pojavljuju iznenadno nazivamo incidentnim faktorima. S obzirom da se ne može znatnije utjecati na meteorološke uvjete, potrebno je upoznati vozače s djelovanjem meteoroloških uvjeta na sigurnost prometa i obavijestiti ih kako postupati u takvim uvjetima. Konstruktori automobila svoje veliko znanje i umijeće nastoje ugraditi u stvaranje što sigurnijeg vozila kojem se svrha smanjenje prometnih nesreća [5].

# 3. Cestovna mreža u Republici Hrvatskoj

Nositelj gospodarskog razvoja i prometnog povezivanja Republike Hrvatske bila je izgradnja cesta visoke razine usluge i propusne moći (autocesta i brzih cesta), kao i rekonstrukcije kritičnih dionica državnih cesta. Mreža izgrađenih/rekonstruiranih cesta dovedena je do razine koja zadovoljava današnji trenutak gospodarskog stanja i osnova je daljnjeg desetogodišnjeg razvoja, bez obzira što su 2009., 2010., 2011. i 2012. godina bile recesijske. Republika Hrvatska se uključila na najbolji način u europski cestovni sustav poštujući elemente od općeg interesa, a to su povezivanje državnih središta, središta međudržavnog gospodarstva (pokretači međudržavnog/svjetskog gospodarstva), brzina, sigurnost, udobnost, cijena izgradnje i održavanja, odnosno izgradnja autocesta najviše razine usluge [6].

Prema Zakonu o cestama u Republici Hrvatskoj, javne ceste su ceste koje svatko može slobodno koristiti na način i pod uvjetima određenima Zakonom, te se prema njihovom društvenom, prometnom i gospodarskom značenju razvrstavaju kako slijedi prema [6] i kako je prikazano na grafikonu 1:

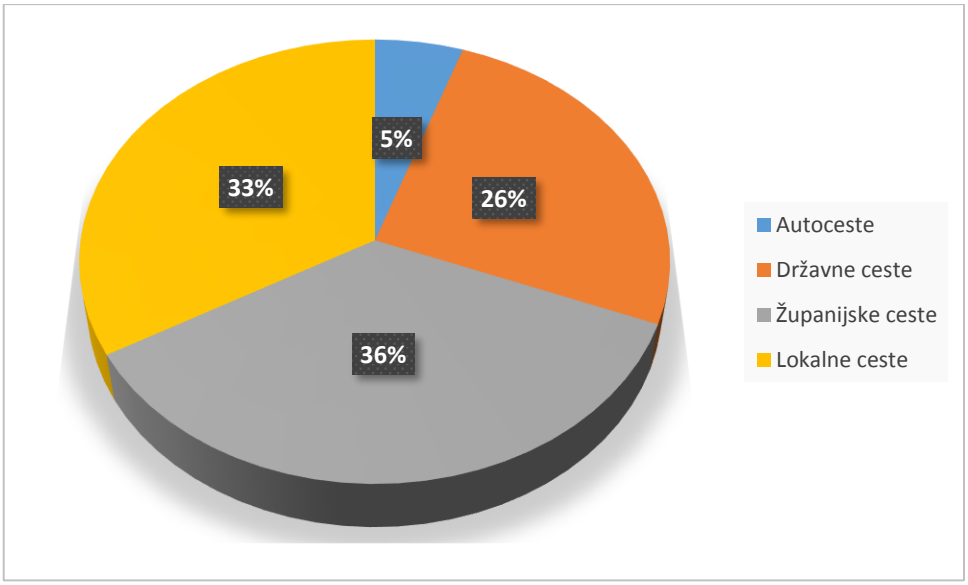
- autoceste (1.419,5 km),
- državne ceste (6.913,4 km),
- županijske ceste (9.594,9 km),
- lokalne ceste (8.939,1).

Autoceste su javne ceste s tehničkim karakteristikama autoceste određenim propisima kojima se uređuje sigurnost prometa na cestama, koje imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-ceste (međunarodnim i međudržavnim sporazumima određena kao europska cesta), prometnog povezivanja regija Republike Hrvatske, te omogućavanja tranzitnog prometa [7].

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

Županijske ceste su javne ceste koje povezuju sjedišta županija s gradovima i općinskim sjedištima, koje povezuju sjedišta gradova i općina međusobno, preko kojih se ostvaruje veza grada ili gradskih dijelova s državnim cestama [7].

Lokalne ceste su javne ceste koje povezuju sjedište grada, odnosno općine s naseljima s više od 50 stanovnika unutar grada ili općine, ceste u urbanom području koje povezuju gradske četvrti s županijskim cestama, te ceste koje povezuju susjedne gradske četvrti međusobno [7].




Grafikon 1. Udio javnih cesta u prometnom sustavu Republike Hrvatske prema duljini

Izvor: izrada autora prema podacima [6]

Državne ceste kao i prometnice od županijske i lokalne važnosti značajan su dio ukupne cestovne mreže i čine temelj za povezivanje prometnica niže razine koje su primarno potrebne za pristupanje gradovima i selima, s međuregionalnom, međužupanijskom i županijskom razinom, budući da lokalne prometnice imaju najveću važnost u raspodjeli prometa na najnižoj razini. Županijske i lokalne cestovne mreže moraju ojačati područje održavanja kako bi se poboljšala njihova pristupačnost [8].

Tijekom razdoblja od 2009. do 2012. godine izgrađene su i rekonstruirane, te puštene u prometnu funkciju brojne dionice državnih cesta i obilaznica gradova. Time je znatno poboljšana sigurnost odvijanja prometa na državnim cestama, kao i u samim gradovima (uklanjanjem tranzitnog prometa), postignuta je bolja povezanost naselja s autocestama,

trajektnim pristaništima i zračnim lukama. Također, samom dobrom prometnom povezanošću ostvareni su i uvjeti za gospodarski razvoj određenog područja [8].

Ukupna ulaganja u izgradnju državnih cesta u navedenom razdoblju iznose 3,56 milijardi kuna (5,1% više od plana), u izvanredno održavanje 1,5 milijardi kuna (10,52% manje od plana), a u redovno održavanje državnih cesta uloženo je 1,42 milijarde kuna (18,24% više od plana) [9].

U četverogodišnjem razdoblju od 2013. do 2016. godine ulaganja u državne ceste planirana su u iznosu od 10,86 milijardi kuna. Od toga je u izgradnju državnih cesta planirano utrošiti 5,93 milijardi kuna, u poboljšanje i obnovu 3,19 milijardi kuna, dok je za redovno održavanje državnih cesta planirano 1,74 milijardi kuna [9].

U razdoblju od 2013. do 2016. godine nastavit će se izgradnja projekata započeta u prethodnom četverogodišnjem razdoblju. Tako je planiran završetak izgradnje dionice Majdan – Jamani – Klis (Grlo), duljine 4,5 km državne ceste D1 Solin – Klis – Sinj, ceste Sveti Kuzam – Križišće, duljine 10,5 km, dionice Splitske obilaznice Plano – Kaštel Stari, duljine 4,25 km i dionice Tunel „Omiš“ – Omiš, duljine 2,82 km, II. faza obilaznice Velike Gorice, duljine 5,3 km, Južna obilaznica Osijeka, duljine 10,8 km i dr [9].

Nastavit će se radovi na izgradnji brze ceste Popovec – Marija Bistrica – Zabok sa spojem na Breznički Hum kao i na Splitskoj obilaznici, dionica Kaštel Stari – Kaštel Gomilica, duljine 5,6 km [9].

Hrvatske ceste d.o.o., također provode aktivnosti na integriranju biciklističke i cestovne infrastrukture u cjeloviti sustav. Aktivnosti se provode na zakonodavnoj, organizacijskoj i tehničkoj razini [9].

Sigurnost cestovne mreže jedan je od temeljnih ciljeva prometne politike i značajno ovisi o stanju kolnika te se iz toga razloga sustavno prikupljaju tehnički parametri stanja kolnika cesta (u dvogodišnjim ciklusima) u svrhu poduzimanja pravovremenih potrebnih radnji.

Tako, više od 50% kolnika državnih cesta ima dobro stanje s obzirom na sigurnost, uz dodatnih 29% kolnika na kojima je s aspekta sigurnosti stanje kolnika zadovoljavajuće. Na 19% kolnika stanje sigurnosti je loše [9].

Znatno je nepovoljnije stanje kolnika državnih cesta kada je u pitanju udobnost vožnje. Svega 37% kolnika državnih cesta je u dobrom stanju, uz još dodatnih 24% kolnika u

zadovoljavajućem stanju. Vrlo visokih 38% kolnika je u lošem stanju s obzirom na udobnost vožnje [9].

Održavanje cesta je s ekonomskog stajališta od izuzetne važnosti, jer su u proteklom razdoblju uložena značajna financijska sredstva u izgradnju, obnovu i rekonstrukciju cestovne infrastrukture. Dodatnim ulaganjem u redovno održavanje javnih cesta smanjuju se budući javni rashodi, minimiziraju se transportni troškovi te se osigurava efikasan i održiv prometni sustav koji je od iznimne važnosti za sigurnost korisnika cesta [9].

# 4. Metode istraživanja sigurnosti cestovnog prometa

Kao najrelevantnije polazište prilikom istraživanja cestovne prometne sigurnosti nameće se statistika. Kroz statističke pokazatelje moguće je odrediti opasna mjesta koja predstavljaju lokaciju na cesti kojoj se pripisuje visok rizik i vjerojatnost nastanka prometne nesreće u odnosu na razinu u okolnim područjima. Određivanje opasnih mjesta na cestama na odnosu evidentiranih pokazatelja sigurnosti (broja prometnih nesreća, broja poginulih osoba, broja teže i lakše ozlijeđenih osoba na pojedinim dionicama ceste) prvi je korak koji treba poduzeti da bi se kasnije mogle odrediti i provesti preventivno-represivne mjere za povećanje sigurnosti u prometu. Određivanje opasnih mjesta na cestama predstavlja značajan aspekt upravljanja prometa na takvim mjestima koja predstavljaju potencijalnu opasnost [10].

Analiza stanja sigurnosti prometa na svim cestovnim pravcima izvršava se u tri faze prema [10]:

- Opća analiza stanja i tendencija sigurnosti prometa omogućuje shvaćanje veličine problema, međunarodnu usporedbu, sagledavanje strukture nesreća, vremenske raspodjele nesreća, trenda i drugih općih karakteristika stanja.
- Analiza stanja po prometnim dionicama i mapiranje rizika po dionicama omogućuju da se bolje shvati prostorna raspodjela prometnih nesreća i specifičnost pojedinih prometnih dionica u pogledu rizika nastanka nesreća ili rizika ozljeđivanja, najčešćih vrsta nesreća, kategorije sudionika, najčešće greške itd. Tako provedena analiza omogućuje definiranje najopasnijih dionica ili mjesta.
- Analiza stanja po kilometrima ceste i određivanje tzv. najopasnijih kilometara. Na osnovu detaljne analize ažurnosti, stanja i kvalitete podataka o nesrećama uočena je i preciznost određivanja lokacije nesreće.

Metoda identifikacije opasnih mjesta ili dionica na cestama zasnovana je na prethodnoj analizi podataka o prometnim nesrećama, cesti i prometu. Provedbom metode cilj je istaknuti smisao i značaj utvrđivanja opasnih mjesta na cestama i potaknuti dalji teorijski i praktičan rad na razmatranju te problematike. Intervencije na mjestima nakupljanja prometnih nesreća smatraju se jednim od najučinkovitijih pristupa u prevenciji prometnih nesreća na cestama. Razmatrajući stručnu literaturu uočen je niz pokušaja da se pronađu i definiraju najefikasnije metode, koje bi omogućile mjerenje sigurnosti pojedinih dionica cesta i utvrdile

najugroženija i najopasnija mjesta, odnosno opasna mjesta u prometu na cestama. I pored ogromnih napora još uvijek nisu u potpunosti standardizirani principi i tehnike određivanja opasnih dionica pa se korišteni pristupi razlikuju od zemlje do zemlje. Metodologije se kreću od jednostavnog obilježavanja mjesta s velikim brojem prometnih nesreća do sofisticiranijih tehnika u kojima se ocjenjuje očekivani broj prometnih nesreća i određuje potencijal za poboljšanje sigurnosti [11].

Optimalan put za stručno utvrđivanje dijelova cestovne mreže na kojima bi trebalo djelovati sa gledišta sigurnosti prometa treba počivati na temelju identifikacije i analize opasnih mjesta ili opasnih dionica. Pri izboru metoda za određivanje opasnih dionica neophodno se koriste međunarodna iskustva i praksa, ali je potrebno imati u vidu specifičnosti uvjeta u kojima se ona vrši, a naročito u pogledu načina i dosljednosti evidentiranja prometnih nesreća i njihovih posljedica.

Važan parametar za stvaranje pouzdane identifikacijske cestovne dionice, koja ima statistički značajan stupanj nesreća, je utvrđivanje vremenskog razdoblja u kojem su analize provedene. Pri bilo kojem pokušaju identificiranja trebalo bi uzeti u obzir sljedeće [12]:

- razdoblje analize bi trebalo biti dovoljno dugo da bi se utvrdili čimbenici nesreća, utvrđeno je da u većini slučajeva period od 3 do 5 godina garantira pouzdanost analize;
- na mjestima gdje su se dogodile iznenadne promjene u stopama nesreća, korisno je analizirati kratak vremenski period u trajanju od jedne godine ili manje, da bi se utvrdili specifični razlozi i mehanizmi koji uzrokuju prometne nesreće;
- da bi se izbjegle neravnomjernosti izazvane sezonskim promjenama, važno je da se promatranja vrše nekoliko godina;
- nakon četiri ili pet godina kašnjenja podaci o nesrećama i/ili održavanju možda ne bi prikazali stvarno stanje ceste i prometa ili razvoja bliskih aktivnosti i ponašanja korisnika, zbog toga, ukoliko je moguće, važno je koristiti dva razdoblja analize, prvi period u trajanju od tri do pet godina, kojim se osigurava pouzdanost uzorka, i drugi period u trajanju od jedne godine, koji će omogućiti otkrivanje promjena u broju nesreća izazvanih zbog novih faktora.

Kada se jednom prikupe svi relevantni podaci o prometu i nesrećama, potrebno je izvršiti sljedeće tehničke identifikacijske metode [12]:

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

U postupku identifikacije opasnih dionica u cestovnoj mreži koriste se sljedeći, opće stručno prihvaćeni, pokazatelji i metode: kolektivni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica, individualni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica, metoda učestalosti prometnih nesreća, metoda stope prometnih nesreća, *Rate Quality Control* metoda i dr.

## 4.1. Kolektivni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica

Kolektivni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica predstavlja gustoću ili ukupan broj nesreća i nastradalih po kilometru ceste. Ovaj pokazatelj ne uzima u obzir različitu gustoću prometa na dionicama cesta. Ako se prati samo kolektivni rizik, onda će se lokacije sa visokom gustoćom prometa rangirati kao lokacije sa visokim rizikom (gustoća nesreća je velika zbog velike izloženosti, tj. zbog velikog intenziteta prometa), čak i kada ove lokacije imaju relativno mali broj nesreća u odnosu na gustoću prometa (imaju mali individualni rizik). Najčešće se preporučuje da se na osnovu kolektivnog rizika odrede dionice visokog rizika, a onda da se drugim metodama upotpuni analiza rizičnih dionica (dubinska analiza, studija slučaja, konfliktna tehnika i sl.). Treba naglasiti da kolektivni rizik raste sa porastom intenziteta prometa na cestama, pa ceste većeg značaja (s većim intenzitetom prometa) imaju veće kolektivne rizike [12].

### 4.1.1. Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća (KRPN)

Prema nekim autorima pri utvrđivanju i definiranju opasnih dionica koriste se samo podaci o nesrećama sa poginulima, dok neke obuhvaćaju i nesreće sa ozlijeđenima. Opće gledajući, trebalo bi uzeti u obzir i nesreće samo s materijalnom štetom, a detaljnijom analizom konkretnih uvjeta provjeriti ima li na tome mjestu uvjeta za nesreće sa nastradalima. Da bi se korektno uzeli u obzir svi opravdani razlozi za isticanje opasnosti na dionici ceste najkorektnije je uzeti u obzir sve prometne nesreće. S druge strane, da bi se uzele u obzir značajne razlike u posljedicama nesreća s poginulim, ozlijeđenim i materijalnom štetom, odabran je postupak ponderacije nesreća. Ponderi su određeni u skladu s ukupnim društvenim posljedicama pojedinih vrsta nesreća, a u namjeri da se sve nesreće „svedu“ na nesreće s materijalnom štetom. Prihvaćeno je da je jedna nesreća s poginulim osobama, u prosjeku, teža 150 puta od nesreće s materijalnom štetom, a da je nesreća s ozlijeđenim osobama teža oko 20 puta od nesreće s materijalnom štetom. Ponderirani broj prometnih nesreća (PBPN) računa se prema sljedećoj jednadžbi [12]:

$$\mathrm{PBPN} = (n_1 \bullet 1 + n_2 \bullet 20 + n_3 \bullet 150) \tag{1}$$

gdje su:

$n_1$ – broj prometnih nesreća s materijalnom štetom,

$n_2$ – broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama,

$n_3$ – broj prometnih nesreća s poginulim osobama.

Međutim postoje dionice koje bilježe veći broj poginulih osoba među ukupno nastradalima. Da bi se uzeo u obzir povećan broj poginulih, ponderirani broj prometnih nesreća je korigiran tako da se dobiju nešto veće vrijednosti, ako je na promatranoj dionici zabilježen veći broj poginulih među nastradalim osobama, i to prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{PBPN} = (n_1 \bullet 1 + n_2 \bullet 20 + n_3 \bullet 150)\left[\frac{\mathrm{POG}}{(\mathrm{LO+TO+POG})}\right] \tag{2}$$

gdje su:

POG – broj poginulih u prometnim nesrećama,

TO – broj teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama,

LO – broj lako ozlijeđenih u prometnim nesrećama.

Stavljanjem u odnos ponderiranog broja prometnih nesreća korigiranog njihovom težinom i dužine predmetne dionice dobiva se vrijednost korigiranog kolektivnog rizika (KRPN) prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{KRPN} = \frac{\sum \mathrm{PBPN}}{\mathrm{G \bullet L}} \left[\frac{\mathrm{nesreće}}{\mathrm{kmgodišnje}}\right] \tag{3}$$

gdje su:

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

L – dužina promatrane dionice.

### 4.1.2. Kolektivni rizik stradanja (KRS)

Troškovi prometnih nesreća ovise i o težini povreda koje sudionici u prometnim nesrećama pretrpe. Zbog toga je umjesto prostog broja nastradalih, njihov broj potrebno ponderirati težinom posljedica. Ponderi su određeni na osnovu ukupnih društvenih posljedica koje nosi pojedina vrsta stradanja, a sve u cilju da se svi nastradali „svedu“ na broj lako ozlijeđenih osoba. Tako je određeno da društvo na jednu teško ozlijeđenu osobu po ukupnim posljedicama ima jednak trošak kao za pet lako ozlijeđenih, a na jednu poginulu osobu ima trošak kao pedeset lako ozlijeđenih. Ponderirani broj nastradalih (PBN) računa se prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{PBN} = 1 \bullet \mathrm{LO} + 5 \bullet \mathrm{TO} + 50 \bullet \mathrm{POG} \tag{4}$$

Stavljanjem u odnos ponderiranog broja nastradalih i dužine promatrane dionice dobiva se vrijednost kolektivnog rizika stradanja (KRS) prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{KRS} = \frac{\sum \mathrm{PBN}}{\mathrm{G{\bullet}L}} \left[\frac{\mathrm{nastradali}}{\mathrm{kmgodišnje}}\right] \tag{5}$$

### 4.1.3. Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (KRPTO)

Stavljanjem u odnos broja poginulih i teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama i dužine promatrane dionice dobiva se vrijednost kolektivnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih (KRPTO) prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{KRPTO} = \frac{\sum(\mathrm{POG+TO})}{\mathrm{G{\bullet}L}} \left[\frac{\mathrm{pog.iteškoozl.}}{\mathrm{kmgodišnje}}\right] \tag{6}$$

U skladu s prethodno navedenim ovaj parametar će biti reprezentativan za rangiranje mikro dionica po veličini rizika u prometu.

### 4.1.4. Kolektivni rizik poginulih (KRP)

Stavljanjem u odnos broja poginulih u prometnim nesrećama i dužine promatrane dionice dobiva se vrijednost kolektivnog rizika poginulih (KRP) prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{KRP} = \frac{\sum \mathrm{POG}}{\mathrm{G{\bullet}L}} \left[\frac{\mathrm{poginuli}}{\mathrm{kmgodišnje}}\right] \tag{7}$$

## 4.2. Individualni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica

Individualni rizik predstavlja broj nesreća i nastradalih u odnosu na broj vozila na promatranom kilometru na datoj lokaciji. S porastom gustoće prometa opada individualni rizik, te je on najmanji na cestama s većim značajem, odnosno na cestama s najvećom gustoćom prometa. Dakle, s porastom značaja ceste raste kolektivni, a opada individualni rizik nastanka prometne nesreće [12].

### 4.2.1. Korigirani individualni rizik prometnih nesreća (IRPN)

Shodno činjenici da se pri izračunavanju individualnog rizika uzima u obzir broj vozila na promatranom kilometru, stavljanjem u odnos ponderiranog broja prometnih nesreća korigiranog njihovom težinom i brojem vozila na kilometru dionice dobiva se vrijednost korigiranog individualnog rizika prometnih nesreća (IRPN) prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{IRPN} = \frac{\sum \mathrm{PBPN}}{\mathrm{L} \bullet 365 \bullet \sum \mathrm{PGDP}} \bullet 10^{6} \left[\frac{\text{nesreće}}{\text{mil} \bullet \text{voz} \bullet \text{km}}\right] \tag{8}$$

gdje je:

PGDP – prosječan godišnji dnevni promet,

a dobije se prema jednadžbi:

$$\mathrm{PGDP} = \frac{\text{ukupnovozilagodišnje}}{365\text{dana}} \left[\frac{\text{vozila}}{\text{dan}}\right] \tag{9}$$

### 4.2.2. Individualni rizik stradanja (IRS)

Stavljanjem u odnos ponderiranog broja nastradalih i broja vozila na kilometru dobije vrijednost individualnog rizika stradanja (IRS) prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{IRS} = \frac{\sum \mathrm{PBN}}{\mathrm{L} \bullet 365 \bullet \sum \mathrm{PGDP}} \bullet 10^6 \left[\frac{\mathrm{nastradali}}{\mathrm{mil} \bullet \mathrm{voz} \bullet \mathrm{km}}\right] \tag{10}$$

### 4.2.3. Individualni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (IRPTO)

Stavljanjem u odnos broja poginulih i teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama i broja vozila na kilometru dobije se vrijednost individualnog rizika poginulih i teško ozlijeđenih (IRPTO) prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{IRPTO} = \frac{\sum(\mathrm{POG+TO})}{\mathrm{L} \bullet 365 \bullet \sum \mathrm{PGDP}} \bullet 10^6 \left[\frac{\mathrm{pog.iteškoozl.}}{\mathrm{mil} \bullet \mathrm{voz} \bullet \mathrm{km}}\right] \tag{11}$$

### 4.2.4. Individualni rizik poginulih (IRP)

Stavljanjem u odnos broja poginulih u prometnim nesrećama i broja vozila na kilometru dobije se vrijednost individualnog rizika poginulih (IRP) prema jednadžbi [12]:

$$\mathrm{IRP} = \frac{\sum \mathrm{POG}}{\mathrm{L} \bullet 365 \bullet \sum \mathrm{PGDP}} \bullet 10^6 \left[\frac{\mathrm{poginulih}}{\mathrm{mil} \bullet \mathrm{voz} \bullet \mathrm{km}}\right] \tag{12}$$

## 4.3. Metoda učestalosti prometnih nesreća

Metoda učestalosti prometnih nesreća predstavlja najjednostavniji oblik identifikacije opasnih mjesta. Na temelju broja prometnih nesreća na određenoj lokaciji ili dionici određuje

se parametar učestalosti prometnih nesreća u određenom vremenskom razdoblju. Učestalost prometnih nesreća računa se prema izrazu [13]:

$$C_F = \frac{N_c}{t} \tag{13}$$

gdje je:

$C_F$ – učestalost prometnih nesreća,

$N_c$ – ukupan broj prometnih nesreća,

t – vremensko razdoblje u godinama.

Rezultati dobiveni na temelju navedenog izraza rangiraju se prema svojim vrijednostima, te se lokacija s najvišom vrijednosti identificira kao najopasnije mjesto. Prednost ove metode je njena jednostavnost izračuna te vrlo mali broj podataka potreban za njenu provedbu. Nedostaci ove metode su što se ne uzima u obzir težina nesreća, duljina promatrane dionice te prometno opterećenje na promatranoj lokaciji. Zbog navedenih nedostataka, metoda je pristrana prema lokacijama s većim prometnim opterećenjem i većom duljinom, jer ih u slučaju istog broja prometnih nesreća u odnosu na manju dionicu ili dionicu s manjim prometnim opterećenjem, identificira kao jednako opasne [14].

Zbog bitnih nedostataka metoda ne prikazuje dobre rezultate već može dati samo orijentacijske podatke koje je potrebno dodatno analizirati upotrebom drugih podataka poput prometnog opterećenja i sl.

### 4.4. Metoda stope prometnih nesreća

Metoda stope prometnih nesreća predstavlja unaprijeđenu metodu učestalosti prometnih nesreća, jer u svom izračunu uzima u obzir prometno opterećenje te duljinu promatrane dionice. Prema [14] za uspješnu provedbu identifikacije opasnih mjesta pomoću ove metode potrebni su podaci o:

- broju prometnih nesreća,
- duljini promatrane dionice,
- prometnom opterećenju,
- vremensko razdoblje za koje se radi proučavanje.

Stopa prometnih nesreća računa se pomoću izraza [15]:

$$C_R = \frac{N_c}{Q_L} \tag{14}$$

gdje je:

$C_R$ – stopa prometnih nesreća,

$N_c$ – ukupan broj prometnih nesreća,

$Q_L$ – prometno opterećenje na promatranoj lokaciji / dionici.

Prometno opterećenje na promatranoj dionici / lokaciji računa se prema izrazu [15]:

$$Q_L = \frac{Q \bullet 365 \bullet t \bullet L}{1\,000\,000} \tag{15}$$

gdje je:

Q – prometno opterećenje (PGPD),

t – vremensko razdoblje u godinama,

L – duljina promatrane dionice [km].

Prednosti ove metode su, kao i kod metode učestalosti prometnih nesreća, jednostavnost i mali broj potrebnih podataka, ali i uzimanje u obzir prometnog opterećenja promatrane lokacije. Nedostaci su što pretpostavlja linearan odnos između prometnog

opterećenja i broja prometnih nesreća, iako je odnos nelinearan, te što je pristrana prema dionicama manje duljine i s manjim prometnim opterećenjem [14].

## 4.5. Metoda Rate Quality Control

*Rate Quality Control (RQC)* metoda je jedna od najpouzdanijih metoda identifikacije opasnih mjesta koju koriste mnoge institucije u svijetu koje se bave problematikom opasnih mjesta. Pokazuje visoku točnost, jer je bazirana direktno na statističkom testiranju opasnosti svake lokacije u usporedbi s drugom lokacijom sličnih karakteristika. Statističko ispitivanje svake lokacije temelji se na pretpostavci da su prometne nesreće rijetki događaji čija vjerojatnost pojavljivanja se može aproksimirati prema Poissonovoj distribuciji.

Identifikacija opasnih mjesta pomoću *Rate Quality Control* metode provodi se na način da se na temelju broja prometnih nesreća te prometnog opterećenja na promatranoj lokaciji odredi kritična razina nastanka prometnih nesreća. Ukoliko stopa prometnih nesreća prelazi kritičnu razinu definiranu ovom metodom, smatra se da se prometne nesreće, statistički, ne događaju slučajno već se radi o identificiranom opasnom mjestu [14].

Kritična razina broja prometnih nesreća računa se prema izrazu [14]:

$$C_{CR} = C_{RA} + k \bullet \sqrt{\frac{C_{RA}}{Q_L}} + \frac{1}{2 \bullet Q_L} \tag{16}$$

gdje je:

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

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

k – koeficijent razine povjerenja,

$Q_L$ – prometno opterećenje na promatranoj lokaciji / dionici

Koeficijent razine povjerenja se u većini slučajeva uzima 1,96 što odgovara 95% razini povjerenja.

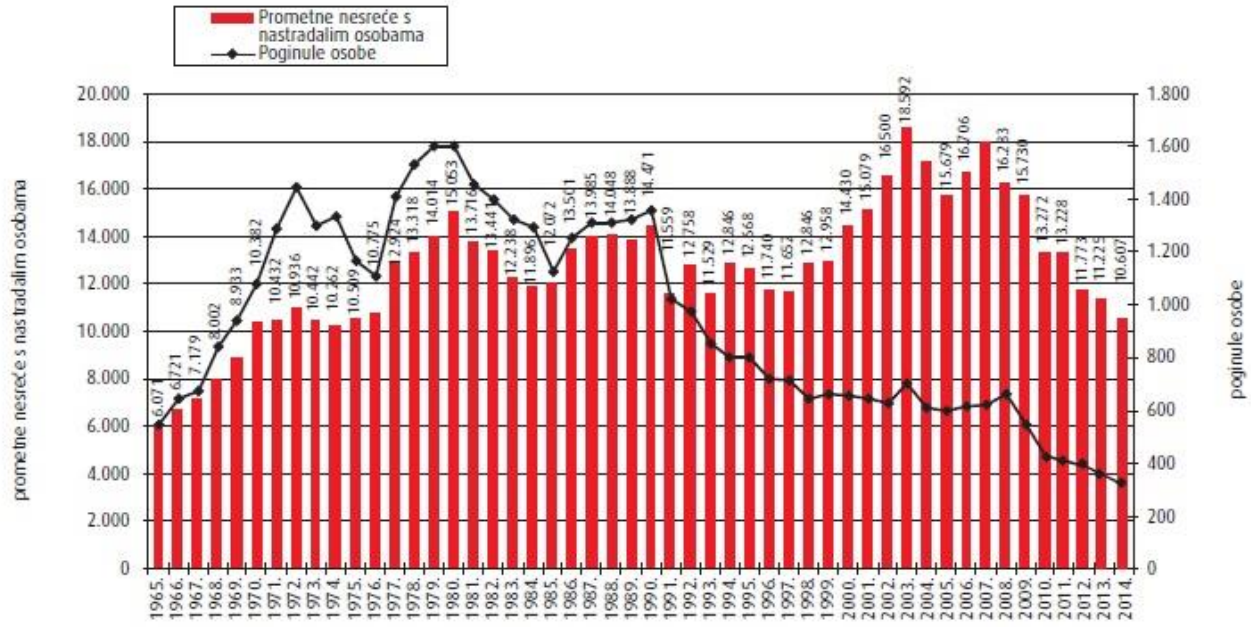
Prednosti ove metode su što uzima najbitnije podatke potrebne za identifikaciju opasnih mjesta, smanjuje eventualni veliki utjecaj lokacija s malim prometnim opterećenjem, uzima u obzir odstupanja u statističkim podacima te prikazuje jasnu usporedbu između identificiranih i neidentificiranih lokacija. Također, prednost metode jest i što uzima u obzir duljinu lokacije na kojoj se događaju prometne nesreće pa se može koristiti i za identifikaciju opasnih dionica. Nedostatak metode je što ne prikazuje utjecaj lokacije na opće stanje sigurnosti, ali to je ionako zaseban dio drugih sustava upravljanja opasnim mjestima, koji se mogu nadomjestiti drugim procesima [14].

Primarna zadaća *Rate Quality Control* metode je identifikacija opasnih mjesta ili kraćih dionica ceste, međutim, budući da je svrha ovoga rada malo drugačije pristupiti proučavanju sigurnosti cestovnog prometa, za klasifikaciju državnih cesta Republike Hrvatske prema stanju sigurnosti koristit će se upravo *Rate Quality Control* metoda, ponajviše zbog svih ranije navedenih prednosti, kao i zbog tendencije otkrivanja potencijalno opasnih „skrivenih“ državnih cesta, koje trenutno nisu u primarnom fokusu, a predstavljaju smetnju sigurnom odvijanju cestovnog prometa.

# 5. Istraživanje stanja sigurnosti na državnim cestama Republike Hrvatske

Motorizirani promet jedno je od bitnih obilježja suvremene civilizacije. Sve dobrobiti ovog fenomena, nažalost, i nadalje plaćamo visokom cijenom nepoželjnog ljudskog stradanja.

Osim individualnih tragedija, i društvo trpi velike gubitke zbog prometnih nesreća. U posljednjih deset godina na hrvatskim cestama prosječno se dogodilo 47 tisuća prometnih nesreća. U 30% nesreća stradavale su osobe. Godišnje je u prometu prosječno stradavalo 20 tisuća ljudi. Od toga broja 80% prošlo je s lakšim tjelesnim ozljedama. Teške tjelesne ozljede zadobilo je 18% osoba, dok je 2% osoba godišnje pogibalo, što je prosječno godišnje 496 osoba. Prema najnižim procjenama stručnjaka za osiguranje i ekonomskih analitičara, Hrvatska danas zbog prometnih nesreća ima izravan gubitak društvenih vrijednosti najmanje u iznosu od 2% BDP-a, dok su posredni gubici višestruki [16].




Grafikon 2. Prikaz kretanja broja prometnih nesreća prema posljedicama za prošlih pola stoljeća

Izvor: [16]

Da bi se dobio uvid u svu složenost i dugotrajnost problema sigurnosti prometa na cestama, na grafikonu 2 su prikazani osnovni podaci i trendovi prometnih nesreća i broja poginulih osoba u proteklih pola stoljeća. Iz grafičkog prikaza vidljiv je dramatičan rast

tragičnih posljedica prometnih nesreća, ali i vremenski raspon potreban da se zaustave negativni trendovi i preokrenu u suprotni smjer. Uočljiv je dramatičan rast broja poginulih na hrvatskim cestama do 1979. godine kada je bilo 1605 poginulih. To je bila stopa od 34 poginula na sto tisuća stanovnika. Danas je taj broj smanjen na 7,2 poginula na sto tisuća stanovnika, dok se samo u najrazvijenijim europskim zemljama, koje najviše ulažu u sigurnost cestovnog prometa, ta brojka kreće oko četvero poginulih na sto tisuća stanovnika [16].

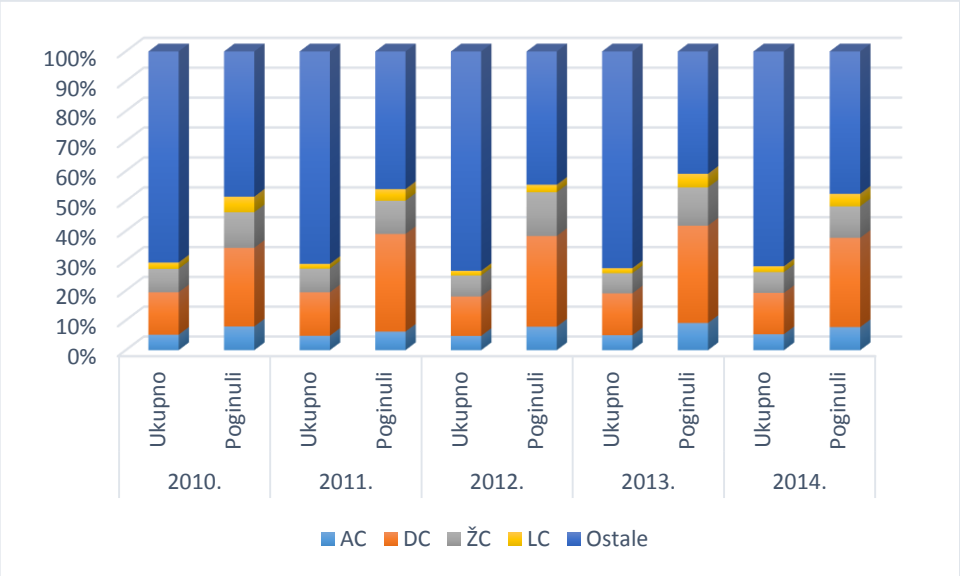
## 5.1. Statistički podaci o prometnim nesrećama na državnim cestama Republike Hrvatske

U petogodišnjem razdoblju od 2010. do 2014. godine u Republici Hrvatskoj su se dogodile 189.355 prometne nesreće, što je prosječno 37.871 prometna nesreća godišnje [16], [17], [18], [19], [20]. Od navedenog ukupnog broja prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj, 26.576 prometnih nesreća otpada na državne ceste ili prosječno 5.315 nesreća godišnje, odnosno 14% od ukupnog broja prometnih nesreća. Tablica 1 i grafikon 3 prikazuju zbirne podatke o ukupnom broju prometnih nesreća i o broju prometnih nesreća s poginulim osobama ovisno o kategoriji ceste gdje su se dogodile. Osim ostalih cesta, kojima pripadaju ceste unutar gradova, nerazvrstane ceste i sl., vidljivo je da se najveći broj prometnih nesreća događa upravo na državnim cestama, koje su ujedno i prometno najopterećenije, te je izrazito bitno posebno proučavati uzroke nesigurnosti cestovnog prometa upravo na državnim cestama.

Tablica 1. Zbirni podaci o svim prometnim nesrećama u RH za promatrano petogodišnje razdoblje

| | 2010. | | 2011. | | 2012. | | 2013. | | 2014. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ukupno | Poginuli | Ukupno | Poginuli | Ukupno | Poginuli | Ukupno | Poginuli | Ukupno | Poginuli |
| AC | 2297 | 32 | 2051 | 24 | 1771 | 28 | 1708 | 30 | 1684 | 22 |
| DC | 6333 | 106 | 6196 | 126 | 4915 | 108 | 4773 | 107 | 4359 | 85 |
| ŽC | 3480 | 48 | 3370 | 43 | 2597 | 52 | 2300 | 42 | 2191 | 30 |
| LC | 950 | 21 | 667 | 15 | 580 | 9 | 586 | 15 | 617 | 12 |
| Ostale | 31334 | 195 | 30159 | 177 | 27202 | 158 | 24654 | 134 | 22581 | 135 |
| ∑ | **44394** | **402** | **42443** | **385** | **37065** | **355** | **34021** | **328** | **31432** | **284** |

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20]

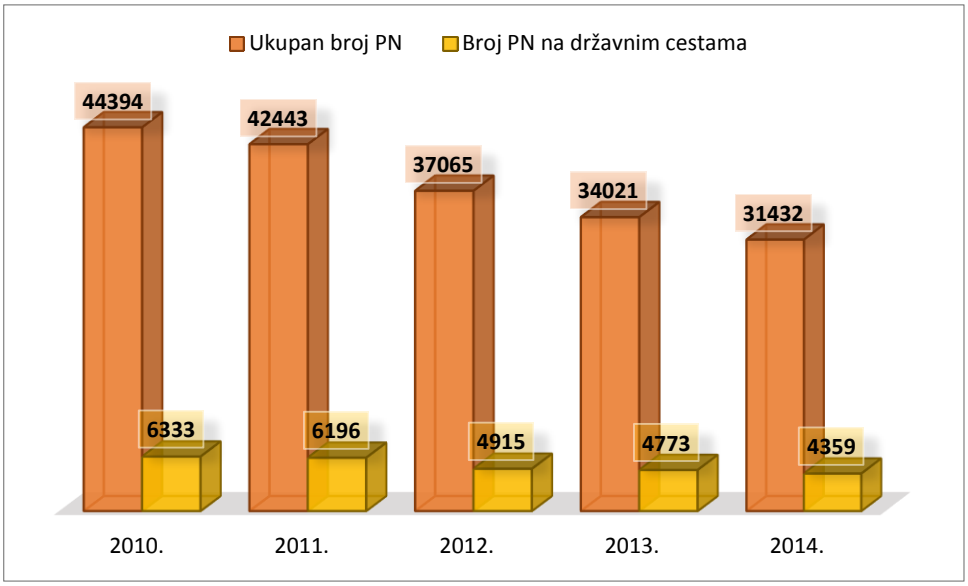



Grafikon 3. Grafički prikaz svih prometnih nesreća u RH za promatrano petogodišnje razdoblje

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20]

Grafikon 4 prikazuje usporedbu ukupnog broja prometnih nesreća za pojedinu godinu prema broju prometnih nesreća koje su se dogodile na državnim cestama. Primjetan je konstantan trend smanjenja broja prometnih nesreća za svaku sljedeću godinu, što se ponajviše može zahvaliti Nacionalnom programu sigurnosti cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj donesenog za razbolje od 2011. do 2020. godine. Glavni cilj nacionalnog programa je smanjiti broj poginulih osoba do 2020. godine za 50% u odnosu na 2010. godinu. Mjere kojima bi se do 2020. godine broj poginulih osoba trebao smanjiti provest će se na sljedećim poljima djelovanja:

- promjena ponašanja sudionika u prometu,
- bolja cestovna infrastruktura,
- sigurnija vozila,
- učinkovita medicinska skrb nakon prometnih nesreća,
- ostala područja djelovanja.

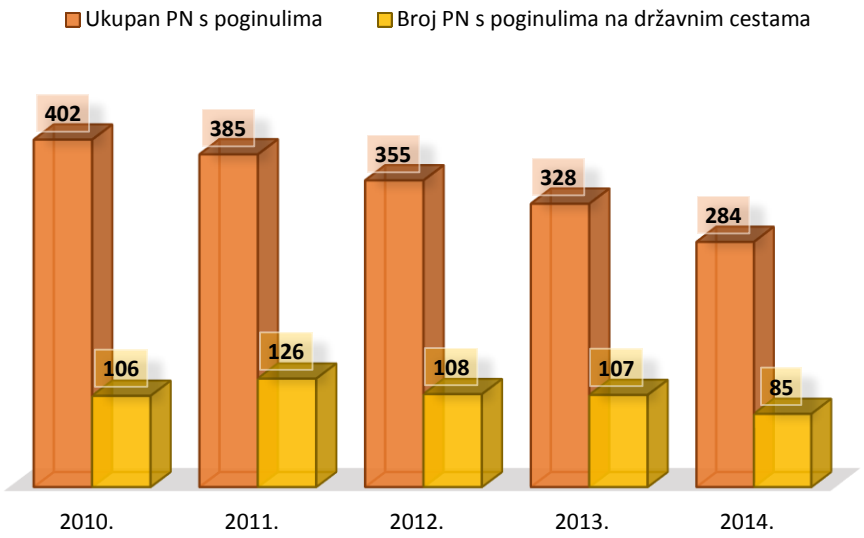



Grafikon 4. Odnos ukupnog broja prometnih nesreća na cestovnoj mreži RH prema prometnim nesrećama na državnim cestama

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20]

Grafikon 5 pokazuje odnos ukupnog broja prometnih nesreća s poginulim osobama na cjelokupnoj cestovnoj mreži Republike Hrvatske prema broju prometnih nesreća s poginulim osobama na državnim cestama. Od ukupnog broja od 1.754 prometne nesreće s poginulim osobama, 532 ih otpada na državne ceste, odnosno čak 30%. Uzevši u obzir da se autoceste smatraju najsigurnijim prometnicama, zbog svoje zatvorenosti, nepostojanja konfliktnih točaka presijecanja prometnih tokova, odvojenih smjerova vožnje itd., može se zaključiti da su posljedice prometnih nesreća na državnim cestama daleko ozbiljnije nego na županijskim i lokalnim cestama. Tome dakako pogoduje mogućnost razvijanja većih brzina na državnim, nego na županijskim i lokalnim cestama, uglavnom dulja putovanja čime je veća mogućnost pojavljivanja zamora vozača, na državnim cestama prometuje veći udio teretnih vozila, i sl.

Iz grafikona 5 primjetan je trend smanjenja ukupnog broja prometnih nesreća s poginulim osobama na kompletnoj prometnoj mreži Republike Hrvatske, dok kod državnih cesta, posebno, to nije slučaj. Tako je 2011. godine došlo do povećanja broja prometnih nesreća u iznosu od 18% u odnosu na 2010. godinu, da bi se za skoro isti iznos broj nesreća smanjio sljedeće 2012. godine, i ostao gotovo nepromijenjen i 2013. godine. Značajnije smanjenje broja prometnih nesreća dogodilo se 2014. godine u iznosu od 20% u odnosu na prethodnu, 2013. godinu.




Grafikon 5. Odnos broja PN s poginulima u ukupnom broju PN na cestovnoj mreži RH prema broju PN s poginulima na državnim cestama

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20]

Tablica 2 i tablica 3 prikazuju zbirne podatke o prometnim nesrećama na (gledano prema ukupnom broju prometnih nesreća) najopasnijim državnim cestama u Republici Hrvatskoj. Tablice prikazuju prometne nesreće podijeljene na dva trogodišnja razdoblja (2010. – 2012. god. i 2012. – 2014. god.) koja su odabrana za provođenje istraživanja u radu. Vidljivo je da se najdulja državna cesta D8 (tzv. Jadranska magistrala), ujedno pokazuje i kao najnesigurnija gledajući ukupan broj prometnih nesreća, za oba trogodišnja razdoblja.

Tablica 2. Državne ceste u RH s najvećim brojem prometnih nesreća za promatrano razdoblje 2010. – 2012. godine

| Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | PN s obzirom na posljedicu | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | PN s poginulima | PN s ozlijeđenima | PN s materijalnom štetom |
| **D8** | 643,8 | 5495 | 4156 | 84 | 1575 | 2497 |
| **D1** | 421,2 | 4416 | 1414 | 32 | 410 | 972 |
| **D3** | 218,4 | 5835 | 673 | 19 | 194 | 460 |
| **D2** | 347,5 | 5926 | 487 | 13 | 179 | 295 |
| **D102** | 48,1 | 8095 | 381 | 7 | 75 | 299 |
| **D7** | 115,2 | 5261 | 378 | 8 | 153 | 217 |
| **D66** | 90,1 | 5929 | 337 | 7 | 119 | 211 |
| **D38** | 120,7 | 1575 | 324 | 5 | 143 | 176 |
| **D46** | 73 | 2924 | 310 | 3 | 160 | 147 |
| **D55** | 48,6 | 7156 | 286 | 5 | 137 | 144 |

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26]

Iz priloženih tablica je vidljivo da je na gotovo svim navedenim državnim cestama prisutan trend smanjenja ukupnog broja prometnih nesreća, osim na državnoj cesti D106, na kojoj su se u razdoblju 2010. – 2012. dogodile sveukupno 232 prometne, dok ta brojka za razdoblje 2012. – 2014. iznosi 235 prometnih nesreća sveukupno, što znači da nije napravljen nikakav značajan iskorak što se tiče povećanja sigurnosti cestovnog prometa na navedenoj prometnici, nego je čak došlo do, minimalnog, ali ipak povećanja ukupnog broja prometnih nesreća.

Tablica 3. Državne ceste u RH s najvećim brojem prometnih nesreća za promatrani razdoblje 2012. – 2014. godine

| Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | PN s obzirom na posljedicu | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | PN s poginulima | PN s ozlijeđenima | PN s materijalnom štetom |
| **D8** | 643,8 | 4909 | 3236 | 69 | 1343 | 1824 |
| **D1** | 421,2 | 5249 | 1179 | 27 | 394 | 758 |
| **D3** | 218,4 | 4697 | 566 | 10 | 177 | 379 |
| **D2** | 347,5 | 5978 | 467 | 13 | 196 | 258 |
| **D7** | 115,2 | 4537 | 381 | 6 | 156 | 219 |
| **D102** | 48,1 | 8309 | 323 | 7 | 65 | 251 |
| **D66** | 90,1 | 4578 | 241 | 6 | 96 | 139 |
| **D106** | 73,8 | 2747 | 235 | 5 | 69 | 161 |
| **D38** | 120,7 | 1428 | 215 | 3 | 84 | 128 |
| **D41** | 82,9 | 2911 | 212 | 0 | 100 | 112 |

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26]

Općenito, stanje sigurnosti cestovnog prometa ovisi o gustoći prometa i značajkama prometnih smjerova. Temeljem sustavnog praćenja stanja sigurnosti i prikupljenih podataka uočava se pravilnost da na određenim područjima s gustoćom prometa raste i broj prometnih nesreća, ali su najteže posljedice (poginuli i teško ozlijeđeni) razmjerno blaže nego na područjima rjeđe nastanjenosti i slabije gustoće prometa. Ta je pravilnost povezana s činjenicom da se prometne nesreće s poginulima i teško stradalima u više od 50% slučajeva događaju zbog nepropisne ili neprimjerene brzine, a to se iznadprosječno, u odnosu na gustoću prometa, događa na prometnicama izvan naselja [16].

## 5.2. EuroRAP projekt u Republici Hrvatskoj

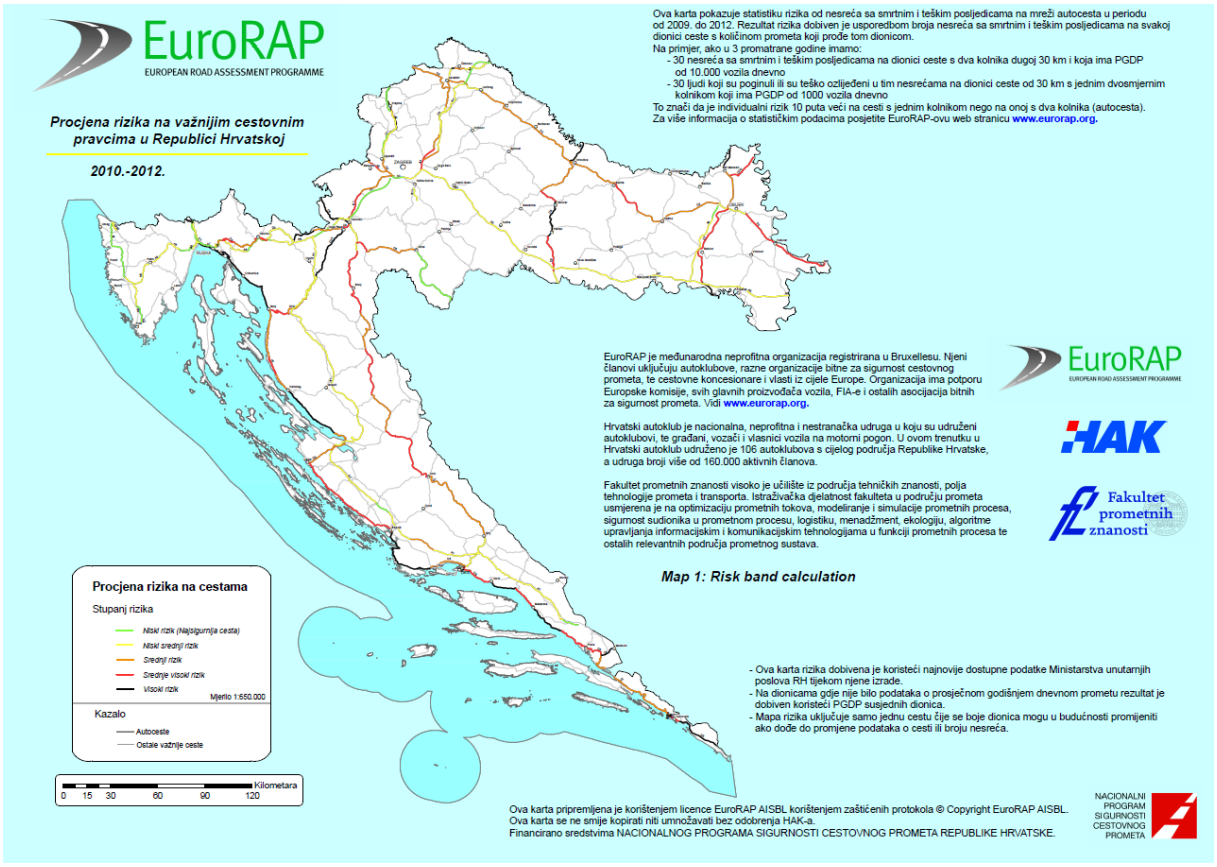
EuroRAP projekt jedan je od najvažnijih alata da se unaprijedi cestovna infrastruktura, odnosno da se smanji broj stradalih na hrvatskim cestama. EuroRAP (The European Road

Assessment Programme) je međunarodna neprofitna udruga registrirana u Bruxellesu koju su formirale automobilističke organizacije i cestovne vlasti kako bi zajednički unapređivali sigurnost prometa na europskim cestama. EuroRAP trenutačno okuplja pedesetak članova iz trideset zemalja [27].

EuroRAP razvio je sustav procjene sigurnosti cestovne infrastrukture pojedinih segmenata ceste. Razina sigurnosti ispitanih cesta određuje se pomoću sigurnosnih zvjezdica pri čemu jedna zvjezdica označava visokorizičnu cestu za korisnike, dok pet zvjezdica određuje niskorizični utjecaj cestovne infrastrukture na korisnike ceste. U Republici Hrvatskoj, Hrvatski autoklub (HAK) je nositelj licence za povođenje inspekcija prema EuroRAP protokolima, dok je Fakultet prometnih znanosti tehnički partner.

Hrvatski autoklub pristupio je udruzi EuroRAP 2005. godine. Uloga HAK-a je prikupljanje potrebnih podataka o prometnim nesrećama i cestama temeljem kojih se izrađuju potrebni proračuni. Ti proračuni služe kao baza za izradu potrebnih mapa. Jednako važno djelovanje HAK-a odnosi se na senzibiliranje javne vlasti, državnih organa i tijela te stručne javnosti za proaktivno djelovanje na poboljšanju sigurnosti cestovnog prometa, odnosno cestovne infrastrukture implementacijom EuroRAP metodologije. Također, HAK provodi i koordinaciju između svih strana uključenih u projekt. Projekt se financira iz sredstava Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa [27].

Značaj i utjecaj cestovne infrastrukture na sigurnost prometa na cestama višeznačno je određen Direktivom 2008/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća o sigurnosti cestovne infrastrukture. Direktivom se konstatira da zajednička odgovornost cestovne infrastrukture, uz vozače i vozila, u svrhu ostvarivanja 50-postotnog smanjenja broja poginulih u prometnim nesrećama, kao temeljnog cilja Europskog akcijskog programa za sigurnost cestovnog prometa, predstavlja treći stup politike sigurnosti cestovnog prometa. Također se konstatira, da u području sigurnosti cestovne infrastrukture ima mjesta za poboljšanja, pa je od velikog značaja uspostavljanje i definiranje odgovarajućih postupaka za ocjenjivanje sigurnosti mreže cesta i informiranje vozača o dionicama cesta s povećanim brojem prometnih nesreća. U tu svrhu, potrebno je obaviti rangiranje i ocjenjivanje dionica s velikim brojem prometnih nesreća u odnosu na intenzitet prometa [27].



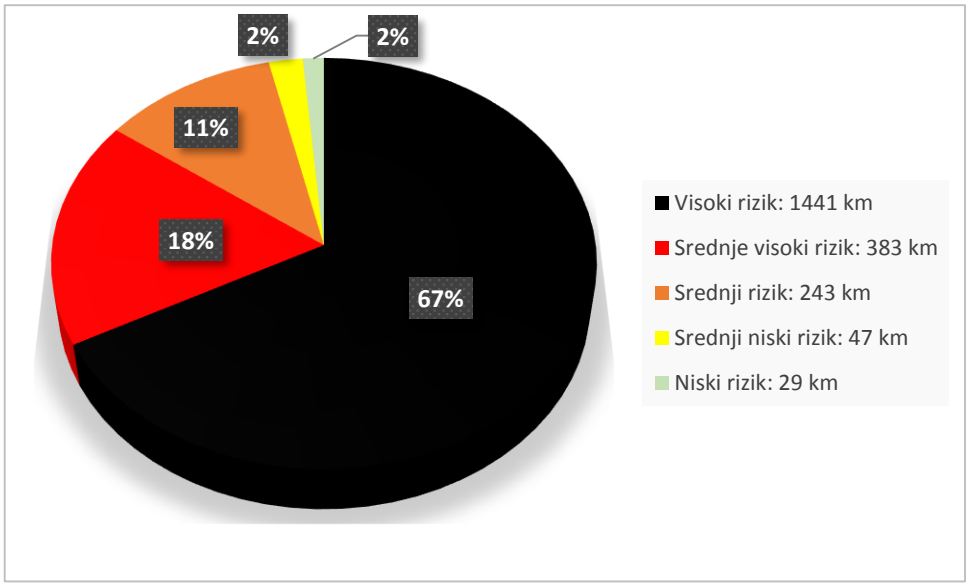

Slika 3. Procjena rizika na važnijim cestovnim pravcima u RH prema EuroRAP-u za razdoblje od 2010. do 2012. godine

Izvor: [27]

Prva karta rizika za autoceste i državne ceste u cijeloj zemlji izrađena je prateći statističke podatke o intenzitetu prometa i prometnim nesrećama za razdoblje od 2007. do 2009. godine. Najnovija karta rizika napravljena je za statističke podatke dobivene u razdoblju od 2010. do 2012. godine (slika 3). Nakon izrade karte rizika, a to je tek prva faza, sljedeći korak trebao bi biti kontrola i snimanje stanja prometno-tehničkih i sigurnosnih obilježja cesta posebno opremljenim vozilom. Rezultati bi bili u obliku vrlo jasnih preporuka, na primjer što konkretno promijeniti na nekoj dionici na Jadranskoj magistrali, odnosno državnoj cesti D8, kako bi vozači bili sigurniji. Rizik po dionicama označava se i obilježava jednom o pripadajućih boja [27]:

| |
|---|
| **Visoki** |
| **Srednje visoki** |
| **Srednji** |
| **Niski srednji** |
| **Niski** |

Grafikon 6 s pripadajućim bojama prikazuje rezultate EuroRAP projekta za razdoblje od 2007. do 2009. godine na promatranim dionicama državnih cesta (D1, D2, D3, D5, D6, D7, D8, D9, D23, D200, D212, D400, D420) na duljini od 2.143 km.




Grafikon 6. Raspodjela dionica državnih cesta u RH prema EuroRAP metodologiji za razdoblje 2007. – 2009.

Izvor: izrada autora prema podacima [27]

Kada se uzmu u obzir samo državne ceste, primjetan je pozitivan trend povećanja stupnja sigurnosti koji proizlazi iz više čimbenika. Na dijelu prometne mreže državnih cesta uloženi su značajniji napori u smislu infrastrukturnih poboljšanja. Jedan od važnijih čimbenika jest i činjenica da je uz kontinuirani rast prometa na mreži državnih cesta došlo do smanjenja ukupnog broja teških i najtežih nesreća. Tu treba još dodati i obnovu voznog parka (viša razina pasivne sigurnosti), te ostale preventivno-represivne mjere koje su se provodile.

# 6. Analiza dobivenih rezultata te klasifikacija državnih cesta prema stanju sigurnosti

U ovome poglavlju prikazana je analiza sigurnosti cestovnog prometa na državnim cestama Republike Hrvatske, te su iste klasificirane prema stanju sigurnosti, od najnesigurnije prometnice prema najsigurnijoj prometnici. Zbog nedostatka adekvatnih podataka za godinu 2015., analiza se nije mogla provesti za šestogodišnje razdoblje, nego za petogodišnje (od 2010. godine do 2014. godine). Tako je analiza podijeljena na dva trogodišnja razdoblja (2010. – 2012. i 2012. – 2014.), kako bi se usporedbom rezultata iz navedena dva razdoblja, mogli donijeti određeni zaključci o eventualnom poboljšanju ili pogoršanju sigurnosti cestovnog prometa.

Kao relevantna metoda za klasifikaciju državnih cesta odabrana je *Rate Quality Control* metoda, koja pomoću statističkog ispitivanja i usporedbe svake državne ceste, određuje opasne, uzimajući u obzir broj prometnih nesreća i prometno opterećenje na dionici, kako je detaljnije pojašnjeno u potpoglavlju 4.5.

## 6.1. Klasifikacija državnih cesta prema ukupnom broju prometnih nesreća

Analiza stanja sigurnosti cestovnog prometa na državnim cestama za razdoblje 2010. – 2012. godine, obuhvatila je 110 državnih cesta, a za razdoblje 2012. – 2014. obuhvaćeno je 116 državnih cesta, te su iste klasificirane upotrebom već ranije spomenute metode na način prikazan u tablici 4 i tablici 5. Da bi klasifikacija bila moguća određeni su sljedeći parametri prema [14]:

- prometno opterećenje na dionici ($Q_l$)
- stopa prometnih nesreća ($C_r$)
- kritična razina prometnih nesreća ($C_{cr}$)
- razlika stope prometnih nesreća i kritične razine ($C_r - C_{cr}$).

Ukoliko stopa prometnih nesreće premaši kritičnu razinu prometnih nesreća smatra se da se prometne nesreće ne događaju slučajno, nego da se radi o opasnoj dionici, a da bi se

dionice klasificirale prema stupnju opasnosti, odnosno da bi se saznalo koja dionica je u kojoj mjeri opasna za sigurno odvijanje prometa, dovedeni su u odnos stopa prometnih nesreća i kritična razina, te klasifikacija dionica ovisi o veličini njihove razlike [14].

Za razdoblje 2010. – 2012. identificirano je 19 opasnih državnih cesta kako je prikazano u tablici 4, što čini 17% od ukupno obrađenih državnih cesta za to razdoblje, a za razdoblje 2012. – 2014. identificirano je 20 opasnih državnih cesta (tablica 5), odnosno također 17% od ukupno obrađenih državnih cesta za to razdoblje. Ako se rezultati obje tablice usporede s tablicama 2 i 3 iz potpogljavlja 5.1., koje prikazuju državne ceste s najvećim ukupnim brojem prometnih nesreća za navedeno razdoblje, vidljivo je da se među opasnim cestama u tablicama 4 i 5 nalaze samo državne ceste D38 te D8, iako se na D8 događa uvjerljivo najveći broj prometnih nesreća ukupno, što pokazuje da upotreba navedene metode za određivanje opasnih prometnica posjeduje određeni potencijal za određivanje tzv. „skrivenih“ opasnih prometnica, odnosno moguće je da se prometnice s relativno malim prometnim opterećenjem i malim brojem nesreća pokažu kao opasnije od ostalih.

Kao najopasnije državne ceste u oba razdoblja pokazale su se D217 (Ličko Petrovo Selo (D1) – G.P. Ličko Petrovo Selo (gr. BiH)) te D315 (Trogir – Pantana), dok za najopasnije državne ceste iz razdoblja 2012. – 2014., D72 (Slavonski Brod: D53 – Svačićeva – I.G. Kovačića – N. Zrinskog (D423)) i D423 (Slavonski Brod: D514 – Luka Sl. Brod), ne postoje podaci o brojanju prometa za prvo razdoblje, pa te ceste u prvom razdoblju nisu bile obuhvaćene analizom. Isti je slučaj s državnim cestama D40 (Čvorište sv. Kuzam – D8 – Luka Bakar) i D512 (Makarska – Ravča) iz tablice 4, odnosno kotiraju kao visoko opasne u razdoblju 2010. – 2012., a za godine 2013. i 2014. nisu dostupni podaci o brojanju prometa.

Kao najmanje opasne državne ceste za oba razdoblja pokazale su se D211 (G.P. Baranjsko Petrovo Selo (gr. R. Mađarske) – Baranjsko Petrovo Selo), D417 (Riječno pristanište Osijek – D2) te D224 (Mošćenica – Blinjski Kut – Sunja – Panjani), s relativno kratkim dionicama i malim brojem prometnih nesreća.

Tablica 4. Klasifikacija državnih cesta u RH prema stanju sigurnosti za razdoblje 2010. – 2012. godine

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1.** | **D217** | 3 | 1868 | 34 | 6,13638 | 5,540726 | 1,874988 | DA | 3,665738 |
| **2.** | **D315** | 2,7 | 9269 | 116 | 27,4038 | 4,23299 | 1,3946 | DA | 2,83839 |
| **3.** | **D40** | 3,1 | 8429 | 101 | 28,61224 | 3,529958 | 1,385831 | DA | 2,144127 |
| **4.** | **D223** | 4,6 | 468 | 10 | 2,357316 | 4,242113 | 2,491362 | DA | 1,750751 |
| **5.** | **D512** | 30,6 | 528 | 49 | 17,6917 | 2,769661 | 1,496262 | DA | 1,273399 |

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | $Q_I$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **6.** | **D51** | 50,3 | 1599 | 191 | 88,07052 | 2,168717 | 1,216336 | DA | 0,95238 |
| **7.** | **D56** | 53,1 | 1915 | 230 | 111,3467 | 2,06562 | 1,192023 | DA | 0,873597 |
| **8.** | **D525** | 25,6 | 1906 | 111 | 53,42899 | 2,077524 | 1,279356 | DA | 0,798167 |
| **9.** | **D9** | 10,9 | 8053 | 177 | 96,11658 | 1,841514 | 1,206921 | DA | 0,634593 |
| **10.** | **D208** | 6,9 | 993 | 18 | 7,502612 | 2,399165 | 1,78443 | DA | 0,614735 |
| **11.** | **D117** | 19,9 | 344 | 17 | 7,495932 | 2,267897 | 1,784808 | DA | 0,483089 |
| **12.** | **D514** | 2,7 | 5744 | 32 | 16,98214 | 1,884333 | 1,464625 | DA | 0,419708 |
| **13.** | **D38** | 120,7 | 1575 | 324 | 208,1622 | 1,556478 | 1,139997 | DA | 0,416481 |
| **14.** | **D116** | 76,4 | 927 | 125 | 77,55097 | 1,611843 | 1,230832 | DA | 0,381011 |
| **15.** | **D100** | 80,5 | 1333 | 165 | 117,5006 | 1,404248 | 1,186854 | DA | 0,217394 |
| **16.** | **D46** | 73 | 2924 | 310 | 233,7299 | 1,326317 | 1,132083 | DA | 0,194235 |
| **17.** | **D120** | 42,9 | 319 | 25 | 14,98518 | 1,668314 | 1,541735 | DA | 0,126579 |
| **18.** | **D6** | 134,5 | 1105 | 207 | 162,7416 | 1,271955 | 1,158474 | DA | 0,113481 |
| **19.** | **D8** | 643,8 | 5495 | 4156 | 3873,761 | 1,072859 | 1,033281 | DA | 0,039578 |
| **20.** | **D33** | 73,3 | 2325 | 214 | 186,6126 | 1,14676 | 1,14791 | NE | -0,00115 |
| **21.** | **D507** | 15,6 | 1372 | 31 | 23,4365 | 1,322723 | 1,379681 | NE | -0,05696 |
| **22.** | **D213** | 26,7 | 2219 | 77 | 64,87579 | 1,186883 | 1,252882 | NE | -0,066 |
| **23.** | **D121** | 14 | 2360 | 44 | 36,1788 | 1,216182 | 1,34158 | NE | -0,1254 |
| **24.** | **D106** | 73,8 | 2888 | 232 | 233,3822 | 0,994078 | 1,132181 | NE | -0,1381 |
| **25.** | **D102** | 48,1 | 8095 | 381 | 426,3596 | 0,893612 | 1,097808 | NE | -0,2042 |
| **26.** | **D41** | 82,9 | 3031 | 252 | 275,1405 | 0,915896 | 1,121711 | NE | -0,20582 |
| **27.** | **D57** | 35,9 | 951 | 42 | 37,38429 | 1,123467 | 1,335834 | NE | -0,21237 |
| **28.** | **D303** | 13,5 | 7919 | 113 | 117,0626 | 0,965295 | 1,187208 | NE | -0,22191 |
| **29.** | **D27** | 96,9 | 1700 | 165 | 180,3794 | 0,914739 | 1,150463 | NE | -0,23572 |
| **30.** | **D517** | 27,4 | 1301 | 42 | 39,0339 | 1,075988 | 1,328416 | NE | -0,25243 |
| **31.** | **D216** | 25 | 2133 | 59 | 58,39088 | 1,010432 | 1,266906 | NE | -0,25647 |
| **32.** | **D307** | 23,8 | 2549 | 63 | 66,42949 | 0,948374 | 1,208893 | NE | -0,26052 |
| **33.** | **D515** | 32,7 | 1410 | 51 | 50,48717 | 1,010158 | 1,28761 | NE | -0,27745 |
| **34.** | **D414** | 64,7 | 1944 | 116 | 137,7256 | 0,842254 | 1,172415 | NE | -0,33016 |
| **35.** | **D53** | 91,6 | 2258 | 180 | 226,4819 | 0,794765 | 1,134188 | NE | -0,33942 |
| **36.** | **D1** | 421,2 | 4416 | 1414 | 2036,721 | 0,694253 | 1,045346 | NE | -0,35109 |
| **37.** | **D49** | 19,2 | 1270 | 28 | 26,70048 | 1,04867 | 1,399984 | NE | -0,35131 |
| **38.** | **D55** | 48,6 | 7156 | 286 | 380,8209 | 0,751009 | 1,103468 | NE | -0,35246 |
| **39.** | **D62** | 89,5 | 1797 | 140 | 176,1105 | 0,794955 | 1,152289 | NE | -0,35733 |
| **40.** | **D110** | 41,6 | 1321 | 54 | 60,17419 | 0,897395 | 1,262819 | NE | -0,36542 |
| **41.** | **D52** | 41,1 | 1201 | 48 | 54,0504 | 0,88806 | 1,277702 | NE | -0,38964 |
| **42.** | **D45** | 43,6 | 1889 | 74 | 90,18464 | 0,820539 | 1,213739 | NE | -0,3932 |
| **43.** | **D60** | 66 | 3889 | 196 | 281,058 | 0,697365 | 1,120422 | NE | -0,42306 |
| **44.** | **D306** | 27,5 | 5972 | 129 | 179,8319 | 0,717337 | 1,150693 | NE | -0,43336 |
| **45.** | **D209** | 17,3 | 8803 | 118 | 166,7596 | 0,707605 | 1,156536 | NE | -0,44893 |
| **46.** | **D300** | 8,4 | 5370 | 41 | 49,39326 | 0,830073 | 1,290869 | NE | -0,4608 |
| **47.** | **D105** | 22,7 | 3714 | 69 | 92,31704 | 0,747424 | 1,211211 | NE | -0,46379 |
| **48.** | **D50** | 104,2 | 1630 | 127 | 185,9814 | 0,682864 | 1,148163 | NE | -0,4653 |

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **49.** | **D59** | 53,9 | 1367 | 61 | 80,68102 | 0,756064 | 1,226219 | NE | -0,47015 |
| **50.** | **D206** | 28,7 | 1719 | 43 | 54,02215 | 0,79597 | 1,277776 | NE | -0,48181 |
| **51.** | **D5** | 123,1 | 1746 | 151 | 235,3512 | 0,641594 | 1,131625 | NE | -0,49003 |
| **52.** | **D58** | 43 | 3226 | 102 | 151,8962 | 0,671511 | 1,164088 | NE | -0,49258 |
| **53.** | **D66** | 90,1 | 5929 | 337 | 584,9522 | 0,576115 | 1,083596 | NE | -0,50748 |
| **54.** | **D7** | 115,2 | 5261 | 378 | 663,6436 | 0,569583 | 1,078534 | NE | -0,50895 |
| **55.** | **D23** | 103,9 | 2601 | 174 | 295,9171 | 0,588003 | 1,117357 | NE | -0,52935 |
| **56.** | **D39** | 37,3 | 2515 | 66 | 102,7214 | 0,642515 | 1,200047 | NE | -0,55753 |
| **57.** | **D25** | 83,6 | 1818 | 99 | 166,4234 | 0,594868 | 1,156696 | NE | -0,56183 |
| **58.** | **D3** | 218,4 | 5835 | 673 | 1395,429 | 0,482289 | 1,054505 | NE | -0,57222 |
| **59.** | **D47** | 94,5 | 1093 | 69 | 113,1009 | 0,610075 | 1,190506 | NE | -0,58043 |
| **60.** | **D518** | 34 | 4952 | 104 | 184,363 | 0,564105 | 1,148816 | NE | -0,58471 |
| **61.** | **D20** | 50,4 | 4032 | 119 | 222,518 | 0,534788 | 1,135383 | NE | -0,60059 |
| **62.** | **D32** | 49,7 | 692 | 27 | 37,65968 | 0,716947 | 1,334561 | NE | -0,61761 |
| **63.** | **D503** | 16,2 | 3311 | 38 | 58,73383 | 0,646987 | 1,266105 | NE | -0,61912 |
| **64.** | **D203** | 11,2 | 996 | 12 | 12,21494 | 0,982403 | 1,60383 | NE | -0,62143 |
| **65.** | **D29** | 49,8 | 3210 | 93 | 175,0445 | 0,531293 | 1,152756 | NE | -0,62146 |
| **66.** | **D118** | 43,5 | 1899 | 53 | 90,45412 | 0,585932 | 1,213414 | NE | -0,62748 |
| **67.** | **D34** | 78,5 | 3185 | 131 | 273,7746 | 0,478496 | 1,122015 | NE | -0,64352 |
| **68.** | **D501** | 20,3 | 4603 | 56 | 102,3178 | 0,547314 | 1,200448 | NE | -0,65313 |
| **69.** | **D42** | 90,3 | 928 | 51 | 91,75925 | 0,555802 | 1,211864 | NE | -0,65606 |
| **70.** | **D302** | 10 | 10890 | 62 | 119,2455 | 0,519936 | 1,185463 | NE | -0,66553 |
| **71.** | **D24** | 75,5 | 4357 | 151 | 360,2041 | 0,419207 | 1,10638 | NE | -0,68717 |
| **72.** | **D44** | 50,5 | 3448 | 86 | 190,6658 | 0,451051 | 1,146319 | NE | -0,69527 |
| **73.** | **D502** | 17,3 | 2094 | 25 | 39,66769 | 0,630236 | 1,325693 | NE | -0,69546 |
| **74.** | **D36** | 107,8 | 2657 | 128 | 313,6349 | 0,408118 | 1,113994 | NE | -0,70588 |
| **75.** | **D214** | 28,8 | 1818 | 31 | 57,33245 | 0,540706 | 1,269423 | NE | -0,72872 |
| **76.** | **D424** | 17,6 | 6417 | 56 | 123,6684 | 0,452824 | 1,182071 | NE | -0,72925 |
| **77.** | **D201** | 7,1 | 2456 | 14 | 19,09417 | 0,733208 | 1,476733 | NE | -0,74352 |
| **78.** | **D35** | 46 | 4068 | 78 | 204,9052 | 0,380664 | 1,141111 | NE | -0,76045 |
| **79.** | **D113** | 39,4 | 2193 | 41 | 94,6126 | 0,433346 | 1,208588 | NE | -0,77524 |
| **80.** | **D64** | 26,9 | 2513 | 34 | 74,02167 | 0,459325 | 1,236388 | NE | -0,77706 |
| **81.** | **D48** | 20,8 | 4076 | 39 | 92,83498 | 0,4201 | 1,210611 | NE | -0,79051 |
| **82.** | **D109** | 41,9 | 317 | 11 | 14,54412 | 0,756319 | 1,550373 | NE | -0,79405 |
| **83.** | **D2** | 347,5 | 5926 | 487 | 2254,917 | 0,215972 | 1,043166 | NE | -0,82719 |
| **84.** | **D205** | 24,6 | 4575 | 39 | 123,2368 | 0,316464 | 1,182394 | NE | -0,86593 |
| **85.** | **D220** | 28,9 | 2517 | 27 | 79,65172 | 0,338976 | 1,227705 | NE | -0,88873 |
| **86.** | **D54** | 13,5 | 1455 | 12 | 21,50854 | 0,557918 | 1,447848 | NE | -0,88993 |
| **87.** | **D200** | 11,8 | 4887 | 22 | 63,14493 | 0,348405 | 1,256408 | NE | -0,908 |
| **88.** | **D212** | 22,1 | 1918 | 18 | 46,41464 | 0,387809 | 1,300335 | NE | -0,91253 |
| **89.** | **D218** | 57,2 | 271 | 10 | 16,97381 | 0,589143 | 1,507218 | NE | -0,91807 |
| **90.** | **D22** | 42,7 | 2565 | 30 | 119,9304 | 0,250145 | 1,184925 | NE | -0,93478 |
| **91.** | **D70** | 21,6 | 2236 | 18 | 52,88587 | 0,340356 | 1,280827 | NE | -0,94047 |

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **92.** | **D30** | 81,2 | 13839 | 130 | 1230,481 | 0,10565 | 1,057962 | NE | -0,95231 |
| **93.** | **D207** | 14,5 | 2385 | 14 | 37,86784 | 0,369707 | 1,333608 | NE | -0,9639 |
| **94.** | **D500** | 23,6 | 1774 | 15 | 45,84371 | 0,327199 | 1,302257 | NE | -0,97506 |
| **95.** | **D43** | 78,1 | 4415 | 40 | 377,5686 | 0,105941 | 1,103911 | NE | -0,99797 |
| **96.** | **D219** | 31,7 | 536 | 9 | 18,60536 | 0,483731 | 1,483279 | NE | -0,99955 |
| **97.** | **D210** | 24,3 | 708 | 9 | 18,83882 | 0,477737 | 1,48012 | NE | -1,00238 |
| **98.** | **D28** | 70,7 | 5607 | 38 | 434,0743 | 0,087543 | 1,096939 | NE | -1,0094 |
| **99.** | **D522** | 13,2 | 1820 | 10 | 26,30628 | 0,380137 | 1,403098 | NE | -1,02296 |
| **100.** | **D301** | 5,8 | 4779 | 10 | 30,35143 | 0,329474 | 1,374167 | NE | -1,04469 |
| **101.** | **D26** | 88,5 | 2095 | 19 | 203,0212 | 0,093586 | 1,141768 | NE | -1,04818 |
| **102.** | **D69** | 53,4 | 314 | 8 | 18,36052 | 0,435717 | 1,48666 | NE | -1,05094 |
| **103.** | **D37** | 33,3 | 7087 | 18 | 258,4168 | 0,069655 | 1,125596 | NE | -1,05594 |
| **104.** | **D31** | 56,2 | 2684 | 15 | 165,1707 | 0,090815 | 1,157294 | NE | -1,06648 |
| **105.** | **D204** | 6,3 | 967 | 5 | 6,67085 | 0,74953 | 1,836075 | NE | -1,08655 |
| **106.** | **D417** | 2,3 | 4456 | 5 | 11,22244 | 0,445536 | 1,573933 | NE | -1,1284 |
| **107.** | **D224** | 34,2 | 1599 | 3 | 59,88095 | 0,050099 | 1,263479 | NE | -1,21338 |
| **108.** | **D519** | 16,2 | 1431 | 5 | 25,38451 | 0,196971 | 1,41067 | NE | -1,2137 |
| **109.** | **D115** | 11,4 | 814 | 1 | 10,16116 | 0,098414 | 1,666216 | NE | -1,5678 |
| **110.** | **D211** | 2 | 79 | 1 | 0,17301 | 5,780013 | 8,607658 | NE | -2,82765 |

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26]

Analizirajući rezultate iz tablice 4 i tablice 5, vidljivo je da će se uglavnom kao opasnije pokazati one državne ceste koje imaju visok broj prometnih nesreća po kilometru ceste, pogotovo ako se radi o državnim cestama s relativno malim prometnim opterećenjem. Za primjer možemo uzeti dvije najopasnije državne ceste iz tablice 4 – D217 i D315, gdje se u razdoblju 2010. – 2012. događalo 11 prometnih nesreća po kilometru državne ceste D217, odnosno gotovo 43 prometne nesreće po kilometru državne ceste D315. Međutim, metodom *Rate Quality Control* državna cesta D217 je klasificirana kao opasnija budući da je u navedenom promatranom razdoblju imala gotovo pet puta manje prometno opterećenje od državne ceste D315.

Tablica 5. Klasifikacija državnih cesta u RH prema stanju sigurnosti za razdoblje 2012. – 2014. godine

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1.** | **D72** | 2,7 | 4530 | 62 | 13,39295 | 4,629303 | 1,289956 | DA | 3,339347 |
| **2.** | **D423** | 6,1 | 4425 | 104 | 29,55679 | 3,51865 | 1,114965 | DA | 2,403685 |
| **3.** | **D315** | 2,7 | 7319 | 64 | 21,63862 | 2,957674 | 1,174869 | DA | 1,782806 |

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **4.** | **D217** | 3 | 1631 | 14 | 5,357835 | 2,612996 | 1,620728 | DA | 0,992268 |
| **5.** | **D56** | 53,1 | 1631 | 168 | 94,83368 | 1,771523 | 0,962701 | DA | 0,808821 |
| **6.** | **D117** | 19,9 | 321 | 16 | 6,994751 | 2,28743 | 1,505578 | DA | 0,781852 |
| **7.** | **D208** | 6,9 | 954 | 15 | 7,207947 | 2,081036 | 1,493713 | DA | 0,587323 |
| **8.** | **D51** | 50,3 | 1845 | 152 | 101,6198 | 1,495771 | 0,956312 | DA | 0,539459 |
| **9.** | **D514** | 2,7 | 5796 | 29 | 17,13587 | 1,692356 | 1,226974 | DA | 0,465382 |
| **10.** | **D525** | 25,6 | 2144 | 88 | 60,10061 | 1,464211 | 1,011272 | DA | 0,45294 |
| **11.** | **D100** | 80,5 | 1288 | 148 | 113,534 | 1,303574 | 0,946538 | DA | 0,357036 |
| **12.** | **D206** | 28,7 | 1647 | 71 | 51,75945 | 1,37173 | 1,029929 | DA | 0,341801 |
| **13.** | **D120** | 42,9 | 329 | 23 | 15,45494 | 1,488197 | 1,252298 | DA | 0,2359 |
| **14.** | **D38** | 120,7 | 1428 | 215 | 188,7338 | 1,139171 | 0,908335 | DA | 0,230836 |
| **15.** | **D106** | 73,8 | 2747 | 235 | 221,9878 | 1,058617 | 0,89812 | DA | 0,160497 |
| **16.** | **D8** | 643,8 | 4909 | 3236 | 3460,654 | 0,935083 | 0,809271 | DA | 0,125812 |
| **17.** | **D116** | 76,4 | 1293 | 115 | 108,1698 | 1,063143 | 0,950735 | DA | 0,112408 |
| **18.** | **D517** | 27,4 | 1103 | 39 | 33,09331 | 1,178486 | 1,095667 | DA | 0,082819 |
| **19.** | **D515** | 32,7 | 1330 | 53 | 47,62265 | 1,112916 | 1,040999 | DA | 0,071917 |
| **20.** | **D105** | 22,7 | 2258 | 57 | 56,12598 | 1,015573 | 1,01499 | DA | 0,000583 |
| **21.** | **D33** | 73,3 | 2344 | 170 | 188,1376 | 0,903594 | 0,908543 | NE | -0,00495 |
| **22.** | **D46** | 73 | 2582 | 181 | 206,3922 | 0,876971 | 0,902599 | NE | -0,02563 |
| **23.** | **D27** | 96,9 | 1549 | 142 | 164,3574 | 0,863971 | 0,917747 | NE | -0,05378 |
| **24.** | **D300** | 8,4 | 5115 | 46 | 47,04777 | 0,97773 | 1,037742 | NE | -0,06001 |
| **25.** | **D53** | 91,6 | 2272 | 189 | 227,8861 | 0,829362 | 0,896548 | NE | -0,06719 |
| **26.** | **D307** | 23,8 | 2758 | 66 | 71,87624 | 0,918245 | 0,990804 | NE | -0,07256 |
| **27.** | **D41** | 82,9 | 2911 | 212 | 264,2475 | 0,802278 | 0,888066 | NE | -0,08579 |
| **28.** | **D49** | 19,2 | 1162 | 26 | 24,42989 | 1,06427 | 1,150329 | NE | -0,08606 |
| **29.** | **D121** | 14 | 2215 | 34 | 33,95595 | 1,001297 | 1,091437 | NE | -0,09014 |
| **30.** | **D102** | 48,1 | 8309 | 323 | 437,6309 | 0,738065 | 0,86358 | NE | -0,12552 |
| **31.** | **D218** | 57,2 | 207 | 15 | 12,96524 | 1,15694 | 1,298925 | NE | -0,14198 |
| **32.** | **D50** | 104,2 | 1587 | 134 | 181,0751 | 0,740024 | 0,911084 | NE | -0,17106 |
| **33.** | **D209** | 17,3 | 8888 | 123 | 168,3698 | 0,730535 | 0,916056 | NE | -0,18552 |
| **34.** | **D7** | 115,2 | 4537 | 381 | 572,3153 | 0,665717 | 0,852925 | NE | -0,18721 |
| **35.** | **D203** | 11,2 | 933 | 13 | 11,44231 | 1,136134 | 1,335045 | NE | -0,19891 |
| **36.** | **D6** | 134,5 | 1173 | 121 | 172,7565 | 0,700408 | 0,914277 | NE | -0,21387 |
| **37.** | **D303** | 13,5 | 7564 | 82 | 111,8148 | 0,733355 | 0,94785 | NE | -0,21449 |
| **38.** | **D23** | 103,9 | 2036 | 153 | 231,6367 | 0,660517 | 0,889921 | NE | -0,2294 |
| **39.** | **D216** | 25 | 1871 | 41 | 51,21863 | 0,80049 | 1,03097 | NE | -0,23048 |
| **40.** | **D34** | 78,5 | 3132 | 176 | 269,2189 | 0,653743 | 0,887044 | NE | -0,2333 |
| **41.** | **D213** | 26,7 | 2288 | 51 | 66,89311 | 0,76241 | 0,998789 | NE | -0,23638 |
| **42.** | **D223** | 4,6 | 776 | 6 | 3,908712 | 1,535033 | 1,783023 | NE | -0,24799 |
| **43.** | **D414** | 64,7 | 1976 | 95 | 139,9927 | 0,678607 | 0,929553 | NE | -0,25095 |
| **44.** | **D306** | 27,5 | 5162 | 104 | 155,4407 | 0,669065 | 0,92174 | NE | -0,25267 |
| **45.** | **D52** | 41,1 | 1192 | 41 | 53,64536 | 0,764279 | 1,025323 | NE | -0,26104 |
| **46.** | **D9** | 10,9 | 7650 | 59 | 91,30658 | 0,646175 | 0,966305 | NE | -0,32013 |

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **47.** | **D1** | 421,2 | 5249 | 1179 | 2420,912 | 0,487006 | 0,815088 | NE | -0,32808 |
| **48.** | **D110** | 41,6 | 1282 | 40 | 58,39766 | 0,684959 | 1,014746 | NE | -0,32979 |
| **49.** | **D24** | 75,5 | 4344 | 191 | 359,1293 | 0,531842 | 0,872426 | NE | -0,34058 |
| **50.** | **D42** | 90,3 | 932 | 57 | 92,15476 | 0,618525 | 0,965419 | NE | -0,34689 |
| **51.** | **D3** | 218,4 | 5011 | 566 | 1198,371 | 0,472308 | 0,823406 | NE | -0,3511 |
| **52.** | **D59** | 53,9 | 1294 | 48 | 76,37253 | 0,628498 | 0,984294 | NE | -0,3558 |
| **53.** | **D60** | 66 | 4435 | 166 | 320,5175 | 0,517913 | 0,877938 | NE | -0,36003 |
| **54.** | **D66** | 90,1 | 5084 | 241 | 501,5849 | 0,480477 | 0,851964 | NE | -0,37149 |
| **55.** | **D32** | 49,7 | 643 | 25 | 34,99302 | 0,714428 | 1,086566 | NE | -0,37214 |
| **56.** | **D5** | 123,1 | 1981 | 136 | 267,0279 | 0,50931 | 0,887491 | NE | -0,37818 |
| **57.** | **D58** | 43 | 4190 | 101 | 197,2862 | 0,511947 | 0,905459 | NE | -0,39351 |
| **58.** | **D502** | 17,3 | 1861 | 24 | 35,25385 | 0,680777 | 1,085376 | NE | -0,4046 |
| **59.** | **D25** | 83,6 | 2110 | 96 | 193,1536 | 0,497014 | 0,906825 | NE | -0,40981 |
| **60.** | **D29** | 49,8 | 3026 | 83 | 165,0108 | 0,502997 | 0,917467 | NE | -0,41447 |
| **61.** | **D62** | 89,5 | 1434 | 72 | 140,5356 | 0,512326 | 0,929257 | NE | -0,41693 |
| **62.** | **D207** | 14,5 | 2286 | 24 | 36,29597 | 0,661231 | 1,080754 | NE | -0,41952 |
| **63.** | **D501** | 20,3 | 3744 | 45 | 83,2235 | 0,540713 | 0,966919 | NE | -0,42621 |
| **64.** | **D20** | 50,4 | 4082 | 103 | 225,2774 | 0,457214 | 0,897235 | NE | -0,44002 |
| **65.** | **D45** | 43,6 | 1953 | 48 | 93,24013 | 0,5148 | 0,964303 | NE | -0,4495 |
| **66.** | **D55** | 48,6 | 6716 | 151 | 357,4054 | 0,422489 | 0,872652 | NE | -0,45016 |
| **67.** | **D39** | 37,3 | 2022 | 42 | 82,58556 | 0,508564 | 0,969212 | NE | -0,46065 |
| **68.** | **D214** | 28,8 | 1623 | 29 | 51,18293 | 0,566595 | 1,031389 | NE | -0,46479 |
| **69.** | **D503** | 16,2 | 3157 | 31 | 56,00202 | 0,553551 | 1,019906 | NE | -0,46635 |
| **70.** | **D518** | 34 | 4984 | 80 | 185,5543 | 0,431141 | 0,909455 | NE | -0,47831 |
| **71.** | **D113** | 39,4 | 2235 | 45 | 96,42461 | 0,466686 | 0,961142 | NE | -0,49446 |
| **72.** | **D507** | 15,6 | 2936 | 27 | 50,15275 | 0,538355 | 1,034061 | NE | -0,49571 |
| **73.** | **D118** | 43,5 | 1637 | 37 | 77,9744 | 0,474515 | 0,974097 | NE | -0,49958 |
| **74.** | **D47** | 94,5 | 1047 | 48 | 108,3409 | 0,443046 | 0,943172 | NE | -0,50013 |
| **75.** | **D70** | 21,6 | 3898 | 42 | 92,1955 | 0,455554 | 0,965377 | NE | -0,50982 |
| **76.** | **D57** | 35,9 | 852 | 19 | 33,49255 | 0,56729 | 1,093688 | NE | -0,5264 |
| **77.** | **D516** | 14,4 | 355 | 6 | 5,59764 | 1,07188 | 1,600539 | NE | -0,52866 |
| **78.** | **D44** | 50,5 | 2294 | 49 | 126,8525 | 0,386276 | 0,927922 | NE | -0,54165 |
| **79.** | **D302** | 10 | 10167 | 41 | 111,3287 | 0,368279 | 0,948226 | NE | -0,57995 |
| **80.** | **D201** | 7,1 | 2194 | 11 | 17,05725 | 0,644887 | 1,228071 | NE | -0,58318 |
| **81.** | **D48** | 20,8 | 4012 | 35 | 91,37731 | 0,383027 | 0,966231 | NE | -0,5832 |
| **82.** | **D54** | 13,5 | 1371 | 12 | 20,26681 | 0,592101 | 1,188818 | NE | -0,59672 |
| **83.** | **D424** | 17,6 | 6371 | 41 | 122,7819 | 0,333925 | 0,93997 | NE | -0,60604 |
| **84.** | **D2** | 347,5 | 5978 | 467 | 2274,704 | 0,205301 | 0,816214 | NE | -0,61091 |
| **85.** | **D115** | 11,4 | 1272 | 10 | 15,87838 | 0,629787 | 1,245525 | NE | -0,61574 |
| **86.** | **D220** | 28,9 | 2451 | 28 | 77,56312 | 0,360996 | 0,982668 | NE | -0,62167 |
| **87.** | **D415** | 7,2 | 386 | 4 | 3,043224 | 1,314396 | 1,936105 | NE | -0,62171 |
| **88.** | **D36** | 107,8 | 2393 | 67 | 282,4721 | 0,237192 | 0,884453 | NE | -0,64726 |
| **89.** | **D200** | 11,8 | 4725 | 22 | 61,05173 | 0,36035 | 1,009396 | NE | -0,64905 |

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | Ukupan broj PN | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **90.** | **D205** | 24,6 | 4161 | 33 | 112,0849 | 0,29442 | 0,947642 | NE | -0,65322 |
| **91.** | **D64** | 26,9 | 3433 | 30 | 101,1207 | 0,296675 | 0,95676 | NE | -0,66008 |
| **92.** | **D35** | 46 | 3962 | 45 | 199,5659 | 0,225489 | 0,904724 | NE | -0,67924 |
| **93.** | **D522** | 13,2 | 1907 | 11 | 27,56378 | 0,399074 | 1,127496 | NE | -0,72842 |
| **94.** | **D22** | 42,7 | 2618 | 25 | 122,4085 | 0,204234 | 0,94022 | NE | -0,73599 |
| **95.** | **D30** | 81,2 | 10323 | 87 | 917,8592 | 0,094786 | 0,837378 | NE | -0,74259 |
| **96.** | **D301** | 5,8 | 4712 | 11 | 29,92591 | 0,367574 | 1,112787 | NE | -0,74521 |
| **97.** | **D212** | 22,1 | 1742 | 13 | 42,15553 | 0,308382 | 1,058128 | NE | -0,74975 |
| **98.** | **D28** | 70,7 | 4457 | 37 | 345,0453 | 0,107232 | 0,874328 | NE | -0,7671 |
| **99.** | **D227** | 19,4 | 2607 | 14 | 55,3805 | 0,252797 | 1,0213 | NE | -0,7685 |
| **100.** | **D43** | 78,1 | 3787 | 34 | 323,8623 | 0,104983 | 0,877421 | NE | -0,77244 |
| **101.** | **D500** | 23,6 | 1813 | 12 | 46,85155 | 0,256128 | 1,043227 | NE | -0,7871 |
| **102.** | **D210** | 24,3 | 735 | 8 | 19,55725 | 0,409056 | 1,196625 | NE | -0,78757 |
| **103.** | **D26** | 88,5 | 1695 | 16 | 164,2582 | 0,097408 | 0,91779 | NE | -0,82038 |
| **104.** | **D401** | 1,6 | 2591 | 4 | 4,539432 | 0,881168 | 1,702161 | NE | -0,82099 |
| **105.** | **D69** | 53,4 | 956 | 11 | 55,90019 | 0,196779 | 1,020132 | NE | -0,82335 |
| **106.** | **D75** | 101,7 | 5666 | 2 | 630,9743 | 0,00317 | 0,849399 | NE | -0,84623 |
| **107.** | **D37** | 33,3 | 7478 | 9 | 272,6741 | 0,033006 | 0,88635 | NE | -0,85334 |
| **108.** | **D109** | 41,9 | 321 | 6 | 14,72764 | 0,407397 | 1,264635 | NE | -0,85724 |
| **109.** | **D519** | 16,2 | 1316 | 7 | 23,34452 | 0,299856 | 1,159328 | NE | -0,85947 |
| **110.** | **D31** | 56,2 | 2450 | 6 | 150,7706 | 0,039796 | 0,923973 | NE | -0,88418 |
| **111.** | **D219** | 31,7 | 563 | 5 | 19,54257 | 0,255852 | 1,196791 | NE | -0,94094 |
| **112.** | **D204** | 6,3 | 1082 | 4 | 7,464177 | 0,535893 | 1,480171 | NE | -0,94428 |
| **113.** | **D224** | 34,2 | 1421 | 2 | 53,21503 | 0,037583 | 1,026352 | NE | -0,98877 |
| **114.** | **D510** | 3 | 4520 | 3 | 14,8482 | 0,202045 | 1,262524 | NE | -1,06048 |
| **115.** | **D417** | 2,3 | 4323 | 3 | 10,88748 | 0,275546 | 1,350147 | NE | -1,0746 |
| **116.** | **D211** | 2 | 248 | 1 | 0,54312 | 1,841214 | 4,048724 | NE | -2,20751 |

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26]

Usporedbom dva razdoblja, odnosno dobivenih rezultata iz tablice 4 i tablice 5, vidljiv je napredak što se tiče povećanja sigurnosti cestovnog prometa, a očituje se u smanjenju razlike između stope prometnih nesreća i kritične razine prometnih nesreća. Primjetno je da visoki utjecaj na identifikaciju opasnih prometnica ima prometno opterećenje, budući da pojedine državne ceste s većim brojem prometnih nesreća, ali i većim prometnim opterećenjem nisu identificirane kao opasne. Isto tako, vidljivo je i da su pojedine državne ceste s malim brojem prometnih nesreća identificirane kao opasne zbog manjeg prometnog opterećenja, ali i kraćih dionica. Tako se najopasnija državna cesta D8 (Jadranska magistrala), gledano po ukupnom broju prometnih nesreća, upotrebom *Rate Quality Control* metode

smješta na tek devetnaesto (2010. – 2012.), odnosno šesnaesto mjesto (2012. – 2014.) prema stupnju opasnosti.

## 6.2. Klasifikacija državnih cesta prema broju prometnih nesreća s poginulim osobama

Da bi se još detaljnije pristupilo analizi sigurnosti cestovnog prometa, odrađena je klasifikacija državnih cesta prema broju prometnih nesreća s poginulim osobama. Tijekom oba promatrana razdoblja, na 72 državne ceste se dogodila barem jedna prometna nesreća s poginulim osobama, te su te ceste obuhvaćene analizom, a rezultati prikazani u tablici 6 i tablici 7.

U prvom razdoblju identificirano je 5 opasnih državnih cesta, odnosno 7% od ukupnog broja obrađenih, dok je su drugom razdoblju identificirane 4 opasne državne ceste, odnosno 5,5% od ukupnog broja obrađenih cesta. Treba međutim uzeti u obzir da državna cesta D40 (Čvorište sv. Kuzam – D8 – luka Bakar), koja u prvom razdoblju kotira kao visoko opasna, u drugom razdoblju uopće nije obrađena zbog nedostatka podataka o brojanju prometa na navedenoj dionici.

Kao najopasnija državna cesta pokazala se D56 (Drniš – Muć – Čvorište Klis – Grlo), koja se nalazi na prvom mjestu za oba promatrana razdoblja, te nije primjetan napredak glede povećanja cestovne prometne sigurnosti, budući da se razlika između stope prometnih nesreća i kritične razine u drugom razdoblju čak (neznatno) povećala. Međutim, napredak je vidljiv ako se uzme u obzir državna cesta D213 (D2 – G.P. Erdut (gr. R. Srbije)), koja je u prvom razdoblju identificirana kao opasna, dok se u drugom razdoblju nalazi na 55. mjestu, ponajviše zbog smanjenja broja prometnih nesreća s poginulima s pet na jednu, uzevši u obzir da je PGDP ostao gotovo nepromijenjen. Državne ceste D205 (G.P. Razvor (gr. R. Slovenije) – Kumrovec – Klanjec – Gubaševo) i D315 (Trogir – Pantana), međutim, bilježe negativan trend porasta broja prometnih nesreća s poginulim osobama u drugom razdoblju u odnosu na prvo, te su u drugom razdoblju identificirane kao opasne.

Tablica 6. Klasifikacija državnih cesta u RH prema broju nesreća s poginulim osobama za razdoblje 2010. – 2012. godine

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | PN s poginulima | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1.** | **D56** | 53,1 | 1915 | 9 | 111,3467 | 0,080829 | 0,048214 | DA | 0,032614 |
| **2.** | **D40** | 3,1 | 8429 | 3 | 28,61224 | 0,10485 | 0,085758 | DA | 0,019093 |
| **3.** | **D213** | 26,7 | 2219 | 5 | 64,87579 | 0,07707 | 0,05926 | DA | 0,017811 |
| **4.** | **D51** | 50,3 | 1599 | 5 | 88,07052 | 0,056773 | 0,052542 | DA | 0,004231 |
| **5.** | **D48** | 20,8 | 4076 | 5 | 92,83498 | 0,053859 | 0,051513 | DA | 0,002346 |
| **6.** | **D8** | 643,8 | 5495 | 84 | 3873,761 | 0,021684 | 0,022886 | NE | -0,0012 |
| **7.** | **D33** | 73,3 | 2325 | 7 | 186,6126 | 0,037511 | 0,040658 | NE | -0,00315 |
| **8.** | **D515** | 32,7 | 1410 | 3 | 50,48717 | 0,059421 | 0,065874 | NE | -0,00645 |
| **9.** | **D1** | 421,2 | 4416 | 32 | 2036,721 | 0,015712 | 0,024625 | NE | -0,00891 |
| **10.** | **D53** | 91,6 | 2258 | 6 | 226,4819 | 0,026492 | 0,038387 | NE | -0,01189 |
| **11.** | **D25** | 83,6 | 1818 | 5 | 166,4234 | 0,030044 | 0,042132 | NE | -0,01209 |
| **12.** | **D3** | 218,4 | 5835 | 19 | 1395,429 | 0,013616 | 0,025966 | NE | -0,01235 |
| **13.** | **D303** | 13,5 | 7919 | 4 | 117,0626 | 0,03417 | 0,047371 | NE | -0,0132 |
| **14.** | **D315** | 2,7 | 9269 | 2 | 27,4038 | 0,072983 | 0,087614 | NE | -0,01463 |
| **15.** | **D38** | 120,7 | 1575 | 5 | 208,1622 | 0,02402 | 0,039344 | NE | -0,01532 |
| **16.** | **D102** | 48,1 | 8095 | 7 | 426,3596 | 0,016418 | 0,032551 | NE | -0,01613 |
| **17.** | **D5** | 123,1 | 1746 | 5 | 235,3512 | 0,021245 | 0,037967 | NE | -0,01672 |
| **18.** | **D7** | 115,2 | 5261 | 8 | 663,6436 | 0,012055 | 0,029571 | NE | -0,01752 |
| **19.** | **D66** | 90,1 | 5929 | 7 | 584,9522 | 0,011967 | 0,030346 | NE | -0,01838 |
| **20.** | **D2** | 347,5 | 5926 | 13 | 2254,917 | 0,005765 | 0,024308 | NE | -0,01854 |
| **21.** | **D50** | 104,2 | 1630 | 4 | 185,9814 | 0,021508 | 0,0407 | NE | -0,01919 |
| **22.** | **D55** | 48,6 | 7156 | 5 | 380,8209 | 0,01313 | 0,033441 | NE | -0,02031 |
| **23.** | **D34** | 78,5 | 3185 | 4 | 273,7746 | 0,014611 | 0,036404 | NE | -0,02179 |
| **24.** | **D58** | 43 | 3226 | 3 | 151,8962 | 0,01975 | 0,043384 | NE | -0,02363 |
| **25.** | **D62** | 89,5 | 1797 | 3 | 176,1105 | 0,017035 | 0,041391 | NE | -0,02436 |
| **26.** | **D518** | 34 | 4952 | 3 | 184,363 | 0,016272 | 0,040809 | NE | -0,02454 |
| **27.** | **D46** | 73 | 2924 | 3 | 233,7299 | 0,012835 | 0,038042 | NE | -0,02521 |
| **28.** | **D60** | 66 | 3889 | 3 | 281,058 | 0,010674 | 0,036147 | NE | -0,02547 |
| **29.** | **D24** | 75,5 | 4357 | 3 | 360,2041 | 0,008329 | 0,033902 | NE | -0,02557 |
| **30.** | **D30** | 81,2 | 13839 | 1 | 1230,481 | 0,000813 | 0,026477 | NE | -0,02566 |
| **31.** | **D525** | 25,6 | 1906 | 2 | 53,42899 | 0,037433 | 0,064282 | NE | -0,02685 |
| **32.** | **D52** | 41,1 | 1201 | 2 | 54,0504 | 0,037002 | 0,063965 | NE | -0,02696 |
| **33.** | **D28** | 70,7 | 5607 | 2 | 434,0743 | 0,004608 | 0,032415 | NE | -0,02781 |
| **34.** | **D110** | 41,6 | 1321 | 2 | 60,17419 | 0,033237 | 0,06113 | NE | -0,02789 |
| **35.** | **D43** | 78,1 | 4415 | 2 | 377,5686 | 0,005297 | 0,033511 | NE | -0,02821 |
| **36.** | **D36** | 107,8 | 2657 | 2 | 313,6349 | 0,006377 | 0,035114 | NE | -0,02874 |
| **37.** | **D116** | 76,4 | 927 | 2 | 77,55097 | 0,025789 | 0,055176 | NE | -0,02939 |
| **38.** | **D106** | 73,8 | 2888 | 2 | 233,3822 | 0,00857 | 0,038058 | NE | -0,02949 |
| **39.** | **D59** | 53,9 | 1367 | 2 | 80,68102 | 0,024789 | 0,054334 | NE | -0,02954 |
| **40.** | **D20** | 50,4 | 4032 | 2 | 222,518 | 0,008988 | 0,038583 | NE | -0,02959 |
| **41.** | **D35** | 46 | 4068 | 2 | 204,9052 | 0,009761 | 0,039528 | NE | -0,02977 |

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | PN s poginulima | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **42.** | **D45** | 43,6 | 1889 | 2 | 90,18464 | 0,022177 | 0,052074 | NE | -0,0299 |
| **43.** | **D306** | 27,5 | 5972 | 2 | 179,8319 | 0,011122 | 0,041123 | NE | -0,03 |
| **44.** | **D29** | 49,8 | 3210 | 2 | 175,0445 | 0,011426 | 0,041469 | NE | -0,03004 |
| **45.** | **D9** | 10,9 | 8053 | 2 | 96,11658 | 0,020808 | 0,050853 | NE | -0,03004 |
| **46.** | **D31** | 56,2 | 2684 | 2 | 165,1707 | 0,012109 | 0,042233 | NE | -0,03012 |
| **47.** | **D205** | 24,6 | 4575 | 2 | 123,2368 | 0,016229 | 0,046532 | NE | -0,0303 |
| **48.** | **D23** | 103,9 | 2601 | 1 | 295,9171 | 0,003379 | 0,035653 | NE | -0,03227 |
| **49.** | **D41** | 82,9 | 3031 | 1 | 275,1405 | 0,003635 | 0,036355 | NE | -0,03272 |
| **50.** | **D44** | 50,5 | 3448 | 1 | 190,6658 | 0,005245 | 0,040393 | NE | -0,03515 |
| **51.** | **D27** | 96,9 | 1700 | 1 | 180,3794 | 0,005544 | 0,041085 | NE | -0,03554 |
| **52.** | **D209** | 17,3 | 8803 | 1 | 166,7596 | 0,005997 | 0,042105 | NE | -0,03611 |
| **53.** | **D6** | 134,5 | 1105 | 1 | 162,7416 | 0,006145 | 0,042432 | NE | -0,03629 |
| **54.** | **D414** | 64,7 | 1944 | 1 | 137,7256 | 0,007261 | 0,044808 | NE | -0,03755 |
| **55.** | **D302** | 10 | 10890 | 1 | 119,2455 | 0,008386 | 0,047066 | NE | -0,03868 |
| **56.** | **D100** | 80,5 | 1333 | 1 | 117,5006 | 0,008511 | 0,047309 | NE | -0,0388 |
| **57.** | **D39** | 37,3 | 2515 | 1 | 102,7214 | 0,009735 | 0,04963 | NE | -0,03989 |
| **58.** | **D501** | 20,3 | 4603 | 1 | 102,3178 | 0,009773 | 0,049701 | NE | -0,03993 |
| **59.** | **D113** | 39,4 | 2193 | 1 | 94,6126 | 0,010569 | 0,05115 | NE | -0,04058 |
| **60.** | **D217** | 3 | 1868 | 1 | 6,13638 | 0,162963 | 0,207506 | NE | -0,04454 |
| **61.** | **D216** | 25 | 2133 | 1 | 58,39088 | 0,017126 | 0,061904 | NE | -0,04478 |
| **62.** | **D212** | 22,1 | 1918 | 1 | 46,41464 | 0,021545 | 0,068354 | NE | -0,04681 |
| **63.** | **D500** | 23,6 | 1774 | 1 | 45,84371 | 0,021813 | 0,068731 | NE | -0,04692 |
| **64.** | **D57** | 35,9 | 951 | 1 | 37,38429 | 0,026749 | 0,075424 | NE | -0,04867 |
| **65.** | **D208** | 6,9 | 993 | 1 | 7,502612 | 0,133287 | 0,182384 | NE | -0,0491 |
| **66.** | **D301** | 5,8 | 4779 | 1 | 30,35143 | 0,032947 | 0,083308 | NE | -0,05036 |
| **67.** | **D49** | 19,2 | 1270 | 1 | 26,70048 | 0,037453 | 0,088761 | NE | -0,05131 |
| **68.** | **D519** | 16,2 | 1431 | 1 | 25,38451 | 0,039394 | 0,091051 | NE | -0,05166 |
| **69.** | **D507** | 15,6 | 1372 | 1 | 23,4365 | 0,042668 | 0,094842 | NE | -0,05217 |
| **70.** | **D69** | 53,4 | 314 | 1 | 18,36052 | 0,054465 | 0,107884 | NE | -0,05342 |
| **71.** | **D203** | 11,2 | 996 | 1 | 12,21494 | 0,081867 | 0,135638 | NE | -0,05377 |
| **72.** | **D109** | 41,9 | 317 | 1 | 14,54412 | 0,068756 | 0,122712 | NE | -0,05396 |

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26]

Iz navedenih rezultata u tablici 6 i tablici 7 vidljivo je da gotovo presudan utjecaj na klasifikaciju državne ceste kao opasne ima visok broj prometnih nesreća s poginulima po kilometru ceste, a razlika između stope prometnih nesreća i kritične stope će biti gotovo uvijek veća u korist državne ceste s manjim prometnim opterećenjem. To je najbolje vidljivo iz primjera dvije najopasnije državne ceste iz tablice 7, odnosno za promatrano razdoblje 2012. – 2014. Na državnoj cesti D56 se prometna nesreća dogodi u prosjeku na gotovo

svakom šestom kilometru, dok se na državnoj cesti D315 prometna nesreća dogodi u prosjeku svaki kilometar. Budući da državna cesta D56 ima četiri puta manje prometno opterećenje nego državna cesta D315, upotrebom metode *Rate Quality Control* klasificirana je kao opasnija.

Tablica 7. Klasifikacija državnih cesta u RH prema broju nesreća s poginulim osobama za razdoblje 2012. – 2014. godine

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | PN s poginulima | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1.** | **D56** | 53,1 | 1631 | 9 | 94,83368 | 0,094903 | 0,043156 | DA | 0,051747353 |
| **2.** | **D315** | 2,7 | 7319 | 3 | 21,63862 | 0,138641 | 0,087065 | DA | 0,051576035 |
| **3.** | **D205** | 24,6 | 4161 | 5 | 112,0849 | 0,044609 | 0,040432 | DA | 0,004176623 |
| **4.** | **D8** | 643,8 | 4909 | 69 | 3460,654 | 0,019938 | 0,018129 | DA | 0,001809244 |
| **5.** | **D48** | 20,8 | 4012 | 4 | 91,37731 | 0,043775 | 0,043802 | NE | -0,00002733 |
| **6.** | **D50** | 104,2 | 1587 | 5 | 181,0751 | 0,027613 | 0,034056 | NE | -0,00644277 |
| **7.** | **D33** | 73,3 | 2344 | 5 | 188,1376 | 0,026576 | 0,033625 | NE | -0,00704867 |
| **8.** | **D58** | 43 | 4190 | 5 | 197,2862 | 0,025344 | 0,033105 | NE | -0,00776062 |
| **9.** | **D34** | 78,5 | 3132 | 6 | 269,2189 | 0,022287 | 0,030047 | NE | -0,00776063 |
| **10.** | **D1** | 421,2 | 5249 | 27 | 2420,912 | 0,011153 | 0,018963 | NE | -0,00781058 |
| **11.** | **D46** | 73 | 2582 | 5 | 206,3922 | 0,024226 | 0,032624 | NE | -0,00839815 |
| **12.** | **D106** | 73,8 | 2747 | 5 | 221,9878 | 0,022524 | 0,031876 | NE | -0,00935178 |
| **13.** | **D102** | 48,1 | 8309 | 7 | 437,6309 | 0,015995 | 0,02628 | NE | -0,01028506 |
| **14.** | **D5** | 123,1 | 1981 | 5 | 267,0279 | 0,018725 | 0,030121 | NE | -0,01139588 |
| **15.** | **D51** | 50,3 | 1845 | 3 | 101,6198 | 0,029522 | 0,041994 | NE | -0,01247178 |
| **16.** | **D3** | 218,4 | 5011 | 10 | 1198,371 | 0,008345 | 0,021163 | NE | -0,01281794 |
| **17.** | **D2** | 347,5 | 5978 | 13 | 2274,704 | 0,005715 | 0,019126 | NE | -0,01341096 |
| **18.** | **D66** | 90,1 | 5084 | 6 | 501,5849 | 0,011962 | 0,025403 | NE | -0,01344071 |
| **19.** | **D24** | 75,5 | 4344 | 5 | 359,1293 | 0,013923 | 0,027683 | NE | -0,01376076 |
| **20.** | **D100** | 80,5 | 1288 | 3 | 113,534 | 0,026424 | 0,040235 | NE | -0,01381126 |
| **21.** | **D53** | 91,6 | 2272 | 4 | 227,8861 | 0,017553 | 0,031614 | NE | -0,01406159 |
| **22.** | **D7** | 115,2 | 4537 | 6 | 572,3153 | 0,010484 | 0,024618 | NE | -0,01413403 |
| **23.** | **D306** | 27,5 | 5162 | 3 | 155,4407 | 0,0193 | 0,03588 | NE | -0,01657973 |
| **24.** | **D507** | 15,6 | 2936 | 2 | 50,15275 | 0,039878 | 0,056797 | NE | -0,01691923 |
| **25.** | **D38** | 120,7 | 1428 | 3 | 188,7338 | 0,015895 | 0,03359 | NE | -0,0176944 |
| **26.** | **D23** | 103,9 | 2036 | 3 | 231,6367 | 0,012951 | 0,031454 | NE | -0,01850233 |
| **27.** | **D60** | 66 | 4435 | 3 | 320,5175 | 0,00936 | 0,028568 | NE | -0,01920829 |
| **28.** | **D118** | 43,5 | 1637 | 2 | 77,9744 | 0,025649 | 0,046747 | NE | -0,02109805 |
| **29.** | **D30** | 81,2 | 10323 | 1 | 917,8592 | 0,001089 | 0,022247 | NE | -0,02115744 |
| **30.** | **D39** | 37,3 | 2022 | 2 | 82,58556 | 0,024217 | 0,045645 | NE | -0,02142744 |
| **31.** | **D9** | 10,9 | 7650 | 2 | 91,30658 | 0,021904 | 0,043816 | NE | -0,02191129 |
| **32.** | **D45** | 43,6 | 1953 | 2 | 93,24013 | 0,02145 | 0,043449 | NE | -0,02199867 |
| **33.** | **D55** | 48,6 | 6716 | 2 | 357,4054 | 0,005596 | 0,02772 | NE | -0,02212367 |
| **34.** | **D28** | 70,7 | 4457 | 2 | 345,0453 | 0,005796 | 0,027988 | NE | -0,0221914 |
| **35.** | **D43** | 78,1 | 3787 | 2 | 323,8623 | 0,006175 | 0,028485 | NE | -0,02230942 |

| Rb. br. | Državna cesta | Ukupna duljina (km) | PGDP | PN s poginulima | $Q_l$ | $C_r$ | $C_{cr}$ | Opasna dionica | Razlika $C_r$ i $C_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **36.** | **D302** | 10 | 10167 | 2 | 111,3287 | 0,017965 | 0,040537 | NE | -0,02257228 |
| **37.** | **D62** | 89,5 | 1434 | 2 | 140,5356 | 0,014231 | 0,037184 | NE | -0,02295241 |
| **38.** | **D35** | 46 | 3962 | 2 | 199,5659 | 0,010022 | 0,032981 | NE | -0,02295911 |
| **39.** | **D6** | 134,5 | 1173 | 2 | 172,7565 | 0,011577 | 0,034599 | NE | -0,02302219 |
| **40.** | **D27** | 96,9 | 1549 | 2 | 164,3574 | 0,012169 | 0,035193 | NE | -0,02302429 |
| **41.** | **D36** | 107,8 | 2393 | 1 | 282,4721 | 0,00354 | 0,029624 | NE | -0,02608401 |
| **42.** | **D20** | 50,4 | 4082 | 1 | 225,2774 | 0,004439 | 0,031728 | NE | -0,02728946 |
| **43.** | **D25** | 83,6 | 2110 | 1 | 193,1536 | 0,005177 | 0,033335 | NE | -0,02815744 |
| **44.** | **D518** | 34 | 4984 | 1 | 185,5543 | 0,005389 | 0,033779 | NE | -0,02839014 |
| **45.** | **D209** | 17,3 | 8888 | 1 | 168,3698 | 0,005939 | 0,034903 | NE | -0,02896396 |
| **46.** | **D29** | 49,8 | 3026 | 1 | 165,0108 | 0,00606 | 0,035145 | NE | -0,02908474 |
| **47.** | **D31** | 56,2 | 2450 | 1 | 150,7706 | 0,006633 | 0,036266 | NE | -0,029633 |
| **48.** | **D414** | 64,7 | 1976 | 1 | 139,9927 | 0,007143 | 0,037235 | NE | -0,03009219 |
| **49.** | **D44** | 50,5 | 2294 | 1 | 126,8525 | 0,007883 | 0,038597 | NE | -0,0307137 |
| **50.** | **D303** | 13,5 | 7564 | 1 | 111,8148 | 0,008943 | 0,04047 | NE | -0,03152632 |
| **51.** | **D116** | 76,4 | 1293 | 1 | 108,1698 | 0,009245 | 0,040987 | NE | -0,03174258 |
| **52.** | **D42** | 90,3 | 932 | 1 | 92,15476 | 0,010851 | 0,043653 | NE | -0,03280171 |
| **53.** | **D220** | 28,9 | 2451 | 1 | 77,56312 | 0,012893 | 0,046851 | NE | -0,0339584 |
| **54.** | **D307** | 23,8 | 2758 | 1 | 71,87624 | 0,013913 | 0,048384 | NE | -0,03447162 |
| **55.** | **D213** | 26,7 | 2288 | 1 | 66,89311 | 0,014949 | 0,049905 | NE | -0,03495531 |
| **56.** | **D110** | 41,6 | 1282 | 1 | 58,39766 | 0,017124 | 0,052987 | NE | -0,03586306 |
| **57.** | **D105** | 22,7 | 2258 | 1 | 56,12598 | 0,017817 | 0,053942 | NE | -0,03612538 |
| **58.** | **D503** | 16,2 | 3157 | 1 | 56,00202 | 0,017856 | 0,053996 | NE | -0,03613995 |
| **59.** | **D69** | 53,4 | 956 | 1 | 55,90019 | 0,017889 | 0,054041 | NE | -0,03615194 |
| **60.** | **D52** | 41,1 | 1192 | 1 | 53,64536 | 0,018641 | 0,055063 | NE | -0,036422 |
| **61.** | **D206** | 28,7 | 1647 | 1 | 51,75945 | 0,01932 | 0,055975 | NE | -0,03665484 |
| **62.** | **D214** | 28,8 | 1623 | 1 | 51,18293 | 0,019538 | 0,056265 | NE | -0,03672731 |
| **63.** | **D515** | 32,7 | 1330 | 1 | 47,62265 | 0,020998 | 0,058187 | NE | -0,03718844 |
| **64.** | **D212** | 22,1 | 1742 | 1 | 42,15553 | 0,023722 | 0,061664 | NE | -0,03794235 |
| **65.** | **D57** | 35,9 | 852 | 1 | 33,49255 | 0,029857 | 0,069092 | NE | -0,03923427 |
| **66.** | **D517** | 27,4 | 1103 | 1 | 33,09331 | 0,030218 | 0,069513 | NE | -0,03929549 |
| **67.** | **D301** | 5,8 | 4712 | 1 | 29,92591 | 0,033416 | 0,073195 | NE | -0,03977888 |
| **68.** | **D218** | 57,2 | 207 | 1 | 12,96524 | 0,077129 | 0,117094 | NE | -0,03996472 |
| **69.** | **D72** | 2,7 | 4530 | 1 | 13,39295 | 0,074666 | 0,114824 | NE | -0,04015815 |
| **70.** | **D49** | 19,2 | 1162 | 1 | 24,42989 | 0,040933 | 0,081486 | NE | -0,04055302 |
| **71.** | **D109** | 41,9 | 321 | 1 | 14,72764 | 0,0679 | 0,108497 | NE | -0,04059793 |
| **72.** | **D519** | 16,2 | 1316 | 1 | 23,34452 | 0,042837 | 0,083518 | NE | -0,04068124 |

Izvor: izrada autora prema podacima [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26]

Opet je vidljivo, iz priloženih rezultata, da sami broj prometnih nesreća s poginulim osobama ne svrstava određenu državnu cestu u red opasnih, što se vidi iz primjera državne

ceste D8, koja ima uvjerljivo najveći broj prometnih nesreća s poginulim osobama, ali je i ujedno najdulja prometnica od svih analiziranih i ima relativno velik PGPD, što joj za nijansu omogućuje da ne bude identificirana kao opasna u prvom razdoblju, dok je u drugom razdoblju za gotovo isti minimalan iznos razlike između stope prometnih nesreća i kritične razine identificirana kao opasna.

### 6.3. Analiza dobivenih rezultata

Usporednom analizom rezultata iz tablice 4 i tablice 5 primjetno je smanjenje razlike između stope prometnih nesreća $C_r$ i kritične razine prometnih nesreća $C_{cr}$ u drugom razdoblju na velikoj većini promatranih državnih cesta, iz čega se zaključuje da je došlo do određenog povećanja cestovne prometne sigurnosti. Tako da razlika između $C_r$ i $C_{cr}$ za najopasnije državne ceste u prvom razdoblju, kada se promatra broj ukupnih prometnih nesreća bez obzira na posljedicu, D217 i D315, iznosi 3,66 za D217, odnosno 2,84 za D315, dok se u drugom promatranom razdoblju ta razlika spustila na 0,99 za državnu cestu D217, odnosno 1,78 za državnu cestu D315. Unatoč boljim rezultatima nego u prvom razdoblju, obje navedene državne ceste su i u drugom razdoblju klasificirane kao opasne.

Određeni nedostatak provođenju istraživanja cestovne prometne sigurnosti u radu predstavljala je nepotpuna baza podataka o parametrima koji su bitni za provođenje takvog istraživanja. Tako, za državne ceste koje su se pokazale kao najopasnije u drugom razdoblju, tj. za državne ceste D72 i D423, ne postoje podaci o evidentiranom brojenju prometa, pa navedene državne ceste nisu mogle biti obuhvaćene analizom sigurnosti u prvom razdoblju. Sličan je slučaj i za državnu cestu D40, koja je klasificirana kao treća najopasnija u prvom razdoblju, dok za drugo razdoblje ne postoje podaci o brojenju prometa na navedenoj državnoj cesti.

Ukoliko se pobliže prouče tablica 6 i tablica 7, vidljiv je veoma mali raspon razlike između $C_r$ i $C_{cr}$ od najopasnije do najmanje opasne državne ceste za oba promatrana razdoblja. Tako je najopasnija državna cesta kada se promatra broj prometnih nesreća s poginulim osobama u prvom razdoblju D56 s razlikom $C_r$ i $C_{cr}$ u iznosu od 0,033, dok je najmanje opasna državna cesta, također u prvom razdoblju, D109 s iznosom razlike od -0,054. Što znači da se radi o veoma sitnom rasponu od 0,087, dok taj raspon za rezultate iz tablice 4, odnosno kada se klasifikacija državnih cesta provela s obzirom na broj ukupnih prometnih

nesreća, iznosi čak 6,5 od najopasnije od najmanje opasne državne ceste. To je tako, zbog same statističke prirode *Rate Quality Control* metode, budući da se u radu za izračune iz potpoglavlja 6.1. i potpoglavlja 6.2. uzimaju isti podaci, a razlika je samo što se u prvom slučaju u obzir uzima broj ukupnih prometnih nesreća, dok se u drugom slučaju u obzir uzima broj prometnih nesreća s poginulim osobama. Kako se razlika u prvom slučaju, za svaku državnu cestu međusobno, uglavnom ogleda u stotinama, a u drugom slučaju u desetinama, pa i manje, rasponi razlika između $C_r$ i $C_{cr}$ su takvi kako je navedeno. Međutim, to također znači da se pri ovakvim istraživanjima poseban naglasak treba staviti na prometnice gdje se događaju prometne nesreće s poginulim osobama, te samim time državne ceste koje statistički nisu klasificirane kao opasne u tablici 6 i tablici 7, a razlika između $C_r$ i $C_{cr}$ im je u rasponu, recimo (-0,2; 0) trebaju biti temeljitije analizirane kako bi se otkrili i otklonili uzorci nesigurnosti.

Vidljivo je iz rezultata da će korištenjem metode *Rate Quality Control* određena prometnica biti klasificirana kao opasnija ukoliko ima što veći broj prometnih nesreća po kilometru ukupne duljine prometnice i što manje prometno opterećenje. Samim time, u primarni fokus dolaze manje frekventne, odnosno manje „poznate“ prometnice, koje možda dotad i nisu bile smatrane kao ekstremno opasne. Rezultati ovoga istraživanja mogu se iskoristiti kako bi se fokus istraživanja sigurnosti cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj prebacio na manje frekventne državne ceste, s ciljem detaljnijeg i podrobnijeg proučavanja najopasnijih, budući da uzrok nesigurnosti ne može biti cijela državna cesta u svojoj duljini, nego se vjerojatno radi o nekoliko opasnih mjesta duž državne ceste, te da bi se nakon toga pristupilo eventualnoj sanaciji i uklanjanju uzroka nesigurnosti u prometu.

# 7. Zaključak

Sigurnost korisnika u cestovnoj prometnoj mreži, jedan je od osnovnih zahtjeva prometnog sustava, a osnovni pokazatelj stanja sigurnosti u cestovnoj prometnoj mreži je broj prometnih nesreća te njihove posljedice.

Ukoliko se uzme u obzir da je iznos materijalnih gubitaka zbog prometnih nesreća, u vidu intervencija Hitne medicinske pomoći, Javnih vatrogasnih postrojbi, policije, saniranja štete na vozilima i infrastrukturi, gubitka radne sposobnosti itd., prema procjenama ekonomskih stručnjaka jednak iznosu 2 – 4% BDP-a, jasno je koliko je višestruka dobit za društvo preventivno djelovati na nastanak prometne nesreće. Budući da je preventivno djelovanje, odnosno sanacija opasnih dionica financijski zahtjevan projekt, nužno je relevantno identificirati opasne dionice kako bi financijska sredstva bila kvalitetno utrošena, čime bi se osiguralo maksimalno moguće povećanje sigurnosti korisnika cestovne mreže. Također je jako bitno voditi kvalitetnu bazu podataka o svim bitnim parametrima prometnog sustava, kako bi rezultati svih analiza sigurnosti bili što vjerodostojniji.

Za klasifikaciju državnih cesta odabrana je *Rate Quality Control* metoda koja se smatra najvjerodostojnijom za određivanje opasnih mjesta ili dionica u cestovnoj mreži budući da uzima u obzir duljinu promatrane dionice, prometno opterećenje na dionici, stopu prometnih nesreća i kritičnu razinu prometnih nesreća. Metoda pokazuje visoku točnost, jer je bazirana direktno na statističkom testiranju opasnosti svake dionice u usporedbi s drugom dionicom sličnih karakteristika.

Klasifikacija državnih cesta je napravljena prema dva kriterija, i to prema ukupnom broju prometnih nesreća na državnoj cesti i prema broju prometnih nesreća s poginulim osobama, i to za dva trogodišnja razdoblja. Vidljivo je da su se neke državne ceste pokazale kao opasne prema oba kriterija, dok su neke opasne samo prema jednom kriteriju.

Uzimajući u obzir ukupan broj prometnih nesreća na državnoj cesti kao najopasnije, u oba razdoblja, su se pokazale D217 te D315 (tablica 4 i tablica 5), dok za najopasnije državne ceste iz razdoblja 2012. – 2014., D72 i D423, ne postoje podaci o brojenju prometa za prvo razdoblje, pa te državne ceste u prvom razdoblju nisu bile obuhvaćene analizom. Isti je slučaj s cestama D40 i D512 iz tablice 4, odnosno kotiraju kao visoko opasne u razdoblju 2010. – 2012., a za godine 2013. i 2014. nisu dostupni podaci o brojanju prometa.

Kao najopasnija državna cesta, gledano prema broju prometnih nesreća s poginulim osobama, pokazala se D56, koja se nalazi na prvom mjestu za oba promatrana razdoblja, te nije primjetan napredak glede povećanja cestovne prometne sigurnosti, budući da se razlika između stope prometnih nesreća i kritične razine u drugom razdoblju čak povećala.

Analizirajući rezultate istraživanja primjetno je da će se upotrebom *Rate Quality Control* metode za identifikaciju i klasifikaciju prometnica, kao opasnije uvijek pokazati one prometnice koje imaju visok broj prometnih nesreća po kilometru duljine i što manje prometno opterećenje.

Rezultati ovog rada pokazuju da bi se fokus istraživanja sigurnosti cestovnog prometa na državnim cestama lako mogao prebaciti na neke prometnice koje dosad nisu bile u prvom planu, s ciljem detaljnijeg i podrobnijeg proučavanja uzroka nesigurnosti na prometnicama koje se klasificiraju kao opasnije od drugih. Dok su za državne ceste s najvećim ukupnim brojem prometnih nesreća već odvojena značajna sredstva za sanaciju, i pozitivni rezultati se očituju u smanjenju ukupnog broja prometnih nesreća svake godine, neke druge državne ceste (kako je prikazano u tablicama 4, 5, 6 i 7) koje imaju puno manji ukupni broj prometnih nesreća i ujedno manje prometno opterećenje se smatraju, u javnosti, puno manje opasnima. Posebno treba obratiti pozornost da je dosta relativno kratkih državnih cesta (do 10 km) koje su se pokazale kao opasne, a imaju mali broj ukupnih prometnih nesreća, i malo prometno opterećenje.

Iz svega navedenog vidljivo je koliko je bitno koristiti nove znanstvene metode istraživanja cestovne prometne sigurnosti, koje će omogućiti neke nove spoznaje i proširiti fokus dosadašnjeg istraživanja problema sigurnosti cestovnog prometa.

# Literatura


1. Dadić, I., Kos, G.: *Teorija i organizacija prometnih tokova*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2007.
2. Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.
3. Dacić, S., Salihović, S.: *Čovjek kao čimbenik pouzdanosti dinamičkog sustava vozač – vozilo – okolina*, Sigurnost 53, 2011.
4. Luburić, G.: *Sigurnost cestovnog i gradskog promet I – radni materijal za predavanja*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2011.
5. Klisura, F.: *Prilog određivanju efikasnosti rada sistema tehničkih pregleda vozila u cilju poboljšanja održavanja motornih vozila*, Mašinski fakultet, Univerzitet u Zenici, Zenica, 2014.
6. *Izmjena i dopuna strategije prostornog uređenja Republike Hrvatske*, Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, Zavod za prostorno planiranje, Zagreb, 2013.
7. *Zakon o cestama*, Narodne novine 51/16
8. *Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. godine*, IDOM Ingenieria y Consultoria S.A., Zagreb, 2014.
9. *Program građenja i održavanja javnih cesta za razdoblje od 2013. do 2016. godine*, Vlada Republike Hrvatske, Zagreb, 2012.
10. Šarić, Ž., Zovak, G., Koronc, N.: *Comparison of methods for determining crash hotspots in the road traffic*, Proceedings of 19. International Scientific-technical conference, Varna, Bugarska, 2011.
11. Sorensen, M., Elvik, R.: Black Spot Management and Safety Analysis of Road Networks – Best Practice Guidelines and Implementation Steps, 6th Framework Programme RIPCORD – ISEREST, 2008.
12. Zovak, G., Šarić, Ž.: *Prometno-tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijal*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2011.
13. Cheng, W., Washington, S.: *New Criteria for Evaluating Methods of Identifying Hot Spots*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2083, Transportation Research Board of the National Academies, pp. 76 – 85, 2008.

14. Šarić, Ž.: *Model identifikacije opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži (doktorska disertacija)*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.
15. Elvik, R.: *A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries*, Accident analysis and prevention, vol. 40, Elsevier, pp 1830 – 1835, 2008.
16. *Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2014.*, Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb, 2015.
17. *Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2010.*, Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb, 2011.
18. *Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2011.*, Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb, 2012.
19. *Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2012.*, Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb, 2013.
20. *Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2013.*, Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb, 2014.
21. *Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2010.*, Hrvatske ceste, d.o.o., Zagreb, 2011.
22. *Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2011.*, Hrvatske ceste, d.o.o., Zagreb, 2012.
23. *Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2012.*, Hrvatske ceste, d.o.o., Zagreb, 2013.
24. *Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2013.*, Hrvatske ceste, d.o.o., Zagreb, 2014.
25. *Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014.*, Hrvatske ceste, d.o.o., Zagreb, 2015.
26. *Odluka o razvrstavanju javnih cesta Republike Hrvatske*, Narodne novine 02/15
27. http://www.hak.hr/, Službena stranica Hrvatskog autokluba, pristupljeno 02. lipnja 2016.

## Popis slika

Slika 1. Utjecaj čovjeka i ostalih čimbenika u prometu ..... 4
Slika 2. Broj grešaka čovjeka ovisno o duljini vremena rada ..... 7
Slika 3. Procjena rizika na važnijim cestovnim pravcima u RH prema EuroRAP-u za razdoblje od 2010. do 2012. godine ..... 36

## Popis grafikona

Grafikon 1. Udio javnih cesta u prometnom sustavu Republike Hrvatske prema duljini ..... 14
Grafikon 2. Prikaz kretanja broja prometnih nesreća prema posljedicama za prošlih pola stoljeća ..... 29
Grafikon 3. Grafički prikaz svih prometnih nesreća u RH za promatrano petogodišnje razdoblje ..... 31
Grafikon 4. Odnos ukupnog broja prometnih nesreća na cestovnoj mreži RH prema prometnim nesrećama na državnim cestama ..... 32
Grafikon 5. Odnos broja PN s poginulima u ukupnom broju PN na cestovnoj mreži RH prema broju PN s poginulima na državnim cestama ..... 33
Grafikon 6. Raspodjela dionica državnih cesta u RH prema EuroRAP metodologiji za razdoblje 2007. – 2009. ..... 37

## Popis tablica

Tablica 1. Zbirni podaci o svim prometnim nesrećama u RH za promatrano petogodišnje razdoblje ..... 30
Tablica 2. Državne ceste u RH s najvećim brojem prometnih nesreća za promatrano razdoblje 2010. – 2012. godine ..... 33
Tablica 3. Državne ceste u RH s najvećim brojem prometnih nesreća za promatrani razdoblje 2012. – 2014. godine ..... 34
Tablica 4. Klasifikacija državnih cesta u RH prema stanju sigurnosti za razdoblje 2010. – 2012. godine ..... 39

Tablica 5. Klasifikacija državnih cesta u RH prema stanju sigurnosti za razdoblje 2012. – 2014. godine ..... 42
Tablica 6. Klasifikacija državnih cesta u RH prema broju nesreća s poginulim osobama za razdoblje 2010. – 2012. godine ..... 47
Tablica 7. Klasifikacija državnih cesta u RH prema broju nesreća s poginulim osobama za razdoblje 2012. – 2014. godine ..... 49

# METAPODACI

Naslov rada: Klasifikacija državnih cesta u Republici Hrvatskoj prema stanju sigurnosti cestovnog prometa

Student: Antonio Cvitanović, 0135216959

Mentor: dr. sc. Željko Šarić

Naslov na drugom jeziku (engleski):

The Classification of the State Roads in Republic of Croatia according to Road Traffic Safety

Povjerenstvo za obranu:

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

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

Zavod: Zavod za prometno-tehnička vještačenja

Vrsta studija: Diplomski

Studij: Promet

Datum obrane diplomskog rada: 05.07.2016.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanost

Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

# IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ovaj diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također da 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 Klasifikacija državnih cesta u Republici Hrvatskoj prema stanju sigurnosti cestovnog prometa, na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student:

U Zagrebu, 15.06.2016. Antonio Cvitanović