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: **2024-03-19**

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.

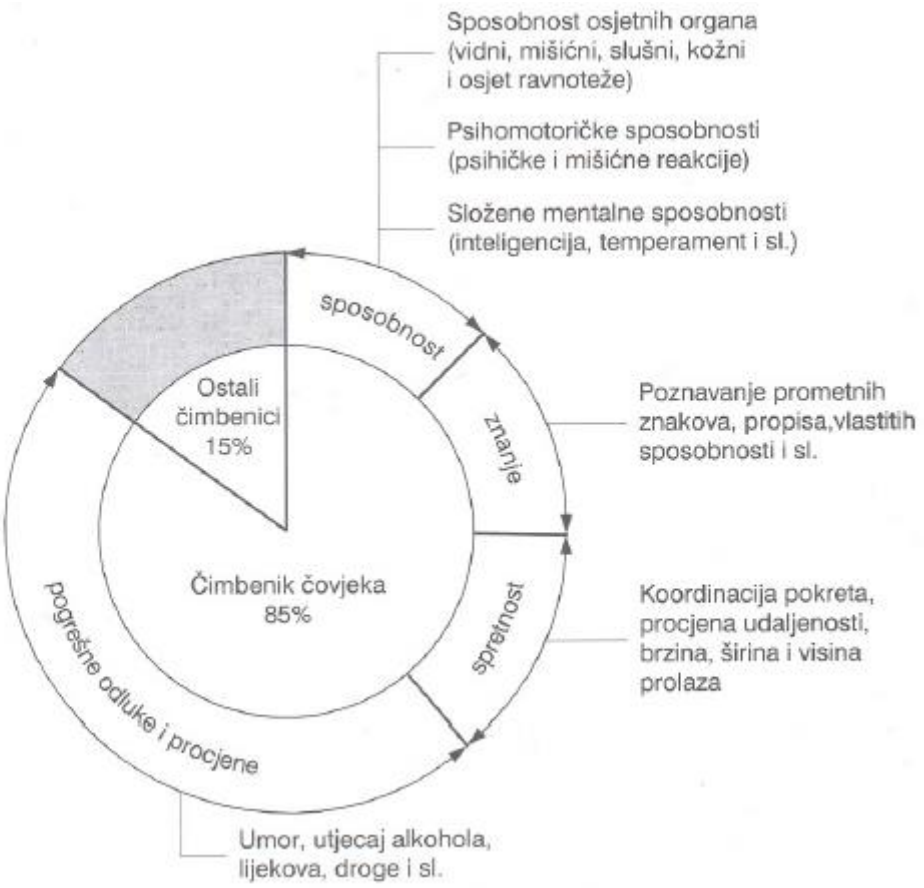
Čimbenici čovjek, vozilo, cesta su sami po sebi razumljivi. Čimbenik promet na cesti podrazumijeva utjecaj npr. pravila kretanja na cestama, upravljanje i kontrola prometa itd. Incidentan čimbenik se pojavljuje neočekivano i nesistematski, a može znatno utjecati na prometnu nesreću, npr. ulje, blato 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).

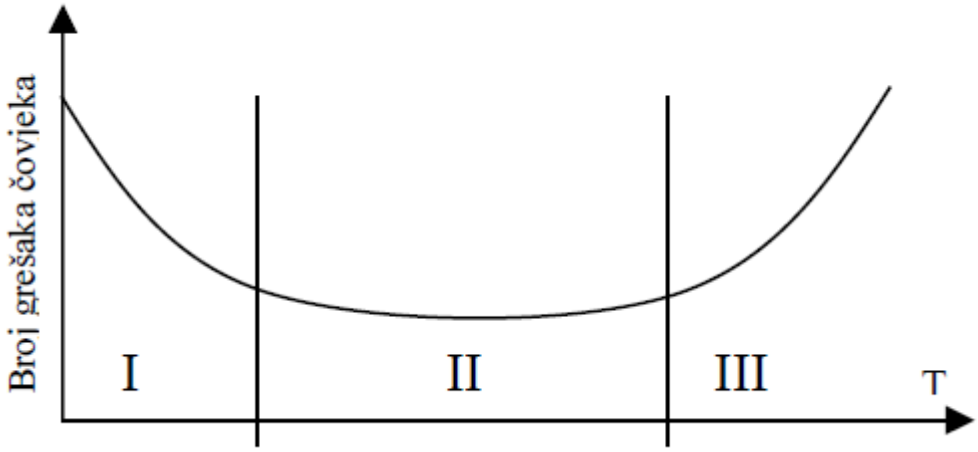
Obrazovanje vozača je također jako bitno za povećanje sigurnosti cestovnog prometa. vozač koji je stekao određeno obrazovanje poštuje prometne propise i odnosi se ozbiljno prema ostalim sudionicima u prometu. Učenjem se postiže znanje koje je nužno za normalno odvijanje prometa. Tu se može ubrojiti:

- 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:

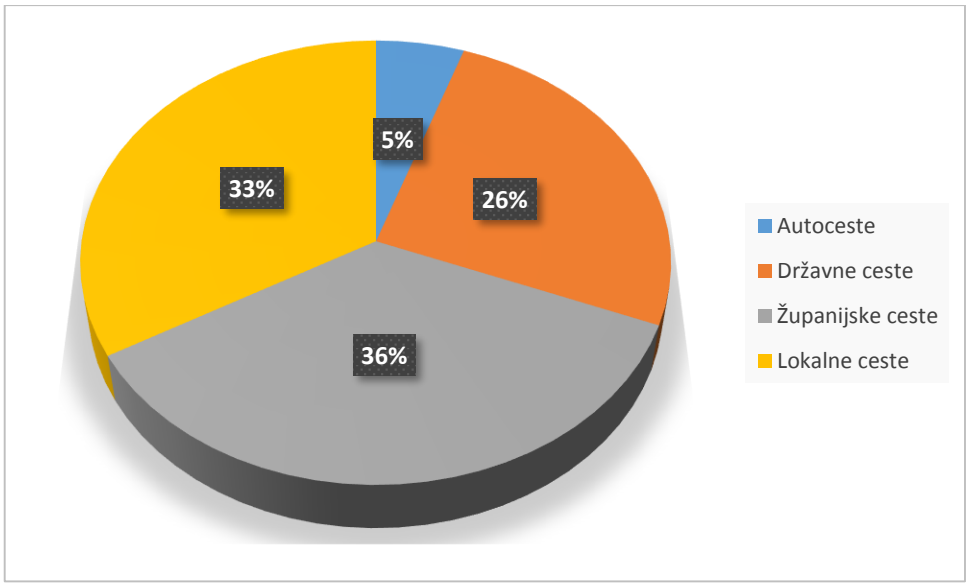
- autoceste (1.419,5 km),
- državne ceste (6.913,4 km),
- županijske ceste (9.594,9 km),
- lokalne ceste (8.939,1).

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]:

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

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]:

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

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]:

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

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]:

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

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]:

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

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]:

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

gdje je:

PGDP – prosječan godišnji dnevni promet,

a dobije se prema jednadžbi:

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

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]:

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

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.

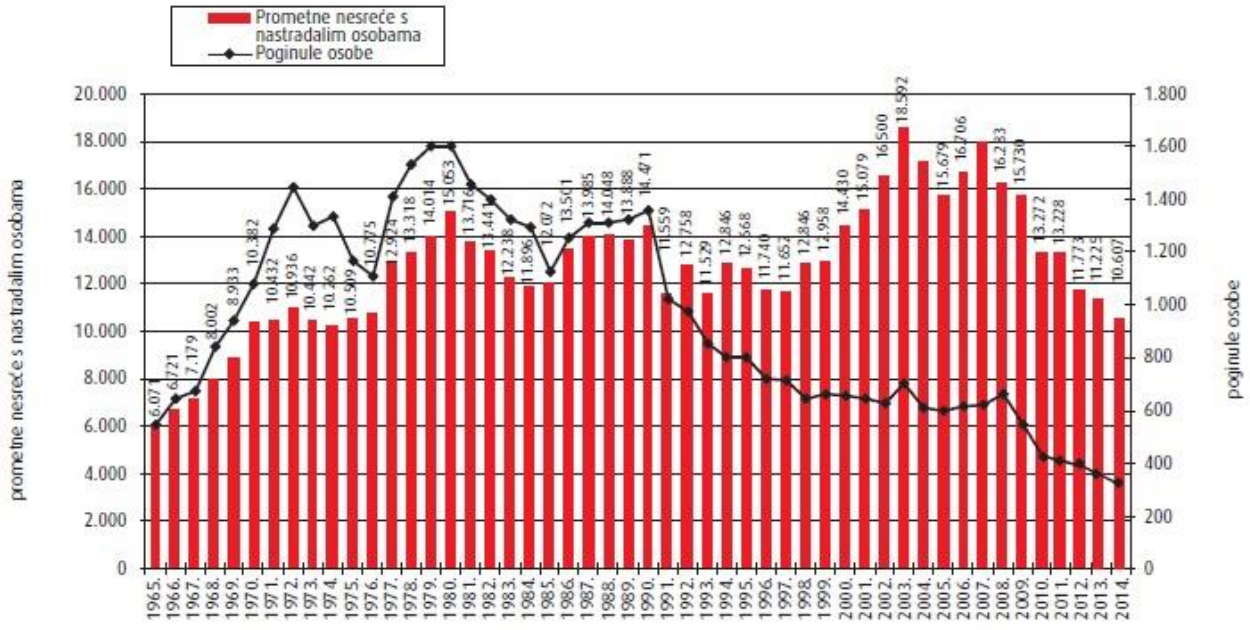
Prednosti ove metode su što uzima najbitnije podatke potrebne za identifikaciju opasnih mjesta, smanjuje eventualni veliki utjecaj lokacija s malim prometnim opterećenjem, uzima u obzir odstupanja u statističkim podacima te prikazuje jasnu usporedbu između identificiranih i neidentificiranih lokacija. 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].

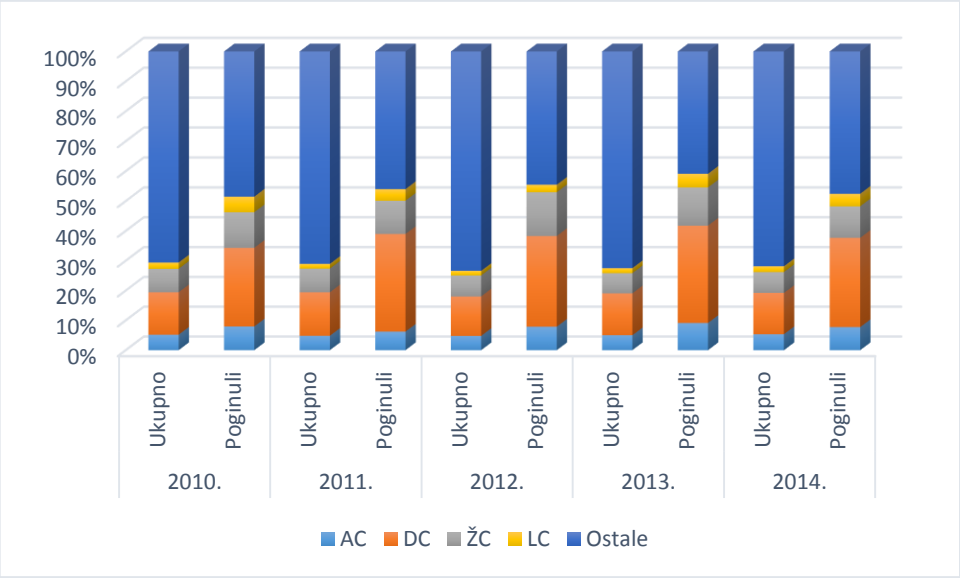
5.1. Statistički podaci o prometnim nesrećama na državnim cestama Republike Hrvatske

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]

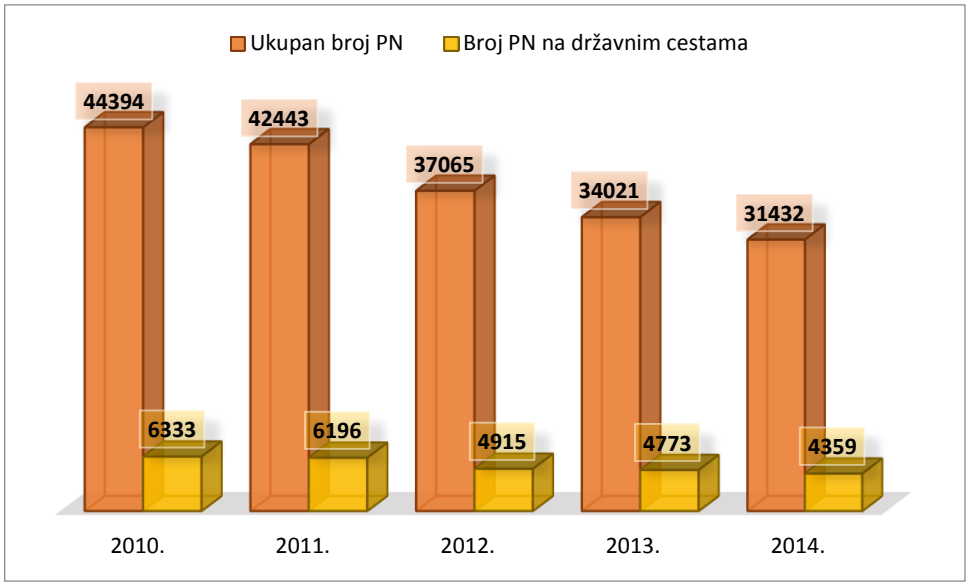


Grafikon 3. Grafički prikaz svih prometnih nesreća u RH za promatrano petogodišnje razdoblje

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.

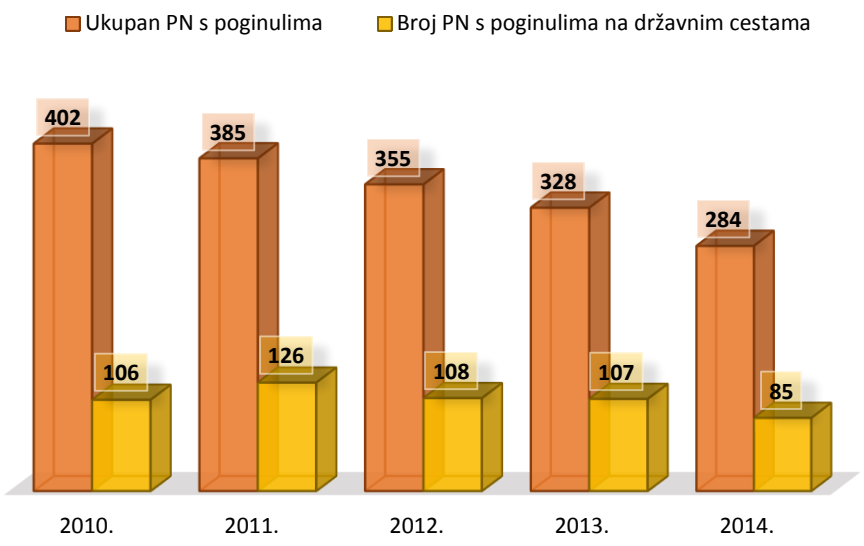


Grafikon 4. Odnos ukupnog broja prometnih nesreća na cestovnoj mreži RH prema prometnim nesrećama na državnim cestama

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

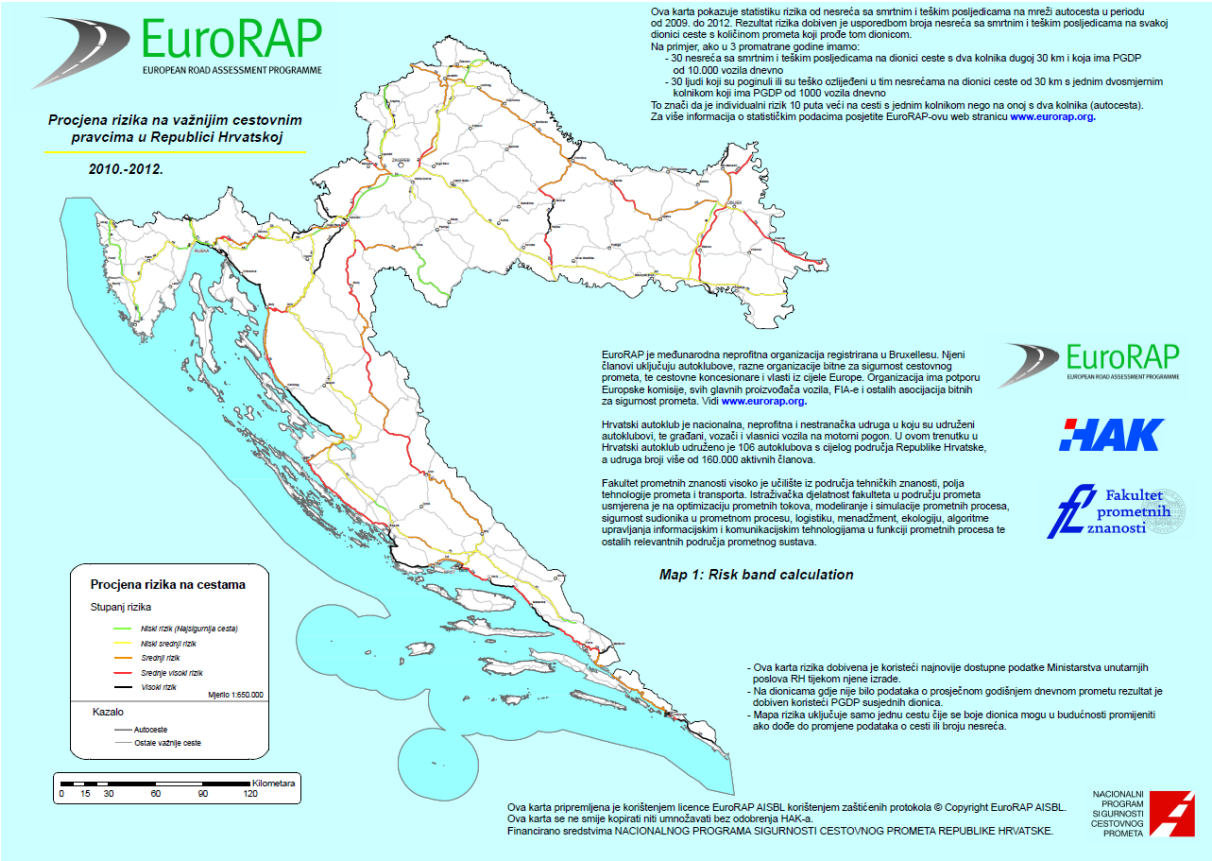
EuroRAP projekt jedan je od najvažnijih alata da se unaprijedi cestovna infrastruktura, odnosno da se smanji broj stradalih na hrvatskim cestama. EuroRAP (The European Road

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].



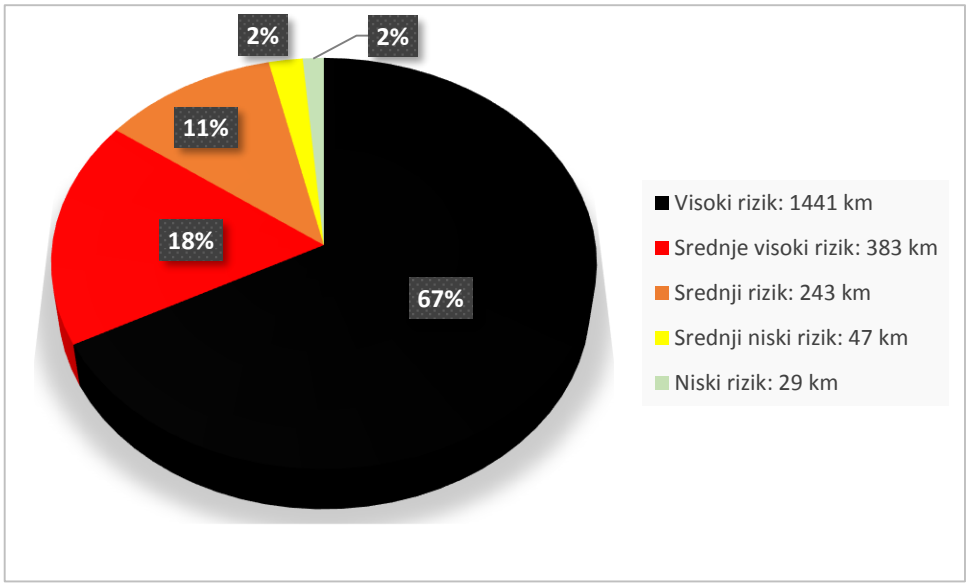
Slika 3. Procjena rizika na važnijim cestovnim pravcima u RH prema EuroRAP-u za razdoblje od 2010. do 2012. godine

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_l	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