

# Metode određivanja i saniranja opasnih mjesta na cestama

---

Jurić, Ivan

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:119:706552>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-16**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**Ivan Jurić**

**METODE UTVRĐIVANJA I SANIRANJA OPASNIH MJESTA  
NA CESTAMA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2016.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**DIPLOMSKI RAD**

**METODE UTVRĐIVANJA I SANIRANJA OPASNIH MJESTA  
NA CESTAMA**

**METHODS OF DETERMINING AND REMEDYING  
DANGEROUS PLACES ON THE ROAD**

Mentor:  
dr. sc. Rajko Horvat

Student: Ivan Jurić  
JMBAG: 0135219833

Zagreb, rujan 2016.

## Sadržaj:

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 2. OSNOVNI ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA .....   | 3  |
| 2.1. Čimbenici nastanka prometnih nesreća .....   | 3  |
| 2.2. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa .....   | 5  |
| 2.2.1 Osobne značajke vozača .....  | 6  |
| 2.2.2 Psihomotoričke sposobnosti .....  | 7  |
| 2.2.3 Mentalne sposobnosti .....  | 8  |
| 2.2.4 Obrazovanje i kultura.....  | 8  |
| 2.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa.....   | 9  |
| 2.3.1 Trasa ceste.....  | 9  |
| 2.3.2 Tehnički elementi ceste .....   | 10 |
| 2.3.3 Stanje kolnika .....  | 12 |
| 2.3.4 Oprema ceste.....   | 14 |
| 2.3.5 Rasvjeta ceste.....   | 14 |
| 2.3.6 Raskrižja .....   | 15 |
| 2.3.7 Utjecaj bočne zapreke .....   | 16 |
| 2.3.8 Održavanje ceste .....  | 16 |
| 2.4. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa .....   | 17 |
| 2.4.1 Aktivni elementi sigurnosti vozila .....  | 17 |
| 2.4.2 Pasivni elementi sigurnosti vozila .....  | 19 |
| 2.5. Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti .....  | 20 |
| 2.6. Incidentni čimbenik .....  | 21 |
| 3. ANALIZA I INTERPRETACIJA STATISTIČKIH POKAZATELJA KAO<br>ELEMENTA ZA UTVRĐIVANJE OPASNIH MJESTA NA CESTAMA ..... | 22 |
| 3.1. Učinci provedbe Nacionalnog programa do 2010. ....   | 22 |
| 3.2. Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. -<br>2020. ....                       | 24 |
| 3.3. Analiza i interpretacija podataka o prometnim nesrećama na cestama<br>Republike Hrvatske .....                 | 24 |
| 3.4. Euro RAP.....  | 34 |

|   |    |
|---|----|
| 4. NAČINI I METODE UTVRĐIVANJA ELEMENATA CESTE KAO<br>ČIMBENIKA SIGURNOSTI..... | 36 |
| 4.1. Određivanje opasnih mjesta na prometnoj mreži .....                        | 36 |
| 4.2. Prikupljanje podataka o opasnom mjestu na lokaciji nesreće .....           | 39 |
| 4.3. Digitalne karte .....  | 40 |
| 4.3.1 Vrste digitalnih karti .....  | 41 |
| 4.3.2 Označavanje prometnih nesreća na kartama.....                             | 42 |
| 4.3.3 Lociranje nesreća na kartama .....  | 43 |
| 4.3.4 Gomilanja nesreća.....  | 43 |
| 4.4. Kolektivni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica.....              | 44 |
| 4.5. Individualni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica .....           | 45 |
| 4.6. Metoda učestalosti prometnih nesreća.....                                  | 46 |
| 4.7. Metoda stope prometnih nesreća .....                                       | 47 |
| 4.8. Metoda Rate Quality Control.....   | 48 |
| 5. METODE SANIRANJA OPASNIH MJESTA NA CESTAMA .....                             | 50 |
| 5.1. Pristup saniranju opasnih mjesta .....                                     | 51 |
| 5.2. Mjere s obzirom na njihovo vrijeme trajanja.....                           | 52 |
| 5.3. Procjena učinkovitosti mjera sanacije opasnih mjesta.....                  | 55 |
| 5.4. Analiza prije i poslije.....   | 55 |
| 5.5. Metoda učinkovitosti poduzete mjere K.....                                 | 56 |
| 6. ZAKLJUČAK.....   | 57 |
| LITERATURA .....  | 59 |
| POPIS GRAFOVA .....   | 60 |
| POPIS SLIKA .....   | 60 |
| POPIS TABLICA .....   | 61 |

## **SAŽETAK**

Prilikom analize broja i posljedica prometnih nesreća i određivanja utjecaja pojedinog čimbenika na sigurnost cestovnog prometa cesta i cestovna infrastruktura u Hrvatskoj je vrlo malo zastupljena. S druge strane dokazani učinci saniranja detektiranih opasnih mjesta na cestama i dionica cesta potvrđuju opravdanost izmjena pristupa i načina evidentiranja čimbenika koji utječu na mogućnost nastanka prometnih nesreća. Primjena metoda detektiranja i načina saniranja opasnih mjesta prikazane u ovom diplomskom radu zasigurno bi znatno unaprijedile sigurnost svih sudionika u cestovnom prometu u Republici Hrvatskoj.

## **SUMMARY**

When analyzing the number and consequences of traffic accidents and determining the impact of each of factors on road safety of roads and road infrastructure in Croatia is very little represented. On the other hand the proven effects of remediation of detected dangerous places on the roads and road sections confirm the validity modification approaches and ways of recording the factors that affect the likelihood of accidents. The application of a method for detecting and ways remediation the dangerous places on the roads presented in this graduation thesis surely would significantly enhance the safety of all road traffic participants in Republic of Croatia.

# 1. UVOD

Cestovni se promet u odnosu na ostale prometne grane iznimno brzo razvio i danas je jedan od važnijih segmenta tercijarne djelatnosti gospodarskog, ekonomskog i društvenog života čovjeka. Od izuma prvog automobila do danas broj cestovnih prijevoznih sredstava neprestano se povećava. Naime već 1937. godine u svijetu je bilo oko 32 milijun osobnih automobila i oko 6,5 milijuna teretnih vozila i autobusa. Već 1975. godine broj osobnih automobila povećao se na 235 milijuna, a broj teretnih vozila i autobusa na 60 milijuna. Danas se može reći da na cestama prometuje oko 450 milijuna motornih vozila.

S takvim povećanjem cestovnog prometa povećala se mogućnost nastanka prometnih nesreće i stradavanja svih sudionika u prometu na cestama. Prema statistici, u prometnim nesrećama godišnje smrtno nastrada oko 30 000 osoba, a oko 10 milijuna osoba zadobije neku vrstu ozljede. Prometne nesreće postale su među vodećim uzrocima smrtnosti i ozljeđivanja ljudi, a uzrok za to su:

- znatno povećanje broja vozila,
- tehnička neispravnost vozila na cestama,
- nedovoljna prometna kultura vozača i pješaka,
- neprilagođenost ceste suvremenom prometu,
- nedovoljan broj prometnih znakova,
- nedostatne preventivne i kaznene mjere.<sup>1</sup>

Upravo navedeno bio je razlog odabra teme ovog diplomskog rada. Diplomski rad sastoji se od šest poglavlja.

U drugom poglavlju, analizirani su osnovni čimbenici sigurnosti cestovnog prometa koji se sastoje od 3 glavna čimbenika: čovjek, vozilo i cesta. Ovi čimbenici imaju veliki utjecaj na nastanak prometnih nesreća, a isto tako i na posljedice nastanka prometnih nesreća.

U trećem poglavlju, obavljena je analiza i interpretacija statističkih podataka o broju i posljedicama prometnih nesreća te učinak mjera koje su planirane u sklopu Nacionalnog programa za sigurnost cestovnog prometa za razdoblje od 2011. – 2015 godine.

---

<sup>1</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.

U četvrtom poglavlju, određeni su načini i metode koje se koriste za identificiranje opasna mjesta u prometnoj mreži, te način njihovog analiziranja i obilježavanja na kartama.

U petom poglavlju, predložene su metode za sanaciju opasnih mjesta na cestama kao i analiza za utvrđivanje učinkovitosti donesenih mjera.



## 2. OSNOVNI ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Jedan od glavnih čimbenika u životu suvremenog čovjeka je promet na cestama. Kako se motorni promet brzo razvijao tako su se pojavile i negativne posljedice tog naglog rasta:

- smanjenje sigurnosti,
- zagušenje cestovne mreže.

U pokušaju da se riješe te negativne posljedice pojavila se nova znanstveno - tehnička disciplina pod nazivom prometna tehnika. Uz pomoć prometne tehnike kao znanstvene discipline započelo se s istraživanjima zahtjeva prometa, propusne moći cesta i odnosa između promjenljivih prometnih veličina te primjena tih spoznaja na proces planiranja, projektiranja, eksploataciju ceste i upravljanje prometnim tokovima u cilju sigurnog i djelotvornog kretanja ljudi i dobara po cestama i cestovnoj infrastrukturi. Razvoj ove discipline počeo je kada su cestovne mreže već bile zagušene velikim brojem vozila. njezin osnovni cilj je da kontrolira i regulira promet.<sup>2</sup>

### 2.1. Čimbenici nastanka prometnih nesreća

Sigurnost prometa je od posebnog značaja za državu zbog mogućnosti utjecaja na gospodarski, ekonomski, demografski, društveni i kulturološki razvoj cjelokupne zajednice. Stupanj sigurnosti u cestovnom prometu veliki je pokazatelj prometne kulture i načina života. Potrebno je što bolje upoznati uzroke nastajanja prometnih nesreća te preventivnim djelovanjem smanjiti njihov broj.

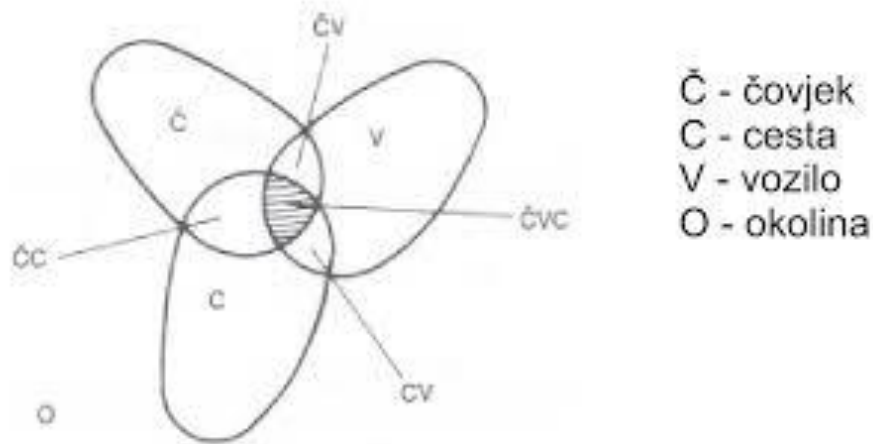
Promet kao sustav je vrlo složen i zbog toga se javlja veliki broj konfliktnih situacija u kojima ima mnogo čimbenika o kojima ovisi sigurnost prometnog sustava. Za povećanje sigurnosti prometa, potrebno je provesti brojne mjere kojima bi se otklonile ili smanjile opasnosti. Uzroci nastanka prometnih nesreća mogu se promatrati kroz tri osnovna podsustava:

- čovjek,
- vozila,
- cesta.

---

<sup>2</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.

Pomoću Venovog dijagrama (slika 1.) može se predočiti djelovanje tih triju podsustava na sigurnost prometa.



Slika 1. Vennov dijagram čimbenika sigurnosti prometa

(Izvor:

[https://www.google.hr/search?q=vennov+dijagram+u+prometu&espv=2&biw=1360&bih=667&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjoofHMwozOAhUpb5oKHROdCfwQ\\_AUIBigB#imgrc=0b1m3HXMtCh3hM%3A](https://www.google.hr/search?q=vennov+dijagram+u+prometu&espv=2&biw=1360&bih=667&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjoofHMwozOAhUpb5oKHROdCfwQ_AUIBigB#imgrc=0b1m3HXMtCh3hM%3A); kolovoz 2016.)

U strukturi cestovnog prometa može se uočiti mehanički sustav, koji se sastoji od veze „vozilo-cesta“ i biomehanički sustav koji se sastoji od veze „čovjek-vozilo“ i „čovjek-cesta“. Sa slike je uočljiva međusobna zavisnost između triju podsustava i okoline koja je također čimbenik sigurnost jer utječe na ponašanje čovjeka u prometu. U okolini, kao bitan nositelj obavijesti izdvaja se cesta. Na temelju obavijesti o cesti i subjektivne procjene vanjskih okolnosti vozač donosi odluke u prometu.

Kako ova tri osnovna čimbenika ne mogu obuhvatit sve elemente koji mogu utjecati na sigurnost prometa (pravila kretanja prometa na cestama, upravljanje i kontrola prometa i sl.), koristi se četvrti čimbenik „promet na cesti“.

Na sustav mogu utjecati i elementi koji se pojavljuju neočekivano i nesustavno. Ti elementi se javljaju u obliku atmosferskih prilika, kamenja na cesti, ulje i blato na kolniku i sl. Ovi elementi mogu se sažeti u peti čimbenik sigurnosti na cesti koji se naziva „incidentni čimbenik“.

Kada se svi ti podaci uzmu u obzir može se zaključiti da postoji pet čimbenika opasnosti od nastanka prometnih nesreća:

- čovjek,
- vozilo,
- cesta,

- promet na cesti,
- incidentni čimbenik.

Kada se govori o čimbeniku koji uzrokuje najviše prometnih nesreća onda se može utvrditi da postoje različita mišljenja. Pa tako u Hrvatskoj, prema statističkim podacima, najčešću čimbenik nastanka prometnih nesreća je vozač (oko 88%), pa cesta (7-9%) i vozilo (3-4%). U europskim zemljama ti podaci su znatno drugačiji zbog drugačijeg tretmana pri očevidu. Te zemlje utvrdile su da je za 20-30% prometnih nesreća uzrok cesta. Ako se uzme u obzir da su prometnice u tim zemljama razvijenije, može se očekivati da je cesta kao uzrok prometnih nesreća u znatno većem postotku nego što se to sad uzima.

## **2.2. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa**

Kada se prilikom analize objedine svi čimbenici sigurnosti cestovnog prometa, može se reći da je utjecaj „čovjek“ najvažniji čimbenik jer je on taj koji upravlja vozilom i donosi odluke u prometu. Vozač u prometu putem svojih osjetila prima obavijesti vezane za prilike na cesti, reagira i određuje kretanje vozila. Na dijagramu (slika 2.) u kojem su predložene glavne funkcije i procesi koji utječu na ponašanje vozača, može se uočiti slijed obrade podataka koje vozač dobiva iz okoline.

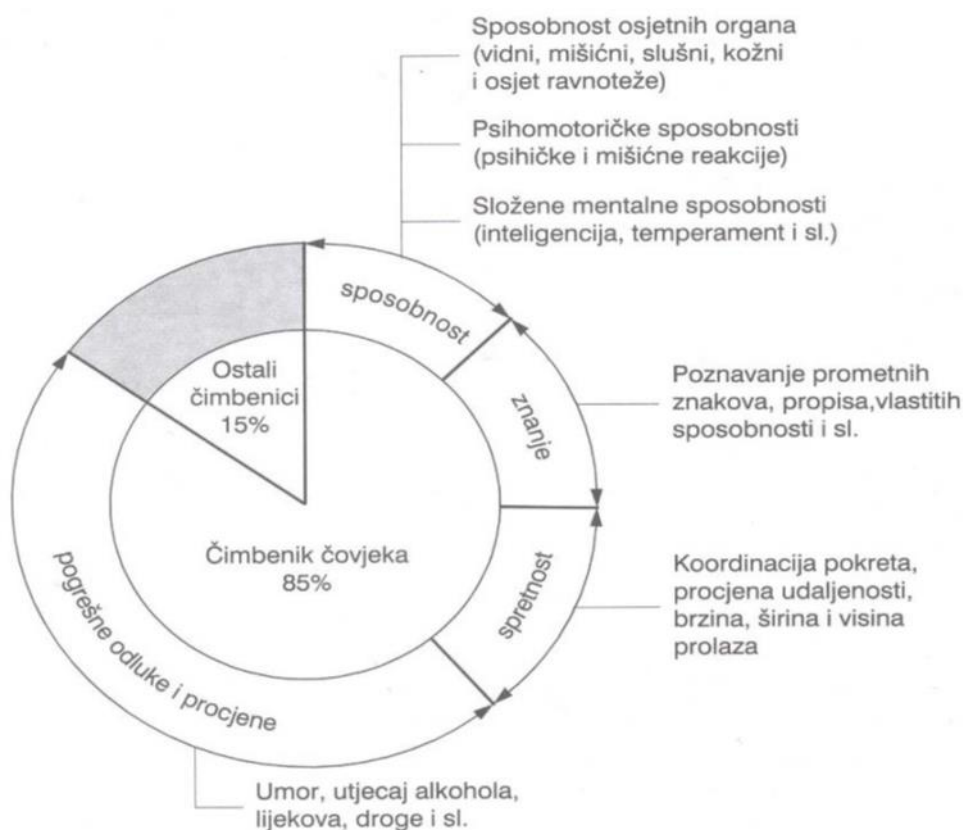
Kod čovjek, ovisno o situaciji u prometu, postoje velike razlike u ponašanju. Te razlike najviše ovise o:

- stupnju obrazovanja,
- zdravstvenom stanju,
- starosti,
- temperamentu,
- moralu,
- osjećajima,
- inteligenciji i sl.

Ovi utjecaji mogu se svrstati u tri glavne značajke čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu:

- Osobne značajke vozača (pješaka),
- psihofizička svojstva,

➤ obrazovanje i kultura.<sup>3</sup>



Slika 2. Čovjek kao čimbenik sigurnosti u prometu

(Izvor: Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1, radni materijal za predavanje, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.)

### 2.2.1 Osobne značajke vozača

Osobnost neke osobe predstavlja organiziranu cjelinu osobina, svojstava i ponašanja po kojima se svaki pojedinac izdvaja od drugih pojedinaca u društvenoj zajednici.

Za uspješno i sigurno odvijanje prometa potrebno je da osoba bude razvijena, te psihički stabilna. Svaku osobu čine ove psihičke osobine:

- sposobnost,
- stajališta,
- temperament,
- karakter.

<sup>3</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.

Sposobnost je skup prirodnih i stečenih uvjeta koji omogućavaju obavljanje neke aktivnosti. Tijekom života pojedinac se susreće s raznim oblicima aktivnosti, te se na taj način osposobljava za nove i kompleksnije oblike aktivnosti, odnosno stječe određene osobnosti. Svaki pojedinac ima jedinstvene sposobnosti koje ga određuju. Kod vozača to su brzina reagiranja, uočavanje zbivanja u okolini, uspješnost rješavanja nastalih problema.

Rezultat odgoja u školi, obitelji i društva daju stajalište vozača. Ako se od ranih doba čovjeku utiskuju kriva stajališta, ona često mogu biti posljedica prometnih nesreća. Suprotno stajalištima je temperament čovjeka. Temperament je osobina s kojom se svaki čovjek rodi i očituje se u načinu korištenja psihičke energije kojom određena osoba raspolaže. Određuje kojom će brzinom, snagom i trajanjem reagirati osoba, te je povezana s emocijama.

Osobne crte neke osobe predstavljaju reagiranje osobe na isti način u različitim situacijama. Svaki pojedinac ima niz osobnih crta koje su različito razvijene. Te crte mogu biti odnos osobe prema sebi, prema drugima i prema radu.

Karakter osobe iznimno je važan za sigurnost u prometu jer predstavlja njegovo poštovanje prema ljudima oko sebe, te odnos prema poštivanju društvenih normi i radu. Osobe s negativnim karakterom izazivaju veći broj prometnih nesreća.

Fizičke sposobnosti čovjeka razvijaju se u prosjeku do osamnaeste godine i do tridesete ostaju nepromijenjene. Nakon tridesete godine sposobnosti lagano opadaju, a tijekom starije dobi fizičke sposobnosti opadaju puno brže. Prema ovome bi se moglo zaključiti da osobe nakon tridesete godine postaju slabiji vozači, ali prema statistici vozači između 15 i 25 godina uzročnici su najvećeg broja prometnih nesreća. Iz ovog se može zaključiti da zreliji vozači su iskusniji, realniji u procjenjivanju i emotivno stabilniji, dok su mladi ljudi skloni riziku, impulzivniji su, precjenjuju svoje sposobnosti, ne tolerantniji su i neodgovorni.<sup>4</sup>

### **2.2.2 Psihomotoričke sposobnosti**

Psihomotoričke sposobnosti su skup sposobnosti koje omogućuju vozaču da izvodi pokrete pri upravljanju koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađeni rad mišića, a najvažnije su:

- brzina reagiranja,
- brzina izvođenja pokreta rukom,

---

<sup>4</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.

- sklad pokreta i opažanja.

Brzina reagiranja vozača je vrijeme koje prođe od trenutka uočavanja prepreke do trenutka kada vozač počne djelovati nekom komandom vozila. To vrijeme se može podijeliti na:

- vrijeme zamjećivanja,
- vrijeme prepoznavanja,
- vrijeme procjene,
- vrijeme akcije.

Na brzinu reagiranja vozača mogu utjecati razni faktori poput npr., starosti vozača, brzina vožnje, uvjetima na cesti, koncentraciji i umoru vozača i još mnogi drugi.

### **2.2.3 Mentalne sposobnosti**

Mentalne sposobnosti neke osobe su npr., mišljenje, pamćenje, inteligencija, učenje i sl. Mentalna sposobnost vozača je iznimno važna jer mu omogućava da lakše upozna okolinu i uspješno se prilagodi okolini. Osobe koje nisu razvile mentalne sposobnosti upravljanje vozilom predstavlja napornu aktivnost. Takve osobe ne mogu biti dobri vozači jer se kod njih vrijeme od opažanja do reagiranja produljuje i kvalitativno izmjenjuje. Također, stjecanje novih iskustava i njihova primjena u prometu predstavlja im problem.

Mentalna sposobnost koju treba istaknuti je inteligencija. Ova sposobnost omogućuje osobi da se što bolje snađe u novonastalim situacijama i kvalitetno uporabi nenaučene reakcije. Inteligentni vozači imaju sposobnost da uoči bitne promjene u prometnoj situaciji i predvidi ponašanje drugih sudionika u prometu i temeljem toga donese pravilnu odluku.

### **2.2.4 Obrazovanje i kultura**

Obrazovanje vozača i kultura u prometu važan je čimbenik sigurnosti u prometu. Vozači koji imaju pravilno obrazovanje i kulturu poštuju prometne propise i druge sudionike u prometu i njihove živote. Vozači koji nemaju potrebno obrazovanje i kulturu nameću se drugim sudionicima i predstavljaju glavni uzrok nastanka prometnih nesreća.

Pravilnim obrazovanjem vozača može se smanjiti veliki broj prometnih nesreća. To obrazovanje se sastoji od:

- poznavanja znakova i propisa o reguliranju prometa,
- poznavanja kretanja vozila,

- poznavanja vlastitih sposobnosti.

Obrazovanje je potrebno provesti među mladim vozačima, koji su najčešći uzrok prometnih nesreća, kako bi se brže i kvalitetnije snašli u novonastalim situacijama, te kako bi znali poštivati zakone i propise i druge sudionike u prometu.<sup>5</sup>

### **2.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa**

Prema statističkim podacima o nesrećama, u Hrvatskoj ceste uzrokuju od 7-9% nesreća. Te nesreće uglavnom nastaju zbog tehničkih nedostataka ceste koji nastaju prilikom lošeg projektiranja ceste i tijekom njenog izvođenja. Krivo proračunavanje konstrukcijskih elemenata ceste dolazi do izražaja tijekom oblikovanja te utvrđivanja dimenzija i konstrukcijskih obilježja ceste. Sitni propusti prilikom projektiranja mogu biti veliki uzroci prometnih nesreća.

Cestu kao čimbenik sigurnosti prometa čine sljedeći elementi:

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

#### **2.3.1 Trasa ceste**

Kako bi se odredila najbolja opcija za izgradnju ceste potrebno je dobro trasiranje ceste. Trasiranjem se polažu pravci prema kojima će se protezati cesta kroz neki teren. Trasom ceste će se odrediti smjer i visinski položaj ceste. Ona se sastoji od pravaca, zavoja i prijelaznih krivulja, a ovi elementi se moraju izabrati tako da daju potpunu sigurnost tijekom vožnje.

Trasa ceste treba omogućiti jednoličnu brzinu kretanja vozila jer svaka nagla promjena brzine može uzrokovati prometnu nesreću. Kod projektiranja zavoja potrebno je paziti da zavoji malog polumjera nisu izvedeni nakon dugih pravaca jer ih vozač ne očekuje te mogu biti uzrok prometnih nesreća. Potrebno je da su duljine pravaca i zavoja usklađeni. Između pravaca i

---

<sup>5</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.

zavoja potrebno je izvesti prijelazne krivine kako bi sila u zavoju postepeno djelovala na vozilo i ljude. Prijelazna krivulja mora se odrediti na temelju vozno-dinamičkih, vizualnih i estetskih uvjeta.

Trasa ceste mora osigurati i psihičku sigurnost vozaču, koja ovisi o tome kako na vozača djeluje okolni teren. Ona se postiže pravilnim vođenjem trase ceste, oblikovanjem kosina usjeka, nasipa i zasjeka te sadnjom raslinja.

### 2.3.2 Tehnički elementi ceste

Tehnički elementi ceste spadaju među važnije elemente sigurnosti prometa na cesti. Pod tehničke elemente ceste spadaju širine poprečnih elemenata ceste, broj traka i broj kolnika, nagib ceste, horizontalna i vertikalna preglednost i dr.

Sa stajališta sigurnosti prometa, najsigurniji su kolnici s četiri prometna traka i odvojenim smjerovima. Ovakva izvedba nije svagdje moguća pa se najčešće izvode ceste s kolnikom s po dva prometna traka.

Širina kolnika ima izuzetnu važnost za sigurnost prometa. Ako je širina kolnika premala mogu se pojaviti problemi tijekom mimoilaženja s teškim vozilima. Prema ispitivanjima dokazano je da je s povećanjem širine kolnika broj nesreća je opadao (Tablica 1.).

Tablica 1. Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini kolnika

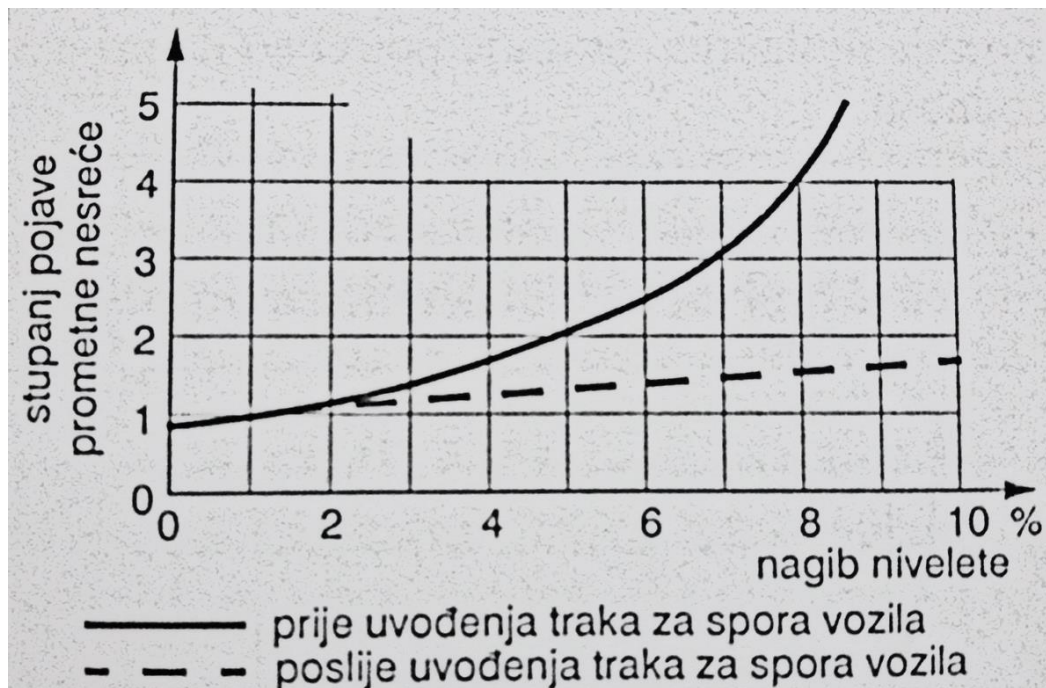
| Širina kolnika s dva traka (m)                | 4,5 - 5,5 | 5,5 - 6,5 | 6,5 - 7,5 | 7,5 - 8,5 | > 8,5 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Broj nesreća na milijun prijeđenih kilometara | 7,40      | 5,70      | 4,84      | 3,80      | 2,45  |

(Izvor: Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.)

Teška vozila često su uzrok nastanka prometnih nesreća zbog poteškoća koja se javljaju na usponima (većim od 4%). Teška vozila gube brzinu i na taj način ometaju normalno odvijanje prometa. Kako bi se povećala sigurnost na takvim usponima potrebno je izraditi trakove za spora vozila (grafikon 1.). Uzdužni nagibi trebaju biti projektirani na način da nema česte promjene brzine. Prema propisima ograničenje za veličinu nagiba iznosi do 10%, a u nekim iznimnim situacijama i do 12%. Na nekim mjestima postoje ceste i s većim nagibima te takve ceste značajno smanjuju sigurnost na cesti, posebno pri prolazu teških teretnih vozila.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.





Graf 1. Utjecaj traka za spora vozila na stupanj pojave prometnih nesreća

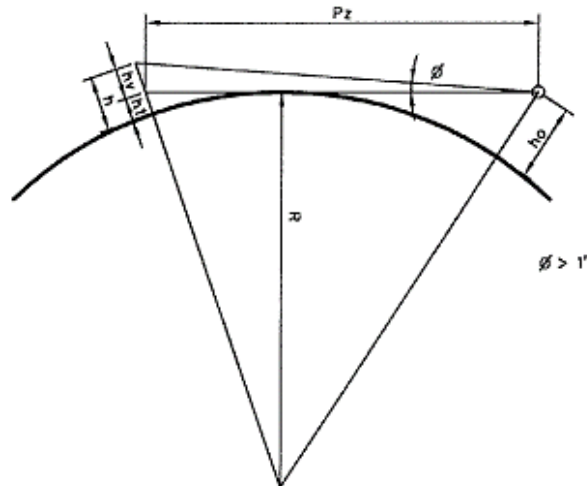
(Izvor: Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.)

Prije se smatralo da je pravocrtno pružanje ceste najbolje. Međutim, takvo pružanje ceste ima više negativnih nego pozitivnih utjecaja na sigurnost prometa. Negativni utjecaji pravocrtnog pružanja pravca su:

- vožnja dugim pravcima umara vozača i postaje monotona te se produljuje vrijeme reagiranja;
- vozilo se za vrijeme vožnje mora laganim okretanjem upravljača držati u smjeru zbog poprečnog nagiba kolnika;
- u pravcu je otežano ocjenjivanje udaljenosti između vozila;
- u pravcu se pojavljuje osjećaj nesigurnosti vožnje, posebice na većim nizbrdicama;
- dugi pravac potiče vozača na povećanje brzine;
- na pravcu se povećava opasnost, posebice pri mimoilaženju vozila noću jer dolazi do zasljepljivanja vozača svjetlima vozila iz suprotnog smjera.

Horizontalna i vertikalna preglednost važan su element sigurnosti cestovnog prometa. Na sigurnost u horizontalnim zavojima najviše utječu promjer zavoja i zapreke koje se nalaze uz cestu. Duljina preglednosti izračunava se za slučaj sigurnog kočenja vozila i za slučaj pretjecanja vozila na dvosmjernom kolniku. Vertikalna preglednost najviše ovisi o vrsti zaobljenja. Postoje dvije vrste, a to su konveksna i konkavna. Konkavno zaobljenje je sigurnije

jer vozač vidi cestu ispred sebe. Smanjena preglednost nastaje jedino tijekom noći kada se smanjuje udaljenost osvjetljenja ispred auta. Kod konveksnog zaobljenja dolazi do smanjenja sigurnosti jer se vozaču uvelike smanjuje preglednost ceste tijekom prijelaza preko zaobljenja te on ne može vidjeti zapreku na cesti.<sup>7</sup>



Slika 3. Vertikalna preglednost (konveksni prijelom)

(IZVOR: <http://www.propisi.hr/print.php?id=7519>; Kolovoz 2016.)

### 2.3.3 Stanje kolnika

Stanje kolnika znatno utječe na sigurnost prometa zbog koeficijenta trenja između podloge i kotača vozila. Loše stanje kolnika uzrokovalo je veliki broj prometnih nesreća jer smanjuje koeficijent trenja između podloge i kotača te zbog oštećenja površine kolnika, odnosno rupa koje nastaju na kolniku. Kako ne bi dolazilo do nesreća potrebno je konstantno održavati razinu koeficijenta trenja.

Kada koeficijent trenja padne ispod razine prijanjanja dolazi do klizanja vozila u uzdužnom ili poprečnom smjeru. Na smanjenje koeficijenta trenja može utjecati mokar kolnik, vodeni klin, onečišćenje i blatan zastor, neravnine na zastoru, nagib ceste, snijeg, led, temperatura i dr.

<sup>7</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.

Tablica 2. Odnos koeficijenta trenja i nastanka prometnik nesreća

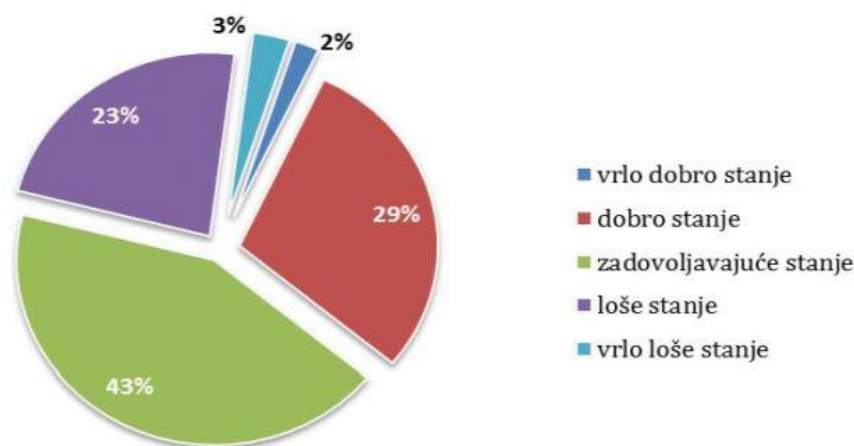
| Prometne nesreće koje nastaju zbog klizanja po čistom i mokrom kolniku |  |
|--|--|
| Koeficijent trenja   |  |
| <b>0,80</b>  | Nema prometnih nesreća   |
| <b>0,75 – 0,80</b>   | Nezgode su rijetke, a nastaju samo zbog greške vozača ili teže greške na vozilu                        |
| <b>0,70 – 0,75</b>   | Češće nesreće zbog grešaka na vozilu (istrošene gume) ili greške vozača                                |
| <b>Manje od 0,70</b>   | Uzroci nesreće teško se mogu utvrditi, bilo da su nastale zbog greške na vozilu ili zbog greške vozača |

(Izvor: Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.)

Nedovoljna hrapavost zastora uzrokuje oko 8% prometnih nesreća, od čega 2% uzrokuje nečist zastor, 4% mokar zastor, a 2% zastor prekriven snijegom. Istraživanja u Belgiji su pokazala da istrošen i neravan kolnik za vrijeme poledice i kiše na cesta s koeficijentom trenja od 0,4 broj nesreća se dvadeset puta poveća u odnosu na hrapavi i suhi kolnik.

Kiša je često uzrok prometnih nesreća jer smanjuje koeficijent trenja između kotača i podloge. Tijekom pada prvih kiša kada se prašina i blato spoje s kišom, nastaje skliski sloj između kotača i podloge što smanjuje koeficijent trenja na četvrtinu ili šestinu vrijednosti. Tada ceste postaju iznimno skliske i opasne i potrebno je da se vozači prilagode uvjetima na cesti.

Na grafu 2. može se uočiti da je malo manje od trećine državnih cesta u dobrom stanju, što govori o nedostatku ulaganju u održavanje državne cestovne infrastrukture u protekljim razdobljima.



Graf 2. Globalno stanje kolnika državnih cesta u RH za 2012. godinu

(IZVOR: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_01\\_1\\_32.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_01_1_32.html); Kolovoz 2016.)

### **2.3.4 Oprema ceste**

Oprema ceste vrlo je važna za sigurnost prometa. Ona mora omogućiti sigurno kretanje vozila u normalnim uvjetima i pri smanjenoj vidljivosti (npr. magla) te noću. Kvalitetna oprema povećava sigurnost pri velikim brzinama i kod velike gustoće prometa. Opremu ceste čine: prometni znakovi, kolobrani, ograda, živice, smjerokazi, kilometarske oznake, snjegobrani i vjetrobriani.

Među važnijima, ako ne i najvažnija oprema, su prometni znakovi. Oni omogućuju konstantnu komunikaciju s vozačem. Prometni znakovi mogu upozori i obavijestiti vozača na opasnosti na koje se može naići na cesti. Oni moraju biti oprezno postavljeni kako ne bi zbunjivali vozače. Pa tako na jednom stupu ne smije biti previše prometnih znakova s neopravdanim i pretjeranim ograničenjima. Svaki postavljeni znak mora prikazivati realnu situaciju i upozoravati na eventualne opasnosti na tom dijelu ceste. Svaka prometna signalizacija se mora postavljati prema elaboratu o opremi i signalizaciji ceste.

### **2.3.5 Rasvjeta ceste**

Tijekom noći preglednost ceste znatno opada te se iznimno smanjuje sigurnost prometa, ali i pješaka i biciklista. Ako pješak nije dodatno osvijetljen gotovo ga je nemoguće uočiti ili ga vozač uoči prekasno. Zbog toga je potrebna dobra ulična rasvjeta koja će omogućiti vozaču da reagira na vrijeme i izbjegne nesreću.

Dobra rasvjeta nužna je za siguran promet i dokazano je da smanjuje broj prometnih nesreća za 30 do 35 posto u odnosu na ceste s slabom rasvjetom ili bez rasvjete. U pravilu na cestama izvan naselja nije potrebna rasvjeta, ali se mora postaviti na kritičnim mjestima kao što su pješački prijelazi, križanja i sl.

Rasvjeta mora biti takva da osigurava sigurnu vožnju svim sudionicima u prometu. Dobro postavljena rasvjeta povećava udobnost tijekom vožnje, smanjuje umor vozača, a prometno opterećenje raspoređuje jednoliko tijekom čitava 24 sata.



Slika 4. Primjer osvjetljavanja pješačkog prijelaza

(Izvor: <http://www.sibenik.in/sibenik/video-led-rasvjeta-na-baldekinu-na-cekanju-trepteca-svjetla-na-subicevcu-za-mjesec-dana/30613.html>; kolovoz 2016.)

### 2.3.6 Raskrižja

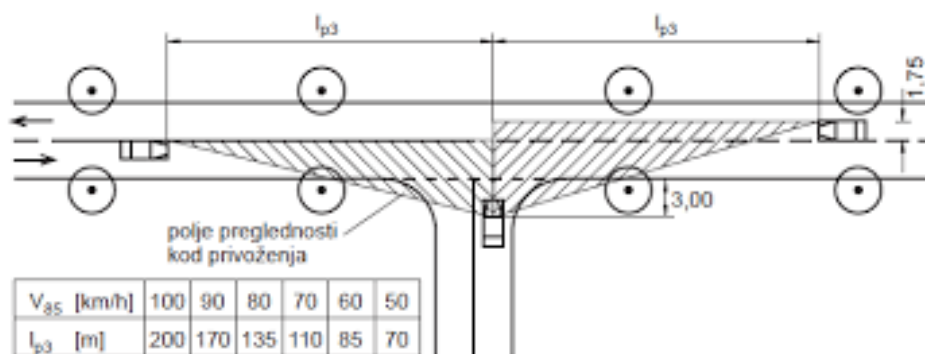
Raskrižja su točke u cestovnoj mreži u kojima se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Kao takva predstavljaju posebnu opasnost u prometu te određuju stupanj sigurnosti i propusne moći cjelovitog prometnog sustava.<sup>8</sup> Broj prometnih nesreća koja nastaju u gradu na raskrižjima iznose između 40 do 50 posto ukupnog broja prometnih nesreća. Prema nekim istraživanjima dokazano je da ako se preglednost na raskrižjima smanji tri puta sigurnost prometa se smanjuje deset puta.

Kako bi se uklonila ta opasnost potrebno je osigurati dobru preglednost na raskrižju. Najbolja rješenja bi bila raskrižja u dvije ili više razina gdje privozi nemaju utjecaja jedni na druge. Često takva rješenja nisu moguća zbog potrebe za velikim financijskim sredstvima, zbog ne uklapanja u okoliš ili zbog malog prometnog opterećenja pa jednostavno nije potrebna gradnja takvog raskrižja. U tom slučaju se grade raskrižja u razini kod kojih je potrebno obrati pozornost na broj konfliktnih točaka u raskrižju. Što je manji broj konfliktnih točaka to je raskrižje sigurnije.

U raskrižju posebnu opasnost predstavljaju vozila koja skreću lijevo, te ih je potrebno odvojiti od ostalog prometa posebnim trakovima za lijevo skretanje.

---

<sup>8</sup> D. Hozjan; Cestovne prometnice II; materijal za predavanja; Fakultet prometnih znanosti; 2013/2014.



Slika 5. Preglednost na raskrižju

(Izvor: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A295/datastream/PDF/view>; kolovoz 2106.)

### 2.3.7 Utjecaj bočne zapreke

Bočne zapreke koje se nalaze u neposrednoj blizini ruba kolnika nepovoljno utječu na sigurnost prometa. One mogu smanjiti preglednost u zavojima i imati negativni psihički utjecaj na vozače jer se u toj situaciji oni približavaju i prelaze u suprotni trak. Veliki broj nesreća nastao je kada direktnim udarom u stalnu zapreku koja se nalazi u blizini ruba kolnika. Otprilike, u trećini takvih sudara ljudi poginu.

Dokazano je da ako se zapreka nalazi na udaljenost od 0,3 do 1,5 metara od kolnika, broj nesreća je šest puta veći, a u slučaju kada je zapreka bliža od 0,3 metara broj nesreća naraste deset puta. Zbog toga se na bankinu ne smiju postavljati stalne ili privremene zapreke kao što su ograde, drveća, telefonski stupovi, reklamne ploče i sl.

### 2.3.8 Održavanje ceste

Kako bi se zadržala sigurnost na cesti vrlo je važno održavanje. Oni se moraju obavljati redovito i brzo tijekom cijele godine. Osnovni ciljevi održavanja su:

- sprječavanje propadanja ceste,
- omogućavanje sigurnog odvijanja ceste,
- smanjenje troškova korisnika dobrim stanjem ceste,
- dovođenje ceste u projektirano stanje uzimajući u obzir izmijenjene potrebe prometa.<sup>9</sup>

Pod održavanje ceste spadaju:

- popravci kolničkog zastora,

<sup>9</sup> I. Legac; Cestovne prometnice I; Fakultet prometnih znanosti; Sveučilište u Zagrebu, 2006.

- popravci zemljanog trupa ceste,
- popravci potpornih i obložnih zidova,
- popravci mostova i propusta,
- čišćenje kolnika,
- čišćenje odronjenog kamenja,
- zaštita kosina nasipa, usjeka i zasjeka,
- čišćenje odvodnih kanala,
- posipavanje kolnika na većim nagibima, mostovima i oštrim zavojima,
- popravak signalizacije i ostale opreme ceste.<sup>10</sup>

Tijekom zime zbog smanjene vidljivosti, snijega i leda promet je otežan, te je zbog toga potrebno dobro organizirati zimsku službu kako bi se uklonila svaka smetanja tijekom zimskog odvijanja prometa.

## **2.4. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa**

Vozilo često puta može spasiti ili oduzeti život. Zbog toga je iznimno važno da vozila budu tehnički ispravna kako bi se izbjegle nesreće ili ublažile njene posljedice. Statistički podaci govore kako je vozilo krivo za 3-5% prometnih nesreća. Međutim, taj postotak je vjerojatno i veći jer nakon prometne nesreće tijekom obavljanja očevida teško je odrediti pojedine parametre vozila kao uzročnika prometnih nesreća.

Svi elementi koji na neki način utječu na sigurnost mogu se podijeliti na aktivne i pasivne. U aktivne elemente spadaju tehnička rješenja vozila koja moraju smanjiti mogućnost nastanka prometnih nesreća. Pasivni elementi su svi oni elementi koji u slučaju nastanka prometne nesreće moraju ublažiti njezine posljedice.

### **2.4.1 Aktivni elementi sigurnosti vozila**

Pod aktivne elemente sigurnosti vozila spadaju:

- kočnice,
- upravljački mehanizam,
- pneumatici,
- svjetlosni i signalni uređaji,

---

<sup>10</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.

- uređaji koji povećavaju vidno polje vozača,
- konstrukcija sjedala,
- usmjerivači zraka (spojleri),
- uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila,
- vibracije vozila,
- buka.

Kočnice su uređaji koji služe za usporavanje i zaustavljanje vozila. One su iznimno važne za sigurnost prometa, te treba posebno obratiti pozornost na njihovu ispravnost. Svako vozilo mora imati dvije nezavisne kočnice: nožnu i parkirnu kočnicu. Nožna kočnica se koristi tijekom vožnje i ona djeluje na sve kotače. Parkirna kočnica se koristi kada se vozilo nalazi u mirovanju te ga je potrebno osigurati. Ona je iznimno važna ako se vozilo nalazi na nekoj cesti u uzdužnom nagibu.

Važno je spomenuti sustave protiv blokiranja kotača (ABS). Tijekom naglog kočenja, ako vozilo ne posjeduje sustave poput ABS-a, dolazi do blokade kotača te se gubi 60 posto sile kočenja. Ako se blokiraju prednji kotači, javlja se situacija u kojoj vozač ne može upravljati vozilom, a u slučaju da se blokiraju stražnji kotači moguće je zanošenje vozila. Ugradnjom sustava protiv blokade kotača omogućuje se ograničavanje veličine kočenja na vrijednost pri kojoj kotači još nisu blokirani.

Kod upravljačkog mehanizma neispravnost sustava se događa zbog velike zračnosti u pojedinim elementima mehanizma, zbog loma nekih dijelova ili zbog neispravnosti sigurnosne brave upravljača koja se u tom slučaju zaključa sama od sebe i sprječava vozača da manevrira vozilom. U slučaju čeonog sudara, najteže ozljede nastaju kada vozač prsnim košem udara u upravljač. Takve ozljede mogu se ublažiti ugrađivanjem upravljača kojem se osovina sastoji od više dijelova i ima elastični uređaj koji amortizira energiju udara.

Pneumatici kod vozila imaju posebno značenje za sigurnost i najvažniji su element za sigurnost prometa. One su jedini doticaj između vozila i podloge. U slučaju da su pneumatici neispravni ili istrošeni, nemoguće je postići potrebnu silu prijanjanja što dovodi u pitanje sigurnost prometovanja. Postoje dvije vrste pneumatika: dijagonalna i radijalna. Radijalni pneumatik se koristi kod osobnih automobila i teretnih vozila. Ove gume omogućuju kraći put kočenja, bolju stabilnost vozila, manje se griju i dr.

Svjetlosni i signalni uređaji omogućuju vozaču potrebnu preglednost tijekom noćnih sati. Također, oni trebaju učiniti vozilo vidljivo drugima koji sudjeluju u prometu. Na prednjoj strani vozila nalaze se kratka i duga svjetla, svjetla za označavanje vozila i pokazivači smjera.



Na stražnjoj strani vozila se nalaze stop svjetla, svjetla za označavanje vozila, pokazivači smjera i svjetlo za vožnju unatrag.

Duga svjetla se koriste za rasvjetljavanje ceste. Ona moraju osigurati vidljivost na udaljenosti od 100 m. Kratka svjetla služe za mimoilaženje i moraju omogućiti vidljivost na udaljenosti od 40 do 80 m. Svjetla za označavanje vozila moraju biti vidljiva vozaču iz suprotnog smjera na udaljenosti od 300 m pri normalnim vremenskim uvjetima. Stop svjetla moraju biti crvene boje i vidljiva na udaljenosti od 300 m pri normalnoj vidljivosti. Nedavno su se dodatna stop svjetla počela postavljati u okvir stražnjeg stakla kako bi vozila u koloni mogla uočiti kočenje vozila.

Sa stajališta sigurnosti, svjetlosni i signalni uređaji moraju zadovoljiti uvjete:

- za vrijeme vožnje noću moraju rasvjetljivati cestu i njezinu bližu okolinu,
- moraju omogućiti promet vozila i u uvjetima slabe vidljivosti,
- moraju upozoriti ostale sudionike u prometu o svakoj promjeni pravca i brzine kretanja vozila,
- stalni svjetlosni izvori ili reflektirajuća svjetla moraju obilježavati vozila s prednje i stražnje strane.<sup>11</sup>

#### **2.4.2 Pasivni elementi sigurnosti vozila**

Pod pasivne elemente sigurnosti vozila spadaju:

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

Karoserija se samonosiva konstrukcija koja služi za smještaj vozača i putnika. Ona može biti elastična, čvrsta, otporna na udare, savijanje i lom i sastoji se od tri dijela: prednjeg, središnjeg i stražnjeg.

---

<sup>11</sup> <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A172/datastream/PDF/view>; Kolovoz 2016.

Središnji dio karoserije koji služi za smještaj putnika mora biti izveden kao kruta kutija neovisno o prednjem i stražnjem dijelu. Prednji i stražnji dio vozila moraju biti konstruirani tako da tijekom sudara upiju što više kinetičke energije i na taj način zaštititi središnji dio u kojem se nalaze putnici. Prednji dio treba sadržavati čvrste pregrade koje tijekom sudara usmjeravaju motor ispod središnjeg dijela vozila. Kako bi se putnici potpuno zaštitili od bočnih udara potrebno je na bočne strane vozila primijeniti sandučaste pregrade i druge dodatne elemente.

Sigurnosni pojasevi najvažniji su element pasivne sigurnosti u vozilu. Oni sprječavaju da putnici pri djelovanju inercijske sile u sudaru ne izlete sa sjedala, već ih zadržava u sjedalu. U slučaju da se sigurnosni pojasevi ne koriste može doći do smrtonosnih posljedica. Tijekom sudara vozač udara prsima u upravljač, a glavom u vjetrobransko staklo. Suvozač pak udara glavom u vjetrobransko staklo, a moguće je i izlijetanje iz vozila kroz vjetrobransko staklo. Primjenom sigurnosnih pojaseva broj teže ozlijeđenih smanjio se tri puta, a broj smrtno stradalih za 60 posto.

Kako bi se smanjio sami trzaj tijela vozača i suvozača ugrađuju se zračni jastuci. Oni se u trenutku sudara u vremenu dvadeset šest tisućinka sekunde izbacuju iz upravljača ili prednjeg djela vozila i pune se plinom, te ostaju u tom stanju oko pola minute. Njihova je uloga da u trenutku napuhavanja mekano dočekaju tijelo vozača i uspore trzaj. Danas se zračni jastuci ugrađuju i u bočne strane vozila zbog bočnih sudara ili prevrtanja.<sup>12</sup>

## **2.5. Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti**

Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti sadržava upravljanje, kontrola i organizacija prometa. Navedeni elementi nužni su za sigurno odvijanje prometa. Organizacija prometa obavlja se prometnim propisima i tehničkim sredstvima za organizaciju. Upravljanje prometom obuhvaća način i tehniku upravljanja cestovnim prometom. Kontrola prometa obuhvaća načine kontrole prometa te ispitivanje i statistika prometnih nesreća.<sup>13</sup>

U ovaj čimbenik spadaju prometni znakovi kao sredstvo za upravljanje prometom i komunikacijom s vozačem. Kako bi se moglo kvalitetno upravljati prometom tijekom cijele godine potrebno je izraditi plan upravljanja, a posebno za promet tijekom zime.

---

<sup>12</sup> <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A172/datastream/PDF/view>; Kolovoz 2016.

<sup>13</sup> <http://files.fpz.hr/Djelatnici/gluburic/Luburic-predavanja-v3.pdf>; Kolovoz 2016.

## 2.6. Incidentni čimbenik

Incidentni čimbenik je čimbenik koji se pojavljuje na neočekivani i nesustavan način. S obzirom da osnovni čimbenici djeluju prema određenim pravilima koja se mogu predvidjeti, za cjelovitu analizu međusobnog utjecaja čimbenika na sigurnost cestovnog prometa bilo potrebno uzeti u obzir i čimbenike koji se pojavljuje na neočekivani i nesustavan način. Pod incidentnim čimbenikom može se uvrstiti sve atmosferske prilike, nečistoću na cesti, divljač i slično. Takvi čimbenici znatno mogu utjecati na sigurnost prometa.

Atmosferske prilike poput magle, vjetra, kiše, snijega, poledice, promjenljivoga atmosferskog tlaka, visoke temperature, djelovanje sunca i dr.<sup>14</sup>, mogu imati veliki utjecaj na sigurnost prometa s obzirom da pod utjecajem takvih prilika može doći do smanjenja vidljivost na cesti, smanjenog prianjanje između pneumatika i kolnika i s time produljenja zaustavnog puta vozila, te niza drugih opasnosti koje mogu biti uzrokom za nastanak prometne nesreće.

---

<sup>14</sup> Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.

### **3. ANALIZA I INTERPRETACIJA STATISTIČKIH POKAZATELJA KAO ELEMENTA ZA UTVRĐIVANJE OPASNIH MJESTA NA CESTAMA**

U razdoblju osamostaljena Republike Hrvatske 1991. godine pa sve do 1994. godine povećanje razine sigurnosti svih sudionika u cestovnom prometu rješavalo se pojedinačno, što je dovelo do postizanja određenih kratkotrajnih rezultata. Spoznajom da se takvim mjerama ne postižu zadovoljavajući rezultati prihvaćen je prijedlog da se problemi stradavanja u cestovnom prometu započnu rješavati sustavno i uz kontinuiranu provedbu mjera kako bi se postigli dugoročni ciljevi. Stoga je proglašeno provođenje Nacionalnog program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske. Ovaj program prvi put je proglašen odlukom Vlade Republike Hrvatske na sjednici održanoj 16. lipnja 1994. godine. Prvi Nacionalni program proglašen je za razdoblje od dvije godine, te nakon što su uočeni pozitivni rezultati ponovno je proglašen za razdoblje od četiri godine.

U razdobljima pristupanja Hrvatske u Europsku uniju, od 2006. do 2010. godine, počela je prevladavati europska usmjerenost, te su preuzeta pozitivna iskustva razvijenih zemalja Unije i njihovo provođenje prilagođeno je hrvatskim uvjetima. Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa predstavlja temeljni dokument za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj. Temeljne značajke ovog programa su postavljeni kvalitativni i kvantitativni ciljevi koji su definirani programima, nositeljima aktivnosti, načinima izvršavanja zacrtanih mjera, praćenjem rezultata i vrednovanjem programa.<sup>15</sup>

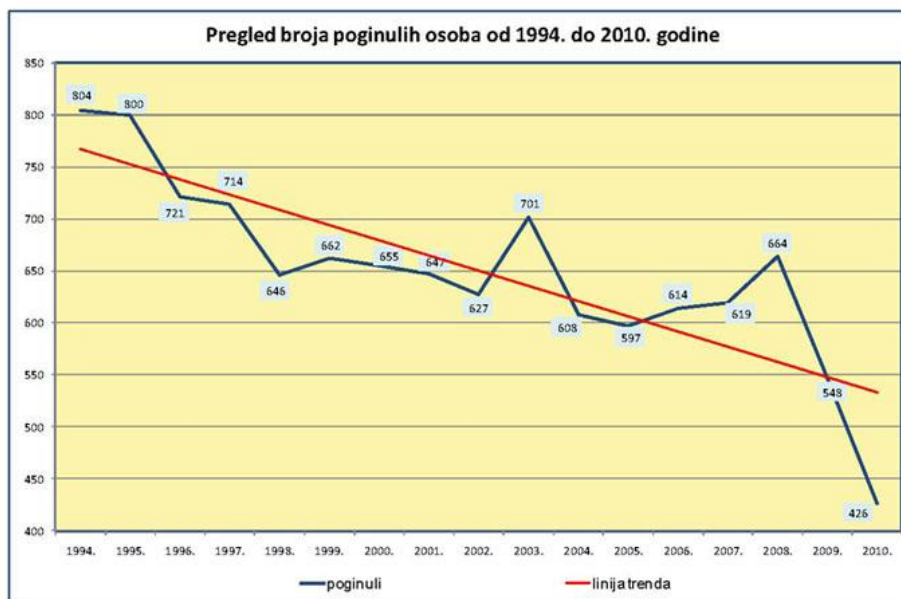
#### **3.1. Učinci provedbe Nacionalnog programa do 2010.**

Nacionalni program za sigurnost cestovnog prometa od svoje prve verzije do danas napravio je niz promjena u prometu na cestama. Vidljivo je kako se stanje sigurnosti cestovnog prometa znatno poboljšalo. To pokazuje i podatak da je 1990. godine u prometu poginulo 1360 osoba, dok je u 2010. godini poginulo 426 osoba. Ove brojke ispadaju još veće ako se uzme u obzir da se izuzetno povećao broj vozila, vozača i prometnih tokova.

Prema grafikonu 3. može se uočiti trend smanjenja smrtno nastradalih osoba u razdoblju od 1994. do 2010. godine. Također moguće je uočiti znatan pad poginulih osoba u 2009. i 2010. godini.

---

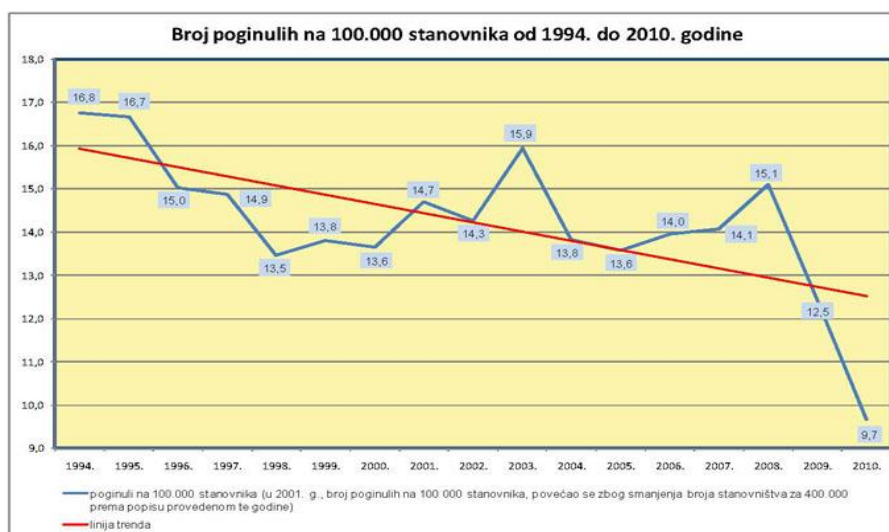
<sup>15</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_05\\_59\\_1321.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_05_59_1321.html); kolovoz 2016.



Grafikon 3. Broj poginulih u razdoblju od 1994. do 2010. godine

(Izvor: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_05\\_59\\_1321.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_05_59_1321.html); kolovoz 2016.)

Broj nastradalih osoba u prometnim nesrećama najbolji je pokazatelj sigurnosti cestovnog prometa neke države. Nastradale osobe mogu se svrstati u tri kategorije: lakše ozlijeđeni, teže ozlijeđeni i smrtno stradali. Najznačajniji pokazatelj razine sigurnosti svakako je broj smrtno stradalih osoba na 100.000 stanovnika. Ovaj pokazatelj može simbolizirati uspješnost ukupne aktivnosti države u provođenju politike sigurnosti cestovnog prometa. Prema grafikonu 4. moguće je zaključiti da trend smrtno stradalih u odnosu na 100.000 stanovnika konstantno se smanjuje.<sup>16</sup>



Grafikon 4. Broj poginulih u razdoblju od 1994. do 2010. godine na 100.000 stanovnika

(Izvor: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_05\\_59\\_1321.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_05_59_1321.html); kolovoz 2016.)

<sup>16</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_05\\_59\\_1321.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_05_59_1321.html); kolovoz 2016.

### **3.2. Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. - 2020.**

Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2011. do 2020. prema odluci Vlade Republike Hrvatske proglašen je 14. travnja 2011. godine. Program se temelji na 4. Akcijskom programu za sigurnost cestovnog prometa za razdoblje od 2011. do 2020. godine koji je proglasila Europska komisija. Glavni cilj programa usmjerene je prema nastavku pozitivnog trenda sigurnosti prometa, odnosno smanjenja broja poginulih osoba do 2020. za 50% u odnosu na 2010. godinu. U programu su određene mjere s kojima bi se do 2020. broj poginulih osoba trebao smanjiti na 213 osoba, a provodit će se na ovim poljima prometa:

- sigurnijim vozilima,
- boljoj cestovnoj infrastrukturi,
- promjeni ponašanja sudionika u prometu,
- učinkovitijoj medicinskoj skrbi nakon prometnih nesreća,
- ostalim poljima djelovanja.<sup>17</sup>

Svrha ovog programa je da se svi građani kao sudionici u cestovnom prometu uključe u provedbu planiranih aktivnosti, te da ih potiče na preuzimanje odgovornosti za vlastitu sigurnost ali i za sigurnost ostalih sudionika u prometu.

### **3.3. Analiza i interpretacija podataka o prometnim nesrećama na cestama Republike Hrvatske**

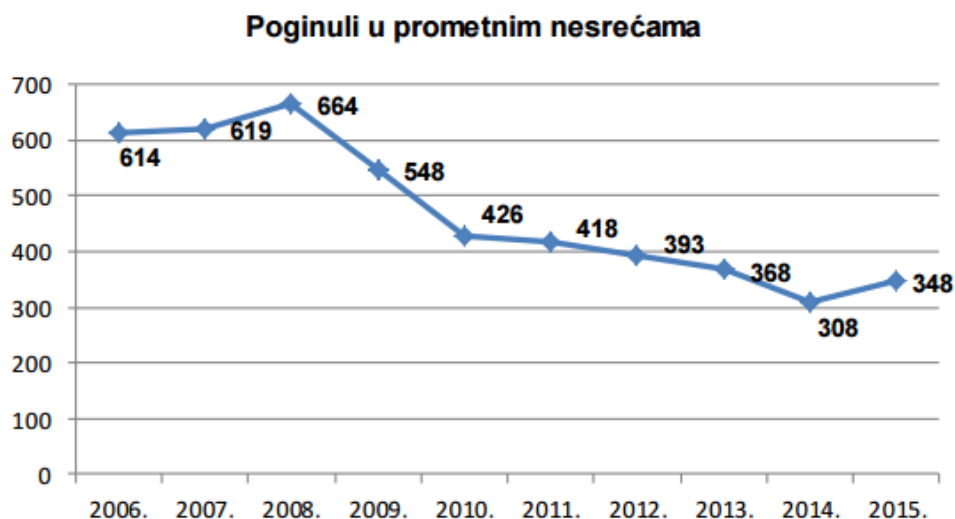
Kako bi se uspostavio sustav kvalitetnog i učinkovitog detektiranja problema zbog kojih se događaju prometne nesreće potrebno je uspostaviti što kvalitetniju bazu podataka o uzrocima, pogreškama i posljedicama prometnih nesreća. Uspostavom kvalitetne baze podataka omogućava se kvalitativna analiza i interpretacija podataka o prometnim nesrećama uz pomoć kojih je moguće detektirati uzroke nastanka prometnih nesreća kao i opasna mjesta na prometnoj mreži na kojima nastaje najviše prometnih nesreća.

Zbog toga je nužno potrebno da se dosadašnji sustav statističke obrade podataka koju obavlja Ministarstvo unutarnjih poslova izmjeni u kvalitativnom smislu. To se prije svega odnosi na evidentiranje prometnih nesreća u kojima je cesta, stanje na cesti te prometna signalizacija uređaji i oprema bili jedan od uzročnika za nastanak prometne nesreće

---

<sup>17</sup> Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.

Analizom statističkih podataka za razdoblje od 2006. do 2015. godine, prema Biltenu za sigurnost cestovnog prometa 2015., na hrvatskim cestama dogodilo se 445 000 prometnih nesreća, a od toga je 194 000 bilo nastradalih. Broj poginulih u tom razdoblju iznosio je 4706 osoba, teško ozlijeđenih osoba je bilo 34 574, a 154 720 osoba je bilo lakše ozlijeđeno.



Grafikon 5. Broj poginulih za razdoblje od 2006. do 2015. godine

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

Prema grafikonu 5. moguće je zamijetiti konstantno smanjenje broja poginulih osoba od 2008. do 2014. godine što potvrđuje uspješnost provođenja Nacionalnih programa. Uzme li se u obzir da je broj vozača u navedenom razdoblju povećan za 225 179 ili za 10,8%, a broj registriranih motornih vozila povećan je za 62 985 ili 3,4%, moguće je zaključiti da su planirane mjere Nacionalnog programa imale vrlo pozitivne učinke.

Jedan od važnih pokazatelj sigurnosti cestovnog prometa je i broj poginulih osoba na 100 000 vozila i na 100 000 vozača. Broj poginulih osoba na 100 000 vozila smanjio se s 32,9% u 2006. na 18% u 2015. godini, a broj poginulih osoba na 100 000 vozača s 29,4% u 2006. na 15,1% u 2015. godini. U obzir treba uzeti i konstantno povećanje broja turista na hrvatskim cestama u proteklim godinama. Dio dobrog rezultata se može pripisati poboljšanju kvalitete prometnica koje su imale utjecaj na smanjenje broja prometnih nesreća i njihovim posljedicama. Prema grafu 5. vidi se da se u 2008. godini dogodio početak opadanja broja poginulih. Taj uspjeh je ostvaren zahvaljujući Zakonu o sigurnosti prometa na cestama kojeg je te godine donio Hrvatski sabor.

Cilj novog Nacionalnog programa je određenim mjerama smanjiti broj poginulih na 213 osobe do 2020. Sljedećim pokazateljima vidjet će se dosadašnji uspjeh Nacionalnog programa.

Tablica 3. Kretanje stvarnog i očekivanog broja poginulih u prometu 2011. - 2020.

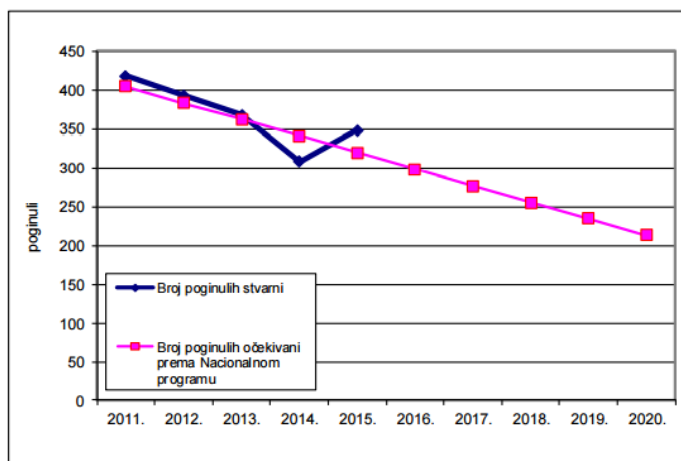
| Godina | Broj poginulih |  | Razlika<br>očekivanog i<br>stvarnog broja<br>poginulih |
|--------|----------------|--|--|
|        | stvarni        | očekivani prema<br>Nacionalnom<br>programu |  |
| 2011.  | 418            | 405  | -13  |
| 2012.  | 393            | 383  | -10  |
| 2013.  | 368            | 362  | -6   |
| 2014.  | 308            | 341  | +33  |
| 2015.  | 348            | 320  | -28  |
| 2016.  |                | 298  |  |
| 2017.  |                | 277  |  |
| 2018.  |                | 256  |  |
| 2019.  |                | 234  |  |
| 2020.  |                | 213  |  |

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

U tablici 3. se može vidjeti kako stvarni broj poginulih opada do 2015. kada dolazi do porasta broja poginulih za 40 osoba. Ovaj prekinuti trend opadanja ne treba biti posebno zabrinjavajući, ali je potrebno saznati razlog porasta i ukloniti ga kako se taj trend ne bi nastavio. U 2014. godini dogodio se značajan pad poginulih od 60, odnosno 308 poginulih, što je 33 osobe manje od očekivanog broja. Sljedeće godine se dogodio porast poginulih od 40 osoba, odnosno 348 poginulih, dok se očekivani broj smanjio za 21, odnosno 320 poginulih. Analiziranjem i obradom podataka pokazat će se da li je taj iznenadni porast poginulih slučajna ili su potrebne određene mjere koje će ukloniti probleme.

Ove podatke možemo prikazati i pomoću grafa zbog lakšeg uočavanja promjene trenda (graf 6.).



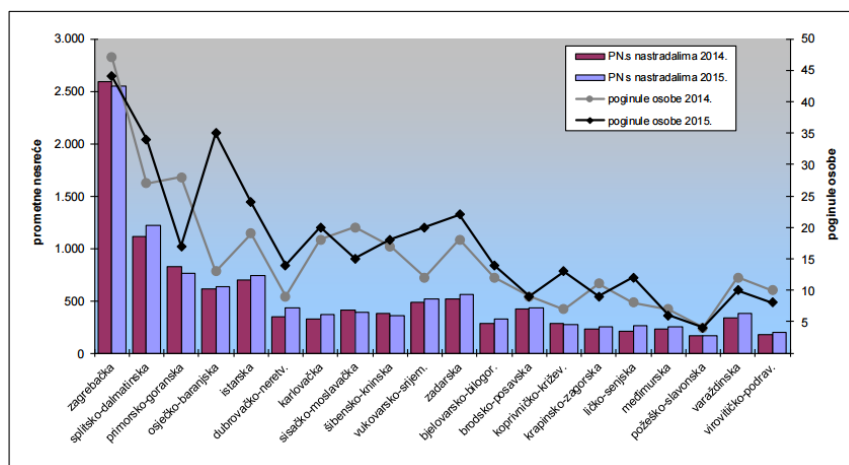


Grafikon 6. Grafički prikaz kretanja stvarnog i očekivanog broja poginulih u prometu 2011. – 2020.

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

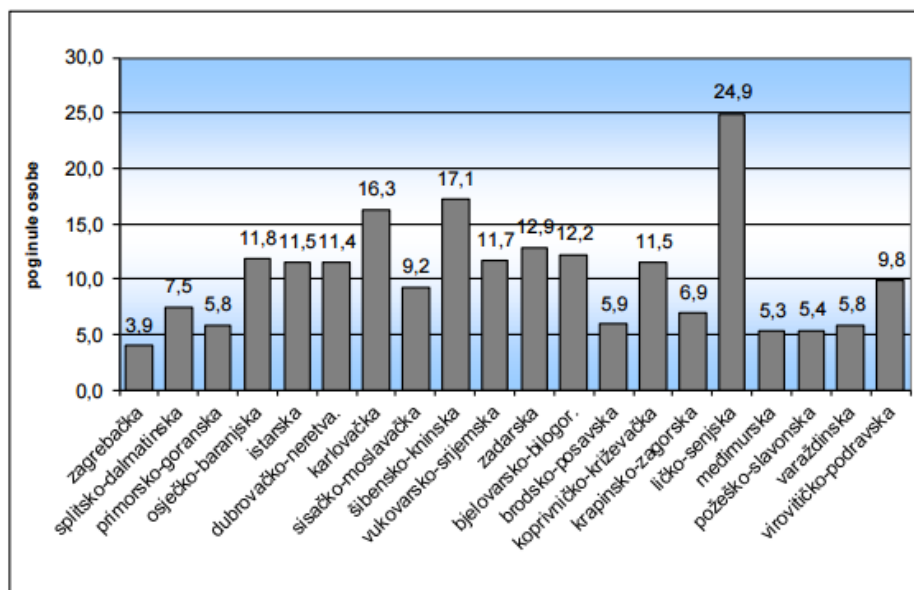
Kada bi se gledao broj poginulih po županijama u Hrvatskoj, Zagrebačka bi županija bila na samom vrhu. Zbog velike naseljenosti na području te županije nastaje najviše prometnih nesreća, što se može uočiti na grafikonu 7. Razvidno je da u Splitsko-dalmatinskoj županiji, koja je druga po broju poginulih, ima dvostruko manji broj prometnih nesreća, a isto tako i poginulih osoba.

Prema ovim podacima moglo bi se zaključiti da Zagrebačka županija ima najnesigurniju prometnu mrežu u Hrvatskoj. Zbog te velike razlike u naseljenosti Hrvatske važno je uzeti u obzir broj poginulih na 100 000 stanovnika (grafikon 8.) koji će pokazati pravu sliku sigurnosti županija u Hrvatskoj.



Grafikon 7. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe po policijskim upravama 2014.-2015.

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

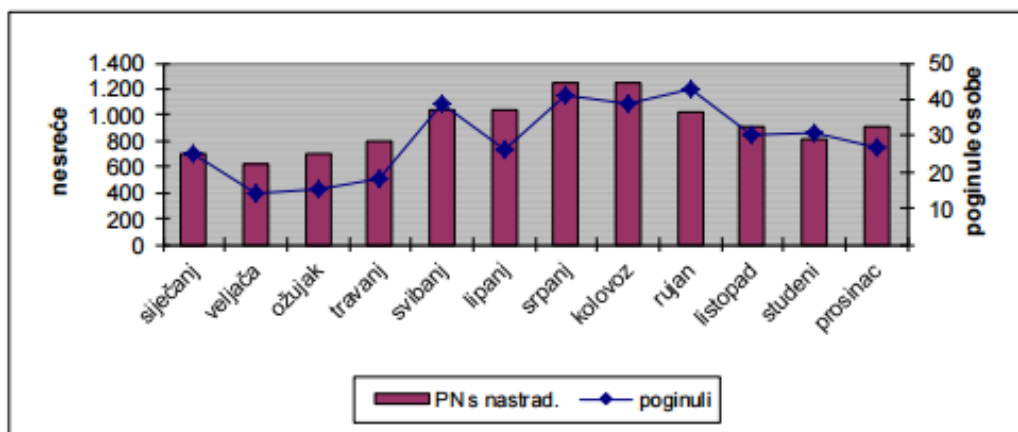


Grafikon 8. Broj poginulih na 100 000 stanovnika

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

Na grafikonu 8. prikazano je stanje sigurnosti prometa u Županijama Republike Hrvatske. Razvidno je da Zagrebačka županija ima samo 3,9 poginulih na 100 000 stanovnika, dok Ličko-senjska županija ima daleko najveći broj poginulih na 100 000 stanovnika. Jedan od razloga takvog stanja su i prometne nesreće koje nastaju tijekom ljetnog razdoblja kada veliki broj turista prolazi kroz to područje.

Zbog povećanog broja turista koji u ljetnom razdoblju prometuju na po cestama Republike Hrvatske, povećava se broj prometnih nesreća i poginulih osoba (grafikon 9).



Grafikon 9. Prometne nesreće s nastradalim i poginulim osobama po mjesecima

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

Tijekom analize prometnih nesreća potrebno je utvrditi i njihove uzroke nastanak .  
 Prema analizi statističkih podataka o prometnim nesrećama može se zaključiti da su najčešće slijedeće vrste prometnih nesreća:

- sudar vozila u pokretu,
- udar vozila u parkirano vozilo,
- udar vozila u objekt na cesti,
- udar vozila u objekt kraj ceste,
- slijetanje vozila s ceste,
- sudar s vlakom,
- nalet na bicikl,
- nalet na pješaka,
- nalet na motocikl ili moped,
- nalet na životinju i dr.

U tablici 4 prikazane su sve vrste prometnih nesreća koje su se dogodile u 2015. godini.

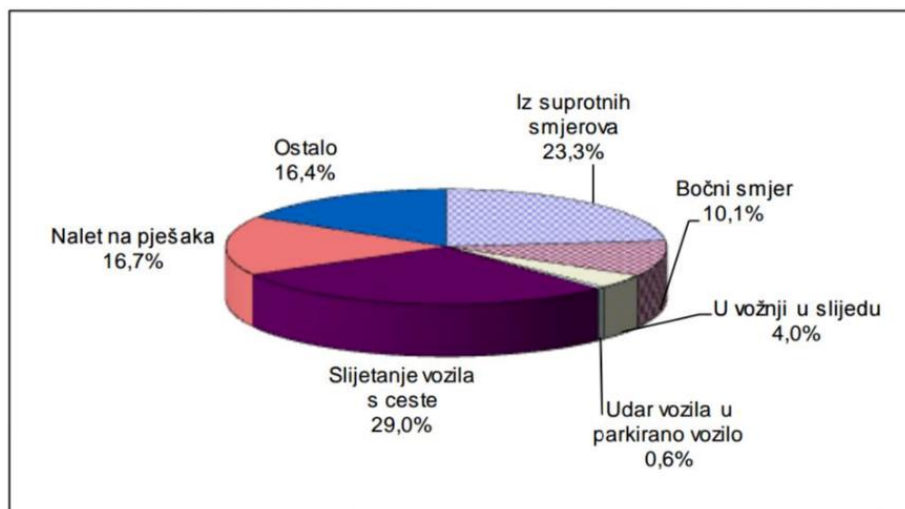
Tablica 4. Prometne nesreće prema vrstama u 2015.

| Vrste prometnih nesreća         |                       | Prometne nesreće |              |              |              |                |              |
|---------------------------------|-----------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
|                                 |                       | ukupno           | %            | s poginulima | %            | s ozlijeđenima | %            |
| Sudar vozila u pokretu          | iz suprotnih smjerova | 3.393            | 10,4         | 70           | 22,1         | 1.226          | 11,4         |
|                                 | bočni smjer           | 6.308            | 19,4         | 29           | 9,1          | 1.975          | 18,4         |
|                                 | u usporednoj vožnji   | 812              | 2,5          | 3            | 0,9          | 170            | 1,6          |
|                                 | u vožnji u slijedu    | 4.001            | 12,3         | 10           | 3,2          | 1.568          | 14,6         |
|                                 | u vožnji unazad       | 1.204            | 3,7          | 3            | 0,9          | 68             | 0,6          |
|                                 | <b>UKUPNO</b>         | <b>15.718</b>    | <b>48,3</b>  | <b>115</b>   | <b>36,3</b>  | <b>5.007</b>   | <b>46,7</b>  |
| Udar vozila u parkirano vozilo  |                       | 4.227            | 13,0         | 2            | 0,6          | 129            | 1,2          |
| Slijetanje vozila s ceste       |                       | 5.423            | 16,6         | 91           | 28,7         | 2.394          | 22,3         |
| Nalet na bicikl                 |                       | 496              | 1,5          | 23           | 7,3          | 409            | 3,8          |
| Nalet na pješaka                |                       | 1.537            | 4,7          | 58           | 18,3         | 1.418          | 13,2         |
| Nalet na motocikl ili moped     |                       | 225              | 0,7          | 7            | 2,2          | 163            | 1,5          |
| Sudar s vlakom                  |                       | 26               | 0,1          | 4            | 1,3          | 9              | 0,1          |
| Udar vozila u objekt na cesti   |                       | 920              | 2,8          | 3            | 0,9          | 84             | 0,8          |
| Udar vozila u objekt kraj ceste |                       | 1.533            | 4,7          | 6            | 1,9          | 244            | 2,3          |
| Nalet na životinju              |                       | 720              | 2,2          | 1            | 0,3          | 42             | 0,4          |
| Ostalo                          |                       | 1.746            | 5,4          | 7            | 2,2          | 822            | 7,7          |
| <b>SVEUKUPNO</b>                |                       | <b>32.571</b>    | <b>100,0</b> | <b>317</b>   | <b>100,0</b> | <b>10.721</b>  | <b>100,0</b> |

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

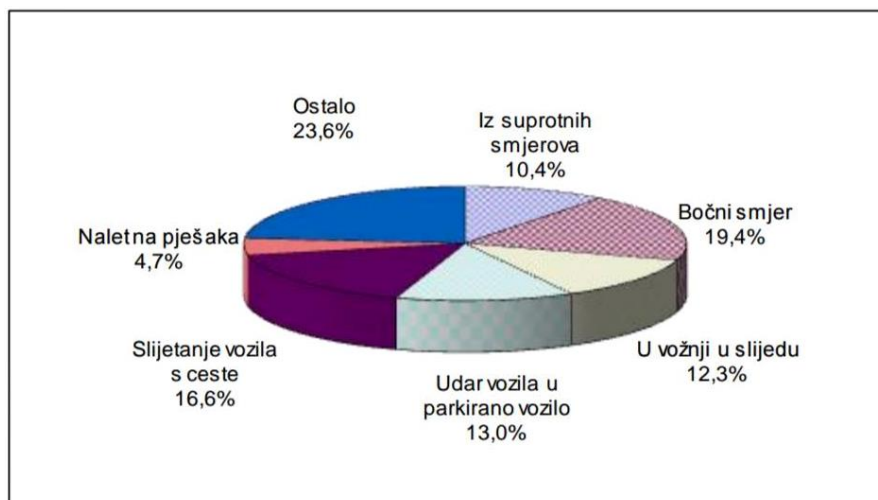
Prema tim podacima razvidno je da 48,3% prometnih nesreća od ukupnog broja svih prometnih nesreća, nastaje sudarom vozila u pokretu. Također se može uočiti kako čak 19,4% prometnih nesreća nastaje bočnim udarom. Iz toga se može iščitati kako najviše prometnih nesreća se dešava na raskrižjima. Ali se može zaključiti kako ipak nije i najopasnija vrsta prometne nesreća što se vidi po broju poginulih, gdje je u 2015. godini poginulo 29 osoba. Najviše poginulih osoba se pojavljuje tijekom prometnih nesreća u kojima vozilo slijeće s prometnice. Takvih nesreća u 2015. godini bilo je 5 423 od čega su 2 394 osobe bile ozlijeđene, a 91 osoba je poginula.

U grafikonima 10. i 11. prikazano je da broj prometnih nesreća i broj poginulih ne moraju nužno biti proporcionalni.



Grafikon 10. Poginuli prema vrsti prometnih nesreća u 2015. godini

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)



Grafikon 11. Vrste prometni nesreća u 2015. godini

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

Statističkim podacima o mjestima nastanka prometnih nesreća se može puno saznati o načinu nastanka nesreća. Najčešće se događaju slijedećim mjestima na cestama i cestovnoj mreži:

- točkama,
- pravicima,
- površinama,
- situacijama.<sup>18</sup>

Ako su na tim mjestima učestale pojave prometnih nesreća, ona se takva mjesta mogu svrstati u kategoriju opasnih mjesta. Cesta je važan čimbenik u sigurnosti prometa i ukoliko samo jedan element sigurnosti zakaže moguća je pojava prometnih nesreća s istim razlogom nastanka. U tablici 5. se može vidjeti koji elementi ceste su najčešći uzročnici prometnih nesreća. Prema podacima iz tablice 5. najveći broj prometnih nesreća (isto tako i poginulih) nastaje na ravnim pravicima, a ne na raskrižjima ili zavojima. Mogućnost postizanja velike brzine često je uzrok prometnih nesreća na ravnim pravicima.

Kod raskrižja je uočljiv mali broj prometnih nesreća na čvorovima u više razina. Iz tih podataka proizlazi da je takav oblik raskrižja najsigurniji, te bi ga trebalo primijeniti na raskrižjima gdje je broj prometnih nesreća izrazito velik.

Prometno oblikovanje zavoja potrebno je prilagoditi stvarnim prometnim zahtjevima i prostornim ograničenjima. Naime analizom podataka o prometnim nesrećama prema značajkama ceste razvidno je da se u 2015. godini dogodilo 113 prometnih nesreća s poginulim osobama što je u odnosu na ukupan broj nesreća oko 35,6% (tablica 5). Zbog toga posebnu pozornost prilikom planiranja i odabira prometno-oblikovnih elemenata ceste potrebo je potrebno je posvetiti upravo na projektiranje zavoja. Osim navedeno posebno se izdvajaju prometne nesreće s poginulim osobama na nezaštićenim željezničkim prijelazima. Navedeno dokazuje potrebu bolje zaštite cestovno željezničkih prijelaza.

---

<sup>18</sup> D. Babić, Prometna signalizacija – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.

Tablica 5. Prometne nesreće po značajkama u 2015. godini

| Značajke ceste                   |                          | Prometne nesreće |             |                     |               |                       |             |
|----------------------------------|--------------------------|------------------|-------------|---------------------|---------------|-----------------------|-------------|
|                                  |                          | ukupno           | %           | s poginulim osobama | %             | s ozlijeđenim osobama | %           |
| Križanje                         | T - križanje             | 4.324            | 13,3        | 17                  | 5,4           | 1.577                 | 14,7        |
|                                  | Y - križanje             | 726              | 2,2         | 1                   | 0,3           | 232                   | 2,2         |
|                                  | četverokrako križanje    | 3.791            | 11,6        | 21                  | 6,6           | 1.603                 | 15,0        |
|                                  | kružni tok               | 533              | 1,6         | 1                   | 0,3           | 145                   | 1,4         |
|                                  | ostala križanja          | 449              | 1,4         | 3                   | 0,9           | 93                    | 0,9         |
|                                  | čvor u više razina       | 18               | 0,1         |                     |               | 1                     | 0,0         |
|                                  | <b>UKUPNO</b>            | <b>9.841</b>     | <b>30,2</b> | <b>43</b>           | <b>13,6</b>   | <b>3.651</b>          | <b>34,1</b> |
| Cesta izvan križanja i čvorova   | most                     | 72               | 0,2         | 1                   | 0,3           | 27                    | 0,3         |
|                                  | podvožnjak               | 35               | 0,1         |                     |               | 10                    | 0,1         |
|                                  | nadvožnjak               | 50               | 0,2         | 1                   | 0,3           | 17                    | 0,2         |
|                                  | tunel                    | 88               | 0,3         |                     |               | 22                    | 0,2         |
|                                  | <b>UKUPNO</b>            | <b>245</b>       | <b>0,8</b>  | <b>2</b>            | <b>0,6</b>    | <b>76</b>             | <b>0,7</b>  |
| Prijelaz preko željezničke pruge | fizički zaštićen         | 160              | 0,5         |                     |               | 16                    | 0,1         |
|                                  | svjetlosna signalizacija | 58               | 0,2         |                     |               | 4                     | 0,0         |
|                                  | nezaštićen               | 23               | 0,1         | 3                   | 0,9           | 11                    | 0,1         |
|                                  | <b>UKUPNO</b>            | <b>241</b>       | <b>0,7</b>  | <b>3</b>            | <b>0,9</b>    | <b>31</b>             | <b>0,3</b>  |
| Zavoj                            | 5.823                    | 17,9             | 113         | 35,6                | 2.383         | 22,2                  |             |
| Ravni cestovni smjer             | 12.685                   | 38,9             | 145         | 45,7                | 4.107         | 38,3                  |             |
| Parkiralište                     | 2.924                    | 9,0              | 1           | 0,3                 | 144           | 1,3                   |             |
| Pješački prijelaz                | 190                      | 0,6              | 6           | 1,9                 | 152           | 1,4                   |             |
| Nogostup                         | 131                      | 0,4              |             |                     | 78            | 0,7                   |             |
| Biciklistička staza              | 29                       | 0,1              |             |                     | 27            | 0,3                   |             |
| Ostalo                           | 413                      | 1,3              | 3           | 0,9                 | 52            | 0,5                   |             |
| Pješačka zona                    | 34                       | 0,1              | 1           | 0,3                 | 16            | 0,1                   |             |
| Zona smirenog prometa            | 15                       | 0,0              |             |                     | 4             | 0,0                   |             |
| <b>UKUPNO</b>                    | <b>32.571</b>            | <b>100,0</b>     | <b>317</b>  | <b>100,0</b>        | <b>10.721</b> | <b>100,0</b>          |             |

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

Prometne nesreće mogu se kategorizirati prema cestama na kojima su nastale. Takvim načinom mogu se detektirati opasne dionice cesta ili pojedina mjesta na cestama i cestovnoj mreži. Nakon što se prema analizi statističkih podataka o broju i posljedicama prometnih nesreća odrede opasna mjesta na cestama ili cestovnoj mreži, potrebno je odrediti mjere s kojima bi se povećala razina sigurnosti prometa na njima.

Tablica 6. Prometne nesreće na autocestama i brzim cestama u 2015. godini

| Autoceste i brze ceste         | Prometne nesreće |              |              |              |                |              |
|--------------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
|                                | ukupno           | %            | s poginulima | %            | s ozlijeđenima | %            |
| A1 Zagreb-Split                | 600              | 35,9         | 7            | 46,7         | 114            | 34,5         |
| A2 Macelj-Zagreb               | 56               | 3,3          |              |              | 18             | 5,5          |
| A3 Bregana-Zagreb-Lipovac      | 583              | 34,8         | 5            | 33,3         | 124            | 37,6         |
| A4 Goričan-Zagreb              | 141              | 8,4          |              |              | 18             | 5,5          |
| A5 Beli Manastir-Osijek-Svilaj | 18               | 1,1          |              |              | 2              | 0,6          |
| A6 Bosiljevo-Rijeka            | 120              | 7,2          | 1            | 6,7          | 23             | 7,0          |
| A7 Rupa-Rijeka-Žuta Lokva      | 117              | 7,0          | 1            | 6,7          | 16             | 4,8          |
| A8 Kanfanar-Matulji            | 5                | 0,3          |              |              | 3              | 0,9          |
| A9 Umag-Pula                   | 29               | 1,7          | 1            | 6,7          | 11             | 3,3          |
| A10 Metković-Opuzen            | 3                | 0,2          |              |              | 1              | 0,3          |
| A11 Zagreb-Sisak               | 1                | 0,1          |              |              |                |              |
| <b>UKUPNO</b>                  | <b>1.673</b>     | <b>100,0</b> | <b>15</b>    | <b>100,0</b> | <b>330</b>     | <b>100,0</b> |

(Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

Na Hrvatskim autocestama u 2015. godini, dogodilo se ukupno 1 673 prometnih nesreće. U tim nesrećama smrtno je nastradalo 15 osoba. Najviše nesreća se dogodilo na autocesti A1 Zagreb-Split u i to 600 nesreće. Prema tablici 6. razvidno je da se na autocesti A4 Goričan-Zagreb dogodila 141 prometna nesreća u kojoj nije poginula niti jedna osoba. Razlog za takvo stanje sigurnosti moguće je povezati sa sustavima i elementima pasivne i aktivne sigurnosti koji su ugrađeni na toj dionici ceste. Jednako tako usporedbom dionice autoceste A4 i autoceste A6 uočeno je da je na autocesti A6, unatoč manjem broju nesreća, bilo više ozlijeđenih i poginulih osoba.

Prema utvrđenom proizlazi da se razina sigurnosti sudionika u cestovnom prometu može povećati ukoliko se poveća kvaliteta cesta i cestovne infrastrukture ali i sustavima aktivne i pasivne zaštite koje se ugrađuju na već postojeću mrežu cesta ili pojedina dionice.

Čovjek kao čimbenik sigurnosti ima veliki utjecaj na sigurnost vozila i uzročnik je velikog broja prometnih nesreća. Često svojom nepažnjom i nepoštivanjem uvjeta koji se pojavljuju na cesti postaju opasnost za sebe i druge sudionike. U tablici 7. se može uočiti kako brzina je najveći uzročnik prometnih nesreća.



Tablica 7. Prometne nesreće nastale zbog pogreške vozača, pješaka i ostalih uzroka

| Pogreške         |                                       | Prometne nesreće |              |                 |               |                  |              |
|------------------|---------------------------------------|------------------|--------------|-----------------|---------------|------------------|--------------|
|                  |                                       | ukupno           | %            | s<br>poginulima | %             | s<br>ozljeđenima | %            |
| Pogreške vozača  | Nepropisna brzina                     | 718              | 2,2          | 18              | 5,7           | 320              | 3,0          |
|                  | Brzina neprimjerena uvjetima          | 6.885            | 21,1         | 124             | 39,1          | 3.170            | 29,6         |
|                  | Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti     | 2.394            | 7,4          | 4               | 1,3           | 855              | 8,0          |
|                  | Zakašnjelo uočavanje opasnosti        | 181              | 0,6          | 2               | 0,6           | 73               | 0,7          |
|                  | Nepropisno prethjecanje               | 758              | 2,3          | 12              | 3,8           | 279              | 2,6          |
|                  | Nepropisno obilježanje                | 656              | 2,0          | 2               | 0,6           | 82               | 0,8          |
|                  | Nepropisno mimoilaženje               | 736              | 2,3          | 4               | 1,3           | 84               | 0,8          |
|                  | Nepropisno uključanje u promet        | 1.563            | 4,8          | 15              | 4,7           | 514              | 4,8          |
|                  | Nepropisno skretanje                  | 1.572            | 4,8          | 4               | 1,3           | 442              | 4,1          |
|                  | Nepropisno okretanje                  | 238              | 0,7          | 1               | 0,3           | 38               | 0,4          |
|                  | Nepropisna vožnja unazad              | 2.819            | 8,7          | 4               | 1,3           | 187              | 1,7          |
|                  | Nepropisno prestrojavanje             | 708              | 2,2          | 1               | 0,3           | 127              | 1,2          |
|                  | Nepoštivanje prednosti prolaza        | 4.169            | 12,8         | 33              | 10,4          | 1.711            | 16,0         |
|                  | Nepropisno parkiranje                 | 80               | 0,2          |                 |               | 8                | 0,1          |
|                  | Naglo usporavanje-kočenje             | 29               | 0,1          |                 |               | 24               | 0,2          |
|                  | Nepoštivanje svjetlosnog znaka        | 599              | 1,8          | 3               | 0,9           | 215              | 2,0          |
|                  | Neosiguran teret na vozilu            | 73               | 0,2          |                 |               | 9                | 0,1          |
|                  | Nemarno postupanje s vozilom          | 382              | 1,2          | 2               | 0,6           | 81               | 0,8          |
|                  | Ostale pogreške vozača                | 4.371            | 13,4         | 50              | 15,8          | 1.340            | 12,5         |
|                  | Nepropisno kretanje vozila na kolniku | 2.030            | 6,2          | 23              | 7,3           | 700              | 6,5          |
| <b>UKUPNO</b>    | <b>30.961</b>                         | <b>95,1</b>      | <b>302</b>   | <b>95,3</b>     | <b>10.259</b> | <b>95,7</b>      |              |
| Pogreške pješaka | Nepoštivanje svjetlosnog znaka        | 84               | 0,3          | 2               | 0,6           | 51               | 0,5          |
|                  | Nekorište obilježenog pješ.prijel.    | 89               | 0,3          | 1               | 0,3           | 86               | 0,8          |
|                  | Nekorištenje pothodnika               | 4                | 0,0          |                 |               | 4                | 0,0          |
|                  | Ostale pogreške pješaka               | 249              | 0,8          | 10              | 3,2           | 210              | 2,0          |
|                  | <b>UKUPNO</b>                         | <b>426</b>       | <b>1,3</b>   | <b>13</b>       | <b>4,1</b>    | <b>351</b>       | <b>3,3</b>   |
| Ostali uzroci    | Neočekivana pojava opasnosti          | 1.106            | 3,4          | 2               | 0,6           | 93               | 0,9          |
|                  | Iznenadni kvar vozila                 | 78               | 0,2          |                 |               | 18               | 0,2          |
|                  | <b>UKUPNO</b>                         | <b>1.184</b>     | <b>3,6</b>   | <b>2</b>        | <b>0,6</b>    | <b>111</b>       | <b>1,0</b>   |
| <b>SVEUKUPNO</b> |                                       | <b>32.571</b>    | <b>100,0</b> | <b>317</b>      | <b>100,0</b>  | <b>10.721</b>    | <b>100,0</b> |

(IZVOR: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.)

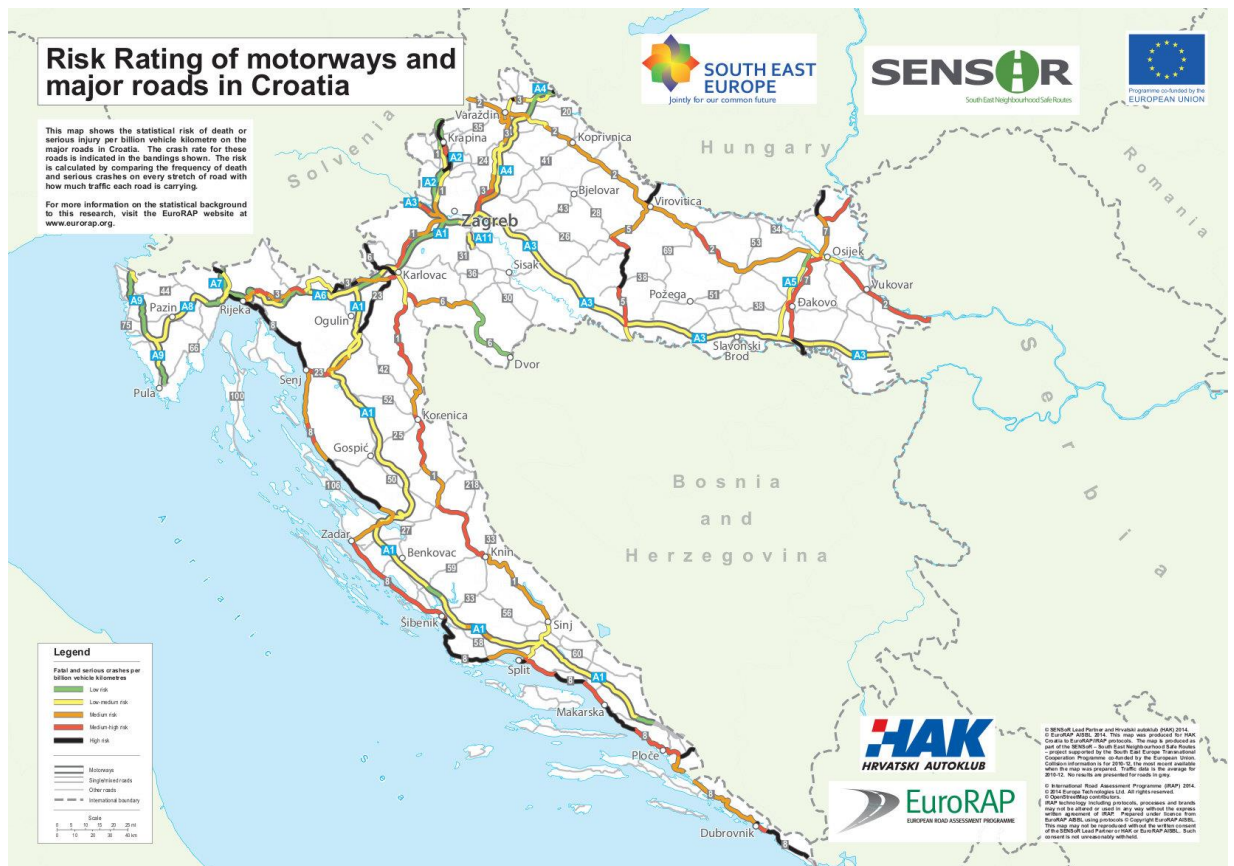
### 3.4. Euro RAP

Euro RAP (European Road Assessment Programme) je internacionalna neprofitna organizacija registrirana u Belgiji. Njezina glavna funkcija je da procjenjuje sigurnost cesta u Europi u suradnji s nacionalnim automobilskim organizacijama i lokalnim vlastima, te pokazuje koliko dobro štite život u slučaju nesreće. U samo nekoliko godina Euro RAP je narasla na 30 država u kojima ima aktivne programe. Vizija je da se taj program uvede u što više država diljem svijeta kako bi se omogućila sigurna vožnja svima u svijetu. U Hrvatskoj nositelj licence je HAK koji provodi inspekciju prema Euro RAP protokolima, Fakultet prometnih znanosti tehnički partner.



Cilj Euro RAP-a je da smanji mogućnost nastanka prometnih nesreća, te u slučaju nastanka da svi sudionici prežive. Kroz sustave procjene rizika Euro RAP bi smanjio broj poginulih i ozlijeđenih, te identificirao glavne sigurnosne nedostatke koji se mogu riješiti raznim mjerama kojima bi se poboljšale ceste.

Način označavanja razine sigurnosti na ispitanim cestama vrši se pomoću sigurnosnih zvjezdica, gdje jedna zvjezdica označava visokorizičnu cestu za korisnike, a pet zvjezdica označava niskorizičnu cestu.<sup>19</sup>



Slika 6. Euro RAP karta rizika za Hrvatsku

(IZVOR: <http://www.eurorap.org/partner-countries/croatia/>; Kolovoz 2016.

<sup>19</sup> <http://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/>; Kolovoz 2016.

## 4. NAČINI I METODE UTVRĐIVANJA ELEMENATA CESTE KAO ČIMBENIKA SIGURNOSTI

Statistički podaci o broju i posljedicama prometnih nesreća veoma su važan izvor informacija za planiranje preventivno-represivnih mjera povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Prema statističkim pokazateljima moguće je odrediti i opasna mjesta na cestama na kojima postoji visok rizik i vjerojatnost nastanka prometne nesreće u odnosu na razinu rizika na ostale dijelove cesta.<sup>20</sup>

Analiziranjem prometnih nesreća mogu se odrediti način te pogreške i uzroci koji dovode do njihovih nastanka. Takvim analizama moguće je odrediti mjesta ili dionice na cestama koje predstavljaju opasnost za sudionike u prometu i na kojima je potrebno poduzeti odgovarajuće mjere kako bi se ta opasnost smanjila ili uklonila. Opasna mjesta najčešće se pojavljuju kao točka (križanja, zavoji i sl.), pravac (dionice s visokim brojem nesreće, vezanim za karakteristike ceste), površina (površine na urbanoj mreži gdje se događa niz nesreća) i situacijama (lokacije koje imaju zajedničke karakteristike nesreće npr., manji cestovni prijelazi, željeznički prijelazi i objekti namijenjeni pješacima i sl.).

### 4.1. Određivanje opasnih mjesta na prometnoj mreži

Opasna mjesta na cestama može se definirati kao mjesto ili dionica ceste u dužini od 300 m na kojoj se u razdoblju od 3 do 5 godina dogodilo više od 12 prometnih nesreća u kojima je bilo poginulih i ozlijeđenih osoba. Ako se uzorci nesreća nalaze na duljini od 300 m do 1000 m onda se taj dio ceste naziva „opasnom dionicom“. Uvjeti koje moraju udovoljiti da bi se mogli nazvati „opasnim mjestima“ su:

- ako se na kritičnoj lokaciji u prethodne 3 godine dogodilo 12 ili više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama;
- ako je u prethodne 3 godine na prometnoj lokaciji evidentirano 15 ili više prometnih nesreća bez obzira na posljedice;
- ako su se na kritičnoj lokaciji, u prethodne 3 godine, dogodile 3 ili više istovrsnih prometnih nesreća, u kojima su sudjelovale iste skupine sudionika, s istim pravcima kretanja, na istim konfliktnim površinama.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup>Zovak, G., Šarić, Ž.: Prometno-tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijal, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2015.

<sup>21</sup>Zovak, G., Šarić, Ž.: Prometno-tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijal, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2015.

Prilikom određivanja opasnih mjesta na prometnoj mreži moraju se uzeti u obzir pokazatelji sigurnosti kao što su broj prometnih nesreća, broj poginulih osoba, broj lakše i teže ozlijeđenih osoba na pojedinim dionicama ceste. Evidentiranje ovih pokazatelja prioritetna je mjera za određivanje i provedbu preventivno-represivnih mjera za povećanje sigurnosti u prometu. Samim određivanjem opasnih mjesta na prometnicama predstavlja značajan aspekt upravljanja prometom na takvim mjestima koja predstavljaju potencijalnu opasnost.

Metoda identificiranja opasnih mjesta na cestama bazirana je na prethodnim pokazateljima i analizama podataka o prometnim nesrećama. Provedbom ove metode cilj je istaknuti smisao i značaj utvrđivanja opasnih mjesta na prometnicama i potaknuti daljnji teorijski i praktičan rad na razmatranju te problematike. Intervencijom na mjestima nakupljanja prometnih nesreća smatra se jednom od najučinkovitijih pristupa u prevenciji prometnih nesreća na cestama.

Prilikom identificiranja opasnih mjesta potrebno je uvažiti nekoliko kriterija:

1. Razdoblje promatranja – Utvrđivanje vremenskog razdoblja u kojem se analize provode važan je kriterij za stvaranje pouzdane identifikacije cestovne dionice koja zadovoljava stupanj nesreća.
2. Identifikacijske tehnologije – U postupku identifikacije opasnih mjesta koriste se dva pokazatelja prihvaćena od strane stručnjaka, a to su: kolektivni rizik prometnih nesreća i njihove posljedice (predstavlja ukupan broj prometnih nesreća i nastradalih po kilometru ceste) i individualni rizik (predstavlja broj nesreća i nastradalih u odnosu na broj vozila na promatranom kilometru na danoj lokaciji). Kada se usporede ova dva pokazatelja može se reći kako s porastom značaja ceste raste kolektivni, a opada individualni rizik nastanka nesreće.

U 2015. godini pokrenut je postupak za izradu nove metodologije utvrđivanja opasnih mjesta na cestama. Razlog za to je potreba usklađivanja smjernica s europskim regulativama i praksom razvijenih država, ali i trenutnim stanjem prometne sigurnosti u Republici Hrvatskoj. Prema trenutna metodologija koja je u upotrebi u Hrvatskoj postavljeni su visoki kriterije za vrednovanje i rangiranje mjesta za sanaciju opasnih mjesta. Nažalost ti kriteriji se odnose samo na mrežu državnih cesta. S druge strane, nova metodologija će, osim podataka o broju prometnih nesreća i njihovim posljedicama, uzimati u obzir i druge parametre kao što je prometno opterećenje cestovnih dionica na cijeloj prometnoj mreži Republike Hrvatske. Isto tako, nova metodologija bi trebala otkloniti dvojbe oko utjecaja ceste na nastale prometne

nesreće i da li to mjesto se može smatrati opasno ili ne, odnosno da li je potrebno provesti mjere za saniranje.

Hrvatske ceste d.o.o. izradile su projektni zadatak za izradu nove metodologije koja će se koristiti u Republici Hrvatskoj, a ona će omogućiti da se:

- lakše nalaženje mjesta na kojima se događa najveći broj prometnih nesreća na prometnoj mreži u Hrvatskoj,
- provodi u odnosu na karakterističnu grupu promatranih elemenata cestovne infrastrukture za koje je moguća procjena normalne razine prometne sigurnosti,
- na opasnim mjestima utvrdi veći očekivani broj prometnih nesreća utvrđene na ostalim sličnim lokacijama promatrane cestovne mreže, prvenstveno zbog lokalnih faktora rizika,
- utvrde metode i analize za utvrđivanje opasnih mjesta na dionicama na kojima se opasna mjesta ne mogu pouzdano identificirati na temelju kritičnog broja prometnih nesreća,
- prilikom postupka evaluacije i praćenja opasnih mjesta te mjera sanacije koriste trenutno najsuvremenije metode evaluacije koja se primjenjuje prilikom izrade studija učinkovitosti predloženih mjera sanacije.<sup>22</sup>

Kada se govori o elementima prometne mreže kao opasnim mjestima, onda se može reći da su to ovi lokacije:

- oštar nepregledan zavoj s duljim ravnim prilazom,
- spoj sporedne ceste na glavnu cestu u zavoju, ili "T - raskrižje" s glavnom cestom u zavoju
- priključak sporedne ceste na glavnu cestu u pravcu, u obliku "T - raskrižja", bez prometnih traka za lijeva i desna skretanja s glavne ceste,
- spoj tri podjednako opterećena privoza na "T - raskrižju",
- križanje široke glavne ceste s (odvojenim kolnicima) i sporedne ceste u obliku četverokrakog raskrižja, bez "aktivne" regulacije prometa,
- raskrižje s dimenzijama koje nisu primjerene potrebama prometnih tokova i njihovim prometnim operacijama,
- semaforizirano raskrižje sa signalnim planom neprimjerenim prometnim tokovima,

---

<sup>22</sup> <http://www.drc.si/Portals/16/predstavitev/4-6.pdf> ; Rujan 2016.

- "atraktivan objekt" u zoni nepreglednog zavoja ili raskrižja,
- četverokrako raskrižje s lošom perspektivom (na prijevoju),
- oštar cestovni zavoj – pregledan,
- duži ravni potez sa suženim slobodnim profilom,
- horizontalna devijacija osi ceste zbog "krute" okoline i objekata u njoj,
- spoj dviju prometnih traka u jednu, ispred nepreglednog zavoja,
- četverokrako raskrižje s izmaknutim nasuprotnim privozima – dva bliska "T - raskrižja",
- prometna traka za isključenje ili za desna skretanja izvedena u obliku trokuta – bez trake za usporenje,
- "atraktivni" objekti u neposrednoj blizini (ravne) prometnice – dvostrano.
- sjecišta ceste i prilaznih puteva školama u neposrednoj blizini škola, dječjih vrtića i sličnih objekata,
- područja s visokim stupnjem nazočnosti pješaka,
- područja stajališta javnog prijevoza,
- ceste s povećanim udjelom biciklista, odnosno sjecišta ceste s biciklističkim stazama,
- dionice cesta s previsokom razinom brzine, neprilagođenom okolinom.<sup>23</sup>

## 4.2. Prikupljanje podataka o opasnom mjestu na lokaciji nesreće

Postupak analize uzroka prometne nesreće započinje vizualnim pregledom šireg i užeg područja mjesta na kojemu se nesreća dogodila a obavlja se radi utvrđivanja činjeničnog stanja i prilika koje su vladale u trenutku nastanka iste, kao i zbog utvrđivanja čimbenika koji su pogodovali nastanku nesreće. Vizualnim pregledom moguće je utvrditi utjecaj pojedine lokacije i načina odvijanja prometa na nastanak prometne nesreće. Svrha pregleda opasnog mjesta jest utvrditi mogu li se uočljive specifičnosti zbog kojih je nastala prometne nesreća i mogu li se ti nedostaci ukloniti, izmijeniti ili poboljšati. Važno je naglasiti da pregled opasnog mjesta treba obavljati upravo u vremenima ali po mogućnosti i uvjetima koji su vladali u trenutku kada se nesreća dogodila. Veoma je važno da se nakon obavljenog očevida prometne nesreće svi relevantni koji su doprinijeli nastanku iste, objedine u statističkom obrascu. Kvaliteta statističkih podataka znatno utječe na kvalitetu preventivno-represivnih mjera za smanjenje broja i posljedica prometnih nesreća.

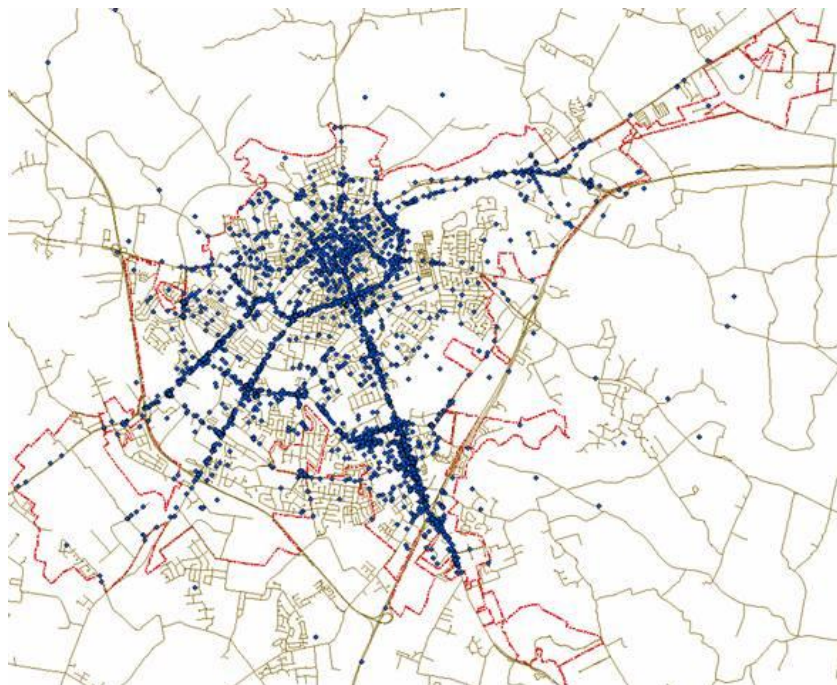
---

<sup>23</sup> Gledec, M.; Zašto na cestama postoje crne točke, Hrvatsko društvo za ceste – Via Vita, Zagreb, 2009.

U Republici Hrvatskoj statističke podatke o prometnim nesrećama publicira Ministarstvo unutarnjih poslova a što je i glavni izvor informacija i podataka o uzrocima i posljedicama prometnih nesreća.

### 4.3. Digitalne karte

U cilju unaprjeđenja lociranja i određivanja mjesta prometnih nesreće na pojedinoj lokaciji ili dionici ceste prometne policija opremljena je sa novim Globalno pozicijskim/Geografsko informacijskim (GPS/GIS) sustavom. Takav sustav omogućava da mjesta događanja nesreća lociraju u digitalnom obliku odnosno da se nakon prometne nesreće uz pomoć GPS uređaja podaci o mjestu nesreće prosljeđuju i spremaju u centralnu bazu podataka, a nakon toga se isti mogu prikazati na digitaliziranoj karti cesta i cestovne mreže (slika7). Prednost tako prikupljenih podataka je u tome što se isti mogu upotrijebiti za detaljnu analizu odnosno prikaz učestalosti prometnih nesreća na pojedinim mjestima ili dionicama cesta, nakon čega je moguće kvalitativnije planirati mjere koje imaju za cilj smanjenja nastanka prometnih nesreća. Jedan od nedostataka trenutnog GPS/GIS sustava je u određenim odstupanjima u točnosti lokacija koje su obilježene kao mjesto prometnih nesreća.<sup>24</sup> Daljnjim tehničko – tehnološkim unaprjeđenjem sustava zasigurno će biti poboljšana i točnost lociranja nesreće.



Slika 7. Prikaz prometnih nesreća u GIS programu  
(IZVOR: <http://people.wku.edu/jun.yan/accidents/>; Rujan, 2015.)

<sup>24</sup> Šuperina, M.; Magušić, F.; Matovina, M.; Primjena satelitske navigacije u policiji, 2010.

### 4.3.1 Vrste digitalnih karti

U cilju kvalitativnije analize prometnih nesreća preporučljivo je oformiti više vrsta digitalnih karta uz pomoć kojih će se imati bolji uvid u mjesta ili dionice cesta na kojima se češće događaju prometne nesreće. Te karte mogu biti:

1. Jednogodišnja karta (1-GK) svih policijskih evidentiranih nesreća (kategorija nesreće 1-6);
2. Trogodišnje karte (3-GK) nesreća s ozlijeđenima (kategorija nesreće 1-3);
3. Trogodišnje karte (3-GK) nesreća s teško ozlijeđenima (najteža posljedica nesreće: kategorija nesreće 1 i 2, poginuo ili teško ozlijeđen);
4. Posebne karte.

Jednogodišnje karte obuhvaćaju vremensko razdoblje od 12 mjeseci, dok trogodišnje karte obuhvaćaju razdoblje od 36 mjeseci, i sadrži sve policiji poznate nesreće s teškim a po mogućnosti i s lakšim ozljedama. Jednogodišnje i trogodišnje karte potrebne su zbog detektiranja:

- nesreća s teškim ozljedama na cestama koje su različito raspoređene u odnosu na sveukupne nesreće i različito od nesreća s lakšim ozljedama;
- nesreća s teškim posljedicama koje su često različito raspoređene od nesreća s lakšim posljedicama.

Zbog bitno manjeg broja teških nesreća potrebno je razdoblje promatranja teških nesreća produžiti na tri godine. Važnost izrade jednogodišnje karte sadržana je u činjenici da se s takvom kartom omogućava prepoznavanje pojave gomilanja istovrsnih nesreća, dok je važnost trogodišnjih karata u prepoznavanju gomilanja teških nesreća.

Osim toga potrebno je oformiti i posebne karte na kojima se izdvajaju određeni problemi. Pri tome se misli na karte prometnih nesreća koje su izazvane uslijed upravljanja vozilom pod utjecajem alkohola, droga ili nekog drugog uzroka. Takve se karte mogu upotrijebiti za planiranje represivnih mjera od strane policije prilikom nadzora prometa. Jednako tako takve posebne karte moraju se sagledavati u kontekstu ukupnog broja nesreća kada treba poduzeti mjere se područja cestogradnje ili prometne tehnike.<sup>25</sup>








---

<sup>25</sup>Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, Institut für Straßenverkehr, FGSV, 1974.

### 4.3.2 Označavanje prometnih nesreća na kartama

Jedan od važnih elemenata za određivanje uzroka prometnih nesreća i detektiranje potencijalno opasnih mjesta na cestama su i karte sa vrstama prometnih nesreća. Za određivanje vrste nesreće odlučujući je prometni događaj, a ne uzorak nesreće ili vrstu nesreće, budući da se tako bolje mogu otkriti načini za poboljšanje prometnice. Vrste nesreće na karti potrebno je označavati s različitim bojama (tablica 8).

Tablica 8. Vrste nesreća

| Vrsta | Boja  | Objašnjenje   |
|-------|---|---|
| 1     |  Zelena            | <i>Nesreća u vožnji (V)</i> – Izazvan gubitkom kontrole nad vozilom, a da drugi sudionici u prometu tomu nisu pridonjeli. No usred nekontroliranog kretanja vozila može doći do sudara s drugim sudionicima.  |
| 2     |  Žuta              | <i>Nesreća pri skretanju iz glavne ceste (SIG)</i> – Izazvana konfliktom između vozila koje skreće iz glavne ceste i sudionika u prometu koji se kreće u istom ili suprotnom smjeru na križanjima, spajanjima cesta, prilaznim putovima prema zemljištima ili parkiralištima. |
| 3     |  Crvena          | <i>Nesreća pri skretanju u glavnu cestu/križanju (SK)</i> – Izazvana konfliktom između vozila bez prvenstva prolaza koje skreće ili prelazi križanje i vozila s prvenstvom prolaza na križanjima, spajanjima cesta ili izlaznim cestama sa zemljišta ili parkirališta         |
| 4     |  Svijetlo-crvena | <i>Nesreća pri prelasku (PR)</i> – Izazvana konfliktom između vozila i pješaka na kolniku, ukoliko se on nije kretao uzdužnim smjerom, i ako vozilo nije skretalo iz glavne ceste. To vrijedi i ako vozilo nije naletjelo na pješaka.   |
| 5     |  Svijetlo-plava  | <i>Nesreća u prometu i mirovanju (PM)</i> – Izazvana konfliktom između vozila u tekućem prometu i parkirano/zaustavljenog vozila odnosno vozila koje izvodi manevre u svezi s parkiranjem/zaustavljanjem  |
| 6     |  Narančasta      | <i>Nesreća u uzdužnom prometu (UP)</i> – Izazvana konfliktom između sudionika u prometu koji su se kretali u istom ili suprotnom smjeru, ukoliko taj konflikt ne odgovara nekom drugom tipu nesreće   |
| 7     |  Crna            | <i>Ostale nesreće (ON)</i> – Nesreće koje se ne mogu svrstati u tipove 1-6. Primjeri: okretanje, vožnja unatrag, međusobni sudar vozila koja se parkiraju, zapreka ili životinja na kolniku, iznenadan kvar na vozilu   |

(Izvor: Institut für Straßenverkehr, Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, FGSV, 1974.)

Kako bi se lakše raspoznale vrste nesreća na kartama, osim boja koriste se i različite veličine i oblici znakova kojima se označavaju različiti tipovi prometnih nesreća.



### 4.3.3 Lociranje nesreća na kartama

Digitalne karte za praćenje vrste nesreće u pravilu se odlikuju točnim lociranjem mjesta nesreće, npr. pomoću geodetskih koordinata. Standardne karte uvijek se mogu praviti za neki krajnji datum koji se unaprijed slobodno odabere, isto kao i posebne karte koje se uvijek mogu napraviti sa slobodnim izborom graničnih uvjeta.

Lociranje nesreće na digitalnim kartama iz praktičnih razloga obavlja se već pri očevidu nesreće jer je kasnije, prilikom dopune i provjere podataka o nesreći, manje ekonomično. Način lociranja trebao bi biti tako zamišljen da promjene u oznakama mreže prometnica na njega nemaju utjecaja. Za to su prikladne geodetske koordinate.

### 4.3.4 Gomilanja nesreća

Područja zamjetnog gomilanja nesreće u cestovnoj mreži treba razlikovati na sljedeći način:

- mjesta gomilanja nesreće (MGN),
- crte gomilanja nesreće (CGN),
- područja gomilanja (PGN).

Mjestima gomilanja nesreće (MGN) nazivamo gomilanje nesreća na pojedinim mjestima na cesti. Mjesta gomilanja nesreće mogu se pojavljivati kako na jednogodišnjoj tako i na trogodišnjim kartama. Mjesta gomilanja nesreće, koja postaju uočljiva jer se na njima redovito događaju brojne nesreće zbog visokog prometnog opterećenja, treba razlikovati od mjesta „normalnog“ gomilanja nesreće.

Crte gomilanja nesreće (CGN) jesu gomilanja nesreća uzduž dužih dionica ceste. Da bi se iz analize u najvećoj mjeri isključio čimbenik intenziteta prometa, pobliže se promatraju crte gomilanja nesreća onda kada se javljaju na karti za praćenje teških nesreća s ozljedama. Crta postaju uočljiva onda kada se dogodila najmanje jedna nesreća s teškim ozljedama po kilometru u 3 godine, a ukupni broj je 3 ili više takvih nesreća.

Područje gomilanja nesreća (PGN) javlja se unutar naseljenih mjesta (veće općine i gradovi) u mreži prilaznih cesta. Osnova za procjenu nesreća na određenim područjima jest trogodišnja karta nesreća s ozljedama. Kao mjerilo uočljivosti na područjima gomilanja nesreća služi gutoća nesreća s ozljedama. Nizanje nesreća prama toj karakterističnoj veličini pruža osnovu za prepoznavanje stambenih područja sa sigurnosnim nedostacima (npr. moguće ili već realizirane zone ograničenja brzine na 30 km/h u kojima su potrebne i dodatne mjere).<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Institut für Straßenverkehr, Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, FGSV, 1974.

#### 4.4. 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 ceste. Ukoliko se gleda samo kolektivni rizik, onda će se lokacije s visokom gustoćom prometa rangirati kao lokacije sa visokim rizikom, čak i onda kada ove lokacije imaju relativno mali broj nesreća u odnosu na gustoću prometa. To se dešava jer je gustoća nesreće velika zbog intenziteta prometa. Preporuča se da se metoda kolektivnog rizika koristi kod određivanja dionice visokog rizika, a onda da se drugim metodama upotpuni analiza rizičnih dionica. Kolektivni rizik raste s porastom intenziteta prometa na cestama, pa ceste većeg značaja imaju veće kolektivne rizike.<sup>27</sup>

Korigirani kolektivni rizik prometnih nesreća (KRPN) je pokazatelj koji za utvrđivanje i definiranje opasnih dionica koriste se podaci o nesrećama s poginulima i nesrećama s ozlijeđenima. Prema nekim stručnjacima trebalo bi uzet u obzir i nesreće s materijalnim štetama, 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:

$$\text{PBPN} = (n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 20 + n_3 \cdot 150) \quad [1]$$

gdje su:

$n_1$  – broj prometnih nesreća s materijalnom štetom,

$n_2$  – broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama,

$n_3$  – broj prometnih nesreća s poginulim osobama.

Na nekim dionicama se pojavljuje veći broj poginulih osoba među ukupno nastradalima. Da bi se uzeo u obzir povećan broj poginulih, ponderirani broj prometnih nesreća je korigiran

---

<sup>27</sup> Zovak, G., Šarić, Ž.: Prometno-tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijal, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2011.

tako da se dobiju nešto veće vrijednosti, ako je na promatranoj dionici zabilježen veći broj poginulih među nastradalim osobama, i to prema jednadžbi:

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

gdje su:

POG – broj poginulih u prometnim nesrećama,

TO – broj teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama,

LO – broj lako ozlijeđenih u prometnim nesrećama.

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

$$KRPN = \frac{\sum PBPN}{G*L} \left[ \frac{nesreće}{km godišnje} \right] \quad [3]$$

gdje su:

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

L – dužina promatrane dionice.

Kolektivni rizik poginulih i teško ozlijeđenih (KRPTO) je pokazatelj koji stavlja u odnos broj poginulih i teško ozlijeđenih u prometnim nesrećama i dužinu promatrane dionice, te se dobiva vrijednost prema jednadžbi:

$$KRPTO = \frac{\sum(POG+TO)}{G*L} \left[ \frac{poginuli i teško ozlijeđeni}{km godišnje} \right] \quad [4]$$

Kolektivni rizik poginulih (KRP) stavlja u odnos broja poginulih u prometnim nesrećama i dužine promatrane dionice dobiva se vrijednost kolektivnog rizika poginulih (KRP) prema jednadžbi:<sup>28</sup>

$$KRP = \frac{\sum POG}{G*L} \left[ \frac{Poginuli}{km godišnje} \right] \quad [5]$$

#### 4.5. Individualni rizik prometnih nesreća i njihovih posljedica

Individualni rizik predstavlja broj nesreća i nastradalih u odnosu na broj vozila na promatranom kilometru na danoj lokaciji. S porastom gustoće prometa opada individualni rizik, te je on najmanji na cestama s većim značajem, odnosno na cestama s najvećom gustoćom

<sup>28</sup> Zovak, G., Šarić, Ž.: Prometno-tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijal, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2011.

prometa. Dakle, s porastom značaja ceste raste kolektivni, a opada individualni rizik nastanka prometne nesreće.

Ako se gleda činjenica 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:

$$IRPN = \frac{\sum PBPN}{L \cdot 365 \cdot \sum PGDP} * 10^6 \left[ \frac{nesreće}{mil \cdot voz \cdot km} \right] \quad [6]$$

PGDP - prosječni godišnji dnevni promet

Individualni rizik stradavanja (IRS) je pokazatelj koji stavlja u odnos ponderirani broj nastradalih i broj vozila na kilometru nakon čega se dobije vrijednost prema jednadžbi:

$$IRS = \frac{\sum PBN}{L \cdot 365 \cdot \sum PGDP} * 10^6 \left[ \frac{nastradali}{mil \cdot voz \cdot km} \right] \quad [7]$$

Individualni rizik poginulih (IRP) stavlja u odnos broj poginulih u prometnim nesrećama i broj vozila na kilometru dobije se vrijednost individualnog rizika poginulih pomoću jednadžbe.<sup>29</sup>

$$IRP = \frac{\sum POG}{L \cdot 365 \cdot \sum PGDP} * 10^6 \left[ \frac{poginulih}{mil \cdot voz \cdot km} \right] \quad [8]$$

#### 4.6. 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 jednadžbi:

$$C_F = \frac{N_c}{t} \quad [9]$$

gdje je:

CF – učestalost prometnih nesreća,

Nc – ukupan broj prometnih nesreća,

t – vremensko razdoblje u godinama.

<sup>29</sup> Zovak, G., Šarić, Ž.: Prometno-tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijal, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2011.

Dobiveni rezultati rangiraju se prema svojim vrijednostima, a lokacija s najvišom vrijednosti identificira se kao najopasnije mjesto. Jednostavnost izračuna predstavlja glavnu prednost ove metode, a isto tako i mali broj potrebnih podataka za njenu uporabu. 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.<sup>30</sup>

#### 4.7. Metoda stope prometnih nesreća

Ova metoda predstavlja unaprijeđenu metodu učestalosti prometnih nesreća, jer u svom izračunu uzima u obzir prometno opterećenje te duljinu promatrane dionice. Kako bi se moglo identificirati opasna mjesta uz pomoć ove metode, potrebno je prvo prikupiti niz podataka, a to su:

- broj prometnih nesreća,
- duljini promatrane dionice,
- prometnog opterećenja,
- vremensko razdoblje za koje se radi proučavanje.<sup>31</sup>

Jednadžba za izračun ove metode:

$$C_R = \frac{N_C}{Q_L} \quad [10]$$

gdje je:

$C_R$  – stopa prometnih nesreća,

$N_C$  – ukupan broj prometnih nesreća,

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

Potrebno je prije izračunati prometno opterećenje na dionici ili lokaciji:

$$Q_L = \frac{Q \cdot 365 \cdot t \cdot L}{1\,000\,000} \quad [11]$$

gdje je:

---

<sup>30</sup> Šarić, Ž.: Model identifikacije opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži (doktorska disertacija), Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.

<sup>31</sup> Zovak, G., Šarić, Ž.: Prometno-tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijal, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2011.

Q – prometno opterećenje (PGPD),  
t – vremensko razdoblje u godinama,  
L – duljina promatrane dionice [km].

Kod metode stope prometnih nesreća prednost je jednostavnost i mali broj potrebnih podataka, koji su i lako dostupni, za izračun i identifikaciju opasne lokacije. Još jedna prednost ove metode je što uzima u obzir i prometno opterećenje promatrane lokacije. Nedostaci su što pretpostavlja linearan odnos između prometnog 27 opterećenja i broja prometnih nesreća, iako je odnos nelinearan, te što je pristrana prema dionicama manje duljine i s manjim prometnim opterećenjem.<sup>32</sup>

#### 4.8. Metoda Rate Quality Control

Rate Quality Control (RQC) metoda je jedna od najpouzdanijih metoda identifikacije opasnih mjesta koju koriste mnoge zemlje diljem svijeta kako bi riješile problematiku opasnih mjesta. Ova metoda 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.

Identificiranje opasnih mjesta pomoću Rate Quality Control metode provodi se tako da se na temelju broja prometnih nesreća te prometnog opterećenja na promatranoj lokaciji odredi kritična razina nastanka prometnih nesreća. Ako 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.

Kritična razina broja prometnih nesreća računa se prema sljedećoj formuli:

$$C_{CR} = C_{RA} + k \cdot \sqrt{\frac{C_{RA}}{Q_L}} + \frac{1}{2 \cdot Q_L} \quad [12]$$

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 ili dionici.

---

<sup>32</sup> Šarić, Ž.: Model identifikacije opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži (doktorska disertacija), Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.

Rate Quality Control metoda koristi 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. Ovom metodom može se uzeti u obzir i duljina lokacije pa se može koristiti i kod lociranja opasnih dionica.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Šarić, Ž.: Model identifikacije opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži (doktorska disertacija), Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.

## 5. METODE SANIRANJA OPASNIH MJESTA NA CESTAMA

U procesu saniranja opasnih mjesta u Hrvatskoj se kroz različite programe izdvojilo oko 259,9 miliona kuna za potpunu sanaciju 278 opasna mjesta i djelomičnu sanaciju 46 opasna mjesta, dok je za istu namjenu iz sredstava Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske izdvojeno 5,5 miliona kuna, što je oko 264,6 miliona kuna utrošenih za sanaciju opasnih mjesta na državnim cestama (tablica 9).

Dinamika sanacije obavljena je na način da su do 2001. godine sanirana četiri opasna mjesta, tijekom 2002. godine sanirano je 15 opasnih mjesta, 2003. godine sanirano je 36 opasnih mjesta, 2004. godine 51 opasno mjesto, 2005. godine 26, 2006. godine 13 opasnih mjesta, 2007. sanirano je 12 opasnih mjesta, 2008. sanirano je 19 opasnih mjesta, 2009. sanirano je 15 opasnih mjesta, 2010. godine 8 opasnih mjesta, a 2011. provedena je sanacija 16 opasnih mjesta. U 2012. godini detektirano je još 45 novih opasnih mjesta. Najviše u Splitsko-dalmatinskoj (16) i Krapinsko-zagorskoj (7).

Daljnja sanacija djelomično saniranih opasnih mjesta, odnosno mjesta koja nisu sanirana u ovoj i narednoj godini provodit će se kroz program Betterment, odnosno program pojačanog održavanja i posebne projekta sanacije, na način i po broju kako slijedi: 9 opasnih mjesta sanirat će se kroz realizaciju programa Betterment, 28 opasnih mjesta sanirat će se kroz posebne projekte sanacije od kojih su za 22 opasna mjesta izrađeni projekti sanacije dok je za preostalih 6 opasnih mjesta izrada projekata sanacije u tijeku, kroz program pojačanog i redovnog održavanja planira se sanirati 8 opasnih mjesta.<sup>34</sup>

Tablica 9. Sanacija opasnih mjesta od 2001. – 2015. godine

| Godina | Sanirano opasnih mjesta | Vrijednost sanacije [kn] |
|--------|-------------------------|--------------------------|
| 2001.  | 4                       | 1.061.758,20             |
| 2002.  | 15                      | 10.078.581,93            |
| 2003.  | 36                      | 21.384.384,14            |
| 2004.  | 51                      | 13.120.100,14            |
| 2005.  | 26                      | 23.617.914,31            |
| 2006.  | 13                      | 6.882.110,75             |

<sup>34</sup> <http://www.drc.si/Portals/16/predstavitve/4-6.pdf>; Rujan .2015.



|               |            |                       |
|---------------|------------|-----------------------|
| 2007.         | 12         | 5.436.579,73          |
| 2008.         | 19         | 19.345.363,75         |
| 2009.         | 15         | 29.141.864,48         |
| 2010.         | 8          | 11.584.734,09         |
| 2011.         | 18         | 15.620.212,03         |
| 2012.         | 9          | 17.499.501,81         |
| 2013.         | 23         | 49.162.884,08         |
| 2014.         | 21         | 36.054.822,14         |
| 2015.         | 8          | 4.686.000,00          |
| <b>Ukupno</b> | <b>278</b> | <b>264.676.811,59</b> |

(Izvor: <http://www.drc.si/Portals/16/predstavitev/4-6.pdf>; rujan 2016.)

## 5.1. Pristup saniranju opasnih mjesta

Pristup eliminaciji opasnih mjesta mora biti dobro isplaniran i organiziran. Metodologiji eliminacije opasnih mjesta najčešće prikazuje četiri glavne faze:

1. Otkrivanje opasnih mjesta,
2. Definicija prioriteta;
3. Odabir i primjena radnji i mjera,
4. Promatranje učinaka poduzetih mjera.

Nakon otkrivanje opasnih mjesta i određivanje najopasnijih lokacija slijedi odabir i primjena radnji i mjera. Ovoj fazi prethodni analitički pristup razmatranja odabranih lokacija i analiza dostupnih podataka o nesrećama koje su se dogodile na tim lokacijama. Osobitost kod mjesne koncentracije jesu utjecajni čimbenici pojedine lokacije, kojih uzrok također mogu biti manjkavost u trasiranju, izvedbi čvorišta, obilježavanju prometnim znakovima, iscertavanju ili pak nedostacima prometnih uređaja. Uspije li se izolirati, opisati, a onda i isključiti jednu okolnost koja na prometnom području pospješuje nastanak nesreće, tada je na tom mjestu povećan i sigurnosni „manevarski prostor“. Tamo će se događati manje nesreća ili manje teških nesreća. Brojni uzroci dakle ne traže i brojne mjere. Nastanak nesreće na određenoj lokaciji mogu pogodovati različiti čimbenici, tako da u pojedinom slučaju može doduše biti prikladno i više mjera, no mora se izabrati samo jednu.

U analizi nesreća razlikuju se dvije faze:

- faza kada vozač prepozna situaciju koja vodi do nesreće,
- faza kada je vozač nastoji izbjegnuti.

Na ove se faze odnose odgovarajuće kategorije mjera koje teže poboljšanju sigurnosti. Jedna se grupa sastoji od mjera aktivne sigurnosti, a to su mjere koje pomažu zaustaviti pojavu nesreće, pomoći vozaču da ih izbjegne ili dati mu do znanja da postoji situacija povećanog rizika i mogućnost nesreće (informacije o opasnosti, poboljšanje vidljivosti, itd.)

Druga grupa jesu mjere pasivne sigurnosti koje čine one mjere koje postaju pokazatelji tijekom nesreće. One sprječavaju ozbiljnije posljedice nesreće, a mogu biti: sigurno okruženje ceste bez tvrdih masivnih predmeta ili drveća, oprema na cesti koja neće izazvati teže ozljede, itd.)<sup>35</sup>

## **5.2. Mjere s obzirom na njihovo vrijeme trajanja**

S obzirom na vrijeme trajanja postoje dva razreda mjera:

- I. razred mjera,
- II. razred mjera.

Prvi razred mjera predstavlja pripremne mjere koje se najčešće odnose na prometno tehnička svojstva ceste. To su mjere koje su posljedica povremenog ili periodičnog stanja na određenom mjestu (poledica, preusmjeravanje prometa, privremene blokade, itd.) ili posljedica raznih drugih uzroka (neizbježnost poduzimanja mjera, dodatni otkup zemljišta, nedostatak financijskih sredstava, itd.)

Ove mjere karakteristične su za mjesta koja su opasna zbog neadekvatne ili nedovoljne prometne signalizacije koja umanjuje sigurnost prometa i doprinosi događanju prometnih nesreća. Intervencijom na prometnoj signalizaciji i dovođenjem prometne signalizacije u ispravno stanje, relativno malim novčanim sredstvima koja se ulože u proces sanacije opasnih mjesta, mogu postići veliki uspjeh. Na slikama 8. i 9. vidimo jedan primjer mjere prvog razreda, gdje se jednostavnim rješenjem i malim financijskim sredstvima povećala sigurnost prometovanja. Osim provođenja mjera na prometnoj signalizaciji, također se može smanjiti brzina i postaviti uređaji za smanjenje brzine. Na nepreglednim raskrižjima se mogu postaviti prometna zrcna zbog povećanja preglednosti.

---

<sup>35</sup> D. Babić: Prometna signalizacija – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.



Slika 8. Primjer opasnog mjesta prije donošenja mjera za povećanje sigurnosti  
(Izvor: D. Babić: Prometna signalizacija – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.)



Slika 9. Jednostavna mjera za povećanje sigurnosti prometovanja  
(Izvor: D. Babić: Prometna signalizacija – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.)

Drugi razred mjera (trajne smjere) su one mjere koje bi trebale u potpunosti eliminirati mjesta gomilanja prometnih nesreća. Takve mjere su najčešće građevinsko-tehničke prirode, a to su:

- proširenje kolnika,
- korekcija poprečnog nagiba,

- otvaranje preglednosti u zavojima,
- izgradnja rotora,
- postavljanje dodatne zaštitne ograde,
- presvlačenje kolnika novim asfaltnim slojem,
- freziranje asfaltne površine radi povećanja trenja površine kolnika,
- i ostale.

Koja će se od tih podjednako prikladnih dugoročnih mjera na kraju odabrati ovisi o prometnoj funkciji ceste kao i o tome koja je mjera izvediva. Iako je potrebno težiti da su mjere što jednostavnije i zahtijevaju što manja financijska sredstva, a opet da osiguravaju što veću sigurnost, često puta zbog utjecaja čovjeka to nije moguće pa je potrebno posegnuti za mjerama koja će potpuno ukloniti opasnosti.



Slika 10. Primjer dugoročne sanacije ceste

(Izvor: D. Babić: Prometna signalizacija – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.)

Kratkoročno i dugoročno rješenje temelji se na osnovi:

- utvrđenih konfliktnih događaja promatranjem prometa na tom mjestu,
- konstatiranih prometno tehničkih nedostataka i nepravilnosti ceste, koje utječe na sigurnost prometa,

- opravdanost mjera na osnovu metodologije vrednovanja (cost-benefit metoda) utvrđenih prometno tehničkih nepravilnosti i nedostataka ceste, te obzirom na opasno ponašanje sudionika u prometu.<sup>36</sup>

### **5.3. Procjena učinkovitosti mjera sanacije opasnih mjesta**

Nakon provedenih analiza, predlažu se mjere i utvrđuje njihova učinkovitost. Kod procjene učinkovitosti mjera najviše se treba obratiti pozornost na broj prometnih nesreća nakon sanacije opasnih mjesta.

Uvođenjem sustava praćenja omogućit će se usporedba broja prometnih nesreća nakon provedenih mjera sa općim kretanjima. Praćenje prometnih nesreća je veoma važan segment u sigurnosti cestovnog prometa, jer je to sustav za rano alarmiranje ako nakon provedenih mjera nešto krene u suprotnom smjeru od očekivanog, odnosno ako se poveća broj prometnih nesreća na saniranom području. Praćenjem broja prometnih nesreća na većem broju mjesta može se osigurati veći broj podataka koji mogu biti orijentacija za daljnje provođenje sigurnosnih mjera u budućnosti. Svaka mjera koja se poduzme iz određenog razloga usmjerena je prema ostvarenju određenog cilja. Kada se određena mjera poduzme, pitanje koje se može postaviti je, da li je mjera ispunila cilj, odnosno u kojoj mjeri je taj cilj ispunjen.

Najbolji pokazatelj učinkovitosti provedenih mjera sanacije opasnih mjesta je promjena učestalosti događanja prometnih nesreća na saniranom mjestu koja se propisuje provedenim mjerama. Osnovni pokazatelji uspješnosti biti će usporedba učestalosti događanja prometnih nesreća nakon sanacije sa stanjem prije sanacije, odnosno koje bi se dogodile da sanacije nije bilo. Važno je potvrditi da su provedene mjere sanacije dovele do dobivenih rezultata, a ne neki drugi utjecaji koji su istovremeno djelovali ili način proračuna.

### **5.4. Analiza prije i poslije**

Analiza prije i poslije je neophodan dio eliminacije opasnih mjesta, ali neposredni učinci primijenjenih mjera se "sporo" manifestiraju. Oni postaju očigledni tek nakon duljeg perioda eksploatacije cestovne mreže u novim uvjetima jer se zasnivaju na pojavama nesreća i njihovim posljedicama na promatranoj lokaciji. Rezultati analize prije/poslije imaju dvostruko značenje:

- procjena efikasnosti primijenjenih mjera na promatranoj lokaciji i njihova moguća korekcija,

---

<sup>36</sup> D. Babić: Prometna signalizacija – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.

- dugoročni zaključci i stjecanje općeg iskustva važnog za budućnost, efikasniji rad na sličnim "crnim točkama”.

Usporedbom stanja "prije/poslije", ili "sa mjerom/bez mjere", može se vidjeti, da li su oba stanja ista ili se razlikuju. Može se postaviti pitanje koliko se ta stanja moraju razlikovati, a da bi doista bila "različita", odnosno značajno različita. Naime, prometne su nesreće slučajni i rijetki događaji i na njihovo nastajanje, pored sistematskih utječu i slučajni činioci. Iz toga proizlazi mogućnost da pored poduzete sigurnosne mjere na događanje prometnih nesreća utjecaja imaju neke druge okolnosti, koje sa samom mjerom nemaju nikakve veze, a praktički ih je nemoguće staviti pod kontrolu. Zato se može jasno zaključiti da u ovom slučaju treba primijeniti postupak identičan za sve slučajne varijable i njihovo testiranje, a to je postupak testiranja statističke značajnosti razlika, odnosno onaj, koji se uzima u obzir i utjecaj slučaja i slučajnih veličina.<sup>37</sup>

### 5.5. Metoda učinkovitosti poduzete mjere K

Za određeno usmjerenje, ali ne za zaključivanje o učinkovitosti poduzete mjere, može se upotrijebiti K – provjera. Ovom se metodom, pri vrednovanju neke sigurnosne mjere, u obzir uzimaju i opće promjene broja prometnih nesreća do kojih je došlo iz nekih općih razloga. Izraz po kojem se računa promjena na saniranom mjestu je:

$$K = \frac{\frac{b}{a}}{\frac{c}{d}} \quad [13]$$

gdje je:

a – br. nesreća prije,

b – br. nesreća poslije,

c – br. nesreća prije na kontrolnim mjestima za provjeru,

d – br. nesreća poslije na kontrolnim mjestima za provjeru.

Izračunata vrijednost K može biti:

$k < 1$ , što ukazuje na pad broja nesreća na saniranim mjestima,

$k = 1$ , što ukazuje da nema promjena u događanju nesreća,

$k > 1$ , što ukazuje na porast broja nesreća na saniranim mjestima.

Postotak promjene na promatranoj lokaciji je:  $(k - 1) \times 100$ <sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> D. Babić: Prometna signalizacija – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.

<sup>38</sup> Metodologija pristupa sigurnosti prometa, Hrvatske ceste d.o.o. i Institut građevinarstva Hrvatske d.d., Zagreb 2004.

## 6. ZAKLJUČAK

Sigurnost sudionika u cestovnom prometu jedan je od osnovnih zahtjeva prometnog sustava. Sigurnost prometa je od posebnog značaja za svaku državu zbog utjecaja na gospodarski, ekonomski, demografski, društveni i kulturološki razvoj cjelokupne zajednice. Također, prometne nesreće imaju veliki utjecaj na pojedince koji su sudjelovali u njima. Posljedice mogu biti psihičke ili tjelesne, a njihov utjecaj na život osobe ostaju trajne.

Stupanj sigurnosti u cestovnom prometu jedan je od značajnih pokazatelja prometne kulture i načina života u državi. S obzirom da kulturu i način života čine ljudi i njihovi običaji boljom edukacijom vozača ali svih subjekata koji su zaduženi za sigurnost u cestovnom prometu moguće je smanjiti rizik od nastajanja prometnih nesreća. Ako se uzme u obzir financijski gubitak koji nastaje zbog prometnih nesreća (intervencija hitne medicinske pomoći, vatrogasnih postrojbi, policije, saniranja štete na vozilima i infrastrukturi, gubitka radne sposobnosti itd.), prema procjenama stručnjaka jednak je iznosu od 2 – 4% BDP-a. Uzimajući te brojke u obzir, jasno je koliko je važno za cijelo društvo da se preventivno djeluje na nastanak prometnih nesreća. Identifikacija i sanacija opasnih mjesta predstavlja jedan od najučinkovitijih metoda povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Budući da sanacija opasnih mjesta zahtjeva velika financijska sredstva, važno je prije svega detaljnim analizama identificirati opasna mjesta kako bi ta financijska sredstva bila kvalitetno potrošena.

Analizom podataka o broju i posljedicama prometnih može se zaključiti da sigurnost cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj prati trend opadanja kakav je zacrtan u Nacionalnom programu za sigurnosti cestovnog prometa 2011.-2020. Ovakvi podaci su ohrabrujući i potrebno je nastaviti u napredovanju kako bi cestovni promet bio siguran za se sudionike.

Kvalitetnim evidentiranjem prometnih nesreća a zatim i analizom i interpretacijom statističkih podataka uvelike se doprinosi sanaciji opasnih mjesta. Na temelju sakupljenih podataka važno je voditi bazu podataka prometnih nesreća, odnosno karte na kojima će se prepoznati gomilanje prometnih nesreća i opasnih mjesta, te naposljetku sanirati. Tehnologija je omogućila lakše evidentiranje prometnih nesreća pomoću GPS sustava i digitalnih karata, a najvažnija prednost ovakvog evidentiranja je preciznost i mogućnost korištenja velike baze podataka.

Identificiranje opasnih mjesta obavlja se raznim metodama, među kojima je najvjerodostojnija Rate Quality Control metoda koja uzima u obzir duljinu promatrane dionice, prometno opterećenje na dionici, stopu prometnih nesreća i kritičnu razinu prometnih nesreća.

Ova metoda se temelji na statističkom testiranju opasnosti svake dionice u usporedbi s drugom dionicom sličnih karakteristika i zato pokazuje visoku točnost.

Temeljem analiza prometnih nesreća donose se mjere za sanaciju. Te mjere trebaju ukloniti rizik nastajanja nesreće ili, ukoliko se ne može ukloniti rizik, potrebno je da smanji posljedice koje uzrokuje prometna nesreća. Ukoliko se analizom prije i poslije utvrdi da donesene mjere nemaju utjecaja na smanjenje broja prometnih nesreća ili njihovih posljedica, potrebno ih je ukloniti i zamijeniti kvalitetnijim mjerama koje će neutralizirati opasnost.

Upotrebom jasno definiranih parametra i sustavnom metodologijom pristupa proračunima pri definiranju opasnih mjesta koje su utvrđene u ovom diplomskom radu, omogućio bi se detaljniji pristup istraživanju opasnih mjesta kao i podjela opasnih mjesta prema njihovoj kategorizaciji u cilju povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Države Europske unije koje su primijenile sustav upravljanja crnim točkama u šezdesetim godinama, uspješno su sanirale detektirana opasna mjesta, te ih danas koriste za sustave održavanje prometne sigurnosti.



## LITERATURA

1. Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2001.,
2. I. Legac; Cestovne prometnice I; Fakultet prometnih znanosti; Sveučilište u Zagrebu; 2006.,
3. D. Hozjan, Cestovne prometnice II, materijal za predavanja, Fakultet prometnih znanosti, 2013/2014.,
4. <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A172/datastream/PDF/view>; Kolovoz 2016.,
5. <http://files.fpz.hr/Djelatnici/gluburic/Luburic-predavanja-v3.pdf>; Kolovoz 2016.,
6. [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_05\\_59\\_1321.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_05_59_1321.html); Kolovoz 2016.,
7. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb; 2016.,
8. D. Babić, Prometna signalizacija – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.,
9. <http://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/>; Kolovoz 2016.,
10. Zovak, G., Šarić, Ž.: Prometno-tehničke ekspertize i sigurnost – nastavni materijal, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2015.,
11. <http://www.drc.si/Portals/16/predstavitve/4-6.pdf> ; Rujan 2016.,
12. Gledec, M.; Zašto na cestama postoje crne točke, Hrvatsko društvo za ceste – Via Vita, Zagreb, 2009.,
13. Šuperina, M.; Magušić, F.; Matovina, M.; Primjena satelitske navigacije u policiji, 2010.,
14. Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, Institut für Straßenverkehr, FGSV, 1974.,
15. Šarić, Ž.: Model identifikacije opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži (doktorska disertacija), Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.
16. Metodologija pristupa sigurnosti prometa, Hrvatske ceste d.o.o. i Institut građevinarstva Hrvatske d.d, Zagreb 2004.

## POPIS GRAFOVA

|   |    |
|---|----|
| Graf 1. Utjecaj traka za spora vozila na stupanj pojave prometnih nesreća.....                              | 11 |
| Graf 2. Globalno stanje kolnika državnih cesta u RH za 2012. godinu .....                                   | 13 |
| Graf 3. Broj poginulih u razdoblju od 1994. do 2010. godine .....   | 23 |
| Graf 4. Broj poginulih u razdoblju od 1994. do 2010. godine na 100.000 stanovnika                           | 23 |
| Graf 5. Broj poginulih za razdoblje od 2006. do 2015. godine .....  | 25 |
| Graf 6. Grafički prikaz kretanja stvarnog i očekivanog broja poginulih u prometu<br>2011. – 2020.....       | 27 |
| Graf 7. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe po policijskim<br>upravama 2014./2015. .... | 27 |
| Graf 8. Broj poginulih na 100 000 stanovnika .....  | 28 |
| Graf 9. Prometne nesreće s nastradalim i poginulim osobama po mjesecima .....                               | 28 |
| Graf 10. Poginuli prema vrsti prometnih nesreća u 2015. godini .....  | 30 |
| Graf 11. Vrste prometni nesreća u 2015. godni.....  | 30 |

## POPIS SLIKA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Vennov dijagram čimbenika sigurnosti prometa .....                        | 4  |
| Slika 2. Čovjek kao čimbenik sigurnosti u prometu.....                             | 6  |
| Slika 3. Vertikalna preglednost (konveksni prijelom).....                          | 12 |
| Slika 4. Primjer osvjetljavanja pješačkog prijelaza .....                          | 15 |
| Slika 5. Preglednost na raskrižju .....  | 16 |
| Slika 6. Euro RAP karta rizika za Hrvatsku .....                                   | 35 |
| Slika 7. Prikaz prometnih nesreća u GIS programu .....                             | 40 |
| Slika 8. Primjer opasnog mjesta prije donošenja mjera za povećanje sigurnosti..... | 53 |
| Slika 9. Jednostavna mjera za povećanje sigurnosti prometovanja.....               | 53 |
| Slika 10. Primjer dugoročne sanacije ceste .....                                   | 54 |

## POPIS TABLICA

|   |    |
|---|----|
| Tablica 1. Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini kolnika.....                 | 10 |
| Tablica 2. Odnos koeficijenta trenja i nastanka prometnik nesreća .....             | 13 |
| Tablica 3. Kretanje stvarnog i očekivanog broja poginulih u prometu 2011. - 2020... | 26 |
| Tablica 4. Nastradale osobe prema vrstama prometnih nesreća u 2015.....             | 29 |
| Tablica 5. Prometne nesreće po značajkama u 2015. godini.....                       | 32 |
| Tablica 6. Prometne nesreće na autocestama i brzim cestama u 2015. godini.....      | 32 |
| Tablica 7. Prometne nesreće nastale zbog pogreške vozača, pješaka i ostalih uzroka. | 34 |
| Tablica 8. Tipove nesreća.....  | 42 |
| Tablica 9. Sanacija opasnih mjesta od 2001. – 2015. godine.....                     | 50 |

