

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mirko Patrlj

**ODREĐIVANJE KORELACIJE IZMEĐU NASTANKA
PROMETNIH NESREĆA I KVALITETE PROMETNIH
ZNAKOVA NA DRŽAVNOJ CESTI DC8**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**ODREĐIVANJE KORELACIJE IZMEĐU NASTANKA
PROMETNIH NESREĆA I KVALITETE PROMETNIH
ZNAKOVA NA DRŽAVNOJ CESTI DC8**

**DETERMINATION OF CORRELATION BETWEEN TRAFFIC
ACCIDENTS AND QUALITY OF TRAFFIC SIGNS ON STATE
ROAD DC8**

Mentor: doc. dr. sc. Darko Babić

Student: Mirko Patrlj, 0135224492

Zagreb, rujan 2017.

SAŽETAK

Prometne nesreće su neizostavni dio cestovnog prometa. Dosadašnja znanstvena istraživanja dokazala su da prometna signalizacija utječe na vjerojatnost nastanka prometnih nesreća. U cilju ostvarivanja sigurnog i nesmetanog odvijanja prometnog toka posebnu pozornost potrebno je posvetiti prijenosu informacija. U cestovnom prometu se prijenos informacija između nadležnih za ceste i sudionika u prometu realizira pomoću prometne signalizacije. Cilj ovog rada je dokazati povezanost kvalitete prometnih znakova sa prometnim nesrećama. Statističkom analizom obuhvaćeni su podaci o kvaliteti prometne signalizacije na državnoj cesti DC8 i podaci o prometnim nesrećama koje su se dogodile na državnoj cesti DC8. Rezultatima korelacijske analize podataka utvrđeno je da postoji srednja pozitivna veza između prometnih nesreća koje su se dogodile u uvjetima smanjene vidljivosti na državnoj cesti DC8 i prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije.

Ključne riječi: prometne nesreće, prometni znakovi, korelacija, državna cesta DC8, sigurnost u prometu

SUMMARY

Traffic accidents are an indispensable part of road traffic. Previous scientific research has shown that traffic signaling affects the likelihood of traffic accidents. In order to achieve a safe and undisturbed flow of traffic, special attention should be paid to the transfer of information. In road traffic, transport of information between road and road transport operators is realized through traffic signaling. The aim of this paper is to demonstrate the correlation of traffic signs with traffic accidents. Statistical analysis includes data on quality of traffic signaling on DC8 state road and traffic accident data for the DC8 state road. The results of the correlation analysis showed that there was a medium positive link between traffic accidents that occurred under low visibility conditions on the DC8 state road and traffic signs that did not meet the minimum retroreflective conditions.

Keywords: traffic accidents, traffic signs, correlation, DC8 state road, traffic safety

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PROMETNA SIGNALIZACIJA KAO ELEMENT CESTOVNE SIGURNOSTI.....	3
2.1. Funkcija i zadaće prometnih znakova	4
2.2. Podjela prometne signalizacije	5
2.3. Refleksija i retrorefleksija prometnih znakova.....	9
2.4. Materijali za izradu prometnih znakova	11
3. PROMETNE NESREĆE U CESTOVNOM PROMETU NA PODRUČJU RH.....	14
3.1. Analiza statističkih podataka Ministarstva unutarnjih poslova	14
3.2. Stanje sigurnosti na cestama u RH sukladno EuroRAP programu.....	18
4. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI PROMETA NA DRŽAVNOJ CESTI DC8.....	22
4.1. Razine rizika na dionicama državne ceste DC8	23
4.2. Analiza statističkih podataka Ministarstva unutarnjih poslova	25
5. ANALIZA STANJA I KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNOJ CESTI DC8	31
6. KORELACIJSKA ANALIZA IZMEĐU NASTANKA PROMETNIH NESREĆA I KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNOJ CESTI DC8.....	36
7. ZAKLJUČAK	41

1. UVOD

U cilju ostvarivanja sigurnog i nesmetanog odvijanja prometnog toka posebnu pozornost je potrebno posvetiti prijenosu informacija. U cestovnom prometu se prijenos informacija između nadležnih za ceste i sudionika u prometu realizira pomoću prometne signalizacije. Uz pomoć signalizacije sudionici u prometu primaju obavijesti i upozorenja tj. informacije o prometno oblikovnim elementima prometnice i drugim okolnostima na prometnici. Na sigurno odvijanje prometa bitno utječe pravilno postavljanje prometnih znakova (na odgovarajućoj udaljenosti i visini), postavljanje znakova odgovarajućih dimenzija ovisno o kategorizaciji ceste, te njihova retroreflektirajuća svojstva. Neodgovarajući, nepravilno postavljeni i nedovoljno vidljivi prometni znakovi smatraju se značajnim faktorom koji utječe na učestalost nastanka prometnih nesreća. Iako su prometne nesreće za sada neizbježne, dosadašnja znanstvena istraživanja dokazala su da kvalitetno projektirana i pravilno izvedena prometna signalizacija može pozitivno utjecati na sigurnost prometa na cestama i smanjiti vjerojatnost nastanka prometnih nesreća. Na temelju sustavnih mjerenja kvalitete prometne signalizacije na državnoj cesti DC8 i statistike o prometnim nesrećama moguće je utvrditi kako i u kojoj mjeri kvaliteta i stanje prometnih znakova utječu na učestalost nastanka prometnih nesreća.

Cilj ovog diplomskog rada je, na temelju detaljne analize stanja i kvalitete prometnih znakova, te stanja sigurnosti na državnoj cesti DC8, istražiti povezanost kvalitete prometnih znakova s učestalosti nastanka prometnih nesreća.

Rad je podijeljen u sedam radnih teza:

1. Uvod
2. Prometna signalizacija kao element cestovne sigurnosti
3. Prometne nesreće u cestovnom prometu na području Republike Hrvatske
4. Analiza stanja sigurnosti prometa na državnoj cesti DC8
5. Analiza stanja i kvalitete prometnih znakova na državnoj cesti DC8
6. Korelacijska analiza između nastanka prometnih nesreća i kvalitete prometnih znakova na državnoj cesti DC8
7. Zaključak

U drugom poglavlju definirana je prometna signalizacija kao osnovni element sigurnog odvijanja prometa na cestama. Također, obrazložena je podjela prometne signalizacije prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, opisana refleksija i retrorefleksija prometnih znakova kao i materijali koji se koriste pri izradi prometnih znakova.

U trećem poglavlju su analizirane nesreće koje su se dogodile u cestovnom prometu na području Republike Hrvatske u razdoblju od 2006. do 2016. godine i opisana karta razina rizika za nastanak prometnih nesreća na autocestama i državnim cestama Republike Hrvatske koja je izrađena u sklopu EuroRAP projekta.

U četvrtom poglavlju je izrađena analiza razina rizika na državnoj cesti DC8, te su analizirane prometne nesreće koje su se dogodile na državnoj cesti DC8 u 2013., 2014. i 2015. godini. Analiza prometnih nesreća je provedena prema posljedicama, vrsti vozila, vrsti prometne nesreće, karakteristikama ceste i okolnostima koje su prethodile prometnim nesrećama.

U petom poglavlju su detaljno analizirani prometni znakovi na državnoj cesti DC8 prema klasama materijala za izradu prometnih znakova i prema kriteriju zadovoljavanja minimalnih propisanih vrijednosti retrorefleksije.

U šestom poglavlju je provedena korelacijska analiza između nastanka prometnih nesreća i kvalitete prometnih znakova na državnoj cesti DC8.

2. PROMETNA SIGNALIZACIJA KAO ELEMENT CESTOVNE SIGURNOSTI

Prometna signalizacija se razvila iz potrebe reguliranja stalno rastućih prometnih tokova u gradovima i naseljima te se sukladno tome može reći da je njena osnovna zadaća definiranje pravila ponašanja sudionika u prometu te upravljanje prometnim tokovima.

Pravilnim postavljanjem prometne signalizacije značajno se povećava sigurnost odvijanja prometa na cestama na način da se vozaču omogućava pravovremeno uočavanje znaka te dovoljno vremena za izvršavanje adekvatne akcije. Ukoliko prometni znak nije postavljen pravilno produžuje se vrijeme percepcije prometnog znaka, a samim time i vrijeme donošenja odluke o načinu ponašanja vozača čime se značajno utječe na sigurnost odvijanja prometa.

Prema važećem Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama prometne znakove, signalizaciju i opremu na cestama čine: prometni znakovi (znakovi opasnosti, izričitih naredbi, obavijesti, obavijesti za vođenje prometa, dopunske ploče i promjenjivi prometni znakovi), prometna svjetla i svjetlosne oznake, oznake na kolniku i drugim prometnim površinama, prometna oprema cesta (branici i polubranici, prometna zrcala, odbojne ograde, pješačke ograde itd.), signalizacija i oprema za smirivanje prometa, te turistička i ostala prometna signalizacija [1].

Znakovi sudionike u prometu upozoravaju na opasnosti koje im prijete na određenoj cesti ili dionici ceste, stavljaju do znanja ograničenja, zabrane i obveze te daju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan tok prometa. Njima se obilježavaju i opasnosti privremenog karaktera, osobito one koje nastanu zbog iznenadnog oštećenja ili onesposobljavanja ceste, te privremena ograničenja i privremene zabrane u prometu, i ti se znakovi moraju ukloniti čim prestanu razlozi zbog kojih su postavljeni [2].

Da bi prometni znakovi bili učinkoviti, odnosno kako bi osigurali sigurno odvijanje prometa oni moraju [3]:

- Zadovoljiti potrebe sudionika u prometu,
- Privući pozornost vozača,
- Prenositi jednostavne i jasne informacije,
- Pobuđivati respekt vozača i pješaka,
- Biti smješteni tako da sudionicima u prometu daju dovoljno vremena za pravilnu reakciju.

2.1. Funkcija i zadaće prometnih znakova

Prometni znakovi su osnovna sredstva komunikacije između nadležnih za ceste i svih sudionika u prometu, te kao takvi predstavljaju jedan je od najvažnijih čimbenika u ostvarivanju sigurnosti u cestovnom prometu. Putem njih sudionici u prometu primaju obavijesti i upozorenja, tj. informacije o prometno oblikovnim elementima prometnice i drugim okolnostima na cesti.

Postavljanjem prometnih znakova, kao i ostale prometne signalizacije rješavaju se sljedeći prometni problemi [4]:

- Kontrola brzine kretanja na dionicama,
- Kontrola pristupa na prometnicama nižeg ranga,
- Označavanje opasnih mjesta na dionicama i kritičnim elementima trase,
- Prioriteti na križanjima.

Komunikacija između sudionika u prometu i prometnih znakova uspostavlja se u nekoliko sekundi. U vremenskom intervalu od percepcije do reakcije predmet ili određena prometna situacija mora privući pozornost sudionika u prometu. Vizualna percepcija je ključna za sigurno odvijanje prometa, procjenjuje se da je oko 90% svih informacija potrebnih za vožnju vizualnog karaktera. Prije same reakcije na prometnu situaciju odvijaju se određeni mentalni procesi [5]:

- Detekcija – vrijeme od percepcije do reakcije, počinje kada neki predmet ili stanje koji su od interesa uđu u vozačevo vidno polje. Taj prvi korak završava kad vozač postaje svjestan da je "nešto" prisutno. To nešto može biti unutar vidnog polja vozača neko vrijeme prije nego što je otkriveno, posebno u slučajevima gdje predmet ima slab kontrast, relativno je malen i/ili se pojavljuje daleko na periferiji oka. U takvim slučajevima postoji mogućnost za znatan zastoj između prikaza poticaja i njegova dolaska i promatračeve zainteresiranosti za poticaj. Obično se događa onda kada dođe do detekcije, oči se pomaknu kako bi "pozicionirale" ono što je otkriveno u fokus tako da se može poduzeti sljedeći korak,
- Identifikacija – u ovom koraku je dobiveno dovoljno informacija o predmetu ili stanju da se može doći do odluke o radnji koja se mora poduzeti, ako je uopće potrebna. Identifikacija ne mora biti sasvim kompletna u detaljima. Na primjer, nije potrebno znati je li predmet ispred kamion ili stijena, sasvim je dovoljna spoznaja da je nešto ispred vozača u što on ne želi udariti. Ako se to nešto što je otkriveno kreće ili je u stanju kretati

se također je važno odrediti što ono radi. To može zahtijevati procjene brzine i putanje kao dio nastojanja da se predvidi njegov budući položaj,

- Reakcija – u ovom koraku centar motorike u mozgu daje naredbe odgovarajućoj grupi mišića da izvedu traženu naredbu/naredbe.

Vremenski interval od percepcije do reakcije prometnih znakova ima izravan utjecaj na sigurnost cestovnog prometa, a ovisi o više čimbenika, neki od njih su: brzina vožnje, psihofizičko stanje vozača, meteorološki uvjeti, stanje prometne signalizacije, klasa prometnog znaka, tip prometnog sredstva (osobni automobil, teretno vozilo...), tehnička ispravnost prometnih sredstava i sl.

Kako bi se smanjilo vrijeme percepcije prometnih znakova i olakšala komunikacija sa sudionicima u prometu signalizacija mora ispunjavati određene zahtjeve, a to su: čitljivost, razumljivost, uniformnost, kontinuiranost, konstantnost, uočljivost, jednostavnost, jednoobraznost [3].

Postavljanje prometne signalizacije je ključan segment njezine učinkovitosti jer prometni znakovi moraju biti uočljivi, razumljivi i nedvosmisleni, a postavljaju se po sljedećim principima [6]:

- postavljaju se na mjesta na kojima su dobro uočljivi kako bi vozači imali dovoljno vremena reagirati na poruku koju znak prenosi
- moraju biti jednako protumačeni u dnevnim i noćnim uvjetima
- ne smiju zaklanjati i ometati vidno polje sudionika u prometu
- ako se postavlja više znakova, oni ne smiju zaklanjati jedni druge
- ne smiju ometati kretanje pješaka i biciklista, niti smiju biti zaklonjeni od pješaka, drugih vozila, drveća, stupova rasvjete itd.
- postavljaju se u slobodnom profilu prometnice.

2.2. Podjela prometne signalizacije

Prvo moderno razvrstavanje prometnih znakova zabilježeno je u Italiji 1895. godine, a prve pokušaje standardizacije počeo je 1900. godine Francuski automobilski klub. Na međunarodnom cestovnom kongresu u Rimu 1908. godine postavljeni su temelji europske standardizacije prometnih znakova, kada su definirani osnovni oblici prometnih znakova. Naredne godine je devet europskih vlada prihvatilo primjenu četiriju simbola koji upozoravaju na neravan kolnik, zavoj, raskrižje i prijelaz preko željezničke pruge. Proces standardizacije trajao je iznimno dugo, pa je tek 1931. godine Konvenciju o unifikaciji prometne signalizacije

prihvatilo četrnaest europskih država. Tek 1968. godine Europska konferencija ministara prometa donosi prvu Konvenciju o prometnim znakovima i signalizaciji na cesti, poznatiju pod nazivom Bečka konvencija. Sporazumom o prometnim znakovima 1971. godine u Ženevi, prometni znakovi dobivaju današnji oblik i sadržaj. [7]

U Republici Hrvatskoj su vrsta, značenje, oblik, boja, dimenzije, način postavljanja prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama propisani Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 3/05, 64/05, 155/05, 14/11). Prometne znakove, signalizaciju i opremu cesta čine [1]:

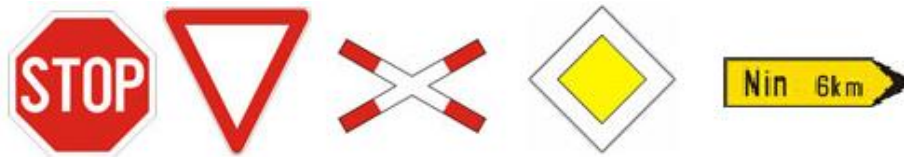
- Prometni znakovi,
- Prometna svjetla i svjetlosne oznake,
- Oznake na kolniku i drugim površinama,
- Prometna oprema ceste,
- Signalizacija i oprema za smirivanje prometa,
- Turistička i ostala signalizacija.

Klasifikacija prometnih znakova najčešće se vrši prema kriteriju oblika, boje, dimenzija, značenja, retroreflektirajućih svojstava i sl. Radi lakše prepoznatljivosti značenja prometni znakovi su podijeljeni u tri osnovne skupine geometrijskih oblika [1]:

- Jednakostraničan trokut – znakovi opasnosti kojima je zadaća upozoriti sudionike u prometu na opasnost koja slijedi na određenom dijelu ceste
- Krug – znakovi izričitih naredbi kojima se sudionicima u prometu stavljaju na znanje određene zabrane, ograničenja i obaveze.
- Kvadrat ili pravokutnik – znakovi obavijesti kojima se sudionicima u prometu pružaju potrebne informacije o cesti kojom se kreću.

Pojedini prometni znakovi imaju drugačiji oblik čime se sudionike u prometu dodatno upozorava na opasnost i olakšava prepoznavanje znaka nailaskom iz suprotnog smjera i u noćnim uvjetima vožnje te u uvjetima smanjene vidljivosti (Slika 1.). Znakovi posebnih geometrijskih oblika su [1]:

- Osmerokut – znak obaveznog zaustavljanja
- Obrnuto okrenuti trokut – znak raskrižje sa cestom s prednošću prolaska
- Pravokutnik u obliku slova X – Andrijin križ
- Romb – znak koji označava cestu sa prednošću prolaska
- Pravokutnik sa završetkom u obliku strelice – putokaz



Slika 1. Posebni geometrijski oblici znakova

Izvor: [8]

Osim podjele prema obliku prometni znakovi razlikuju se i prema boji. Boje koje se koriste pri izradi prometnih znakova su: bijela, žuta, crvena, plava, zelena, crna i u posebnim uvjetima narančasta i smeđa. Svaka boja ima posebno značenje i rezervirana je za pojedinu grupu prometnih znakova. Osim boja koje dodatno privlače pozornost vozača važno je obratiti pozornost na postavljanje prometnih znakova odgovarajućih dimenzija ovisno o kategoriji prometnice kako bi vozači pravovremeno uočili prometne znakove i prilagodili vožnju uvjetima na cesti.

Dimenzije prometnih znakova određene su prema kategoriji ceste na koju se znakovi postavljaju. U tablici 1. su prikazane dimenzije prometnih znakova prema važećem pravilniku u RH.

Tablica 1. Veličina prometnih znakova prema kategoriji ceste

Mjesto postavljanja	OBLIK		
	Istostraničan trokut [cm]	Krug ili osmerokut [cm]	Kvadrat ili pravokutnik [cm]
Autocesta i cesta rezervirana za promet motornih vozila, državne ceste	120	90	90x90 90x135
Županijske ceste i glavne gradske prometnice	90	60	60x60 60x90
Ostale ceste	60	40	40x40 40x60
Umetnuti znakovi	40	30	-

Izvor: [3]

Znakovi opasnosti označuju blizinu dijela ceste ili mjesto na kojem sudionicima u prometu prijeti opasnost. Osnovna boja znakova opasnosti je bijela boja, a rubovi trokuta su crveni, osim znaka A25, čija je osnovna boja žuta. Simboli na znakovima opasnosti su crne boje. [1]

Znakovi izričitih naredbi sudionicima u prometu stavljaju na znanje zabrane, ograničenja i obveze. Osnovna boja znakova zabrane, odnosno ograničenja je bijela, a osnovna boja znakova obveze plava. Simboli i natpisi na znakovima zabrane crne, a na znakovima obveza bijele boje. Rub kruga te ravne i kose crte na znakovima izričitih naredbi na kojima postoje crvene su boje. [1]

Znakovi obavijesti sudionicima u prometu daju potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću, nazivima mjesta, udaljenostima do tih mjesta, prestanku važenja znakova izričitih naredbi te druge obavijesti koje im mogu koristiti. Osnovne boje znakova obavijesti su žuta boja sa simbolima i natpisima crne boje, plava boja sa simbolima i natpisima bijele, crne ili zelene boje, zelena boja sa simbolima i natpisima bijele boje, te bijela boja sa simbolima i natpisima crne, crvene ili plave boje. Znakovi obavijesti mogu iznimno biti narančaste boje kod privremenog usmjeravanja prometa na znakovima C108 (putokaz obilaska), C109 (traka za prekrivanje znakova) i C112 (predznak za ručno reguliranje prometa). [1]

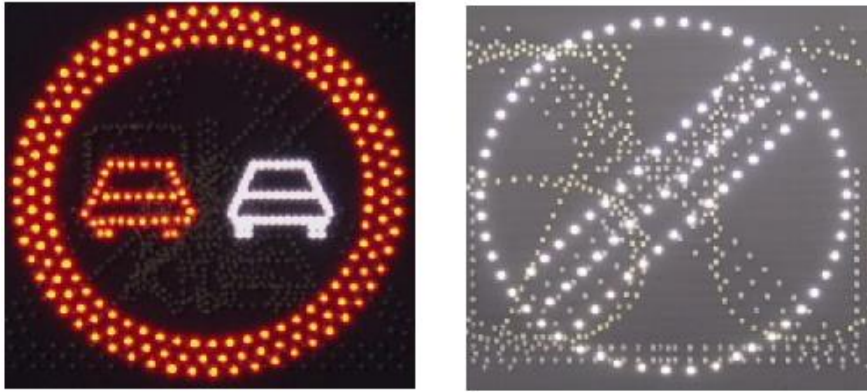
Znakovi obavijesti za vođenje prometa sudionicima u prometu pružaju obavijesti o položaju cestovnih pravaca, udaljenosti odredišta i vođenju prema odredištima. Osnovna boja znakova obavijesti za vođenje prometa je definirana kategorijom ceste na koju se znakovi postavljaju. Znakovi za vođenje prometa na autocestama su zelene boje sa simbolima i natpisima bijele boje, na brzim cestama se postavljaju znakovi plave boje sa simbolima i natpisima bijele boje, na državnim i ostalim cestama žute boje sa simbolima i natpisima crne boje, a za dijelove gradova, naselja i kod značajnijih objekata postavljaju se znakovi bijele boje sa simbolima i natpisima crne boje.

Uz znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi i znakove obavijesti mogu biti istaknute i dopunske ploče koje pobliže određuju značenje prometnog znaka. Osnovna boja dopunske ploče je bijela a boja natpisa i simbola na dopunskoj ploči je crna.

Ovisno o sigurnosti i prometno-tehničkim zahtjevima prometni znakovi mogu biti u cijelosti ili djelomično izvedeni kao promjenjivi znakovi (Slika 2.). Osnovna karakteristika promjenjivih prometnih znakova je suvremenost i prilagodljivost realnim uvjetima u prometu. Kada su prometni znakovi izvedeni kao promjenjivi ne smiju se bitno razlikovati od standardnih prometnih znakova po sadržaju ni dimenzijama.

Ako tehnologija izvedbe promjenjivog prometnog znaka ne omogućuje propisanu boju, upotrebljava se [1]:

- Umjesto osnovne bijele i plave boje znaka – crna boja bez refleksije,
- Umjesto crnih i bijelih simbola – bijeli (žuti) simboli znaka,
- Umjesto crnih rubova znaka – bijeli (žuti) rub znaka.



Slika 2. Promjenjiva prometna signalizacija

Izvor:[9]

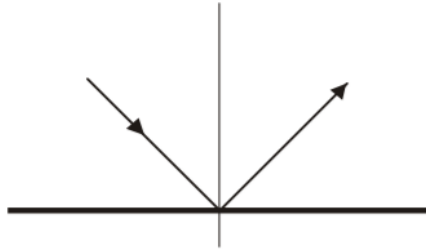
2.3. Refleksija i retrorefleksija prometnih znakova

Vidljivost je jedna od osnovnih pretpostavki sigurnog odvijanja prometa na cestama, te sukladno tome prometni znakovi moraju biti postavljeni tako da budu jasni i vidljivi kako bi se osiguralo pravovremeno informiranje vozača, a time i donošenje pravih odluka vezanih uz vožnju.

Da bi čovjek uopće mogao nešto vidjeti, svjetlost mora ući u njegovo oko što znači da se ista ta svjetlost mora od određene površine reflektirati. Refleksija se definira kao promjena smjera širenja svjetlosne zrake (tj. vala) na granici dvaju sredstava. Moguće ju je opisati kao svjetlost koja putuje zrakom i doseže površinu nekog objekta, te se odbija mijenjajući smjer svog širenja. Matematički, ta se promjena smjera opisuje pomoću dviju veličine: upadni kut i kut refleksije. Ovi kutovi se definiraju s obzirom na normalu površine na koju svjetlost upada. [10]

U prirodi razlikuju se tri vrste refleksije [3]:

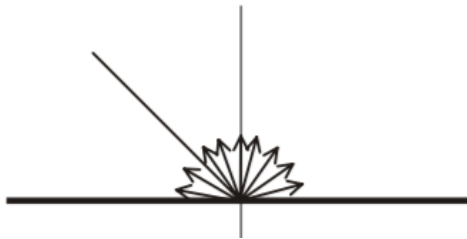
- **Zrcalna refleksija** (Slika 3.) je refleksija kod koje se ulazna zraka svjetlosti od površine reflektira pod istim kutom i u suprotnom smjeru od ulazne zrake. Nije pogodna za primjenu u prometu jer većina zrcalnih površina u prometu ne reflektira svjetlost u smjeru očiju vozača. Javlja se prilikom vožnje u mokrim uvjetima na cesti te izaziva bliještanje koje može dovesti do zasljepljenja vozača iz suprotnog smjera.



Slika 3. Zrcalna refleksija

Izvor: [11]

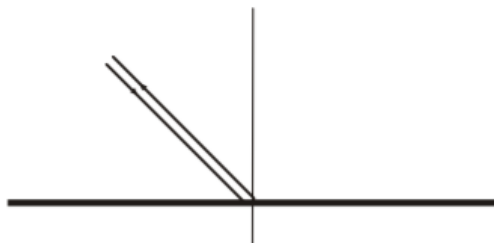
- **Difuzna refleksija** je refleksija od hrapave površine. Zraka svjetlosti pada pod jednim kutom, a od površine se reflektira više ili manje ravnomjerno u različitim smjerovima. Većina predmeta iz okoline su difuzni reflektori (Slika 4.). Radi načina refleksije samo manji dio svjetlosti se vraća prema izvoru što nije pogodno za primjenu u prometu. [3]



Slika 4. Difuzna refleksija

Izvor: [9]

- **Retrorefleksija** je vrsta refleksije kod koje se reflektirana zraka uvijek vraća prema izvoru svjetlosti bez obzira na ulazni kut zrake (Slika 5.). Pogodna je za primjenu u prometu jer omogućuje odličnu vidljivost u noćnim uvjetima i u uvjetima smanjene vidljivosti. U procesu proizvodnje prometne signalizacije koriste se dvije vrste retrorefleksije: sferična i prizmatična retrorefleksija. [3]

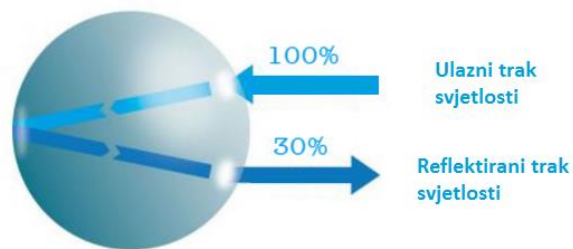


Slika 5. Retrorefleksija

Izvor: [9]

S obzirom na to da je u prirodi vrlo malo retroreflektora, za izradu prometne signalizacije koriste se umjetni materijale. Sukladno vrsti reflektirajućeg materijala, retrorefleksija se dijela na [3]:

- Sferična - kod sferične retrorefleksije staklena kuglica lomi ulazni svjetlosni trak pri prolasku kroz prednju površinu staklene kuglice. Zatim se svjetlost reflektira o zrcalnu površinu iza kuglice te se ponovnim prolaskom kroz prednju površinu kuglice lomi i reflektira u smjeru izvora kao što je prikazano na slici 6.



Slika 6. Sferična retrorefleksija

Izvor: [12]

- Prizmatična - kod prizmatične retrorefleksije ulazni svjetlosni trak svjetlosti se lomi i reflektira na prizmi koju čine tri jednake okomite površine. Reflektirani trak svjetlosti je usporedan sa ulaznim trakom svjetlosti (Slika 7.). Osnovna prednost prizmatičnih reflektora je ta da za razliku od sferičnih imaju veći koeficijent retrorefleksije. Jedan od razloga što imaju veću razinu retrorefleksije je taj da kod prizmatičnih reflektora nema lomova svjetlosti već se svjetlost vraća prema izvoru pomoću zrcalne refleksije.



Slika 7. Prizmatična retrorefleksija

Izvor: [12]

2.4. Materijali za izradu prometnih znakova

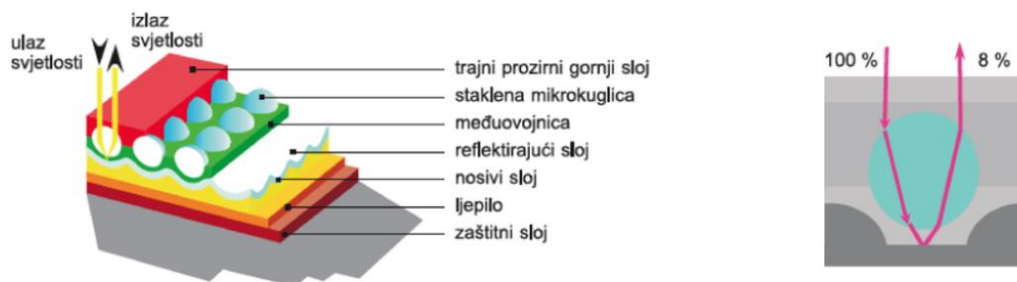
Osim podjele prema načelu retrorefleksije materijali za izradu prometnih znakova se kategoriziraju i prema količini retroreflektiranog svjetla koje vraćaju prema izvoru što ovisi o

karakteristikama materijala od kojih su znakovi izrađeni. Prema načinu izrade prometni znakovi mogu se podijeliti na [13]:

- Obični prometni znakovi izrađeni bojanjem podloge, više nisu u uporabi jer nisu uočljivi,
- Osvijetljeni prometni znakovi su dobro vidljivi ali zahtijevaju veće financijske izdatke zbog tehnologije proizvodnje i potrebe za priključkom na električnu mrežu na mjestu postavljanja.
- Retroreflektirajući znakovi izrađuju se od materijala koji imaju retroreflektirajuća svojstva.

Prvi retroreflektirajući materijali za prometne znakove izrađeni su 1939. godine u Minnesoti u SAD-u – tvrtka 3M. Primjenom kvalitetnijih i modernijih retroreflektirajućih materijala povećava se uočljivost prometnih znakova čime se utječe na efikasnost prometnih znakova, a samim time i na sigurnost odvijanja prometa na cestama. Danas su u primjeni 3 tipa retroreflektirajućih [14]:

1. Materijal Klase I (Slika 8.) su retroreflektirajuće folije izrađene od materijala sa uvezanim staklenim mikrokuglicama. Primjenjuju se u područjima slabijeg intenziteta prometa s manjim brzinama vožnje. Snaga retrorefleksije materijala klase I je $70 \text{ cd l}^{-1} \text{m}^{-2}$, a jamstvo na trajnost refleksije je 7 god. Novije generacije materijala klase I izrađuju se od trajnog materijala sa mikroprizmama.



Slika 8. Materijal Klase I (Engineer Grade)

Izvor: [15]

2. Materijal klase II (Slika 9.) su retroreflektirajuće folije koje sadrže učajurene staklene mikrokuglice i trostruko su sjajnije od folija klase I. Kod materijala klase II mikrokuglice se ne ulijevaju u plastičnu međuvojnicu nego su postavljene u reflektirajući sloj. Snaga retrorefleksije materijala klase II je $250 \text{ cd l}^{-1} \text{m}^{-2}$, a jamstvo na trajnost refleksije je 10 god. nakon čega zadržavaju 80% prvotne sjajnosti. Novije generacije materijala klase II izrađuju se i od trajnog materijala sa mikroprizmama.

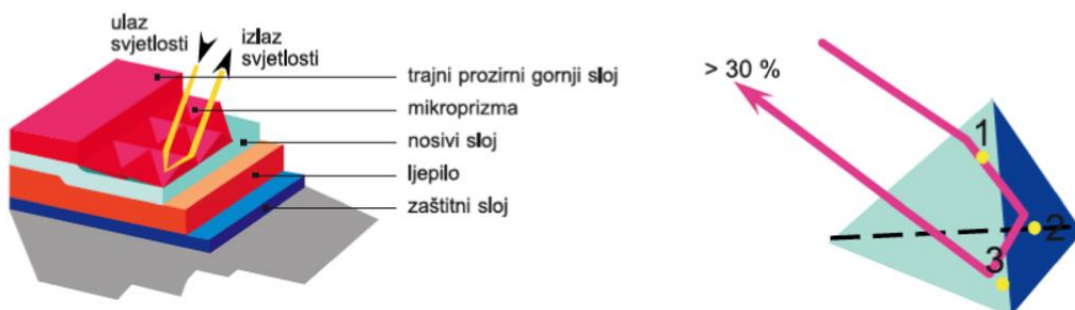


Slika 9. Materijal klase II (High Intensity Grade)

Izvor: [15]

3. Materijal klase III (Slika 10.) je materijal izrađen od učinkovitih mikroprizama zbog čega su folije materijala Klase III trostruko sjajnije od folija druge generacije i deseterostruko od folija prve generacije. Snaga retrorefleksije materijala klase III je $800 \text{ cd lx}^{-1}\text{m}^{-2}$, a jamstvo na trajnost refleksije je 12 god. Zbog svoje strukture materijal Klase III vraća gotovo 60% raspoloživog svjetla, dva puta više od drugih prizmatičnih folija. Razlikuju se četiri tipa folija Klase III [15]:

- V.I.P. (Visual Impact Performance) – ima maksimalnu učinkovitost na kratkim udaljenostima i idealno je rješenje za signalizaciju u gradskom prometu. Koristi se za znakove koji se moraju nedvosmisleno izdvojiti iz okoline.
- L.D.P. (Long Distance Performance) – primjenjuje se na autocestama i brzim cestama. Ova folija raspolaže iznimno učinkovitim mikroprizmama koje ulazni trak svjetlosti vraćaju na veliku udaljenost.
- Fluorescent – uz pomoć fluorescentnih boja omogućuje povećanu vidljivost znakova danju i noću.
- DG3 (Diamond Grade Cubed) – kombinira najbolje osobine VIP i LDP folija i ima primjenu u gradskim uvjetima i na autocestama.



Slika 10. Materijal klase III (Diamond Grade)

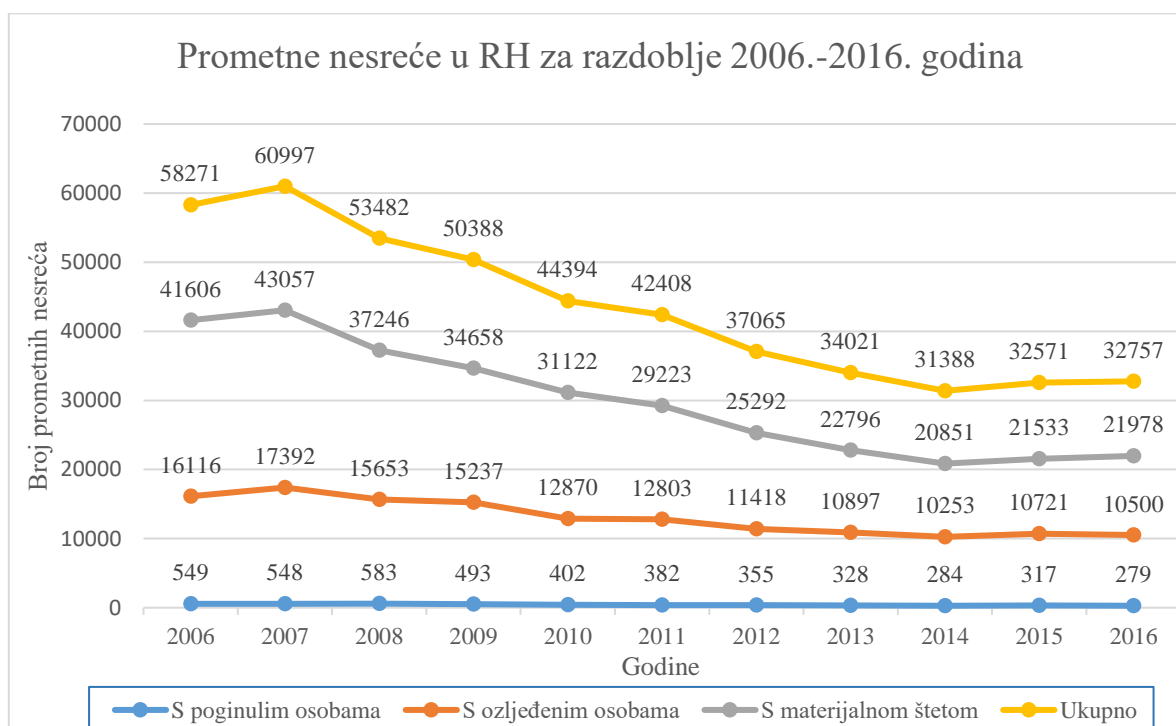
Izvor: [15]

3. PROMETNE NESREĆE U CESTOVNOM PROMETU NA PODRUČJU RH

Prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/2008) prometna nesreća je događaj na cesti u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće ili je izazvana materijalna šteta. U prometnu nesreću se ne ubraja kada je radno vozilo, radni stroj, motokultivator, traktor ili zaprežno vozilo krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu sletjelo s nerazvrstane ceste ili se prevrnulo ili udarilo u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta [17].

3.1. Analiza statističkih podataka Ministarstva unutarnjih poslova

Analizom službenih podataka o sigurnosti cestovnog prometa Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske prema broju prometnih nesreća, okolnostima koje su prethodile prometnim nesrećama i posljedicama istih može se prikazati opće stanje sigurnosti prometa na cestama u RH.



Graf 1: Prometne nesreće u RH za razdoblje 2006.-2016. godina

Izvor: [18]

Iz Grafa 1 je vidljivo da broj prometnih nesreća u posljednjih deset godina ima tendenciju pada, osim u posljednje dvije godine. U odnosu na 2014. godinu, u posljednje dvije godine promatranog razdoblja ukupan broj prometnih nesreća se povećao za 4,2%, broj prometnih nesreća sa materijalnom štetom se povećao za 5,1%, broj prometnih nesreća sa ozlijeđenima za 2,4%, dok je broj prometnih nesreća sa poginulim zadržao trend pada i iznosi -1,8%. Iz navedenog se može zaključiti je u 2015. i 2016. godini povećanjem broja prometnih nesreća stvorena negativna slika o ukupnom stanju sigurnosti cestovnog prometa u RH za to razdoblje.

Prema statističkim podacima MUP-a RH u 2016. godini je zabilježeno 32 757 prometnih nesreća u kojima je poginulo 307, teže ozlijeđeno 2 747, a lakše ozlijeđeno 11 849 ljudi. Iz tablice 2 je vidljivo da se u odnosu na 2015. godinu broj prometnih nesreća se povećao za 0,6% što je 186 prometnih nesreća više, broj poginulih je manji za 11,8%, broj teško ozlijeđenih se smanjio za 2,7%, a broj lakše ozlijeđenih u prometnim nesrećama se smanjio za 2,9%. Pozitivan pokazatelj rada na sigurnosti cestovnog prometa u 2016. godini je smanjenje broja poginulih za približno 12%.

Tablica 2: Broj prometnih nesreća sa nastradalim osobama za 2015. i 2016. godinu

Godina	2015.	2016.	+ - %
Broj prometnih nesreća	32.571	32.757	+0,6
Poginuli	348	307	-11,8
Teško ozlijeđeni	2.822	2.747	-2,7
Lakše ozlijeđeni	12.202	11.849	-2,9

Izvor: [18]

U Tablici 3 su analizirane prometne nesreće prema vrsti vozila. Usporedbom prometnih nesreća u 2015. i 2016. godini može se primijetiti da su u najvećem broju prometnih nesreća sudjelovali osobni automobili, teretna vozila, ostala vozila i motocikli. Iz tablice je vidljiv porast prometnih nesreća u kojima je sudjelovao četverocikl za 28,3%, osobno vozilo za 1,6%, teretno vozilo za 1,8%, traktor za 0,6% i ostala vozila za 4,9% dok broj prometnih nesreća u kojima su sudjelovale druge vrste vozila ima trend pada.

Tablica 3: Prometne nesreće prema vrsti vozila za razdoblje 2006. - 2016. godina

VRSTA VOZILA	GODINA				RAZLIKA
	2006.		2016.		
	BROJ	%	BROJ	%	%
Moped	1082	1,9%	963	1,7%	-11,0%
Motocikl	1536	2,7%	1432	2,5%	-6,8%
Četverocikl	46	0,1%	59	0,1%	+28,3%
Osobno vozilo	44387	77,0%	45113	77,4%	+1,6%
Autobus	786	1,4%	720	1,2%	-8,4%
Teretno vozilo	4790	8,3%	4876	8,4%	+1,8%
Traktor	360	0,6%	362	0,6%	+0,6%
Bicikl	1528	2,6%	1447	2,5%	-5,3%
Tramvaj	148	0,3%	129	0,2%	-12,8%
Zaprežno vozilo	7	0,0%	4	0,0%	-42,9%
Vlak-željezničko vozilo	26	0,0%	25	0,0%	-3,8%
Ostala vozila	2977	5,2%	3123	5,4%	+4,9%

Izvor: [18]

Analiza okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama prikazana je u Tablici 4. Iz tablice je vidljivo da su 2006. godine najvećem broju poginulih u prometu prethodile sljedeće okolnosti: brzine neprimjerene uvjetima (43,8%), ostale pogreške vozača (16,2%) i nepropisna brzina (10,0%), a najčešće okolnosti koje su prethodile ozljeđivanju sudionika u prometu su brzina neprimjerena uvjetima (36,5%), nepoštivanje prednosti prolaska (16,2%) i ostale pogreške vozača (11,6%). Dok su u 2016. godini najčešće okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama sa smrtnim posljedicama brzina neprimjerena uvjetima (40,8%), ostale pogreške vozača (17,0%) i nepropisno kretanje vozila po kolniku (11,9%), a ozljeđivanje sudionika u prometu najčešće rezultiralo kao posljedica brzine neprimjerene uvjetima (31,6%), nepoštivanjem prednosti prolaska (17,9%) i ostalim pogreškama vozača (10,2%).

Tablica 4: Analiza okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama na području RH za razdoblje 2006. - 2016. godina

OKOLNOSTI KOJE SU PRETHODILE NESREĆAMA	2006.				2016.			
	POGINULI		OZLIJEĐENI		POGINULI		OZLIJEĐENI	
	BROJ	%	BROJ	%	BROJ	%	BROJ	%
Nepropisna brzina	58	10,0%	1193	5,4%	18	6,1%	513	3,6%
Brzina neprimjerena uvjetima	254	43,8%	8022	36,5%	120	40,8%	4471	31,6%
Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	19	3,3%	1719	7,8%	11	3,7%	1327	9,4%
Zakašnjelo uočavanje opasnosti	16	2,8%	164	0,7%	5	1,7%	75	0,5%
Nepropisno pretjecanje	45	7,8%	1034	4,7%	15	5,1%	394	2,8%
Nepropisno obilaženje	8	1,4%	224	1,0%	3	1,0%	108	0,8%
Nepropisno mimoilaženje	3	0,5%	344	1,6%	2	0,7%	96	0,7%
Nepropisno uključenje u promet	9	1,6%	982	4,5%	4	1,4%	603	4,3%
Nepropisno skretanje	14	2,4%	939	4,3%	9	3,1%	586	4,1%
Nepropisno okretanje	4	0,7%	99	0,4%	0	0,0%	57	0,4%
Nepropisna vožnja unazad	7	1,2%	257	1,2%	1	0,3%	193	1,4%
Nepropisno prestrojavanje	1	0,2%	233	1,1%	1	0,3%	144	1,0%
Nepoštivanje prednosti prolaza	40	6,9%	3574	16,2%	20	6,8%	2530	17,9%
Nepropisno parkiranje	0	0,0%	13	0,1%	0	0,0%	11	0,1%
Naglo usporavanje kočenje	0	0,0%	44	0,2%	0	0,0%	24	0,2%
Nepoštivanje svjetlosnog znaka	7	1,2%	464	2,1%	0	0,0%	325	2,3%
Nesiguran teret na vozilu	0	0,0%	14	0,1%	0	0,0%	10	0,1%
Nemarno postupanje s vozilom	1	0,2%	124	0,6%	0	0,0%	80	0,6%
Ostale pogreške vozača	94	16,2%	2562	11,6%	50	17,0%	1441	10,2%
Nepropisno kretanje voz. na kolniku	-	-	-	-	35	11,9%	1157	8,2%

Izvor: [18]

Iz skupa svih okolnosti koje su prema statistici MUP-a prethodile prometnim nesrećama u posljednjih deset godina u tablici 5 je izdvojeno njih šest na koje se prema procjeni autora može djelovati prometnom signalizacijom, a to su prometne nesreće kojima je prethodilo zakašnjelo uočavanje opasnosti, nepoštivanje prednosti prolaska, nepoštivanje svjetlosnog znaka, zbunjujuća prometna signalizacija (do 2008. godine) i neočekivana pojava opasnosti. U posljednjih deset godina broj poginulih osoba u prometnim nesrećama kojima je prethodilo zakašnjelo uočavanje opasnosti smanjen je za 68,8%, broj poginulih u prometnim nesrećama kojima je prethodilo nepoštivanje prednosti prolaska smanjen je za 50%. U 2016. godini nijedna osoba nije poginula zbog nepoštivanja svjetlosnog znaka, dok je 2006. godine poginulo 7 osoba. U statistici od 2009. do 2016. godine u obzir nije uzeta okolnost zbunjujuće prometne signalizacije koja nije zanemariva jer je upravo ta okolnost prethodila pogibiji dvije osobe 2008. godine. Okolnost neočekivane pojave opasnosti kao i prethodne okolnosti ima tendenciju pada te je u zadnjih deset godina smanjena za 100%, tj. u 2016. godini nije bilo poginulih u prometu,

a da je nesreći prethodila ova okolnost dok je kroz prethodnih deset godina promatranog razdoblja u ovakvim okolnostima poginulo 22 ljudi.

Tablica 5: Analiza okolnosti na koje je moguće djelovati prometnom signalizacijom

Okolnosti	Zakašnjelo uočavanje opasnosti		Nepoštivanje prednosti prolaska		Nepoštivanje svjetlosnog znaka		Zbunjujuća prometna signalizacija		Neočekivana pojava opasnosti	
	Pog.	Ozlij.	Pog.	Ozlij.	Pog.	Ozlij.	Pog.	Ozlij.	Pog.	Ozlij.
2006	16	164	40	3574	7	464	0	0	3	163
2007	7	210	40	3892	10	533	0	3	1	168
2008	6	183	48	3613	9	503	2	1	0	135
2009	4	141	33	3723	8	497	-	-	1	100
2010	2	91	21	2999	8	4280	-	-	1	131
2011	1	106	25	3054	10	412	-	-	2	128
2012	2	86	27	2812	7	325	-	-	6	147
2013	3	127	29	2685	9	319	-	-	5	160
2014	6	101	26	2325	2	319	-	-	1	132
2015	2	81	33	2588	4	349	-	-	2	108
2016	5	75	20	2530	0	325	-	-	0	96
RAZLIKA 2006-2016	-68,8%	-54,3%	-50,0%	-29,2%	-100,0%	-30,0%	-	-	-100,0%	-41,1%

Izvor: [18]

3.2. Stanje sigurnosti na cestama u RH sukladno EuroRAP programu

EuroRAP projekt jedan je od važnijih alata da se unaprijedi cestovna infrastruktura, odnosno da se smanji broj stradalih na hrvatskim cestama. EuroRAP (eng. European Road Assessment Programme) je međunarodna neprofitna udruga registrirana u Bruxellesu koju su formirale automobilističke organizacije i cestovne vlasti kako bi zajednički unaprjeđivali sigurnost prometa na europskim cestama. EuroRAP trenutačno okuplja pedesetak članova iz 30 zemalja [19].

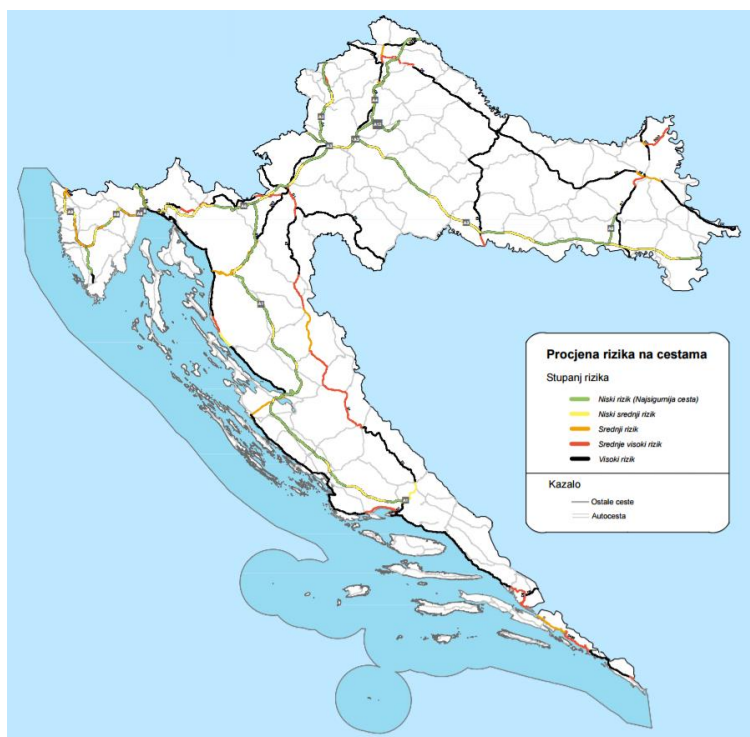
Hrvatski autoklub pristupio je udruzi EuroRAP 2005. godine s ciljem prikupljanje potrebnih podataka o prometnim nesrećama i cestama temeljem kojih se izrađuju proračuni koji služe kao baza podataka za izradu mapa rizika. Jednako važno djelovanje HAK-a odnosi se na promicanje proaktivnog djelovanja svih institucija na poboljšanju sigurnosti cestovnog prometa, odnosno cestovne infrastrukture.

Značaj i utjecaj cestovne infrastrukture na sigurnost prometa na cestama višeznačno je određen Direktivom 2008/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća o sigurnosti cestovne infrastrukture. Direktivom se konstatira da zajednička odgovornost cestovne infrastrukture, uz vozače i vozila, u svrhu ostvarivanja 50-postotnog smanjenja broja poginulih u prometnim nesrećama kao temeljnog cilja Europskog akcijskog programa za sigurnost cestovnog prometa predstavlja treći stup politike sigurnosti cestovnog prometa. Također se konstatira da u području sigurnosti cestovne infrastrukture ima mjesta za poboljšanja pa je od velikog značaja uspostavljanje i definiranje odgovarajućih postupaka za ocjenjivanje sigurnosti mreže cesta i informiranje vozača o dionicama cesta s povećanim brojem prometnih nesreća. U tu svrhu potrebno je obaviti rangiranje i ocjenjivanje dionica s velikim brojem prometnih nesreća u odnosu na intenzitet prometa [19].

Rezultat razina rizika analiziranih cestovnih pravaca dobiven je usporedbom broja nesreća sa smrtnim i teškim posljedicama na svakoj dionici ceste sa količinom prometa koji prođe tom dionicom. Na primjer, ako u tri promatrane godine bude 30 prometnih nesreća sa smrtnim i teškim posljedicama na dionici ceste dugoj 30 km i koja nosi 100 000 vozila dnevno i ako 30 ljudi pogine ili su teško ozlijeđeni u tim nesrećama na istoj dionici ceste, ali sa jednim dvosmjernim kolnikom koji nosi 10 000 vozila dnevno. To znači da je individualni rizik 10 puta veći na cesti s jednim kolnikom nego na onoj s dva kolnika (autocesta).

Nakon izrade karte rizika sljedeći korak je ocjena sigurnosti ceste. Ovim protokolom provodi se revizija cestovne sigurnosti temeljem detaljnog ekspertnog pregleda infrastrukture (posebno opremljenim vozilom za snimanje cesta) te procjene razine rizika od smrtnih ili teških ozljeda korisnika cesta. Cilj protokola jest ponuditi preporuke i prijedloge konkretnih mjera za smanjenje vjerojatnosti nastajanja najtežih posljedica bez obzira na uzrok događanja prometne nesreće. Protokol koristi sustav ocjenjivanja zvjezdicama od 1 do 5 zvjezdica. Tijekom ocjenjivanja uzima se u obzir vjerojatnost događanja prometne nesreće zbog karakteristika prometne infrastrukture, kao i zaštita prema osobama u automobilu koju pruža cestovna infrastruktura u slučaju prometne nesreće [20].

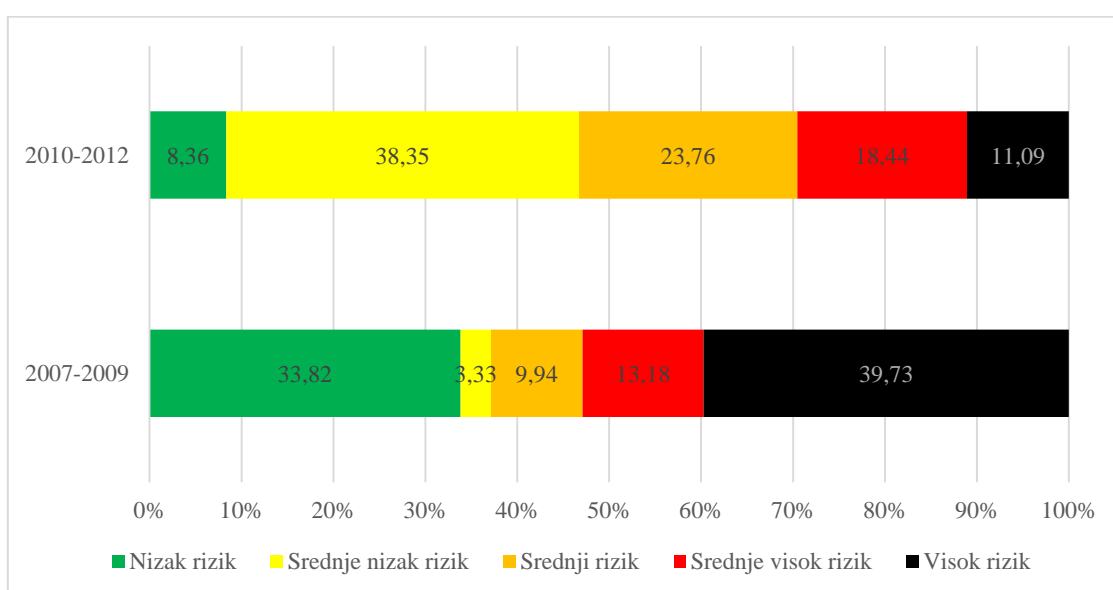
Prva karta rizika za autoceste i državne ceste na području RH izrađena je analizom statističkih podataka o intenzitetu prometa i prometnim nesrećama za razdoblje od 2007. do 2009. godine. Novija verzija karte rizika napravljena je za statističke podatke dobivene u razdoblju od 2010. do 2012. godine (Slika 11.).



Slika 11. EuroRAP karta rizika na važnijim cestovnim pravcima u RH

Izvor: [20]

Temeljem stvarnih podataka o prometnim nesrećama i prometnom volumenu, karte rizika kroz korištenje lako razumljivih boja prikazuju koliko su pojedine prometnice opasne, oslikavajući na karti nivo rizika kojim na pojedinoj cesti dolazi do pogibanja i ozljeđivanja ljudi. Ove karte prikazuju rizik koji nastaje kao posljedica interakcije sustava čovjek, vozilo i cesta. Detaljna analiza rezultata karte rizika prikazana je grafom 2.



Graf 2. Udio utvrđenih rizika na autocestama u državnim cestama RH

Izvor: [21]

Udio utvrđenih razina rizika na cjelokupnoj duljini promatrane cestovne mreže autocesta i državnih cesta u RH ima pozitivan trend smanjenja broja cesta visokog stupnja rizika, što može biti pokazatelj da se u prethodnom razdoblju radilo na rekonstrukciji cestovne infrastrukture. Negativan trend smanjenja broja kilometara cesta koje su ocijenjene niskim stupnjem rizika rezultat je postroženog sustava ocjenjivanja razina rizika.

4. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI PROMETA NA DRŽAVNOJ CESTI DC8

Državna cesta DC8 (Jadranska magistrala) jedna je od glavnih državnih cesta na području RH. Izgrađena je 50-tih i 60-tih godina prošlog stoljeća povezuje, duž obale Jadranskog mora, sjeverni i južni Jadran.

Trasa državne ceste DC8 pruža se od graničnog prijelaza Pasjak (granica sa Slovenijom) te prolazi kroz većinu većih hrvatskih primorskih gradova: Rijeku, Zadar, Šibenik, Split, Makarsku, Ploče i Dubrovnik, sve do graničnog prijelaza Karasovići (granica sa Crnom Gorom), prikazano na slici 12. Dio trase državne ceste DC8 koji prolazi kroz Republiku Hrvatsku dugačak je 643,8 km. Poprečni profil državne ceste DC8 sastoji se od dva prometna traka (po jedan prometni trak u svakom smjeru vožnje) širine 3,5 m. Širina poprečnog profila državne ceste DC8 kreće se od 8 do 8,5 m, dok karakteristični maksimalni uzdužni nagib ceste iznosi 6%. Iznimno, na području većih gradova (Rijeke, Zadra, Šibenika i Splita) poprečni profil ceste sadrži dva kolnika s dva ili tri prometna traka razdvojena s razdjelnim pojasom. Bankine ceste su najvećim dijelom ceste asfaltirane te se njihova širina kreće od 0 do 1 m. Na trasi Jadranske magistrale nalazi se ukupno 56 mostova i 4 tunela. Većina raskrižja na državnoj cesti DC8 su izvedena kao nesemaforizirana ili semaforizirana trokraka i četverokraka raskrižja u razini [22].



Slika 12. Državna cesta DC8

Izvor: [22]

4.1. Razine rizika na dionicama državne ceste DC8

Za utvrđivanje rizika na dionicama državne ceste DC8 prikupljani su podaci o relevantnim elementima cestovne infrastrukture, provedena je inspekcija dionica državne ceste DC8 ukupne duljine 643 km. U sklopu provedenih istraživanja, pregledana je cestovna mreža koja se sastoji od ukupno 616 km dvotračne dvosmjerne državne ceste sa jednim kolnikom i 27 km brze ceste sa razdjelnim pojasom.

Karta rizika prikazuje mogućnost događaja prometne nesreće sa teškim ili smrtnim posljedicama na određenoj dionici ceste. Prva karta rizika za državnu cestu DC8 u razdoblju od 2007. do 2009. godine izrađena je analizom podataka o prometnim nesrećama, značajkama prometa na cesti i prometno-tehničkim značajkama ceste.

U tablici 6 su prikazane ocjene razina rizika po dionicama Državne ceste DC8 sukladno EuroRAP metodologiji, razine rizika po dionicama se označavaju i obilježavaju jednom od sljedećih boja:

Visoki
Srednje visoki
Srednje
Niski srednji
Niski

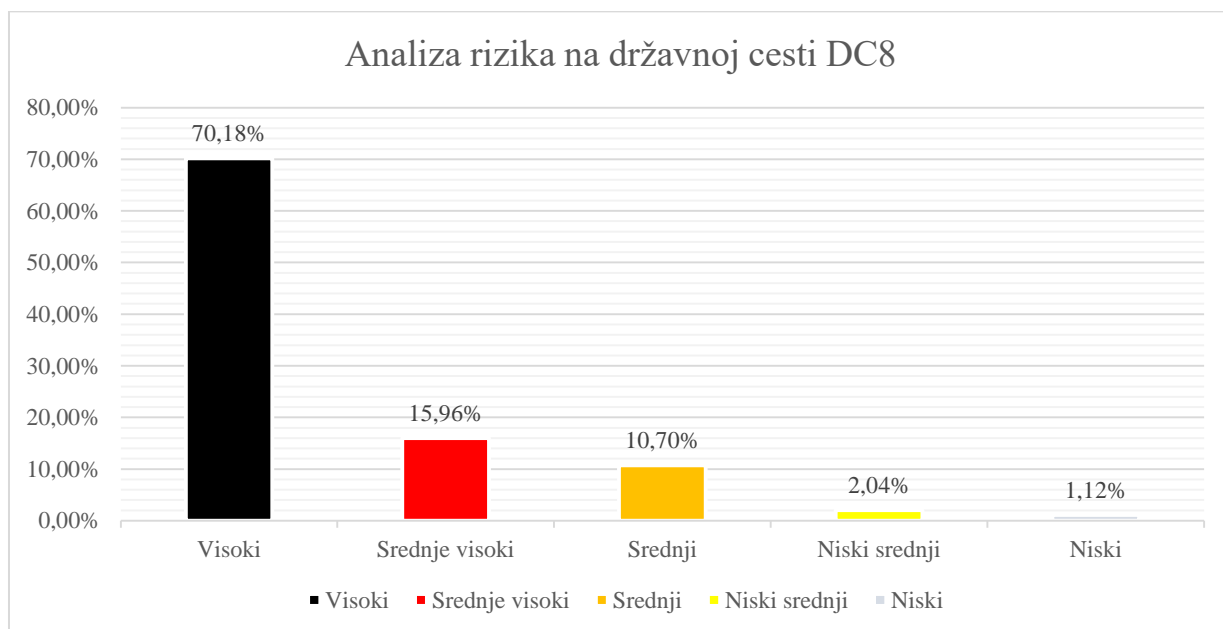
Tablica 6: Razine rizika na državnoj cesti DC8 prema dionicama

Br. dionice	Dionica	Oznaka rizika	Duljina dionice	%
D8/001	GP Pasjak (gr. R. Slov.) - Rupa (D202)	Niski	7,195	1,12%
D8/002	Rupa (D202) - Matulji (A8)	Srednje	15,088	2,34%
D8/003	Matulji (A8) - Rijeka (D403)	Visoki	9,146	1,42%
D8/004	Rijeka (D403) - Bakar (D40)	Visoki	15,348	2,38%
D8/005	Bakar (D40) - Šmrika (D102)	Visoki	7,974	1,24%
D8/006	Kraljevica (D102) - Senj (D23)	Visoki	45,867	7,12%
D8/007	Senj (D23) - Jablanac (D405)	Visoki	35,793	5,56%
D8/008	Jablanac (D405) - Prizna (D406)	Srednje visoki	12,96	2,01%
D8/009	Prizna (D406) - Karlobag (D25)	Niski srednji	13,12	2,04%
D8/010	Karlobag (D25) - Starigrad-Paklenica (Ž6008)	Visoki	49,863	7,74%
D8/011	Starigrad-Paklenica (Ž6008) - Maslenica (D54)	Visoki	11,989	1,86%
D8/012	čvor Maslenica - Zadar (D407)	Srednje	28,981	4,50%
D8/013	Zadar (D407) - Biograd (D503)	Visoki	25,842	4,01%
D8/014	Biograd (503) - Kapela (D59)	Visoki	26,163	4,06%
D8/015	Kapela (D59) - Šibenik (D33)	Visoki	18,529	2,88%

D8/016	Šibenik (D33) - Trogir (D58)	Visoki	59,073	9,18%
D8/017	Trogir (D58) - Split (D1)	Srednje visoki	24,292	3,77%
D8/018	Split (D1) - Omiš (Ž6165)	Visoki	22,679	3,52%
D8/019	Omiš (Ž6165) - Dubci (D39)	Visoki	19,52	3,03%
D8/020	Dubci (D39) - Makarska (D512)	Visoki	18,735	2,91%
D8/021	Makarska (D512) - Drvenik (D412)	Visoki	27,057	4,20%
D8/022	Drvenik (D412) - Ploče (D513)	Visoki	22,758	3,53%
D8/023	Ploče (D513) - Opuzen (D9)	Srednje visoki	14,441	2,24%
D8/024	Opuzen (D9) - GP Klek (gr. R. BiH)	Srednje visoki	17,455	2,71%
D8/025	GP Zaton Doli (gr. R. BiH) - Zaton Doli (D414)	Srednje	10,827	1,68%
D8/026	Zaton Doli (D414) - Slano (Ž6228)	Srednje	14,006	2,18%
D8/027	Slani (Ž6228) - Sustjepan (D420)	Srednje visoki	30,105	4,68%
D8/028	Dubrovnik (D420) - Čibača (D223)	Visoki	7,746	1,20%
D8/029	D223 - Karasovići (D516)	Visoki	27,767	4,31%
D8/030	Karasovići (D516) - GP Karasovići (gr. R. SR. J.)	Srednje visoki	3,511	0,55%

Izvor: [23]

Kumulativni rezultati analize rizika za vozače i putnike u osobnom automobilu na državnoj cesti DC8 prikazani su Grafom 3. Iz grafa je vidljivo da je 70,18% ukupne duljine državne ceste DC8 ocijenjeno kao cesta sa visokim rizikom za nastanak promete nesreće, 15,96% kao cesta sa srednje visokim rizikom, 10,70% sa srednjim rizikom, 2,04% sa niskim srednjim rizikom dok nizak rizik ima samo 1,12% što iznosi 7,2 km ceste.

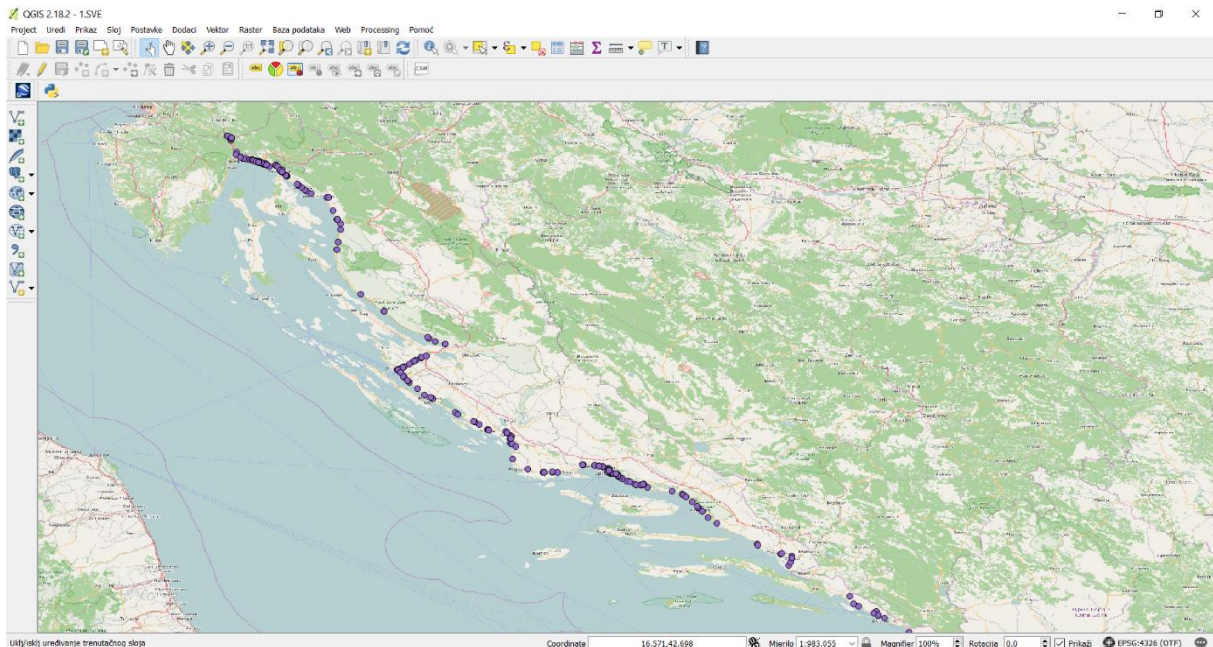


Graf 3: Kumulativni rizik na državnoj cesti DC8

Izvor: [23]

4.2. Analiza statističkih podataka Ministarstva unutarnjih poslova

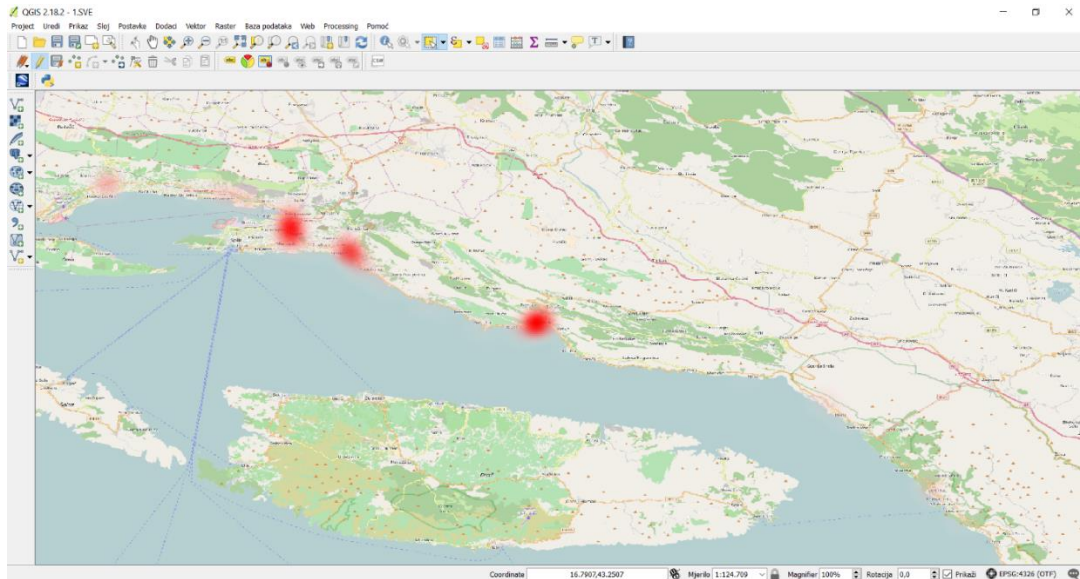
Analizom statističkih podataka MUP-a u programskom alatu QGIS¹ izdvojene su prometne nesreće koje su se dogodile u uvjetima smanjene vidljivosti na državnoj cesti DC8 kao što je prikazano na slici 13.



Slika 13. Prometne nesreće u uvjetima smanjene vidljivosti na državnoj cesti DC8 u 2013. godini

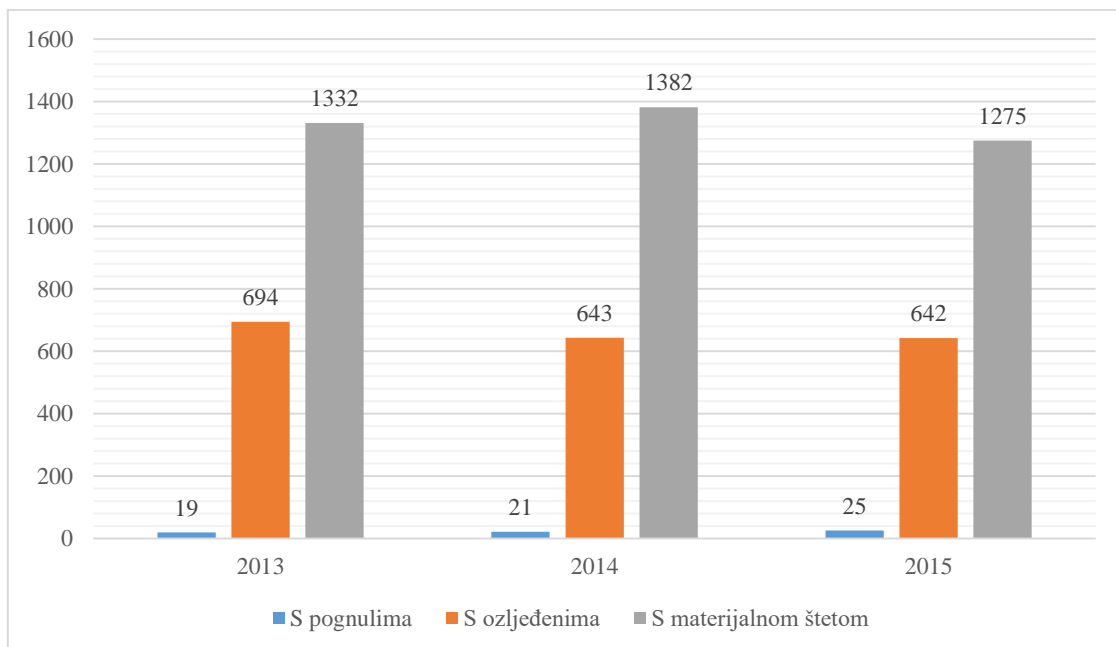
Analizom prometnih nesreća na državnoj cesti DC8 vidljivo je da je veći broj prometnih nesreća koncentriran na dionicama koje prolaze kroz urbana područja. Na tim dionicama nalazi se veći broj raskrižja sa cestama drugih kategorija čime se dodatno povećava rizik za nastanak prometnih nesreća jer su raskrižja najosjetljivije točke u cestovnoj mreži. Slika 14. prikazuje žarišta prometnih nesreća na dionici državne ceste DC8 koja prolazi kroz Split, Omiš i Makarsku.

¹ QGIS (ranije poznat i kao "Quantum GIS") je računalna GIS aplikacija otvorenog koda koja omogućuje vizualizaciju, upravljanje, uređivanje i analiziranje geopodataka.



Slika 14. Žarišta prometnih nesreća na državnoj cesti DC8 od Trogira do Omiša

U posljednje tri godine broj prometnih nesreća u kojima je prouzročena materijalna šteta i nesreća u kojima je došlo do ozljeđivanja sudionika u prometu ima trend pada, što je vidljivo iz Grafa 4. U istom periodu promatranja broj prometnih nesreća sa poginulim osobama se povećao sa 19 (2013. god.) na 25 prometnih nesreća (2015. god.) što je negativan pokazatelj stanja sigurnosti prometa na državnoj cesti DC8.



Graf 4: Prometne nesreće na državnoj cesti DC8 u 2013., 2014. i 2015. godini

U Tablici 7 je prikazan broj prometnih nesreća na državnoj cesti DC8 s obzirom na vrstu vozila. Najveći udio u prometnim nesrećama s obzirom na vrstu vozila u 2013. godini imali su osobni automobili (79,7%), motocikli (4,9%) i teretni automobil do 3500 kg (4,9%). U 2015.

godini najveći udio u prometnim nesrećama kao i u 2013. godini imaju osobni automobili (80,2%), teretni automobil do 3500 kg (5,0%) i motocikl (4,9%). Najveći porast u udjelu prometnih nesreća imaju prometne nesreće sa biciklistima (116,7%), te prometne nesreće sa autobusom do 5000 kg (100%) i teretnim automobilom više od 3500 kg, ali manje od i= 12000 kg (10,0%).

Tablica 7. Prometne nesreće na državnoj cesti DC8 prema vrsti vozila za 2013., 2014. i 2015. godinu

VRSTA VOZILA	2013		2014		2015		Razlika 2013-2015
	BR.	%	BR.	%	BR.	%	%
moped	34	1,7%	38	1,9%	33	1,7%	-2,9%
motocikl	100	4,9%	116	5,7%	96	4,9%	-4,0%
osobni automobil	1.629	79,7%	1.605	78,4%	1.559	80,2%	-4,3%
autobus do 5000 kg i 5000 kg	1	0,0%	3	0,1%	2	0,1%	100,0%
autobus	61	3,0%	77	3,8%	58	3,0%	-4,9%
teretni automobil do 3500 kg i 3500 kg	100	4,9%	84	4,1%	97	5,0%	-3,0%
teretni automobil više od 3500 kg ali manje i=12000 kg	20	1,0%	29	1,4%	22	1,1%	10,0%
teretni automobil više od 12000 kg	24	1,2%	34	1,7%	24	1,2%	0,0%
priključno vozilo preko i jednako 750 kg	6	0,3%	0	0,0%	5	0,3%	-16,7%
prikolica preko 10000 kg	9	0,4%	2	0,1%	6	0,3%	-33,3%
bicikl	6	0,3%	13	0,6%	13	0,7%	116,7%
vlak - željezničko vozilo	2	0,1%	0	0,0%	1	0,1%	-50,0%
ostalo	53	2,6%	45	2,2%	27	1,4%	-49,1%
UKUPNO	2.045	100,0%	2.046	100,0%	1.943	100,0%	-5,0%

Analiza broja prometnih nesreća prema vrsti nesreće prikazana je u Tablici 8. Najčešći tipovi prometnih nesreća na državnoj cesti DC8 u promatranom razdoblju su vožnja u slijedu, bočni sudar, i slijetanje vozila s ceste. Najveći rast broja prometnih nesreća u promatranom razdoblju imaju sljedeće prometne nesreće: nalet na domaću životinju (150%), nalet na motocikl ili moped (140%), nalet na divlju životinju (44,4%) i udar u parkirano vozilo (40,7%).

Tablica 8. Prometne nesreće na državnoj cesti DC8 prema tipu nesreće u 2013., 2014. i 2015. godini

VRSTA PROMETNE NESREĆE	GODINA						RAZLIKA 2013-2015
	2013		2014		2015		
	BR.	%	BR.	%	BR.	%	%
iz suprotnih smjerova	165	8,1%	171	8,4%	146	7,5%	-11,5%
bočni sudar	550	26,9%	473	23,1%	533	27,4%	-3,1%
usporedna vožnja	82	4,0%	77	3,8%	104	5,4%	26,8%
vožnja u slijedu	560	27,4%	456	22,3%	407	21,0%	-27,3%
vožnja unatrag	53	2,6%	69	3,4%	49	2,5%	-7,5%
udar vozila u parkirano vozilo	86	4,2%	117	5,7%	121	6,2%	40,7%
slijetanje vozila s ceste	187	9,1%	226	11,0%	212	10,9%	13,4%
nalet na bicikl	7	0,3%	4	0,2%	4	0,2%	-42,9%
nalet na pješaka	56	2,7%	81	4,0%	63	3,2%	12,5%
nalet na motocikl ili moped	5	0,2%	11	0,5%	12	0,6%	140,0%
ostalo	93	4,5%	127	6,2%	102	5,3%	9,7%
udar vozila u objekt na cesti	86	4,2%	88	4,3%	78	4,0%	-9,3%
udar vozila u objekt kraj ceste	91	4,4%	96	4,7%	70	3,6%	-23,1%
domaća životinja	6	0,3%	11	0,5%	15	0,8%	150,0%
divlja životinja	18	0,9%	39	1,9%	26	1,3%	44,4%
UKUPNO	2.045	100,0%	2.046	100,0%	1.942	100,0%	-5,0%

Izvor: [18]

U Tablici 9. je prikazana podjela prometnih nesreća na državnoj cesti DC8 prema prometno-tehničkim značajkama dijela ceste na kojem su se dogodile prometne nesreće. Najveći broj prometnih nesreća u promatranom razdoblju za svaku godinu dogodio se na dionicama ceste istih karakteristika tj. na ravnom potezu ceste i u zavoju. Najveći porast u promatranom razdoblju imaju prometne nesreće na kružnom toku (360%) i nesreće na čvoru u više razina (100%).

Tablica 9. Prometne nesreće na državnoj cesti DC8 prema karakteristikama ceste za 2013., 2014. i 2015. godinu

KARAKTERISTIKE CESTE	GODINA						RAZLIK A 2013- 2015
	2013		2014		2015		
RASKRIŽJE	BR.	%	BR.	%	BR.	%	%
T - raskrižje	265	13,0%	271	13,2%	288	14,8%	8,7%
Y - raskrižje	99	4,8%	124	6,1%	81	4,2%	-18,2%
četverokrako raskrižje	324	15,8%	259	12,7%	283	14,6%	-12,7%
kružni tok	5	0,2%	21	1,0%	23	1,2%	360,0%
ostalo	41	2,0%	52	2,5%	67	3,5%	63,4%
čvor u više razina	0	0,0%	11	0,5%	1	0,1%	100,0%
prijelaz preko željezničke pruge	28	1,4%	31	1,5%	32	1,6%	14,3%
CESTA							
zavoj	355	17,4%	373	18,2%	318	16,4%	-10,4%
ravni cestovni potez	781	38,2%	772	37,7%	710	36,6%	-9,1%
pješački prijelaz	11	0,5%	0	0,0%	0	0,0%	-100,0%
ostalo	136	6,7%	132	6,5%	139	7,2%	2,2%
UKUPNO	2.045	100,0%	2.046	100,0%	1.942	100,0%	-5,0%

Izvor: [18]

U Tablici 10 su prikazane okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama koje su se dogodile na državnoj cesti DC8 u 2013., 2014. i 2015. godini. Najčešće okolnosti pod kojom su se događale prometne nesreće u promatranom razdoblju su brzina neprimjerena uvjetima, vožnja na nedovoljnoj udaljenosti i nepoštivanje prednosti prolaska. Najveći porast broja prometnih nesreća u promatranom razdoblju imaju sljedeće okolnosti: neosiguran teret na vozilu (350%), nepropisno mimoilaženje (75%), nepropisno parkiranje (50%) i nepropisno okretanje (41,7%).

Tablica 10. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama na DC8 za 2013., 2014. i 2015. godinu

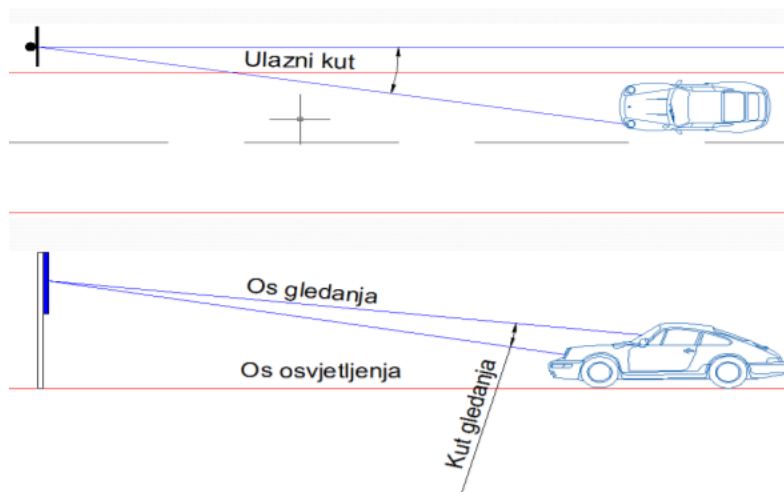
OKOLNOSTI KOJE SU PRETHODILE NESREĆAMA	2013		2014		2015		RAZLIKA 2013-2015
	BR.	%	BR.	%	BR.	%	%
Nepropisna brzina	38	1,9%	35	1,7%	34	1,8%	-10,5%
Brzina neprimjerena uvjetima	401	19,6%	405	19,8%	366	18,8%	-8,7%
Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	379	18,5%	317	15,5%	274	14,1%	-27,7%
Zakašnjelo uočavanje opasnosti	16	0,8%	0	0,0%	19	1,0%	18,8%
Nepropisno pretjecanje	52	2,5%	50	2,4%	37	1,9%	-28,8%
Nepropisno obilaženje	34	1,7%	33	1,6%	35	1,8%	2,9%
Nepropisno mimoilaženje	16	0,8%	12	0,6%	28	1,4%	75,0%
Nepropisno uključenje u promet	70	3,4%	61	3,0%	66	3,4%	-5,7%
Nepropisno skretanje	92	4,5%	81	4,0%	75	3,9%	-18,5%
Nepropisno okretanje	12	0,6%	16	0,8%	17	0,9%	41,7%
Nepropisna vožnja unatrag	82	4,0%	102	5,0%	112	5,8%	36,6%
Nepropisno prestrojavanje	126	6,2%	127	6,2%	138	7,1%	9,5%
Nepoštivanje prednosti prolaska	238	11,6%	226	11,0%	253	13,0%	6,3%
Nepropisno parkiranje	2	0,1%	3	0,1%	3	0,2%	50,0%
Naglo usporavanje kočenje	1	0,0%	6	0,3%	0	0,0%	-100,0%
Nepoštivanje svjetlosnog znaka	102	5,0%	85	4,2%	93	4,8%	-8,8%
Neosiguran teret na vozilu	2	0,1%	4	0,2%	9	0,5%	350,0%
Nemarno postupanje s vozilom	18	0,9%	33	1,6%	17	0,9%	-5,6%
Ostale pogreške vozača	188	9,2%	207	10,1%	204	10,5%	8,5%
Nepropisno kretanje voz. na kolniku	62	3,0%	99	4,8%	66	3,4%	6,5%
Neočekivana pojava opasnosti	68	3,3%	108	5,3%	66	3,4%	-2,9%
Ostalo	46	2,2%	36	1,8%	30	1,5%	-34,8%
UKUPNO	2.045	100,0%	2.046	100,0%	1.942	100,0%	-5,0%

Izvor: [18]

5. ANALIZA STANJA I KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNOJ CESTI DC8

Kao što je već navedeno, državna cesta DC8 pruža se od graničnog prijelaza Pasjak (granica sa Slovenijom) i prolazi kroz 6 županija: Primorsko-goransku, Ličko-senjsku, Zadarsku, Šibensko-kninsku, Splitsko-dalmatinsku i Dubrovačko-neretvansku, sve do graničnog prijelaza Karasovići (granica sa Crnom Gorom).

Mjerenja koeficijenta retrorefleksije prometnih znakova na navedenoj cesti izvršio je Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu tijekom 2015 – te godine. Mjerenja su izvršena prema HRN EN 1436:2009, pod kutom promatranja $\alpha=0,33^\circ$ i ulaznim kutom $\beta=5^\circ$. Položaj kutova prikazan je na slici 15. Ulazni kut predstavlja kut koji se stvara između zrake koja pada na površinu znaka i linije koja je okomita na površinu znaka. Kut gledanja je kut između ulazne zrake svjetlosti i reflektirane zrake svjetlosti.



Slika 15. Ulazni kut i kut gledanja

Izvor: [3]

Minimalni koeficijent retrorefleksije razlikuje se po klasama materijala i prema boji prometnog znaka, prikazano u Tablici 11.

Tablica 11. Minimalni koeficijent retrorefleksije prema klasama materijala za različite boje materijala

Koeficijent retrorefleksije RA [$\text{cd lx}^{-1}\text{m}^{-2}$]										
Klasa	Geometrija mjerenja		Boja							
	Kut gledanja α	Ulazni kut β	Bijel a	Žut a	Crven a	Zelen a	Plav a	Smeđ a	Narančast a	Siv a
I	0,33°	5°	50	35	10	7	2	0,6	20	30
II	0,33°	5°	180	120	25	21	14	8	65	90
III	0,33°	5°	425	275	85	40	28	-	95	-

Izvor: [24]

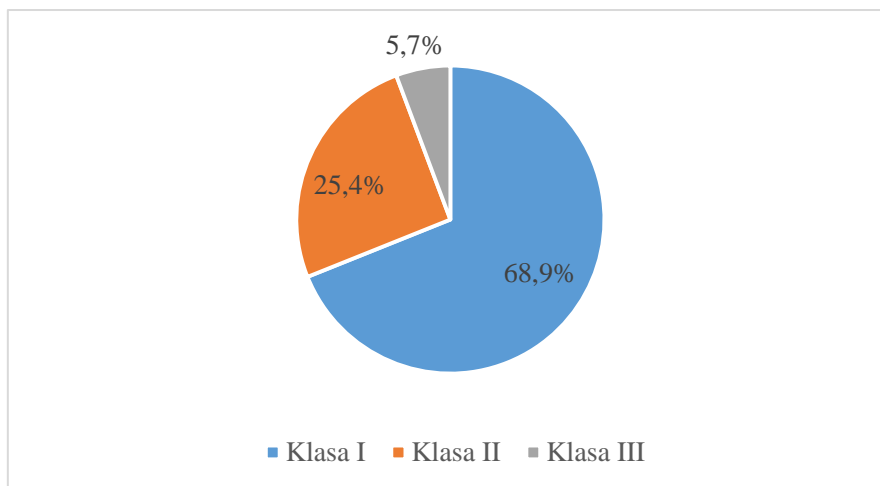
Prema podacima Zavoda, od ukupnog broja prometnih znakova na državnoj cesti DC8 po županijama u prosjeku je 25% prometnih znakova starijih od 10 godina. U Tablici 12. prikazan je udio prometnih znakova po županijama koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije. Na navedenoj cesti je analizirano ukupno 15 296 znakova od čega 12 606 (82%) zadovoljava minimalne propisane vrijednosti retrorefleksije. Najveći postotak prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije imaju Splitsko-dalmatinska (19,2%) i Dubrovačko-neretvanska županija (19,2%).

Tablica 12: Retrorefleksija prometnih znakova na državnoj cesti DC8 prema županijama

Županije	Ukupno znakova	Zadovoljava		Ne zadovoljava	
Primorsko-goranska	3 116	2 539	81,5%	577	18,5%
Ličko-senjska	2 002	1 727	86,3%	275	13,7%
Zadarska	1 969	1 610	81,8%	359	18,2%
Šibensko-kninska	1 548	1 349	87,1%	199	12,9%
Splitsko-dalmatinska	3 901	3 152	80,8%	749	19,2%
Dubrovačko-neretvanska	2 760	2 229	80,8%	531	19,2%
Ukupno	15 296	12 606	82,4%	2 690	17,6%

Izvor: [25]

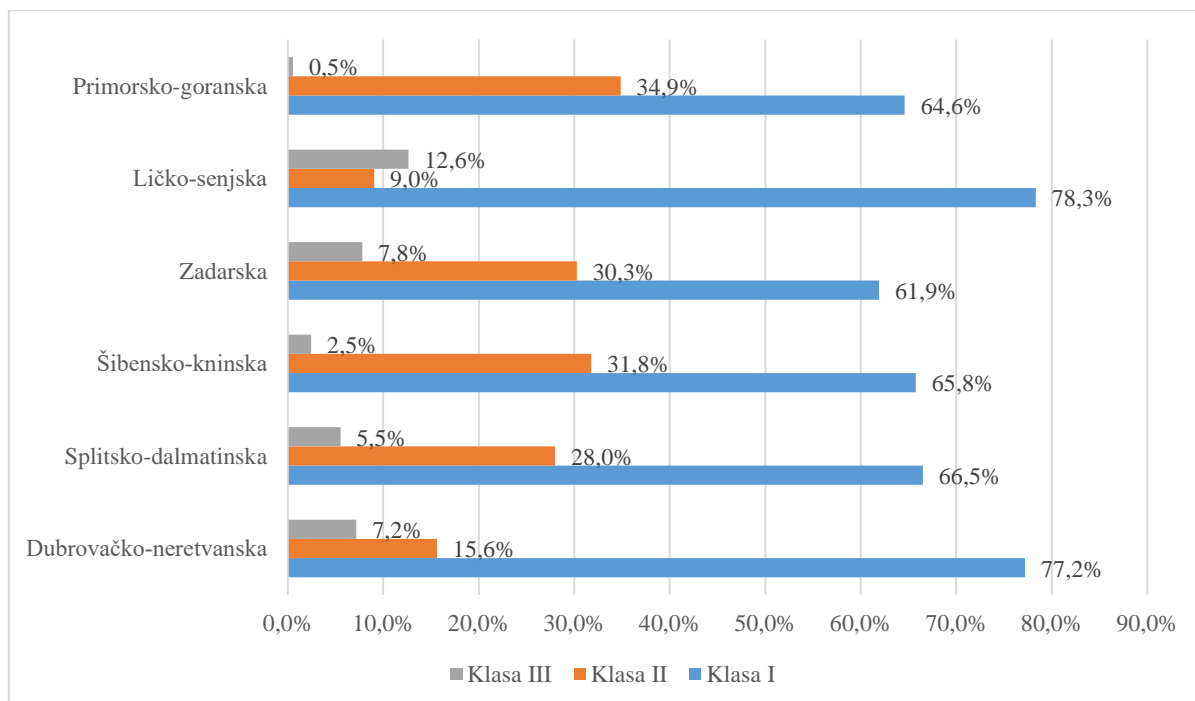
Udio pojedinih prometnih znakova prema klasi materijala na državnoj cesti DC8 prikazan je Grafom 5 iz kojeg je vidljivo da najveći udio imaju materijali klase I zatim slijede materijali klase II i klase III.



Graf 5. Udio prometnih znakova prema klasama materijala

Izvor: [25]

Analizom znakova na državnoj cesti DC8 prema županijama dobiveni su sljedeći rezultati (Graf 6.). U svim županijama najveći udio imaju znakovi izrađeni od materijala klase I, zatim materijali klase II osim u Ličko-senjskoj županiji u kojoj materijali klase III imaju veći udio od materijala klase II. Najveći udio materijala klase I je očekivan jer je klasa I minimalna propisana razina retroreflektirajućeg materijala za izradu većine prometnih znakova. Samo za manji dio znakova propisana je viša klasa materijala npr. znak obaveznog zaustavljanja, znak obilježenog pješačkog prijelaza, ploča za obilježavanje oštih zavoja itd.



Graf 6: Udio pojedinih klasa materijala prometnih znakova na državnoj cesti DC8

Izvor: [25]

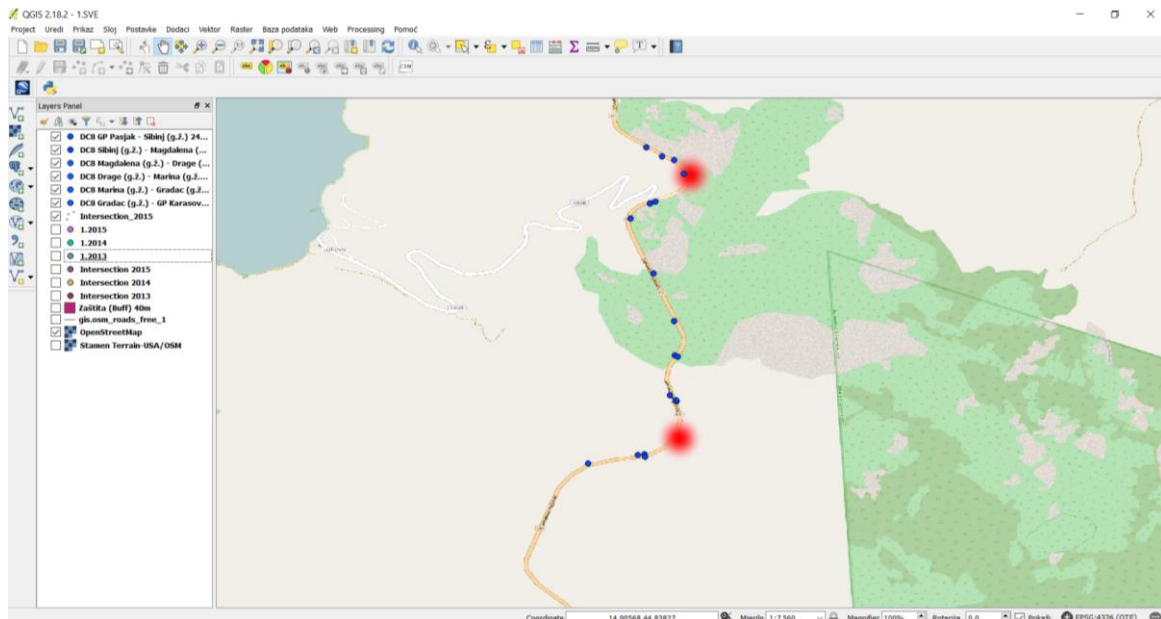
U Tablici 13. prikazan je omjer prometnih znakova koji ne zadovoljavaju uvjete retrorefleksije prema klasama materijala. Znakovi izrađeni od materijala Klase III imaju najveći postotak nezadovoljavanja minimalnih uvjeta retrorefleksije sa 20% prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete, zatim slijede znakovi Klase I sa 19% i znakovi Klase II sa 12% prometnih znakova.

Tablica 13. Retrorefleksija prometnih znakova na državnoj cesti DC8 po Klasama materijala

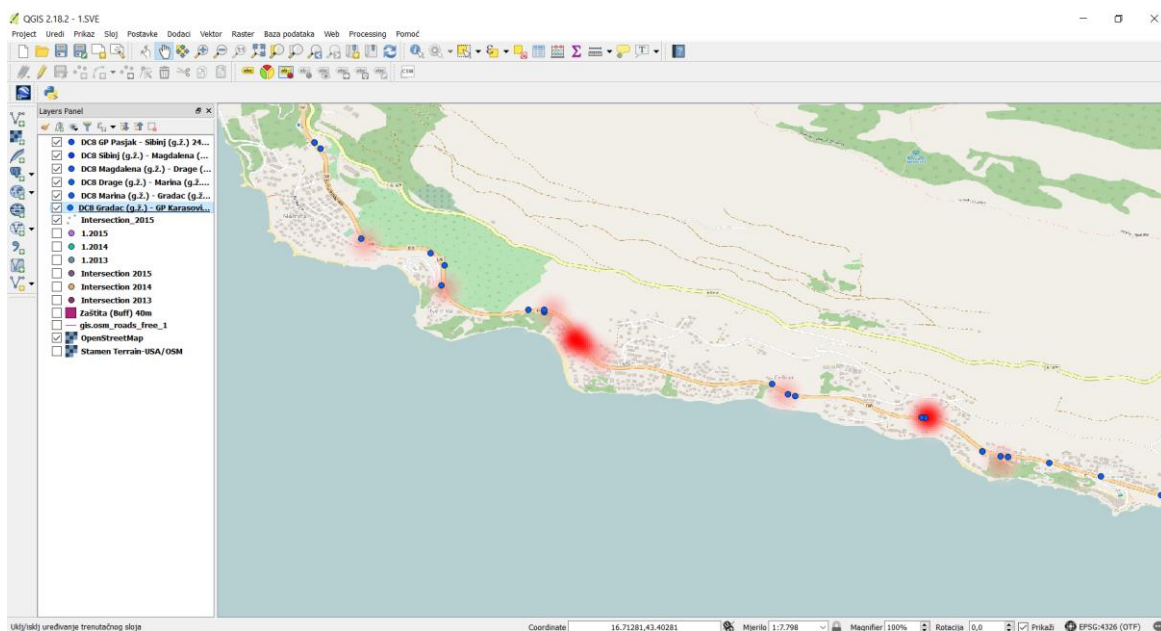
Županija	Retrorefleksija	Klasa I	Klasa II	Klasa III
Primorsko-goranska	Zadovoljava	79,3%	85,3%	94,1%
	Ne zadovoljava	20,7%	14,7%	5,9%
Ličko-senjska	Zadovoljava	86,3%	89,0%	84,2%
	Ne zadovoljava	13,7%	11,0%	15,8%
Zadarska	Zadovoljava	77,3%	90,3%	84,4%
	Ne zadovoljava	22,7%	9,7%	15,6%
Šibensko-kninska	Zadovoljava	85,3%	92,5%	68,4%
	Ne zadovoljava	14,7%	7,5%	31,6%
Splitsko-dalmatinska	Zadovoljava	77,1%	88,2%	87,9%
	Ne zadovoljava	22,9%	11,8%	12,1%
Dubrovačko-neretvanska	Zadovoljava	81,6%	84,7%	63,1%
	Ne zadovoljava	18,4%	15,3%	36,9%

Izvor: [25]

Analizom GPS lokacija prometnih nesreća koje su se dogodile u uvjetima smanjene vidljivosti i prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije utvrđeno je da postoji određena povezanost dvije navedene varijable. Rezultati analize prikazani su slikama 16. i 17. Plave točke na mapi prikazuju prometne znakove koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije, a žarišta crvene boje ("heat maps") prikazuju prometne nesreća koje su se dogodile u uvjetima smanjene vidljivosti.



Slika 16. Presjek žarišta prometnih nesreća i prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije – Lokacija br. 1



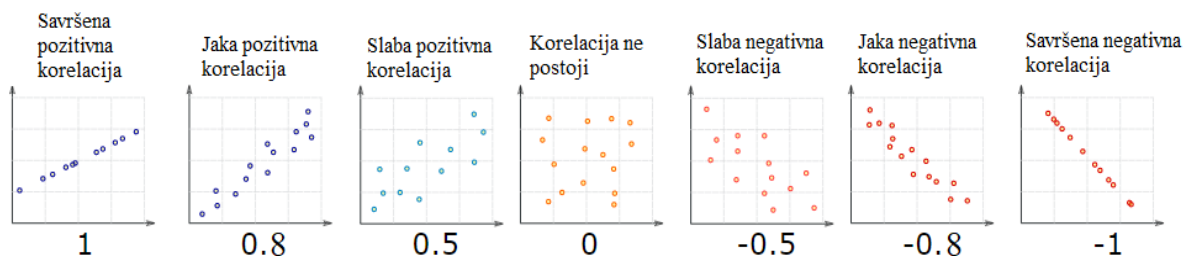
Slika 17. Presjek žarišta prometnih nesreća i prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije – Lokacija br. 2

Na slikama 16. i 17. prikazane su dvije situacije na kojima je vidljivo da su žarišta pojedinih prometnih nesreća nalaze u središtu ili neposredno ispred/iza lokacija prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije. Iz navedenog se može zaključiti da je određeni broj tih prometnih nesreća nastao kao posljedica loše prometne signalizacije ili zakašnjelog uočavanja prometne signalizacije koja nije postavljena prema pravilniku, tj. da postoji određena povezanost ta dva parametra.

6. KORELACIJSKA ANALIZA IZMEĐU NASTANKA PROMETNIH NESREĆA I KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNOJ CESTI DC8

Korelacija je statistički postupak za izračunavanje povezanosti dviju varijabli, odnosno utvrđivanje postojanje i jačina statističke veze među pojavama. Za dvije pojave predočene kvantitativnim varijablama jačina veze se mjeri koeficijentom korelacije. Ako su pojave predočene varijablama ranga, stupanj statističke povezanosti se mjeri koeficijentom korelacije ranga.

Pearsonov koeficijent korelacije koristi se u slučajevima kada između varijabli promatranog modela postoji linearna povezanost i neprekidna normalna distribucija. Vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije kreće se od +1 (savršena pozitivna korelacija) do -1 (savršena negativna korelacija), prikazano na slici 18. Predznak koeficijenta nas upućuje na smjer korelacije – je li pozitivna ili negativna, ali nas ne upućuje na snagu korelacije. Pearsonov koeficijent korelacije [r] bazira se na usporedbi stvarnog utjecaja promatranih varijabli jedne na drugu u odnosu na maksimalni mogući utjecaj dviju varijabli. Stupanj jakosti korelacije okvirno je dan je Tablicom 14. [26]



Slika 18. Stupnjevi jakosti korelacije

Izvor: [27]

Tablica 14: Stupnjevi jakosti korelacije

Vrijednost [r]	Jakost korelacije
-1	Funkcionalna negativna veza
$-1 < r < -0,8$	Jaka negativna veza
$-0,8 \leq r < -0,5$	Srednje negativna veza
$-0,5 \leq r < 0$	Slaba negativna veza
0	Veza ne postoji
$0 < r \leq 0,5$	Slaba pozitivna veza
$0,5 < r \leq 0,8$	Srednja pozitivna veza
$0,8 < r < 1$	Jaka pozitivna veza
1	Funkcionalna pozitivna veza

Izvor: [28]

Korelacija se najčešće koristi za predviđanje vrijednosti jedne varijable ovisno o promjeni vrijednosti druge varijable, u slučaju ako su te dvije varijable u korelaciji. Saznanje o korelaciji između dvije varijable omogućuje da se sa većom sigurnošću može predvidjeti na koji način će se mijenjati vrijednost druge varijable.

Korelacijskom analizom povezanosti broja prometnih nesreća sa kvalitetom prometnih znakova obuhvaćeno je više parametara. Ukupan broj prometnih nesreća prikazuje sve prometne nesreće koje su se dogodile na državnoj cesti DC8 u promatranom razdoblju. Parametar ukupnog broja prometnih nesreća u uvjetima slabe vidljivosti najviše ovisi o parametru broja prometnih znakova koji zadovoljavaju ili ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije jer u uvjetima slabe vidljivosti kvaliteta prometnih znakova najviše dolazi do izražaja. Parametar duljine ceste kroz županiju korišten je kako bi se odredila ovisnost duljine dionice ceste sa brojem prometnih nesreća i brojem znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije. U nastavku analize za koeficijent korelacije koristit će se oznaka "r", za statističku značajnost koeficijenta koristit će se oznaka "p" dok će za veličinu uzorka biti korištena oznaka "N"

U Tablici 15. su matično prikazani rezultati korelacije pet osnovnih parametara. Vidljivo je da ukupan broj prometnih nesreća ima srednju pozitivnu vezu sa brojem znakova koji zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije ($r=0,516$) i brojem znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije ($r=0,549$). Što znači da se ukupan broj prometnih nesreća mijenja sukladno promjeni broja prometnih znakova koji zadovoljavaju/ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije. Dok sa duljinom ceste ima slabu pozitivnu vezu ($r=0,144$), što znači da promjena duljine ceste ima manji utjecaj na povećanje ili smanjenje broja prometnih nesreća. Ukupan broj nesreća u uvjetima slabe vidljivosti također ima srednju pozitivnu vezu sa brojem znakova koji zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije ($r=0,728$) i brojem znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije ($r=0,739$), ali je ta veza nešto značajnija što je slučaj i kod duljine ceste ($r=0,384$).

Tablica 15. Korelacija između ukupnog broja prometnih nesreća sa osnovnim parametrima

Korelacija						
		Ukupan broj prometnih nesreća	Ukupan broj nesreća u uvjetima slabe vidljivosti	Broj znakova koji zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije	Broj znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije	Duljina ceste kroz županiju
Ukupan broj prometnih nesreća	r	1	0,933**	0,516	0,549	0,144
	ρ		0,007	0,295	0,259	0,785
Ukupan broj nesreća u uvjetima slabe vidljivosti	r	0,933**	1	0,728	0,739	0,384
	ρ	0,007		0,101	0,093	0,452
Broj znakova koji zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije	r	0,516	0,728	1	0,977**	0,796
	ρ	0,295	0,101		0,001	0,058
Broj znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije	r	0,549	0,739	0,977**	1	0,817*
	ρ	0,259	0,093	0,001		0,047
Duljina ceste kroz županiju	r	0,144	0,384	0,796	0,817*	1
	ρ	0,785	0,452	0,058	0,047	

*. Statistička značajnost uz razinu 0,05 (2-tailed).
 **. Statistička značajnost uz razinu 0,01 (2-tailed).
 N = 26

Kvaliteta prometnih znakova se najviše ističe u uvjetima smanjene vidljivosti. Iz tog razloga je kao osnovni pokazatelj stanja sigurnosti na analiziranoj cesti korišten broj nesreća sa poginulim i ozlijeđenim u uvjetima slabe vidljivosti. Iz Tablice 16. je vidljivo da Broj nesreća sa poginulim i ozlijeđenim u uvjetima slabe vidljivosti ima jaku pozitivnu vezu ($r=0,836$) sa ukupnim brojem nesreća u uvjetima slabe vidljivosti. Sa brojem znakova koji zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije ($r=0,607$) i sa brojem znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije ($r=0,630$) ima srednju pozitivnu vezu, dok sa brojem znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije po kilometru ceste ima slabu pozitivnu vezu ($r=0,402$).

Tablica 16. Korelacija između korištenih parametara

Korelacija										
		Ukupan broj prometnih nesreća	Broj nesreća sa poginulim i ozlijeđenim	Ukupan broj nesreća u uvjetima slabe vidljivosti	Broj nesreća sa poginulim i ozlijeđenim u uvjetima slabe vidljivosti	Broj znakova koji zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije	Broj znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije	Duljina ceste kroz županiju	Broj nesreća sa poginulim i ozlijeđenim u uvjetima slabe vidljivosti po km	Broj znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije po km
Uk.br. prometnih nesreća	r	1	0,882*	0,933**	0,673	0,516	0,549	0,144	0,940**	0,774
	ρ		0,020	0,007	0,143	0,295	0,259	0,785	0,005	0,071
Br.nesreća sa pog. m i ozlijeđ.	r	0,882*	1	0,983**	0,916*	0,729	0,734	0,471	0,851*	0,692
	ρ	0,020		0,000	0,010	0,100	0,097	0,346	0,032	0,127
Uk. Br. nesreća u uvjetima slabe vidljivosti	r	0,933**	0,983**	1	0,836*	0,728	0,739	0,384	0,899*	0,798
	ρ	0,007	0,000		0,038	0,101	0,093	0,452	0,015	0,057
Br. nesr. sa pog. i ozlijeđe.u uvjetima slabe vidljivosti	r	0,673	0,916*	0,836*	1	0,607	0,630	0,563	0,677	0,402
	ρ	0,143	0,010	0,038		0,201	0,180	0,245	0,140	0,429
Broj znakova koji zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije	r	0,516	0,729	0,728	0,607	1	0,977**	0,796	0,381	0,773
	ρ	0,295	0,100	0,101	0,201		0,001	0,058	0,456	0,071
Broj znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije	r	0,549	0,734	0,739	0,630	0,977**	1	0,817*	0,388	0,801
	ρ	0,259	0,097	0,093	0,180	0,001		0,047	0,447	0,055
Duljina ceste kroz županiju	r	0,144	0,471	0,384	0,563	0,796	0,817*	1	-0,052	0,324

	ρ	0,785	0,346	0,452	0,245	0,058	0,047		0,922	0,531
Broj nesreća sa poginulim i ozlijeđenim u uvjetima slabe vidljivosti po km	r	0,940**	0,851*	0,899*	0,677	0,381	0,388	-0,052	1	0,662
	ρ	0,005	0,032	0,015	0,140	0,456	0,447	0,922		0,152
Broj znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije po km	r	0,774	0,692	0,798	0,402	0,773	0,801	0,324	0,662	1
	ρ	0,071	0,127	0,057	0,429	0,071	0,055	0,531	0,152	
<p>*. Statistička značajnost uz razinu 0,05 (2-tailed). **. Statistička značajnost uz razinu 0,01 (2-tailed). N = 6</p>										

7. ZAKLJUČAK

Prometne nesreće su neizostavni dio u odvijanju cestovnog prometa. U cilju ostvarivanja sigurnog i nesmetanog odvijanja prometnog toka posebnu pozornost je potrebno posvetiti prijenosu informacija koja se u cestovnom prometu realizira pomoću prometne signalizacije.

Cilj rada je statističkom analizom utvrditi postoji li i kolika je povezanost između učestalosti nastanka prometnih nesreća i kvalitete prometnih znakova na državnoj cesti DC8. Kod analize prometnih nesreća korišteni su statistički podaci MUP-a, a pri analizi prometne signalizacije statistički podaci koji su prikupljeni od strane Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti. Kvaliteta znakova opisana je kroz zadovoljavanje i nezadovoljavanje minimalnih propisanih uvjeta retrorefleksije.

Na području RH od 2006. do 2014. godine broj prometnih nesreća ima tendenciju pada, dok je u 2015. i 2016. godini došlo do povećanja broja prometnih nesreća. U odnosu na 2014. godinu kada je broj prometnih nesreća bio najniži u zadnjih 10 godina u posljednje dvije godine promatranog razdoblja ukupan broj prometnih nesreća se povećao za 4,2%. Broj prometnih nesreća sa materijalnom štetom se povećao za 5,1% u odnosu na 2014. godinu, broj prometnih nesreća sa ozlijeđenima za 2,4%, dok je broj prometnih nesreća sa poginulim u 2015. godini bio veći za 10,4%, a u 2016. godini se smanjio za 1,8% u odnosu na 2014. godinu. Iz navedenog se može zaključiti je u 2015. i 2016. godini povećanjem broja prometnih nesreća stvorena negativna slika o ukupnom stanju sigurnosti cestovnog prometa u RH za to razdoblje.

Na državnoj cesti DC8 u posljednje tri godine broj prometnih nesreća u kojima je prouzročena materijalna šteta i nesreća u kojima je došlo do ozljeđivanja sudionika u prometu ima trend pada. U istom periodu promatranja broj prometnih nesreća sa poginulim osobama se povećao sa 19 (2013. god.) na 25 prometnih nesreća (2015. god.). Na navedenoj cesti je analizirano ukupno 15.296 znakova od čega prema podacima Zavoda za prometnu signalizaciju na Fakultetu prometnih znanosti u Zagrebu 12.606 (82%) zadovoljava minimalne propisane vrijednosti retrorefleksije. U svakoj od županija u prosjeku 17% prometnih znakova ne zadovoljava minimalnu propisanu razinu retrorefleksije. Najveći postotak prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije imaju Splitsko-dalmatinska (19.2%) i Dubrovačko-neretvanska županija (19.2%).

Korelacijskom analizom različitih parametara utvrđeno je da ukupan broj prometnih nesreća ima srednju pozitivnu vezu sa brojem znakova koji zadovoljavaju minimalne uvjete

retrorefleksije i brojem znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije, dok sa duljinom ceste ima slabu pozitivnu vezu. Ovakvi rezultati potvrđuju da postoji povezanost kvalitete prometne signalizacije sa nastajanjem prometnih nesreća.

Ovom analizom obuhvaćeni su samo neki od parametara koji utječu na sigurnost. Obuhvaćanjem više različitih parametara koji utječu na sigurnost odvijanja cestovnog prometa omogućilo bi se stvaranje sustava kojim bi se odredili prioriteta u djelovanju službi za održavanje prometne infrastrukture čime bi se smanjili troškovi održavanja prometnica i polučili najbolji rezultati omjera uloženi sredstava i povećanja razine sigurnosti na cestama.

LITERATURA

- [1] http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_03_33_662.html (Svibanj 2017.)
- [2] http://www.instruktor-voznje.com.hr/prometni_znakovi/ (Svibanj 2017.)
- [3] Nastavni materijali iz kolegija Prometna signalizacija, FPZ, Zagreb, ak. god. 2016/2017
- [4] M. Anžek,, G. Kos, P. Brlek i M. Šoštarić, Prometno-tehnološko projektiranje, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2009.
- [5] Pašagić S.: Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.
- [6] <http://www.gfos.unios.hr/download/Irena-I%C5%A1toka-Otkovi%C4%87-gp-16-signalizacija-28-03-2017-12-23.pdf> (Svibanj 2017.)
- [7] Legac I. i koautori: gradske prometnice, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
- [8] <http://www.pismorad.hr/> (Svibanj 2017.)
- [9] <https://www.swarco.com/en/Products-Services/Traffic-Management/Urban-Traffic-Management/LED-Variable-Message-Signs/Limited> (Svibanj 2017.)
- [10] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=52212> (Lipanj 2017.)
- [11] <http://putprojekt.com/wp-content/uploads/2016/05/Vertikalna-signalizacija.pdf> (Lipanj 2017.)
- [12] <http://www.highwaysindustry.com/increased-road-visibility-with-oralite/> (Lipanj 2017.)
- [13] Matešić Mladen: Prometna signalizacija i oprema za smirivanje prometa u funkciji povećanja sigurnosti cestovnog prometa, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012.
- [14] materijal <http://putprojekt.com/wp-content/uploads/2016/05/Vertikalna-signalizacija.pdf> (Lipanj 2017.)
- [15] <http://www.chemosignal.hr/usluge/3m/prometni-znakovi/> (Lipanj 2017.)
- [16] <http://www.prometna-zona.com/pojmovi-cestovnog-prometa/> (Kolovoz 2017.)
- [17] http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_06_67_2224.html (Kolovoz 2017.)
- [18] <http://www.policija.hr/main.aspx?id=180991> (Kolovoz 2017.)

- [19] <http://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/karta-rizika-2010-2012> (Kolovoz 2017.)
- [20] <http://www.eurorap.org/wp-content/uploads/2007-2009-Croatia-RRM.pdf> (Kolovoz 2017.)
- [21] <http://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/karta-rizika-2010-2012> (Kolovoz 2017.)
- [22] <http://static.1987.hr/media/sigurnost-u-prometu/medjunarodni-projekti/eurorap/izvjesce-o-razinama-rizika-na-dionicama-drzavne-ceste-D8-AP-v1.02.pdf> (Kolovoz 2017.)
- [23] Izradio autor prema: <http://static.1987.hr/media/sigurnost-u-prometu/medjunarodni-projekti/eurorap/izvjesce-o-razinama-rizika-na-dionicama-drzavne-ceste-D8-AP-v1.02.pdf> (Kolovoz 2017.)
- [24] http://www.afesp.pt/documentos/EN12899-1_-_Sinais_Fixos.pdf (Kolovoz 2017.)
- [25] Fakultet prometnih znanosti: Zavod za prometnu signalizaciju
- [26] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Korelacija> (Kolovoz 2017.)
- [27] <http://www.mathsisfun.com/data/correlation.html> (Kolovoz 2017.)
- [28] <chrome-extension://gbkeegbaiigmenfmjfcldgdpimamgkj/views/app.html> (Kolovoz 2017.)

POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFOVA

Slike:

Slika 1. Posebni geometrijski oblici znakova.....	7
Slika 2. Promjenjiva prometna signalizacija	9
Slika 3. Zrcalna refleksija.....	10
Slika 4. Difuzna refleksija.....	10
Slika 5. Retrorefleksija	10
Slika 6. Sferična retrorefleksija	11
Slika 7. Prizmatična retrorefleksija	11
Slika 8. Materijal Klase I (Engineer Grade).....	12
Slika 9. Materijal klase II (High Intensity Grade).....	13
Slika 10. Materijal klase III (Diamond Grade)	13
Slika 11. EuroRAP karta rizika na važnijim cestovnim pravcima u RH	20
Slika 12. Državna cesta DC8.....	22
Slika 13. Prometne nesreće u uvjetima smanjene vidljivosti na državnoj cesti DC8 u 2013. godini.....	25
Slika 14. Žarišta prometnih nesreća na državnoj cesti DC8 od Trogira do Omiša	26
Slika 15. Ulazni kut i kut gledanja	31
Slika 16. Presjek žarišta prometnih nesreća i prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije – Lokacija br. 1	35
Slika 17. Presjek žarišta prometnih nesreća i prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije – Lokacija br. 2	35
Slika 18. Stupnjevi jakosti korelacije	36

Tablica:

Tablica 1. Veličina prometnih znakova prema kategoriji ceste	7
Tablica 2: Broj prometnih nesreća sa nastradalim osobama za 2015. i 2016. godinu	15
Tablica 3: Prometne nesreće prema vrsti vozila za razdoblje 2006. - 2016. godina.....	16
Tablica 4: Analiza okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama na području RH za razdoblje 2006. - 2016. godina.....	17
Tablica 5: Analiza okolnosti na koje je moguće djelovati prometnom signalizacijom.....	18
Tablica 6: Razine rizika na državnoj cesti DC8 prema dionicama	23

Tablica 7. Prometne nesreće na državnoj cesti DC8 prema vrsti vozila za 2013., 2014. i 2015. godinu.....	27
Tablica 8. Prometne nesreće na državnoj cesti DC8 prema tipu nesreće u 2013., 2014. i 2015. godini.....	28
Tablica 9. Prometne nesreće na državnoj cesti DC8 prema karakteristikama ceste za 2013., 2014. i 2015. godinu.....	29
Tablica 10. Okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama na DC8 za 2013., 2014. i 2015. godinu.....	30
Tablica 11. Minimalni koeficijent retrorefleksije prema klasama materijala za različite boje materijala.....	32
Tablica 12: Retrorefleksija prometnih znakova na državnoj cesti DC8 prema županijama	32
Tablica 13. Retrorefleksija prometnih znakova na državnoj cesti DC8 po Klasama materijala	34
Tablica 14: Stupnjevi jakosti korelacije	36
Tablica 15. Korelacija između ukupnog broja prometnih nesreća sa osnovnim parametrima.	38
Tablica 16. Korelacija između korištenih parametara.....	39

Grafovi:

Graf 1: Prometne nesreće u RH za razdoblje 2006.-2016. godina.....	14
Graf 2. Udio utvrđenih rizika na autocestama u državnim cestama RH	20
Graf 3: Kumulativni rizik na državnoj cesti DC8	24
Graf 4: Prometne nesreće na državnoj cesti DC8 u 2013., 2014. i 2015. godini	26
Graf 5. Udio prometnih znakova prema klasama materijala.....	33
Graf 6. Udio pojedinih klasa materijala prometnih znakova na državnoj cesti DC8.....	33