

# Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije

---

**Brkić, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:903471>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-19**



*Repository / Repozitorij:*

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





**Sveučilište u Zagrebu**  
**FAKULTET PROMETNIH**  
**ZNANOSTI Vukelićeva 4,**  
**10000 Zagreb**  
**PREDDIPLOMSKI STUDIJ**

Preddiplomski studij: Promet  
Katedra: Zavod za prometnu signalizaciju  
Predmet: Vizualne informacije u prometu

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Pristupnik: Filip Brkić  
Matični broj: 0035177179  
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije

Engleski naziv zadatka: Analysis of the traffic signs quality on state roads of Zadarska county

### **Opis zadatka:**

Prometna signalizacija osnovno je sredstvo komunikacije između nadležnih tijela za održavanje cesta i sudionika u prometu. Pomoću prometne signalizacije se vozači upozoravaju, vode i informiraju o stanju na prometnici te se promet regulira na optimalan način. Za sigurnost prometa ključan je pravovremen prijenos informacije koju prometni znakovi i ostala signalizacija nosi vozaču, a da bi se ta zadaća ispunila, znakovi i ostala signalizacija moraju biti ispravna i ispunjavati uvjete vidljivosti. Na kvalitetu prometnih znakova, a time i vidljivost, utječu uvjeti eksploatacije, vremenski uvjeti, starost znaka te razina retrorefleksije. Prometni znakovi moraju zadovoljavati minimalne propisane razine retrorefleksije.

Zadatak završnog rada je na temelju podataka dobivenih iz mjerenja od strane Zavoda za prometnu signalizaciju o broju, poziciji i tehničkim karakteristikama prometnih znakova analizirati prometne znakove na državnim cestama na području Zadarske županije te zaključiti o razini kvalitete prometnih znakova u navedenim županijama.

Nadzorni nastavnik:  
Dr. sc. Dario Babić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Djelovođa:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Filip Brkić

**ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA  
DRŽAVNIM CESTAMA ZADARSKE ŽUPANIJE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2019.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

### **ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ZADARSKE ŽUPANIJE**

### **ANALYSIS OF THE TRAFFIC SIGNS QUALITY ON STATE ROADS OF ZADARSKA COUNTY**

Mentor: dr.sc. Dario Babić

Student: Filip Brkić

JMBAG: 0035177179

Zagreb, travanj 2019.

## SAŽETAK

Prometni znakovi su sredstvo komuniciranja u prometu. Osnovna zadaća im je omogućiti sigurno odvijanje prometa upozoravanjem na moguće opasnosti, postavljanjem obveza, zabrana i ograničenja, vođenjem prometnog toka te informiranjem sudionika u prometu. Da bi prometni znakovi mogli izvršavati svoju funkciju moraju biti tehnički ispravni, pravilno postavljeni i vidljivi u svim uvjetima vožnje. Na vidljivost prometnih znakova utječu brojni čimbenici poput vremenskih uvjeta, mjesta postavljanja znaka, njegove veličine, oblika i starosti itd. No za noćnu vidljivost najvažnija karakteristika prometnih znakova je razina retrorefleksije. Prometni znakovi čija je razina retrorefleksije ispod minimalne propisane vrijednosti ne mogu u potpunosti ispunjavati svoju zadaću, naročito u uvjetima smanjene vidljivosti, te ih je zbog osiguravanja željene razine prometne sigurnosti potrebno zamijeniti novima. Cilj ovog završnog rada je na temelju podataka o tehničkim karakteristikama prometnih znakova dobivenih ispitivanjem provedenim od strane Zavoda za prometnu signalizaciju, Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, analizirati prometne znakove na državnim cestama na području Zadarske županije kako bi se utvrdila njihova kvaliteta.

Ključne riječi: *prometni znakovi; retrorefleksija; noćna vidljivost; sigurnost prometa*

## SUMMARY

Traffic signs are the means of communication in traffic. Their basic task is to enable safe traffic by warning of possible dangers, setting of obligations, prohibitions and restrictions, running the traffic flow and informing the traffic participants. In order for traffic signs to perform their function, they must be technically correct, properly positioned and visible in all driving conditions. Traffic signs visibility is influenced by a number of factors such as weather conditions, place of positioning, size, shape and age etc. But, for the night-time visibility their most important characteristic is retroreflection. Traffic signs whose retroreflection levels are below the minimum prescribed values can not fully fulfill their tasks, especially under reduced visibility conditions, and should be replaced by new ones to ensure the desired level of traffic safety. The aim of this paper is to analyze traffic signs on state roads in the Zadar County area in order to determine their quality based on the technical characteristics of traffic signs obtained by the Department of Traffic Signalling of the Faculty of Transport and Traffic Sciences University of Zagreb.

Keywords: *traffic signs; retroreflection; night visibility; traffic safety*

## SADRŽAJ

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. UVOD.....</b>                                                                               | <b>1</b>  |
| <b>2. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA.....</b>                                                     | <b>3</b>  |
| 2.1. Povijest prometnih znakova.....                                                              | 4         |
| 2.2. Podjela i pregled zakonske regulative o prometnim znakovima .....                            | 5         |
| 2.2.1. Znakovi opasnosti.....                                                                     | 6         |
| 2.2.2. Znakovi izričitih naredbi .....                                                            | 7         |
| 2.2.3. Znakovi obavijesti .....                                                                   | 7         |
| 2.2.4. Znakovi obavijesti za vođenje prometa .....                                                | 8         |
| 2.2.5. Dopunske ploče .....                                                                       | 9         |
| 2.2.6. Promjenjivi prometni znakovi .....                                                         | 9         |
| <b>3. MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA .....</b>                                            | <b>11</b> |
| 3.1. Osnovno o tipovima refleksije.....                                                           | 11        |
| 3.2. Vrste retroreflektirajućih materijala .....                                                  | 13        |
| 3.2.1. Materijali klase I – Engineer Grade.....                                                   | 14        |
| 3.2.2. Materijali klase II – High Intensity Grade.....                                            | 14        |
| 3.2.3. Materijali klase III – Diamond Grade .....                                                 | 15        |
| <b>4. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA.....</b>                                                       | <b>17</b> |
| 4.1. Općenito o vizualnoj percepciji.....                                                         | 17        |
| 4.2. Vizualna percepcija u uvjetima otežane vidljivosti.....                                      | 18        |
| 4.2.1. Uvjeti otežane vidljivosti kao posljedica utjecaja okoline .....                           | 18        |
| 4.2.2. Uvjeti otežane vidljivosti kao posljedica utjecaja vozila .....                            | 19        |
| 4.2.3. Uvjeti otežane vidljivosti kao posljedica utjecaja vozača .....                            | 20        |
| <b>5. UTJECAJ PROMETNIH ZNAKOVA NA SIGURNOST PROMETA .....</b>                                    | <b>21</b> |
| <b>6. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA<br/>    ZADARSKE ŽUPANIJE .....</b> | <b>23</b> |
| <b>7. ZAKLJUČAK .....</b>                                                                         | <b>35</b> |
| <b>Literatura.....</b>                                                                            | <b>37</b> |
| <b>Popis slika.....</b>                                                                           | <b>39</b> |
| <b>Popis tablica .....</b>                                                                        | <b>40</b> |
| <b>Popis grafikona.....</b>                                                                       | <b>41</b> |

## 1. UVOD

Razvojem prometa povećala se brzina i udobnost putovanja, kao i broj motornih vozila i putovanja, što se pak negativno odrazilo na sigurnost cestovnog prometa. Povećanje broja prometnih nesreća polučilo je potrebu za poboljšanjem sredstava reguliranja prometa. Jedan od troškovno najučinkovitijih načina reguliranja prometa je putem prometne signalizacije koja se dijeli na vertikalnu i horizontalnu.

Osnovni elementi vertikalne prometne signalizacije su prometni znakovi. Oni predstavljaju skup smislenih standardiziranih simbola i natpisa koji služe komuniciranju osoba nadležnih za prometnice sa sudionicima u prometu. Osnova im je funkcija omogućiti siguran, učinkovit i predvidljiv promet na cestama, i to obavještavanjem o zabranama i ograničenjima, informiranjem o opasnostima kao i drugim informacijama potrebnim korisniku prometnice. Kvalitetnim obilježavanjem prometnica prometnim znakovima sudionicima u prometu se na jasan i razumljiv način omogućava precizno predočavanje prometne situacije i pravovremena reakcija. Prometni znakovi moraju i što efikasnije privući pozornost vozača i pobuđivati respekt vozača i pješaka prema signalizaciji.

Kako bi na efikasan način prenijeli obavijest korisniku ceste, prometni znakovi moraju biti vidljivi u svim uvjetima vožnje. Njihova vidljivost posebno je izražena u uvjetima smanjene vidljivosti, kao što su mrak i loši vremenski uvjeti. U takvim uvjetima količina vizualnih informacija znatno je smanjena, vidno polje vozača je suženo i skraćeno te je umanjena njegova sposobnost percepcije boja, oblika i tekstura.

Da bi u takvim uvjetima vozači mogli percipirati određene elemente ceste isti moraju imati svojstvo retrorefleksije, odnosno moraju biti u stanju vratiti dolaznu svjetlost natrag prema izvoru. Zahvaljujući retroreflektirajućim materijalima upotrijebljenim u izradi prometnih znakova, korištenjem svjetlosnih izvora na vozilu, uvelike se povećava njihova vidljivost u otežanim uvjetima.

Protekom vremena retroreflektirajuća svojstva prometnih znakova degradiraju pod različitim utjecajima kao što je UV zračenje, pozicije znaka, atmosferilija itd. Zato je potrebno periodički provesti kontrolu kvalitete retrorefleksije i općenite ispravnosti prometnih znakova kako bi se utvrdilo njihovo stanje te na temelju toga planirale aktivnosti održavanja.

Cilj ovoga rada je analizirati kvalitetu prometnih znakova na državnim cestama na području Zadarske županije. Na temelju provedene analize utvrdit će se ukupan broj i udio pojedinih prometnih znakova, s obzirom na značenje i vrstu materijala te njihova tehnička ispravnost, odnosno zadovoljavanje minimalnih propisanih uvjeta kvalitete.

U izradi rada upotrebljeni su podaci o broju, dimenzijama, karakteristikama, kvaliteti itd. prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije, prikupljeni od strane Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu.

Rad je podijeljen u sedam osnovnih poglavlja:

- 1) Uvod
- 2) Općenito o prometnim znakovima
- 3) Materijali za izradu prometnih znakova
- 4) Percepcija prometnih znakova
- 5) Utjecaj prometnih znakova na sigurnost prometa
- 6) Analiza kvalitete prometnih znakova
- 7) Zaključak

U „Uvodu“ je izložena tematika i cilj rada. Drugo poglavlje rada s naslovom „Općenito o prometnim znakovima“ najprije detaljnije informira o funkciji, zadaćama, važnosti i ulozi prometnih znakova u prometu, te se opisuje nastanak i povijesni razvoj prometnih znakova. Zatim se, u istom poglavlju, navodi podjela prometnih znakova i pregled zakonske regulative o obliku, dimenzijama i značenju, kao i načinu postavljanja prometnih znakova. Treće poglavlje „Materijali za izradu prometnih znakova“ ukratko opisuje sastavne dijelove i način izrade prometnih znakova, definira osnovne tipove refleksije, s posebnim naglaskom na retrorefleksiju, osobine pojedinih vrsta retroreflektirajućeg materijala i njihovu međusobnu razliku. Četvrto poglavlje pod nazivom „Percepcija prometnih znakova“ opisuje pojmove vezane uz percepciju i čimbenike koji na nju utječu, s posebnim naglaskom na vizualnu percepciju, te uvjetima otežane vidljivosti kao posljedice različitih utjecaja. Peto poglavlje s naslovom „Utjecaj prometnih znakova na sigurnost prometa“ daje osnovni pregled utjecaja prometnih znakova na sigurnost prometa. U šestom poglavlju s naslovom „Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije“ prikazana je analiza ispitanih prometnih znakova s obzirom na tehničku ispravnost, klasu retroreflektirajućeg materijala i zadovoljavanja minimalnih uvjeta retrorefleksije, godine starosti itd., po pojedinim državnim cestama i ukupno. Sedmo poglavlje daje osnovne zaključke i rezultate provedenog istraživanja za državne ceste Zadarske županije.



## 2. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA

Prometni znakovi predstavljaju osnovna tehnička sredstva za upravljanje prometom na cestama. Služe za komunikaciju između nadležnih cestovnih vlasti i sudionika u prometu, a njihova osnovna funkcija je osigurati predvidljiv, učinkovit i siguran promet na cestama. Glavne zadaće prometnih znakova su upravljanje prometom, reguliranje prometnog toka, pružanje svih potrebnih informacija sudionicima u prometu i vođenje istih do cilja [1]. Postavljanjem kvalitetne prometne signalizacije postiže se učinkovito, sustavno i sigurno vođenje svih sudionika u prometu [2]. No da bi se to postiglo, prometni znakovi, signalizacija i oprema u cijelosti moraju biti izrađeni i postavljeni prema hrvatskim normama i na temelju prometnog projekta [3].

Prometnim znakovima se obavještavaju i upozoravaju sudionici u prometu o stanju na prometnicama te se na taj način postiže sigurno i nesmetano odvijanje prometa. O jasnoći primljenih obavijesti ovisi sigurnost, brzina i udobnost kretanja sudionika u prometu. Veza između vozača i prometnih znakova obično se uspostavlja u nekoliko sekundi zbog čega znakovi moraju biti jednostavni, jasni, čitljivi, vidljivi, jednoznačni, univerzalni, kontinuirani, odgovarajućeg dizajna i postavljeni u odgovarajućem opsegu [4]. Jednoličnost se postiže dosljednim predočavanjem prometne situacije. Jasnoća, čitljivost i dizajn ovise o veličini, broju, duljini natpisa te o obliku slova i simbola, dok vidljivost ovisi o veličini prometnog znaka, retroreflektirajućim svojstvima, mjestu postavljanja i sl.

Zahtjevi koje moraju zadovoljiti prometni znakovi su čitljivost, razumljivost, jednoobraznost, uniformiranost, jednostavnost, kontinuiranost, konstantnost i uočljivost [5].

- Čitljivost – svi elementi prometnog znaka moraju biti čitljivi
- Razumljivost – moraju biti koncipirani i prezentirani na način da budu podjednako razumljivi svim sudionicima u prometu
- Uniformiranost – sva mjesta istih funkcija i karakteristika moraju biti obilježena prometnim znakovima na isti način
- Kontinuiranost – sudionik u prometu mora biti kontinuirano obavješten na svim dijelovima prometne mreže
- Uočljivost – prometni znakovi moraju biti uočljivi u svim vremenskim uvjetima i uvjetima okoline
- Jednostavnost – moraju biti na razini detaljnosti koja osigurava njezinu punu učinkovitost
- Jednoobraznost – neovisno o dijelu prometne mreže trebaju jednoobrazno djelovati

U ovom poglavlju prikazat ćemo kratku povijest prometnih znakova, njihovu podjelu i osnovne propise kojima je regulirano njihovo postavljanje.

## 2.1. Povijest prometnih znakova

Cestovni propisi i prometni znakovi, kakvi se danas sreću, stari su stotinjak godina. Prvim prometnim propisom o ograničavanju brzine na cestama smatra se zakon naziva „Locomotive Acts“ koji je 1836. izglasan u Engleskom parlamentu, a 1865. dopunjen. Njime je brzina svakog parnog vozila (ne i zaprežnih vozila) ograničena na 3,2 km/h u naseljima i na 6,5 km/h izvan naseljenih mjesta. Obvezivao je i svakog vozača da na 100 metara ispred vozila ima jahača koji bi mahao crvenom zastavom i upozoravao prolaznike na dolazeću opasnost. Bilo je dovoljno da kočijaš digne ruku i vozilo se moralo zaustaviti. Zakon je predviđao da u slučaju bilo kakve nesreće odgovornost snosi vozač parnog vozila. Taj zakon poznat je pod nazivom „Red Flag Acts“ ili „Zakon crvene zastave“ i ukinut je 1896. godine [6].

Pojavom prvih motornih vozila početkom 20. stoljeća koja su sve češće i lakše prelazila državne granice, iskrsnula je i potreba da se utvrde međunarodni propisi koji bi ujednačavali prilike na svim cestama. Prva međunarodna Konvencija o cestovnom i automobilskom prometu sklopljena je 1909. godine u Parizu. Slijedile su kasnije konvencije u drugim gradovima, a najvažnija je Ženevska iz 1949. kada je donesen Protokol o signalizaciji na cestama, te potom njegove izmjene i dopune iz 1968. godine koje je donijela Međunarodna konferencija Organizacije ujedinjenih naroda o prometu na cestama. Te su konvencije preporučale da sve države propisuju jednake prometne znakove te da na prometnim znakovima ne bude riječima ispisanih naredaba ili obavijesti jer ih stranci i nepismeni ne razumiju. U vrijeme kad su se ti propisi donosili bilo je podosta dobrih ali nepismenih vozača pa se stoga težilo slikovitom znaku. Iz tog razloga i kod nas su ukinuti prometni znakovi i drugi natpisi, npr. „odron kamena“, „pozor divljač“, „pitka voda“, „opasnost od požara“ i sl. i nadomješteni su slikom [6].

Oblici prometnih znakova određeni su prvom Pariškom konvencijom. Znakovi opasnosti su dobili oblik istostraničnog trokuta s vrhom prema gore, znakovi izričitih naredbi okrugli, a znakovi obavijesti pravokutni oblik. Vremenom se mijenjao i njihov broj – od početnih desetak do današnjih dvjestotinjak (bez dopunskih ploča i ostalih znakova i oznaka). Posljednje izmjene i dopune Protokola o prometnoj signalizaciji iz 1968. godine uvele su u uporabu osmerokutni znak obveznog zaustavljanja umjesto dotadašnjeg okruglog znaka s ucrtanim trokutom. To je jedini znak takvog oblika i njegovim se posebnim izgledom (prepoznatljiv je i gledano u stražnju stranu znaka) željelo istaknuti njegovu važnost u odnosu na ostale znakove [6].

Danas je u svijetu u uporabi nekoliko sustava znakova (temeljeni na uporabi riječi, temeljeni na uporabi simbola bez riječi, kombinacija riječi i simbola itd.). Da bi se unificirali i normizirali prometni znakovi na međunarodnoj razini, na Konferenciji cestovnog prometa u Beču 1968. godine, također pod okriljem Ujedinjenih naroda, donesen je novi sporazum. U njemu se nastojalo što više uključiti najrašireniji sustav iz Nacrta konvencije iz 1953. i Protokola koji upotrebljava Europa. Ta konvencija je osnova i za naše prometne znakove. Kasnije je bilo još sporazuma kojima je cilj lakše komuniciranje među narodima i državama [6].

Usprkos nastojanjima za što većom univerzalnošću, pokazalo se da nije lako postići usuglašavanje u korištenju prometnih znakova. Postoje brojni tehnički, ekonomski, politički razlozi, a i različite navike ljudi, što otežava usuglašavanje [6].

## **2.2. Podjela i pregled zakonske regulative o prometnim znakovima**

Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/2005, 64/05, 155/05, 14/11) propisani su vrsta, značenje, oblik, boja, dimenzije i postavljanje prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama.

Prometni znakovi postavljaju se s desne strane u smjeru kretanja vozila. Ako zbog specifičnih terenskih prilika preglednost prometnog znaka nije dovoljna znak se može postaviti u sredinu iznad kolnika ili s lijeve strane ceste [3].

Na prometnom znaku natpisi se ispisuju latiničnim pismom. Natpisi na znakovima obavijesti se, u pravilu, ispisuju malim slovima. Dvojezični nazivi odredišta moraju biti napisani tako da je prvo napisan hrvatski naziv, a potom naziv na jeziku i pismu nacionalne manjine ako je to propisano posebnim propisom. Na prometni se znak može upisati i naziv odredišta koje se nalazi u drugoj državi. Naziv odredišta u drugoj državi ispisuje se na jeziku te države. Uz odredište u drugoj državi obvezno se upisuje znak obavijesti C123 (nacionalna autooznaka) [3].

Dimenzije prometnih znakova ovise o značenju i važnosti ceste. Prometni znakovi postavljaju se izvan naseljenih mjesta na visini 1,2 do 1,4 m, a u naseljima na visini 0,3 do 2,2 m. Iznimka su određeni prometni znakovi koji se postavljaju na visinu 0,8 do 1,2 metra, kao i oni koji kod privremene regulacije prometa mogu biti postavljeni na postolja i uzdignuti najmanje 0,3 m iznad površine kolnika. Stupovi na kojima se postavljaju znakovi kojima se označuju privremeni radovi i sl. (privremena regulacija) moraju biti obojani izmjeničnim poljima crvene i bijele boje, širine polja 0,25 m. Ploča za označivanje naziva ulica (znak C120) se može postaviti i na građevinu uz cestu. Horizontalna udaljenost najbližeg ruba prometnog znaka od ruba kolnika mora biti najmanje 0,3 m. Ako se prometni znak postavlja iznad kolnika, udaljenost od donjeg ruba znaka do gornje površine kolnika iznosi najmanje 4,5 m. Ako se prometni znak postavlja zajedno s dopunskom pločom, računa se visina do donjeg ruba dopunske ploče. Visina i položaj prometnog znaka moraju biti takvi da ne ugrožavaju kretanje pješaka i da ih pješaci i vozila ne zaklanjaju. Stup prometnog znaka se, u pravilu, postavlja najviše 2 m od kolničkog ruba. Na isti se stup može postaviti najviše dva prometna znaka i njihova retroreflektirajuća svojstva moraju biti jednaka. Prometni znak, iznimno, može biti postavljen i na konzolni nosač ako je tako postavljen znak uočljiviji za sudionike u prometu, na semaforski stup, ostale stupove uz cestu (npr. stupovi javne rasvjete) te ostale elemente ako to zahtijeva specifična situacija. Radi bolje uočljivosti prometni se znakovi mogu postaviti na kontrastnim pločama bijele boje te se u tom slučaju na ploči može ispisati tekst koji objašnjava znak [3].

Prometni znakovi mogu biti izvedeni s vlastitim izvorom svjetlosti (unutarnje osvjetljenje) ili vanjskim izvorom svjetlosti (osvjetljen posebnom svjetiljkom izvana) [3], a njihova prednost je u lakšem uočavanju. Koriste se primjerice za bolje označavanje teže primjetnog pješačkog prijelaza na lošije osvjetljenim prometnicama i sl.

Značenje prometnih znakova može biti stalno ili promjenjivo. Promjenjivi prometni znakovi služe upozoravanju sudionika u prometu na posebne regulacije zbog izvanrednih okolnosti, npr. prometne nesreće, radova na cesti, vremenskih neprilika itd. U normalnim uvjetima prometa takvi znakovi moraju biti ugašeni kako vozače ne bi dovodili u zabludu [3].

Na prometnice se ne smiju postavljati ploče ili neki drugi predmeti kojima se zaklanja ili smanjuje vidljivost postavljenih prometnih znakova, kao ni predmeti koji izgledom i načinom postavljanja oponašaju neki prometni znak jer se na taj način odvraća pozornost vozača i ugrožava sigurnost prometa. Ne smije se postaviti ni preveliki broj znakova jer to zbunjuje vozače [4].

Iako je prometne znakove moguće podijeliti prema nizu kriterija, najčešća podjela je prema njihovoj funkciji uz koju je vezana boja i oblik te vrsti retroreflektirajućeg materijala. Prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/2005, 64/05, 155/05, 14/11) prometni znakovi se prema funkciji dijele na [3]:

- Znakove opasnosti
- Znakove izričitih naredbi
- Znakove obavijesti
- Znakovi obavijesti za vođenje prometa
- Dopunske ploče
- Promjenjive prometne znakove

### **2.2.1. Znakovi opasnosti**

Znakovi opasnosti označavaju blizinu dijela ceste ili mjesto na kojem sudionicima u prometu prijeti opasnost. Imaju oblik jednakostraničnog trokuta čija se jedna stranica nalazi u vodoravnom položaju, a vrh nasuprot njoj okrenut je prema gore, osim znakova A47 i A48 (Andrijin križ), A49 (približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge s branicima ili polubranicima) i A50 (približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika). Osnovna boja znakova opasnosti je bijela, rubovi trokuta su crvene boje, a simboli crne boje, osim znaka A25 (radovi na cesti) čija je osnovna boja žuta [3].

Znakovi opasnosti u pravilu se postavljaju izvan naselja na udaljenosti 150 do 250 m ispred opasnog mjesta na cesti. Znakovima opasnosti, koji su postavljeni na udaljenosti manjoj od 150 m ili većoj od 250 m, moraju biti pridružene i dopunske ploče na kojima se označuje udaljenost od opasnog mjesta zbog kojeg se ti znakovi postavljaju. [3]

Znak „Andrijin križ” ima krakove duljine 100 cm, širine 12 cm, a postavlja se samo na prijelazima ceste preko željezničke pruge u razini koji su potpuno nezaštićeni ili koji su zaštićeni samo uređajima za davanje svjetlosnih i zvučnih signala bez branika ili polubranika. Znakovi kojima se obilježuje prijelaz preko pruge imaju oblik pravokutnika dimenzija 100 x 30 cm [4].



Slika 1. Primjer znaka opasnosti (A44)

Izvor: [7]

### 2.2.2. Znakovi izričitih naredbi

Znakovi izričitih naredbi stavljaju do znanja sudionicima u prometu na cesti zabrane, ograničenja i obveze. Znakovi izričitih naredbi imaju oblik kruga, osim znakova B01 (raskrižje s cestom s prednošću prolaska) i B02 (obvezno zaustavljanje). Osnovna boja znakova zabrane, odnosno ograničenja, je bijela, a osnovna boja znakova obveze plava. Simboli i natpisi na znakovima zabrane, odnosno ograničenja, crne su boje, a na znakovima obveza bijele. Rub kruga te ravne i kose crte na znakovima izričitih naredbi na kojima postoje crvene su boje. Ploče na kojima su umetnuti znakovi zabrane i ograničenja, u pravilu, imaju podlogu bijele boje [3].

Postavljaju se neposredno na mjesta na kojima za sudionike počinje obveza da se drže naredbe izražene prometnim znakom. Ukoliko se postavljaju na određenoj udaljenosti od mjesta početka naredbe, obavezno im se pridružuje dopunska ploča s dodatnim pojašnjenjem (najčešće udaljenošću do početka naredbe). Osnovna boja znakova zabrane, odnosno ograničenja, je bijela, a rubovi su crvene boje. Boja znakova obveze je plava. Simboli i natpisi na znakovima zabrane, odnosno ograničenja, crne su boje, a na znakovima obveza bijele [3].



Slika 2. Primjer znaka izričite naredbe (B13)

Izvor: [8]

### 2.2.3. Znakovi obavijesti

Znakovi obavijesti sudionicima u prometu daju potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću, nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenosti do tih mjesta, prestanku važenja znakova izričitih naredbi te druge obavijesti koje im mogu koristiti. Osnovna boja znakova obavijesti je: žuta sa simbolima i natpisima crne boje, plava sa simbolima i natpisima bijele boje, zelena sa simbolima i natpisima bijele boje, bijela sa simbolima i natpisima crne, crvene ili plave boje. Iznimno, narančasta boja može biti upotrebljena kod privremenog usmjeravanja prometa na znakovima C108 (putokaz obilaska), C109 (traka za prekrivanje znakova) i C112

(predznak za ručno reguliranje prometa). Na istom znaku (ploči) mogu se na osnovnu podlogu umetnuti podloge odgovarajućih boja, ovisno o vrsti ceste koja vodi do naznačenog odredišta [3].

Znakovi obavijesti postavljaju se tako da sudionicima u prometu daju prethodne obavijesti, obavijesti o prestrojavanju, obavijesti o skretanju, obavijesti o smjeru kretanja te da označe objekt, teren, ulicu ili dijelove ceste na koje se odnose. Ako se objekt ili teren na koji se znak obavijesti odnosi ne nalazi na cesti na kojoj je znak postavljen, potrebna obavijest može biti postavljena na dopunskoj ploči ili na samom znaku tako da se sudionicima u prometu omogući lak i brz pronalazak objekata, odnosno terena na koji se znak odnosi [3].



Slika 3. Primjer znaka obavijesti (C42)

Izvor: [9]

#### 2.2.4. Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Znakovi obavijesti za vođenje prometa obavješćuju sudionike u prometu o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu odredišta i vođenju prometa prema njima, raskrižjima i čvorištima na određenom smjeru ceste i udaljenostima do odredišta. Na istom znaku (ploči) mogu se na osnovnu podlogu umetnuti podloge odgovarajućih boja ovisno o vrsti ceste koja vodi do naznačena odredišta [3].

Boje ovise o kategoriji ceste [3]:

- na autocestama zelena sa simbolima i natpisima bijele boje
- na brzim cestama plava sa simbolima i natpisima bijele boje
- na državnim i ostalim cestama žuta sa simbolima i natpisima crne boje
- za dijelove gradova, naselja i značajne objekte bijela sa simbolima i natpisima crne boje.

U zoni raskrižja, obavješćivanje sudionika u prometu znakovima obavijesti za vođenje prometa provodi se u pet stupnjeva [3]:

- 1) prethodno obavješćivanje
- 2) obavješćivanje o smjeru kretanja
- 3) obavješćivanje o prestrojavanju
- 4) obavješćivanje o skretanju
- 5) potvrda smjera.

Na autocestama, brzim cestama i cestama s raskrižjima u više razina mora se postaviti svih pet stupnjeva obavijesti. Na državnim cestama moraju se postaviti drugi, četvrti i peti stupanj, a treći ako je cesta s više prometnih traka. Na županijskim cestama postavljaju se

drugi i četvrti stupanj, a na ostalim cestama najmanje četvrti stupanj obavijesti za vođenje prometa [3].

Ovisno o vrsti i kategoriji ceste, geometrijskom oblikovanju raskrižja te o udaljenosti dvaju susjednih raskrižja, može se izostaviti ili dodati jedan od stupnjeva obavijesti, osim četvrtog stupnja obavijesti koji je obavezan [3].

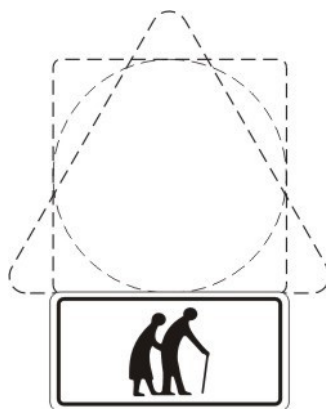


Slika 4. Primjer znaka obavijesti za vođenje prometa (D14)

Izvor: [10]

#### 2.2.5. Dopunske ploče

Uz znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi i znakove obavijesti mogu biti istaknute i dopunske ploče. Dopunske ploče pobliže određuju značenje prometnog znaka. Osnovna boja dopunske ploče je bijela, a simboli su crne boje. Dopunske ploče postavljaju se zajedno s prometnim znakovima na koje se odnose, i to ispod donjeg ruba prometnog znaka. Širina dopunske ploče postavljene uz znak na cesti ne smije biti veća od dužine one stranice znaka uz koji se dopunska ploča postavlja. Visina dopunske ploče, u pravilu, ne smije iznositi više od polovice njezine dužine, osim dopunskih ploča E06, E07, E20, E21, E22, E35, E36, E47, E48, E50 i E51 [3].



Slika 5. Primjer dopunske ploče (E37)

Izvor: [11]

#### 2.2.6. Promjenjivi prometni znakovi

Kad je zbog prometne sigurnosti ili prometno-tehničkih zahtjeva potrebno, prometni znakovi u cijelosti ili djelomice mogu biti izvedeni kao promjenjivi znakovi. Promjenjivi prometni znakovi prema izvedbi mogu biti kontinuirani i nekontinuirani.

Kontinuirani znakovi su oni znakovi koji su izgledom jednaki stalnim prometnim znakovima, a jedina je razlika da uporabom elektromehaničkih sredstava mogu prikazivati različite poruke.

Nekontinuirani znakovi su oni znakovi kod kojih je moguća inverzija boja i pojednostavljen prikaz simbola u odnosu na stalne prometne znakove. Ti znakovi oblikuju poruke uporabom pojedinačnih elemenata koji mogu biti u jednome od dva stanja (ili više), čime mogu oblikovati različite poruke na istoj prednjoj površini znaka [3].

Nekontinuirani znakovi mogu se izvesti primjenom različitih tehnologija kao što su optičkih vlakana, svjetlosnih polja, svjetlećih dioda (LED) te tekućih kristala (LCD).

Kad su prometni znakovi izvedeni kao promjenjivi u obliku znakova, ne smiju se razlikovati od prometnih znakova stalnog značenja. Ako tehnologija izvedbe promjenjivog prometnog znaka ne omogućuje propisanu boju, upotrebljava se [3]:

- 1) umjesto osnovne bijele i plave boje znaka – crna boja bez refleksije
- 2) umjesto crnih i bijelih simbola – bijeli (žuti) simboli znaka
- 3) umjesto crnih rubova znaka – bijeli (žuti) rub znaka.

Ako se znakovi prikazuju svjetlećim ili drugim diskretnim elementima prikaza, tehnički uvjetovana pojednostavnjenja prikaza dopuštena su samo uz uvjet da ostanu očuvani bitni elementi i svojstvena obilježja znakova. Promjenjivi prometni nekontinuirani znak ili dio znaka u slučaju kvara jednog dijela znaka ili pregaranja izvora svjetlosti ne smije promijeniti svoje značenje, odnosno mora biti bez signalnog pojma (nulto stanje) [3].

Tijekom normalnih uvjeta vožnje na cesti, signalni pojmovi na promjenjivim prometnim nekontinuiranim znakovima moraju biti ugašeni. Kad se predviđa ili nastane promjena normalnih uvjeta vožnje na cesti, ovisno o nastalim promjenama, automatski se uključuje za to predviđeni signalni pojam koji mora biti u funkciji do ponovne uspostave normalnih uvjeta vožnje. Kad se odnosi na ograničenje brzine, promjenjiv prometni nekontinuirani znak uvijek se postavlja iza statičnog prometnog znaka ograničenja brzine (znak B31) gledano u smjeru vožnje [3].



### 3. MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA

Konstruktivna svojstva znakova moraju biti prilagođena zahtjevnim uvjetima eksploatacije, odnosno moraju biti otporni na sve uvjete okoline te uz to zadovoljavati minimalnu propisanu razinu retrorefleksije. Osnovni dijelovi prometnog znaka su lice znaka i podloga. Lice znaka je prednja strana znaka, ona koju sudionik u prometu vidi kada se približava prometnom znaku, a sastoji se od lika, osnove i okvira. Lice znaka izrađuje se od retroreflektirajućih materijala, odnosno folija i čine ga simboli i/ili natpisi. Osnova znaka je element na kojem je upisan lik i nalazi se neposredno ispod simbola i teksta. Okvir je onaj dio znaka koji uokviruje ili zatvara simbol, odnosno natpis. Podlogu znaka predstavlja dio znaka na kojem se nalazi osnova znaka sa svim elementima [12].

Podloga prometnog znaka izrađuje se od aluminijskog lima debljine 2 - 4,5 mm. Iz lima većih dimenzija izrezuje se oblik prometnog znaka i po obodu savija radi sprječavanja savijanja te smanjenja posljedice prometne nesreće (uklanjanje oštih rubova), ukoliko dođe do nje. Pozadina znaka lakirana je sivom bojom zbog sprječavanja blijedenja i zasljepljivanja vozila iz suprotnog smjera [12].

Ovisno o kategoriji ceste na koju se postavlja prometni znak, primjenjuje se određeni tip i klasa retroreflektirajuće folije. Primjenjena folija mora zadovoljavati minimalnu razinu retrorefleksije izraženu snagom retrorefleksije [2].

Postoje dva načina izrade, odnosno načina aplikacije folije na prometni znak [1]:

- 1) Ispisivanje znakova na folije primjenom računala i printera velikih dimenzija – plotera. Folija se zatim reže na odgovarajuće dimenzije te se po potrebi vrši zaštitna laminacija, odnosno plastificiranje folije. Time se folija štiti od oštećenja i UV zračenja te se omogućuje lakše čišćenje prometnog znaka
- 2) Metoda sitotiska, u kojoj se boja otiskuje na podlogu kroz sito, na kojem su fotopostupkom napravljeni odgovarajući otvori za simbole koje je potrebno otisnuti

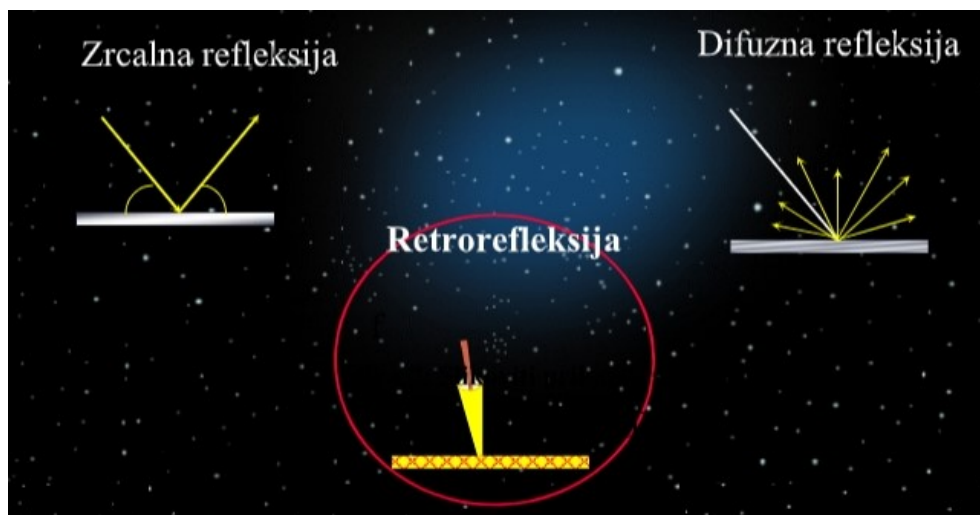
Površina prometnih znakova izrađuje se od materijala retroreflektirajućih svojstava najmanje klase I, a za autoceste i ceste namijenjene isključivo prometu motornih vozila – brze ceste, najmanje klase II. Na signalizaciji i opremi za označavanje ruba kolnika, za označavanje radova, prepreka, oštećenja kolnika i za vođenje i usmjeravanje prometa u području radova na cesti i zaštitnim ogradama moraju biti postavljene reflektirajuće oznake minimalno klase II [3].

U ovom poglavlju bit će izloženo osnovno o refleksiji i tipovima refleksije, pojmovima vezane uz retrorefleksiju te detaljnije o vrstama retroreflektirajućeg materijala.

#### 3.1. Osnovno o tipovima refleksije

Refleksija predstavlja odbijanje upadnih zraka svjetla od površine, a omjer upadne i reflektirane svjetlosti koeficijent refleksije. Reflektirana je svjetlost uvijek manjeg intenziteta od upadne jer se dio upadne energije svjetlosti apsorbira u drugo sredstvo [13].

Postoje tri tipa refleksije: zrcalna, difuzna i retrorefleksija [14]. Slikoviti prikaz tipova refleksije vidljiv je na slici 6.



Slika 6. Vrste refleksije svjetlosti

Izvor: [14]

Kod zrcalne refleksije kut upadne zrake i normale koja je okomita na glatku površinu od koje se svjetlost odbija jednak je kutu odbijene svjetlosti i okomite normale na površinu. Nastaje na glatkim i sjajnim podlogama. Učinci te refleksije u prometu su negativni jer se na mokrom i zaleđenom kolniku svjetlosni snop vozila odbija direktno u vidno polje vozača vozila s kojim se mimoilazi i dolazi do zasljepljivanja vozača [14].

Pri difuznoj refleksiji upadna zraka svjetlosti raspršuje se u različim smjerovima, a samo se mali dio reflektira u smjeru izvora. Nastaje kada svjetlo obasja grube površine. Difuzna refleksija omogućuje čovjeku raspoznavanje predmeta u okolini za vrijeme dnevnog svjetla, a noću je od nje slaba korist [14].

Treći i za promet najvažniji tip refleksije je retrorefleksija. Pri takvoj se refleksiji svjetlost bez obzira na kut upada uvijek vraća u smjeru svog izvora. Zahvaljujući ovom tipu refleksije, uz uporabu svjetlosnih uređaja na vozilu, poboljšava se vidljivost noću i u uvjetima smanjene vidljivosti [14].

Retrorefleksija može biti sferična i prizmatična, ovisno o vrsti retroreflektirajućeg materijala [14].

- 1) Sferična retrorefleksija - Staklena kuglica lomi ulazni svjetlosni trak pri prolasku kroz prednju površinu staklene kuglice. Svjetlost se zatim reflektira sa zrcalne površine iza kuglice te se ponovnim prolaskom kroz prednju površinu kuglice svjetlost lomi i reflektira u smjeru svog izvora.
- 2) Prizmatična retrorefleksija - Tri jednake okomite površine čine prizmu na kojoj se ulazni trak svjetlosti lomi i reflektira u smjeru svog izvora usporedno s ulaznim svjetlom.

Snaga retrorefleksije opisuje količinu svjetla koja se reflektira sa retroreflektirajućeg materijala. Mjeri se jačinom reflektiranog svjetla u odnosu na ulazno svjetlo po kvadratnom metru reflektirajućeg materijala ( $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) [15].

Uz snagu retrorefleksije, bitne karakteristike za retroreflektirajuće materijale su [1]:

- ulazni kut - kut između ulazne zrake svjetlosti i osi okomite na ravninu znaka
- kut promatranja - kut između ulazne i reflektirane zrake svjetlosti

(što je kut promatranja manji to je kvaliteta retroreflektirajućeg materijala veća)

- snop reflektirane svjetlosti označava svjetlost reflektiranu prema promatraču

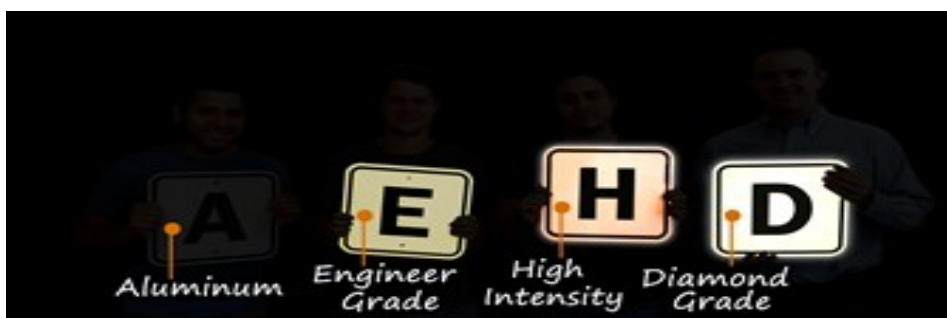
Retroreflektirajući materijali, zbog ugrađenih kuglica ili prizmi omogućuju vidljivost predmeta bez stalnog osvjjetljenja, noću i u uvjetima smanjene vidljivosti. Primjenom retroreflektirajućih materijala u izradi znakova i njihovom uporabom umjesto starih neadekvatnih znakova koje su vozači teže primjećivali, povećala se sigurnost prometa [1].

### 3.2. Vrste retroreflektirajućih materijala

Koristeći svojstvo sferične i prizmatične retrorefleksije, tj. mikro staklenih kuglica i mikroprizmi, nastali su retroreflektirajući materijali za izradu prometnih znakova [16].

1930. je američka kompanija Potters počela proizvoditi sitne staklene kuglice, veličine djelića milimetra, koje su se najprije koristile na platnima za kino-dvorane zbog toga što se njima dobivala puno svjetlija slika. Pokušalo se taj materijal iskoristiti za reflektiranje prometnih oznaka, špricanjem kuglica na sloj svježeg boje ili ljepljiva. Od toga se uskoro odustalo zbog male trajnosti i drugih problema. Izložene prašini i jačoj kiši, kuglice su gubile sposobnost refleksije zbog sloja vode ili prljavštine. 3M je kuglice zaštitio prozirnom folijom i tako dobio glatku vodootpornu staklastu površinu [17].

Prvu foliju sa ugrađenim staklenim kuglicama isprobao je 3M u predgrađu Minneapolisa 1939. i pretvorio u komercijalni proizvod koji je u Velikoj Britaniji korišten od 1947. i dominirao tržištem sljedećih 25 godina kao Engineering Grade (kasnije kraće nazvan Engineer Grade). U najrazvijenijem obliku odbijao je oko 8% svjetlosti i postavio osnovu za kasniji razvoj korištenjem stakla s većim indeksom loma (čak 1,9 umjesto 1,5) i zaštitne prozirne folije, kako bi se omogućilo reflektiranje što veće količine svjetlosti. Zrnca su postajala sitnija, ravnomjernije veličine itd [17]. Poboljšanjem kvalitete retrorefleksije bitno se povećala vidljivost prometnih znakova, a time i sigurnost prometa. To je vidljivo na slici broj 7, na kojoj se jasno vidi razlika retrorefleksije običnog aluminija i tri klase retroreflektirajućih folija, u noćnim uvjetima.



Slika 7. Razlika u refleksiji različitih materijala za izradu prometnih znakova

Izvor: [18]

U suvremenom prometu se, sukladno hrvatskim i europskim normama, koriste tri vrste retroreflektirajućih materijala, koje se razlikuju po snazi retrorefleksije. To su [19]:

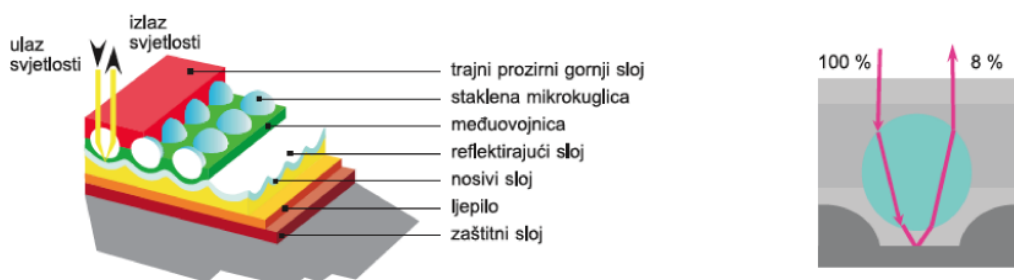
- Materijal Klase I – Engineer Grade
- Materijal Klase II – High Intensity Grade
- Materijal Klase III – Diamond Grade.

### 3.2.1. Materijali klase I – Engineer Grade

Poznate i kao folije prve generacije i uspješno se koriste za izradu prometnih znakova od 1959. [15] Prometni znakovi s retroreflektirajućim materijalima prve generacije su izrađeni od trajnog materijala s uvezanim staklenim mikrokuglicama. Tanki prozirni gornji sloj sprječava kontakt zraka i atmosferilija sa staklenim mikrokuglicama, štiti od utjecaja sunčevih zraka na smanjenje refleksije i predstavlja dio optičkog sustava materijala. Ispod trajnog prozirnog gornjeg sloja nalaze se mikrokuglice, koje su umetnute u reflektirajući sloj i obavijene međuovojnicom. Ispod reflektirajućeg sloja nalazi se nosivi sloj na koji je ljepljivom vezan zaštitni sloj koji se otklanja prilikom aplikacije [2].

Materijali s ugrađenim staklenim sferama imaju uniformirani izgled bez ikakvog uzorka. Uz materijale klase I bazirane na sferičnoj retrorefleksiji postoje i materijali klase I s mikroprizmama, koji imaju povećanu snagu retrorefleksije [12].

Sjaj reflektirajuće folije klase I je  $70 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ , a najčešći garancijski rok je 7 godina. Koriste se na prometnim znakovima koji zakonskim odredbama ne zahtijevaju veću razinu retrorefleksije, npr. putokazi, kilometarske oznake, znakovi obavijesti za parkiranje i sl., kao i na prometnicama kojima se vozi manjim brzinama ili imaju manji intenzitet prometa [12]. Presjek strukture retroreflektirajućeg materijala klase I vidljiv je na slici broj 8.



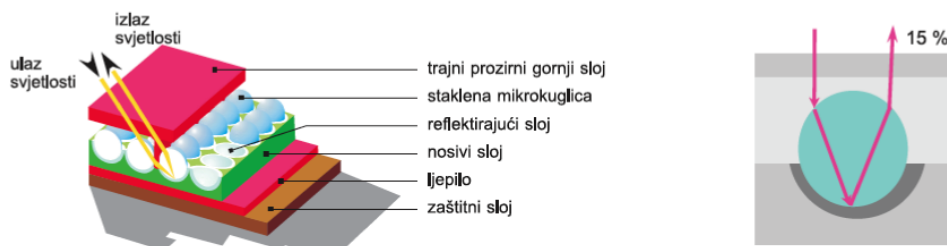
Slika 8. Retroreflektirajući materijal klase I

Izvor: [19]

### 3.2.2. Materijali klase II – High Intensity Grade

Poznate i kao folije druge generacije, ove retroreflektirajuće folije sadrže učahurene staklene mikrokuglice koje su trostruko sjajnije od novih retroreflektirajućih folija klase I. Struktura površine folije je u obliku saća koje čine noseće stranice i osiguravaju zrakoprazni prostor ispod površinskog sloja. Mikrokuglice se ne ulijevaju u plastiku nego su naljepljene na plastični nosivi sloj, a njihov gornji dio se nalazi u zraku napunjenoj kapsuli zatvorenoj tankim prozirnim gornjim slojem, što se može vidjeti na slici broj 9. Znakovi izrađeni sa folijom klase II su jasno vidljivi čak i iz širokog kuta gledanja te u osvijetljenoj okolini. Snaga retrorefleksije ove klase folije je  $250 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ , a proizvođač daje jamstvo da će nakon 10 godina upotrebe folija zadržati najmanje 80 posto prvotne sjajnosti [19].

Danas postoje i mikroprizmični materijali klase II koji su oblikovani u prozirnoj sintetskoj smoli, hermetički zatvoreni i s ljepljivom na poledini koje se aktivira pritiskom. Time se ostvaruje trajno pričvršćivanje folije na prometne znakove [2].



Slika 9: Retroreflektirajući materijal klase II

Izvor: [19]

### 3.2.3. Materijali klase III – Diamond Grade

Materijal klase III raspolaže najsjajnijim reflektirajućim folijama. Njegov dizajn „puna kocka“ vraća gotovo 60% raspoloživog svjetla što je dva puta više od drugih prizmatičnih folija. To omogućava bolju vidljivost u svim uvjetima, dnevnim, noćnim i lošim vremenskim uvjetima. Dopuštajući ulazne kutove svjetlosnog traka do 60 stupnjeva, ove folije pružaju veliku fleksibilnost u postavljanju znakova [19].

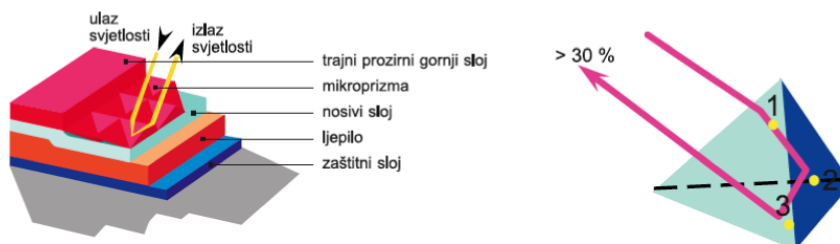
Strukturu ovih folija čine mikropризme koje se nalaze na nosivom sloju, a preko gornjeg dijela se nalazi tanki prozirni sloj. Ne sadrže ni reflektirajući sloj jer ove folije svojom strukturom, učinkovitim mikropризmama, vraćaju znatno više raspoloživog svjetla nego materijali klase I i II [12].

Sjaj reflektirajuće folije klase III je  $800 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ , što je tri puta više od folija klase II i 10 puta više od folije klase I. Zbog deblje strukture materijala može doći do određenih problema u procesu proizvodnje [19]. Jamstvo proizvođača 3M iznosi 12 godina [20].

Postoji više tipova retroreflektirajućih folija klase III [19]:

- 1) V.I.P. (Visual Impact Performance) – maksimalna učinkovitost na kratkim udaljenostima što ju čini idealnim rješenjem za signalizaciju u gradskom prometu gdje je potrebno jasno i nedvosmisleno izdvojiti prometni znak iz okruženja
- 2) L.D.P. (Long Distance Performance) – uočavaju se i prepoznaju na velikim udaljenostima i koriste se za autoceste, brze i magistralne ceste
- 3) Fluorescent – korištenjem fluorescentnih boja omogućuje se veća vidljivost ne samo noću nego i danju
- 4) Diamond Grade Cubed (DG<sup>3</sup>) – mikrokubična struktura omogućava pojačanu vidljivost na svim udaljenostima, kombinira najbolje osobine od V.I.P. i L.D.P. folija pa se koristi i na gradskim, kao i na magistralnim cestama i autoputevima. Ova folija će vrlo brzo zamijeniti V.I.P. i L.D.P. vrste folija

Presjek strukture retroreflektirajućeg materijala klase III je vidljiv na slici 10.



Slika 10: Retroreflektirajući materijal klase III

*Izvor:* [19]

## 4. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA

Percepcija je složeni nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija. Percepcija je integracija osjeta, znanja, iskustva, prosudbi, emocionalnih stanja, stavova, vrijednosti i osobina ličnosti [21].

Percepcija omogućuje upoznavanje i prepoznavanje značenja predmeta, pojava i događaja u okolini. Temelji se na informacijama dobivenim iz okoline kao i na postojećem znanju, iskustvu, očekivanju, emocijama i dr. Vožnja i većina prometnih situacija složenog su karaktera te ljudski mozak nije u stanju obraditi sve informacije dobivene iz okoline [21].

U prometu, vozači su izloženi raznim informacijama iz okoline, naročito vizualnim informacijama [21]. Zamjećivanje okoline omogućuju organi osjeta. Oni putem fizikalnih i kemijskih procesa obavještavaju o vanjskom svijetu i promjenama unutar tijela. Prilikom upravljanja vozilom važni su osjeti vida, sluha, ravnoteže, mirisa i mišićni osjet. Najvažniji osjet obavještavanja vozača u prometu je osjet vida [4]. Zato ćemo se u poglavlju percepcije prometnih znakova orijentirati na vizualnu percepciju

### 4.1. Općenito o vizualnoj percepciji

Više od 90 % odluka koje vozač u prometu donosi ovisi o organima vida. Elementi vizualne percepcije su vizualna jasnoća, periferni vid, razlikovanje boja, noćni vid te percepcija dubine [21].

Vizualna percepcija je ključna za sigurno odvijanje prometa. Može se definirati kao sposobnost tumačenja okruženja obradom podataka koji se nalaze u vidljivom svjetlu [21], odnosno sposobnost uočavanja i razumijevanja objekata u prometnom sustavu [22]. Sastoji od dva procesa obrade informacija, a to su obrada trenutno dobivenih i obrada postojećih informacija.

Proces percepcije prometnog znaka sastoji se od uočavanja, prepoznavanja i čitanja. Uočavanje znači otkrivanje i registriranje najmanje površine koju ljudsko oko može otkriti u kontaktu s okolinom. Prepoznavanje sadrži raspoznavanje znaka po boji i obliku, a time automatski i vrste poruke jer su znakovi definirani bojom i oblikom. Čitanje je najvažnija faza jer time vozač prepoznaje poruku. To je ujedno i najkompliciranija faza. U njoj do izražaja dolaze oblik i veličina simbola i slova, međusobni raspored i kontrast između podloge i simbola i slova [5]. Faze vizualnog procesa percepcije vidljive su na slici 11.



Slika 11. Faze vizualnog procesa percepcije

Izvor: [5]

Najvažnije funkcije percepcije su prepoznavanje i lokalizacija. Prepoznavanje podrazumijeva utvrđivanje što je predmet koji smo uočili, npr. znak, samostan, magnolija, patka i sl. Lokalizacija podrazumijeva određivanje lokacije, udaljenosti predmeta, približava li se ili udaljava i slično [21].

Proces obrade vizualnih informacija započinje ulaskom svjetla u oko i pretvorbom svjetlosti u električne signale. Informacije se perceptivnim procesorima kodiraju i prenose u spremište senzorne slike koji je dio radne memorije. Ona se pak sastoji od dijelova dugotrajne memorije. Kognitivnim ili urođenim procesima informacije iz dugotrajne memorije se povezuju s informacijama iz spremišta senzorne slike te se donosi odluka o reakciji, odnosno pokreće se akcija [21].

## 4.2. Vizualna percepcija u uvjetima otežane vidljivosti

Način na koji čovjek percipira okolinu uvelike ovisi o nizu čimbenika koji se mogu svrstati u tri osnovne skupine [22]:

1. Cestu i njenu okolinu
2. Vozila
3. Vozača

### 4.2.1. Uvjeti otežane vidljivosti kao posljedica utjecaja okoline

Problemi utjecaja okoline mogu se pojaviti u dva oblika, kao problemi nastali zbog utjecaja iz atmosfere i kao problemi nastali zbog karakteristika pozadine [22].

#### a) Atmosferski utjecaji [22]

Tu spadaju kiša, snijeg, magla, rosa itd. Glavna karakteristika oborina u smislu vidljivosti u prometu je u tome što one apsorbiraju i raspršuju svjetlo. Oborine imaju dva učinka. Manja količina svjetla s vozila dopire do objekta i reflektira se natrag do vozača, dok je drugi negativan učinak da se dio svjetla raspršuje od čestica u zraku i vraća natrag u



vozačevo oko. To dovodi do smanjenja kontrasta objekta jer se atmosfera čini svjetlija i otežava se uočavanje objekta.

Kiša stvara nepovoljne uvjete na prometnicama, ceste su vlažne, tanak sloj vode prekriva oznake na kolniku čime se smanjuju njihova retroreflektirajuća svojstva, a kapljice kiše na vjetrobranskom staklu i farovima smanjuju vidljivost. Magla skreće i filtrira svjetlo farova i reflektirajućih materijala i smanjuje njihovo djelovanje. Snijeg i mraz prekrivaju retroreflektirajuće materijale koji postaju neučinkoviti. Osim toga, zbog visokog faktora sjaja snijega dolazi do blještanja svjetla.

b) Pozadinski utjecaji [22]

Puno predmeta (jumbo plakati, reklame, nebitni znakovi i sl.) u neurednoj okolini stvaraju tzv. „vizualni nered“, kao što je vidljivo na slici 12. To odvlači pozornost vozača i smanjuje vidljivost važnih prometnih znakova. Prometni znak u takvim uvjetima mora imati oko 10 puta veću retroreflektivnost kako bi imao učinak jednak onom u području male kompleksnosti, odnosno bez vizualnog nereda.



Slika 12. Previše znakova - „vizualni nered“

Izvor: [23]

Najgori scenarij za vidljivost stvara kombinacija loših vremenskih i prometnih uvjeta [22].

#### 4.2.2. Uvjeti otežane vidljivosti kao posljedica utjecaja vozila

Problemi uzrokovani vozilom mogu se svrstati u dvije skupine: problemi vezani uz vjetrobransko staklo i problemi vezani uz farove [22].

a) Problemi vezani uz vjetrobransko staklo [22]

Jedan od ključnih elemenata vozila koji utječe na vidljivost je vjetrobransko staklo. Njegova glavna funkcija je zaštita od vjetra, atmosferskih utjecaja i letećih predmeta.

Vanjski utjecaji na vjetrobransko staklo kao abrazivno djelovanje brisača, sitne leteće čestice, povremeni naleti većih predmeta i nemarno čišćenje oštećuju staklo i smanjuju

vidljivost, osobito noću i u lošim vremenskim uvjetima. Zagađivači, površinske rupice i ogrebotine raspršuju svjetlo i povećavaju efekt bljeska.

b) Problemi vezani uz farove vozila [22]

Veliku ulogu na vidljivost noću i u lošim vremenskim uvjetima imaju farovi vozila. Njihova učinkovitost ovisi o njihovoj pravilnoj usmjerenosti i tehničkoj ispravnosti. Prljavština, voda i bljuzga smanjuju korisno osvjetljenje vozila. Oni uzrokuju apsorpciju i raspršenje svjetla.

**4.2.3. Uvjeti otežane vidljivosti kao posljedica utjecaja vozača**

Problemi koje uzrokuje vozač dijele se na povremene i stalne [22]. U povremene probleme spadaju umor, stres, utjecaj lijekova, alkohola i droga. Stalni problemi podrazumijevaju gubitak oštine vida, kratkovidnost, mrena, noćna sljepoća, sljepoća na boje. Većinu tih utjecaja moguće je ukloniti ili barem umanjiti, pogotovo privremene utjecaje, kao i neke stalne, primjerice mrenu, kratkovidnost, gubitak oštine vida, korištenjem dioptrijskih naočala ili operativnim zahvatima.

## 5. UTJECAJ PROMETNIH ZNAKOVA NA SIGURNOST PROMETA

Jedan od ključnih elemenata sigurnosti u suvremenom prometu su prometni znakovi. Svrha prometnih znakova je regulacija prometnog toka, upozoravanje vozača na opasnosti na cesti, obavješćavanje o svemu potrebnom za sigurno odvijanje prometa. Prometni znakovi, tj. općenito prometna signalizacija su osnovno sredstvo komunikacije sudionika u prometu i cestovnih vlasti. Funkcionalnost prometne signalizacije direktno ovisi o njihovoj vidljivosti i prepoznatljivosti u dnevnim uvjetima, a pogotovo u uvjetima noćnog prometa. Važnost prometne signalizacije danju je osiguranje dovoljne vidljivosti prometnog znaka, s obzirom na poziciju, da je uočljiv, da se nalazi u vidnom polju vozača, da nije zaklonjen okolnim raslinjem i drugim oznakama kao i uvjet da nije izbljedio kako bi se mogao bez problema pročitati. Glavni zahtjev za prometne znakove u noćnim uvjetima, u sumrak i u uvjetima smanjene vidljivosti jest osiguranje dovoljne razine retrorefleksije. To uvelike ovisi o kvaliteti retroreflektirajućeg materijala primjenjenog pri izradi prometnog znaka kao i kvalitetnom održavanju, kontroli i po potrebi zamjeni starih i oštećenih prometnih znakova novima [2].

Zbog kompleksnosti prometnih nesreća točan utjecaj prometnih znakova na sigurnost prometa teško je istražiti. Međutim, niz istraživanja je pokazao pozitivan učinak kvalitetnog održavanja prometnih znakova na opću sigurnost cestovnog prometa. Istraživanja u Ujedinjenom Kraljevstvu su pokazala kako se ulaganjem u prometne znakove, održavanjem, kroz poboljšanje postojećih ili postavljanjem novih prometnih znakova, dovelo do smanjenja sveukupnog broja stradalih. Kao glavni pokazatelj, odnosno kriterij sigurnosti, korišten je broj poginulih i ozlijeđenih u nesrećama koje su se dogodile u uvjetima smanjene vidljivosti, noću, u sumrak i u svitanje, po kilometru. Taj je pokazatelj odabran jer se u uvjetima smanjene vidljivosti najviše ističe kvaliteta prometne signalizacije [2].

Važno je u obzir uzeti i starenje stanovništva. Kod starijih vozača dolazi do smanjenja sposobnosti, slabljenja preciznosti i oštine vida i povećanja vremena reagiranja. Za zamjećivanje predmeta i elemenata prometne infrastrukture potrebna je višestruko veća količina svjetlosti. Samim time važno je osigurati primjereniju signalizaciju, vidljiviju i sa boljim retroreflektirajućim karakteristikama. Kao što je već ranije u radu objašnjeno, materijali za izradu prometnih znakova imaju veliki utjecaj na vidljivost signalizacije. Visoka razina retrorefleksije osigurava dobru vidljivost prometne signalizacije [2].

Osim same kvalitete prometnih znakova i starosti vozača, na percepciju prometnih znakova utječu i iskustvo i učestalost vozačeve vožnje na određenoj dionici. Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu proveo je istraživanje kojim je to i dokazano. Na određenoj dionici ceste korištenjem uređaja za praćenje oka vozača Tobii Pro Glasses praćen je i analiziran broj percipiranih znakova svakog sudionika. U istraživanju je sudjelovalo 10 ispitanika različitih godišta, vozačkog iskustva i spola. Svaki od njih navedenu je dionicu odvozio 5 puta u jednom i 5 puta u drugom smjeru. Broj percipiranih znakova smanjivao se brojem odvoženih vožnji dok se nije otprilike ustalio na određenom broju [24].

U prvim vožnjama vozaču je dionica ceste relativno nepoznata te traži više informacija potrebnih za nastavak vožnje. Većim brojem odvoženih vožnji bolje je upoznat sa okolinom i

stanjem na prometnici. Također se pokazalo da je većina ispitanika percipirala više znakova za vrijeme vožnje u suprotnom, odnosno povratnom smjeru [24].

Pokazalo se i da stariji vozači, odnosno vozači sa većim vozačkim iskustvom, voze opuštenije, manje primjećuju znakove i objekte iz okoline i više se oslanjaju na znanje i instinkt. Mladi vozači i vozači sa manjim vozačkim iskustvom obraćaju veću pozornost na prometnu signalizaciju, pod većim su pritiskom i koncentriraniji u pokušaju percipiranja prometne situacije [24].

Istraživanje je pokazalo i kako ispitanici nisu jednako primjećivali sve prometne znakove. Najviše su uočavali znakove izričitih naredbi, a najmanje dopunske ploče i znakove obavijesti. Informacije na dopunskim pločama nisu im bile od presudne važnosti jer su im dionice bile relativno nepoznate pa su tražili znakove koji sadrže informacije koje su im bile važnije. Važno je spomenuti i da je znakova obavijesti na navedenoj dionici bilo najviše pa njihovo većinsko nezamjećivanje nije vjerodostojan podatak [24].

Također je važno napomenuti da nisu svi znakovi jednake veličine, boje, kao ni mjesta postavljanja. Znak koji označava naziv naseljenog mjesta je relativno velikih dimenzija, primjetnih boja i smješten bliže rubu kolnika pa je veća i vjerojatnost njegovog percipiranja. Znak obavijesti koji označava dionicu državne ceste je relativno malih dimenzija i postavlja se dosta nisko u odnosu na druge prometne znakove pa je i manje primjetan. Taj znak u principu u datom trenutku vozaču ne predstavlja bitnu informaciju za daljni tijek vožnje pa je najmanji broj fiksacija oka vozača na taj znak i logičan. Ispitanici su uočili malo više od 50 % ukupnog broja znakova [24].

## 6. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ZADARSKE ŽUPANIJE

Zadarska županija smještena je u središnjem dijelu hrvatske obale Jadrana. Proteže se na skoro 7 200 km<sup>2</sup> ukupne površine. Svojim položajem u Republici Hrvatskoj, Zadarska županija je značajna prometna poveznica. Državnim cestama, autocestom A1 Zagreb – Split (tzv. Dalmatina), zračnim linijama iz Zračne luke Zadar, trajektnim vezama s Anconom u Italiji te željezničkim pravicima povezana je sa ostatkom Hrvatske [25].

Analizom kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije, provedenom od strane Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, obuhvaćeno je 19 državnih cesta Zadarske županije, i to: DC 1, DC 8, DC 27, DC 50, DC 54, DC 56, DC 59, DC 106, DC 109, DC 110, DC 124, DC 125, DC 218, DC 306, DC 407, DC 422, DC 424, DC 502 te DC 503. Analizu kvalitete prometnih znakova Zavod je izveo korištenjem ručnog retroreflektometra Zehntner ZRS 6060 [26].

Dionice državnih cesta na kojima je obavljeno ispitivanje kvalitete prometnih znakova državnih cesta Zadarske županije su: Ondić (g.ž.) - Palanka (g.ž.), Magdalena (g.ž.) - Drage (g.ž.), Gračac (DC 1) - Putičanje (g.ž.), Gračac (g.ž.) - Gračac (DC 27), Maslenica (DC 54) - Zaton Obrovački (DC 27), Čvor Tromilja (DC 424) - Lišane Oštrovičke (g.ž.), Putičanje (g.ž.) - Putičanje (g.ž.), Zrće (g.ž.) - Posedarje (DC 8), Veli Rat - Sali, Muline (trajektna luka) - Tkon (trajektna luka), Brbinj (trajektna luka) - Brbinj (DC 109), Zaglav (trajektna luka) - Zaglav (DC 109), Dobroselo (g.ž.) - DC 1, Vir - Zadar (DC 8), Zadar (trajektna luka) - Zadar (DC 8), Čvor Babindub (DC 424) - Zračna luka Zadar, Zadar (Luka Gaženica) - Zadar 2 (A1), Čvor Donji Zemunik (DC 424) - Karin (DC 27), Šopot (DC 27) - Biograd (trajektna luka) [26].

U tablici 1 vidljiv je ukupan broj prometnih znakova po dionicama državnih cesta u Zadarskoj županiji. Kao što se može i pretpostaviti, na dužim dionicama nalazi se i veći broj prometnih znakova. Na ukupno 545,397 kilometara državnih cesta Zadarske županije nalazi se 9964 prometna znaka. To je približno 18,26 znakova po kilometru. Zanimljivo je da prosječan broj znakova po kilometru na DC 407 iznosi 68,16 što je skoro četiri puta više od prosjeka.

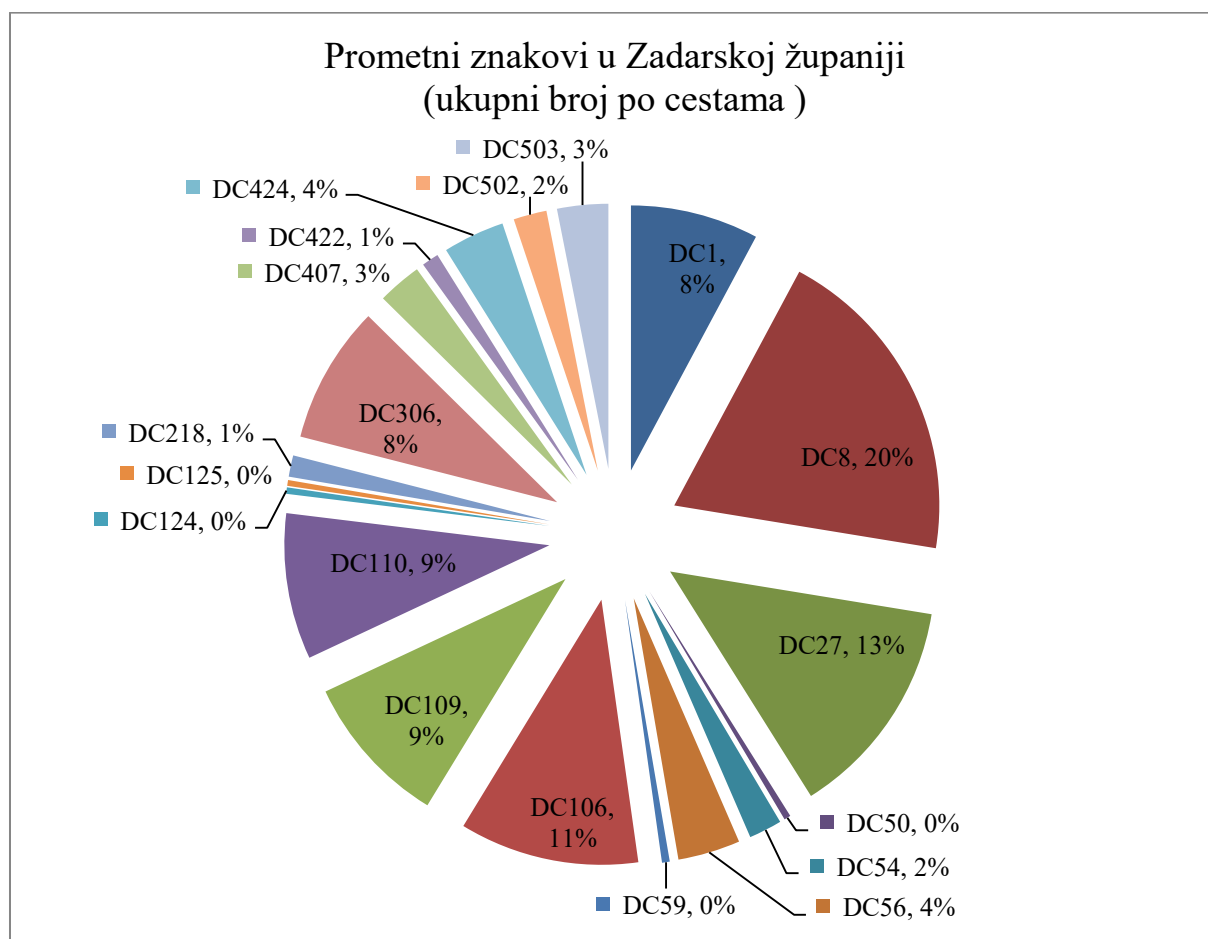
Tablica 1. Popis državnih cesta u Zadarskoj županiji sa kilometražama i brojem znakova

| Cesta  | Dionica                                                | Duljina (km) | Broj znakova |
|--------|--------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| DC 1   | DC 1: Ondić (g.ž.)-Palanka (g.ž.)                      | 54,917       | 779          |
| DC 8   | DC 8: Magdalena (g.ž.)-Drage (g.ž.)                    | 96,517       | 1969         |
| DC 27  | DC 27: Gračac (DC 1)-Putičanje (g.ž.)                  | 82,633       | 1345         |
| DC 50  | DC 50: Gračac (g.ž.)-Gračac (DC 27)                    | 1,683        | 40           |
| DC 54  | DC 54: Maslenica (DC 54) -Zaton Obrovački (DC 27)      | 13,471       | 201          |
| DC 56  | DC 56: Čvor Tromilja (DC 424)-Lišane Oštrovičke (g.ž.) | 38,375       | 379          |
| DC 59  | DC 59: Putičanje (g.ž.)-Putičanje (g.ž.)               | 2,539        | 47           |
| DC 106 | DC 106: Zrće (g.ž.)-Posedarje (DC 8)                   | 64,388       | 1091         |
| DC 109 | DC 109: Veli Rat-Sali                                  | 41,981       | 927          |

|                                        |                                                       |         |      |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|------|
| DC 110                                 | DC 110: Muline (trajektna luka)-Tkon (trajektna luka) | 4,207   | 888  |
| DC 124                                 | DC 124: Brbinj (trajektna luka)-Brbinj (DC 109)       | 1,738   | 39   |
| DC 125                                 | DC 125: Zaglav (trajektna luka)-Zaglav (DC 109)       | 1,123   | 35   |
| DC 218                                 | DC 218: Dobroselo (g.ž.)-DC 1                         | 18,637  | 130  |
| DC 306                                 | DC 306: Vir -Zadar (DC 8)                             | 27,513  | 837  |
| DC 407                                 | DC 407: Zadar (trajektna luka)-Zadar (DC 8)           | 3,932   | 268  |
| DC 422                                 | DC 422: Čvor Babindub (DC 424) -Zračna luka Zadar     | 4,300   | 103  |
| DC 424                                 | DC 424: Zadar (Luka Gaženica)-Zadar 2 (A1)            | 17,716  | 374  |
| DC 502                                 | DC 502: Čvor Donji Zemunik (DC 424)-Karin (DC 27)     | 16,400  | 202  |
| DC 503                                 | DC 503: Šopot (DC 27)-Biograd (trajektna luka)        | 16,327  | 310  |
| Ukupno kilometara DC Zadarske županije |                                                       | 545,397 | 9964 |

Izvor: [26]

Iz grafikona 1 i tablice 1 vidljiv je razmjerno proporcionalan udio broja znakova prema dužini dionice državne ceste. Najveći broj znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji je na DC 8 (20 %), a slijede DC 27 (13 %), DC 106 (11 %) te DC 109 i DC 110 (sa po 9 %).

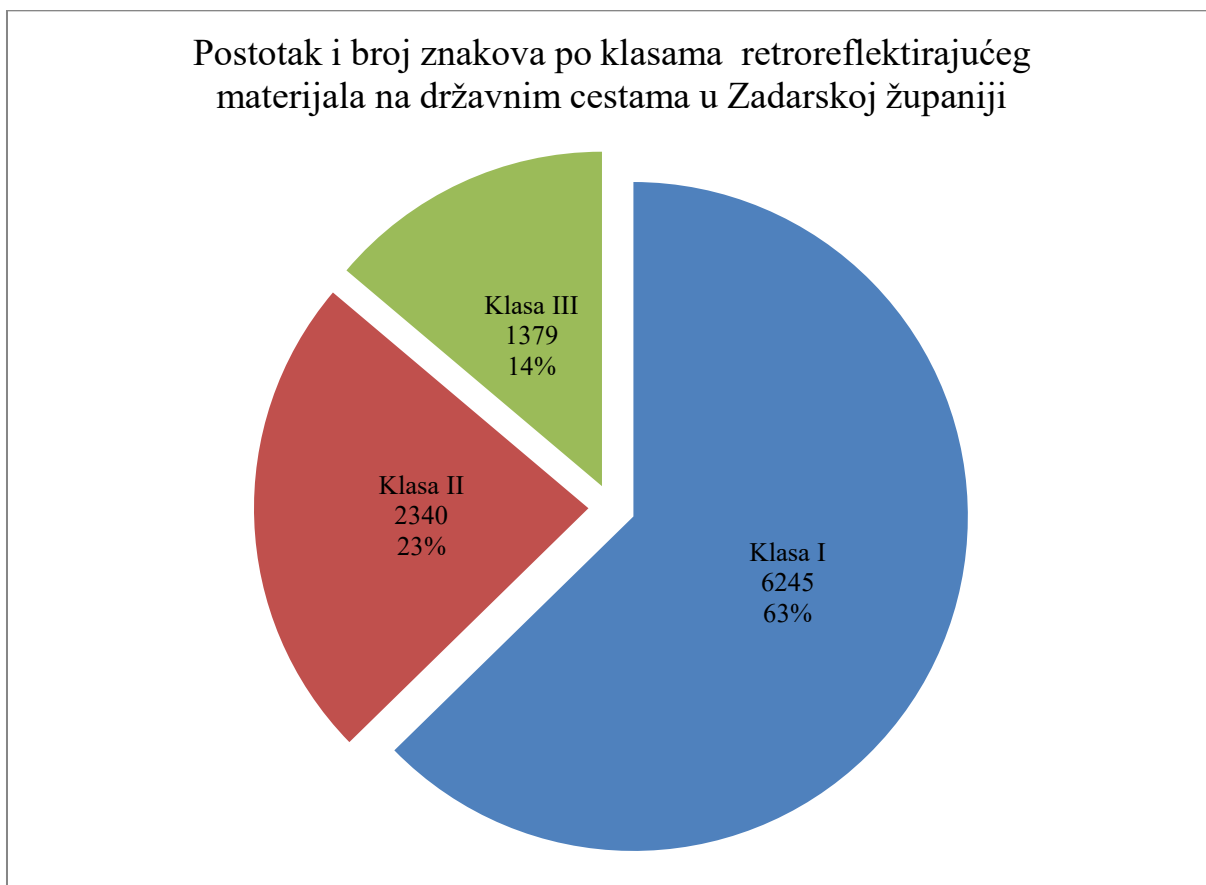


Grafikon 1. Broj prometnih znakova po dionicama DC u Zadarskoj županiji

Na državnim cestama u Zadarskoj županiji analizirano je ukupno 9964 znaka različitih vrsta, klasa retrorefleksije, dimenzija, proizvođača, godina proizvodnje, pozicija postavljanja itd. Kao što je i ranije navedeno u radu, postoje tri klase retroreflektirajućih folija, od klase I

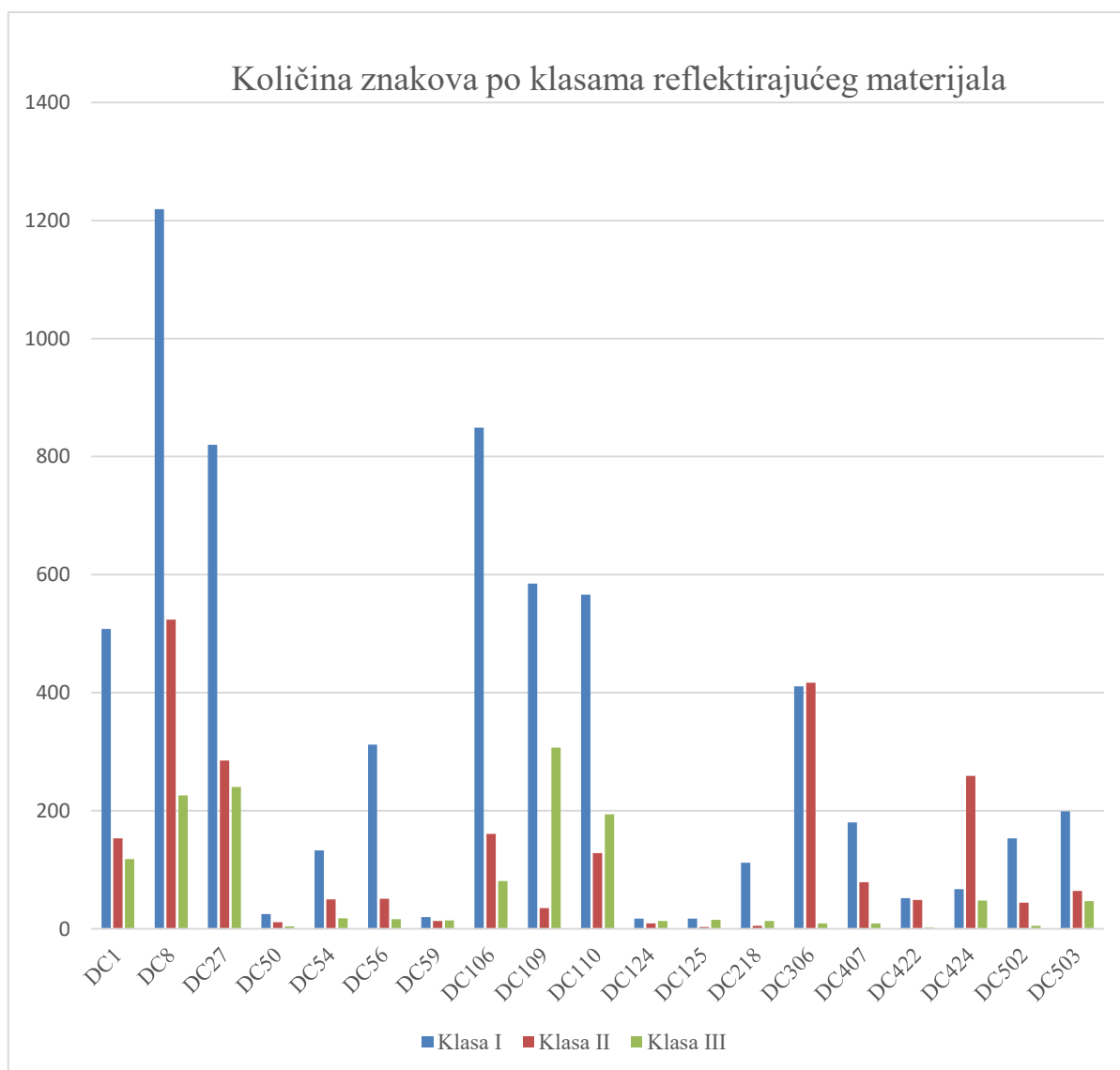
koja zadovoljava tek minimalne uvjete retrorefleksije, preko klase II pa do klase III koja pruža najbolja retroreflektirajuća svojstva. Klasa retroreflektirajućeg materijala diktira i kvalitetu prometnog znaka što direktno utječe na sigurnost prometa.

U grafikonu broj 2 vidljiva je količina i postotak znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala od ukupnog broja znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji. Uočeno je da je znatno više od polovice prometnih znakova izrađeno od retroreflektirajućeg materijala klase I, a samo 14 % prometnih znakova izrađeno je od materijala klase III. Uzme li se u obzir da se radi o relativno prometnim dionicama sa velikim turističkim potencijalom, jasno je da stanje nije zadovoljavajuće.



Grafikon 2. Broj i postotak znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala na DC u Zadarskoj županiji

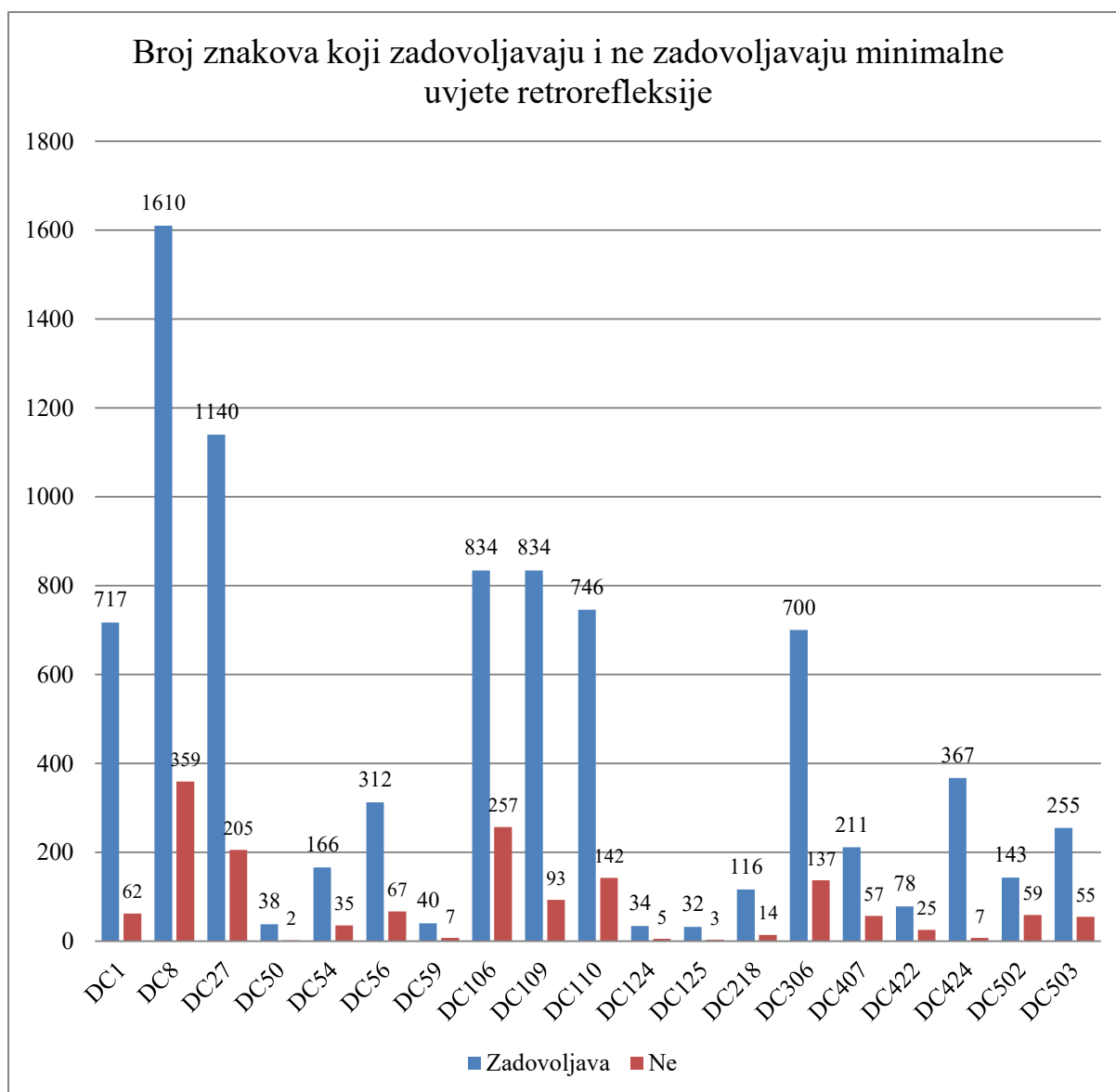
Količina znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala na pojedinim dionicama državnih cesta prikazana je na grafikonu broj 3. Već na prvi pogled vidljivo je da prevladavaju znakovi izrađeni od najosnovnijeg retrofleksirajućeg materijala klase I uz rijetke izuzetke. Primjerice, na dionicama DC 306 i DC 424 prevladavaju znakovi materijala klase II, te DC 422 gdje je omjer klase I i klase II približno jednak.



**Grafikon 3. Količina znakova po klasama retroreflektirajućih materijala na DC Zadarske županije**

Prometni znak treba ispunjavati minimalne uvjete retrorefleksije. Na grafikonu 4 vidi se broj znakova koji zadovoljavaju i koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije. Vidljivo je da velika većina prometnih znakova zadovoljava zahtjeve. Od ukupno 9964 prometnih znakova njih 8373 zadovoljava minimalne uvjete retrorefleksije, što čini 84,03 % ukupnih znakova. Njih 1591 ne zadovoljava minimalne uvjete retrorefleksije, što čini 15,97 % ukupnog broja znakova na DC Zadarske županije.

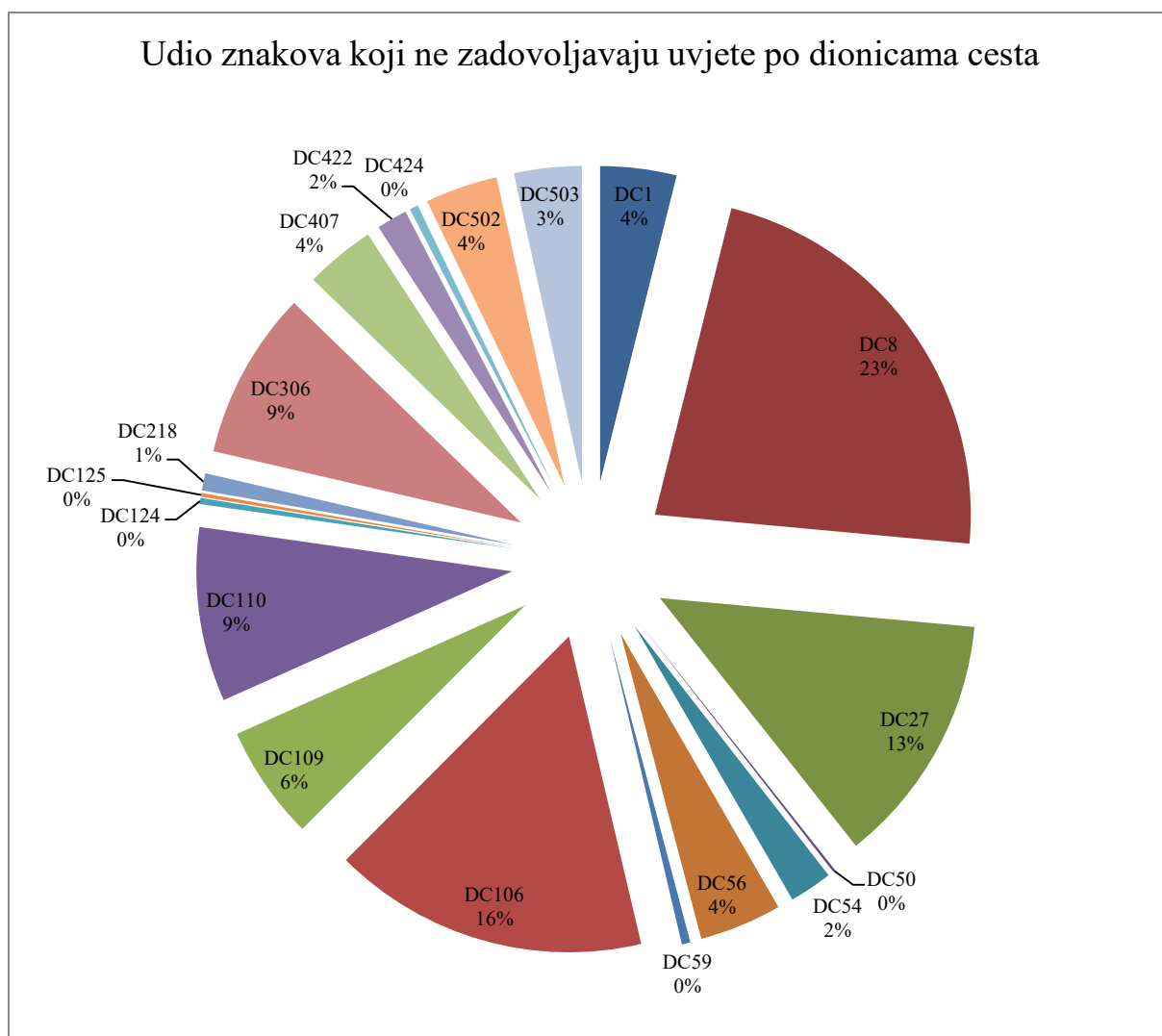




Grafikon 4. Broj znakova na DC u Zadarskoj županiji koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije

Na grafikonu broj 5 vidi se ukupan postotak udjela prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije po pojedinim dionicama državne ceste. Može se iščitati kako od svih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije najveći postotak otpada na DC 8, zatim DC 106 i DC 27, što je više od 50 % ukupnog broja znakova koji ne zadovoljavaju. S obzirom da su to najduže dionice državnih cesta Zadarske županije to je i očekivano.

Usporedbom podataka prikazanih na grafikonu 1 i grafikonu 5 može se zaključiti da DC 8 ima veći postotak znakova koji ne zadovoljavaju uvjete refleksije (23 %) nego što je njen udio u ukupnom broju znakova (20 %). Po tom kriteriju su DC 109 i DC 106 bolje, s manjim postotcima znakova koji ne zadovoljavaju uvjete retrorefleksije od njihovog ukupnog udjela.



Grafikon 5. Udio znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije po dionicama državnih cesta Zadarske županije

Osim zadovoljavanja uvjeta minimalnih vrijednosti retrorefleksije bitna je i opća ispravnost prometnog znaka. Tu se misli na zadovoljavanje zahtjeva pravilnika o postavljanju prometne signalizacije, kao i na eventualna oštećenja koja mogu nastati kao posljedica prometa, vremenskih neprilika, ali i namjernih ili nenamjernih oštećenja. Ta oštećenja mogu smanjiti vidljivost i funkcionalnost prometnog znaka, a time dovesti do smanjenja sigurnosti prometa.

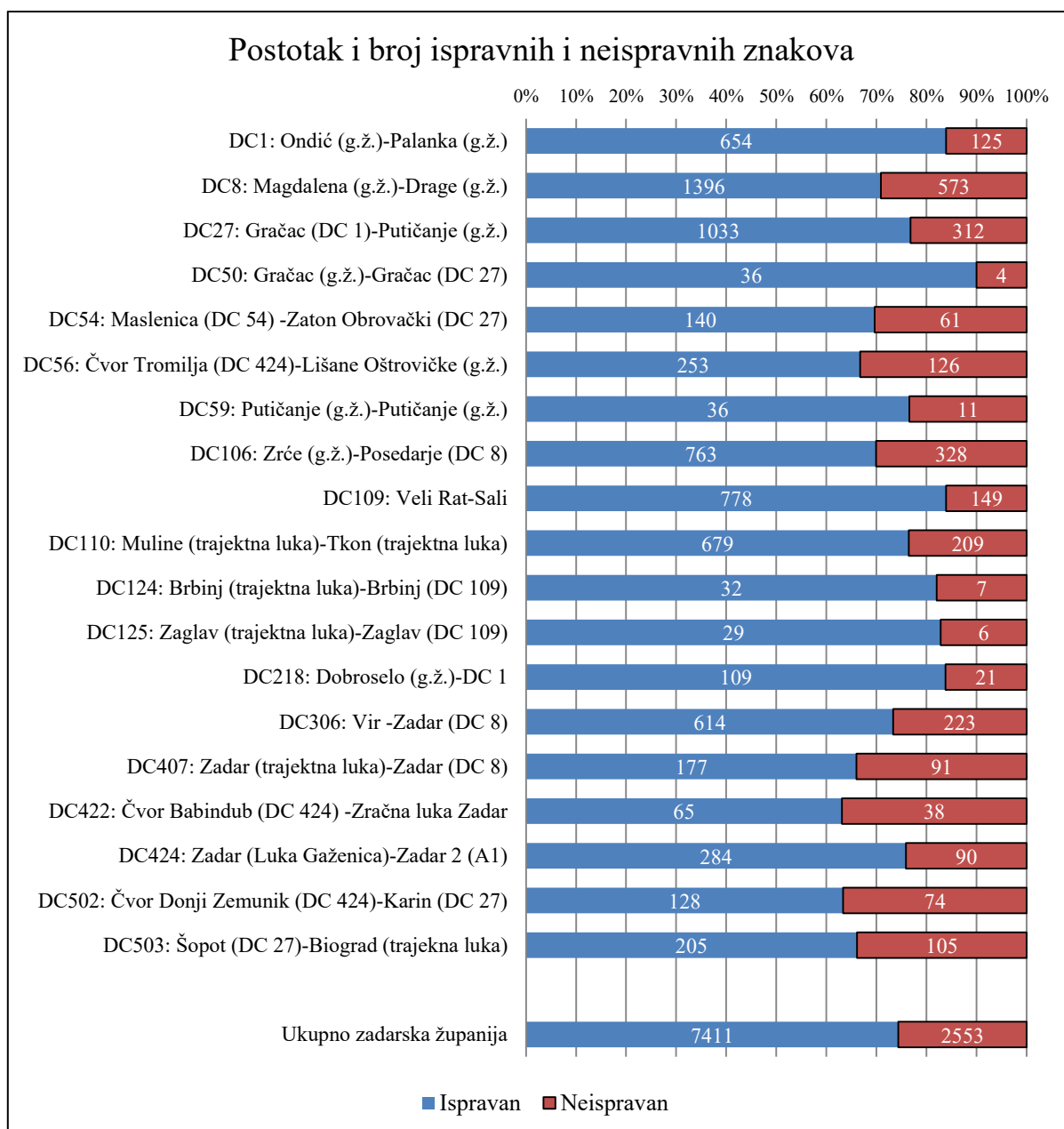
U tablici 2 navedeni su podaci o broju prometnih znakova na dionicama cesta. Prikazani su zbrojevi znakova po pitanju zadovoljavanja ili nezadovoljavanja zahtjeva retrorefleksije, klase materijala izrade te ispravnost i neispravnost znakova.

Tablica 2. Prikaz broja znakova po dionicama i njihove karakteristike

| Cesta  | Broj znakova | Zahtjevi retrorefleksije |      | Klase materijala |          |           | Ispravnost znakova |            |
|--------|--------------|--------------------------|------|------------------|----------|-----------|--------------------|------------|
|        |              | Zadovoljava              | Ne   | Klasa I          | Klasa II | Klasa III | Ispravan           | Neispravan |
| DC1    | 779          | 717                      | 62   | 508              | 153      | 118       | 654                | 125        |
| DC8    | 1969         | 1610                     | 359  | 1219             | 524      | 226       | 1396               | 573        |
| DC27   | 1345         | 1140                     | 205  | 820              | 285      | 240       | 1033               | 312        |
| DC50   | 40           | 38                       | 2    | 25               | 11       | 4         | 36                 | 4          |
| DC54   | 201          | 166                      | 35   | 133              | 50       | 18        | 140                | 61         |
| DC56   | 379          | 312                      | 67   | 312              | 51       | 16        | 253                | 126        |
| DC59   | 47           | 40                       | 7    | 20               | 13       | 14        | 36                 | 11         |
| DC106  | 1091         | 834                      | 257  | 849              | 161      | 81        | 763                | 328        |
| DC109  | 927          | 834                      | 93   | 585              | 35       | 307       | 778                | 149        |
| DC110  | 888          | 746                      | 142  | 566              | 128      | 194       | 679                | 209        |
| DC124  | 39           | 34                       | 5    | 17               | 9        | 13        | 32                 | 7          |
| DC125  | 35           | 32                       | 3    | 17               | 3        | 15        | 29                 | 6          |
| DC218  | 130          | 116                      | 14   | 112              | 5        | 13        | 109                | 21         |
| DC306  | 837          | 700                      | 137  | 411              | 417      | 9         | 614                | 223        |
| DC407  | 268          | 211                      | 57   | 180              | 79       | 9         | 177                | 91         |
| DC422  | 103          | 78                       | 25   | 52               | 49       | 2         | 65                 | 38         |
| DC424  | 374          | 367                      | 7    | 67               | 259      | 48        | 284                | 90         |
| DC502  | 202          | 143                      | 59   | 153              | 44       | 5         | 128                | 74         |
| DC503  | 310          | 255                      | 55   | 199              | 64       | 47        | 205                | 105        |
|        |              |                          |      |                  |          |           |                    |            |
| Ukupno | 9964         | 8373                     | 1591 | 6245             | 2340     | 1379      | 7411               | 2553       |

Grafikoni 6, 7, 8 i 9 izvedeni su iz podataka navedenih u ovoj tablici. Na grafikonu 6 prikazan je postotak i ukupan broj ispravnih i neispravnih prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji. Brojke u grafikonu pokazuju da nisu sve dionice DC Zadarske županije jednako kvalitetno označene po pitanju ispravnosti prometnih znakova.

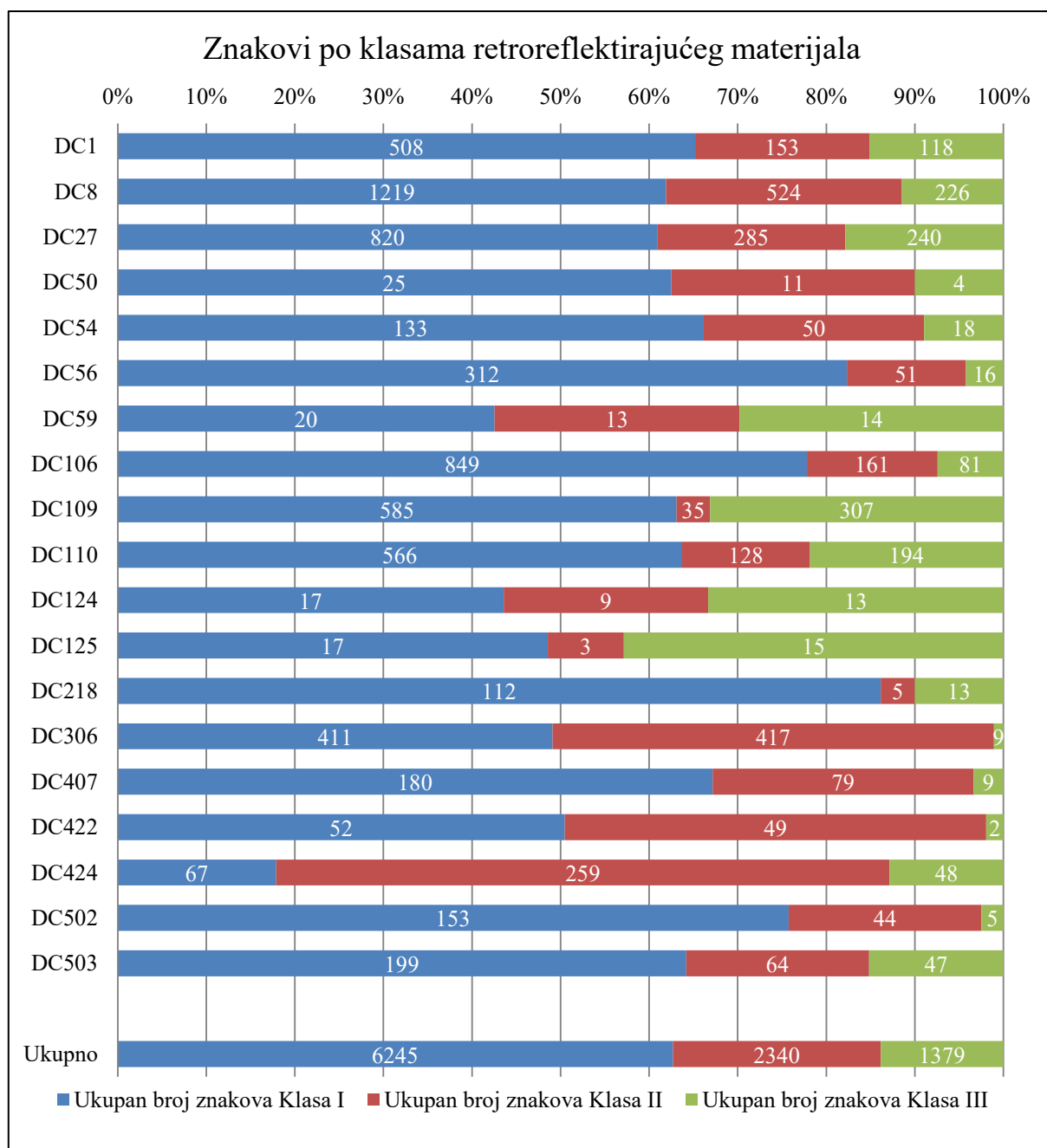
Većina znakova su ispravni, no na ukupnoj duljini dionica je otprilike 25 % neispravnih prometnih znakova. To znači da skoro svaki četvrti prometni znak na državnim cestama u Zadarskoj županiji nije ispravan. Na dionici DC 50 koja ima najveći postotak ispravnih znakova, čak njih 10 % je neispravno.



Grafikon 6. Postotak i broj ispravnih i neispravnih znakova po dionicama državnih cesta

Na grafikonu broj 7 može se iščitati broj i postotak znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala na svakoj pojedinoj dionici državne ceste. Vidljivo je da su znakovi uglavnom, na skoro svim dionicama osim DC 424, proizvedeni od osnovnog retroreflektirajućeg materijala klase I.

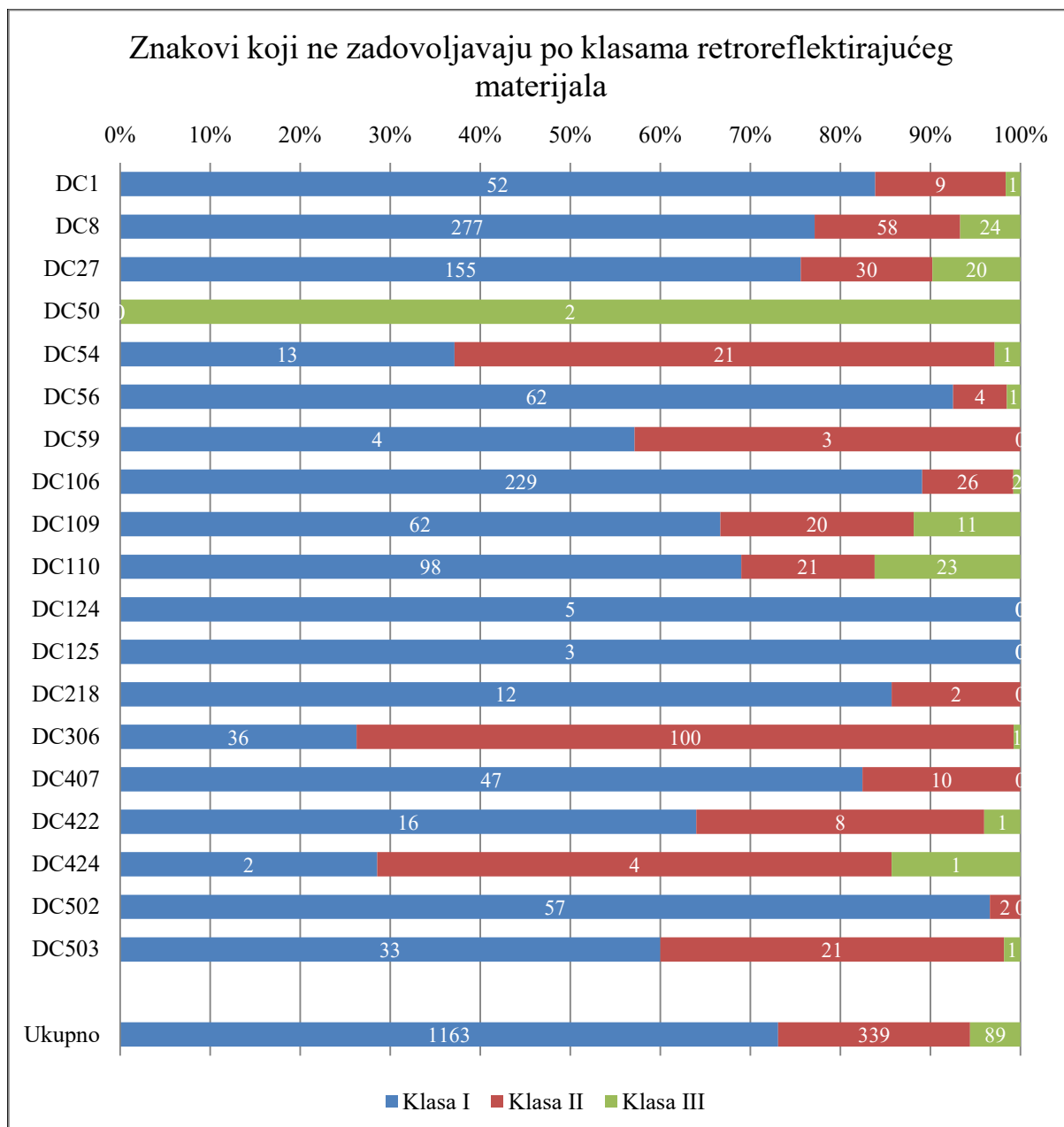
Pozitivno se izdvaja DC 125 na kojoj je podjednak broj znakova klase I i klase III, dok je udio znakova klase II vrlo mali, što bi moglo ukazivati na pozitivan trend zamjene zastarjelih znakova novim znakovima najboljih karakteristika. Dionica DC 124 ju prati u stopu zajedno sa DC 109. DC 59 ima podjednak omjer svih klasa materijala.



Grafikon 7. Znakovi po klasama retroreflektirajućeg materijala

Na grafikonu broj 8 može se isčitati udio znakova koji ne zadovoljavaju po klasama retroreflektirajućeg materijala. Zanimljiva je dionica DC 50 kod koje od ukupno 4 znaka izrađene od klase III, njih 2 ne zadovoljavaju, što je 50 % ukupnog broja znakova klase III na toj dionici.

Pogledamo li DC 125 koju smo gledali vezano za grafikon 7, vidi se da svi znakovi koji ne zadovoljavaju spadaju u klasu I. Isto je i na dionici DC 124, također spomenutoj u vezi grafikona broj 7.

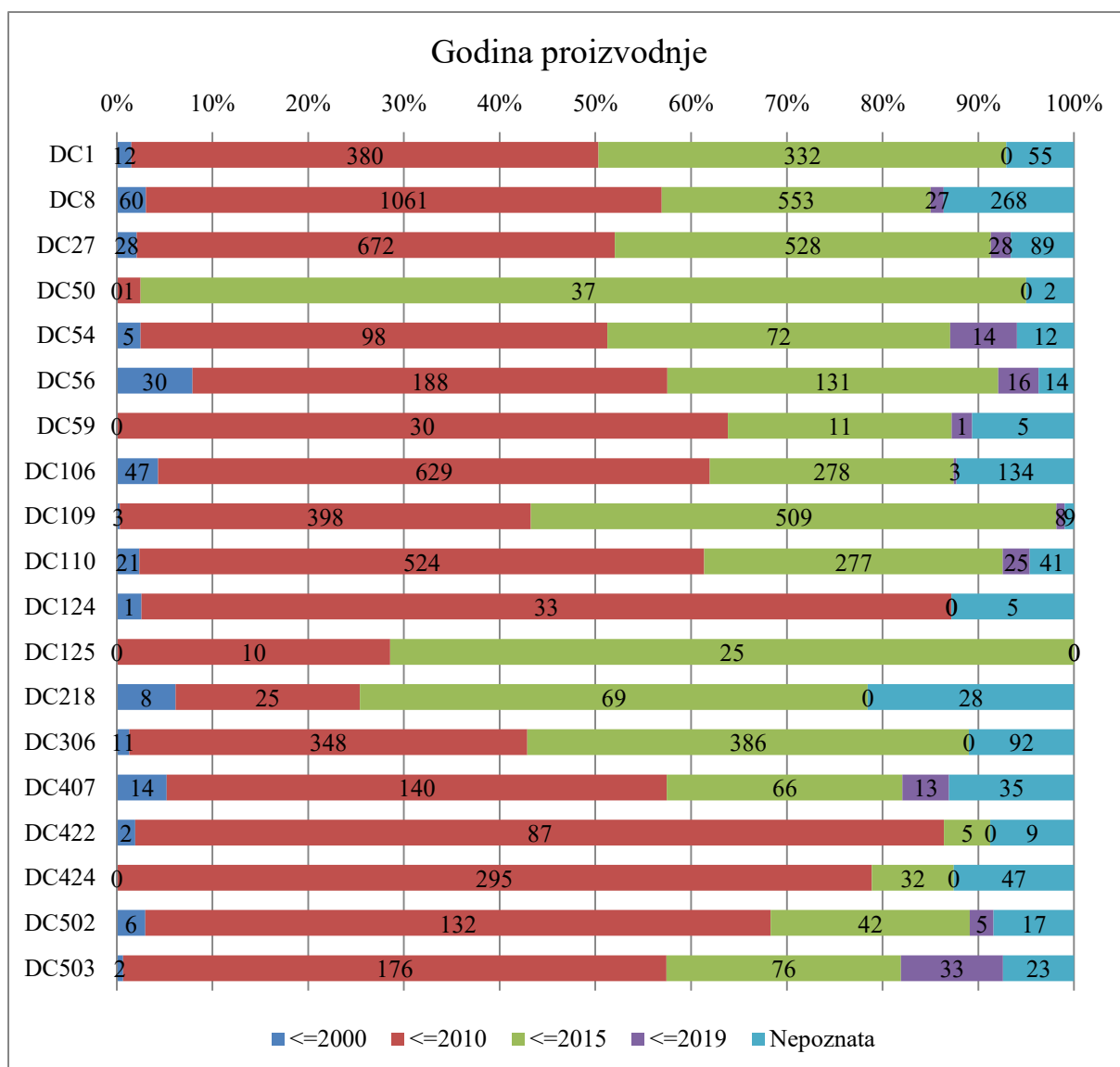


Grafikon 8. Znakovi koji ne zadovoljavaju po klasama retroreflektirajućeg materijala

Na grafikonu broj 9 vidljiv je postotak i broj prometnih znakova razvrstan po godinama proizvodnje. Prilikom izrade prometnog znaka proizvođač je dužan na poledinu znaka staviti oznaku proizvođača i godinu proizvodnje.

Na grafikonu 9 znakovi su prema godinama proizvodnje zbog lakše preglednosti grupirani u 4 dobne skupine: mlađi i oni iz 2000. godine, zatim oni izrađeni između 2001. i 2010. te na jednaki način preko 2015. do 2019. godine.

Dobar je pokazatelj da je tek mali postotak prometnih znakova na DC Zadarske županije stariji od 2000. godine., dok ih je otprilike podjednako izrađeno između 2000. i 2010. te između 2010. i 2015. Desetak posto znakova nepoznate je godine proizvodnje.

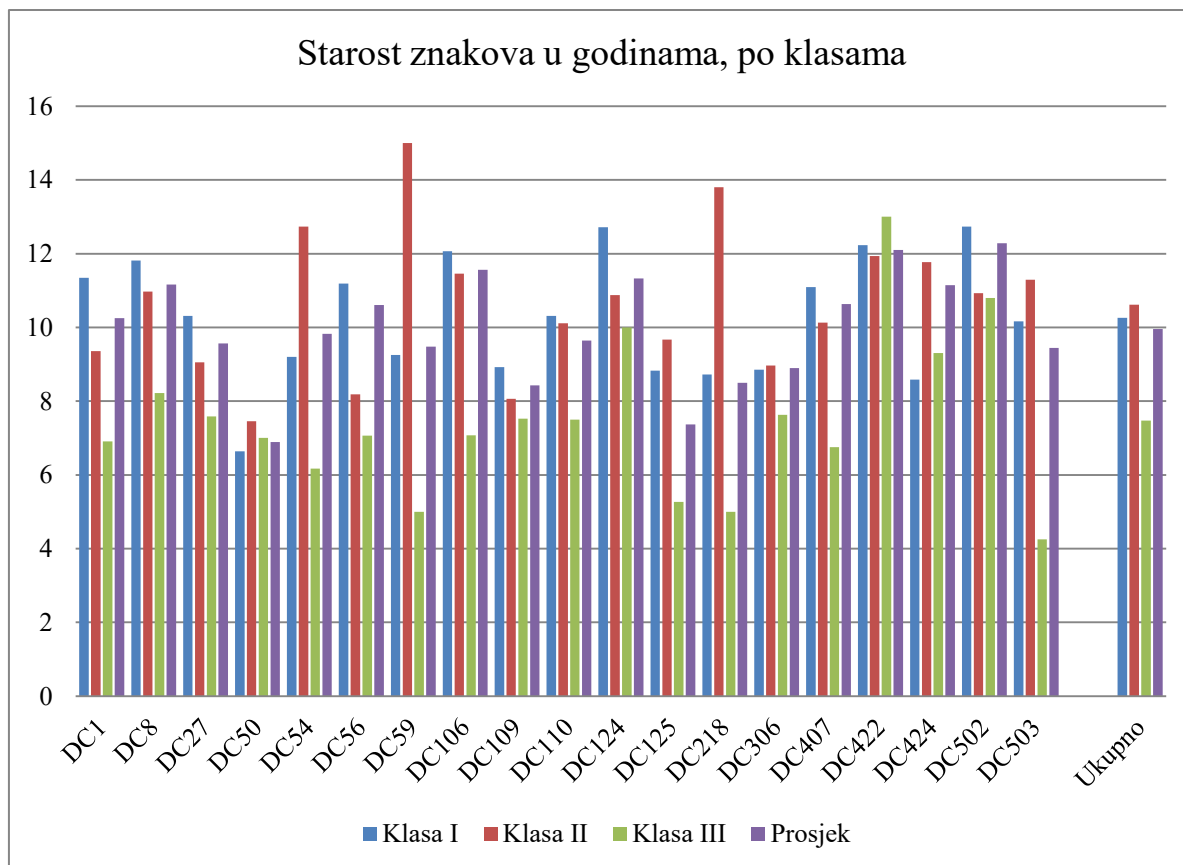


Grafikon 9. Prometni znakovi po godinama proizvodnje

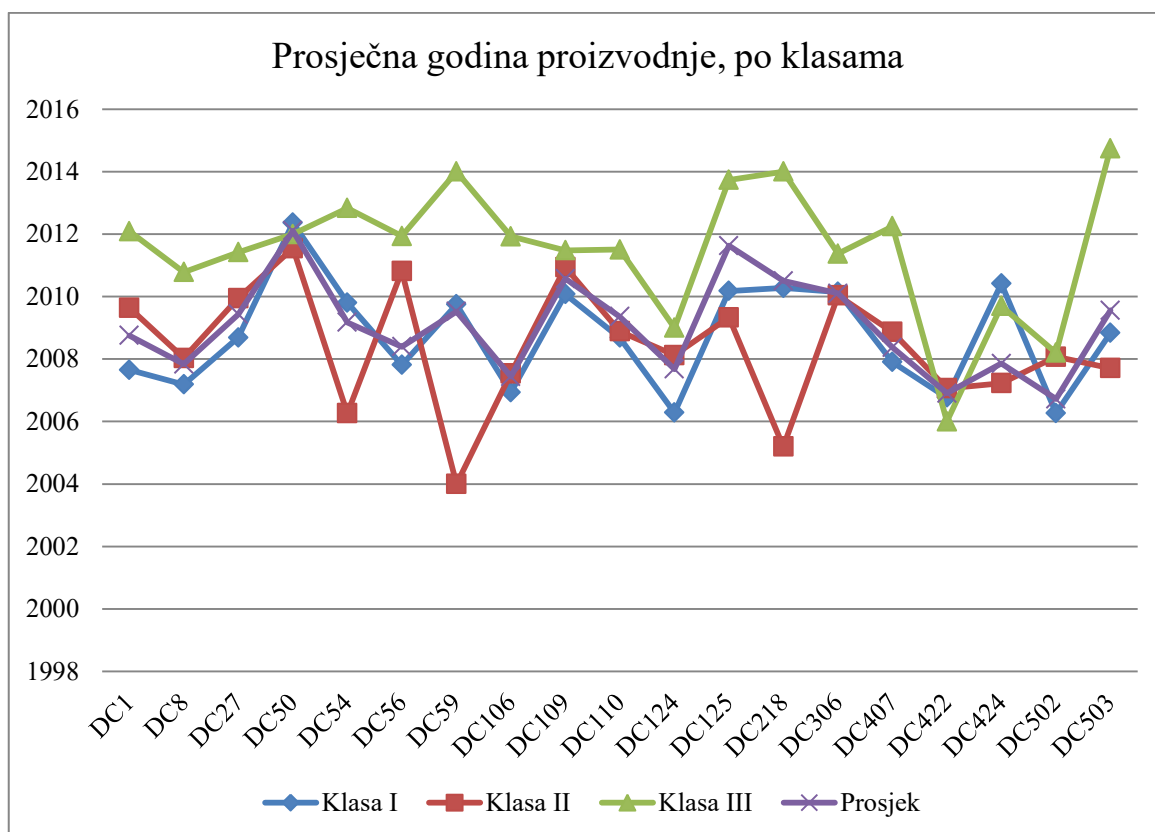
Za razliku od Grafikona 9, Grafikon 10 i Grafikon 11 napravljeni su bez grupiranja godina proizvodnje, računanjem prosječne godine proizvodnje po svakoj klasi retroreflektirajućeg materijala i dionici državne ceste.

Na grafikonu broj 10 vidi se da su prosječno najnoviji znakovi klase III, dok je klasa II prosječno starija od klase I. Prosječna starost prometnih znakova DC Zadarske županije koja se da isčitati iz grafikona iznosi otprilike 10 godina.

Na grafikonu broj 11 također se može isčitati prosječna godina proizvodnje prometnih znakova po klasama na svakoj pojedinoj dionici DC. Očekivano, klasa III i u ovom prikazu je najnovije proizvodnje, dok klasa II jako oscilira po dionicama, što ukazuje na različite uvjete održavanja i zamjene prometnih znakova.



Grafikon 10. Starost znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala



Grafikon 11. Prosječna godina proizvodnje prometnih znakova po klasama



## 7. ZAKLJUČAK

Prometni znakovi su jedan od troškovno najučinkovitijih načina reguliranja prometa. Oni su tehničko sredstvo komuniciranja nadležnih za prometnice sa sudionicima u cestovnom prometu. Standardiziranim simbolima i natpisima omogućuju odvijanje sigurnog, učinkovitog i predvidljivog prometa na cestama. Kvalitetnim obilježavanjem prometnica prometnim znakovima sudionicima u prometu se na jasan i razumljiv način omogućava precizno predočavanje prometne situacije i pravovremena reakcija. Prometni znakovi obavještavaju o zabranama i ograničenjima, informiraju o opasnostima kao i o drugim potrebnim informacijama.

Prometni znakovi moraju biti postavljeni prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Za uspješno izvršavanje svoje funkcije, prometni znakovi moraju biti tehnički ispravni, pravilno postavljeni i vidljivi u svim uvjetima vožnje. Najvažnija karakteristika prometnih znakova koja utječe na vidljivost u noćnim i uvjetima slabije vidljivosti jest vrijednost retrorefleksije. Ona ovisi o klasi retroreflektirajućeg materijala upotrebljenog u izradi prometnog znaka.

Periodički pregled kvalitete prometnih znakova nužan je za poznavanje slike ispravnosti i kvalitete prometnih znakova koji se nalaze na cestama. Cilj ovog završnog rada bio je, temeljem podataka dobivenih analizom kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije, provedenoj od strane Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, utvrditi ukupan broj i udio pojedinih prometnih znakova, s obzirom na značenje i vrstu materijala, te njihovu tehničku ispravnost po pitanju zadovoljavanja minimalnih propisanih uvjeta kvalitete.

Kao što se može i pretpostaviti, na dužim dionicama državnih cesta u Zadarskoj županiji nalazi se i veći broj prometnih znakova. Vidljivo je da velika većina prometnih znakova zadovoljava minimalne uvjete retrorefleksije. Od ukupno 9964 prometnih znakova njih 8373 zadovoljava minimalne uvjete retrorefleksije, što čini 84,03 % ukupnih znakova, dok njih 1591 ne zadovoljava minimalne uvjete retrorefleksije, što čini 15,97 % ukupnog broja znakova na DC Zadarske županije.

Od svih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije najveći postotak otpada na DC 8, zatim DC 106 i DC 27, što je više od 50 % ukupnog broja znakova koji ne zadovoljavaju. S obzirom da su to najduže dionice državnih cesta Zadarske županije to je i očekivano. DC 8 ima veći postotak znakova koji ne zadovoljavaju uvjete refleksije (23 %) nego što je njen udio u ukupnom broju znakova (20 %). Po tom kriteriju su DC 109 i DC 106 bolje, s manjim postocima znakova koji ne zadovoljavaju uvjete retrorefleksije od njihovog ukupnog udjela.

Vidljivo je da su znakovi uglavnom, na skoro svim dionicama osim DC 424, proizvedeni od osnovnog retroreflektirajućeg materijala klase I. Čak 63 % prometnih znakova izrađeno je od retroreflektirajućeg materijala klase I, a samo 14 % prometnih znakova izrađeno je od materijala klase III. Pozitivno se izdvaja DC 125 na kojoj je podjednak broj znakova klase I i klase III, dok je udio znakova klase II vrlo mali, što bi moglo ukazivati na pozitivan trend zamjene zastarjelih znakova novim znakovima najboljih karakteristika. Dionica DC 124 ju prati u stopu zajedno sa DC 109, dok DC 59 ima podjednak

omjer svih klasa materijala. Zanimljiva je dionica DC 50 kod koje od ukupno 4 znaka izrađene od klase III, njih 2 ne zadovoljavaju, što je čak 50 % ukupnog broja.

Većina znakova su tehnički ispravni, no na ukupnoj duljini dionica je otprilike 25 % neispravnih prometnih znakova. To znači da skoro svaki četvrti prometni znak na državnim cestama u Zadarskoj županiji nije ispravan. Na dionici DC 50 koja ima najveći postotak ispravnih znakova njih 10 % je neispravno. Uzme li se u obzir da se radi o relativno prometnim dionicama sa velikim turističkim potencijalom, jasno je da stanje nije zadovoljavajuće.

Dobar je pokazatelj da je tek mali postotak prometnih znakova na DC Zadarske županije stariji od 2000. godine., dok ih je otprilike podjednako izrađeno između 2000. i 2010. te između 2010. i 2015. godine. Desetak posto znakova nepoznate je godine proizvodnje. Prosječna starost prometnih znakova DC Zadarske županije iznosi otprilike 10 godina.

Kvaliteta i opća ispravnost prometne signalizacije, pa time i prometnih znakova, ima veliki utjecaj na sigurnost prometa. Potrebno je provoditi redovite kontrole ispravnosti i kvalitete prometnih znakova kako bi se dobio jasan uvid u njihovo stanje i omogućilo planiranje aktivnosti održavanja. Relativno malim ulaganjima u nove, ispravne i kvalitetnije prometne znakove, može se uvelike popraviti kvaliteta prometne infrastrukture a time i sigurnost prometa, pogotovo na dionicama cesta koje imaju mali broj znakova koji ne zadovoljavaju zahtjeve. Daljnim razvojem tehnologije i primjene retroreflektirajućih materijala, kao i smanjenjem koštanja izrade i postavljanja prometnih znakova sa retroreflektirajućim materijalima boljih karakteristika može se postići još veće poboljšanje kvalitete vidljivosti prometnih znakova.

## Literatura

- [1] Nastavni materijali iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. god. 2016./2017.
- [2] Dijanić H., Ferko M., Modrić M., „Određivanje utjecaja kvalitete prometnih znakova na učestalost nastanka prometnih nesreća“, Zagreb, 2017.
- [3] "Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama" (NN33/05, 64/05-ispravak, 155/05, 14/11) (ožujak 2019.).
- [4] Cerovac V. „Tehnika i sigurnost prometa“, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2001.
- [5] URL:[http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne\\_informacije\\_u\\_prometu/Materijali/08\\_Prometni\\_znakovi.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/08_Prometni_znakovi.pdf) (ožujak 2019.).
- [6] Pašagić S. „Vizualne informacije u prometu“, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2004.
- [7] URL:<http://www.pismorad.hr/katalog-znakova/znakovi-opasnosti/> (ožujak 2019.).
- [8] URL:<http://www.pismorad.hr/katalog-znakova/znakovi-izricitih-naredbi/> (ožujak 2019.).
- [9] URL:<http://www.pismorad.hr/katalog-znakova/znakovi-obavijesti/> (ožujak 2019.).
- [10] URL:<http://www.pismorad.hr/katalog-znakova/znakovi-obavijesti-za-vodenje-prometa/> (ožujak 2019.).
- [11] URL:<http://www.pismorad.hr/katalog-znakova/dopunske-ploce/> (ožujak 2019.).
- [12] Ščukanec A., „Autorizirana predavanja iz kolegija Prometna signalizacija“, Zagreb; 2016./2017.
- [13] URL: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=52212> (ožujak 2019.).
- [14] URL:  
[http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Signalizacija\\_i\\_upravljanje\\_plovilima/Materijali/osnove\\_prometne\\_signalizacije.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Signalizacija_i_upravljanje_plovilima/Materijali/osnove_prometne_signalizacije.pdf) (ožujak 2019.).
- [15] URL: <http://www.chemosignal.hr/usluge/3m/teorija/> (ožujak 2019.).
- [16] URL:[http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne\\_informacije\\_u\\_prometu/Materijali/09\\_Retreflektirajuci\\_materijali.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/09_Retreflektirajuci_materijali.pdf) (ožujak 2019.).
- [17] URL:<http://www.rema.org.uk/pub/pdf/history-retroreflective-materials.pdf>, John Lloyd (ožujak 2019.).

- [18] URL: <https://www.roadtrafficsigns.com/reflective-traffic-signs> (ožujak 2019.).
- [19] URL: <http://www.chemosignal.hr/usluge/3m/prometni-znakovi/> (ožujak 2019.).
- [20] URL:<http://multimedia.3m.com/mws/media/380828O/3mtm-diamond-gradetm-dg-cubed-reflective-sheeting-warranty.pdf> (ožujak 2019.).
- [21] URL:[http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne\\_informacije\\_u\\_prometu/Materijali/02\\_Vizualna\\_percepcija.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/02_Vizualna_percepcija.pdf) (ožujak 2019.).
- [22] URL:[http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne\\_informacije\\_u\\_prometu/Materijali/03\\_Percepcija\\_u\\_uvjetima\\_otezane\\_vidljivosti.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/03_Percepcija_u_uvjetima_otezane_vidljivosti.pdf) (ožujak 2019.).
- [23] URL:<https://theworldnews.net/ca-news/city-official-acknowledges-redundancy-of-signs-on-edmonton-s-106-street> (ožujak 2019.).
- [24] Babić D., Babić D., Ščukanec A.: "The impact of road familiarity on the perception of traffic signs - Eye tracking case study", "Environmental Engineering" 10th International Conference, Lithuania, 27–28 April 2017.
- [25] URL:<https://www.zadarska-zupanija.hr/o-nama/položaj-i-osnovne-prostorne-karakteristike-zadarske-zupanije> (ožujak 2019.).
- [26] Podaci Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

## Popis slika

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1. Primjer znaka opasnosti (A44).....                                          | 7  |
| Slika 2. Primjer znaka izričite naredbe (B13) .....                                  | 7  |
| Slika 3. Primjer znaka obavijesti (C42) .....                                        | 8  |
| Slika 4. Primjer znaka obavijesti za vođenje prometa (D14) .....                     | 9  |
| Slika 5. Primjer dopunske ploče (E37).....                                           | 9  |
| Slika 6. Vrste refleksije svjetlosti.....                                            | 12 |
| Slika 7. Razlika u refleksiji različitih materijala za izradu prometnih znakova..... | 13 |
| Slika 8. Retroreflektirajući materijal klase I .....                                 | 14 |
| Slika 9: Retroreflektirajući materijal klase II .....                                | 15 |
| Slika 10: Retroreflektirajući materijal klase III.....                               | 16 |
| Slika 11. Faze vizualnog procesa percepcije.....                                     | 18 |
| Slika 12. Previše znakova - „vizualni nered“ .....                                   | 19 |

## **Popis tablica**

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablica 1. Popis državnih cesta u Zadarskoj županiji sa kilometražama i brojem znakova .... | 23 |
| Tablica 2. Prikaz broja znakova po dionicama i njihove karakteristike.....                  | 29 |

## Popis grafikona

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafikon 1. Broj prometnih znakova po dionicama DC u Zadarskoj županiji .....                                                       | 24 |
| Grafikon 2. Broj i postotak znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala na DC u Zadarskoj županiji .....                     | 25 |
| Grafikon 3. Količina znakova po klasama retroreflektirajućih materijala na DC Zadarske županije .....                               | 26 |
| Grafikon 4. Broj znakova na DC u Zadarskoj županiji koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije.....     | 27 |
| Grafikon 5. Udio znakova koji ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije po dionicama državnih cesta Zadarske županije ..... | 28 |
| Grafikon 6. Postotak i broj ispravnih i neispravnih znakova po dionicama državnih cesta ....                                        | 30 |
| Grafikon 7. Znakovi po klasama retroreflektirajućeg materijala .....                                                                | 31 |
| Grafikon 8. Znakovi koji ne zadovoljavaju po klasama retroreflektirajućeg materijala.....                                           | 32 |
| Grafikon 9. Prometni znakovi po godinama proizvodnje .....                                                                          | 33 |
| Grafikon 10. Starost znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala .....                                                       | 34 |
| Grafikon 11. Prosječna godina proizvodnje prometnih znakova po klasama .....                                                        | 34 |



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada  
pod naslovom \_\_\_\_\_

### **Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 25.4.2019.

Enikj Babić  
(potpis)