

# Analiza kvalitete vidljivosti prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije

---

Franković, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:119:449273>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Lucija Franković**

**ANALIZA KVALITETE VIDLJIVOSTI PROMETNIH  
ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ISTARSKÉ  
ŽUPANIJE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2020.**

Zagreb, 6. srpnja 2020.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**  
Predmet: **Cestovne prometnice I**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 6043

Pristupnik: **Lucija Franković (0135247485)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza kvalitete vidljivosti prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije**

### 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. Da bi prometni znakovi mogli izvršavati svoju funkciju oni moraju biti pravilno postavljeni i vidljivi u svim vremenskim i prometnim uvjetima. S aspekta sigurnosti prometa, najvažnija karakteristika prometnih znakova je njihova vidljivost, odnosno retrorefleksija. Naime, o retrorefleksiji će ovisiti njihovu vidljivost u noćnim uvjetima kada, zbog suženog i skraćenog vidnog polja te manjka vizualnih informacija, prometni znakovi predstavljaju važan izvor informacija vozaču.

Zadatak završnog rada je analizirati kvalitetu prometnih znakova na državnim cestama na području Istarske županije. Analiza će biti provedena na temelju podataka dobivenih od strane Zavoda za prometnu signalizaciju, Fakulteta prometnih znanosti.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

doc. dr. sc. Luka Novačko

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**ANALIZA KVALITETE VIDLJIVOSTI PROMETNIH  
ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ISTARSKE  
ŽUPANIJE**

**ANALYSIS OF THE TRAFFIC SIGNS VISIBILITY QUALITY  
ON STATE ROADS OF ISTRIA COUNTY**

Mentor: doc. dr.sc. Luka Novačko

Studentica: Lucija Franković

JMBAG:0135247485

Zagreb, rujan 2020.

## SAŽETAK

Prometni znakovi pružaju sudionicima u prometu važne informacije tako što upozoravaju na opasnosti, daju naredbe o zabranama, ograničenjima i obvezama te nude potrebne obavijesti tijekom vožnje. Jedan od njihovih glavnih ciljeva je omogućiti što bolju sigurnost u prometu zbog čega prometni znakovi moraju biti vidljivi u svim vremenskim i prometnim uvjetima. Dobra vidljivost prometnih znakova rezultat je retrorefleksije prometnih znakova jer će upravo o njoj ovisiti njihova vidljivost u noćnim uvjetima kada, zbog suženog i skraćenog vidnog polja te manjka vizualnih informacija, prometni znakovi predstavljaju važan izvor informacija vozaču. Cilj završnog rada je analizirati kvalitetu vidljivosti prometnih znakova na državnim cestama na području Istarske županije. Analiza će biti provedena na temelju podataka dobivenih od strane Hrvatskih cesta d.o.o. i Zavoda za prometnu signalizaciju s Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu.

KLJUČNE RIJEČI: Prometni znakovi; vidljivost; retrorefleksija

## SUMMARY

Traffic signs provide important information to road users by warning of dangers, giving orders on prohibitions, restrictions, obligations and offering the necessary information while driving. One of their main goals is to provide the best possible traffic safety, which is why traffic signs must be visible in all weather and traffic conditions. Good visibility of traffic signs is the result of retroreflection of traffic signs because their visibility at night ~~will~~ depends on retroreflection when, due to narrowed and shortened field of view and lack of visual information, traffic signs are an important source of information for the driver. The purpose of the final work is to analyze the visibility quality of traffic signs on state roads in the Istria County. The analysis will be conducted with data obtained by the Croatian Roads Ltd. and Department for Traffic Signaling from the Faculty of Traffic Sciences, University of Zagreb.

KEYWORDS: Traffic signs; visibility; retroreflection

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA .....	3
2.1. Povijest razvoja prometnih znakova.....	3
2.2. Osnovna podjela prometnih znakova.....	6
3. ELEMENTI VIDLJIVOSTI PROMETNIH ZNAKOVA .....	13
3.1. Vizualna percepcija prometnih znakova.....	13
3.2. Refleksija .....	15
4. UTJECAJ PROMETNIH ZNAKOVA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA.....	17
5. MATERIJAL ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA .....	19
6. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ISTARSKÉ ŽUPANIJE .....	24
7. ZAKLJUČAK.....	34
LITERATURA .....	36
POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA .....	38

# 1. UVOD

Prometni znakovi su dio sustava prometne signalizacije čija je glavna zadaća informirati sudionike u prometu o stanju na cesti i tako ih pripremiti za potrebne radnje vozilom. Krajnji je cilj povećanje sigurnosti u prometu.

Kako bi to bilo moguće, posebno je važno na vrijeme uočiti i shvatiti značenje prometnog znaka. Shvaćanje informacija koje znakovi prenose moguće je zbog njihovih karakterističnih oblika, boja i simbola. Tako se prometni znakovi dijele na znakove koji upozoravaju na opasnost, definiraju zabrane, ograničenja i obaveze te znakove koji pružaju potrebne obavijesti o cesti na koju se odnose.

Kako bi prometni znak uspješno prenio željenu informaciju, ključna je njegova vidljivost. Na nju može utjecati nekoliko faktora - okolina u kojoj se vozač nalazi, sam vozač ili određene značajke vozila. Prometni znakovi stoga moraju biti uočljivi, odnosno „odskakati“ od okoline u kojoj se nalaze, a to se najbolje postiže korištenjem retroreflektirajućih materijala prilikom njihove izrade. Takvi materijali svjetlo vozila vraćaju u oči vozača i na taj način omogućuju odličnu vidljivost u svim uvjetima vožnje. Retroreflektirajući materijali koji se postavljaju na prometne znakove mogu imati različite snage retrorefleksije, a minimalne vrijednosti propisane su Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19).

U ovom završnom radu analizira se kvaliteta vidljivosti prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije. Analiza je provedena na temelju podataka dobivenih od strane Hrvatskih cesta d.o.o. i Zavoda za prometnu signalizaciju, Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu.

Završni rad čini sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Općenito o prometnim znakovima
3. Elementi vidljivosti prometnih znakova
4. Utjecaj prometnih znakova na sigurnost cestovnog prometa
5. Materijali za izradu prometnih znakova
6. Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije
7. Zaključak

U prvom se poglavlju uvodi čitatelja u tematiku i opisuje struktura završnog rada.

Drugo poglavlje opisuje povijest prometnih znakova i njihov razvoj tijekom vremena, nakon čega slijedi podjela prometnih znakova uz kratki opis svake od navedenih skupina.

U trećem dijelu se opisuje vizualna percepcija prometnih znakova, njena važnosti prilikom raspoznavanja znakova te čimbenici koji mogu utjecati na vidljivost prometnih znakova. Također, definira se što je refleksija i kratko opisuju vrste refleksije.

U četvrtom poglavlju definira se što je prometna nesreća, koji čimbenici utječu na sigurnost u prometu te se opisuje kontrola sigurnosti i održavanje na cestama.

Peto poglavlje prikazuje i opisuje elemente prometnih znakova, proces njihove izrade te donosi podjelu retroreflektirajućeg materijala za izradu prometnih znakova.

Šest dio kratko opisuje Istarsku županiju i njen smještaj u prostoru Republike Hrvatske. Zatim se vrši analiza podataka o vidljivosti prometnih znakova na državnim cestama na području Istarske županije popraćena tablicama i grafikonima.

Zaključak se nalazi u sedmom poglavlju ovoga završnog rada. Izneseni su rezultati, spoznaje i zaključci dobiveni kroz izvršenu analizu kvalitete vidljivosti prometnih znakova.



## **2. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA**

Prometni znakovi su dio cjelokupnog sustava prometne signalizacije koji se u odnosu na prometnu površinu postavljaju vertikalno. Predstavljaju osnovna sredstva koja sudionike u prometu upozoravaju na opasnost, definiraju zabrane, ograničenja i obaveze te pružaju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan promet. Kako bi njihova učinkovitost bila što veća, poželjno je da zadovoljavaju potrebe sudionika u prometu, privlače pozornost vozača, prenose jednostavne i jasne informacije, pobuđuju respekt vozača i pješaka te da su smješteni tako da sudionicima u prometu daju dovoljno vremena za pravilnu reakciju [1,5].

### **2.1. Povijest razvoja prometnih znakova**

Kroz povijest, razvojem čovjeka i njegovih potreba za sve zahtjevnijim kretanjem u različitom području razvijaju se napredniji načini transporta pa se tako prometni znakovi prilagođavaju i razvijaju potrebama vremena. U početku, staze i šumski putevi bili su često označeni slomljenim granama, štapovima ili kamenjem, a složenija vrsta oznaka bila je udaljenost urezana u stijene, vertikalno postavljeno kamenje i stabla. Prva civilizacija koja je razvijala primjenu putokaza bili su Rimljani. Potreba za tadašnjim prometnim znakovima nastala je otprilike 200 godina nakon izgradnje prvih glavnih rimskih cesta. Rimski prometni znakovi bile su zapravo uklesane oznake na mramornim stupovima postavljene na udaljenostima od jedne milje (oko 1,5 kilometara) pod nazivom „miljokazi“ [2].

U 17. stoljeću, zbog povećanja prometa, često su se primjenjivali putokazi na raskrižjima cesta čija je ruta zbunjivala putnike. Takva praksa postaje uobičajena od 18. stoljeća kada se uz naziv počinju upisivati i vrijeme trajanja putovanja do željenog odredišta. U vrijeme otkrića parnog stroja početkom 19. stoljeća te razvoja parne lokomotive i željezničkog prometa dolazi i do rasta popularnosti bicikla kao prijevoznog sredstva. U europskim zemljama osnivaju se mnogi biciklistički klubovi koji su radi sigurnosti svojih članova započeli postavljanje prometnih znakova koji bi upozoravali bicikliste na opasnost. Najpoznatiji takvi znakovi bili su „Opasna uzvisina“ i „Oprez biciklisti“ [2].

Početkom 19. stoljeća u Engleskoj započinje razdoblje parnih omnibusa koji su zbog čestih prometnih nesreća bili problem koji je parlament pokušao riješiti zakonom nazvanim „Locomotive Acts“ 1836. godine, a 1865. godine zakon je dopunjen. Njime se ograničavala brzina svim vozilima na paru do 3,2 km/h u naseljenim mjestima i do 6,5 km/h na otvorenim cestama izvan naselja. Također, ispred takvog vozila se na udaljenosti od 100 m morala nalaziti osoba koja bi mahanjem crvene zastave upozoravala sudionike u prometu. Taj se

zakon, koji se još naziva „Zakon crvene zastave“, smatra prvim prometnim propisom o ograničenju brzine na cestama, a vrijedio je do 1896. godine [3].

Razvojem motornih vozila, kojima se brže i jednostavnije moglo kretati van granica vlastite države, pojavila se potreba za međunarodnim izjednačavanjem prometnih pravila. Prvi pokušaj stvaranja međunarodnog dogovora o prometnim znakovima dogodio se 1890. godine, no dogovor nije postignut sve do 1908. godine, odnosno sastanka Svjetske cestovne udruge (Permanent International Association of Road Congresses - PIARC). Znakovi koji su dogovoreni na sastanku korišteni su za automobilsku utrku u Austriji 1909. godine te su ratificirani na međunarodnoj konvenciji kasnije te godine. Četiri standardizirana znaka bila su: „Neravan kolnik“, „Oštri zavoj“, „Prijelaz preko željezničke pruge“ i „Raskrižje“ (Slika 1.) [2].



Slika 1. Četiri PIARC prometna znaka

*Izvor: [2]*

Prva međunarodna Konvencija o cesti i automobilskom prometu održana je 1909. godine u Parizu gdje su dogovoreni oblici prometnih znakova. Znakovi opasnosti su dobili oblik istostraničnog trokuta s vrhom prema gore, znakovi izričitih naredbi su okrugli, a znakovi obavijesti pravokutni [3].

Pritisak Međunarodnog prometnog kongresa (International Traffic Congress) 1921. godine i PIARC-a iz 1923. godine da se ispravi konvencija iz 1909. godine vodio je do početka uključivanja Lige naroda (League of Nations) 1923. godine te naposljetku rezultirao usvajanjem Međunarodne konvencije u Parizu 1926. godine. Dodatni znakovi dogovoreni

konvencijom bili su upozorenja na nezaštićeni željezničko-cestovni prijelaz i općenitu potrebu za oprezom [2].

Bijela slova ili znakovi na plavoj pozadini bila je najčešće korištena kombinacija za izgled znakova, prateći trend iz Francuske 1835. godine koristeći tamno plave znakove od lijevanog željeza s bijelim slovima. Većina članica Lige naroda odobrila je Konvenciju u razdoblju između 1929. i 1939. godine. Iznimka je bila Engleska koja je bila među zadnjim potpisnicama zbog želje za podržavanjem vlastitog sustava pisanih znakova. Sljedeća konvencija Lige naroda u Ženevi 1931. godine težila je daljnjoj standardizaciji znakova te je proširen skup uključujući i znak <!> upozorenja, znak za pravo prolaza i znak „Zabranjen prolaz“ za koji se koristila vodoravna bijela linija na okrugloj crvenoj pozadini [2].

Nakon Drugog svjetskog rata, Ujedinjeni narodi (United Nations - UN) preuzimaju međunarodnu standardizaciju prometnih znakova te nastavljaju običaj sastavljanja konvencija o prometnim znakovima, počevši sa sporazumom u Ženevi 1949. godine kada je donesen Protokol o signalizaciji na cestama. Taj se Protokol temeljio na simbolima, bez uporabe riječi. Kao dopuna Protokola, 1953. godine stvoren je Nacrt konvencije koji je nastojao postojeći sustav nadopuniti elementima iz američkog sustava [3].

Do trenutka izdavanja Protokola postojala su tri različita sustava prometnih znakova u svijetu [2]:

- Europski koji je bio sličan Protokolu
- Afrički protokol koji je bio kombinacija Protokola i ranijih engleskih načina označavanja
- Pan-američki sustav koji se uglavnom temeljio na pisanim znakovima.

Godine 1968. je na Konferenciji cestovnog prometa u Beču pod okriljem UN-a donesen novi sporazum kojim se nastojalo što više uključiti najrašireniji sustav iz Nacrta konvencije iz 1953. i Protokol koji upotrebljava Europa. 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. Posebnim izgledom tog znaka željela se istaknuti njegova važnost u odnosu na ostale znakove [3].

Danas je u svijetu u uporabi nekoliko sustava znakova [3]:

- U SAD-u, u Australiji i Novom Zelandu u uporabi je sustav koji je najviše utemeljen na uporabi pisanih riječi.
- Sustav u Europi, utvrđen Protokolom, uglavnom je utemeljen na simbolima bez uporabe riječi.
- Latinska Amerika, države Srednje Amerike i neke zemlje u Aziji poštuju Nacrt konvencije iz 1953. godine. Također se upotrebljavaju simboli, ali na različite načine. Znakovi upozorenja su u obliku romba umjesto trokuta, crvena dijagonalna crta na znakovima isključivo se upotrebljava za zabranu. Znakovi zabrane i dozvole ne mogu se razlikovati na osnovi boje.
- Kanadski sustav najviše koristi simbole, a zasnovan je na Protokolu i Nacrtu konvencije iz 1953. godine te američkom sustavu s nekim novim znakovima.
- U nekim dijelovima istočne i južne Afrike koristi se varijanta staroga britanskog sustava koji je kombinacija simbola iz Protokola i pisanih tekstova.

## **2.2. Osnovna podjela prometnih znakova**

Prometni znakovi međusobno se razlikuju kako bi vozač prilikom vožnje brže uočio obavijest koju prometni znak daje i pripremio se na nadolazeću situaciju na cesti. Prometne znakove može se razlikovati i podijeliti na više načina: prema funkciji prometnih znakova, obliku, veličini, njihovom značenju, stupnju standardizacije, načinu izrade te prema stalnosti informacije na znakovima.

Prometni znakovi pojavljuju se u tri osnovna oblika: 1) Oblik jednakostraničnog trokuta imaju znakovi opasnosti koji označavaju blizinu dijela ceste ili mjesta na cesti na kojem sudionicima u prometu prijeti opasnost; 2) Oblik kruga imaju znakovi izričitih naredbi koji stavljaju na znanje sudionicima u prometu na cesti zabrane, ograničenja, obaveze i obavijesti; 3) Oblik kvadrata ili pravokutnika imaju znakovi obavijesti koji daju sudionicima u prometu potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću, nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenosti do tih mjesta te druge obavijesti koje im mogu koristiti.

Osim navedenih oblika postoje i podoblici za znakove sa specifičnim značenjem: osmerokutni znak za obavezno zaustavljanje, obrnuti trokut za znak „Križanje s cestom s prednošću prolaza“, pravokutnici u obliku slova X koji označavaju znak „Andrijin križ“, romb koji predstavlja znak „Cesta s prednošću prolaza“ i „Završetak ceste s prednošću prolaza“, pravokutnik sa završetkom u obliku strelice koji predstavlja znak „Putokaz“.

Kako bi se prometni znakovi bolje međusobno razlikovali, osim oblikom, razlikuju se i bojom. Boje koje se koriste kod izrade prometnih znakova su bijela, žuta, crvena, plava, zelena, crna, a za posebne uvjete narančasta i smeđa. Ako je potrebno naglasiti važnost prometnog znaka, isti može biti izveden na kontrastnoj kvadratnoj ili pravokutnoj ploči bijele ili fluorescentne žuto-zelene boje. Svaka od navedenih boja nosi posebno značenje i rezervirana je za pojedinu grupu prometnih znakova [1,5].

Ipak, najvažnija podjela prometnih znakova bila bi prema njihovom značenju prema kojoj se dijele na [1]:

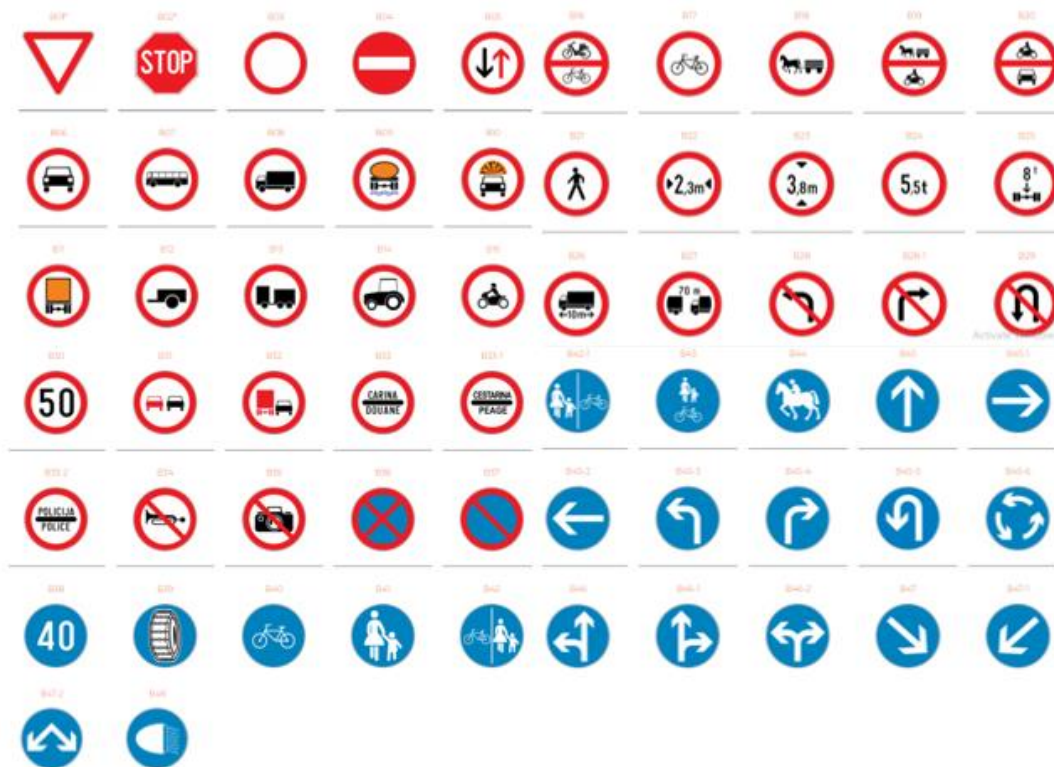
- a) znakove opasnosti
- b) znakove izričitih naredbi
- c) znakove obavijesti
- d) znakove obavijesti za vođenje prometa
- e) dopunske ploče
- f) promjenjive prometne znakove.

a) *Znakovi opasnosti*

Znakovi opasnosti sudionike upozoravaju na dijelove ceste ili mjesta na kojima im prijete opasnost. Osnovna funkcija im je skrenuti pozornost sudionika u prometu na opasnost koja slijedi kako bi se oni mogli na vrijeme pripremiti i tako smanjiti mogućnost prometne nesreće. Znakovi opasnosti postavljaju se na udaljenosti od 150 do 250 metara ispred opasnog dijela na cesti. Mogu se postavljati i na udaljenosti manjoj od 150 metara te većoj od 250 metara ispred opasnog mjesta na cesti ako to zahtijevaju okolnosti i sigurnost prometa na dijelu ceste na kojemu se znak postavlja. U tom slučaju se uz znak opasnosti postavlja i dopunska ploča s ispisanom udaljenošću do opasnog mjesta.

Kao što je već navedeno, znakovi opasnosti imaju oblik istostraničnog trokuta osim znaka Andrijinog križa, znaka za približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge s branicima ili polubranicima, znaka za približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika. Znakovima opasnosti osnovna je boja bijela, a rubovi trokuta su crvene boje. (Slika 2.) [1].





Slika 3. Znakovi izričitih naredbi

Izvor: [4]

### c) Znakovi obavijesti

Znakovi obavijesti daju potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću sudionici u prometu, nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenost do tih mjesta, prestanku važenja znakova izričitih naredbi te druge obavijesti koje im mogu biti od koristi. Ispod pojedinih znakova obavijesti može se simbolom ili natpisom označiti naziv, vrsta, udaljenost u metrima ili smjer u kojem se nalazi mjesto, sadržaj, uređaj ili služba na koje se prometni znak odnosi. U tom slučaju plavo polje ispod simbola znaka se povećava i znak iz kvadratnog oblika prelazi u pravokutni oblik. Osnovna boja im je: 1. žuta sa simbolima i natpisima crne boje, 2. plava sa simbolima i natpisima bijele, crne, crvene ili zelene boje, 3. zelena sa simbolima i natpisima bijele boje ili 4. bijela sa simbolima i natpisima crne, crvene ili plave boje (Slika 4. i 5.) [1,5].



Slika 4. Neki od znakova obavijesti

Izvor: [4]

d) Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Znakovi obavijesti za vođenje prometa obavještavaju sudionike u prometu o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu odredišta i vođenju, križanjima i čvorištima na određenom smjeru ceste i udaljenostima do odredišta. Osnovna boja znakova obavijesti za vođenje prometa je:

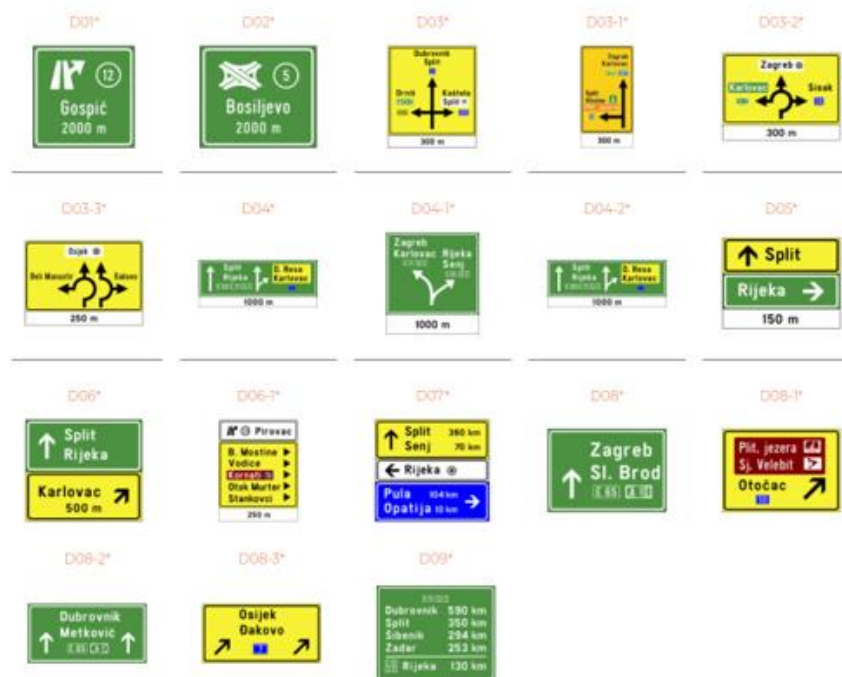
- na autocestama zelena sa simbolima i natpisima bijele boje,
- na brzim cestama plava sa simbolima i natpisima bijele boje,
- na državnim i ostalim cestama žuta sa simbolima i natpisima crne boje te
- za dijelove gradova, naselja i značajne objekte bijela sa simbolima i natpisima crne boje.

Obavještavanje sudionika u prometu prometnim znakovima obavijesti za vođenje prometa provodi se u pet stupnjeva:



- I. prethodno obavještanje
- II. obavještanje o smjeru kretanja
- III. obavještanje o prestrojavanju
- IV. obavještanje o skretanju
- V. potvrdno obavještanje

Na autocestama i brzim cestama postavlja se svih pet stupnjeva obavijesti. Na mjerodavnim raskrižjima državnih i županijskih cesta postavlja se najmanje drugi i četvrti stupanj, a treći ako je cesta s tri i više prometnih traka. Na mjerodavnim raskrižjima svih ostalih cesta, postavlja se najmanje četvrti stupanj obavijesti. 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 [1]. Slika 5. prikazuje znakove obavijesti za vođenje prometa.



Slika 5. Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Izvor: [4]

#### e) Dopunske ploče

Dopunske ploče pobliže određuju značenje prometnog znaka. Mogu biti postavljene uz znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi, znakove obavijesti i znakove obavijesti za vođenje prometa. U tom slučaju, postavljaju se ispod donjeg ruba prometnog znaka (Slika 6.).

Širina dopunske ploče postavljene uz znak na cesti ne smije biti veća od dužine one stranice znaka uz koji se dopunska ploča postavlja, odnosno od projekcije krajnjih točaka znaka. Visina dopunske ploče, u pravilu, ne smije iznositi više od polovice njene dužine [1].



Slika 6. Dopunske ploče

Izvor: [4]

#### f) Promjenjivi prometni znakovi

Promjenjivi prometni znakovi mogu biti izvedeni kao kontinuirani i nekontinuirani, odnosno mogu biti elektromehanički prometni znakovi koji prikazuju različite prometne znakove, dopunske ploče, obavijesti, poruke i simbole koji su izgledom jednaki stalnim prometnim znakovima i signalizaciji te mogu biti svjetlosno promjenjivi znakovi (SPZ) koji oblikuju znakove, simbole, dopunske ploče i ostale tekstualne poruke uporabom svjetlećih elemenata. Svjetlosno promjenjivi prometni znakovi mogu se kombinirati sa stalnim prometnim znakovima pa se u tom slučaju, gledano u smjeru vožnje, uvijek postavljaju iza stalnog prometnog znaka i oni, u pravilu, trebaju prikazivati samo znakove, simbole i dopunske ploče te samo u iznimnim slučajevima i tekstualne poruke [1].

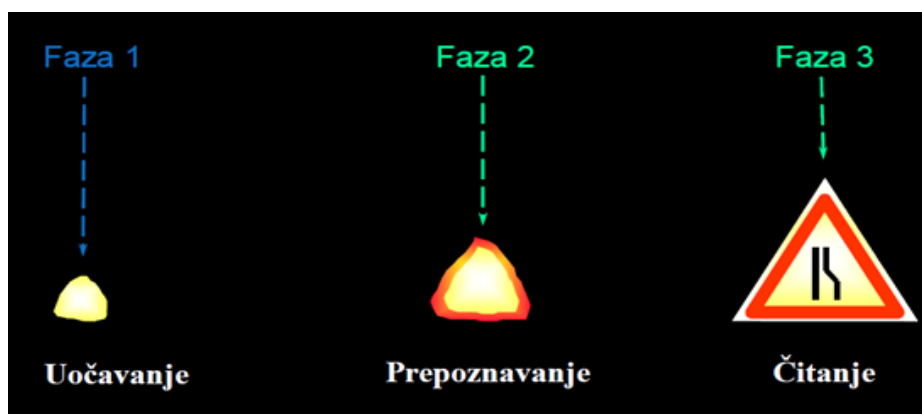
### 3. ELEMENTI VIDLJIVOSTI PROMETNIH ZNAKOVA

Vidljivost je najveća udaljenost na kojoj se danju na obzoru na svijetloj pozadini neba golim okom dobro razabire taman predmet, a noću svjetlost poznate jačine [6]. Zbog dobre vidljivosti vozač na vrijeme uočava prometne znakove i djeluje u skladu s njima te time umanjuje mogućnost prometnih nesreća i doprinosi većoj sigurnosti u prometu.

#### 3.1. Vizualna percepcija prometnih znakova

Tijekom vožnje sudionik u prometu prima različite osjetilne podražaje iz svoje okoline, odnosno percipira okolinu u kojoj se nalazi. Percepcija je složeni nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija koji omogućuje pojedincu upoznavanja i prepoznavanja značenja predmeta, pojava i događaja u okolini. Temelji se na informacijama dobivenim iz okoline, ali i na postojećem znanju, iskustvu, očekivanju, emocijama, željama, strahovima i interesima. Najvažnije funkcije percepcije su prepoznavanje, čime osoba utvrđuje što su percipirani predmeti i lokalizacija kojom se utvrđuje gdje se predmeti nalaze.

Vizualna percepcija prometnog znaka tijekom vožnje odvija se u tri faze (Slika 7.). Prva faza je uočavanje pri kojoj se otkrivaju i registriraju najmanje površine koju ljudsko oko može otkriti u kontaktu s okolinom. Prepoznavanje je druga faza, a temelji se na raspoznavanju znakova po boji i obliku kako bi se shvatila vrsta informacije. Zadnja faza je čitanje koja je ujedno najvažnija jer vozač prepoznaje značenje poruke koju prometni znak sadrži. Čitanje je i najsloženija faza vizualne percepcije jer do izražaja dolazi oblik i veličina simbola i slova, međusobni raspored te kontrast između podloge i simbola slova na prometnom znaku [5].



Slika 7. Proces percepcije prometnog znaka

Izvor: [5]

Čovjek u vožnji tijekom procesa vizualne percepcije prometnih znakova izložen je mnogim čimbenicima koji utječu na vidljivost prometnih znakova, a oni se mogu podijeliti na:

- posljedice utjecaja okoline,
- posljedice utjecaja vozača i
- posljedice utjecaja vozila.

U utjecaj okoline spadaju elementi koji se mogu pojaviti u dva oblika. Prvi oblik su problemi nastali zbog atmosferskih utjecaja, odnosno vremenskih nepogoda kao što su kiša, snijeg, magla, tuča, itd. Vremenske nepogode apsorbiraju i raspršuju svjetlost što umanjuje vidljivost okoline što dovodi do dva negativna učinka. Prvi je manjak količine svjetlosti koji s vozila dopire do objekta čime se manja količina svjetla reflektira s objekta i vraća do vozačeva oka. Drugi negativni učinak je povratak dijela raspršenog svjetla na česticama u zraku u vozačevo oko zbog čega se atmosfera čini svjetlijom pa se smanjuje kontrast objekta i otežava njegovo uočavanje.

Drugi oblik problema koji nastaju pod utjecajem okoline su problemi nastali zbog karakteristika pozadine koje utječu na uočljivost objekata, tzv. utjecaja „vizualnog nereda“. Takvi objekti su najčešće velike reklame i plakati koji vozaču odvlače pozornost te se teže uočavaju i prepoznaju prometni znakovi. U takvim uvjetima potrebno je trostruko povećati retrorefleksiju prometnih znakova za jednake udaljenosti kako bi se osiguralo njihovo uočavanje od strane vozača.

Utjecaj vozača kao čimbenika vidljivosti prometnih znakova dijeli se na povremeni i stalni. Povremeni problemi su umor, stres, utjecaj lijekova, alkohola i droga, dok su stalni problemi gubitak oštine vida, kratkovidnost, sljepoća na boje, noćna sljepoća i očna mrena.

Poteškoće vidljivosti uzrokovane utjecajem vozila mogu se razvrstat u dvije skupine: problemi vezani uz vjetrobransko staklo i problemi vezani uz svjetla vozila. Glavna funkcija vjetrobranskog stakla je zaštita vozača od vjetra, letećih predmeta i elemenata, a istovremeno je ključan element na vozilu koji vozaču omogućava vidljivost ceste. Ogrebotine, površinske rupice i ostala oštećenja vjetrobranskog stakla raspršuju svijetlo i povećavajući efekt bljeska te općenito smanjuju vidljivost kroz vjetrobransko staklo, osobito noću i u lošim vremenskim uvjetima. Zatamnjenje vjetrobranskog stakla također smanjuje vidljivo svijetlo koje prolazi kroz staklo.

Na vidljivost, naročito noću i u lošim vremenskim uvjetima utječu i svjetla vozila. Prljavština na svjetlima utječe na kvalitetu svjetla koja izlazi iz automobila jer i male količine prljavštine uzrokuju apsorpciju i raspršenje svjetla smanjujući korisnu izlaznu svjetlost. Zbog prljavštine na svjetlima dolazi do 50 % smanjenja izlaza svjetla što ima za posljedicu oko 10 % smanjenje vidljivosti prema naprijed za kratka svjetla, a oko 15 % smanjenje za duga svjetla. Učinkovitost rada svjetla automobila ovisi i o njihovoj pravilnoj usmjerenosti i tehničkoj ispravnosti [5].

### 3.2. Refleksija

Kao što se već spomenulo, vidljivost prometnih znakova smanjena je u noćnim uvjetima vožnje. Razlog tomu je što se u normalnim uvjetima osvjetljenja vidno polje sastoji od fokusiranog, centralnog i perifernog vida, a prilikom vožnje u noćnim uvjetima sužava se vidno polje te se koriste samo fokusirani i centralni vid. Također, smanjuje mogućnost percepcije dubine i raspoznavanja boja. Vjerojatnost opažanja prometnog znaka u noćnim uvjetima temelji se na četiri čimbenika: sjajnosti objekta, kontrastnoj sjajnosti objekta u odnosu na njegovu neposrednu okolinu, veličini, boji i obliku objekta te vremenu gledanja i promatranja. Sjajnost nekog objekta omogućuje refleksija koja ne stvara vlastito svjetlo, već posuđuje svjetlo iz drugog izvora, tj. iz svjetla automobila. Posuđen svjetlosni trak udara u predmet i „odbija” se od njega. Reflektivno svojstvo predmeta, odnosno koliko je sjajan, ovisi o intenzitetu ulazećeg svjetlosnog traka, kao i o materijalu od kojega je izrađen [5,7].

Prema tome, refleksija je odnos svjetlosti koja pada na neku površinu u odnosu na udio svjetlosti koji se odbija, tj. reflektira od te površine. Postoje tri vrste refleksije (Slika 8) [5]:

- difuzna refleksija,
- zrcalna refleksija i
- retrorefleksija.



Slika 8. Tri vrste refleksije

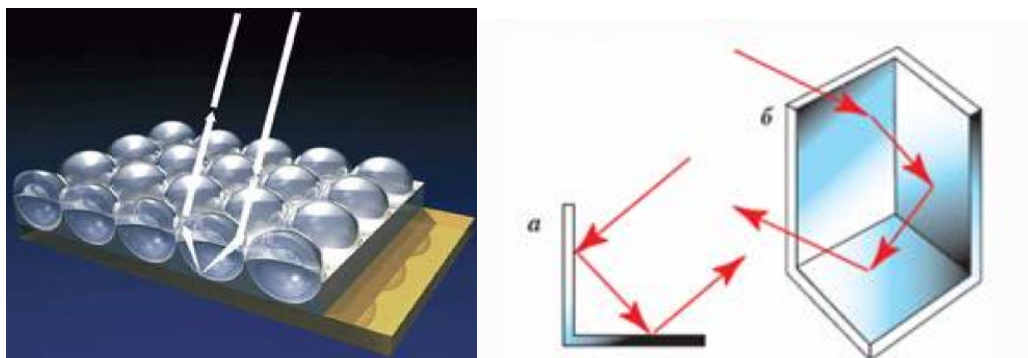
Izvor: [8]

Difuzna refleksija nastaje kada svjetlo obasja grube površine i rasprši se u svim smjerovima, a samo se manji udio svjetlosnih zraka vraća u smjeru izvora. Najčešće nastaje prirodnim putem kao dnevna svjetlost što omogućuje vidljivost predmeta u okolini tijekom dana.

Zrcalna refleksija nastaje na glatkim i sjajnim površinama tako što se ulazna zraka svjetlosti reflektira pod istim upadnim kutom u suprotnom smjeru. Većina zrcalnih površina u prometu ne reflektira svjetlost u smjeru očiju vozača, a na mokrom i zaleđenom kolniku stvara bliještanje sudionicima u prometu.

Pri retrorefleksiji svjetlosti se svjetlosni trak, bez obzira na kut ulaza, uvijek vraća u smjeru svog izvora. Iz tog razloga retroreflektirajući materijali pružaju odličnu vidljivost noću i u uvjetima smanjene vidljivosti jer vraćaju svjetlo koje dolazi od svjetla vozila u oči vozača. Količina svjetla koja se reflektira od retroreflektirajućeg materijala mjeri se u jačini reflektiranog svjetla u odnosu na ulazno svjetlo po metru kvadratnom reflektirajućeg materijala [candela po luxu po metru kvadratnom ( $\text{cd} \cdot \text{lX}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )].

Retrorefleksija može biti sferična i prizmatična (Slika 9.). Kod sferične retrorefleksije 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. Kod prizmatične retrorefleksije tri jednake okomite površine čine prizmu na kojoj se ulazni trak svjetlosti reflektira od svake plohe prizme te se vraća u smjeru svog izvora usporedno s ulaznim svjetlom [5].



Slika 9. Sferična i prizmatična retrorefleksija

Izvor: [5]

## **4. UTJECAJ PROMETNIH ZNAKOVA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA**

Sigurnost svih sudionika u prometu jedan je od osnovnih ciljeva kojem teži prometni sustav. Osnovni pokazatelj stanja sigurnosti u cestovnoj prometnoj mreži je broj prometnih nesreća te njihove posljedice. Prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, 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 prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta [9].

Opasnost od nastanka prometnih nesreća vezana je uz pet čimbenika koji čine sustav: čovjek, vozilo, cesta, promet na cesti i incidentni čimbenik [10].

Čovjek je najvažniji čimbenik sigurnosti prometa, on upravlja vozilom i donosi odluke o postupcima koji slijede. Posebno su rizični vozači starije dobi, odnosno vozači iznad šezdesete godine života. Vrijeme reagiranja starijeg vozača je sporije u usporedbi s mlađim vozačima te dolazi do postepenog slabljenja preciznosti i oštine vida, poteškoća prilikom gledanja na blizu, promjene u percepciji boja i problema uočavanja prometnih znakova prilikom slabijeg osvjetljenja ili noću [17].

Čimbenik prometa na cesti obuhvaća organizaciju, upravljanje i kontrolu prometa, a incidentni čimbenik pojavljuje se na neočekivan i nesustavan način. Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa odnosi se na trasu ceste, tehničke elemente ceste, stanje kolnika, opremu ceste, rasvjetu ceste, križanja, utjecaj bočne zapreke i održavanje ceste [10].

Opremu ceste između ostalog čine i prometni znakovi koji mogu bitno narušiti sigurnost cestovnog prometa ako ne zadovoljavaju propisane zahtjeve. Zbog toga, sve zemlje svijeta u svrhu povećanja sigurnosti prometa i manjeg broja stradalih, provode i poduzimaju preventivne mjere i akcije. Republika Hrvatska kao članica Europske unije, sukladno odredbama Direktive 2008/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća o sigurnosti cestovne infrastrukture, mora osigurati da se na postojećim cestama obavljaju kontrole sigurnosti cesta kako bi se odredile sigurnosne karakteristike prometnica i tako umanjio broj prometnih nesreća. Prilikom izvedbe kontrole sigurnosti Inspekcija za ceste provjerava prometne znakove uz pomoć kontrolne liste, tj. zapisnika za terenski pregled ceste. Uobičajeni nedostaci koji se uoče prilikom kontrole su nepostojanje ili nepotpunost prometnih znakova te prometni znakovi koji sadrže previše podataka pa zbog toga ne obavljaju pravu ulogu. Česti je problem nedostatak znakova obavijesti za vođenje prometa ili su ti znakovi nečitljivi [11].

Veliku ulogu u osiguravanju sigurnosti na cestama pripisuje se održavanju cesta. Time se omogućava čišćenje i nadopunjavanje, zamjena ili popravak dotrajale, oštećene, manjkave ili nestale prometne signalizacije. Problem nastaje ako nedostaju sredstava za ulaganje u prometnu infrastrukturu, što uzrokuje smanjenje ili potpuni prestanak održavanja cesta pa samim time i održavanje prometnih znakova. Iz tog razloga se, prometni znakovi koji su tehnički neispravni ne zamjenjuju novima. U Njemačkoj je na cestama 25 milijuna prometnih znakova. Zbog nedostatka održavanja, procijenjeno je da oko 8 milijuna prometnih znakova više ne ispunjava svoju zadaću (33 % od ukupnog broja znakova), s tim da je 25 % znakova starijih od 15 godina. Prosječna starost prometnih znakova u Francuskoj je 17 godina, dok je njihov funkcionalni vijek trajanja 8-12 godina. Na državnim cestama u Republici Hrvatskoj, od 149.435 prometnih znakova, njih 28,88 % ne zadovoljava tehničku ispravnost te prosječna starost koji ne zadovoljava iznosi 8,5 godina. Prosječna starost je relativno mala u odnosu na zabilježenu istu u Francuskoj zbog većeg broja novoizgrađenih cesta. Posljedica navedenog je da 40-50 % znakova nema zadovoljavajući prometni učinak i nije u skladu s nacionalnim zakonodavnim zahtjevima [17].

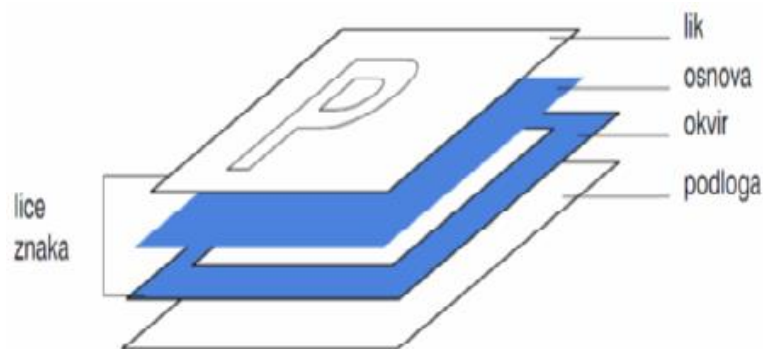
Pravilnim postavljanjem kvalitetnih prometnih znakova, redovnom kontrolom i održavanjem već postavljenih te uklanjanjem zastarjelih ili oštećenih prometnih znakova smanjuje se broj prometnih nesreća za 5 do 10 % [11].



## 5. MATERIJAL ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA

Prometni znakovi izrađuju se, postavljaju i održavaju sukladno važećim zakonskim i podzakonskim aktima iz područja cestovnog prometa, hrvatskim normama, naputcima i smjericama za primjenu Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19) te moraju ispunjavati sve zahtjeve Europske unije na području sigurnosti, zdravlja i okoliša [1].

Osnovni elementi vertikalne signalizacije su prometni znak, nosač prometnog znaka i dijelovi za pričvršćivanje znaka na nosač. Svaki prometni znak sastoji se od lica znaka i podloge. Lice znaka je prednja strana znaka, onu koju korisnik vidi kada nailazi na znak, a sastoji se od tri elementa: lika, osnove i okvira (Slika 10). Lik znaka čine simboli i/ili natpisi. Osnova znaka je element na kome 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 svojim elementima. Pozadina prometnog znaka mora biti sive boje i bez sjaja kako vozačima ne bi odvrćala pozornost [5].



Slika 10. Sastavni dijelovi prometnog znaka

*Izvor: [5]*

Izrada prometnih znakova sastoji se od nekoliko koraka. Najprije se željeni oblik prometnog znaka izreže iz antikorozivne limene ploče određene kvalitete i sadržaja aluminija pomoću strojeva za rezanje metala, rubovi se zaobljuju te se buše rupe za kasnije pričvršćivanje za nosač. Zatim se provjerava postoje li nedostaci ili nečistoće na izrezanoj podlozi te je vrlo važna njena pravilna priprema za postupak lijepljenja. Površina na koju se lijepi ne smije sadržavati prašinu, masnoću, ostatke ulja, hrđu ili mehaničke ogrebotine. Daljnja priprema ploče sastoji se od čišćenja ploče od nečistoća te oblikovanje potrebne retroreflektivne folije za određeni prometni znak. Taj proces se može izvesti na dva načina. Prvim načinom se ispisivanje prometnih znakova na samoljepljive folije vrši pomoću računala

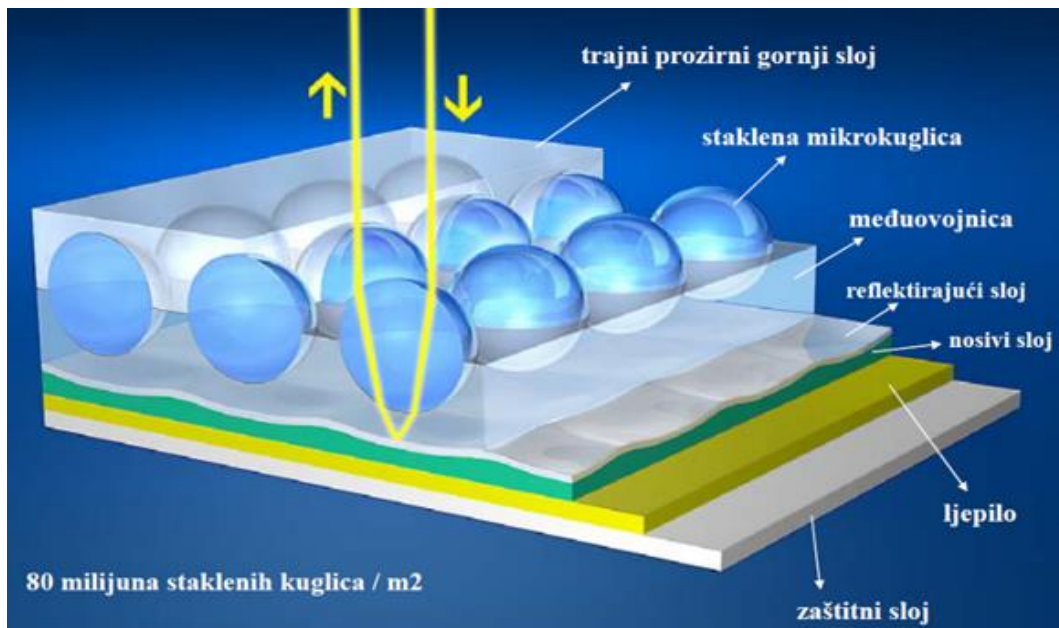
i printera velikih dimenzija, tzv. ploterima. Nakon što se prometni znakovi ispišu na folije potrebno ih je izrezati u željeni oblik. Ako se cijela folija izrađuje printanjem tada je potrebno izvršiti laminiranje folije, odnosno njeno „plastificiranje“. Zaštitna laminacija štiti foliju od oštećenja, ultra ljubičastog zračenja te omogućuje lakše brisanje i čišćenje [5, 12,13].

Oslikavanje folije za prometne znakove može se izvesti i metodom sitotiska koja se sastoji od štampanja simbola na foliju pri čemu se koriste odgovarajući uređaji i boja za sitotisak kako bi se postigla maksimalna trajnost i postojanost boje. Okvir sita izrađuje se od tvrdog drva ili metala te mora biti dovoljno velik kako bi omogućio potreban prostor između okvira i površine za štampanje. Tkanina sita mora biti čvrsto i ravnomjerno napeta i učvršćena na okvir. Nakon što su folije gotove slijedi njihovo lijepljenje na prednju stranu prometnog znaka [5].

Već je navedeno da retroreflektirajuće folije funkcioniraju na temelju retrorefleksije. Svaka prometnica, ovisno o uvjetima, zahtijeva drugačiju razinu retrorefleksije prometnih znakova pa su prema tome materijali koji se koriste za izradu retroreflektirajuće folije podijeljeni u tri klase [5]:

#### 1. Materijal Klase I – Engineer Grade

Reflektirajuće folije Klase I izrađene su od trajnog materijala s uvezanim staklenim mikrokuglicama (Slika 11.). Primjenjuju se u području slabijeg intenziteta prometa s manjim brzinama vožnje. Tanki prozirni gornji sloj sprječava kontakt zraka i atmosferskih utjecaja sa staklenim mikrokuglicama, štiti od utjecaja sunčevih zraka na smanjenje refleksije i predstavlja dio optičkog sustava materijala. Danas postoje i materijali Klase I izrađeni od trajnog materijala s mikroprizmama (optičkih prizmatskih leća) oblikovanih u prozirnoj sintetskoj smoli hermetički zatvorenih i s ljepilom aktiviranim na pritisak na poleđini, čime se ostvaruje trajno pričvršćivanje na supstrate prometnih znakova. Snaga sferične retrorefleksije je  $70 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ , a prizmatične 150 do  $200 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$  te je jamstvo trajnosti refleksije sedam godina [5,14].

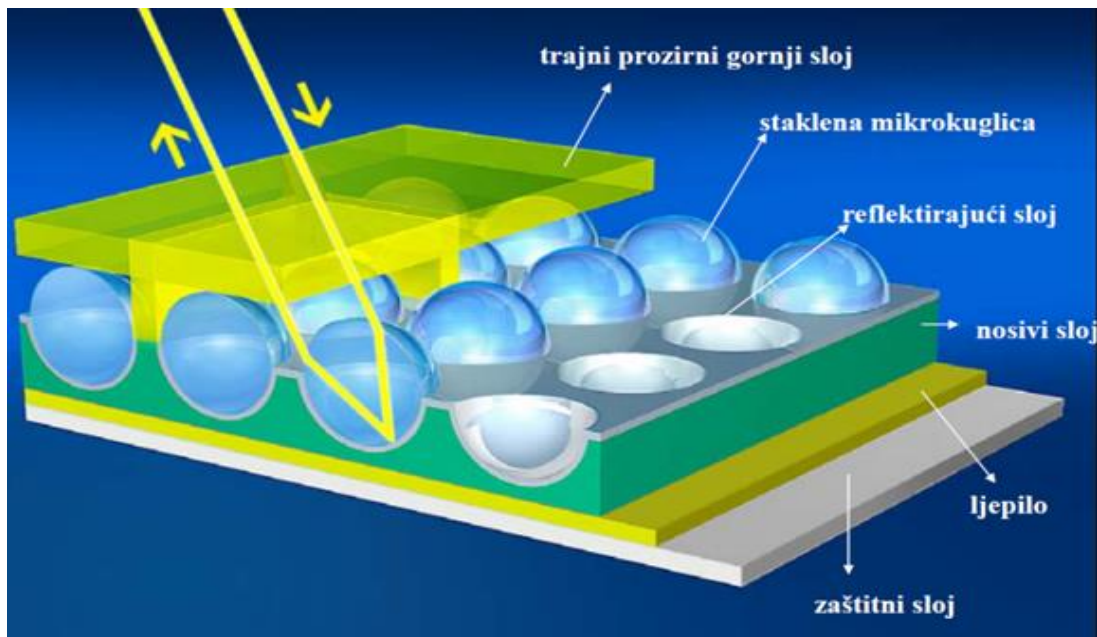


Slika 11. Materijal Klase I - Engineer Grade

Izvor: [5]

## 2. Materijal Klase II – High Intensity Grade

Reflektirajuće folije sadrže učahurene staklene mikrokuglice koje su trostruko sjajnije od novih folija Klase I. Kuglice nisu ulijevane u plastiku, nego nalijepljene na plastični nosivi sloj, a njihov gornji dio nalazi se u zraku napunjenoj kapsuli koja je zatvorena tankim prozirnim gornjim slojem (Slika 12.). Kao i kod materijala Klase I postoje i materijali klase II izrađeni od trajnog materijala mikroprizma (optičkih prizmatskih leća) oblikovanih u prozirnoj sintetskoj smoli, hermetički zatvorenih i s ljepilom aktiviranim na pritisak na poleđini, čime se ostvaruje trajno pričvršćivanje na supstrate prometnih znakova. Znakovi izrađeni od folije Klase II jasno su vidljivi, čak iz širokoga kuta gledanja te u osvijetljenoj okolini, učinkovito upozoravajući vozače na nadolazeće opasnosti na prometnicama. Snaga sferične retrorefleksije iznosi  $250 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ , a prizmatske 500 do  $600 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ . Nakon deset godina zadržavaju 80 % prvotne sjajnosti [5,14].



Slika 12. Materijal Klase II - High Intensity Grade

Izvor: [5]

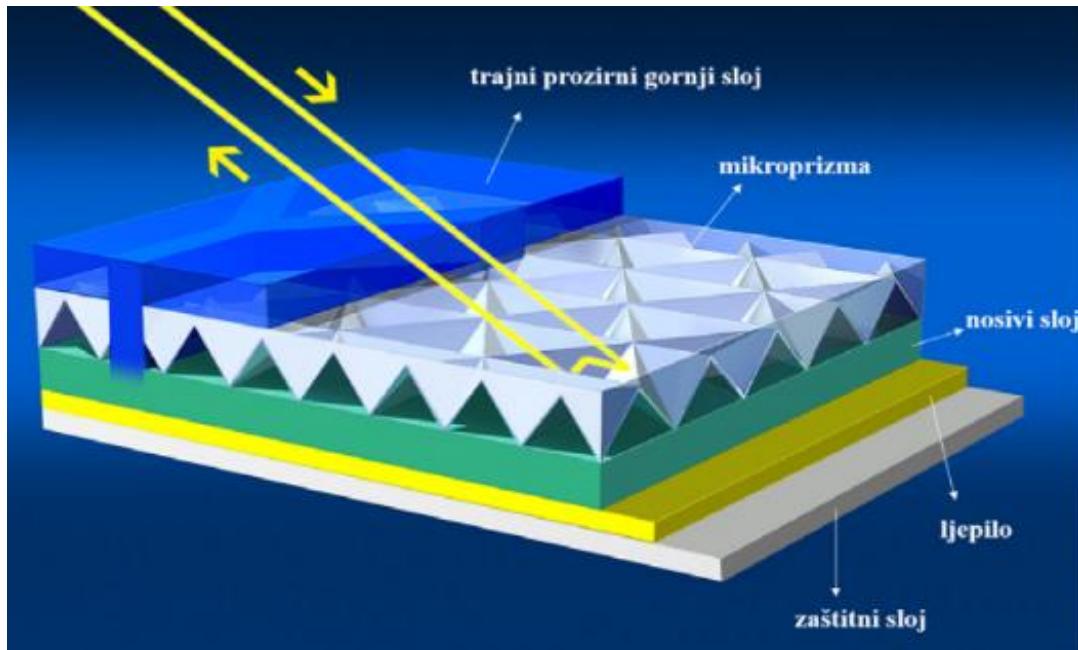
### 3. Materijal Klase III – Diamond Grade

Materijal je izrađen od vrlo učinkovitih mikroprizama zahvaljujući kojima su folije trostruko sjajnije od folija Klase II i čak deseterostruko od folija Klase I. Stoga, vozačima na prometnicama omogućuju veću vidljivost u svim dnevnim, noćnim i lošim vremenskim uvjetima. Također, njihov jedinstveni dizajn pod nazivom „puna kocka“ vraća gotovo 60 % raspoloživog svjetla, dva puta više od drugih prizmatičnih folija. Snaga retrorefleksije je  $800 \text{ cd} \cdot \text{l} \cdot \text{m}^{-2}$  te je jamstvo trajnosti dvanaest godina. Zbog svoje strukture, prikazane na Slici 13., materijal je nešto deblji u odnosu na druge materijale što stvara određene probleme u procesu proizvodnje [5,14].

Postoje četiri vrste reflektirajuće folije Klase III [5]:

1. V.I.P. (Visual Impact Performance) folija omogućuje maksimalnu učinkovitost na kratkim udaljenostima i idealno je rješenje za signalizaciju u gradskom prometu. Pogodna je za znakove koje se moraju nedvosmisleno izdvojiti iz svjetlosnog okruženja.
2. L.D.P. (Long Distance Performance) folija razvijena je specijalno za primjenu na autocestama i brzim cestama. Raspoložuje iznimno učinkovitim mikroplazmama koje ulazni trak vraćaju na veliku udaljenost.

3. Flourescent folija omogućuje povećanu vidljivost danju, a ne samo noću, s pomoću korištenja flourescentnih boja s obzirom da su iste neprirodne te kao takve „iskaču“ iz okoline.
4. Diamond Grade Cubed (DG<sup>3</sup>) folija kombinira najbolje osobine VIP i LDP folija pa se upotrebljava kako u gradskim uvjetima, tako i na autocestama.



Slika 13. Materijal Klase III - Diamond Grade

*Izvor: [5]*

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

Istarska županija nalazi se na istarskom poluotoku u sjeveroistočnom dijelu Jadranskog mora u Republici Hrvatskoj (Slika 14). Površina županije je 2820 km<sup>2</sup>, što je 4,98 % ukupne površine Republike Hrvatske [15]. Na toj relativno maloj površini razvila se mreža cesta kako bi se omogućila dobra prometna povezanost, naročito zbog gospodarske i turističke djelatnosti. Istarskom županijom proteže se Istarski ipsilon kojeg čine autocesta A8 od Kanfanara do Matulji te autocesta A9 koja vodi od Kaštela do Pule, povezujući tako Istru sa susjednom državom Slovenijom i ostatkom Hrvatske.



Slika 14. Geografski položaj Istarske županije

*Izvor:[15]*

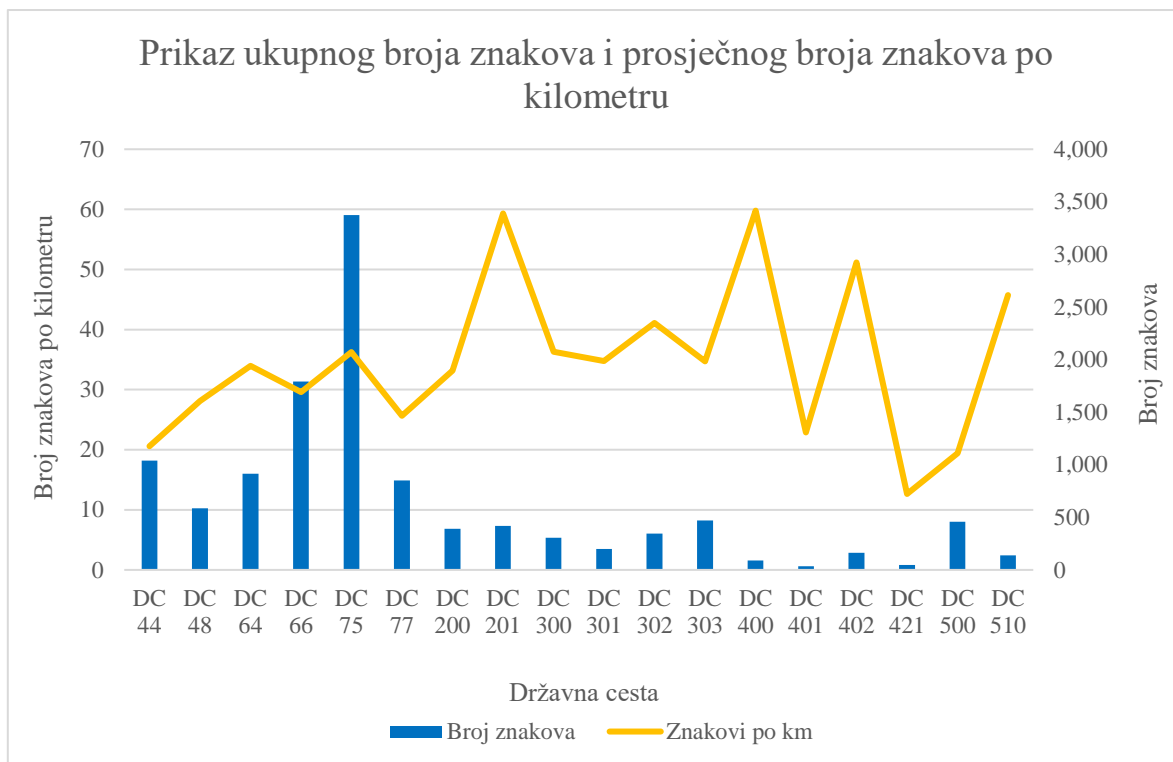
Osim autocesta, u Istarskoj županiji nalazi se 18 državnih cesta, a to su: DC44, DC48, DC64, DC66, DC75, DC77, DC200, DC201, DC300, DC301, DC302, DC303, DC400, DC401, DC402, DC421, DC500 i DC501. U Tablici 1 prikazane su navedene državne ceste s dionicama i njihovim duljinama.

Tablica 1. Popis državnih cesta u Istarskoj županiji s pripadajućom duljinom

Dionica		Duljina (km)
DC 44	Čvorište Nova Vas (A9) - Ponte Portone - Buzet - čvorište Lupoglav (A8)	50,419
DC 48	Čvorište Baderna (A9) - Pazin - čvorište Rogovići (A8)	20,855
DC 64	Pazin (D48) – Podpićan – Vozilići (D66)	26,930
DC 66	Pula (D400) – Labin – Opatija – Matulji (D8)	60,542
DC 75	D200 - Sv. Marija na Krasu - Umag - Novigrad - Poreč - Vrsar - Vrh Lima - Bale - Pula (D400)	93,123
DC 77	Čvorište Rogovići (A7) - Žminj - Svetvinčenat - Vodnjan (D75)	33,220

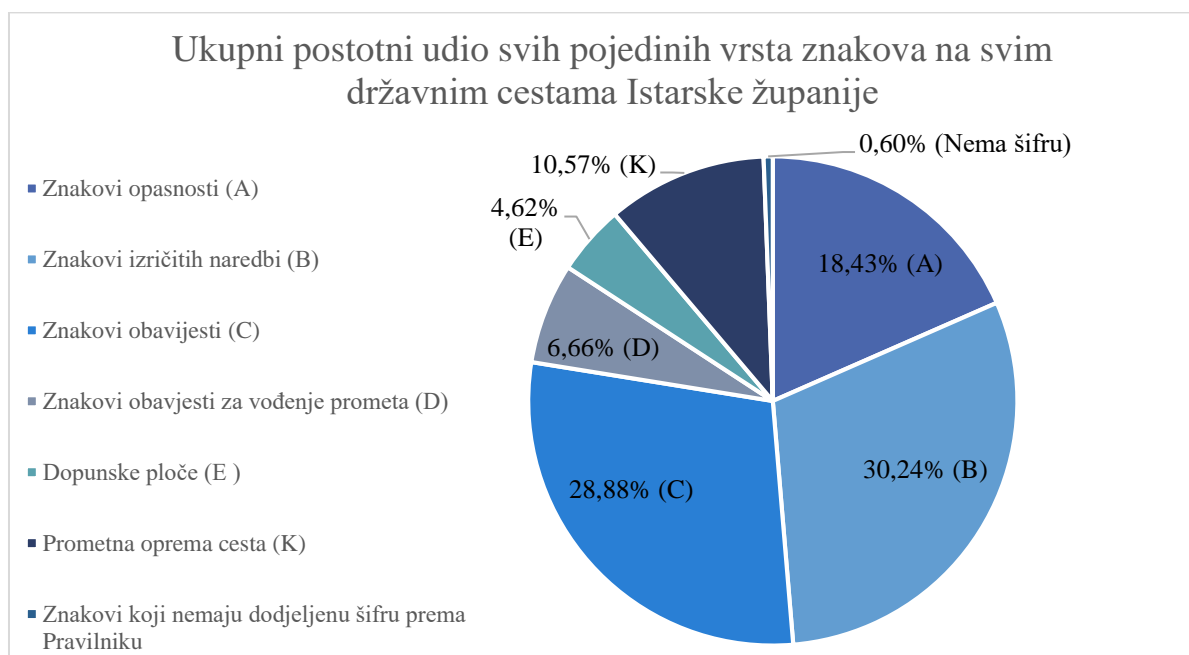
DC 200	G.P. Plovanija (gr. R. Slovenije) - Buje - čvorište Buje (A9)	11,792
DC 201	G.P. Požane (gr. R. Slovenije) – Buzet (D44)	7,032
DC 300	Umag (D75) - čvorište Buje (A9)	8,425
DC 301	Novigrad (D75) - Bužinija - čvorište Nova Vas (A9)	5,751
DC 302	Poreč (D75) - čvorište Baderna (A9)	8,390
DC 303	Rovinj (D75) - čvorište Kanfanar (A9)	13,571
DC 400	Pula (D75) – Pula (trajektna luka)	1,522
DC 401	D66 – zračna luka "Pula"	1,485
DC 402	D66 – Brestova (trajektna luka)	3,186
DC 421	Most Raša (D66) – luka Bršica	3,640
DC 500	Čvorište Vranja (A8) – Šušnjeвица – Kršan (D64)	23,569
DC 510	Čvorište Umag (A9) - G.P. Kaštel (gr. R. Slovenije)	3,041
	Ukupna duljina u županiji	376,493

Na državnim cestama Istarske županije nalazi se 11.616 prometnih znakova, a ukupna duljina svih državnih cesta u županiji je oko 376,493 kilometara. Iz toga proizlazi da je prosječan broj postavljenih prometnih znakova po kilometru 30,85. Grafikon 1. prikazuje ukupan broj prometnih znakova na svakoj od državnih cesta te prosječan broj znakova po kilometru. DC201 ima čak 59,30 prometnih znakova po kilometru ceste. Za usporedbu, DC400 koja je najkraća državna cesta u Istarskoj županiji, ima čak 59,79 prometnih znakova po kilometru. Međutim, dionica te ceste prolazi gradom Pula i spaja trajektnu luku s DC75 pa je logično da je gustoća prometnih znakova veća u središtu grada. Također, s grafikona se može primijetiti da DC75 ima najviše prometnih znakova, no razlog tomu je dužina DC75 koja predstavlja najdužu od svih državnih cesta Istarske županije.



Grafikon 1. Ukupan broj znakova i prosječnog broja znakova po kilometru na svakoj od državnih cesta Istarske županije

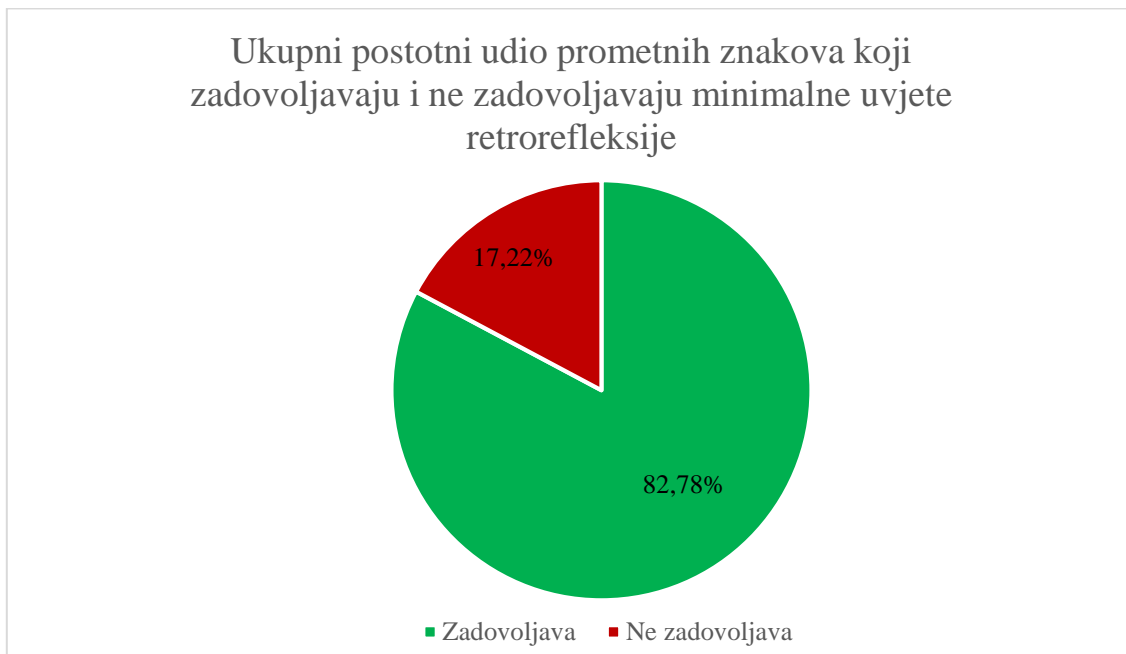
Prometni znakovi mogu se podijeliti na skupine prema značenju koje prenose sudionicima u prometu. Grafikon 2. prikazuje prometne znakove po skupinama na državnim cestama županije. Vidljivo je da ima najviše znakova izričitih naredbi i znakova obavijesti.



Grafikon 2. Ukupni postotni udio pojedinih vrsta prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije

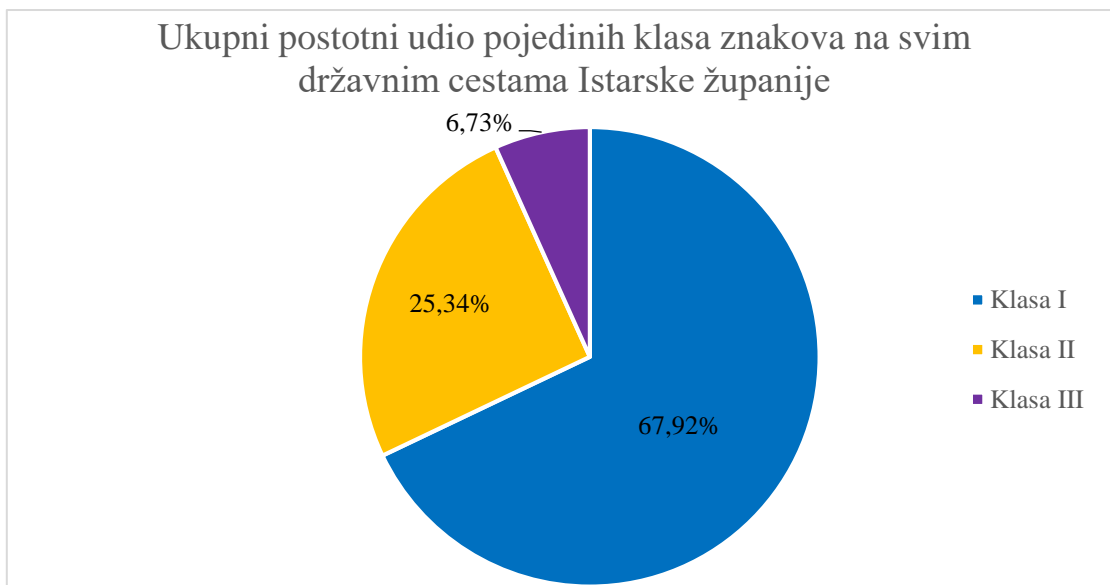


Vozačima je, osim naredbi, obavijesti i ostalih informacija koju mu pružaju prometni znakovi, potrebna i dobra vidljivost istih. Budući da je prije naglašena važnost retrorefleksije i retroreflektirajućeg materijala u uvjetima smanjene vidljivosti, na Grafikonu 3. je prikazan ukupni postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije na svim državnim cestama Istarske županije.



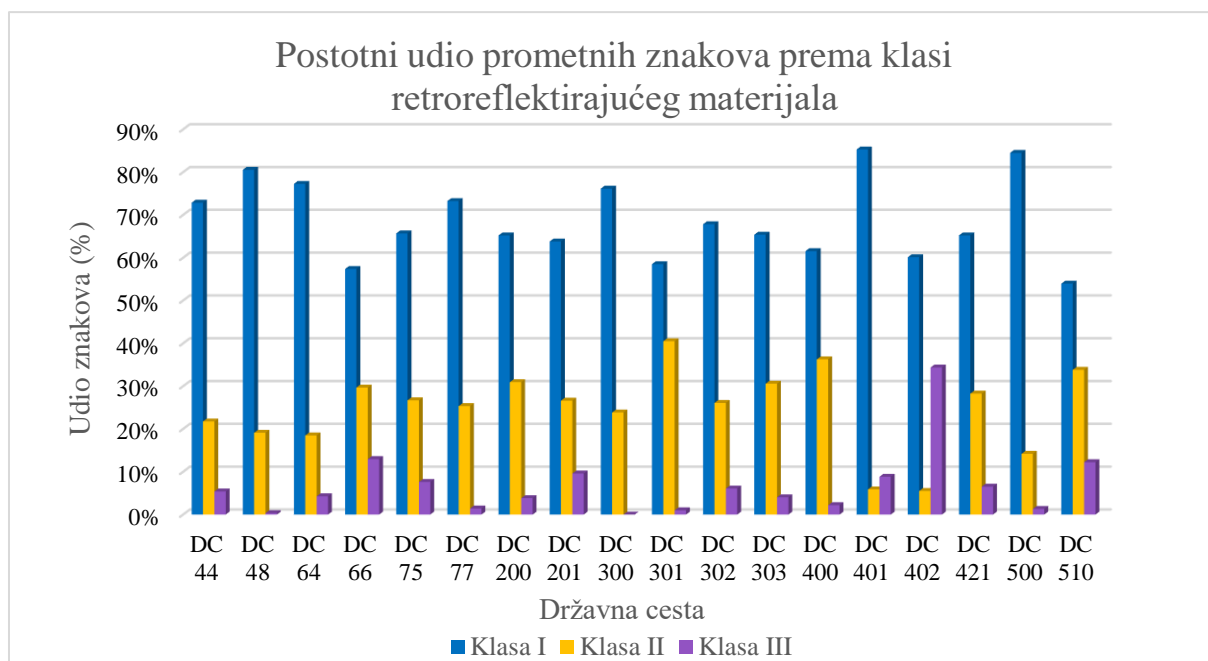
Grafikon 3. Ukupni postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije na državnim cestama Istarske županije

Kako bi se ispitala kvaliteta vidljivosti prometnih znakova potrebno je izmjeriti vrijednosti retroreflektirajućih folija na prometnim znakovima i provjeriti zadovoljavaju li minimalne propisane uvjete retrorefleksije. Prilikom prikupljanja podataka od strane Zavoda, za potrebe mjerenja retrorefleksije prometnih znakova, korišten je uređaj Zehntner ZRS 6060 [16].



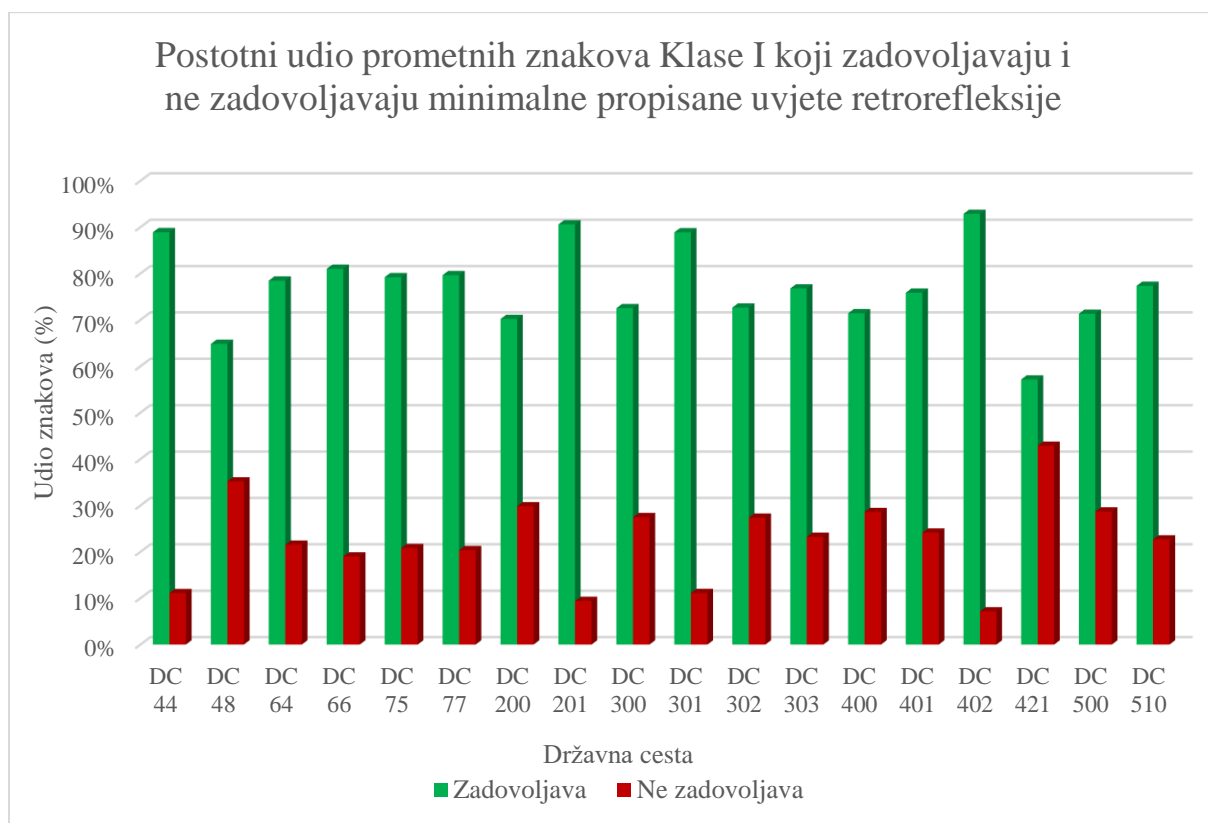
Grafikon 4. Ukupni postotni udio pojedinih klasa na svim državnim cestama Istarske županije

Iz Grafikona 4. može se vidjeti da je na državnim cestama Istarske županije najviše prometnih znakova Klase I čija je kvaliteta slabija gotovo četiri puta od Klase II i čak jedanaest puta od Klase III. Pored toga, Grafikon 5. prikazuje postotni udio zastupljenost pojedine klase retroreflektirajućeg materijala na svakoj od državnih cesta u županiji. Primjećuje se da DC402 ima najveći udio prometnih znakova Klase III u odnosu na Klasu I koja je najzastupljenija na svim drugim državnim cestama.



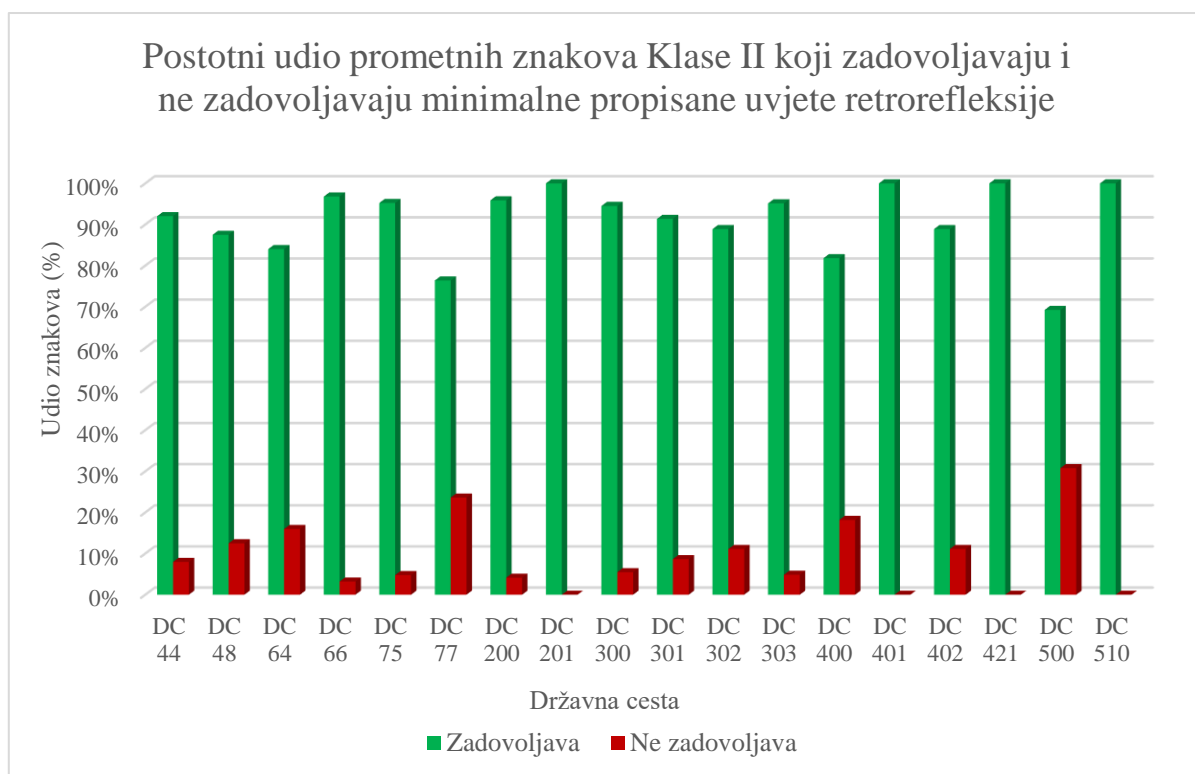
Grafikon 5. Postotni udio prometnih znakova prema klasama retroreflektirajućeg materijala

Grafikoni 6., 7. i 8. prikazuju postotni udio prometnih znakova pojedine klase koji zadovoljavaju ili ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije. Iz Grafikona 6. vidljivo je da prometni znakovi Klase I uglavnom zadovoljavaju preko 60 %, dok je ukupni postotni udio znakova Klase I koji ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete 14,37 %.



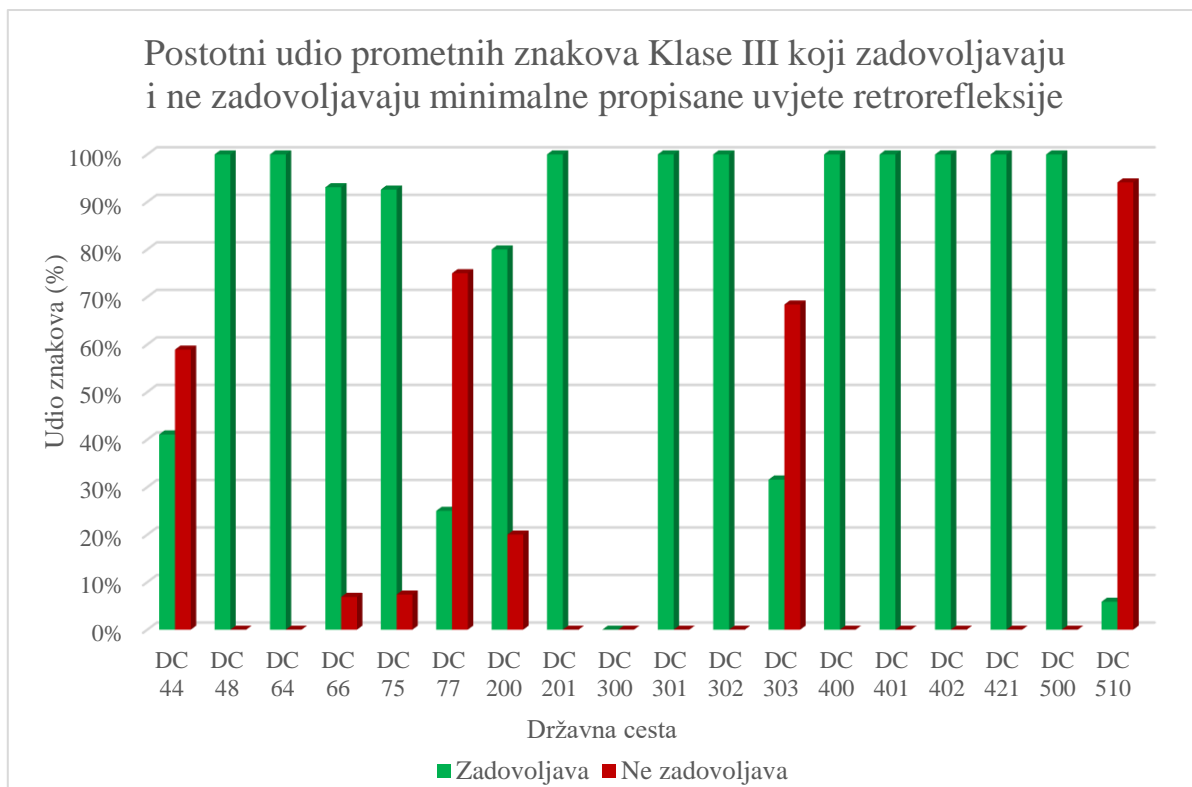
Grafikon 6. Postotni udio prometnih znakova Klase I koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije

Kao i na prethodnom grafikonu, na Grafikonu 7. većina prometnih znakova na svakoj od državnih cestama zadovoljava preko 60 %. Odstupanje je vidljivo na DC500 gdje trećina prometnih znakova ne zadovoljava propisane uvjete za Klasu II i DC77 gdje četvrtina znakova ne zadovoljava.



Grafikon 7. Postotni udio prometnih znakova Klase II koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije

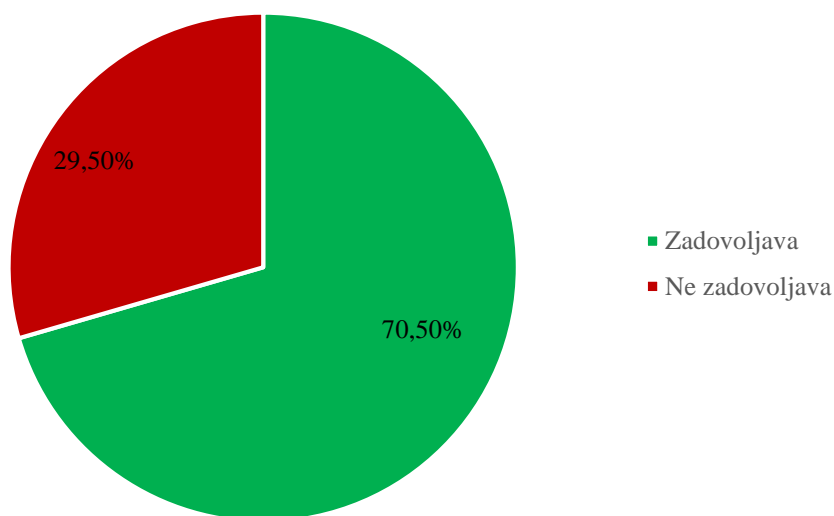
Na državnim cestama Istarske županije, prometnih znakova Klase III koji zadovoljavaju minimalne propisane uvjete ima 673, a to je 5,79 % od ukupnog broja svih prometnih znakova što znači da neke od državnih cesta imaju jako mali broj tih znakova ili znakovi ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije. Na grafikonu 8. treba uzeti u obzir da su varijacije velike zbog raspolaganja s vrlo malim brojevima. Također, DC300 nema ni jedan znak klase III.



Grafikon 8. Postotni udio prometnih znakova Klase III koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije

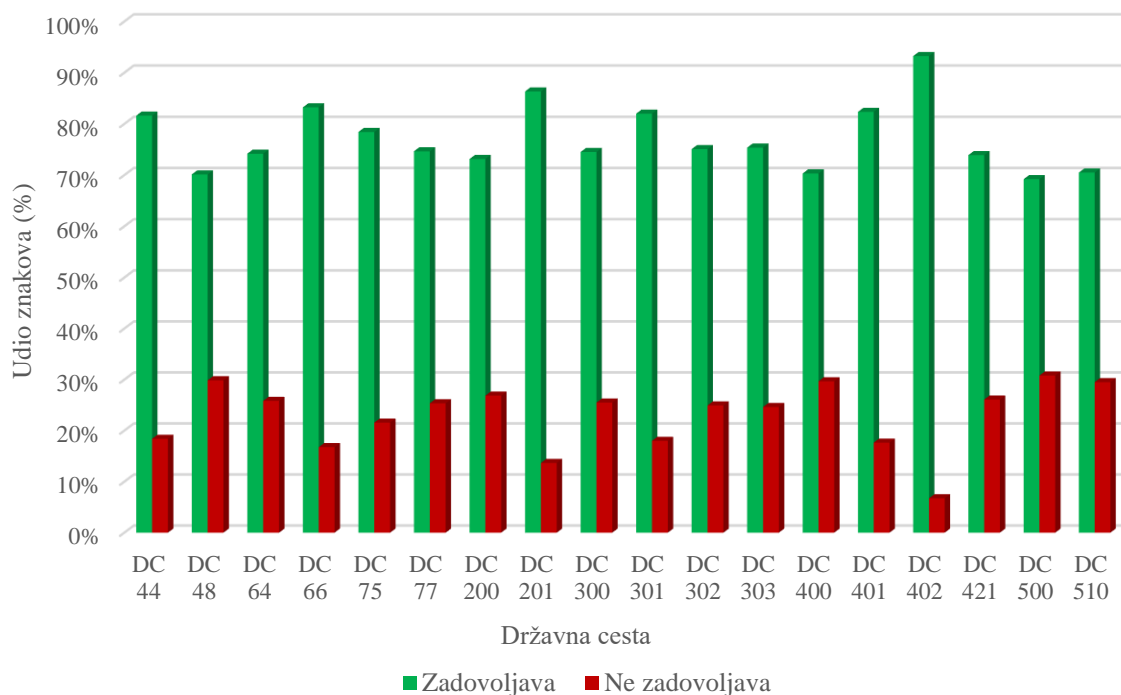
Još jedan kriterij kojem prometni znakovi moraju zadovoljiti kako bi dobro služili svoju funkciju je tehnička ispravnost. Prometni znak može zadovoljavati sve propisane uvjete, no smatra se tehnički neispravnim ako na njemu postoje određena oštećenja. Grafikon 9. prikazuje da na državnim cestama u Istarskoj županiji 70,50 % prometnih znakova je tehnički ispravno, dok 29,50 % nije. Zatim, tehnička ispravnost na svakoj pojedinoj državnoj cesti Istarske županije prikazana je na Grafikonu 10. Tehnički najispravniji znakovi su na DC402, a najveći udio neispravnih znakova je na DC500. Slična situacija je na DC510, DC400 i na DC48.

Ukupni postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost na svim državnim cestama Istarske županije



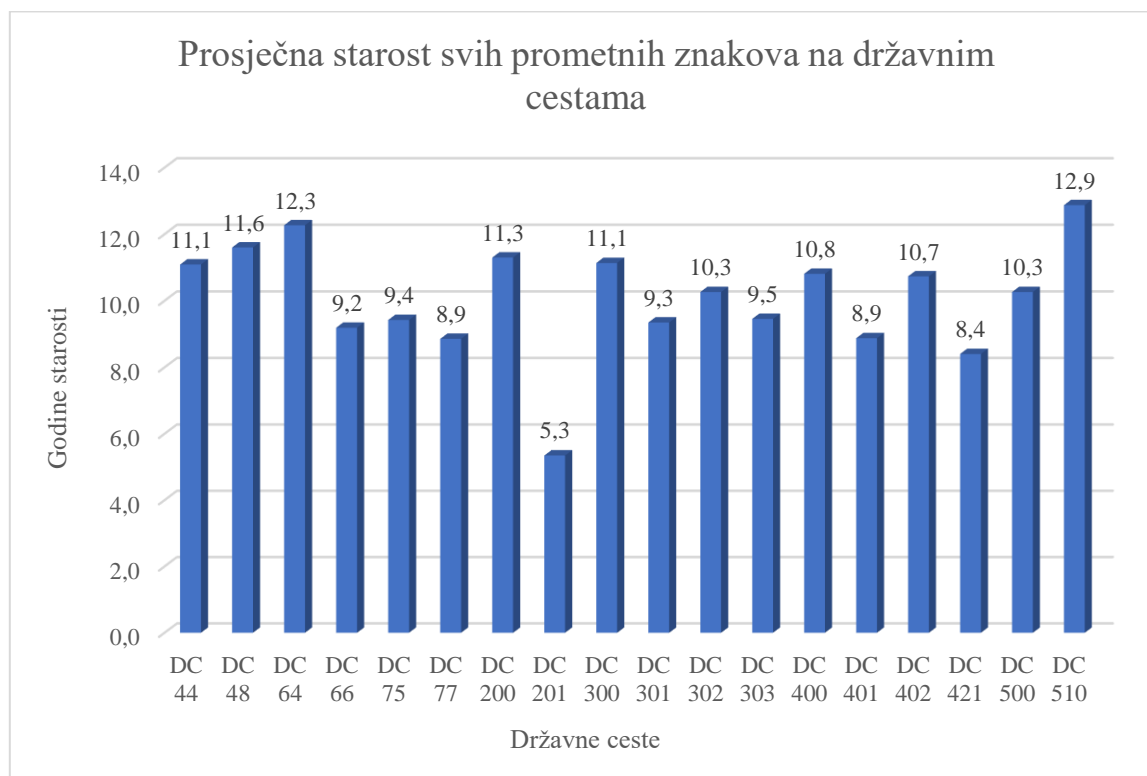
Grafikon 9. Ukupni postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost na svim državnim cestama Istarske županije

Postotna raspodjela znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost



Grafikon 10. Postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost na svakoj od državnih cesta Istarske županije

Veliku važnost u kvaliteti vidljivosti prometnih znakova ima njihova starost. Jamstvo trajnosti retroreflektirajućih svojstva prometnog znaka Klase I je sedam godina, dok je za Klase II i III preko deset godina. Prosjek starosti prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije je 10,1 godina, a iz Grafikona 11. može se iščitati prosjek godina prometnih znakova na svakoj državnoj cesti. Najmlađe znakove stare prosječno 5,3 godina ima DC201.



Grafikon 11. Prosječna starost svih prometnih znakova na svakoj od državnih cesta Istarske županije

## 7. ZAKLJUČAK

Prometni znakovi su dio prometne signalizacije čiji je glavni zadatak pružanje potrebnih informacija sudionicima u prometu. Iako postoje različite izvedbe prometnih znakova u svijetu, oni su osmišljeni tako da se mogu razumjeti na međunarodnoj razini. Podjela prometnih znakova prema boji i obliku, odnosno prema skupinama koje imaju različitu funkciju, omogućuje lakše raspoznavanje i shvaćanje poruka koju prenose. Neki prometni znakovi upozoravaju na opasnosti, drugi daju naredbe o zabranama, ograničenjima i obvezama, pružaju potrebne obavijesti ili vode promet. Tako se prometni znakovi dijele na znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi, znakove obavijesti, znakove obavijesti za vođenje prometa, dopunske ploče te promjenjive prometne znakove.

Percipiranjem prostora u kojem se nalazi, sudioniku u prometu postaje vidljiv prometni znak. Ta se vizualna percepcija znaka odvija u tri faze: uočavanje, prepoznavanje i čitanje. Uočavanje određenog prometnog znaka može se smanjiti ili potpuno onemogućiti lošom vidljivošću čiji uzrok mogu biti okolina u kojoj se vozač nalazi, vozač ili vozilo. Posljedica loše vidljivosti mogu biti prometne nesreće jer se ugrožava sigurnost u prometu. Broj prometnih nesreća može se smanjiti za 5 – 10 % redovnom kontrolom kvalitete postojećih te uklanjanjem zastarjelih ili oštećenih prometnih znakova. Kako bi prometni znak bio uočljiv i vidljiv u lošim vremenskim uvjetima ili noću, potrebno je koristiti retroreflektirajuće materijale prilikom njihove izrade jer oni vraćaju reflektiranu svjetlost iz svjetla automobila natrag u oči vozača.

Cilj ovog završnog rada bio je analizirati kvalitetu vidljivosti prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije, uz pomoć podataka sakupljenih od strane Hrvatskih cesta d.o.o. i Zavoda za prometnu signalizaciju, Fakulteta prometnih znanosti. Analizom se obuhvatilo oko 400 kilometara državnih cesta i ukupno 11.616 prometnih znakova.

Prometnu mrežu Istarske županije karakterizira ispreplitanje mnogih cesta različitih kategorija na relativno malom prostoru. Prvi uočen nedostatak je mnogobrojnost prometnih znakova. Primjer toga je DC201 na kojoj se nalazi oko 60 znakova po kilometru ceste. Ostali prepoznati problemi su nedostatak određenih znakova obavijesti te znakova obavijesti za vođenje prometa. Iako predstavljaju samo 6,66 % u ukupnom udjelu, radi se o bitnom elementu u pravovremenom prestrojavanju vozila i odlučivanju o daljnjim postupcima prilikom vožnje.



Nadalje, na državnim cestama u Istarskoj županiji minimalne propisane vrijednosti retrorefleksije zadovoljava 82,78 %, a ne zadovoljava 17,22 % prometnih znakova. Raspodjela klasa retroreflektirajuće folije pokazuje da prevladavaju prometni znakovi Klase I, koja ima najslabija retroreflektirajuća svojstva, dok ostale dvije klase zajedno čine oko trećinu od ukupnog broja prometnih znakova.

Također, tehnička ispravnost prometnih znakova utječe na njihovu kvalitetu. Naime, tehnički neispravnim znakovima smatraju se i oni koji zadovoljavaju sve propisane uvjete, ali na njima postoje određena oštećenja. Takav slučaj je s 29,50 % znakova, dok je 70,50 % tehnički ispravno. Prosjek starosti prometnih znakova je 10,1 godina, što je zabrinjavajuće uzevši u obzir da Klasa I, koja prevladava na analiziranim cestama, ima jamstvo trajnosti sedam godina. Unatoč tomu, određeni prometni znakovi Klase I stariji od sedam godina i dalje su ispravni ako im razina retrorefleksije zadovoljava propisane uvjete.

Iz svega navedenog može se zaključiti da je stanje kvalitete vidljivosti prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije zadovoljavajuće. Prometni znakovi Klase I su najzastupljeniji što je prihvatljivo ako dionica određene državne ceste ima slabiji intenzitet prometa i manje brzine vožnje. Ako je cilj osigurati što bolju sigurnost prometa, poželjno bi bilo koristiti prometne znakove jače snage retrorefleksije. Provedena analiza pokazala je da najveći problem predstavlja starost prometnih znakova, zbog čega se može očekivati da u nadolazećem vremenu većina analiziranih prometnih znakova neće zadovoljavati minimalne propisane uvjete retrorefleksije. Kako bi se to spriječilo i kako bi se podigla razina kvalitete vidljivosti prometnih znakova, bit će potrebno postepeno zamjenjivati i ulagati u nove, ispravnije i kvalitetnije prometne znakove.

## LITERATURA

- [1] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, Narodne Novine, 92/2019.
- [2] Lay, M. G. History of Traffic Signs. The Human Factors of Transport Signs, 2004, pp. 17-24
- [3] Pašagić, S., Ščukanac, A. Historical Development of Traffic Signs. Promet - Traffic&Transportation, 1998, 10, 5-6 (1), pp. 309-313
- [4] URL: <https://www.signal.hr/hr/proizvodi-usluge/prometni-znakovi-i-oprema-50/znakovi-opasnosti-51> (Pristupljeno: lipanj 2020.)
- [5] Ščukanec A. Autorizirana predavanja iz kolegija Vizualne informacije u prometu. Zagreb; 2017./2018.
- [6] URL: <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=64521> (Pristupljeno: travanj 2020.)
- [7] URL: <http://www.chemosignal.hr/usluge/3m/teorija/> (Pristupljeno: travanj 2020.)
- [8] URL: [http://ninjaink.jp/reflection/index\\_eng.html](http://ninjaink.jp/reflection/index_eng.html) (Pristupljeno: travanj 2020.)
- [9] Zakon o sigurnosti prometa na cestama, Narodne Novine, 42/20
- [10] Luburić G. Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1 – radni materijal za predavanja. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2010.
- [11] URL:[https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/SMJERNICA%20RSI%2018-08\\_17.pdf](https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/SMJERNICA%20RSI%2018-08_17.pdf) (Pristupljeno: svibanj 2020.)
- [12] URL:<https://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/prometni-znakovi/> (Pristupljeno: travanj 2020.)
- [13] URL: <http://www.madehow.com/Volume-2/Road-Sign.html> (Pristupljeno: svibanj 2020.)
- [14] URL: <http://www.chemosignal.hr/usluge/3m/prometni-znakovi/> (Pristupljeno: travanj 2020.)
- [15] URL: <http://www.istra-istria.hr/index.php?id=263> (Pristupljeno: Svibanj 2020.)
- [16] Podaci Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

[17] Dijanić H., Ferko M., Modrić M.: Određivanje utjecaja kvalitete prometnih znakova na učestalost nastanka prometnih nesreća, rad za Rektorovu nagradu, Zagreb, 2017.

## POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

### Popis slika:

Slika 1. Četiri PIARC prometna znaka .....	4
Slika 2. Znakovi opasnosti .....	8
Slika 3. Znakovi izričitih naredbi .....	9
Slika 4. Neki od znakova obavijesti .....	10
Slika 5. Znakovi obavijesti za vođenje prometa .....	11
Slika 6. Dopunske ploče .....	12
Slika 7. Proces percepcije prometnog znaka .....	13
Slika 8. Tri vrste refleksije .....	15
Slika 9. Sferična i prizmatična retrorefleksija .....	16
Slika 10. Sastavni dijelovi prometnog znaka .....	19
Slika 11. Materijal Klase I - Engineer Grade .....	21
Slika 12. Materijal Klase II - High Intensity Grade .....	221
Slika 13. Materijal Klase III - Diamond Grade .....	23
Slika 14. Geografski položaj Istarske županije .....	24

### Popis tablica:

Tablica 1. Popis državnih cesta u Istarskoj županiji s pripadajućom duljinom .....	24
--	----

### Popis grafikona:

Grafikon 1. Ukupan broj znakova i prosječnog broja znakova po kilometru na svakoj od državnih cesta Istarske županije .....	26
Grafikon 2. Ukupni postotni udio pojedinih vrsta prometnih znakova na državnim cestama Istarske županije .....	26
Grafikon 3. Ukupni postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije na državnim cestama Istarske županije .....	27
Grafikon 4. Ukupni postotni udio pojedinih klasa na svim državnim cestama Istarske županije .....	28
Grafikon 5. Postotni udio prometnih znakova prema klasama retroreflektirajućeg materijala .....	28
Grafikon 6. Postotni udio prometnih znakova Klase I koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije .....	29

Grafikon 7. Postotni udio prometnih znakova Klase II koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije .....	30
Grafikon 8. Postotni udio prometnih znakova Klase III koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije .....	31
Grafikon 9. Ukupni postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost na svim državnim cestama Istarske županije .....	32
Grafikon 10. Postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost na svakoj od državnih cesta Istarske županije .....	32
Grafikon 11. Prosječna starost svih prometnih znakova na svakoj od državnih cesta Istarske županije .....	33



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 vidljivosti prometnih znakova na državnim  
cestama Istarske Županije**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 26.6.2020

(potpis)