

Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke Županije

Galić, Frano

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:119:044708>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-03**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Frano Galić

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

ZAVRŠNI RAD

Zagreb 2022.

Zagreb, 5. svibnja 2022.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**
Predmet: **Vizualne informacije u prometu**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6691

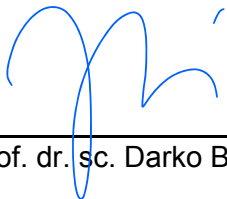
Pristupnik: **Frano Galić (0135254343)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke
Županije**

Opis zadatka:

Prometni znakovi predstavljaju osnovno sredstvo komunikacije između sudionika u prometu i nadležnih za ceste. Kako bi se osiguralo nesmetano i sigurno odvijanje prometa potrebno je posvetiti pozornost prijenosu informacija svim sudionicima u prometu. Prijenos informacija sudionicima u prometu putem prometnih znakova ovisi o kvaliteti prometnog znaka, izraženoj putem snage retrorefleksije. Zadovoljavajuća snaga retrorefleksije doprinosi pravovremenom uočavanju prometnog znaka te njegovom tumačenju i razumijevanju dajući vozačima dovoljno vremena za reagiranje. Zadatak završnog rada je na temelju kontinuiranih ispitivanja retrorefleksije prometnih znakova, koje je provodio Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, analizirati izmjerene vrijednosti retrorefleksije. Na temelju tih vrijednosti i tehničke ispravnosti znakova potrebno je utvrditi i komentirati stanje kvalitete ispitanih prometnih znakova na državnim cestama u Karlovačkoj županiji.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA KARLOVAČKE ŽUPANIJE

ANALYSIS OF THE QUALITY OF TRAFFIC SIGNS ON THE STATE ROADS OF KARLOVAC COUNTY

Mentor: Izv. Prof. dr. sc. Darko Babić

Student: Frano Galić
JMBAG: 0135254343

Zagreb, rujan 2022.

SAŽETAK

Prometni znakovi su neizostavni element svake prometnice i sredstvo komuniciranja u prometu. Glavna zadaća prometnih znakova je informiranje sudionika u prometu na moguće opasnosti, na određene obveze, zabrane i ograničenja, a sve u svrhu sigurnog odvijanja prometa. Da bi prometni znakovi mogli kvalitetno izvršavati svoju funkciju oni moraju biti pravilno postavljeni, vidljivi u svim uvjetima vožnje te moraju biti tehnički ispravni. Najvažnije svojstvo prometnih znakova pri noćnoj vožnji je razina retrorefleksije, a ako je ta razina prometnog znaka ispod propisane vrijednosti, zbog sigurnosti u prometu taj prometni znak potrebno je zamijeniti novim. Na vidljivost prometnih znakova utječu brojni čimbenici kao što su vremenski uvjeti, mjesto postavljanja znaka, veličina, oblik, starost itd. Cilj ovog završnog rada je na temelju podataka o tehničkim karakteristikama prometnih znakova dobivenih ispitivanjem koje je proveo Zavod za prometnu signalizaciju analizirati kvalitetu prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije.

SUMMARY

Traffic signs are the indispensable elements of every road and instruments of communication in traffic. The main task of traffic signs is to inform traffic participants of possible dangers, specific obligations, prohibitions and restrictions, all to keep the safe traffic. To perform their task well, traffic signs must be properly placed, visible in all driving conditions and must be technically correct. The most important feature of traffic signs, when driving at night, is the level of retroflexion, and if the level is below the determined value, that traffic sign must be replaced with a new one to keep the traffic safe. The visibility of traffic signs can be affected by many factors such as weather conditions, location of the sign, size, shape, age and others. The goal of this final paper is to analyze the traffic signs' quality on the state roads of the Karlovac County, based on the data on the technical characteristics of traffic signs collected by testing from the Traffic Signaling Institute.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆENITO O PROMETNOJ SIGNALIZACIJI	2
2.1. Povijest prometnih znakova.....	2
2.2. Podjela prometnih znakova	4
2.2.1. Znakovi opasnosti	5
2.2.2. Znakovi izričitih naredbi.....	6
2.2.3. Znakovi obavijesti.....	6
2.2.4. Znakovi za vođenje prometa	7
2.2.5. Dopunske ploče.....	9
2.2.6. Promjenjivi prometni znakovi.....	10
3. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA	12
3.1. Vizualna percepcija	12
3.2. Percepcija u otežanim uvjetima.....	13
3.3. Percepcija noću.....	14
4. MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA.....	15
4.1. Refleksija	15
4.2. Retroreflektirajući materijali za izradu prometnih znakova	18
4.2.1. Materijal klase I – Engineer Grade	19
4.2.2. Materijal Klase II - High Intensity Grade	19
4.2.3. Materijal Klase III – Diamond Grade	20
5. ISPITIVANJE KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA.....	22
6. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA KARLOVAČKE ŽUPANIJE.....	26
7. ZAKLJUČAK	35
Literatura.....	36
Popis slika.....	37
Popis tablica.....	38
Popis grafikona	39

1. UVOD

Nagli razvoj cestovnog i motornog prometa imao je dvije neželjene posljedice, a to su smanjenje sigurnosti i zagušenje cestovne mreže. Povećanje broja prometnih nezgoda motiviralo je prometne stručnjake za poboljšanje regulacije prometa. Jedan od najkvalitetnijih načina reguliranja prometa je pomoću prometne signalizacije koja se dijeli na horizontalnu, vertikalnu i svjetlosnu signalizaciju te ostalu opremu i uređaje za sigurno odvijanje prometa. Prometna signalizacija je element koji utječe na sigurnost cestovnog prometa i koji pravovremeno obavještava vozače o opasnostima i dužnostima kojih se moraju pridržavati tijekom vožnje. Osnovni dijelovi vertikalne prometne signalizacije su prometni znakovi, koji predstavljaju skup smislenih standardiziranih simbola i natpisa koji pomažu u komuniciranju osoba nadležnih za prometnice i sudionika u prometu. Osnovna zadaća prometnih znakova je omogućiti prije svega siguran i efikasan promet. Horizontalna signalizacija se sastoji od oznaka na kolniku koje se mogu ucrtavati, lijepiti, ugrađivati i utiskivati na kolnički zastor. Horizontalna signalizacija je uglavnom bijele boje, a u nekim slučajevima može biti žute, zelene ili neke druge boje. Horizontalna signalizacija se razvrstava na uzdužne oznake, u koje se ubrajaju pune i isprekidane crte, poprečne oznake kao što su crte, pješački i biciklistički prijelaz, trokuti itd. te ostale oznake. Analizom i ispitivanjem koeficijenta retrorefleksije prometnih znakova i općenitog izgleda utvrđuje se koji prometni znakovi mogu zadovoljiti minimalne propisane uvjete i zahtjeve po Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Ukoliko prometni znak ne zadovoljava propisane uvjete, potrebno ga je zamijeniti novim.

Zadatak ovog završnog rada je analizirati kvalitetu prometnih znakova na državnim cestama na području Karlovačke 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. Analizom su se prometni znakovi podijelili u više skupina prema klasi retroreflektirajućeg materijala, kategoriji, značenju, starosti itd. Analizu kvalitete prometnih znakova na području Karlovačke županije proveo je Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu.

Ovaj završni rad sastoji se od sedam poglavlja. U „Uvodu“ je izložena tematika i cilj rada. Drugo poglavlje „Općenito o prometnim znakovima“ opisuje povijesni razvoj prometne signalizacije i prometnih znakova, te je u istom poglavlju navedena podjela prometnih znakova. U trećem poglavlju „Percepcija prometnih znakova“ opisuju se pojmovi vezani uz percepciju i čimbenici koji na nju utječu, te pojmovi vezani za vizualnu percepciju u uvjetima otežane vidljivosti. Četvrto poglavlje „Materijali za izradu prometnih znakova“ opisuje sastavne dijelove prometnih znakova, vrste refleksije te osobine retroreflektirajućih materijala i njihovu međusobnu razliku. U petom poglavlju „Ispitivanje kvalitete prometnih znakova“ opisano je na koji način i s kojim uređajem se ispituje kvaliteta prometnog znaka, odnosno kvaliteta retroreflektirajućeg materijala. U šestom poglavlju „Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije“ prikazana je analiza ispitanih prometnih znakova na području Karlovačke županije po pojedinim državnim cestama i ukupno. Zadnje poglavlje daje osnovne zaključke i rezultate provedenog istraživanja.

2. OPĆENITO O PROMETNOJ SIGNALIZACIJI

Prometna signalizacija služi da sudionici u prometu pravovremeno mogu uočiti opasnost, da postupaju prema obavezama ili zabranama, te da budu na vrijeme upozoreni i obaviješteni o važnim detaljima za sigurno sudjelovanje u prometu.

Pravovremena i jasna uočena opasnost, zabrana, ograničenje i obavijest doprinosi brzini i udobnosti kretanja sudionika u prometu i ponajviše sigurnosti prometa.

Tijekom vožnje vozač u vrlo kratkom vremenu ostvaruje vizualni kontakt s prometnom signalizacijom. Duljina trajanja vizualnog kontakta i brzina uočavanja prometne signalizacije uvelike ovisi o brzini kretanja vozila. Pri manjim brzinama vozač se može usmjeriti i na dovoljno jasno vidno polje pa čak i na periferno polje, dok pri većim brzinama dolazi do smanjenja vidnog polja.

Prometne znakove, signalizaciju i opremu na cestama čine:

- prometni znakovi,
- prometna svjetla,
- oznake na kolniku i drugim površinama,
- prometna oprema ceste,
- oprema i mjere za smirivanje prometa,
- cestovna rasvjeta. [1]

2.1. Povijest prometnih znakova

Cestovni propisi i prometni znakovi, kakvi se danas sreću, stari su stotinjak godina. Međunarodnim konvencijama koje su se bavile raznom problematikom prethodilo je razdoblje parnih omnibusa s početka stoljeća.

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, ali ne i zaprežnih vozila ograničena na 3,2 km/h u naseljima i na 6,5 km/h izvan naseljenih mjesta. Spomenuti propis 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.



Slika 1. Zakon crvene zastave

Izvor: [2]

Smrtne posljedice, teško ozljeđivanje osoba i velike materijalne štete u prometnim nezgodama bile su povod za pokretanje postupka za definiranje prijedloga mjera i pravila za uspostavu približno jednakih i prepoznatljivih međusobnih odnosa i pravila ponašanja sudionika u prometu, bez obzira o kojoj se državi radilo.

Prva međunarodna konvencija o cestovnom i automobilskom prometu održana je 1909. godine u Parizu, gdje je usvojen i prvi međunarodni propisi za ujednačavanje obilježavanja cesta prometnom signalizacijom i jedinstveni sustav prometnih znakova. Protokol je pravni temelj za pokretanje obilježavanja cesta s jedinstvenim sustavom prometnih znakova, signalizacije i opremom prepoznatljivom svim sudionicima u cijelom svijetu. Godine 1949. u Ženevi usvojen je Protokol o signalizaciji na cestama, a 1968. godine isti je izmijenjen i dopunjen. Međunarodna konferencija Organizacije uedinjenih naroda o prometu na cestama također usvaja taj Protokol.

Protokolom se nastojao uspostaviti sustav jednoznačnog i bržeg snalaženja sudionika u prometu. Oblici prometnih znakova određeni su prvom Pariškom konvencijom. Znakovi opasnosti su imali oblik istostraničnog trokuta s vrhom prema gore, krug je služio za znakove izričitih naredbi, a znakovi obavijesti imali su pravokutan oblik. Vremenom se mijenjao i njihov broj – od početnih desetak do današnjih dvjestotinjak, ne računajući dopunske ploče i ostale znakove i oznake.

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 željelo istaknuti njegovu važnost u odnosu na ostale znakove, a isto tako je bio prepoznatljiv i gledano u stražnju stranu znaka. [2]

1949. godine u Ženevi objavljen je, pod okriljem Ujedinjenih naroda, prvi i najvažniji sporazum o prometnim znakovima, koji čini osnovicu europskog sustava o prometnim znakovima. Taj protokol se temeljio na simbolima, bez upotrebe riječi.

Nešto malo kasnije 1953. godine načinjen je Nacrt konvencije kojim se nastojalo upotrijebiti postojeći sustav s dopunom koja potječe iz američkog sustava. Danas je u svijetu u uporabi nekoliko sustava znakova, neki su temeljeni na uporabi riječi, neki na uporabi simbola bez riječi, a dok su neki kombinacija riječi i simbola. 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. Unatoč pokušajima da se postigne što veća univerzalnost, pokazalo se da razni tehnički, ekonomski, politički razlozi te različite navike ljudi otežavaju usuglašavanje. [2]

2.2. Podjela prometnih znakova

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske, na temelju članka 12. stavka 5., Zakona o sigurnosti prometa na cestama i članka 17. stavka 4., Zakona o cestama, te u suglasnosti s ministrom unutarnjih poslova, objavilo je Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19). Navedenim pravilnikom se propisuje namjena, vrsta, značenje, oblik, boja, dimenzije, karakteristike i postavljanje prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama, koji se koriste za cestovni promet. [3]

Za sigurno odvijanje prometa, ceste je potrebno opremiti i obilježiti vidljivo, jasnom, kontinuiranom i nedvosmislenom prometnom signalizacijom i opremom. Prometne znakove potrebno je postaviti u vozačevo jasno vidno polje koje iznosi 20° od simetrane. Osnovna načela postavljanja prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama su jednostavnost, razumljivost, čitljivost, jednolikost, nedvosmislenost i vidljivost.

Prometnim znakovima sudionici u prometu se upozoravaju o opasnostima, ograničenjima, zabranama, obvezama i obavijestima. Prilikom opremanja, planiranja i postavljanja prometnih znakova nije poželjno postavljati veliki broj prometnih znakova. Prometni znakovi sa simbolima imaju prednost pred znakovima s tekstom. Ploče, znakove, svjetla i druge slične predmete koji zaklanjaju postavljene prometne znakove ili koje sliče na neki prometni znak potrebno je ukloniti s ceste radi sigurnosti. [1]

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. 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. [3]

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 obavezno se upisuje nacionalna auto oznaka države odredišta (C124). [3]

U prometne znakove se ubrajaju:

- znakovi opasnosti,
- znakovi izričitih naredbi,
- znakovi obavijesti,
- znakovi obavijesti za vođenje prometa,
- dopunske ploče,
- promjenjivi prometni znakovi. [3]

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 A37 i A37-1 (Andrijin križ) koji označavaju mjesto na kojem cesta prelazi preko željezničke pruge u razini bez branika ili polubranika s jednim kolosijekom, odnosno znak A37-1 s dva ili više kolosijeka, te znakova koji označavaju udaljenost do cestovno-željezničkog prijelaza u istoj razini i ti znakovi imaju oblik pravokutnika čiju osnovicu čini kraća stranica (A36-1, A36-2, A36-3, A36-4, A36-5, A36-6, A36-7, A36-8, A36-9). [3]

Osnovna boja znakova opasnosti je bijela, rubovi trokuta su crvene boje, a simboli crne boje, osim znaka A15 koji označuje radove na cesti, čija je osnovna boja žuta. 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. Na dijelovima ceste koji nisu pregledni i gdje postoji opasnost da vozač iznenada i nepripremljen naiđe na opasno mjesto na cesti, znak se može ponoviti više puta ispred opasnog mjesta te će se i u tim slučajevima postaviti dopunske ploče s naznakom udaljenosti od opasnog mjesta. [3]



Slika 2. Znakovi opasnosti

Izvor: [8]

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 koji predstavlja raskrižje s cestom s prednošću prolaska i B02 koji ukazuje na obvezno zaustavljanje. 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. [3]

Osnovna boja znakova zabrane, odnosno ograničenja je bijela, rubovi su crvene boje, a simboli i natpisi su crne boje dok je kod znakova obveze osnovna boja plava, a simboli i natpisi su bijele boje. [3]



Slika 3. Znakovi izričitih naredbi

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. [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 4. Znakovi obavijesti

Izvor: [8]

2.2.4. Znakovi za vođenje prometa

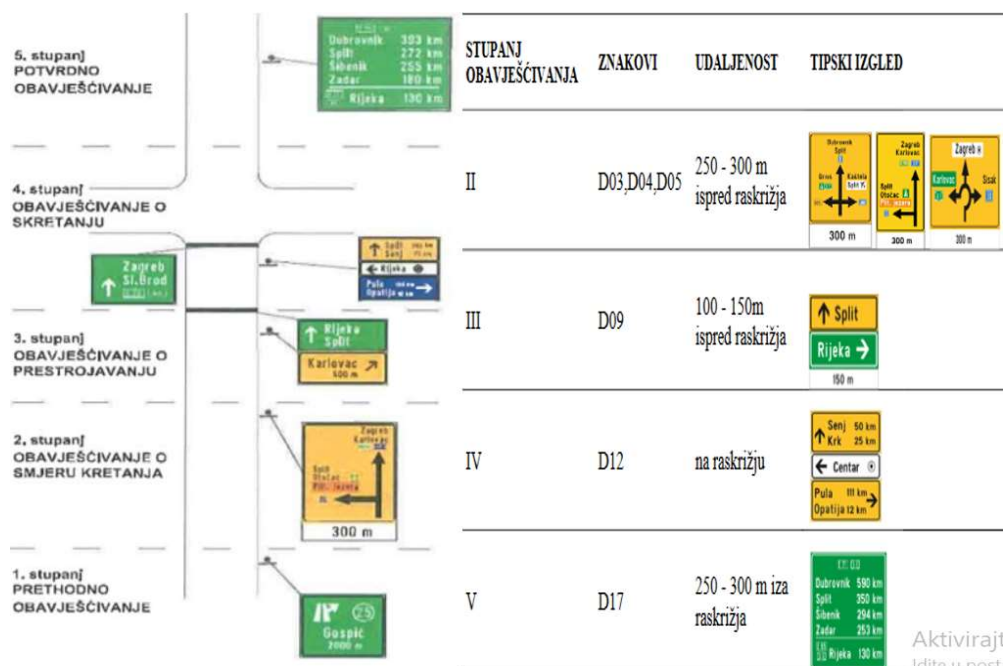
Znakovi obavijesti za vođenje prometa obavješćuju sudionike u prometu o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu odredišta i vođenju prometa prema njima, raskrižjima i čvorištima na određenom smjeru ceste i udaljenostima do odredišta. Na istom znaku, tj. ploči, mogu se na osnovnu podlogu umetnuti podloge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

Osnovne boje znakova obavijesti prema kategorijama ceste su:

- 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. [3]

Obavješćivanje sudionika u prometu prometnim znakovima obavijesti za vođenje prometa provodi se u pet stupnjeva, i to:

- I. prethodno obavješćivanje
- II. obavješćivanje o smjeru kretanja
- III. obavješćivanje o prestrojavanju
- IV. obavješćivanje o skretanju
- V. potvrdno obavješćivanje [3]



Slika 5. Prikaz 5 stupnjeva obavješćivanja sudionika u prometu

Izvor: [1]

Svih pet stupnjeva obavijesti moraju biti postavljeni na autocestama i brzim cestama. Na mjerodavnim raskrižjima državnih i županijskih cesta, a ovisno o svrsi i cilju vođenja prometa, mora se postaviti najmanje drugi ili četvrti stupanj, a treći ukoliko cesta ima tri ili više prometnih traka. Na mjerodavnim raskrižjima svih ostalih cesta, a ovisno o svrsi i cilju vođenja prometa, mora se postaviti najmanje četvrti stupanj obavijesti. [3]



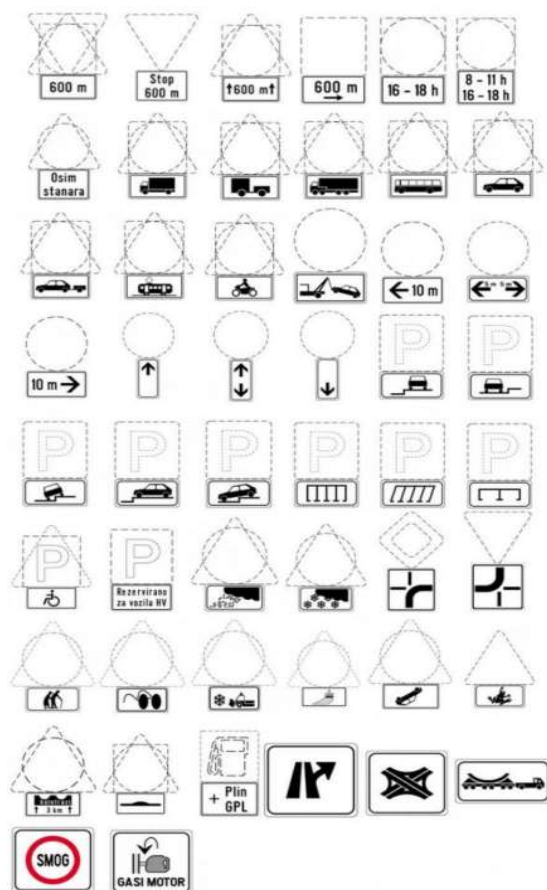
Slika 6. Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Izvor: [8]

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. [3]

Širina dopunske ploče postavljene uz znak na cesti ne smije biti veća od dužine one stranice znaka uz koji se dopunska ploča postavlja. U iznimnim situacijama privremene dopunske ploče postavlja pravna osoba koja je zadužena za održavanje cesta ili policija u određenim uvjetima. Te privremene ploče potrebno je ukloniti nakon što prestanu razlozi zbog kojih su stavljeni. [3]



Slika 7. Dopunske ploče

Izvor: [8]

2.2.6. Promjenjivi prometni znakovi

U nekim situacijama zbog sigurnosti u prometu mogu se izvesti promjenjivi prometni znakovi. Promjenjivi prometni znakovi mogu biti kontinuirani i nekontinuirani, odnosno mogu biti:

- elektromehanički prometni znakovi, koji prikazuju različite prometne znakove, dopunske ploče, obavijesti i sl., a koji su izgledom isti kao stalni prometni znakovi,
- svjetlosni promjenjivi znakovi, koji uporabom svjetlećih elemenata oblikuju znakove, simbole, dopunske ploče i ostale tekstualne poruke.

Elektromehanički prometni znakovi po veličini i boji moraju biti jednaki kao stalni prometni znakovi. [3]

Kod svjetlosnih znakova, ako tehnologija izvedbe svjetlosnog znaka ne omogućuje propisanu boju, upotrebljava se:

- umjesto osnovne boje prometnog znaka – crna boja bez retrorefleksije,
- umjesto crnih i bijelih simbola – bijeli (žuti) simboli na prometnom znaku,
- umjesto crnih rubova prometnog znaka – bijeli (žuti) rub prometnog znaka. [3]



Slika 8. Promjenjivi prometni znakovi

Izvor: [9]

3. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA

Percepcija je složeni nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija. Cjelokupni proces se temelji na informacijama dobivenim iz okoline, ali i na postojećem znanju, iskustvu, stanju i očekivanjima samog čovjeka. [4]

3.1. Vizualna percepcija

Vizualna percepcija se može definirati kao sposobnost tumačenja okruženja obradom podataka koji se nalaze u vidljivom području. [4]

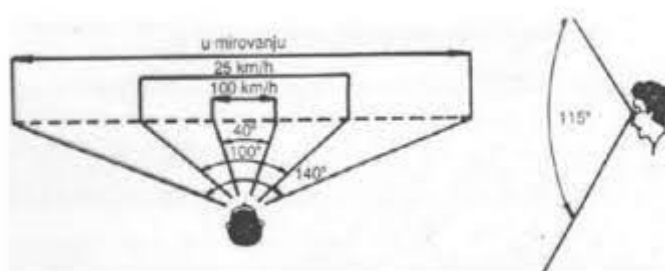
Percepcija ima dvije najvažnije funkcije a to su prepoznavanje i lokalizacija. Prepoznavanje pomaže utvrditi što je predmet, a lokalizacija gdje se taj predmet nalazi.

Gestalt koncept vizualne percepcije, odnosno vrste vizualne percepcije su:

- Percepcija oblika/forme (odnos figure i pozadine),
- Percepcija grupiranja (neposredna blizina, sličnost, kontinuiranost, povezanost i zatvorenost),
- Percepcija dubine,
- Percepcija gibanja. [4]

Tijekom vožnje za obavješćivanje vozača najbitniji je osjet vida. Smatra se da više od 95% svih odluka koje vozač donese ovisi o organu vida. Kod osjeta vida osobito je važno prilagođavanje oka na svjetlo i tamu, vidno polje, razlikovanje boja, oština vida i sposobnost stereoskopskog zamjećivanja. [5]

Prilagođavanje oka na svjetlo i tamu je mogućnost brzog zamjećivanja nakon promjene intenziteta svjetla. Kod vozača je to bitno pogotovo pri prolasku kroz tunel i zasljepljivanju svjetlima iz suprotnog smjera. Tokom zasljepljivanja vozač gubi osjećaj položaja, osvijetljene predmete uočava znatno brže od neosvijetljenih. Prilagodba oka na svjetlo je znatno brže od prilagodbe oka na tamu. Vidno polje vozača je prostor u kojem vozač uočava predmete a da pritom ne pomiče glavu i oči. Vidno polje vozača može se podijeliti na horizontalno vidno polje koje iznosi od 40° do 140° i na vertikalno vidno polje koje iznosi 115° . [5]



Slika 9. Horizontalno i vertikalno vidno polje

Izvor: [5]

Sposobnost razlikovanja boja omogućuje brže opažanje prometnih znakova. Ljudsko oko može razlikovati boje jer je osjetljivo na različite valne duljine. Sposobnost razlikovanja boja posebno je važna pri vožnji noću i po magli. Ako vozač ne razlikuje boje dovoljno dobro onda prometne znakove mora prepoznavati po obliku, simbolu i položaju. [5]

Oštrina vida je sposobnost uočavanja sitnih detalja i ovisi o skupljanju i širenju zjenica, akomodaciji leće oka i fotokemijskim procesima mrežnice oka. [5]

Sposobnost stereoskopskog zamjećivanja je određivanje odnosa predmeta po dubini i njihove međusobne udaljenosti. [5]

3.2. Percepcija u otežanim uvjetima

Problemi zbog utjecaja okoline mogu se pojaviti u dva oblika, a to su problemi nastali zbog utjecaja iz atmosfere (npr. kiša, snijeg, magla) i problemi nastali zbog karakteristika pozadine koje utječu na uočljivost objekta te utjecaja takozvanog vizualnog nereda. [4]

Glavna karakteristika oborina u smislu vidljivost je to da one apsorbiraju i raspršuju svjetlo. Oborine imaju dva učinka, prvi učinak je da manja količina svjetla s vozila dopire do objekta, a time se i manja količina svjetla reflektira s objekta i vraća do vozačevog oka, a drugi učinak je da se dio raspršenog svjetla vraća natrag u vozačevo oko, što uzrokuje da se atmosfera čini svjetlijom što smanjuje kontrast objekta i otežava njegovo uočavanje. [4]



Slika 10. Vidljivost u otežanim uvjetima

Izvor: [4]

Predmeti koji odvlače pozornost vozaču često se nazivaju vizualni nered. Oni otežavaju uočavanje i prepoznavanje predmeta u neuređenoj okolini te je u takvim uvjetima potrebna puno veća vidljivost znaka nego u uvjetima manje kompleksnosti. [4]

3.3. Percepcija noću

Tijekom noćne vožnje problem je nedovoljna količina osvjetljenja, koja utječe na funkcije percepcije te na odluke vezane za svaku razinu izvođenja. Nedovoljna razina osvjetljenja ograničava uporabu perifernog vida u dobivanju pozicijskih podataka izvan područja osvjetljenog prednjim svjetlima tako da se centralni i fokusirani vid moraju koristiti u većoj mjeri. [4]

Tijekom noćnih uvjeta, vizualno usredotočenje vozača teži više prema desnoj strani ceste u području na manje od 25 metara ispred vozila, a to je suprotno od dnevnih uvjeta, tijekom kojih oko vozača ima tendenciju fiksiranja na središte poprišta vožnje, u sredini i na više od 80 metara od vozila. Osim smanjenja perifernog vida u noćnim uvjetima smanjuje se i mogućnost percepcije dubine i raspoznavanja boja. [4]

Jedan od problema koji se javlja tijekom vožnje noću je bljesak. Neugodni bljesak varira u odnosu na veličinu položaj u vidom polju i raspodjelu spektralne energije izvora svjetlosti, dok onesposobljavajući bljesak varira u odnosu na kut izvora prema vidnoj osi. Obje vrste bljeska srećemo tijekom noćne vožnje i negativno utječu na vožnju. [4]



Slika 11. Percepcija noću

Izvor: [4]

4. MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA

Brzina uočavanja prometnog znaka najviše ovisi o materijalu od kojeg je taj znak izrađen i o vrsti folije s ucrtanim simbolom koji moraju biti u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cesti.

Kod stalnih prometnih znakova površina znaka izrađuje se od retroreflektirajućeg materijala najnižeg koeficijenta retrorefleksije razreda RA1, a za autoceste i brze ceste najmanje koeficijenta retrorefleksije razreda RA2. U slučaju da na cesti nema cestovne rasvjete prometni znakovi koji su postavljeni s lijeve strane ili iznad kolnika izrađuju se od materijala najmanjeg koeficijenta retrorefleksije razreda RA2. Ukoliko postoji cestovna rasvjeta znakovi se izrađuju prema posebnim odredbama definiranim za pojedini prometni znak. [3]

Kod novih prometnih znakova kromatične vrijednosti i svjetlosni faktor moraju odgovarati klasi CR2 sukladno normi HR EN 12899-1 ili relativnom europskom tehničkom dopuštenju. Kod proizvodnje stalnih prometnih znakova retroreflektirajući materijal treba biti obilježen vidljivom i trajnom identifikacijskom oznakom u skladu s normom HR EN 12899-1. Životni vijek oznake mora biti jednak trajnosti prometnog znaka te mora biti vidljiva na retroreflektirajućem materijalu. Minimalni podaci koje oznaka mora sadržavati su: logotip ili identifikacijski znak proizvođača, identifikacijski kod proizvoda te razred retroreflektirajućih svojstava kao što je sukladno normi HR EN 12899-1 ili relativnom europskom tehničkom dopuštenju. Kod postavljenih prometnih znakova potrebno je provjeriti zahtijevani koeficijent retrorefleksije i kromatičnost boja, najkasnije u roku 10 godina, odnosno prije isteka garancije ili ukoliko upravitelj ceste ili nadležno inspekcijsko tijelo tako odluče. Ukoliko prometni znak ne zadovoljava najmanje 70% zahtijevane vrijednosti za novi znak ili kada njegove kromatične vrijednosti ne zadovoljavaju propisani razred kvalitete (CR1), znak je potrebno zamijeniti. [3]

Najveći problemi javljaju se tijekom noćne vožnje i u uvjetima otežane vidljivosti. Oštrina vida u brzina uočavanja prometnih znakova opada s godinama starosti i za starije vozače potrebno je više svjetla da bi uočili prometnu signalizaciju. [4]

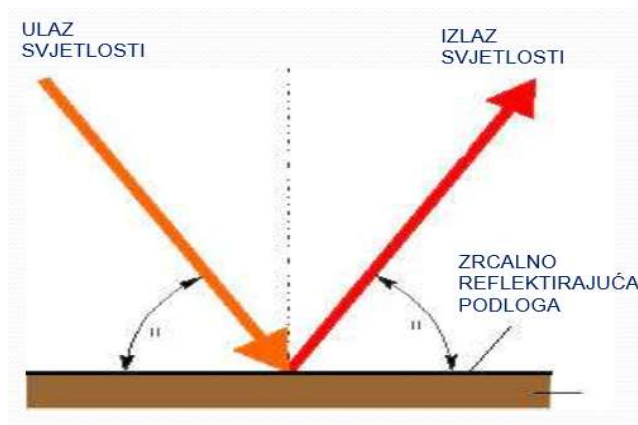
4.1. Refleksija

Definicija refleksije je odnos svjetlosti koja pada na neku površinu u odnosu na udio svjetlosti koji se odbija, odnosno reflektira od površine. Za mjeru odnosno neku veličinu refleksije možemo izjednačiti sa stupnjem refleksije. [4]

Postoje tri vrste refleksije a to su:

- zrcalna refleksija
- difuzna refleksija
- retrorefleksija [4]

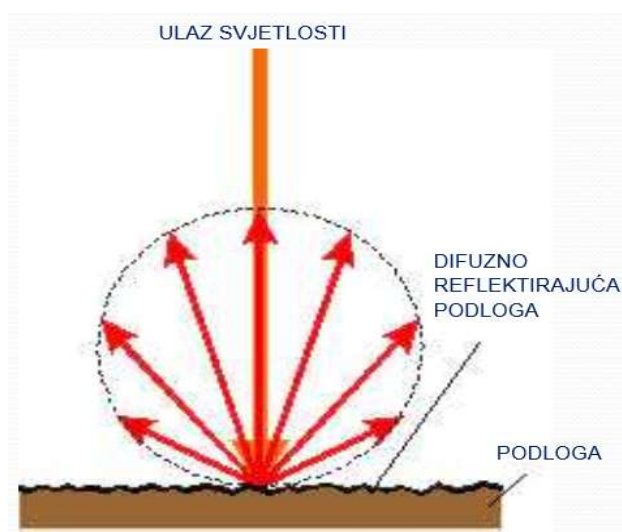
Zrcalna refleksija nastaje na sjajnim i glatkim površinama. Prilikom reflektiranja svjetlosti o glatku podlogu svjetlost se reflektira u samo jednom smjeru. Svaku ravnu i dobro uglancanu podlogu nazivamo ravno zrcalo. Prilikom zrcalne refleksije upadni kut i kut odbijanja je iste veličine. Ova vrste refleksije prilikom vožnje po mokrom i zaleđenom kolniku stvara negativne utjecaje, odnosno dolazi do blještavila koje ometa vozače, smanjuje vozačeve sposobnosti i utječe na sigurnost prometa na cesti. [4]



Slika 12. Zrcalna refleksija

Izvor: [4]

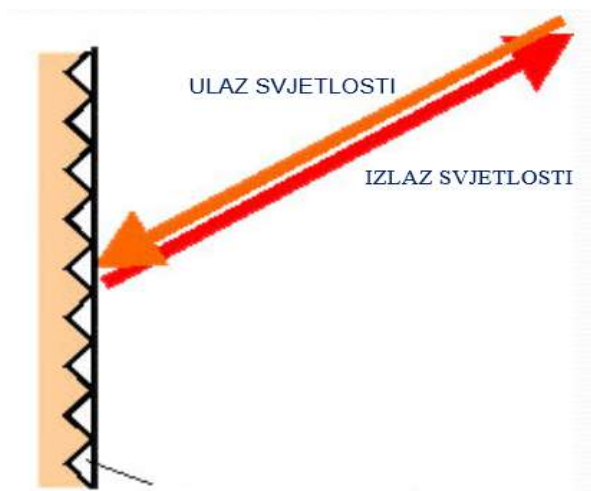
Difuzna refleksija nastaje kada se svjetlost reflektira od hrapave i grube površine. Tijekom difuzne refleksije svjetlost se raspršuje u svim smjerovima, a samo se mali dio reflektira nazad prema smjeru izvora. Jedan od problema kod difuzne refleksije je slaba vidljivost tijekom noći. [4]



Slika 13. Difuzna refleksija

Izvor: [4]

Retrorefleksija je tip refleksije kod kojeg bez obzira na kut ulaza, svjetlost se vraća u smjeru izvora. Uporabom svjetlosnih uređaja na vozilima i ovom tipu refleksije povećava se vidljivost tijekom noćne vožnje i uvjetima smanjene vidljivosti. [4]

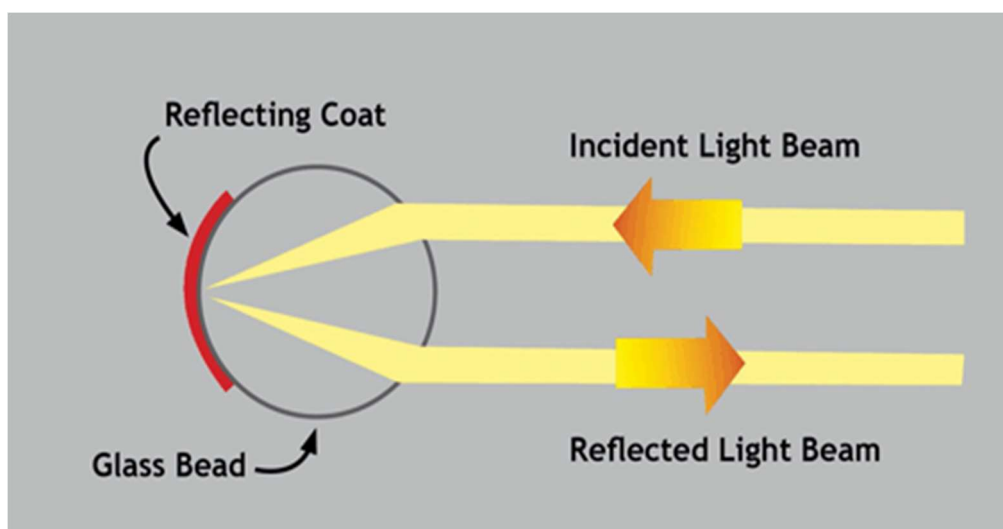


Slika 14. Retrorefleksija

Izvor: [4]

Ovisno o vrsti retroreflektirajućeg materijala, retrorefleksiju možemo podijeliti na sferičnu i prizmatičnu. [4]

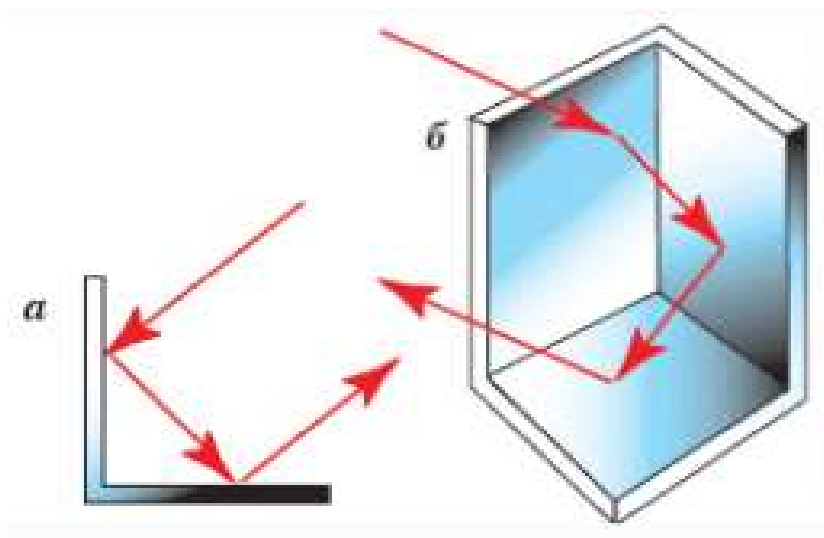
Kod sferične retrorefleksije ulazni snop svjetlosti se lomi na prednjoj strani staklenih kuglica, a zatim se svjetlost reflektira sa zrcalne površine iza kuglica. Reflektirana svjetlost se ponovnim prolaskom kroz prednju površinu kugle lomi i ide prema smjeru izvora, kao što je prikazano na slici. [4]



Slika 15. Sferična retrorefleksija

Izvor: [4]

Kod prizmatične retrorefleksije tri jednake okomite površine čine prizmu na kojoj se ulazni trak svjetlosti lomi i reflektira u smjeru svog izvora usporedno s ulaznim svjetlom. Za razliku od sferičnih, prizmatični reflektori su bolji i imaju velike koeficijente retrorefleksije. [4]



Slika 16. Prizmatična retrorefleksija

Izvor: [4]

4.2. Retroreflektirajući materijali za izradu prometnih znakova

Količina svjetla koja se reflektira s retroreflektirajućeg materijala može se definirati kao snaga retrorefleksije, odnosno sjaj. Snaga retrorefleksije opisuje količinu svjetla koja se reflektira s retroreflektirajućeg materijala, a mjeri se jačinom reflektiranog svjetla u odnosu na ulazno svjetlo po kvadratnom metru reflektirajućeg materijala $[(cd \times lx^{-1} \times m^2)$ candela po luxu po metru kvadratnom]. [4]

Osnovno svojstvo retroreflektirajućih materijala temelji se na svojstvima ugrađenih elemenata, što su uglavnom mikro staklene kuglice i prizme vrlo malih dimenzija. Koristeći svojstva ugrađenih elemenata, odnosno koristeći svojstva sferične i prizmatične retrorefleksije nastali su materijali za izradu prometnih znakova. [4]

Tvrtka 3M iz Minnesote je bila prva koja je počela sa izradom retroreflektirajućih materijala 1939. godine. [4]

Danas postoje 3 tipa retroreflektirajućih materijala koje se razlikuju po snazi retrorefleksije, a to su:

- materijal Klase I – Engineer Grade
- materijal Klase II – High Intensity Grade
- materijal Klase III – Diamond Grade [4]

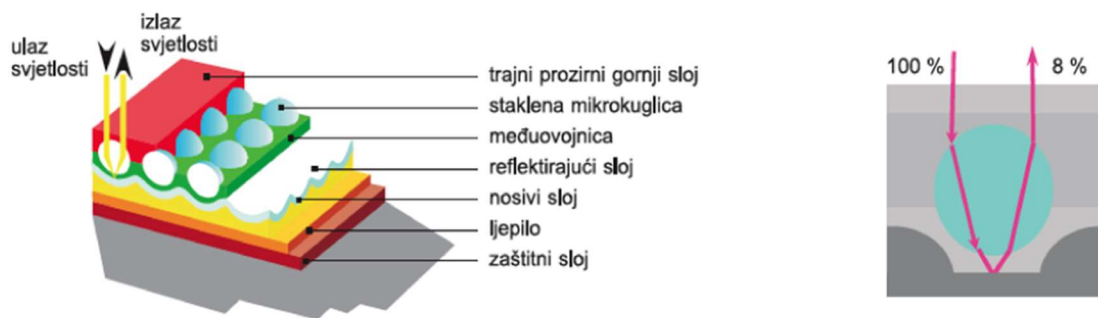
4.2.1. Materijal klase I – Engineer Grade

Materijali Klase I poznati su po nazivom folije prve generacije i u prometu se koriste od 1959. godine. [6]

Ova vrsta retroreflektirajućeg materijala izrađena je 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. [6]

Snaga retrorefleksije kod klase I je $70 \text{ cd} \times \text{lx}^{-1} \times \text{m}^2$, te se zbog tako male sjajnosti prometni znakovi sa ovom vrstom folije primjenjuju u područjima slabijeg intenziteta prometa s manjim brzinama vožnje. Jamstvo trajnosti refleksije je 7 godina. [4]

U današnje vrijeme postoje materijali klase I koji su napravljeni od trajnog materijala s mikroprizmama, odnosno optičkih prizmatskih leća, koji su oblikovani u prozirnoj sintetskoj smoli, hermetički zatvoreni i s ljepilom aktiviranim na pritisak na poledini, čime se ostvaruje trajno pričvršćivanje na supstrate prometnih znakova.



Slika 17. Retroreflektirajući materijal klase I

Izvor: [6]

4.2.2. Materijal Klase II - High Intensity Grade

Materijali Klase II poznati su po nazivom folije druge generacije i ova vrsta retroreflektirajuće folije sadrži ućahurene staklene mikrokuglice koje su trostruko sjajnije od folije prve generacije. [6]

Mikrokuglice se ne ulijevaju u plastiku nego su nalijepljene na plastični nosivi sloj, a njihov gornji dio se nalazi u zraku napunjenoj kapsuli zatvorenoj tankim prozirnim gornjim slojem. [4]

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 $250 \text{ cd} \times \text{lx}^{-1} \times \text{m}^2$, a proizvođač daje jamstvo da će nakon 10 godina upotrebe folija zadržati najmanje 80 posto prvotne sjajnosti. [6]

Kao i kod materijala klase I, danas postoje mikroprizmični materijali klase II koji su oblikovani u prozirnoj sintetskoj smoli, hermetički zatvoreni s ljepilom na poledini koje se aktivira pritiskom. [4]



Slika 18. Retroreflektirajući materijal klase II

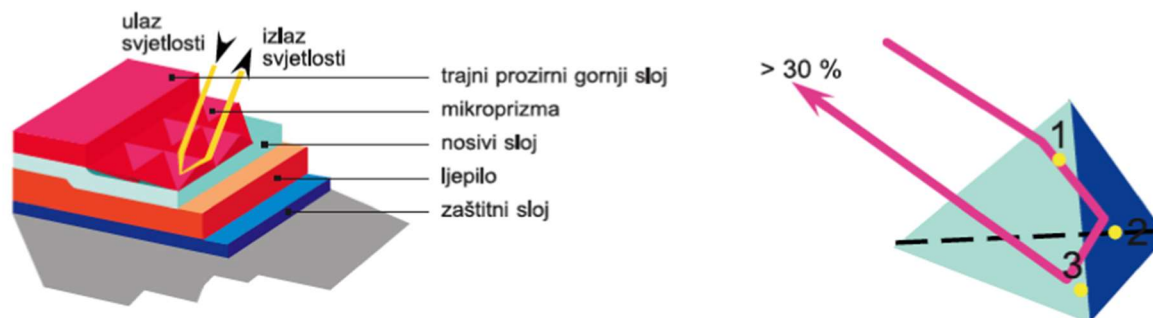
Izvor: [6]

4.2.3. Materijal Klase III – Diamond Grade

Retroreflektirajući materijali klase III poznati su kao materijali treće generacije. Materijali klase III imaju najsajnije reflektirajuće folije i to zbog svog dizajna, tzv. pune kocke, koja vraća gotovo 60% raspoloživog svjetla što je dva puta veće od drugih prizmatičnih folija. [4]

Materijal Klase III izrađen je od vrlo učinkovitih mikroprizama zahvaljujući kojima su više nego trostruko sjajnije od folija druge generacije i čak deseterostruko sjajnije od folija prve generacije. To omogućava bolju vidljivost tijekom noćne vožnje i tijekom loših atmosferskih uvjeta. Dopuštajući ulazne kutove svjetlosnog traka do 60 stupnjeva, ove folije pružaju veliku fleksibilnost kod postavljanja prometnih znakova. [6]

Snaga retrorefleksije kod materijala klase III je $800 \text{ cd} \times \text{lx}^{-1} \times \text{m}^2$, a garancija na sjajnost iznosi 12 godina. Zbog svoje strukture, materijal je nešto deblji u odnosu na druge materijale, te zbog toga dolazi do određenih problema tijekom proizvodnje. [4]



Slika 19. Retroreflektirajući materijal klase III

Izvor: [6]

Postoje 4 tipa ove reflektirajuće folije:

- V.I.P. (Visual Impact Performance) – tip folije koji omogućuje maksimalnu učinkovitost na manjim udaljenostima, te je signalizaciju koja koristi ovu vrstu folije najbolje postaviti u gradskom prometu.
 - L.D.P. (Long Distance Performance) – ovaj tip folije sadrži mikroplazme koje ulazni trak vraćaju na veliku udaljenost te se zbog tog svojstva najčešće primjenjuju na autocestama i brzim cestama.
 - Fluorescent – korištenjem fluorescentnih boja, omogućava povećanju vidljivost danju i noću
 - Diamond Grade Cubed (DG^3) – kombinira najbolja svojstva od V.I.P. i L.D.P. folija pa se može upotrebljavati u gradskom prometu, magistralnim cestama i autocestama.
- [4]

5. ISPITIVANJE KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA

Za sigurno odvijanje prometa potrebni su kvalitetni i jasno vidljivi prometni znakovi. S vremenom prometni znakovi gube na kvaliteti i vidljivosti, zbog utjecaja sunca i ostalih atmosferskih nepravilnosti. Zbog toga je potrebno često provjeravati kvalitetu prometnih znakova, te ukoliko određeni znakovi nemaju potrebne parametre potrebno ih je zamijeniti novima. Ispitivanjem prometnih znakova ispituje se ustvari njihova retrorefleksija, tehnički elementi i položaj u odnosu na rub ili površinu kolnika. Ispitivanja se obavljaju da se provjeri da li su prometni znakovi u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19) i odgovaraju li zahtjevima Hrvatskih normi. [4]

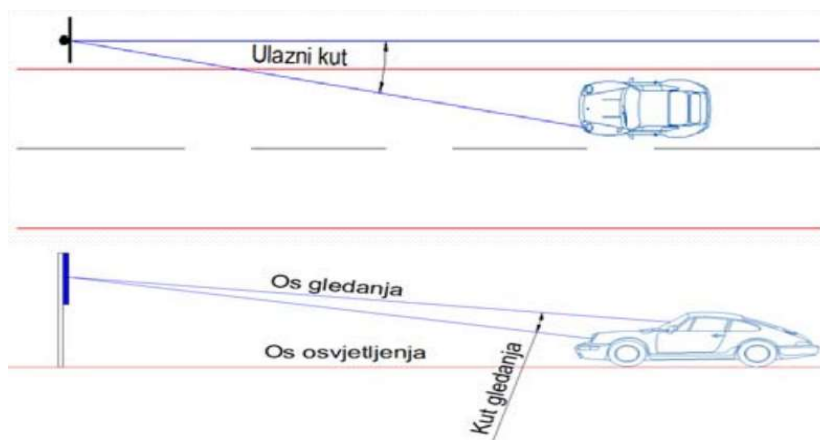
Za svaki znak, odnosno za svaku boju se rade tri mjerenja koeficijenta retrorefleksije, a kao konačna vrijednost koeficijenta uzima se prosjek sva tri mjerenja. Mjerenja koeficijenta retrorefleksije se rade pod kutom promatranja od 20° i upadnim kutom svjetla od 5° . [4]



Slika 20. Mjesta ispitivanja prometnih znakova

Izvor: [4]

Kut koji se javlja između svjetlosne zrake koja pada na površinu znaka i linija koja izlazi okomito od površine naziva se ulazni kut, a kut između ulazne zrake svjetlosti i reflektirane zrake svjetlosti je kut gledanja. [4]



Slika 21. Ulazni kut i kut gledanja

Izvor: [4]

Na svim mjernim mjestima analizira se:

- vrsta znaka
- naziv znaka
- šifra znaka
- grafički prikaz
- oblik znaka
- dimenzije znaka i odstupanje
- boja (podloge, ruba i simbola)
- načini postave
- načini pričvršćenja
- visina znaka
- udaljenost od ruba
- vrsta podloge
- načini konstrukcije
- datum postave
- podaci o proizvođaču znaka
- podaci o postavljaču znaka
- klasa retroreflektirajuće folije
- podaci o proizvođaču retroreflektirajuće folije
- odnos najmanjih dozvoljenih i izmjerenih vrijednosti koeficijenta retrorefleksije [4]

Jedan od najpoznatijih uređaja koji se koristi za ispitivanje kvalitete prometnih znakova zove se Zehntner ZRS 6060. Uređaj posjeduje LED osvjetljenje i 3.5“ dodirni zaslon u boji visoke rezolucije s podesivim nagibom zaslona. Pogodan je za sve vrste i boje retroreflektirajućeg materijala, automatski detektira boju retroreflektivnog materijala, te ima mogućnost bilježenja GPS koordinate koja se može naknadno pregledati u MappingTools softveru. [13]



Slika 22. Retroreflektrometar Zehntner ZRS 6060

Izvor: [7]

Uređaj RetroSign GRX također se koristi za ispitivanje retrorefleksije prometnih znakova, ali može poslužiti i za mjerenje retrorefleksije registarskih tablica i reflektirajućih prsluka. Mjerenje sa ovim instrumentom se obavlja u jednoj sekundi, a podaci koji se dobiju ovim uređajem se jednostavno prenose na osobno računalo. Memorija ovoga uređaja može pohraniti više od 2 milijuna očitavanja, ukoliko nisu uključene fotografije, a s fotografijama može pohraniti više od 2 000 očitavanja. Neke od bitnih značajki ovog uređaja su automatsko prepoznavanje boja, kontrast boja i prikaz podataka u postojećim softverskim programima. Postoje 3 modela ovog uređaja a to su GRX-1, GRX-3, GRX-7. [10]



Slika 23. Retroreflektrometar RetroSign GRX

Izvor: [10]

The RoadVista model 922 je ručni retroreflektrometar za prometne znakove koji se koristi u SAD-u. Softveri koji su ugrađeni u uređaj omogućuju upravljanje podacima u Excel proračunskim tablicama i omogućuju jednostavno učitavanje podataka u određeni GIS sustav. Ovaj uređaj je usklađen s normama ASTM E1709 i ASTM E2540, EN 12899-1, DIN 67520 i EN ISO 20471. Uređaj mjeri sve vrste retroreflektirajućih materijala jednim mjerenjem, a vrijeme mjerenja iznosi 1 sekundu. Posjeduje i digitalni TFT LCD zaslon u boji koji je osjetljiv na dodir. [11]



Slika 24. Retroreflektrometar The RoadVista 922

Izvor [11]

6. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA KARLOVAČKE ŽUPANIJE

Karlovačka županija smještena je u središnjoj Hrvatskoj i graniči s dvije susjedne države: Republikom Slovenijom i Bosnom i Hercegovinom. Glavni grad županije Karlovac ujedno je i administrativno, političko, gospodarsko, kulturno i sportsko središte županije. Površina županije iznosi 3626 km^2 što čini oko 6,4 % ukupne površine Republike Hrvatske. [14]

Kroz Karlovačku županiju prolazi 12 državnih cesta i to: DC1, DC3, DC6, DC23, DC36, DC42, DC204, DC216, DC228, DC429, DC541 i DC545. Analizom kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije obuhvaćeno je svih 12 državnih cesta, a analizu kvalitete provodio je Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu korištenjem ručnog reflektrometra Zehntner ZRS 6060. Na slici su prikazane trase državnih cesta koje prolaze kroz Karlovačku županiju. [15]



Slika 25. Prikaz državnih cesta u Karlovačkoj županiji pomoću GIS sustava

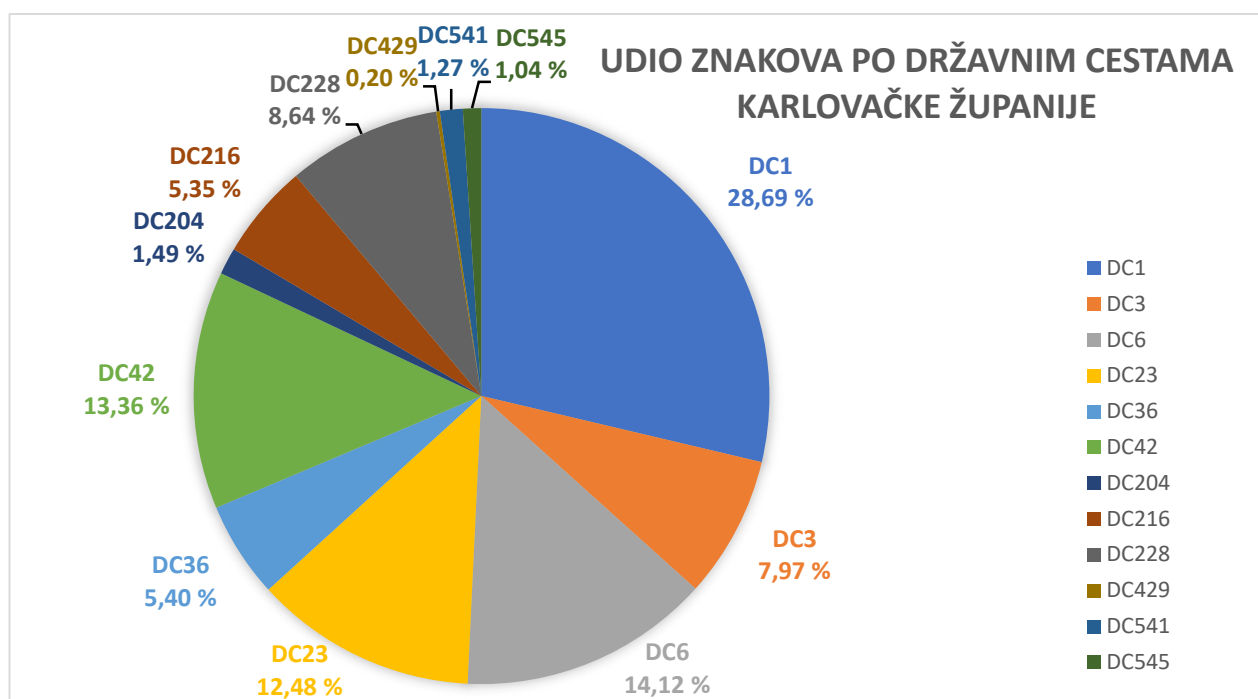
Izvor: [12]

Tablica 1. Prikaz naziva i duljina državnih cesta Karlovačke županije, te broj prometnih znakova na svakoj cesti

Cesta	Opis	Dulj. cestovnog pravca (km)	Broj prometni h znakova
DC1	Gornji Macelj (A2) – Krapina – Zagreb – Karlovac – Gračac – Knin – Brnaze – Split (D8)	95,536	2322
DC3	G.P. Goričan (gr. R. Mađarske) – Čakovec – Varaždin – Breznički Hum – Zagreb – Karlovac – Rijeka (D8)	30,132	645
DC6	G.P. Jurovski Brod (gr. R. Slovenije) – Ribnik – Karlovac – Brezova Glava - Vojnić – Glina – Dvor – G.P.Dvor (gr. BiH)	50,569	1143
DC23	Duga Resa (D3) – Josipdol – Žuta Lokva – Senj (D8)	54,894	1010
DC36	Karlovac (D1) - Pokupsko - Sisak - Popovača (Ž3124)	21,948	437
DC42	Vrbovsko (D3) – Ogulin – Josipdol - Plaški - Grabovac (D1)	69,343	1081
DC204	G.P. Pribanjci (gr. R. Slovenije) – Bosanci (D3) – čvorište Bosiljevo 1 (A1)	6,230	121
DC216	Vojnić (D6) – Kolarić - G.P. Maljevac (gr. BiH)	25,104	433
DC228	Jurovski Brod (D6) - Kamanje - Ozalj - Karlovac (D1)	30,192	699
DC429	Selište Drežničko (D42) - Prijeboj (D1)	0,846	16
DC541	D6 - čvorište Novigrad (A1)	5,490	103
DC545	Karlovac (D228) - Karlovac (D6) - Karlovac (D3)	1,276	84
	UKUPNO:	391,560	8094

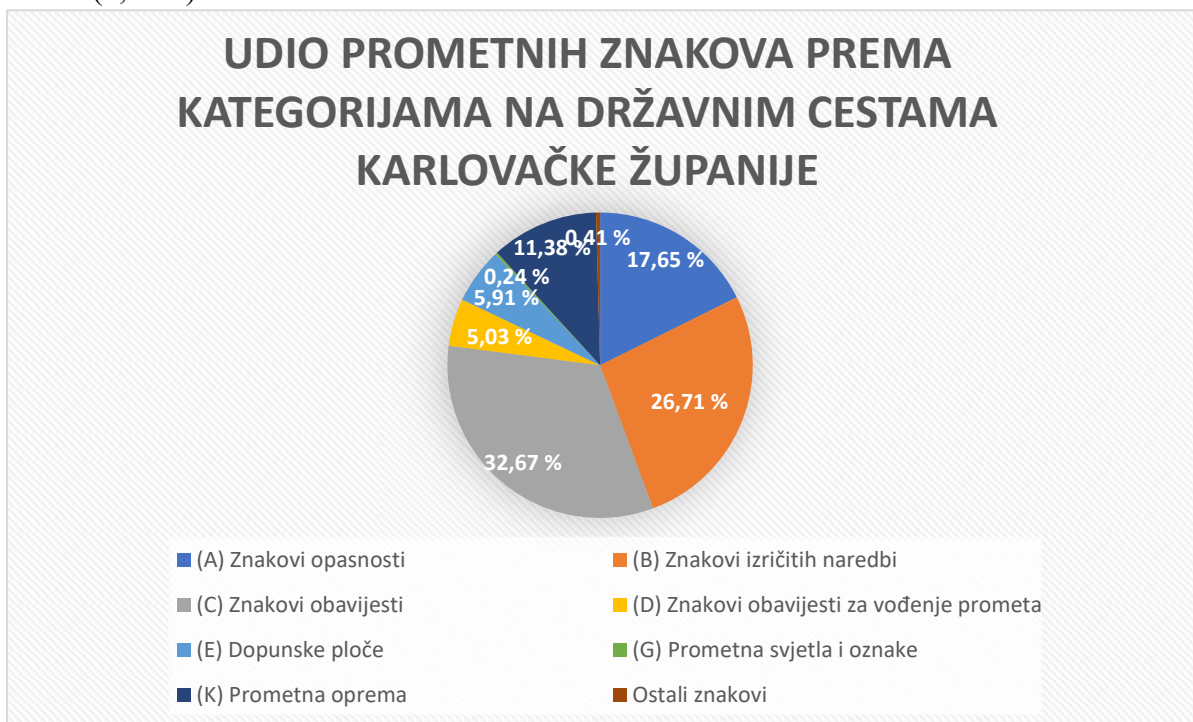
U tablici 1. prikazane su sve državne ceste koje prolaze kroz Karlovačku županiju, duljine cestovnih pravaca, te broj prometnih znakova koji se nalaze na svakoj cesti zasebno. Ukupna duljina državnih cesta u Karlovačkoj županiji iznosi 391,560 km, a ukupan broj prometnih znakova na državnim cestama iznosi 8094.

Grafikon 1. prikazuje postotni udio znakova na pojedinim državnim cestama. Iz tablice i grafikona vidljivo je da je državna cesta DC1 najduža cesta koja prolazi kroz Karlovačku županiju i ima najveći broj prometnih znakova 2322, što čini 28,69% svih znakova koje se nalaze na državnim cestama Karlovačke županije. Nakon nje slijede državna cesta DC6 s 1143 prometna znaka što čini 14,12%, zatim državna cesta DC42 s 1081 prometna znaka što čini 13,36 %, te državna cesta DC23 s 1010 prometna znaka što čini 12,48% od ukupnog broja prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije. Državne ceste koje imaju manje prometnih znakova su državne ceste DC204 (1,49%), DC541 (1,27%), DC545 (1,04%), a državna cesta DC429 koja duga 0,846 km ima svega 16 prometnih znakova koji čine 0,20%.

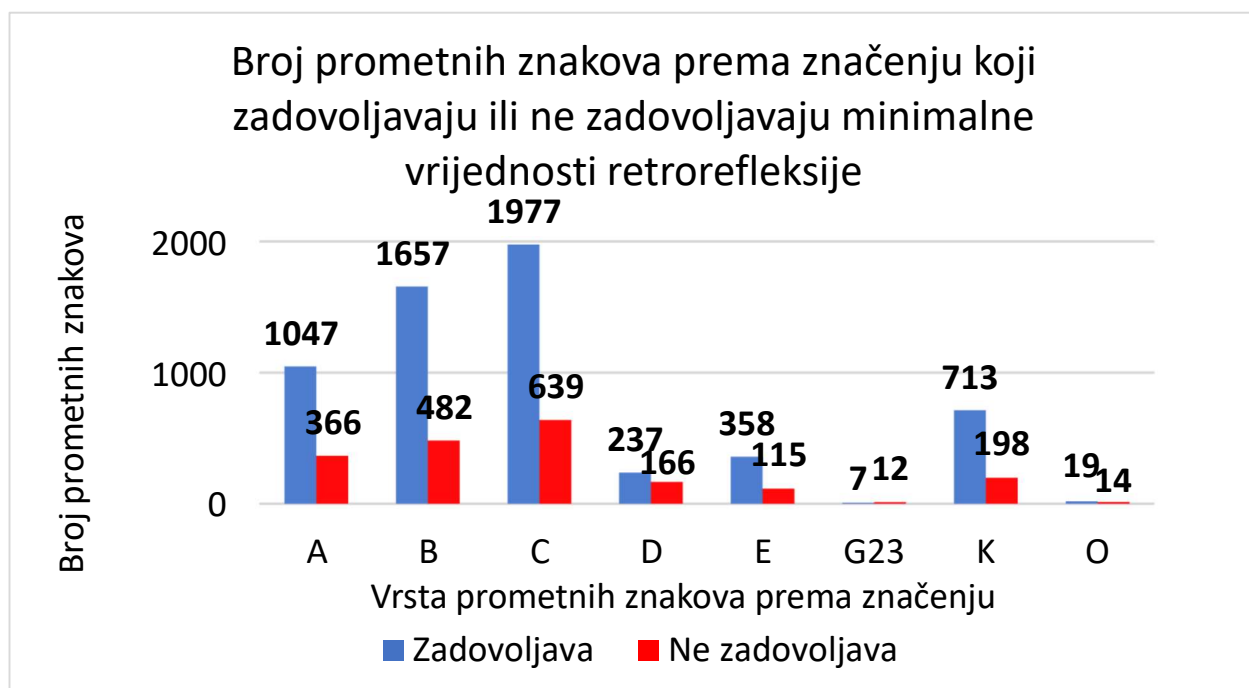


Grafikon 1. Udio prometnih znakova po državnim cestama Karlovačke županije

Grafikon 2. prikazuje udio prometnih znakova prema kategorijama koji se nalaze na državnim cestama Karlovačke županije. Iz grafikona je vidljivo da najveći dio pripada znakovima obavijesti s 32,67%, a najzastupljeniji znak te kategorije je znak koji označava mjesto na kolniku na kojem je obilježen pješački ili pješačko-biciklistički prijelaz (C02). Znakovi izričitih naredbi čine 26,71%, a najzastupljeniji znak iz te kategorije je znak za obavezno zaustavljanje (B02). Zatim slijede znakovi opasnosti sa 17,65% udjela, a najčešći prometni znak iz te kategorije upozorava na divljač na cesti (A33). Po kategoriji znakova najmanje udjela imaju znakovi koji nemaju šifru po Pravilniku (0,41%), te prometna svjetla i oznake (0,24%).

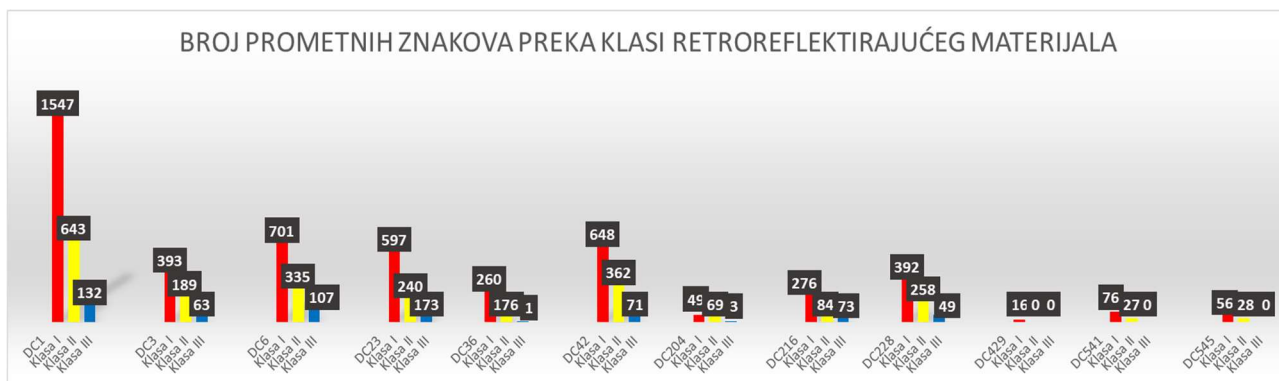


Grafikon 2. Udio prometnih znakova prema kategorijama po dionicama državnih cesta Karlovačke županije



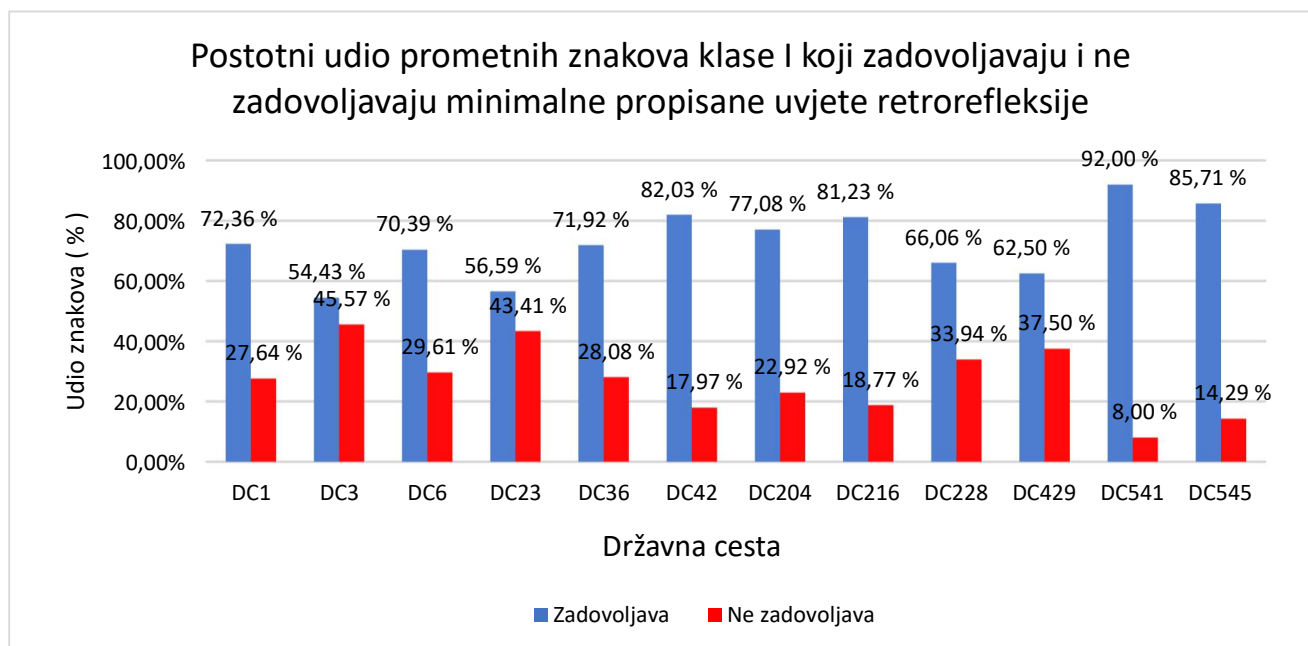
Grafikon 3. Broj prometnih znakova prema značenju koji zadovoljavaju ili ne zadovoljavaju minimalne vrijednosti retrorefleksije

Iz grafikona 3 vidimo broj prometnih znakova prema značenju koji zadovoljavaju odnosno ne zadovoljavaju minimalne vrijednosti retrorefleksije. Može se zaključiti da veliki udio znakova koji su podijeljeni prema značenju zadovoljavaju minimalne vrijednosti retrorefleksije, jedino kod prometnih svjetala i oznaka kojih ima svega 19 na državnim cestama Karlovačke županije, njih 12 ne zadovoljava minimalne vrijednosti retrorefleksije, dok njih 7 zadovoljava.

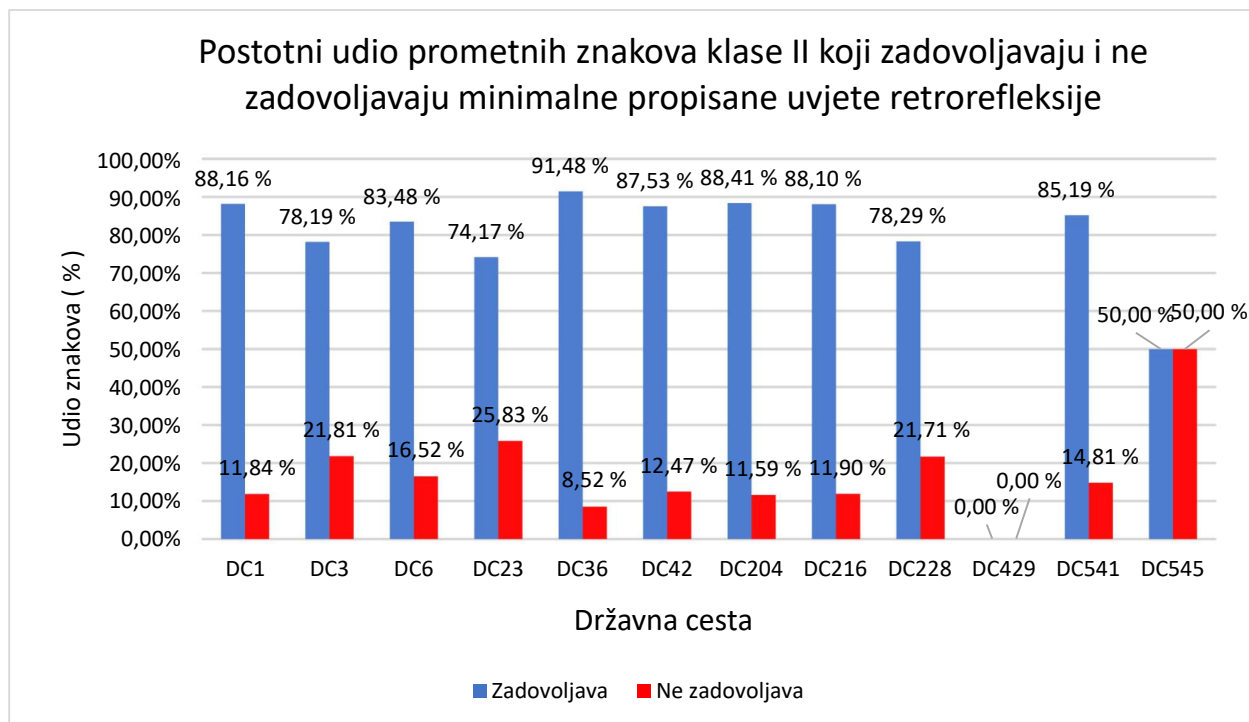


Grafikon 4. Broj prometnih znakova prema klasi retroreflektirajućeg materijala

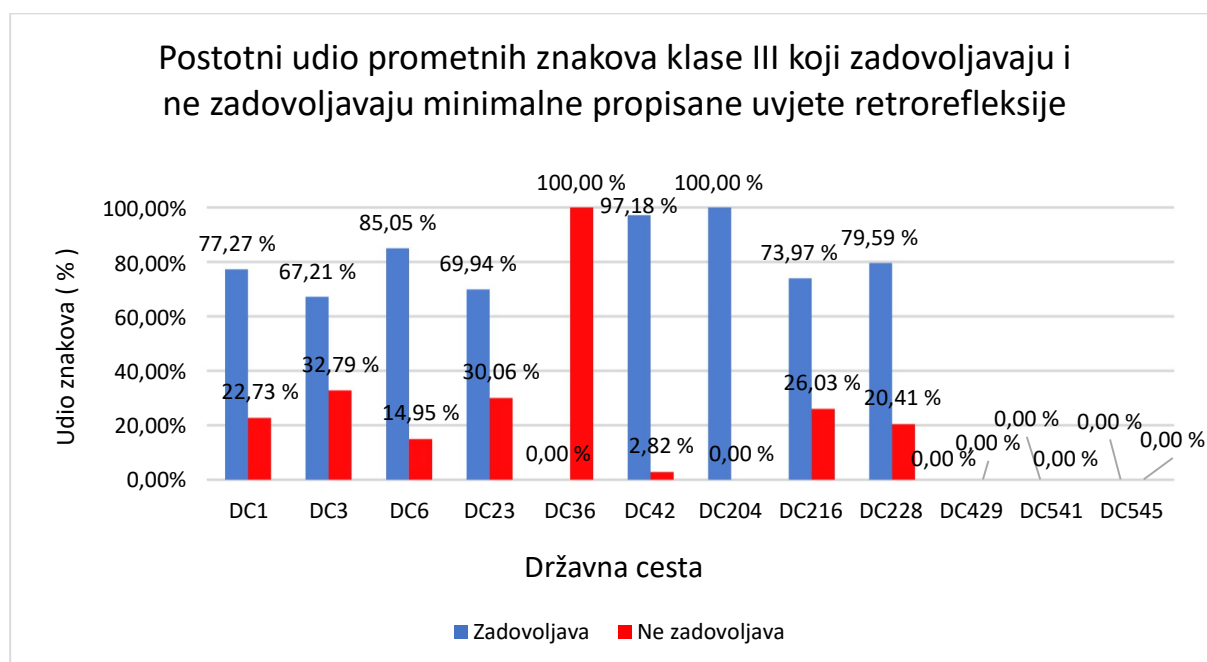
Grafikon 4 prikazuje broj prometnih znakova prema klasi retroreflektirajućeg materijala na pojedinoj cesti Karlovačke županije. Kao što je iz prethodnih tablica i grafikona poznato državna cesta DC1 ima najviše prometnih znakova, ali najveći broj znakova, čak 1547, ima materijal klase I, zatim slijede znakovi s materijalom klase II kojih ima 643, a tek 132 znaka na državnoj cesti DC1 ima materijal klase III. Državna cesta DC23 ima 173 znaka s materijalom klase III što je čini cestom s najvećim brojem znakova s materijalom klase III, a još ima 240 znakova s materijalom klase II i 597 znakova s materijalom klase I. Na državnoj cesti DC6 postoji 107 znakova s materijalom klase III, 335 znaka s materijalom klase II i 701 znak s materijalom klase I. Državne ceste sa najmanje znakova s materijalom klase III su državna cesta DC204 koja ima 3 znaka, državna cesta DC36 s jednim znakom, a državne ceste DC541, DC545 i DC429 nemaju niti jednog znaka s materijalom klase III.



Grafikon 5. Postotni udio prometnih znakova klase I koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije



Grafikon 6. Postotni udio prometnih znakova klase II koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije



Grafikon 7. Postotni udio prometnih znakova klase III koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije

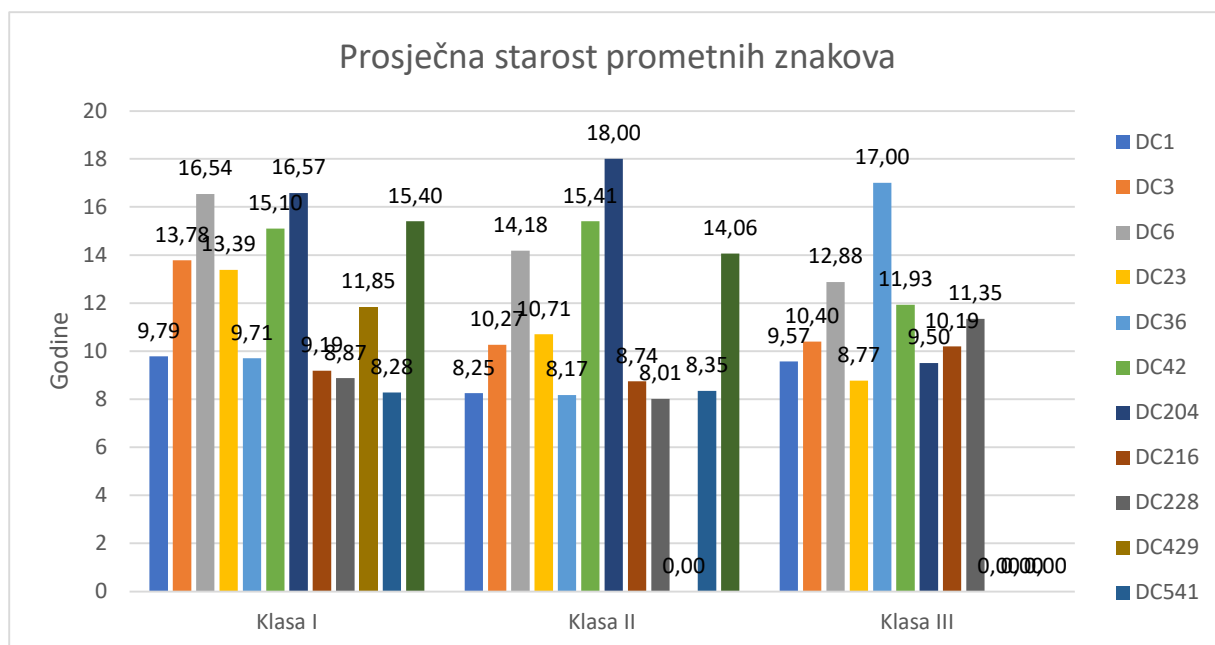
Prometni znak se smatra ispravnim ako ima vrijednost retrorefleksije veći ili jednak minimalno propisanim, a mora biti i tehnički ispravan. Tehnička ispravnost prometnog znaka odnosi se na vanjska oštećenja koja mogu nastati zbog raznih razloga kao što su vremenske prilike, posljedica djelovanja prometa i namjernog ili nenamjernog oštećivanja od strane čovjeka ili životinje.



Grafikon 8. Ukupni postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost na državnim cestama Karlovačke županije

Na državnim cestama Karlovačke županije postoje 8094 prometna znaka, njih 5162 zadovoljilo je uvjete tehničke ispravnosti, a njih 2932 nije zadovoljilo. U postocima na znakove koji zadovoljavaju tehničku ispravnost pripada 63,78%, a 36,22% na znakove koji nisu zadovoljili uvjete tehničke ispravnosti, kao što je vidljivo na Grafikonu 8.

Prilikom izrade prometnog znaka proizvođač je dužan na poleđinu prometnog znaka nalijepiti naljepnicu s naznačenom godinom proizvodnje. Svaki prometni znak ima minimalni korisni vijek trajanja, a on je vezan za klasu retroreflektirajućeg materijala. Prometni znakovi s materijalom klase I imaju predviđeni vijek trajanja od minimalno sedam godina. Kod materijala klase II vijek trajanja iznosi minimalno deset godina, a kod materijala klase III garancija iznosi dvanaest godina. Nakon što prođe garantni rok prometnog znaka on je i dalje ispravan, ako vrijednost retrorefleksije zadovoljava određene uvjete i ukoliko je znak tehnički ispravan. Broj prometnih znakova na cestama Karlovačke županije koji nemaju podatak o godini proizvodnje iznosi 1009, što čini 12,47% svih prometnih znakova. Na Grafikonu 9 prikazane su prosječne godine starosti prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije po klasama materijala.



Grafikon 9. Prikaz prosječne starosti prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije po klasi materijala

7. ZAKLJUČAK

Prometni znakovi predstavljaju jedan od najvažnijih elemenata koji utječu na sigurnost cestovnog prometa. Oni sudionicima u prometu ukazuju na bitne informacije poput opasnosti, ograničenja, zabrana te usmjeravaju do određenih lokacija. Najvažnija karakteristika prometnih znakova je vidljivost, a to najviše ovisi o vrsti retroreflektirajućeg materijala koji je zalijepljen na prednju stranu prometnog znaka.

Svi prometni znakovi na cestama Republike Hrvatske moraju biti postavljeni prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/2019). Da bi prometni znakovi kvalitetno izvršavali svoju funkciju oni trebaju biti tehnički ispravni, pravilno postavljeni i vidljivi u svim uvjetima vožnje. Za održavanje kvalitetne i sigurne prometnice potrebno je vršiti ispitivanje kvalitete prometnih znakova i sve znakove koji ne zadovoljavaju potrebne uvjete zamijeniti novima.

Cilj ovog završnog rada bio je, temeljem podataka dobivenih analizom kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije, utvrditi ukupan broj i udio pojedinih prometnih znakova koje možemo podijeliti s obzirom na značenje, vrstu materijala, te njihovu tehničku ispravnost. Ispitivanje prometnih znakova izvršio je Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu. Ispitivanjem se obuhvatilo 12 državnih cesta koje prolaze kroz Karlovačku županiju. Rezultati su pokazali da na državnim cestama Karlovačke županije 63,78% znakova zadovoljava dok ostalih 36,22% znakova ne zadovoljava tehničku ispravnost. Iako je više od polovice znakova tehnički ispravno za sigurnost prometa bilo bi poželjno da je taj broj još veći.

Kao što je i za pretpostaviti državne ceste koje su duže poput DC1, DC6, DC42 i DC23 obuhvaćaju najveći udio prometnih znakova. Iako je najveći udio prometnih znakova izrađeno od osnovnog materijala klase I, te materijala klase II, 80-90% tih znakova zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije. Mali dio znakova izrađeno je od materijala klase III, ali i kod njih je veliki postotak onih koji zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije, osim na državnoj cesti DC36 gdje postoji samo jedan prometni znak tog materijala koji nije zadovoljio minimalne propisane uvjete.

Analizom se obuhvatila i prosječna starost prometnih znakova. Prosječna starost znakova s materijalom klase I iznosi nešto više od 12 godina što je dosta staro pošto jamstveni rok za tu vrstu materijala iznosi 7 godina. Kod prometnih znakova izrađenih od materijala klase II i III prosječna starost iznosi oko 11 godina. Jamstveni rok za materijal klase II iznosi 10 godina dok za materijal klase III iznosi 12 godina. Broj prometnih znakova koji ne sadrže podatak o starosti iznosi 1009, što čini oko 12% svih znakova.

Kvalitetna i tehnički ispravna prometna signalizacija ima veliki utjecaj na sigurnost prometa. Redovite kontrole i analize prometnih znakova mogu pokazati njihovo stanje, te pomoći oko njihovog održavanja i pravovremenog mijenjanja. Ulaganjem u nove i kvalitetnije prometne znakove, kao što su prometni znakovi izrađeni od retroreflektirajućeg materijala klase III koji imaju najbolje karakteristike i najduži vijek trajanja, može se postići bolja vidljivost prometnih znakova, a time i sigurnost cestovnog prometa.

Literatura

- [1] Nastavni materijali iz kolegija Sigurnost cestovnog prometa I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. god 2021./2022.
- [2] URL:<https://www.prometna-zona.com/povijest-prometnih-znakova/> (lipanj 2022.)
- [3] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19) (lipanj 2022.)
- [4] Nastavni materijali iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. god 2018./2019.
- [5] Cerovac, V. Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [6] URL: <https://www.chemosignal.hr/usluge/3m/prometni-znakovi/> (srpanj 2022.)
- [7] URL:<https://www.johngodrich.co.uk/zehntner-zrs-6060-retroreflectometer-for-road-signs> (srpanj 2022.)
- [8] URL: <https://autoskola-formula.hr/> (srpanj 2022.)
- [9] URL:<https://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/promjenjiva-signalizacija/> (srpanj 2022.)
- [10] URL:<https://roadsensors.madebydelta.com/products/retrosign-grx-retroreflectometer/> (srpanj 2022.)
- [11] URL: <https://www.roadvista.com/922-handheld-retroreflectometer/> (srpanj 2022.)
- [12] URL: <https://geoportal.hrvatske-ceste.hr/gis> (srpanj 2022.)
- [13] URL: <https://www.fpz.unizg.hr/zps/> (srpanj 2022.)
- [14] URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Karlova%C4%8Dka_%C5%BEupanija (kolovoz 2022.)
- [15] Podaci Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

Popis slika

Slika 1. Zakon crvene zastave	3
Slika 2. Znakovi opasnosti.....	5
Slika 3. Znakovi izričitih naredbi	6
Slika 4. Znakovi obavijesti	7
Slika 5. Prikaz 5 stupnjeva obavješćivanja sudionika u prometu	8
Slika 6. Znakovi obavijesti za vođenje prometa	9
Slika 7. Dopunske ploče	10
Slika 8. Promjenjivi prometni znakovi	11
Slika 9. Horizontalno i vertikalno vidno polje.....	12
Slika 10. Vidljivost u otežanim uvjetima	13
Slika 11. Percepcija noću.....	14
Slika 12. Zrcalna refleksija	16
Slika 13. Difuzna refleksija	16
Slika 14. Retrorefleksija	17
Slika 15. Sferična retrorefleksija	17
Slika 16. Prizmatična retrorefleksija.....	18
Slika 17. Retroreflektirajući materijal klase I.....	19
Slika 18. Retroreflektirajući materijal klase II	20
Slika 19. Retroreflektirajući materijal klase III	20
Slika 20. Mjesta ispitivanja prometnih znakova.....	22
Slika 21. Ulazni kut i kut gledanja.....	23
Slika 22. Retroreflektrometar Zehntner ZRS 6060.....	24
Slika 23. Retroreflektrometar RetroSign GRX.....	24
Slika 24. Retroreflektrometar The RoadVista 922	25
Slika 25. Prikaz državnih cesta u Karlovačkoj županiji pomoću GIS sustava	26

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz naziva i duljina državnih cesta Karlovačke županije, te broj prometnih znakova na svakoj cesti	27
--	----

Popis grafikona

Grafikon 1. Udio prometnih znakova po državnim cestama Karlovačke županije	28
Grafikon 2. Udio prometnih znakova prema kategorijama po dionicama državnih cesta Karlovačke županije	29
Grafikon 3. Broj prometnih znakova prema značenju koji zadovoljavaju ili ne zadovoljavaju minimalne vrijednosti retrorefleksije	30
Grafikon 4. Broj prometnih znakova prema klasi retroreflektirajućeg materijala.....	31
Grafikon 5. Postotni udio prometnih znakova klase I koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije	32
Grafikon 6. Postotni udio prometnih znakova klase II koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije	32
Grafikon 7. Postotni udio prometnih znakova klase III koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije	33
Grafikon 8. Ukupni postotni udio prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost na državnim cestama Karlovačke županije.....	33
Grafikon 9. Prikaz prosječne starosti prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije po klasi materijala.....	34

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ završni rad
(vrsta rada)
isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Karlovačke županije, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 22.8.2022.

Franjo Galić
(ime i prezime, potpis)