Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji

Grcić, Mihovil

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:119:321236

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-23**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mihovil Grcić

ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ZADARSKE ŽUPANIJE

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ZADARSKE ŽUPANIJE

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

Završni rad

Mentor**:** prof. dr. sc. tech. Darko Babić

Student: Mihovil Grcić

JMBAG: 0135261201

Zagreb, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTIODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 28. svibnja 2024.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7729

Pristupnik: **Mihovil Grcić (0135261201)**
Studij: Promet
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: **Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji**

Opis zadatka:

Cilj ovog rada je provesti detaljnu analizu kvalitete prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji. Analiza će obuhvatiti pregled postojećih prometnih znakova, njihovu vidljivost, postavljanje i usklađenost sa važećim nacionalnim i europskim standardima. Poseban naglasak bit će stavljen na identificiranje nedostataka u kvaliteti prometnih znakova, uključujući znakove koji su oštećeni ili ne zadovoljavaju minimalne uvjete kvalitete. Kroz terenska istraživanja i prikupljanje podataka, cilj je utvrditi utjecaj kvalitete prometnih znakova na sigurnost i učinkovitost prometa. Na temelju dobivenih rezultata, bit će izrađeni konkretni prijedlozi za poboljšanje kvalitete prometnih znakova, s posebnim naglaskom na povećanje sigurnosti svih sudionika u prometu, te smanjenje brojaprometnih nesreća.

Mentor:

prof. dr. sc. Darko Babić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

SAŽETAK

Ovaj završni rad analizira kvalitetu prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije, ističući njihovu važnost za sigurnost i učinkovitost prometnog sustava. Rad pokriva razne teme vezane uz prometne znakove, primjerice njihove materijale, funkcije i utjecaj okolišnih faktora. Analizirani su i materijali korišteni u izradi znakova, s posebnim naglaskom na retroreflektirajuće materijale te njihovu otpornost na uvjete okoline kao što su UV zračenje, vlaga i zagađenje. Rad istražuje metode ispitivanja i održavanja znakova, kao i primjenu naprednih tehnologija i materijala za poboljšanje njihove kvalitete. Cilj ovog rada je analizirati prometne znakove na državnim cestama na području Zadarske županije temeljem podataka o tehničkim karakteristikama prometnih znakova dobivenih ispitivanjem provedenim od strane Zavoda za prometnu signalizaciju, Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu.

Ključne riječi: *prometni znakovi, sigurnost prometa, državne ceste, materijali i tehnologije*

SUMMARY

This thesis analyzes the quality of traffic signs on state roads in Zadar County, highlighting their importance for the safety and efficiency of the traffic system. The paper covers various topics related to traffic signs, such as their materials, functions, and the impact of environmental factors. The materials used in the production of signs are also analyzed, with a particular emphasis on retroreflective materials and their resistance to environmental conditions such as UV radiation, moisture, and pollution. The study explores methods for the inspection and maintenance of signs, as well as the application of advanced technologies and materials to improve their quality. The aim of this paper is to analyze traffic signs on state roads in Zadar County based on data on the technical characteristics of traffic signs obtained from tests conducted by the Department of Traffic Signalization, Faculty of Transport and Traffic Sciences, University of Zagreb.

Keywords: *Traffic signs, traffic safety, state roads, materials and technologies*

SADRŽAJ

1.UVOD 1

2. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA 2

2.1. Povijest prometnih znakova 2

2.2. Funkcija i uloga prometnih znakova u prometnom sustavu 4

2.2.1. Sigurnost i regulacija prometa na cesti 4

2.2.2. Informiranje i usmjeravanje vozača 4

2.3. Zakonska regulativa i standardi za prometne znakove 5

2.4. Podjela prometnih znakova 5

2.4.1. Znakovi opasnosti 6

2.4.2. Znakovi izričitih naredbi 7

2.4.3. Znakovi obavijesti 8

2.4.4. Znakovi obavijesti za vođenje prometa 9

2.4.5. Dopunske ploče 10

2.4.6. Promjenjivi prometni znakovi 11

3. MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA 12

3.1. Vrste refleksije 13

3.2. Vrste retroreflektirajućih materijala 15

3.2.1. Materijali klase I – Engineer Grade 16

3.2.2. Materijali klase II – High Intensity Grade 17

3.2.3. Materijali klase III – Diamond Grade 17

4. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA 20

4.1. Vizualna percepcija 20

4.2. Percepcija u otežanim uvjetima vidljivosti 21

4.2.1. Posljedica utjecaja okoline 21

4.2.2. Posljedica utjecaja vozača 22

4.2.3. Posljedica utjecaja vozila 23

5. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ZADARSKE ŽUPANIJE 24

6. ZAKLJUČAK 34

7. LITERATURA 36

POPIS SLIKA 38

POPIS TABLICA 38

POPIS GRAFIKONA 38

1.UVOD

Predmet ovog rada je sveobuhvatna analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji. Prometni znakovi osnovni su komunikacijski alat između cestovne infrastrukture i sudionika u prometu koji im pruža potrebne informacije o situaciji ispred vozila. Njihovo ispravno postavljanje, vidljivost i čitljivost ključni su za stvaranje sigurne i učinkovite prometne mreže. U ovom radu je naglasak stavljen na ocjenu stanja postojećih prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji. Analiza uključuje pregled različitih vrsta prometnih znakova, kao što su znakovi opasnosti, obavijesti, izričitih naredbi i slično te njihove funkcionalnosti u stvarnim uvjetima na terenu. Također, istražena je i usklađenost tih znakova s važećim hrvatskim i europskim standardima i propisima kako bi se identificirale moguće neusklađenosti koje mogu negativno utjecati na sigurnost prometa. Cilj rada je analizirati karakteristike postojećih prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji s ciljem stjecanja uvida u njihovu razinu kvalitete. Krajnji cilj je povećanje sigurnosti cestovnog prometa u Zadarskoj županiji, smanjenje broja prometnih nesreća te unaprjeđenje protočnosti prometa na državnim cestama.

Ovaj rad sastoji se od šest poglavlja. Prvo poglavlje je uvod, gdje se definira predmet istraživanja, postavljaju ciljevi rada te objašnjava važnost analize kvalitete prometnih znakova. Drugo poglavlje, općenito o prometnim znakovima, pruža temeljnu teorijsku osnovu potrebnu za razumijevanje samog rada i analize. U ovom poglavlju objašnjava se klasifikacija prometnih znakova, njihova funkcija u prometnom sustavu te zakonska regulativa koja definira njihovu upotrebu u Republici Hrvatskoj. Treće poglavlje posvećeno je materijalima za izradu prometnih znakova. U ovom dijelu rada razmatraju se različiti materijali koji se koriste za izradu prometnih znakova, njihova trajnost, otpornost na vremenske uvjete i utjecaj na čitljivost i vidljivost znakova. Četvrto poglavlje, percepcija prometnih znakova, ukazuje na važnost vizualne percepcije u prometu te govori o percepciji u otežanim uvjetima vidljivosti. Peto poglavlje predstavlja središnji dio rada pod nazivom analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije. U ovom poglavlju provodi se detaljna analiza trenutnog stanja prometnih znakova, uključujući terenska istraživanja, ocjenu vidljivosti, čitljivosti i ispravnosti postavljenih prometnih znakova. Šesto poglavlje je zaključak, u kojem su sumirani ključni dijelovi rada, izvedeni zaključci na temelju provedenih analiza i predložene konkretne mjere za poboljšanje kvalitete prometne signalizacije na državnim cestama Zadarske županije.

2. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA

Prometni znakovi su osnovna sredstva komuniciranja u prometu na cestama. Namijenjeni su za pružanje informacija od strane nadležnih vlasti krajnjim korisnicima, odnosno sudionicima u prometu. Glavna svrha im je omogućiti učinkovit, siguran i predvidljiv cestovni promet. Primarne funkcije prometnih znakova su usklađivanje prometnih tokova, upravljanje prometom, pružanje potrebnih obavijesti sudionicima u prometu i navođenje do cilja. Postavljanjem visokokvalitetne signalizacije ostvaruje se siguran i učinkovit prometni sustav. Kako bi se to ostvarilo svi prometni znakovi, oprema i signalizacija moraju biti u potpunosti proizvedeni i postavljeni u skladu s hrvatskim propisima. Prometnim znakovima se informiraju i signaliziraju sudionici u prometu o stanju na cestama čime se ostvaruje stabilan i siguran promet. [1] S obzirom na to da sudionici u prometu pojedini prometni znak promatraju tek nekoliko sekundi, znakovi moraju imati jasnu poruku, trebaju biti čitljivi, jednoznačni, postavljeni u odgovarajućem opsegu i odgovarajućeg dizajna te moraju biti kontinuirani i univerzalni. Vidljivost ovisi o mjestu postavljanja, retroreflektirajućim svojstvima i o samoj veličini prometnog znaka [2].

Čitljivost se odnosi na to da svi elementi prometnih znakova moraju biti čitljivi. Jednostavnost zahtjeva razinu detaljnosti koja omogućava njezinu potpunu učinkovitost. Uniformiranost označava da sva mjesta koja imaju iste karakteristike i funkciju moraju biti označena prometnim znakovima na identičan način. Razumljivost nalaže da svi prometni znakovi moraju biti predstavljeni i koncipirani na način da budu jednako razumljivi svakom sudioniku u prometu. Kontinuiranost znači da sudionici u prometu moraju kontinuirano biti obavješteni na svim dijelovima prometne mreže [3].

U nastavku je opisana povijest nastanka prometnih znakova, njihova funkcija i uloga prometnom sustavu. Dodatno su navedeni zakonska regulative i standardi za prometne znakove koji se primjenjuju u Republici Hrvatskoj.

2.1. Povijest prometnih znakova

Prometni znakovi i cestovni propisi koji se koriste u današnjem vremenu, stari su stotinjak godina. Prvi prometni propis koji je predstavljao ograničenje brzine na cestama naziva se “Locomotive Acts” i izglasan je u Engleskom parlamentu 1836. godine, a dopunjen 1865. Taj zakon je kontrolirao brzinu svih parnih vozila osim zaprežnih vozila. Brzina koju su svi trebali poštivati izvan naseljenih mjesta iznosila je 6,5 km/h, a u naseljima brzinu od 3,2 km/h. Propis je obvezivao i svakog vozača da na 100 metara ispred ima jahača koji bi upozoravao prolaznike na dolazeću opasnost tako što bi mahao crvenom zastavom. Zakon pod nazivom “Red Flag Acts” ili “Zakon crvene zastave” je nalagao da u slučaju nesreće svu odgovornost snosi vozač parnog vozila (slika 1). Taj zakon je ukinut 1896. godine [4].

Slika 1. Zakon crvene zastave

Izvor: [5]

Početkom 20. stoljeća pojavila su se prva motorna vozila koja su sve češće i jednostavnije prelazila državne granice te se s time i pojavila potreba za uvođenjem međunarodnih propisa koji bi podjednako davali prilike svim sudionicima u prometu na svim cestama. 1909. godine u Parizu sklopljena je prva međunarodna Konvencija o cestovnom i automobilskom prometu. Najvažnija konvencija je Ženevska konvencija u kojoj je dogovoren Protokol o signalizaciji na cestama, a izmjene i dopune dogodile su se u 1968. godini na Međunarodnoj konvenciji Organizacije ujedinjenih naroda o prometu na cestama. Na tim konvencijama se predlagalo da na svim prometnim znakovima u svim državama bude znak obavijesti ili naredbe opisan simbolom, a ne slovima, jer su htjeli da bude razumljiv svima. U to vrijeme bio je velik broj nepismenih, ali dobrih vozača, pa se stoga težilo znakovima koji su sadržavali jasno razumljive simbole [4].

Prvom Pariškom konvencijom određeni su oblici prometnih znakova. Znakovi obavijesti dobili su pravokutni oblik, znakovi izričitih naredbi oblik kruga i znakovi opasnosti su dobili jednakostranični trokut s vrhom prema gore. Njihov broj se mijenjao kroz vrijeme. 1968. godine su se izvršile posljednje dopune i izmjene u Protokolu o prometnoj signalizaciji, a umjesto tadašnjeg okruglog znaka s ucrtanim trokutom uveli su u uporabu znak obveznog zaustavljanja koji je imao oblik osmerokuta. To je jedini znak takvog oblika i s tim znakom su htjeli istaknuti njegovu važnu ulogu u prometu u odnosu na ostale znakove. U suvremenom se prometu koristi nekoliko sustava znakova, primjerice oni temeljeni na uporabi simbola bez riječi, temeljeni na uporabi riječi, temeljeni na kombinaciji riječi i simbola i drugi. Da bi se normizirali i unificirali prometni znakovi na međunarodnoj razini, u Beču 1968. godine dogodila se Konferencija cestovnog prometa u kojoj je uveden novi sporazum. U tom sporazumu uključen je najširi sustav iz Nacrta konvencije iz 1953.

godine i protokol koji koristi cijela Europa. Ta konvencija predstavlja i osnovu za naše prometne znakove [4].

2.2. Funkcija i uloga prometnih znakova u prometnom sustavu

2.2.1. Sigurnost i regulacija prometa na cesti

Prometni znakovi imaju glavnu ulogu u pružanju visoke razine sigurnosti u prometu i regulaciji prometa. Bitni su za uspostavljanje reda, što smanjuje mogućnost prometnih zagušenja i omogućuje lakši i nesmetani promet za sve sudionike u prometu. Njihova glavna funkcija u regulaciji prometa je usmjeravanje vozila i pješake kroz prometne tokove tako da se u što većoj mjeri smanjuje mogućnost prometnih zastoja i nesreća. Na primjer, znakovi opasnosti koji upozoravaju vozače na određene rizike, poput radova na cesti, opasnih zavoja ili nailazaka na raskrižja. Oni signaliziraju vozačima da prilagode svoju brzinu i način vožnje kako bi izbjegli iznenadne i nepredviđene događaje na cesti. Znakovi zabrane, poput onih koji zabranjuju promet u određenim područjima ili zabranjuju parkiranje, također imaju veliku i važnu ulogu u reguliranju prometa na cesti. Oni pomažu pri sprečavanju opasnih i nelegalnih radnji koje bi potencijalno dovele do prometnih zastoja. Primjerice, zabrana parkiranja u zonama visokog prometa koja omogućava nesmetan prolaz vozilima hitne službe i javnog prijevoza, čime se prilično poboljšava prometna protočnost i maksimalno smanjuje mogućnost prometnih nesreća. Prometni znakovi obvezuju vozače na pridržavanje određenih pravila koja su namijenjena njihovoj zaštiti [1].

2.2.2. Informiranje i usmjeravanje vozača

Prometni znakovi bitni su za ispravno informiranje i usmjeravanje vozača, što je od iznimne važnosti za učinkovito upravljanje prometom. Putem preciznih i jasnih informacija, vozačima omogućavaju da donesu ispravne odluke tijekom vožnje, čime se znatno smanjuje mogućnost nesreća. Prometni znakovi pružaju važne informacije koje vozači koriste za planiranje puta i navigaciju. Na primjer, znakovi koji označavaju udaljenosti do ključnih destinacija, poput gradova, benzinskih postaja ili turističkih atrakcija, omogućuju vozačima da bolje isplaniraju svoje putovanje. Ovi znakovi omogućavaju vozačima da promjene rutu ili prilagode svoju brzinu prema potrebi, čime se omogućava brži i sigurniji promet [1]. Kroz jasne upute, vozači mogu pravovremeno reagirati na promjene u uvjetima na cesti, čime se smanjuje rizik od nesreća uzrokovanih nejasnoćama ili iznenadnim promjenama u prometu. Osim toga, znakovi obveza i zabrana osiguravaju da vozači slijede prometna pravila koja su ključna za sigurnost i pravilno funkcioniranje prometa.

2.3. Zakonska regulativa i standardi za prometne znakove

Zakonska regulativa za prometne znakove od iznimne je važnosti za osiguranje učinkovitosti i razumljivosti prometne signalizacije. U Republici Hrvatskoj, regulacija prometnih znakova detaljno je uređena Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19). Ovaj Pravilnik propisuje osnovne smjernice za postavljanje, izgled i vrste prometnih znakova te način na koji znakovi trebaju biti vidljivi i razumljivi svim sudionicima u prometu. Pravilnik usklađuje hrvatske propise s međunarodnim standardima, kao što su oni definirani Ženevskom konvencijom. Ovi standardi osiguravaju da znakovi budu vidljivi u svim uvjetima, uključujući noćne i druge uvjete smanjene vidljivosti. Materijali i tehnologije koji se koriste moraju ispunjavati zahtjeve za dugotrajnost i otpornost na vanjske utjecaje, što je vrlo važno za održavanje njihove učinkovitosti i sigurnosti. Osim tehničkih specifikacija, zakonska regulativa također obuhvaća pravila za redovito održavanje i provjeru prometnih znakova, uključujući obvezu redovnog nadzora kako bi se osigurala njihova ispravnost i vidljivost te brzo popravljanje ili zamjena oštećenih znakova. Upravo time se osigurava da svi znakovi na cesti ispunjavaju svoje funkcije i da vozači uvijek imaju točne i pravovremene informacije [6].

2.4. Podjela prometnih znakova

Prema funkciji koju imaju u prometu, odnosno prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19) prometni se znakovi dijele na znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi, znakove obavijesti, znakove obavijesti za vođenje prometa, dopunske ploče i promjenjive prometne znakove [6]..

Prometni znakovi se prema Pravilniku postavljaju s desne strane u smjeru kretanja vozila, no ako zbog loše preglednost ili drugih specifičnih uvjeta pojedine lokacije vidljivost prometnog znaka postavljenog uz desni rub kolnika nije dovoljno dobra znak se može postaviti iznad kolnika i/ili uz lijevi rub kolnika u smjeru vožnje. Natpisi na prometnom znaku se ispisuju latiničnim pismom, a dimenzije prometnih znakova ovise o njihovom značenju i važnosti ceste [6].

Znakovi se postavljaju u naseljima na visini od 0,3 do 2,2 metra, a izvan naseljenih mjesta na visini 1,2 do 1,4 metra. Postoje i iznimke kod prometnih znakova koji se postavljaju na visinu od 0,8 do 1,2 metra, kao i oni prometni znakovi koji kod privremenih situacija mogu biti uzdignuti i postavljeni najmanje 0,3 metra iznad površine kolnika. Nosači na kojima se montiraju znakovi kojima se označavaju radovi, odnosno različite vrste privremenih regulacija prometa. moraju biti obojani izmjeničnim poljima crvene i bijele boje, širine polja 0,25 metara. Horizontalna udaljenost između ruba kolnika od prometnog znaka treba biti najmanje 0,3 metra. Znak se postavlja iznad kolnika ako udaljenost od donjeg ruba znaka do gornje površine kolnika iznosi najmanje 4,5 metara. Položaj i visina prometnog znaka trebaju biti pravovaljano postavljeni kako ne bi ugrožavali kretanje pješaka te kako ih pješaci i druga vozila ne bi zaklanjali. U pravilu se nosač

prometnog znaka postavlja najviše dva metra od kolničkog ruba. Na isti se nosač mogu postaviti maksimalno dva prometna znaka i njihova retoreflektirajuća svojstva moraju biti jednaka. U iznimnim situacijama prometni znak se može postaviti i na konzolni stup ako je tako postavljeni znak najuočljiviji za sudionike u prometu, primjerice na semaforski stup ili stup javne rasvjete, te druge elemente ovisno o specifičnosti situacije [6]. Svrha prometnih znakova može biti promjenjiva ili stalna. Promjenjivi prometni znakovi upozoravaju sudionike u prometu na specifične regulacije zbog izvanrednih okolnosti, kao što su radovi na cesti, prometne nesreće, vremenske neprilike i slične situacije. Na cestama je zabranjeno postavljati ploče ili druge predmete kojima se smanjuje vidljivost prometnih znakova jer se na taj način ugrožava sigurnost prometa. Zabranjeno je i postavljanje prevelikog broja znakova jer to može zbuniti vozače [6].

2.4.1. Znakovi opasnosti

Znakovi opasnosti označavaju blizinu dijela ceste ili mjesto na cesti na kojem sudionicima u prometu prijeti opasnost. Prema Pravilniku (NN 92/19), znakovi opasnosti se postavljaju na udaljenost od 150 do 250 metara ispred opasnog dijela na cesti. Znakovi opasnosti mogu se postaviti i na manjoj udaljenosti od 150 metara, te i na većoj od 250 metara ispred opasnog mjesta na cesti, ako to zahtijeva trenutna okolnost i sigurnost prometa na dijelu ceste na kojemu se prometni znak postavlja. Ovi su znakovi u obliku trokuta čija se jedna stranica nalazi u horizontalnom položaju, a vrh nasuprot te stranice je okrenut prema gore, osim kod znakova A22-1 i A22-2 (djeca na cesti), A34 (prijelaz ceste preko željezničke pruge s branicima ili polubranicima), A35 (prijelaz ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika), A36, A36-1, A36-2, A36-3, A36-4, A36-5, A36-6, A36-7, A36-8 i A36-9 (udaljenost do cestovno-željezničkog prijelaza), A37 i A37-1 (Andrjin križ). Bijela boja je osnovna boja znakova opasnosti, rubovi trokuta su crvene boje, a simboli su crne boje, osim znaka A15 (radovi na cesti) čija je osnovna boja žuta i znaka A22-2 čija je osnovna foja fluorescentno žuto-zelena [6].

U slučaju kada se znakovi opasnosti postavljaju na manjoj udaljenosti od 150 metara ili većoj od 250 metara, moraju biti postavljene i dopunske ploče na kojima se označava udaljenost od opasnog mjesta zbog kojeg se ti znakovi postavljaju. U slučaju da na nekim cestama prijeti loša preglednost i opasnost da vozač nepripremljen naiđe na opasno mjesto na cesti, znak opasnosti može se ponoviti više puta ispred opasnog mjesta te će se u tim slučajevima postaviti i dopunske ploče s naznakom udaljenosti do tog opasnog mjesta [6]. Primjer prometnog znaka koji se s obzirom na svoju funkciju svrstava u skupinu znakova opasnosti prikazan je slikom 2.

Slika 2. Primjer znaka opasnosti (A10)

Izvor: [6]

2.4.2. Znakovi izričitih naredbi

Znakovi izričitih naredbi upućuju sudionike u prometu na ograničenja, zabrane i obveze. Oni se postavljaju na mjestima na kojima za sudionike u prometu počinje obveza postupanja po naredbi prikazanoj na prometnim znakovima. Imaju oblik kruga, osim znakova B01 (raskrižje s cestom s prednošću prolaska) i B02 (obavezno zaustavljanje). Osnovna boja znakova ograničenja je bijela, a osnovna boja znakova obveze je plava. Natpisi i simboli na znakovima ograničenja su crne boje, a na znakovima obveze bijele. Okvir kruga i crte na ovim znakovima crvene su boje [6].

Ako zbog određenih razloga sudionike treba unaprijed obavijestiti o izričitoj naredbi, znak izričite naredbe se može postaviti i na određenoj udaljenosti od mjesta od kojega naredba vrijedi. Međutim, u slučaju da se znakovi izričitih naredbi moraju postaviti na određenoj udaljenosti, tada se uz znak postavljaju i dopunske ploče s točnom naznakom udaljenosti od mjesta od kojeg naredba vrijedi. Znakovi B09 (zabrana prometa za cisterne), B10 (zabrana prometa za vozila koja prevoze eksploziv ili lako zapaljive tvari) i B11 (zabrana prometa za motorna vozila koja prevoze opasne tvari) postavljaju se sukladno posebnim propisima [6]. Prometni znak „zabrana prometa za motocikliste“ koji pripada skupini znakova izričitih naredbi prikazan je slikom 3.

Slika 3. Primjer znaka izričite naredbe (B15)

Izvor: [6]

2.4.3. Znakovi obavijesti

Znakovi obavijesti daju potrebne informacije o cesti kojom se kreću sudionici u prometu, nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenost do tih mjesta te prestanku važenja prometnih znakova izričitih naredbi kao i druge obavijesti koje sudionicima u prometu mogu biti od koristi. Znakovi obavijesti su pretežito plavi sa simbolima i natpisima bijele boje, žuti sa simbolima i natpisima crne boje, bijeli sa simbolima i natpisima crne, crvene ili plave boje, zeleni sa simbolima i natpisima bijele boje. Jarko narančasta boja može se koristiti kod privremenih regulacija prometa. Na ove znakove mogu se preko osnovne podloge postaviti podloge odgovarajućih boja, ovisno o vrsti ceste koja vodi do naznačenog odredišta [6].

Postavljaju se tako da sudionicima u prometu pružaju obavijesti o prestrojavanju, obavijesti o skretanju, obavijesti o smjeru kretanja te da označe teren, objekt, ulicu ili dijelove ceste na koje se odnose. U slučaju da se ulica, objekt ili sadržaj na koji se znak obavijesti odnosi ne nalazi na cesti na kojoj je prometni znak postavljen, može se koristiti i dopunska ploča tako da se sudionicima u prometu omogući brz i jednostavan pronalazak ulice, tj. sadržaja na koji se sam znak odnosi. Kod pojedinih znakova obavijesti može se ispod, natpisom ili simbolom, označiti vrsta, naziv, udaljenost u metrima ili smjer u kojem se nalazi ulica, mjesto, objekt ili služba na koje se prometni znak odnosi. U tom slučaju plavo polje ispod simbola se povećava i znak iz kvadratnog oblika se prebacuje u pravokutni oblik [6].

Slika 4. Primjer znaka obavijesti (C26)

Izvor: [6]

2.4.4. Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Znakovi obavijesti za vođenje prometa informiraju sudionike o pružanju cestovnih smjerova, raskrižjima i čvorištima na određenom smjeru ceste, rasporedu odredišta te udaljenostima do odredišta [6].

Boje znakova ovise o kategoriji ceste [6]:

- 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.

Postavljanje prometnih znakova obavijesti za vođenje prometa odvija se u pet različitih stupnjeva [6]:

1. Prethodno obavješćivanje
2. Obavješćivanje o smjeru kretanja
3. Obavješćivanje o prestrojavanju
4. Obavješćivanje o skretanju
5. Potvrda smjera

Na cestama s raskrižjima, brzim cestama i autocestama u više različitih razina treba se postaviti svih pet stupnjeva obavijesti. Na državnim cestama trebaju se postaviti peti i četvrti stupanj, a treći ako cesta ima više prometnih traka. Na županijskim cestama postavljaju se četvrti i drugi stupanj, dok na ostalim cestama minimalno četvrti stupanj obavijesti za vođenje prometa.

Primjer prometnog znaka koji pripada skupini znakova obavijesti za vođenje prometa, a koji se postavlja u trećem stupnju vođenja prometa, prikazan je slikom 5.

Slika 5. Primjer znaka obavijesti za vođenje prometa (D06-1)

Izvor: [7]

2.4.5. Dopunske ploče

Dopunske ploče pobliže određuju značenje prometnog znaka. Dopunske ploče mogu se postaviti uz znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi, znakove obavijesti i znakove obavijesti za vođenje prometa. Osnovna boja dopunske ploče je bijela, a simboli su crne boje. Privremene dopunske ploče postavlja pravna osoba koja za zadatak ima održavanje ceste, te policija u određenim situacijama. Nakon prestanka uvjeta zbog kojih se postavljaju privremene dopunske ploče one se moraju ukloniti. Širina dopunske ploče postavljene uz znak na cesti ne smije biti veća od dužine one stranice znaka uz koji se dopunska ploča postavlja [6].

Slika 6. Primjer dopunske ploče (E22)

Izvor: [8]

2.4.6. Promjenjivi prometni znakovi

Kada to zahtijevaju sigurnosni razlozi ili prometno-tehnički uvjeti, prometni znakovi mogu biti u potpunosti ili djelomično izvedeni kao promjenjivi znakovi. Promjenjivi prometni znakovi prema izvedbi dijele se na kontinuirane i nekontinuirane. Kontinuirani prometni znakovi predstavljaju one znakove koji izgledaju isto kao i stalni prometni znakovi, a jedina je razlika da elektromehaničkim sredstvima mogu davati različite poruke. Nekontinuirani znakovi predstavljaju one znakove kod kojih postoji mogućnost inverzije boje i pojednostavljenje prikaza simbola u odnosu na stalne prometne znakove. Nekontinuirani prometni znakovi izvode se pomoću različitih tehnologija kao što su optička vlakna, tekući kristali i svjetleće diode [6].

Promjenjivi prometni znakovi ne smiju se razlikovati od stalnih prometnih znakova. Ako se ne ostvari propisana boja korištenjem tehnologije izvedbe promjenjivog prometnog znaka, onda se upotrebljava [6]:

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

Promjenjivi prometni nekontinuirani prometni znak ili samo dio znaka u slučaju kvara ili pregaranja izvora svjetlosti ne smije promijeniti svoje značenje, tj. mora biti bez signalnog pojma. Za vrijeme normalnih uvjeta vožnje na cesti, signalni pojmovi na promjenjivim prometnim nekontinuiranim znakovima moraju biti ugašeni. Kad se odnosi na ograničenje brzine, promjenjivi prometni nekontinuirani znak uvijek se postavlja iza statičnog prometnog znaka ograničenja brzine (znak B30) gledano u smjeru vožnje [6].

3. MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA

Prometni znakovi izrađuju se sukladno važećim zakonima iz područja cestovnog prometa te su obvezni ispunjavati sve zahtjeve Europske Unije, tj. moraju imati CE oznaku. Dva glavna dijela prometnog znaka su lice i podloga znaka. Prednji dio znaka, koji služi za orijentaciju i snalaženje u prometu, je lice znaka, a ono se sastoji od lika, osnove i okvira. Glavni dio znaka, odnosno lice, izrađuje se od retroreflektirajućih materijala te se na njemu nalaze određeni simboli ili natpisi. Osnova znaka je onaj dio znaka na kojem je upisan lik i on stoji ispod simbola i natpisa, dok je okvir dio koji uokviruje simbol, tj. natpis. Drugi dio znaka je podloga znaka koja označava dio znaka na kojem se nalazi osnova znaka sa svim njegovim elementima. Podloga se izrađuje od aluminijskog lima debljine od 2 do 4,5 mm [9]. Poleđina podloge znaka mora biti sive boje i bez sjaja te na poleđini znak mora imati svoju vidljivu identifikacijsku oznaku [6].

Stalni prometni znakovi moraju zadovoljavati određene minimalne zahtjeve izdržljivosti, kao što su: faktor sigurnosti za opterećenje (razred PAF1), udar vjetra (razred WL5), dinamički pritisak pri čišćenju snijega (razred DSL1) te najmanja dopuštena deformacija pri savijanju (razred TSB4) [6].

Površina stalnih prometnih znakova izrađuje se od retroreflektirajućih materijala najmanjeg koeficijenta retrorefleksije razreda RA1, odnosno klase I, a za autoceste i ceste namijenjene isključivo za promet motornih vozila, minimalno koeficijenta retrorefleksije razreda RA2, odnosno klase II. Također, prometni znakovi koji su postavljeni s lijeve strane ili iznad kolnika izrađuju se od retroreflektirajućih materijala minimalnog koeficijenta retrorefleksije razreda RA2 (klasa II) u slučaju kada područje ceste na kojem se znakovi postavljaju nije osvjetljeno cestovnom rasvjetom [6].

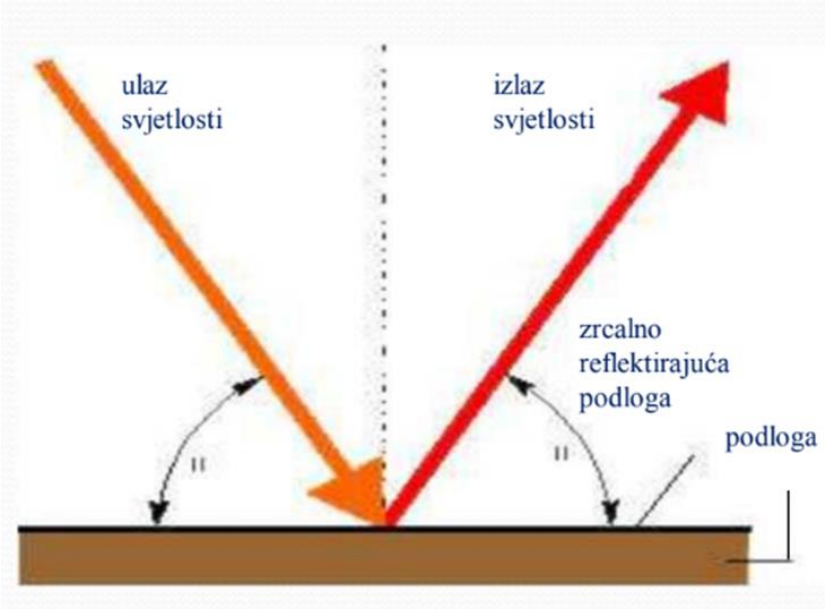
Retroreflektirajući materijal koji je namijenjen za proizvodnju stalnih prometnih znakova mora imati trajnu i vidljivu identifikacijsku oznaku u skladu s normom HR EN 12899-1. Trajnost te oznake mora biti jednaka kao i očekivani životni vijek prometnog znaka te mora biti jasno vidljiva na retroreflektirajućem materijalu. Oznaka mora sadržavati barem ove podatke: logotip ili identifikacijski znak proizvođača, identifikacijski kod proizvoda te propisani razred retroreflektirajućih svojstava kao što je utvrđeno u normi HR EN 12899-1 ili relevantnom europskom tehničkom dopuštenju [6].

Zahtijevani koeficijent retrorefleksije nužno je provjeriti nakon razdoblja od maksimalno 10 godina, odnosno prije nego istekne jamstveni rok prometnog znaka. On se mora zamijeniti onda kada njegova retroreflektirajuća svojstva ne zadovoljavaju minimalno 70 % zahtijevane vrijednosti za novi znak ili u trenutku kada njegove kromatične vrijednosti ne zadovoljavaju propisani razred kvalitete (CR1).

3.1. Vrste refleksije

Refleksija je odnos svjetlosti koja pada na neku površinu u odnosu na udio svjetlosti koji se odbija od te površine. Što je neka površina svjetlija, veći je stupanj refleksije, pa se na taj način reflektira više svjetlosti. Tri su vrste refleksije, zrcalna refleksija, difuzna refleksija i retrorefleksija [10].

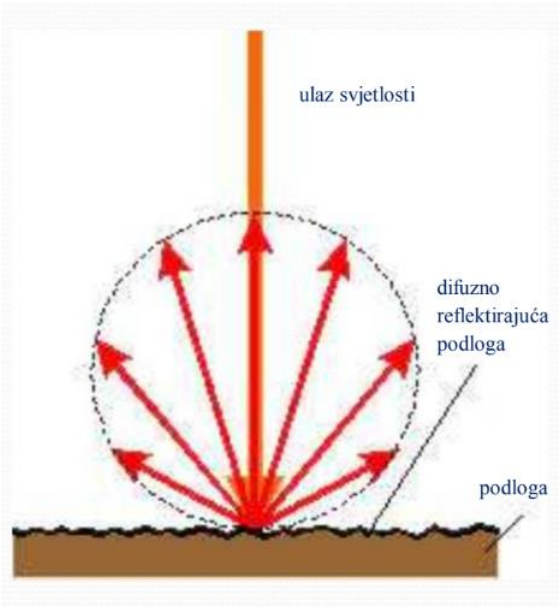
Zrcalna refleksija (slika 7) je ona refleksija koja nastaje na sjajnim i glatkim podlogama te se kod nje ulazna zraka svjetlosti reflektira pod jednakim upadnim kutom, ali u suprotnom smjeru. Iako većina zrcalnih površina u prometu ne reflektira svjetlost prema očima vozača, na mokrom i zaleđenom kolniku ova refleksija rezultira bliještanjem s obzirom na to da se svjetlosni snop vozila odbija ravno u vidno polje vozača vozila s kojim se mimoilazi te zbog toga dolazi do zasljepljivanja vozača [11].



Slika 7. Zrcalna refleksija

Izvor: [11]

Difuzna refleksija nastaje u onom trenutku kada svjetlost obasja grube površine i tada se upadna zraka svjetlosti raspršuje u različitim smjerovima te se samo mali dio reflektira natrag u smjeru izvora kako je i prikazano slikom 8. Ona vozaču pomaže pri prepoznavanju predmeta u okolini tijekom dana, no noću od nje nema prevelike koristi zbog slabe prirodne osvijetljenosti [11].

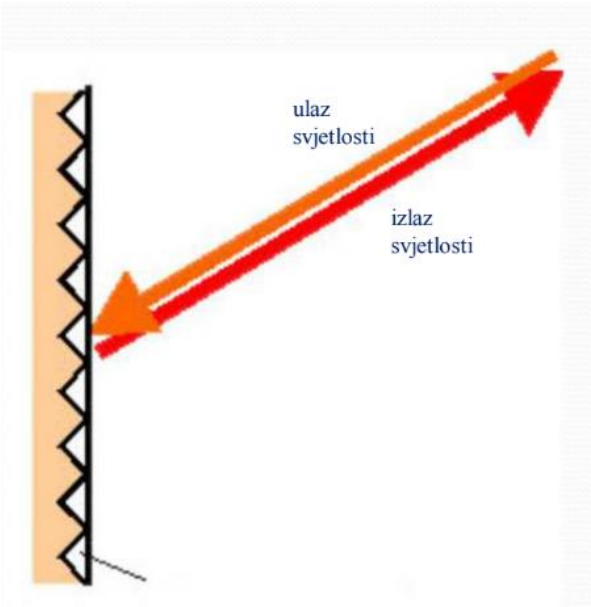


Slika 8. Difuzna refleksija

Izvor: [11]

Retrorefleksija (slika 9) je najvažnija vrsta refleksije u prometu jer vozaču pruža odličnu vidljivost tijekom dana i noći kao i u uvjetima smanjene vidljivosti. Kod nje se uvijek, bez obzira na kut ulaza, svjetlosni trak vraća u smjeru svog izvora [11].

Dvije su vrste retrorefleksije, sferična i prizmatična. Kod sferične retrorefleksije staklena kuglica lomi svjetlosni trak pri prolasku kroz prednju površinu staklene kuglice, a svjetlost se nakon toga reflektira sa zrcalne površine iza kuglice pa se ponovnim prolaskom kroz prednju površinu kuglice, svjetlost lomi te reflektira u smjeru svoga izvora. S druge strane, kod prizmatične retrorefleksije tri jednake paralelne površine stvaraju prizmu na kojoj se ulazni trak svjetlosti lomi, pa zatim reflektira u smjeru svog izvora usporedno s ulaznim svjetlom. Prizmatična retrorefleksija smatra se znatno boljom od sferične [11].



Slika 9. Retrorefleksija

Izvor: [11]

Snaga retrorefleksije, opisuje količinu svjetla koja se reflektira s retroreflektirajućeg materijala. Količina svjetla mjeri se u jačini reflektiranog svjetla u odnosu na ulazno svjetlo po metru kvadratnom reflektirajućeg materijala ($cd*lx^{-1}*m^{-2}$). Upotrebljavajući svojstvo sferične i prizmatične retrorefleksije, odnosno mikro staklenih kuglica i mikroprizmi, nastali su retroreflektirajući materijali koji se koriste pri izradi prometnih znakova. Prvi retroreflektirajući materijali izrađeni su u SAD-u u Minnesoti 1939. Godine [10].

Neke od najvažnijih karakteristika retrorefleksije kojima se definira kvaliteta materijala za izradu prometnih znakova su: ulazni kut (kut između ulazne zrake svjetlosti i okomite osi usmjerene na ravninu na koju je položen znak), kut gledanja/promatranja (kut koji nastaje između ulazne i reflektirane svjetlosti), jačina retrorefleksije (količina reflektirane svjetlosti) te snop reflektirane svjetlosti (svjetlost reflektirana prema promatraču) [10].

Retroreflektirajući materijali se najčešće uspoređuju kroz tri karakteristike: sjaja ili snage retrorefleksije, kutnosti (vrijednost refleksije kod većeg kuta ulaznog svjetla) i trajnosti (vrijednost kvalitete refleksije kroz određen broj godina) [10].

3.2. Vrste retroreflektirajućih materijala

Na hrvatskim prometnicama u današnjem vremenu mogu se vidjeti tri tipa retroreflektirajućih materijala koji se koriste za izradu prometnih znakova, a to su [10]:

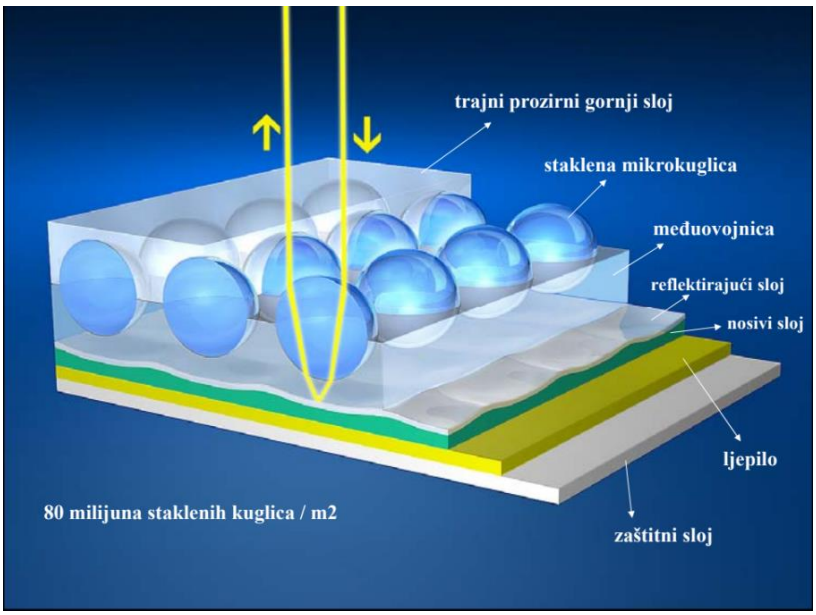
- Materijali Klase I → Engineer Grade
- Materijali Klase II → High Intensity Grade
- Materijali Klase III → Diamond Grade

3.2.1. Materijali klase I – Engineer Grade

Prometni znakovi izrađeni od retroreflektirajućih materijala klase I izrađeni su od trajnog materijala s uvezanim staklenim mikrokuglicama te se oni upotrebljavaju u područjima gdje je intenzitet prometa slabiji i gdje vozači voze manjim brzinama. Također, upotrebljavaju se na onim prometnim znakovima koji zakonom ne zahtijevaju veću razinu retrorefleksije. Osim ovih materijala s uvezanim staklenim mikrokuglicama, danas se koriste i materijali klase I izrađeni od trajnog materijala s mikroplazmama oblikovanih u prozirnoj sintetskoj smoli, hermetički zatvorenih i s ljepilom aktiviranim na pritisak na poleđini, uz pomoć čega se omogućuje trajno pričvršćivanje na supstrate prometnih znakova [10].

Snaga retrorefleksirajuće folije klase I iznosi oko 70 $cd*lx^{-1}*m^{-2}$, dok jamstveni rok refleksije uglavnom iznosi sedam godina [10].

Materijali Klase I sastoje se od nekoliko slojeva: trajnog prozirnog gornjeg sloja, staklenih mikrokuglica, međuovojnice, reflektirajućeg sloja, nosivog sloja, ljepila i zaštitnog sloja kako je i prikazano na slici 10.

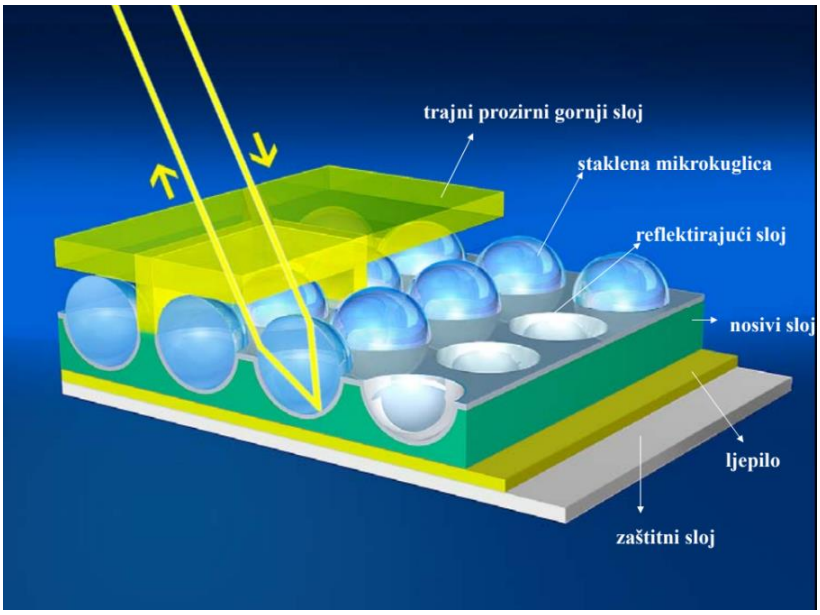


Slika 10. Materijali klase I (sferična retrorefleksija)

Izvor: [10]

3.2.2. Materijali klase II – High Intensity Grade

Materijali klase II (slika 11) sadrže učahurene staklene mikrokuglice koje su tri puta sjajnije od novih folija klase I. Mikrokuglice se ne ulijevaju u plastiku već su nalijepljene na plastični nosivi sloj, a njihov gornji dio nalazi se u zrakom napunjenoj kapsuli zatvorenoj tankim prozirnim gornjim slojem. Znakovi izrađeni od folije klase II su prilično dobro vidljivi čak i iz širokog kuta gledanja te u osvjetljenoj okolini. Snaga retrorefleksije ove folije je oko 250 $cd*lx^{-1}*m^{-2}$, a jamstvo trajnosti kaže da će nakon 10 godina upotrebe folija zadržati najmanje 80 % prvotne sjajnosti. Danas se mogu pronaći i materijali klase II izrađeni od trajnog materijala s mikroprizmama oblikovanim u prozirnoj sintetičkoj smoli, hermetički zatvorenim i s ljepilom aktiviranim na pritisak na poleđini, uz pomoć čega se ostvaruje trajno pričvršćivanje na supstrate prometnih znakova, isto kao i kod materijala klase I [10].



Slika 11. Materijali klase II (sferična retrorefleksija)

Izvor: [10]

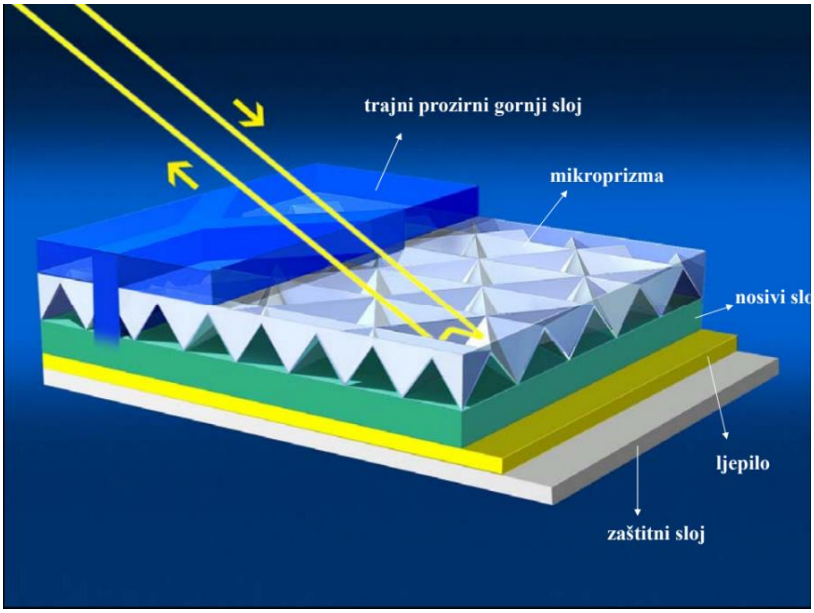
3.2.3. Materijali klase III – Diamond Grade

Materijali klase III izrađeni su od vrlo učinkovitih mikroprizmi uz pomoć kojih su folije tri puta sjajnije od folija klase II i čak deset puta od folija klase I. Upravo to pruža bolju vidljivost u

svim uvjetima, dnevnim i noćnim, ali i lošim vremenskim uvjetima. Sjaj retroreflektirajuće folije klase III je oko 800 $cd*lx^{-1}*m^{-2}$, no zbog deblje strukture može doći do problema u procesu proizvodnje. Jamstvo trajnosti za materijale klase III iznosi 12 godina [10]. Ono što je još zanimljivo kod materijala klase III je to da njegov dizajn „puna kocka“ vraća skoro 60 % raspoloživog svjetla, što je duplo više od drugih prizmatičnih folija [12].

Razlikuju se četiri tipa ove reflektirajuće folije [10]:

1. V.I.P. (Visual Impact Performance) → pogodna je za znakove koji se moraju nedvosmisleno izdvojiti iz svjetlosnog okruženja zato što nudi maksimalnu učinkovitost na kratkim udaljenostima i odlično je rješenje za signalizaciju u gradskom prometu
2. L.D.P. (Long Distance Performance) → raspolaže učinkovitim mikroprizmama koje ulazni trak vraćaju na veliku udaljenost te je izrađena posebno za upotrebu na autocestama i brzim cestama
3. Fluorescent → uz pomoć korištenja fluorescentnih boja omogućava povećanu vidljivost danju, a ne samo noću
4. Diamond Grade Cubed (DG^3) → kombinacija najboljih karakteristika V.I.P. i L.D.P. folija, pa se iz tog razloga koristi i u gradskom prometu i na autocestama



Slika 12. Materijali klase III

Izvor: [10]

4. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA

4.1. Vizualna percepcija

Percepcija je složeni proces aktivnog prikupljanja primljenih osjetnih informacija iz spektra vidljive svjetlosti te njihova interpretiranja koje se temelji na usporedbi s već postojećim informacijama koje su prikupljene iz okoline, ali i na već postojećim znanjima i emocijama. Vizualna percepcija koja je najvažniji oblik percepcije u prometu zapravo je finalni produkt vrlo kompleksnog procesa koji počinje već samim ulaskom svjetla u oko. Vizualna percepcija vrlo je bitna za sigurno odvijanje prometa s obzirom na to da čak više od 90 % odluka u prometu sudionici donose uz pomoć vida [13].

Proces percepcije prometnog znaka odvija se u tri faze (slika 12), a to su: uočavanje, prepoznavanje i čitanje. Uočavanje se odnosi na registriranje najmanje površine u okolini koju oko može prepoznati. Prepoznavanje podrazumijeva raspoznavanje prometnog znaka prema boji i obliku, pa sukladno tome automatski se razumijeva i vrsta poruke s obzirom na to da svaki znak ima određenu boju i oblik. U posljednjoj fazi, odnosno fazi čitanja, koja je ujedno i najvažnija faza, vozač u potpunosti razumije poruku jer u njoj dolaze do izražaja oblik te veličina teksta i simbola [3]..

Slika 13. Faze procesa percepcije prometnog znaka

Izvor: [3]

4.2. Percepcija u otežanim uvjetima vidljivosti

Dobra vidljivost predmeta u vozačevoj okolini ključan je element za sigurnu vožnju. Ukoliko tijekom vožnje do vozačeva oka dolazi nedovoljna količina informacija svjetlost potencijalno može predstavljati opasnost u prometu. Uvjeti otežane vidljivosti mogu se podijeliti u tri glavne skupine, a to su oni koji nastaju kao posljedica utjecaja okoline, posljedica utjecaja vozača i posljedica utjecaja vozila [14].

4.2.1. Posljedica utjecaja okoline

Vožnja u uvjetima otežane vidljivosti kao posljedica utjecaja okoline zahtijeva visoku koncentraciju na samu vožnju jer svako davanje pažnje drugim predmetima i osobama izvan vozila može izazvati prometnu nesreću. Neki problemi u okolini koji mogu dovesti do otežane vidljivosti u prometu su različiti atmosferski utjecaji, poput kiše (smanjena vidljivost i trenje između pneumatika i kolnika te smanjena učinkovitost farova zato što se svjetlost prolaskom kroz vodu nekoliko puta lomi i raspršuje u različitim smjerovima), magle (vidljivost je smanjena i otežano je pravovremeno uočavanje vozila i drugih sudionika u prometu kao i prometne signalizacije i znakova), snijega (on prekriva površinu kolnika te na taj način onemogućuje vidljivost cestovnih oznaka, a može prekriti i vjetrobransko staklo na način da ga brisači ne mogu dovoljno učinkovito očistiti), noći (niska razina prirodnog osvjetljenja koja onemogućuje uočavanje potencijalnih opasnosti na vrijeme te tijekom noćnih uvjeta ljudsko oko registrira tek 5 % informacija u odnosu na ono što registrira tijekom dana). Također, postoje i neki pozadinski utjecaji na uočljivost objekata koji stvaraju tzv. „vizualni nered“, kao što su reklamni panoi zanimljivog sadržaja, velikih dimenzija i jarkih boja. U današnje vrijeme takvi se sadržaji postavljaju u sve većoj mjeri što prilično pogoršava sigurnost na cestama, posebice u urbanim dijelovima [14]. Primjer smanjene vidljivosti uzrokovane maglom prikazan je slikom 14.

Slika 14. Otežana vidljivost zbog magle

Izvor: [15]

4.2.2. Posljedica utjecaja vozača

Za najveći broj prometnih nesreća koje se događaju u prometu odgovoran je čovjek, odnosno vozač. Čovjek svjesno ili nesvjesno čini razne pogreške i na taj način dovodi u opasnost kako sebe tako i druge sudionike u prometu. Osim vanjskih utjecaja, na sposobnost praćenja situacije u prometu kod vozača utječu i njegovo psihičko i fizičko stanje. Povremeni problemi vezani uz vidljivost su na primjer, umor (izaziva pospanost i smanjuje pažnju vozača te na taj način umanjuje broj očnih pokreta), stres (on blokira obradu važnih informacija iz okoline te dovodi do zakašnjelih reakcija), alkohol, droga i lijekovi (usporavaju motoričke sposobnosti te negativno djeluju na vidni i perceptivni sustav). Stalni problemi vezani uz vidljivost odnose se na različite mane i bolesti oka vozača koji se najčešće kod vozača pojavljuju s godinama. Neke od najzastupljenijih očnih bolesti su: kratkovidnost, gubitak oštrine vida, daltonizam, noćna sljepoća i siva mrena [14].

Slika 15. Otežana vidljivost vozača zbog konzumacije alkohola

Izvor: [16]

4.2.3. Posljedica utjecaja vozila

Ključni dio vozila koji omogućuje vidljivost je vjetrobransko staklo koje vozača štiti od atmosferilija, letećih elemenata i čestica. Nužno je da vjetrobransko staklo bude bez oštećenja, suho i čisto kako bi moglo ispravno obavljati svoju funkciju jer se u suprotnom ugrožava sigurnost vozača i ostalih putnika zbog toga što vozač ne može na vrijeme uočiti potencijalnu opasnost. Isto tako, moraju se ukloniti i sve površinske ogrebotine jer one raspršuju svjetlost koja prolazi kroz staklo i na taj način vozaču smanjuju vidljivost, ali i povećavaju efekt bljeska. Osim vjetrobranskih stakala na vidljivost utječu i farovi posebno u noćnim i nepovoljnim vremenskim uvjetima.

Farovi moraju biti pravilno usmjereni i tehnički ispravni te ih je bitno održavati čistima zato što nečistoća smanjuje količinu korisne svjetlosti. Također, bitno je naglasiti da korištenje dugih svjetala prilično poboljšava vidljivost prema naprijed, no isto tako i povećava bliještanje vozilima te zasljepljuje vozača iz suprotnog smjera [14].

5. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA ZADARSKE ŽUPANIJE

Zadarska županija je smještena u središnjem dijelu hrvatske jadranske obale, a prostire se na površini od gotovo 7200 km². Zahvaljujući svom strateškom položaju, predstavlja ključnu prometnu poveznicu unutar Republike Hrvatske. Županija je dobro povezana s ostatkom zemlje putem državnih cesta, autoceste A1 (poznate kao Dalmatina), zračnog prometa preko Zračne luke Zadar, trajektnim linijama prema Anconi u Italiji te željezničkim pravcima [17].

Zbog svojih tehničkih karakteristika i rasprostranjenosti unutar županije mreža državnih cesta predstavlja veoma važnu poveznicu naselja unutar županije, ali i poveznicu pojedinih naselja s ostatkom Republike Hrvatske. Ukupna duljina mreže državnih cesta na području Zadarske županije iznosi 559,31 km. Iz tablice 1 se može iščitati da ceste značajno variraju u duljini, što odražava raznolikost prometne mreže unutar županije. Najdulja cesta je DC8, koja se proteže od naselja Tribanj Sv. Marija Magdalena do naselja Drage, s ukupnom duljinom od 96,24 kilometra. S druge strane, najkraća cesta u županiji je DC125, koja povezuje trajektnu luku u Zaglavu s cestom DC109, i ima duljinu od svega 1,13 kilometara kako je i prikazano tablicom 1. Ovi podaci ukazuju na važnost različitih prometnih pravaca, od dugih i ključnih veza do kratkih, ali strateški značajnih dionica.

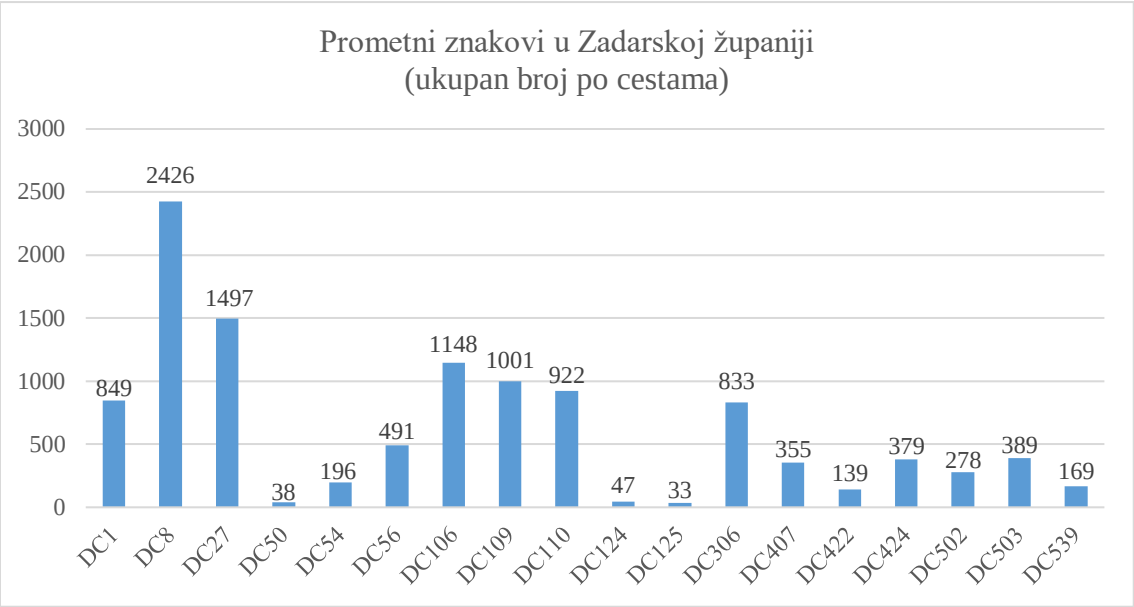
Tablica 1. Popis državnih cesta u Zadarskoj županiji

Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji		
Oznaka državne ceste	Naziv dionice	Duljina (km)
DC1	Ondić (g.ž.) - Palanka (g.ž.)	54,83
DC8	Tribanj Sv. Marija Magdalena (g.ž.) - Drage (g.ž.)	96,24
DC27	Gračac (DC1) - Putičanje (g.ž.)	82,60
DC50	Gračac (g.ž.) - Gračac (DC27)	1,76
DC54	Jasenice (DC54) - Zaton Obrovački (DC27)	13,41
DC56	Zemunik Donji (DC424) - Lišane Oštrovičke (g.ž.)	38,37
DC106	Zrće (g.ž.) - Posedarje (DC8)	63,89
DC109	Veli Rat - Sali	41,97
DC110	Muline (trajektna luka) - Tkon (trajektna luka)	41,17
DC124	Brbinj (trajektna luka) - Brbinj (DC109)	1,74
DC125	Zaglav (trajektna luka) - Zaglav (DC109)	1,13
DC306	Vir - Zadar (DC8)	27,15
DC407	Zadar (trajektna luka) - Zadar DC8	3,93
DC422	Čvor Babindub (DC424) - Zračna luka Zadar	4,26
DC424	Zadar (Luka Gaženica) - Zadar 2 (A1)	17,68
DC502	Zemunik Gornji (DC56) - Donji Karin (DC27)	16,40
DC503	Šopot (DC27) - Biograd (trajekna luka)	16,23
DC539	Grgurice (DC8) - Donje Biljane (DC56)	13,56
DC547	Sveti Rok (g.ž.) - Obrovac (DC27)	22,99

Izvor: [18]

Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu periodično provodi ispitivanja kvalitete prometnih znakova na mreži državnih cesta Republike Hrvatske pa tako i na području Zadarske županije. Ispitivanjem je obuhvaćeno 18 od ukupno 19 državnih cesta ranije prikazanih tablicom. Na državnoj cesti DC547 nisu provedena ispitivanja kvalitete prometnih znakova te u skladu s tim za istu cestu nisu poznati podaci o njihovim karakteristikama.

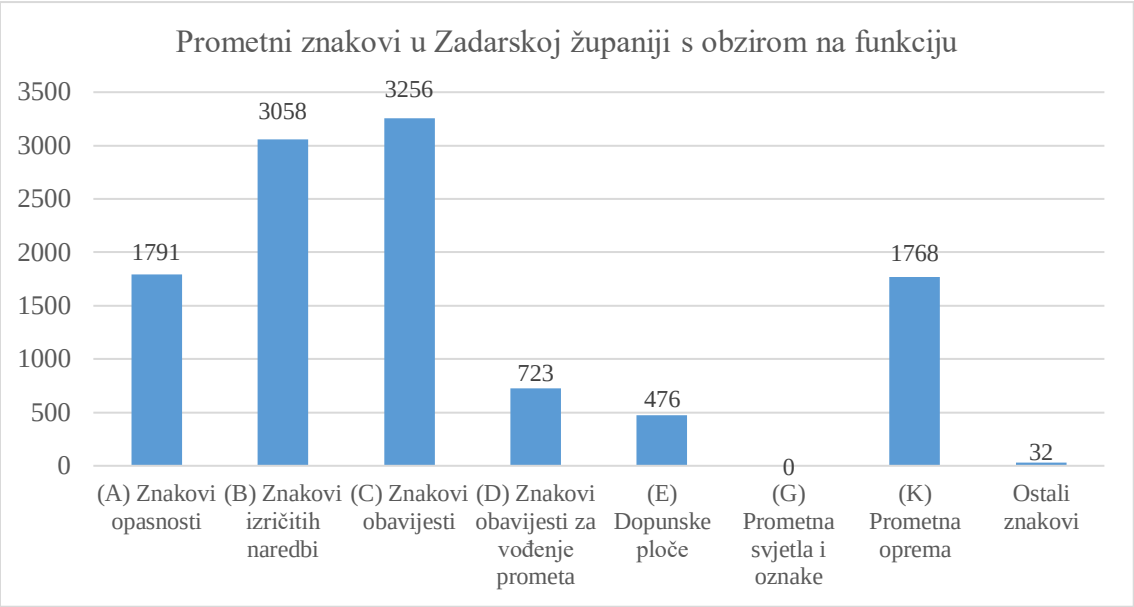
Grafikon 1 prikazuje broj prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije. Ukupan broj prometnih znakova na državnim cestama unutar te županije iznosi 11190, što znači da je u prosjeku na svakom kilometru ceste postavljeno 20 prometnih znakova. Na državnoj cesti DC8, koja je najdulja u županiji s 96,24 kilometra, postavljen je najveći broj prometnih znakova, njih 2426. Slijedi je DC27 s 1497 znakova. Na cestama DC106 i DC109 također je postavljen značajan broj prometnih znakova, odnosno 1148 i 1001. Ova distribucija pokazuje da su prometni znakovi strateški raspoređeni, s većim brojem znakova na duljim i prometno važnijim dionicama, što doprinosi sigurnosti i boljoj regulaciji prometa na tim cestama.



Grafikon 1. Ukupan broj prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji

Izvor: [18]

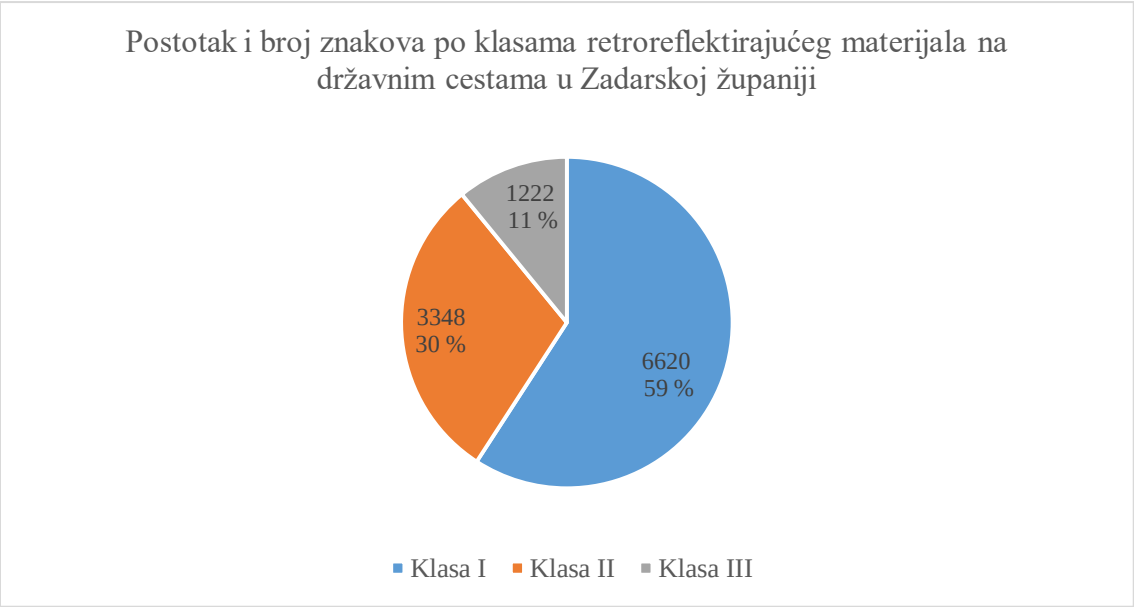
Grafikon 2 prikazuje broj prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije prema njihovoj funkciji. Iz grafikona je vidljivo da je najveći broj znakova obavijesti, njih ukupno 3256. Slijede ih znakovi izričitih naredbi s 3058 znakova. Znakovi opasnosti, kojih ima 1791, i prometna oprema s 1768 znakova su gotovo jednako zastupljeni.



Grafikon 2. Broj prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije s obzirom na funkciju

Izvor: [18]

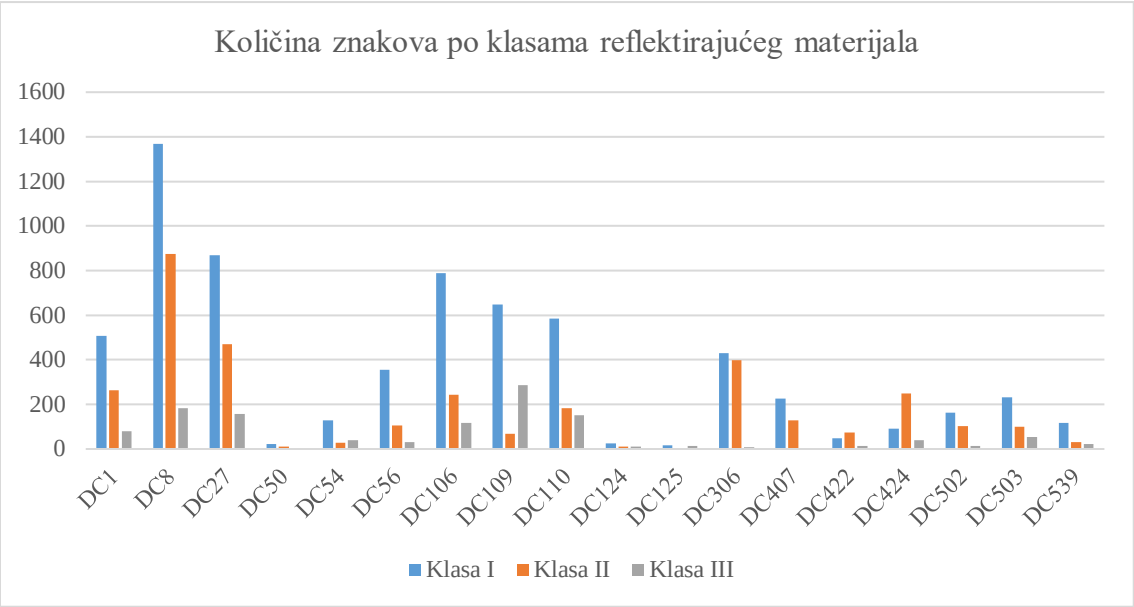
Grafikonom 3 prikazana je raspodjela prometnih znakova s obzirom na klase retroreflektirajućeg materijala od kojih su izrađeni. Većina znakova, njih 59 %, izrađena je od materijala klase I, što upućuje na to da su najčešće korišteni materijali osnovne razine retrorefleksije. Znakovi izrađeni od materijala klase II čine 30 % ukupnog broja, dok je najmanji udio, samo 11 %, izrađen od najkvalitetnijeg materijala klase III.



Grafikon 3. Broj i postotni udio prometnih znakova s obzirom na klase retroreflektirajućeg materijala na državnim cestama u Zadarskoj županiji

Izvor: [18]

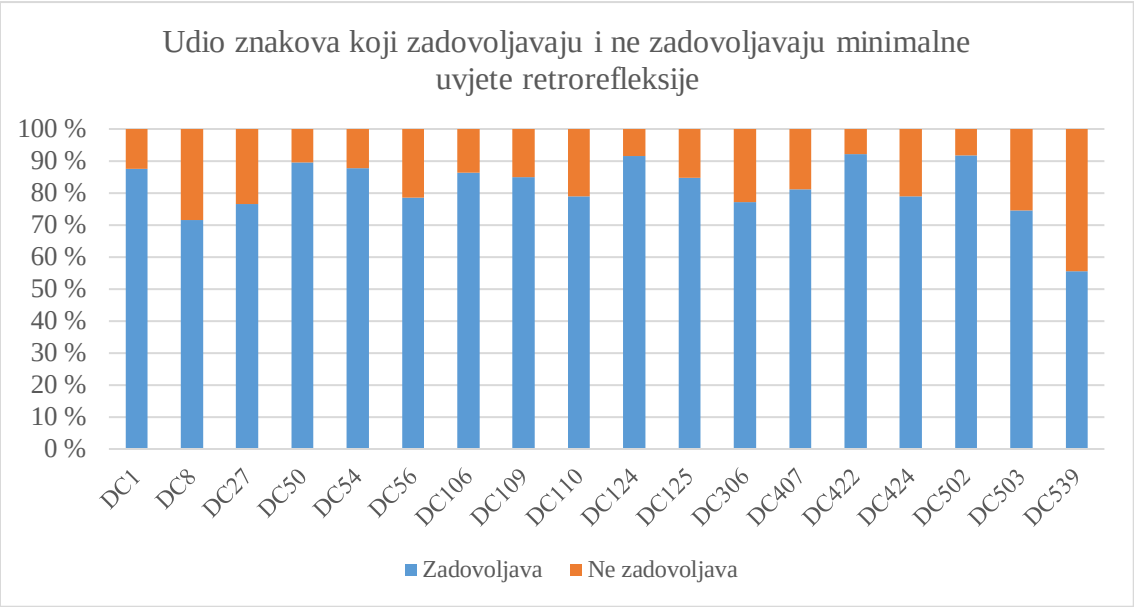
Raspodjela prometnih znakova prema klasama retroreflektirajućeg materijala za svaku promatranu državnu cestu prikazana je grafikonom 4. Vidljivo je da na svim promatranim cestovnim pravcima prevladavaju znakovi izrađeni od retroreflektirajućeg materijala klase I. Na državnoj cesti DC8 nalazi se najveći broj prometnih znakova klase I i klase II, s ukupno 1368 znakova klase I i 874 znakova klase II. S druge strane, najveći broj znakova klase III zabilježen je na državnoj cesti DC109, gdje ih je ukupno 285.



Grafikon 4. Broj prometnih znakova na pojedinoj državnoj cesti u Zadarskoj županiji prema klasama retroreflektirajućih materijala

Izvor: [18]

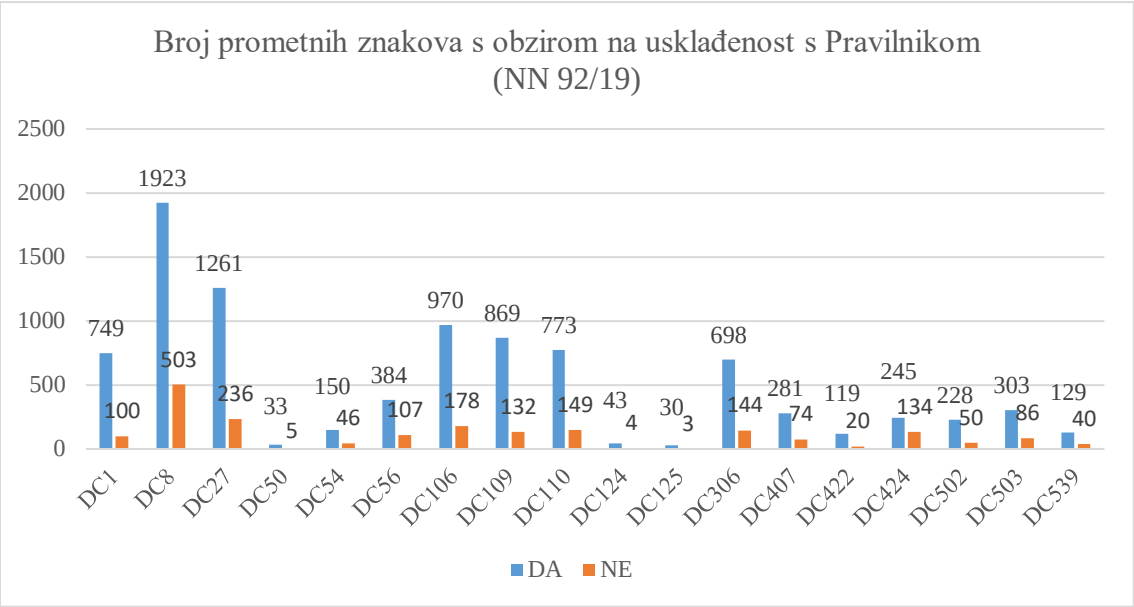
Na grafikonu 5 su prikazani postotni udjeli prometnih znakova na pojedinoj državnoj cesti u Zadarskoj županiji s obzirom na to zadovoljavaju li minimalne propisane uvjete vezane uz koeficijent retrorefleksije ili ne. Iz podataka je jasno da većina znakova ispunjava ove zahtjeve. Konkretno, od ukupno 11190 prometnih znakova, njih 8855 zadovoljava minimalne propisane uvjete vezane uz koeficijent retrorefleksije, što predstavlja 79,13 % svih znakova. S druge strane, 2335 znakova, ili 20,87 %, ne ispunjava ove uvjete. Prikazani rezultati sugeriraju da većina prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije pruža adekvatnu vidljivost, dok određeni postotak znakova zahtijeva poboljšanje kako bi se osigurala potpuna usklađenost s propisanim standardima.



Grafikon 5. Broj prometnih znakova prema značenju koji zadovoljavaju ili ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije

Izvor: [18]

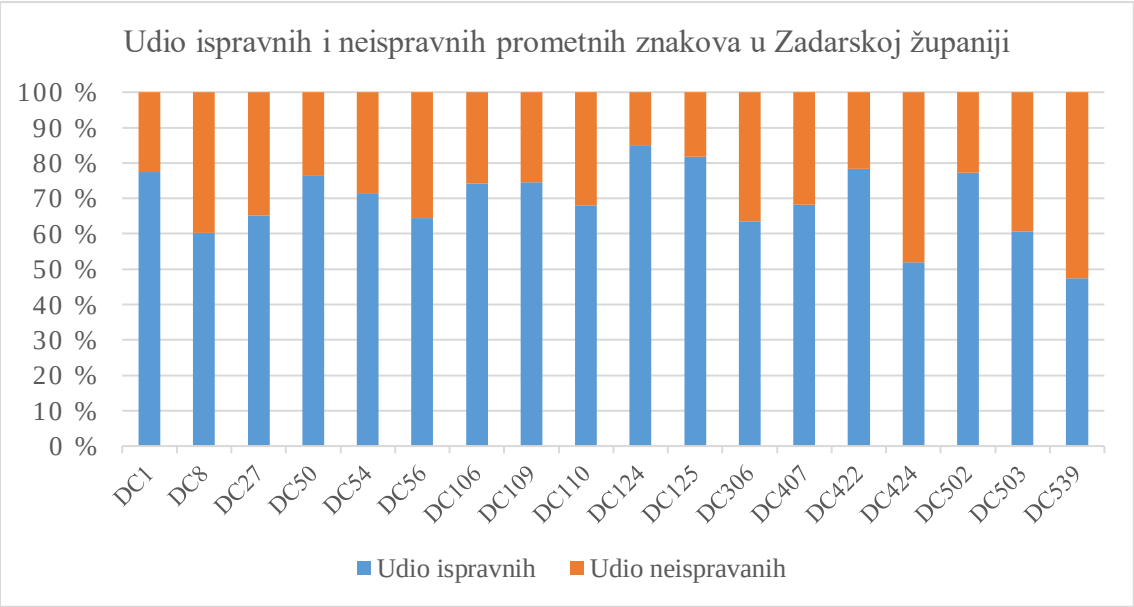
Grafikon 6 prikazuje broj prometnih znakova na različitim cestama u Zadarskoj županiji s obzirom na to zadovoljavaju li odredbe propisane Pravilnikom (NN 92/19) ili ne. Analizom podataka o postojećim prometnim znakovima na državnim cestama u Zadarskoj županiji utvrđeno je kako 17,96 % prometnih znakova nije izrađeno u skladu s odredbama važećeg Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Promotre li se isti podaci za svaku cestu posebno, vidljivo je kako najveći je udio prometnih znakova koji su izrađeni u skladu s odredbama istog Pravilnika zabilježen na državnoj cesti DC124 i iznosi 91,49 %, dok je najveći udio prometnih znakova koji nisu izrađeni u skladu s Pravilnikom (NN 92/19) uočen na državnoj cesti DC424 i iznosi 35,36 %.



Grafikon 6. Broj prometnih s obzirom na to jesu li izrađeni u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19)

Izvor: [18]

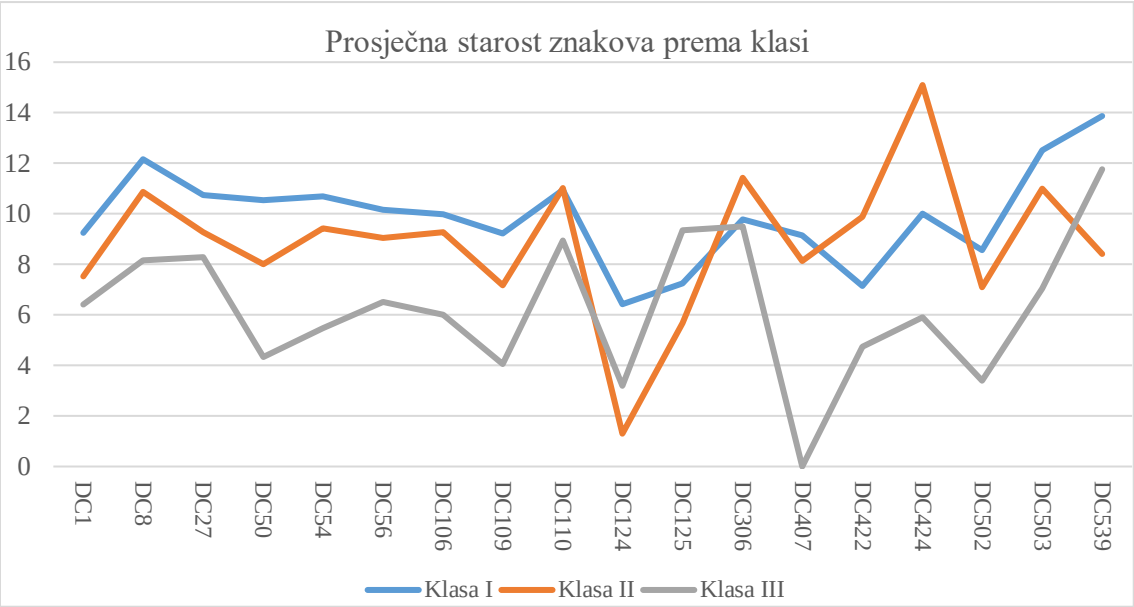
Grafikon 7 prikazuje udio ispravnih i neispravnih prometnih znakova u Zadarskoj županiji. Ispravnim se prometnim znakovima smatraju svi oni znakovi čija je vrijednost koeficijenta retrorefleksije na svakoj boji (osim crne) veća od minimalno propisane, koji su izrađeni u skladu s važećim Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama i koji na sebi nemaju značajna fizička oštećenja koja mogu umanjivati njihovu funkcionalnost. Na grafikonu je vidljivo kako je većina prometnih znakova, odnosno ukupno 66,85 % znakova ispravno. Promotreno za svaku državnu cestu na području Zadarske županije uočeno je kako najveći udio ispravnih prometnih znakova ima državna cesta DC124 (85,11 %), dok je najmanji udio ispravnih prometnih znakova zabilježen na državnoj cesti DC539 i iznosi 47,34 %.



Grafikon 7. Udio ispravnih i neispravnih znakova u Zadarskoj županiji

Izvor: [18]

Grafikon 8 prikazuje prosječnu starost prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije, razvrstanih prema klasama retroreflektirajućeg materijala. Analiza pokazuje da prometni znakovi klase III imaju najmanju prosječnu starost koja iznosi 6,65 godina. Znakovi izrađeni od materijala klase II slijede s prosječnom starošću od 8,87 godina, dok su znakovi klase I najstariji, s prosječnom starošću od 9,90 godina. Tijekom navedenog izračuna uočeno je kako na državnoj cesti DC407 nije postavljen niti jedan prometni znak izrađen od retroreflektirajućeg materijala klase III zbog čega je u grafikonu prikazano kako starost navedenih prometnih znakova iznosi 0 godina.



Grafikon 8. Prosječna starost znakova prema klasi retroreflektirajućeg materijala

Izvor: [18]

6. ZAKLJUČAK

Prometni znakovi predstavljaju jedan od osnovnih načina za regulaciju prometa. Oni služe kao tehnički alat za komunikaciju između nadležnih tijela za cestovnu infrastrukturu i sudionika u prometu. Standardizirani simboli i natpisi omogućuju sigurno, učinkovito i predvidljivo kretanje vozila i pješaka. Precizno postavljena signalizacija na cestama osigurava jasno razumijevanje prometnih situacija te omogućuje pravovremenu reakciju svih sudionika. Prometni znakovi pružaju informacije o zabranama, ograničenjima i potencijalnim opasnostima, kao i ostale ključne podatke potrebne za sigurno odvijanje prometa. Prometni znakovi moraju biti postavljeni u skladu s važećim Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Da bi ispravno obavljali svoju funkciju, znakovi moraju biti tehnički ispravni, pravilno postavljeni i vidljivi u svim uvjetima vožnje. Ključna karakteristika koja utječe na njihovu vidljivost, posebno noću i u uvjetima smanjene vidljivosti, je razina retrorefleksije. Ta vrijednost ovisi o klasi retroreflektirajućeg materijala korištenog u izradi znaka. Redoviti pregledi kvalitete prometnih znakova nužni su kako bi se osigurala ispravnost i održavala visoka razina kvalitete prometne signalizacije. Cilj ovog završnog rada je, temeljem podataka prikupljenih tijekom ispitivanja kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije, koju je proveo Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, utvrditi ukupan broj i udio različitih prometnih znakova s obzirom na njihovo značenje i vrstu materijala te utvrditi njihovu tehničku ispravnost u skladu s minimalnim propisanim standardima kvalitete. Ukupna duljina mreže državnih cesta na području Zadarske županije iznosi 559,31 km, a najdulja cesta je DC8, koja se proteže od naselja Tribanj Sv. Marija Magdalena do naselja Drage, s ukupnom duljinom od 96,24 kilometra. Na državnim cestama unutar županije postavljeno je ukupno 11190, što znači da je u prosjeku na svakom kilometru ceste postavljeno 20 prometnih znakova, a najveći broj prometnih znakova, njih 2426, postavljen je na državnoj cesti DC8. Najveći broj prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije prema njihovoj funkciji čine znakovi obavijesti, njih ukupno 3256, a slijede ih znakovi izričitih naredbi s 3058 znakova. S obzirom na klase retroreflektirajućeg materijala od kojih su izrađeni prometni znakovi, većina znakova, njih 59 %, izrađena je od materijala klase I, zatim slijede znakovi izrađeni od materijala klase II, a najmanje je prometnih znakova izrađeno od materijala klase III. Od ukupno 11190 prometnih znakova, njih 8855 zadovoljava minimalne propisane uvjete vezane uz koeficijent retrorefleksije, što predstavlja 79,13 % svih znakova. S druge strane, 2335 znakova, ili 20,87 %, ne ispunjava ove uvjete. Prikazani rezultati upućuju na to da većina prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije pruža adekvatnu vidljivost, dok određeni udio prometnih znakova zahtijeva poboljšanje kako bi se osigurala potpuna usklađenost s propisanim standardima. Analizom podataka o postojećim prometnim znakovima na državnim cestama u Zadarskoj županiji utvrđeno je kako 17,96 % prometnih znakova nije izrađeno u skladu s odredbama važećeg Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Što se tiče starosti prometnih znakova, razvrstanih prema klasama retroreflektirajućeg materijala, analizom je utvrđeno da prometni znakovi klase III imaju najmanju prosječnu starost

koja iznosi 6,65 godina. Znakovi izrađeni od materijala klase II slijede s prosječnom starošću od 8,87 godina, dok su znakovi klase I najstariji, s prosječnom starošću od 9,90 godina.

Usporede li se sve karakteristike prometnih znakova koje se smatraju pokazateljima kvalitete s minimalnim propisanim zahtjevima kvalitete, dobiva se podatak prema kojemu je na državnim cestama u Zadarskoj županiji ispravno 66,85 % prometnih znakova, dok je na preostalih 47,34 % uočeno da ne zadovoljavaju najmanje jedan zahtjev. Na temelju dobivenih se podataka može zaključiti kako udio neispravnih prometnih znakova nije zanemariv, a u skladu s tim je potrebno poduzeti mjere s ciljem poboljšanja kvalitete prometnih znakova. Isto tako, potrebno je periodički provoditi ispitivanja kvalitete prometnih znakova kako bi se kvaliteta prometnih znakova, a time i sigurnost prometa zadržala na najvišoj mogućoj razini.

7. LITERATURA

[1] Nastavni materijali iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. god. 2023./2024.

[2] Cerovac V. „Tehnika i sigurnost prometa“, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2001.

[3] URL:http://estudent.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/08_Prometni_znakovi.pdf (rujan 2024.).

[4] Pašagić S. „Vizualne informacije u prometu“, Svečilište u Zagrebu, Zagreb, 2004.

[5] URL: http://www.sigurno-voziti.net/Slike/crtice/ndzbob03.jpg (rujan 2024.)

[6] "Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama" (NN 92/19) (rujan 2024.).

[7] URL: https://www.signal.hr/proizvodi-i-usluge/znakovi-obavijesti-za-vodenje-prometa/(rujan 2024.)

[8] URL: *https://www.signal.hr/proizvodi-i-usluge/dopunske-ploce/* (rujan 2024.)

[9] Ščukanec A., „Autorizirana predavanja iz kolegija Prometna signalizacija“, Zagreb; 2016./2017.

[10] URL:http://estudent.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/09_Retroreflektirajuci_materijali.pdf (rujan 2024.)

[11]URL:http://estudent.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/07_Refleksija.pdf (rujan 2024.)

[12] URL: http://www.chemosignal.hr/usluge/3m/prometni-znakovi/ (rujan 2024.).

[13] URL:http://estudent.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/02_Vizualna_percepcija.pdf (rujan 2024.).

[14] URL:http://estudent.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/03_Percepcija_u_uvjetima_otezane_vidljivosti.pdf (rujan 2024.).

[15] URL: https://www.novilist.hr/novosti/hrvatska/magla-smanjuje-vidljivost-u-prometu/ (rujan 2024.)

[16] URL:https://automobili.hr/wp-content/uploads/2018/07/alkohol-i-vo%C5%BEnja-piva-o%C5%BEujska-dring-and-drive.jpg (rujan 2024.)

[17] URL:https://www.zadarska-zupanija.hr/o-nama/polozaj-i-osnovne-prostornekarakteristike-zadarske-zupanije (rujan 2024.).

[18] Podaci iz Baze prometnih znakova tvrtke Hrvatske ceste d.o.o.

POPIS SLIKA

Slika 1. Zakon crvene zastave 3

Slika 2. Primjer znaka opasnosti (A10) 7

Slika 3. Primjer znaka izričite naredbe (B15) 8

Slika 4. Primjer znaka obavijesti (C26) 9

Slika 5. Primjer znaka obavijesti za vođenje prometa (D06-1) 10

Slika 6. Primjer dopunske ploče (E22) 11

Slika 7. Zrcalna refleksija 13

Slika 8. Difuzna refleksija 14

Slika 9. Retrorefleksija 15

Slika 10. Materijali klase I (sferična retrorefleksija) 16

Slika 11. Materijali klase II (sferična retrorefleksija) 17

Slika 12. Materijali klase III 19

Slika 13. Faze procesa percepcije prometnog znaka 20

Slika 14. Otežana vidljivost zbog magle 22

Slika 15. Otežana vidljivost vozača zbog konzumacije alkohola 23

POPIS TABLICA

Tablica 1. Popis državnih cesta u Zadarskoj županiji 25

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Ukupan broj prometnih znakova na državnim cestama u Zadarskoj županiji 26

Grafikon 2. Broj prometnih znakova na državnim cestama Zadarske županije s obzirom na funkciju 27

Grafikon 3. Broj i postotni udio prometnih znakova s obzirom na klase retroreflektirajućeg materijala na državnim cestama u Zadarskoj županiji 28

Grafikon 4. Broj prometnih znakova na pojedinoj državnoj cesti u Zadarskoj županiji prema klasama retroreflektirajućih materijala 29

Grafikon 5. Broj prometnih znakova prema značenju koji zadovoljavaju ili ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije 30

Grafikon 6. Broj prometnih s obzirom na to jesu li izrađeni u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19) 31

Grafikon 7. Udio ispravnih i neispravnih znakova u Zadarskoj županiji 32

Grafikon 8. Prosječna starost znakova prema klasi retroreflektirajućeg materijala 33

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 mojega 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 u Zadarskoj županiji_, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, _13.9.2024._ _Mihovil Grcić,_____
(ime i prezime, *potpis*)