Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije

Šnajder, Valentina

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:119:879550

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Valentina Šnajder

ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA OSJEČKO-BARANJSKE I VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 24. travnja 2017.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3899

Pristupnik: **Valentina Šnajder (0135235617)**
Studij: Promet
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: **Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije**

Opis zadatka:

Prometna signalizacija osnovno je sredstvo komunikacije između nadležnih tijela za održavanje ceste i sudionika u prometu. Pomoću prometne signalizacije se vozači upozoravaju, vode i informiraju o stanju na prometnici te se promet regulira na optimalan način. Za sigurnost prometa ključan je pravovremen prijenos informacije koju prometni znakovi i ostala signalizacija nosi vozaču, a da bi se ta zadaća ispunila, znakovi i ostala signalizacija moraju biti ispravna i ispunjavati uvjete vidljivosti. Na kvalitetu prometnih znakova, a time i vidljivost, utječu uvjeti eksploatacije, vremenski uvjeti, starost znaka te razina retrorefleksije. Prometni znakovi moraju zadovoljavati minimalne propisane razine retrorefleksije.
Zadatak završnog rada je na temelju podataka dobivenih iz mjerenja od strane Zavoda za prometnu signalizaciju o broju, poziciji i tehničkim karakteristikama prometnih znakova analizirati prometne znakove na državnim cestama na području Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije te zaključiti o razini kvalitete prometnih znakova u navedenim županijama.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Dario Babić, mag. ing. traff.

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA OSJEČKO-BARANJSKE I VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

ANALYSIS OF THE TRAFFIC SIGNS QUALITY ON STATE ROADS OF OSJEČKO-BARANJSKA AND VUKOVARSKO-SRIJEMSKA COUNTY

Mentor: Dario Babić, mag. ing. traff.

Student: Valentina Šnajder

JMBAG: 0135235617

Zagreb, rujan 2017.

SAŽETAK

Prometni su znakovi sredstva komuniciranja u prometnu, a osnovna im je zadaća omogućiti sigurno odvijanje prometa. Da bi ispunjavali svoje zadaće, upozoravanje na moguće opasnosti, informiranje o obvezama koje je potrebno poštivati i vođenje prometnog toka, prometni znakovi moraju biti ispravni. Osim što mora ispunjavati uvjete tehničke ispravnosti, prometni bi znak trebao biti vidljiv u svim uvjetima vožnje. Na vidljivost utječu brojni čimbenici kao što su vremenski uvjeti i starost znaka, a najvažnijim se smatra razina retrorefleksije. Prometni znakovi čija je razina retrorefleksije ispod minimalne propisane vrijednosti ne mogu ispunjavati svoju zadaću, naročito u uvjetima smanjene vidljivosti, te ih je, zbog osiguravanja željene razine prometne sigurnosti, potrebno zamijeniti novima. Cilj ovog završnog rada je na temelju podataka o tehničkim karakteristikama prometnih znakova, dobivenih ispitivanjem od strane Zavoda za prometnu signalizaciju, analizirati prometne znakove na području Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije kako bi se utvrdila njihova kvaliteta.

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

SUMMARY

Traffic signs are the means of communication in traffic, and their basic task is to enable safe traffic. In order to fulfill their task , warning on possible dangers, informing about the obligations that need to be respected and running the traffic flow, traffic signs must be correct. In adition to meeting tehnical requirements, traffic signs should be visible in all driving conditions. Visibility is influenced by a number of factors such as weather conditions and age of the sign, and the most important is conciderd to be the level of retroreflection. Traffic signs whose level of retroreflection is below the minimum prescribed values can not fulfill their task and need to be replaced by new ones, in order to ensure the desired level of traffic safety. The aim of the final work is to analyze traffic signs in the area of Osječko-Baranjska and Vukovarsko-Srijemska County in order to determine their quality, based on technical characteristics of the traffic signs, obtained by the Traffic Signaling Institute.

Keywords: *traffic signs; retroreflection; traffic safety*

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA 2
2.1. Povijest prometnih znakova 2
2.2. Podjela prometnih znakova 4
2.2.1. Podjela prometnih znakova prema obliku i dimenzijama 4
2.2.2. Podjela prometnih znakova prema značenju 5
2.3. Postupak izrade i način postavljanja prometnih znakova 11
3. MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA 14
3.1. Refleksija 14
3.2. Retroreflektirajući materijali 16
3.2.1. Materijali klase I – Engineer Grade 17
3.2.2. Materijali klase II – High Intensity Grade 17
3.2.3. Materijali klase III – Diamond Grade 18
4. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA 20
4.1. Vizualna percepcija 20
4.2. Vizualna percepcija u otežanim uvjetima 22
5. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA OSJEČKO-BARANJSKE I VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE 25
5.1. Osječko-baranjska županija 26
5.2. Vukovarsko-srijemska županija 32
6. ZAKLJUČAK 39
Literatura 41
Popis slika 43
Popis tablica 44
Popis grafikona 45

1. UVOD

Razvoj cestovnog prometa, uz istodobno povećanje broja motornih vozila, osim pozitivnih učinaka, kao što su povećanje brzine, vremena i udobnosti putovanja, polučio je i negativne učinke u najvećoj mjeri vezane uz smanjenje sigurnosti prometa. Smanjenje sigurnosti i pojava prometnih nesreća potaknuli su stručnjake na razvoj i implementaciju sredstava reguliranja prometa. Kao efikasan način reguliranja prometa pokazala se vertikalna prometna signalizacija, čija je uporaba, uz naknadne izmjene i modernizaciju, zadržana do danas.

Vertikalna prometna signalizacija, odnosno prometni znakovi standardizirani su elementi prometne signalizacije koji uz pomoć ucrtanih simbola ili upisanog teksta ograničavaju ponašanje sudionika u prometu.

S aspekta sigurnosti, naročito u uvjetima smanjene vidljivosti, njihova najvažnija karakteristika je vidljivost. Dobru vidljivost omogućuju retroreflektirajući materijali ugrađeni u folije koje predstavljaju lica prometnih znakova, odnosno površine koje vozač tijekom vožnje vidi. Snaga retrorefleksije na folijama s vremenom, zbog utjecaja raznih vanjskih čimbenika, slabizbog čega je potrebno periodički provjeravati razinu njihove retrorefleksije.

Cilj ovoga rada je analizirati podatke o karakteristikama prometnih znakova, s posebnim naglaskom na vrijednosti retrorefleksije, prikupljene na državnim cestama na području Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije tena temelju istih odrediti ukupan broj i udio prometnih znakova, s obzirom na značenje i klase materijala, koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju propisane uvjete.

Rad je podijeljen u šest poglavlja. U „Uvodu“ je izložena tematika i cilj rada. Drugo poglavlje rada s naslovom „Općenito o prometnim znakovima“ opisuje nastanak i povijesni razvoj prometnih znakova. Zatim je, u nastavku, navedena podjela prometnih znakova prema obliku, dimenzijama i značenju, kao i način izrade i postavljanja prometnih znakova. Treće poglavlje „Materijali za izradu prometnih znakova“ definira osnovne vrste refleksije, s posebnim naglaskom na retrorefleksiju, i detaljno opisuje sve vrste retroreflektirajućih materijala. Četvrto poglavlje pod nazivom „Percepcija prometnih znakova“ ukratko opisuje pojmove vezane uz percepciju kao i sve čimbenike koji na nju utječu. U petom poglavlju s naslovom „Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije“ prikazana je, za svaku županiju posebno, analiza ispitanih prometnih znakova s obzirom na značenje, klasu materijala, tehničku ispravnost i godine starosti. Šesto poglavlje, ujedno i posljednje, obuhvaća osvrt na rezultate provedenog istraživanja.

2. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA

Prometni su znakovi skup smislenih simbola i natpisa koji služe kao sredstvo komuniciranja između osoba nadležnih za pojedine prometnice i korisnika tih prometnica. Osnovna je funkcija prometnih znakova osigurati siguran, predvidljiv i učinkovit promet na cestama, a glavne su zadaće upravljanje prometom, reguliranje prometnog toka, pružanje svih potrebnih informacija sudionicima u prometu i vođenje istih do željenog cilja [1].

Prometni znakovi moraju biti jednolični, jasni, čitljivi, vidljivi, kontinuirani i postavljeni u odgovarajućem opsegu. Prometne situacije istih funkcija i karakteristika potrebno je obilježiti na isti način, a obilježavanje mora biti takvo da vozača ne dovodi u dvojbu za vrijeme odlučivanja o reakciji. Nedovoljan broj prometnih znakova u određenoj prometnoj situaciji predstavlja opasnost, ali isto čini i prevelik broj prometnih znakova na određenom dijelu ceste jer zbunjuje vozača.

Svaku je prometnicu potrebno obilježiti propisanim prometnim znakovima kako bi sudionicima u prometu na jasan i razumljiv način omogućila predočavanje prometne situacije i pravovremenu reakciju. Na taj način sudionici u prometu dobivaju informacije o opasnostima koje ih očekuju, različitim zabranama i ograničenjima kojih se, zbog prometno-tehničkih uvjeta na cesti, moraju pridržavati i o raznim obavijestima koje se mogu odnositi direktno na odvijanje prometa ili mogu obavijestiti vozače o dodatnim uslugama uz prometnice. Prometnim je znakovima, isto tako, osim redovnih, potrebno pružiti informacije o povremenim, odnosno izvanrednim regulacijama u prometu koje mogu nastati zbog vremenskih neprilika, radova na cesti, raznih oštećenja kolnika i slično, jer neobavještavanje o izvanrednim okolnostima može ugroziti sigurnost sudionika u prometu.

Kako bi se osigurala njihova učinkovitost, prometni znakovi moraju ispuniti sljedeće uvjete [1]:

- zadovoljiti potrebe sudionika u prometu
- privući pozornost vozača
- prenositi jednostavne i jasne informacije
- pobuđivati respekt vozača i pješaka
- biti smještena tako da sudionicima u prometu daje dovoljno vremena za pravilnu reakciju

2.1. Povijest prometnih znakova

Propisi i znakovi u cestovnom prometu nisu stariji od stotinu godina. Pojavom omnibusa, koji se do tada nisu koristili, u Engleskoj su zaprežna vozila počela gubiti na značenju. Zbog jeftinijeg i udobnijeg prijevoza, kao i zbog mogućnosti prijevoza do dvadeset putnika istovremeno, omnibus je postajao sve popularniji i predstavljao je izravnu konkurenciju prijevoznicima koji su putnike prevozili zaprežnim vozilima [2].

Prva prometna nesreća u kojoj je sudjelovao omnibus dogodila se 1831. godine i ona za posljedicu nije imala ljudske žrtve. Nedugo nakon toga, omnibus je u Glasgowu naletio na seljačka kola i pregazio jednoga seljaka. Taj je događaj potaknuo parlament da 1836. godine izglasa zakon pod nazivom „LocomotiveActs“ koji je 1856. godine dopunjen. Zakon je ograničavao brzinu parnog vozila na 3,2 km/h u naseljima i 6,5 km/h izvan naselja, te je obvezivao svakog vozača da na sto metara ispred vozila ima jahača koji će mahati crvenom zastavom i upozoravati prolaznike na dolazak parnog vozila. U slučaju bilo kakve nesreće, prema Zakonu, je odgovornost snosio vozač parnog

vozila. Taj se zakon, poznat i pod nazivom „Zakon crvene zastave“, smatra prvim prometnim propisom, a ukinut je 1896. godine [2]. Na Slici 1. prikazana je ilustracija upravljanja prometom prema „Zakonu crvene zastave“.



Slika1. Zakon crvene zastave
Izvor: [2]

S pojavom motornih vozila, početkom 20. stoljeća, javila se potreba za utvrđivanjem međunarodnih propisa koji bi ujednačavali kretanje na svim cestama, jer su se takva vozila kretala većim brzinama i mogla su prijeći veće udaljenosti.

Prva međunarodna Konvencija o cestovnom i automobilskom prometu sklopljena je 1909. godine u Parizu. Nakon nje, 1949. godine Ženevskom je konvencijom donesen Protokol o signalizaciji na cestama. Međunarodna konferencija Organizacije ujedinjenih naroda o prometu na cestama izmijenila je i dopunila Protokol 1968. godine. Konvencije su preporučivale uporabu jednakih prometnih znakova sa simbolima zbog jednostavnijeg tumačenja, posebno za nepismene vozače i strance [2].

Oblici prometnih znakova određeni su Pariškom konvencijom. Tako je za znakove opasnosti određen oblik istostraničnog trokuta s vrhom okrenutim prema gore, krug za znakove izričitih naredbi i pravokutnik za znakove obavijesti. U početku se sustav znakova sastojao od svega desetak znakova, dok je u suvremenom prometu taj broj narastao na dvjestotinjak znakova, bez dopunskih ploča i ostalih znakova. Tijekom vremena su se mijenjali oblici nekih prometnih znakova, a posljednja značajna izmjena, iz 1968. godine, odnosila se na znak obveznog zaustavljanja gdje je umjesto, do tada korištenog, okruglog znaka s ucrtanim trokutom u primjenu ušao osmerokutni znak [2].

Dok se u Europi koristi Protokol temeljen na simbolima, bez uporabe riječi, donesen 1949. godine u Ženevi, u svijetu je ustanovljeno i u uporabi još nekoliko sustava prometnih znakova. U SAD-u, Australiji i Novom Zelandu u uporabi je sustav temeljen na pisanim riječima. Latinska Amerika, države Srednje Amerike i neki dijelovi Azije upotrebljavaju znakove temeljene na

simbolima, ali se sustav znakova razlikuje od europskog. Znakovi upozorenja imaju oblik romba, a za zabrane se upotrebljava crvena dijagonalna crta, dok se znakovi zabrane i dozvole ne mogu razlikovati po boji. Kanadski sustav najviše koristi simbole, slične europskim, ali su u uporabi i neki znakovi iz američkog sustava. Dijelovi južne Afrike koriste stari britanski sustav koji predstavlja kombiniranu uporabu teksta i simbola [2].

2.2. Podjela prometnih znakova

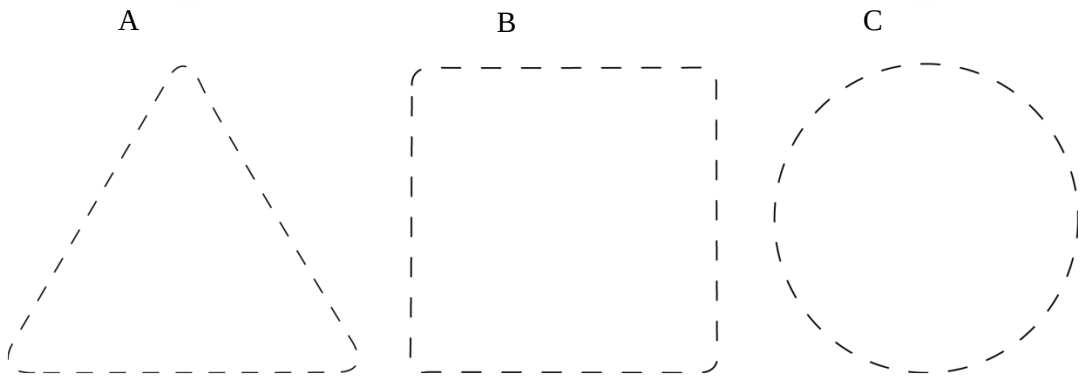
Prometne je znakove moguće razvrstati prema njihovom značenju, što se smatra osnovnom podjelom, a isto tako moguće ih je razvrstati i prema obliku, dimenzijama, načinu izrade i slično. Klasifikacija prometnih znakova prema navedenim kriterijima prikazana je u sljedećim poglavljima.

2.2.1. Podjela prometnih znakova prema obliku i dimenzijama

Zbog lakšeg uočavanja i prepoznavanja prometnih znakova, isti se izrađuju u nekoliko standardnih oblika. Osim tri standardna oblika, prikazana na Slici 2., u kojima se pojavljuje većina prometnih znakova, postoji i nekoliko dodatnih oblika prema kojima se određeni znakovi razlikuju od drugih kako bi se posebno naglasilo njihovo značenje.

Osnovni su oblici prometnih znakova [1]:

- *Jednakostraničan trokut*– koristi se pri izradi znakova opasnosti kojima se označuje blizina dijela ceste ili mjesto koje za sudionike u prometu može predstavljati opasnost (Slika 2. A).
- *Krug*– u navedenom se obliku izrađuju znakovi izričitih naredbi kojima se sudionicima u prometu prenose informacije o zabranama, ograničenjima i obvezama (Slika 2. C).
- *Kvadrat ili pravokutnik*– predstavlja znakove obavijesti koji služe za prijenos informacija o cesti kojom se sudionici u prometu kreću, nazivima mjesta kroz koja prolaze, udaljenosti od pojedinih mjesta i druge obavijesti koje im mogu koristiti (Slika 2. B).



Slika 2.Osnovni oblici prometnih znakova

Izvor: [3]

U znakove s posebni oblikom ubrajaju se [1]:

- Osmerokut – predstavlja znak „obvezno zaustavljanje“
- Trokut s vrhom okrenutim prema dolje – predstavlja znak „križanje s cestom s prednošću prolaza“

- Dva pravokutnika postavljena u obliku slova X – označavaju nezaštićeni prijelaz preko željezničke pruge u razini, znak „Andrijin križ“
- Romb – predstavlja znakove „cesta s prednošću prolaza“ i „završetak ceste s prednošću prolaza“
- Pravokutnik sa završetkom u obliku strelice – predstavlja „putokaz“

Dimenzije prometnih znakova, duljine stranica i polumjeri, određuju se ovisno o prometnici na koju se postavljaju. S povećanjem brzine, opažanje prometnih znakova malih dimenzija je otežano, te je zbog toga potrebno ovisno o ograničenju brzine, koje ovisi o vrsti prometnice, odrediti pripadajuće dimenzije prometnih znakova kako je prikazano u Tablici1.

Tablica1. Dimenzije prometnih znakova s obzirom na kategoriju cestovne prometnice

KATEGORIJA CESTOVNE PROMETNICE	OBLIK PROMETNOG ZNAKA		
	Jednakostraničan trokut [cm]	Krug [cm]	Kvadrat i pravokutnik [cm]
Autoceste, ceste za promet motornih vozila i ceste širine kolnika 7 m i više	120	90	90x90 90x135
Ceste širine kolnika od 5 do 7 metara i glavne gradske prometnice	90	60	60x60 60x90
Ostale ceste	60	40	40x40 40x60
Prometnice u tunelima i galerijama	60	60	60x60 60x90

Izvor: [5]

2.2.2. Podjela prometnih znakova prema značenju

Prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama(NN33/05, 64/05, 155/05,14/11), prometni se znakovi s obzirom na značenje dijele na [5]:

a) Znakove opasnosti
b) Znakove izričitih naredbi
c) Znakove obavijesti
d) Znakove obavijesti za vođenje prometa
e) Dopunske ploče
f) Promjenjive prometne znakove

a) Znakovi opasnosti

Znakovi opasnosti su prometni znakovi koji upozoravaju sudionike u prometu na to da se približavaju dijelu ceste ili mjestu na kojem je smanjena sigurnost vožnje zbog različitih opasnosti. Imaju oblik jednakostraničnog trokuta s vrhom okrenutim prema gore, osim znakova A47 i A48 koji obilježavaju nezaštićen prijelaz preko željezničke pruge u razini, zatim A49 koji označuje približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge s branicima ili polubranicima i A50 koji obilježava približavanje prijelazu preko željezničke pruge bez branika ili polubranika [5]. Prometni znakovi koji pripadaju navedenoj skupini, prikazani su na Slici 3.

Osnovna boja, znakova opasnosti, je bijela sa simbolima crne i rubovima crvene boje, osim znaka za obilježavanje radova na cesti (A25) čija je osnovna boja žuta.

U pravilu se postavljaju na udaljenosti 150 do 250 metara ispred opasnog mjesta. Ukoliko se, zbog specifičnosti lokacije, znakovi ne mogu postaviti na navedenim udaljenostima, mogu se postaviti i bliže od 150 m kao i dalje od 250 m uz prisutnost dodatnog upozorenja. Tako se, za udaljenosti manje od 150 metara ili veće od 250 metara, prometnom znaku pridružuje dopunska ploča s naznačenom udaljenosti. Isto tako, složena prometna situacija može zbog smanjene preglednosti ili velike dopuštene brzine, zahtijevati postavljanje nekoliko istih prometnih znakova u nizu. U tom je slučaju nužno postavljanje dopunskih ploča na svakom znaku koji je član niza [5].



Slika 3.Znakovi opasnosti

Izvor: [6]

b) *Znakovi izričitih naredbi*

Svrha znakova izričitih naredbi, prikazanih na Slici 4., je informiranje sudionika u prometu o zabranama, ograničenjima i obvezama. Svi znakovi, osim raskrižja s cestom s prednjošću prolaska (B01), koji ima oblik trokuta s vrhom okrenutim prema dolje, i znaka za obvezno zaustavljanje (B02), koji ima osmerokutni oblik, su okruglog oblika [5].

Osnovna boja znakova zabrane i ograničenja je bijela sa simbolima crne boje, a rubovi, te ravne i kose crte, ukoliko postoje na znaku, su crvene boje. Ako je znak zabrane ili ograničenja smješten na pravokutnoj ploči, osnovna boja te ploče je bijela. Znakovi obveze kao osnovnu boju imaju plavu, ucrtani su simboli bijele boje, a za rubove, te kose i ravne crte vrijedi isto pravilo kao i za znakove zabrane i ograničenja [5].

Znakovi izričitih naredbi postavljaju se na mjesto od kojeg naznačena naredba vrijedi. Ukoliko to nije moguće, zbog slabe preglednosti ceste ili nekog drugog razloga, znakovi izričitih naredbi mogu se postavljati i na određenoj udaljenosti od mjesta na kojem počinje vrijediti naredba, s tim da je u tom slučaju potrebno uz znak postaviti dopunsku ploču s upisanom udaljenosti. Znak izričitih naredbi vrijedi od mjesta na kojem je postavljen, ako dopunskom pločom nije drukčije obilježeno, do prvog križanja prometnice s nekom drugom prometnicom. Ako se želi produljiti trajanje naredbe sa znaka postavljenog prije križanja, potrebno je ponovno postaviti prometni znak. Samo znak postavljen na isti stup sa znakom obilježavanja naseljenog mjesta vrijedi za cijelo naselje, bez obzira na križanja, osim ako na drugom mjestu unutar naselja nije postavljen drugi znak zabrane ili ograničenja [5].



Slika 4. Znakovi izričitih naredbi

Izvor: [6]

c) Znakovi obavijesti

Znakovi obavijesti daju sudionicima u prometu potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću, nazivima mjesta kroz koja prolaze, udaljenostima od pojedinih mjesta kao i druge obavijesti koje im mogu koristiti. Pojavljuju se u obliku kvadrata, pravokutnika i kruga. Nekoliko je različitih načina obilježavanja prometnih znakova s obzirom na boje znaka i simbola pa se tako javljaju žuti znakovi sa simbolima i natpisima crne boje, plavi znakovi sa simbolima i natpisima bijele, crne, crvene i zelene boje, zeleni znakovi sa simbolima i natpisima bijele boje i bijeli znakovi sa simbolima i natpisima crne, crvene ili plave boje. Kod privremene regulacije prometa koriste se još znakovi čija je osnovna boja narančasta, putokaz obilaska (C108), traka za prekrivanje znakova (C109) i predznak za ručno reguliranje prometa (C112) [5].

Prometni znakovi koji pripadaju skupini znakova obavijesti predočeni su na Slici 5., a postavljaju se neposredno pred teren ili objekt za koji vrijede.



Slika 5. Znakovi obavijesti

Izvor: [6]

d) Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Znakovi obavijesti za vođenje prometa prenose informacije o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu odredišta i služe vođenju prometa prema odredištima, križanjima i čvorištima. Osnovna boja znakova obavijesti za vođenje prometa ovisi o vrsti ceste na kojoj se takvi znakovi postavljaju, a na osnovnu boju moguće je dodati boju koja ovisi o vrsti ceste na koju se sudionici u prometu usmjeruju. Osnovna je boja na autocestama zelena sa simbolima i natpisima bijele boje, na brzim cestama je plava sa simbolima i natpisima bijele boje, a na državnim i ostalim cestama žuta sa simbolima i natpisima crne boje. Za vođenje prometa unutar gradova koriste se znakovi bijele boje sa simbolima i natpisima crne boje. Veličinu znakova obavijesti za vođenje prometa ovisi o broju pojmova na znaku [5]. Znakovi obavijesti za vođenje prometa, sa propisanim bojama za pojedini znak, prikazani su na Slici 6.

Obavješćivanje znakovima vođenja prometa provodi se u nekoliko stupnjeva [5]:

I. Prethodno obavješćivanje
II. Obavješćivanje o smjeru kretanja
III. Obavješćivanje o prestrojavanju
IV. Obavješćivanje o skretanju

V. Potvrda obavješćivanja

Četvrti stupanj obavijesti je obvezan za svako skretanje, a ostali se stupnjevi mogu dodati ovisno o značenju ceste, broju prometnih trakova i slično. Tako se na autocestama postavljaju svi stupnjevi, na državnim se cestama obvezno postavlja drugi, četvrti i peti stupanj, na županijskim drugi i četvrti, a na ostalim cestama obvezno je postavljanje samo četvrtog stupnja [5].



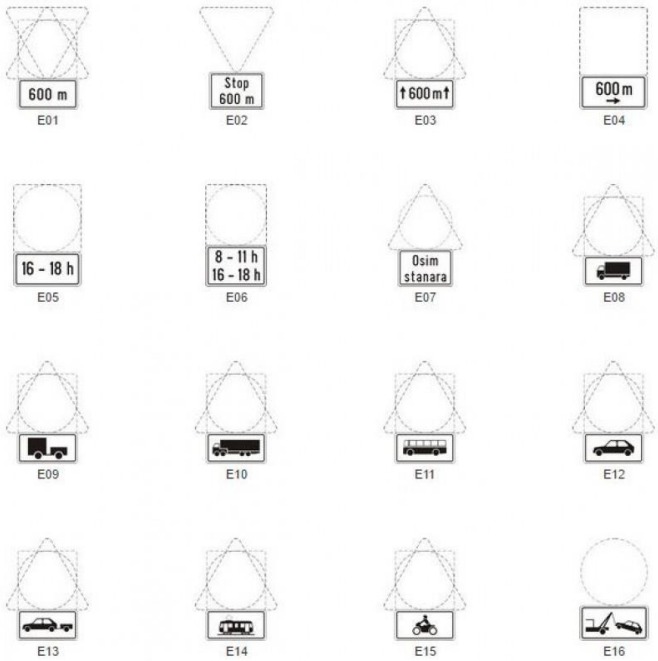
Slika 6. Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Izvor: [6]

e) Dopunske ploče

Dopunske ploče pobliže opisuju značenje prometnog znaka. Postavljaju se uz znakove opasnosti, izričitih naredbi i obavijesti kada to zahtijeva prometna situacija. Osnovna boja dopunskih ploča je bijela sa simbolima i natpisima crne boje [5].

Dopunske se ploče postavljaju ispod prometnog znaka na koji se odnose, kako je i prikazano na Slici7., a iznimno se na autocestama i brzim cestama mogu postaviti iznad prometnog znaka. Širina dopunske ploče ne smije biti veća od širine prometnog znaka uz koji se postavlja, a visina ne smije biti veća od pola širine, osim za posebne dopunske ploče za koje je veća visina dopuštena Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama [5].



Slika 7. Dopunske ploče

Izvor: [7]

f) Promjenjivi prometni znakovi

U suvremenom su se prometu pojavili promjenjivi prometni znakovi kao posljedica brzog razvoja tehnologije koji se odrazio i na promet. Upotrebljavaju se zbog povećanja sigurnosti na prometnicama ili zbog prometno-tehničkih zahtjeva prometnice. Mogu biti izvedeni kao kontinuirani i nekontinuirani. Kontinuirane promjenjive prometne znakove karakterizira izgled koji je identičan stalnim prometnim znakovima, a kod nekontinuiranih znakova se može razlikovati boja ili simbol znaka, koji na promjenjivim prometnim znakovima može biti pojednostavljen [5]. Primjer kontinuiranih promjenjivih prometnih znakova predočen je na Slici8.

Nekontinuirani znakovi se izvode u tehnologiji optičkih vlakana, svjetlosnih polja, svjetlećih dioda i tekućih kristala. Razlike od stalnih prometnih znakova očituju se u uporabi crne boje kao osnovne boje umjesto bijele ili plave i u uporabi bijelih ili žutih simbola i rubova umjesto crnih [5].

Takvi se znakovi najčešće upotrebljavaju za upozoravanje sudionika u prometu na posebne regulacije zbog izvanrednih okolnosti kao što su radovi na cesti, prometne nesreće, vremenske

neprilike i slično. Pri redovitim uvjetima prometovanja, promjenjivi prometni znakovi moraju biti ugašeni kako vozače ne bi dovodili u dvojbu.



Slika 8. Promjenjivi prometni znakovi

Izvor: [8]

2.3. Postupak izrade i način postavljanja prometnih znakova

Prilikom izrade i postavljanja prometnih znakova potrebno je poštivati zakonske odredbe na razini države kao i europske norme. Tim je pravilima propisan oblik, boja, veličina i način postavljanja prometnih znakova. Općenito, vertikalna prometna signalizacija sastoji se od sljedećih elemenata [1]:

- prometni znak
- nosač prometnog znaka
- dijelovi za pričvršćivanje znaka na nosač

Prometni znak čini lice znaka, koje se sastoji od lika, osnove i okvira, i podloga znaka na koju se pričvršćuje lice znaka. Osnova znaka služi za upisivanje simbola, a lik znaka je simbol koji mu daje značenje. Okvir znaka zatvara simbol ili natpis na prometnom znaku i na taj način ga upotpunjuje [1].

Prometni se znakovi izrađuju od kvalitetnog antikorozivnog lima koji sereže na odgovarajuće oblike i veličine, ovisno o vrsti znaka i kategoriji ceste na koju se postavlja. Nakon toga se, zbog postizanja bolje otpornosti, rubovi znaka savijaju, a prednja površina se čisti kako bi se retroreflektirajuća folija, koja se lijepi na lim, mogla pravilno nalijepiti. Zbog sprječavanja utjecaja sjaja limene površine na vozačevu pažnju, pozadine prometnih znakova potrebno je obojiti sivom bojom, a proizvođač na tu podlogu obvezno postavlja trajnu oznaku na koju ispisuje svoje ime, odnosno ime tvrtke kao i godinu i mjesec u kojemu je znak proizveden. Na očišćenu prednju stranu znaka postavljaju se samoljepljive folije sa retroreflektirajućim svojstvima na koje su ispisani simboli i natpisi te kao takve prometnom znaku daju značenje[9].

Dva su osnovna načina ispisivanja simbola i natpisa na prometne znakove. Prvi način je ispisivanje na folije pomoću računala i pisača velikih dimenzija, odnosno plotera. Računalno iscrtani oblici ispisuju se pomoću plotera na folije sa retroreflektirajućim svojstvima, a nakon završenog ispisa iste je potrebno laminirati, odnosno plastificirati kako bi im se produljio vijek trajanja i omogućilo

lakše čišćenje od nečistoća koje nastaju kao posljedica djelovanja prometa i vremenskih utjecaja. Drugi način ispisivanja prometnih znakova na folije je metoda sitotiska. Na okvir sita izrađen od tvrdog drva ili metala u odgovarajućim dimenzijama, postavlja se tkanina koja mora biti ravnomjerno zategnuta i pričvršćena na okvir. Kroz sito se samo na određenim mjestima, ovisno o simbolu koji je potrebno dobiti, protiskuje boja i na taj se način dobije folija sa potrebnim prometnim znakom, prikazana na Slici 9., koja se zatim pažljivo lijepi na limenu površinu prometnog znaka [1].

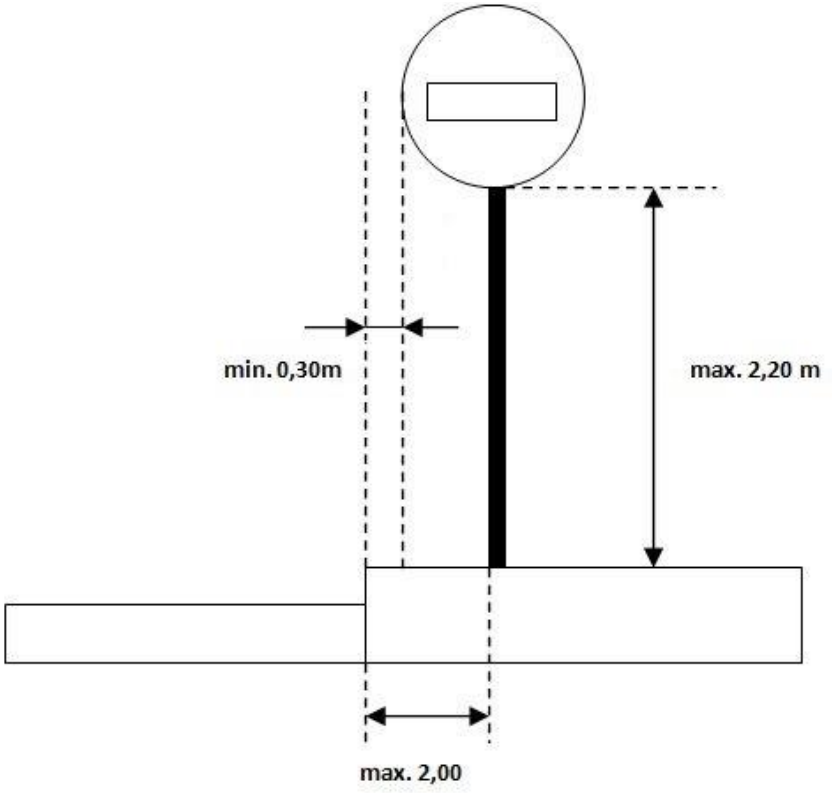


Slika 9. Izrada prometnog znaka metodom sitotiska

Izvor: [10]

Prometni znakovi se postavljaju uz desni rub kolnika u smjeru vožnje, osim ako zbog specifičnosti prometne situacije postoji mogućnost da ga sudionici u prometu neće na vrijeme uočiti. Tada se prometni znak može postaviti uz lijevi rub u smjeru vožnje ili iznad kolnika. Postavljen prometni znak ne smije ometati kretanje pješaka, biciklista ili drugih sudionika u prometu. Na cestama izvan naselja, prometni se znakovi postavljaju na visini od 1,20 do 1,40 metara, mjereno od donjeg ruba prometnog znaka do površine kolnika. Iznimku čine znakovi B59, B60, B61, C74, C75, C76, C77, C127, C129, C130, C131, C132 i C133 koji se postavljaju na visini od 0,80 do 1,20 metara. U naselju se, prometni znakovi, postavljaju na visini od 0,30 do 2,20 metara za znakove smještene uz rub kolnika, a oni smješteni iznad kolnika ne smiju biti postavljeni na visini koja je manja od 4,50 metara od donjeg ruba znaka do površine kolnika. Na površinama za pješake, prometni se znakovi postavljaju na visini koja ne smije biti manja od 2,20 metara zbog sigurnosti pješaka [5].

Na jedan je stup moguće postaviti najviše dva prometna znaka, s tim da je dopunska ploča postavljena uz prometni znak sastavni dio znaka, a prometni znakovi smješteni na istom stupu moraju imati ista retroreflektirajuća svojstva. Vodoravni razmak između ruba kolnika i najbližeg ruba prometnog znaka ne smije biti manji od 0,30 metara, a ne preporučuje se postavljanje prometnih znakova na udaljenosti većoj od dva metra [5]. Sve potrebne udaljenosti, koje je prema zakonskim odredbama potrebno poštivati prilikom postavljanja prometnih znakova, prikazane su na Slici 10.



Slika 10. Postavljanje prometnog znaka

Izvor: [1]

3. MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA

Prometni znak dobiva značenje onog trenutka kada se na njega nalijepi folija s ucrtanim simbolom prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Najvažnije svojstvo takvih folija je mogućnost reflektiranja svjetlosti iz svjetlosnih uređaja na vozilu u oči vozača. Snaga reflektirane svjetlosti, kao i smjer u kojem se ista reflektira, ovisi o načinu ugrađivanja elemenata unutar materijala.

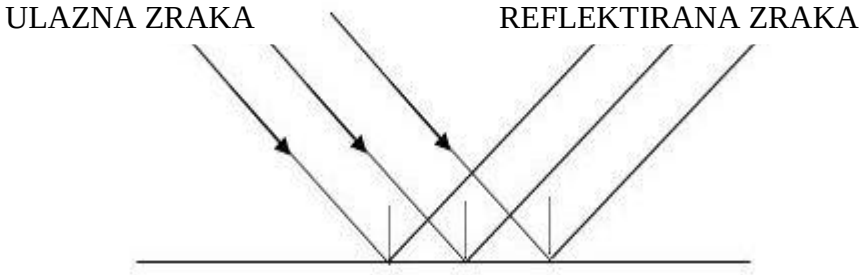
3.1. Refleksija

Odbijanje upadnih zraka od ravne površine naziva se refleksija. Omjer upadne i reflektirane svjetlosti predstavlja koeficijent refleksije. Reflektirana je svjetlost uvijek slabijeg intenziteta od izvorne jer se dio svjetlosti upadne zrake uvijek apsorbira [11].

Općenito u prirodi postoje tri tipa refleksije, a razlikuju se prema načinu odbijanja svjetlosnih zraka [1]:

- Zrcalna refleksija
- Difuzna refleksija
- Retrorefleksija

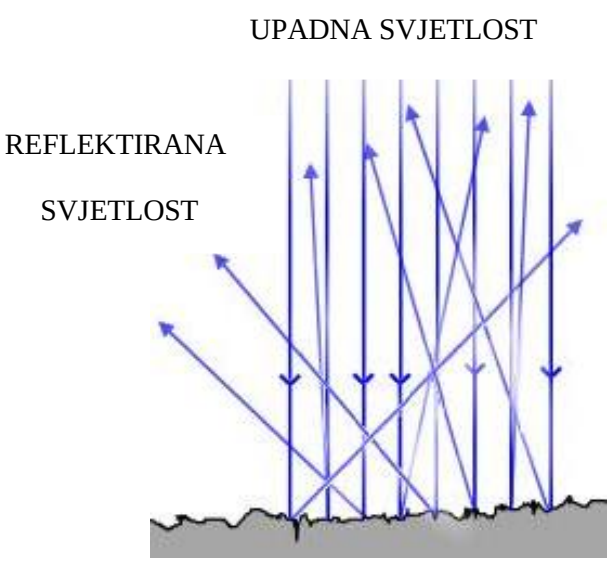
Zrcalna refleksija predstavlja takav tip refleksije u kojoj je veličina kuta između odbijene zrake svjetlosti i normale, koja je okomita na glatku površinu od koju se svjetlost odbija, jednaka kutu između upadne zrake i normale. Učinci te refleksije na prometu uglavnom su negativni, a očituju se u odbijanju svjetlosnih zraka od zaleđen ili mokar kolnik direktno u oči vozača iz suprotnog smjera, što stvara blještavo svjetlo koje smanjuje sposobnosti vozača i sigurnost vožnje [12]. Odbijanje svjetlosnih zraka pri zrcalnoj refleksiji prikazano je na Slici 11.



Slika 11. Zrcalna refleksija

Izvor: [13]

Pri difuznoj se refleksiji upadna zraka svjetlosti raspršuje u različitim smjerovima, a samo se mali dio reflektira u smjeru izvora, kako je prikazano na Slici 12. Difuzna refleksija omogućuje čovjeku raspoznavanje predmeta u okolini za vrijeme dnevne svjetlosti [14].



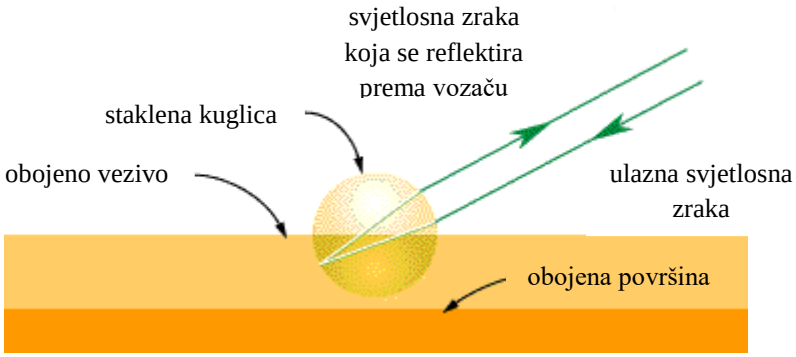
Slika 12. Difuzna refleksija

Izvor: [15]

Retrorefleksija je, za promet, najvažniji tip refleksije. Pri takvoj se refleksiji svjetlost bez obzira na kut upada vraća prema izvoru, što omogućuje, uz uporabu svjetlosnih uređaja na vozilu, vidljivost noću i u uvjetima smanjene vidljivosti [1]. S obzirom na vrstu korištenog retroreflektirajućeg materijala, retrorefleksija se dijeli na [1]:

a) sferična
b) prizmatična

Ulazni se snop svjetlosti, pri sferičnoj retrorefleksiji, lomi na prednjoj strani staklenih kuglica, zatim prolazi kroz kuglice i iza njih se na zrcalnoj površini reflektira. Reflektirana svjetlost ponovno prolazi kroz staklene kuglice, lomi se na prednjoj strani kuglice i vraća prema izvoru kako je i prikazano na Slici 13. [1].

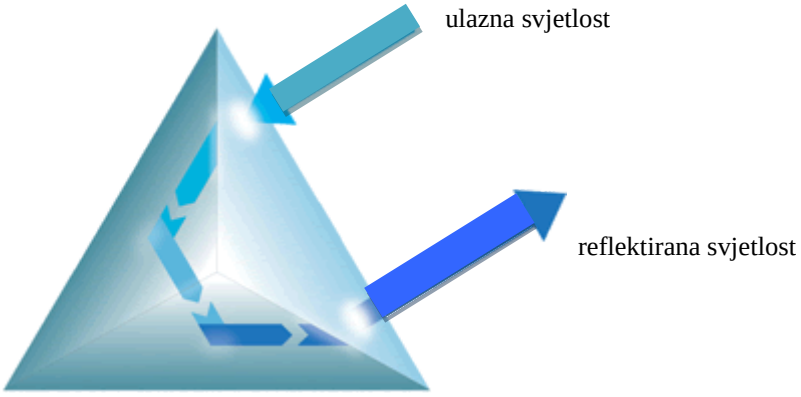


Slika 13. Sferična retrorefleksija

Izvor: [16]

Prizmatična retrorefleksija, prikazana na Slici 14., daje znatno kvalitetniju retrorefleksiju u odnosu na sferičnu s obzirom da se temelji isključivo na refleksiji bez loma svjetla. Naime, svjetlost

se reflektira od tri jednake te međusobno okomito postavljene površine u smjeru izvora pod istim upadnim kutom [1].



Slika 14.Prizmatičnaretrorefleksija

Izvor: [17]

3.2. Retroreflektirajući materijali

Mogućnosti koje pruža retrorefleksija potaknule su proizvodnju folija s retreoreflektirajućim svojstvima. Prvi retroreflektirajući materijali izrađeni su u Minnesoti, SAD, 1939. godine [1]. Njihova se prednost očitovala u tome što su zbog ugrađenih kuglica ili prizmi omogućavali vidljivost predmeta bez stalnog osvjetljenja u uvjetima smanjene vidljivosti ili noću. Do tada izrađivani prometni znakovi u uvjetima slabije vidljivosti nisu bili učinkoviti jer ih vozači nisu mogli vidjeti. Pojavom retroreflektirajućih materijala, isti su zamijenili do tada korištene, a prometni su znakovi postali učinkovitiji što je izravno utjecalo na povećanje sigurnosti svih sudionika u prometu.

Količina svjetla koja se reflektira s retroreflektirajućih materijala naziva se snaga retrorefleksije, a mjeri se u odnosu na ulazno svjetlo po kvadratnom metru retroreflektirajućeg materijala. Mjerna jedinica je candela po luxu po metru kvadratnom ($cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$). Osim snage retrorefleksije, za retreoreflektirajuće materijale navode se još neke bitne karakteristike, kao što je ulazni kut, kut promatranja i snop reflektirane svjetlosti. Ulazni kut predstavlja kut između ulazne zrake svjetlosti i okomite osi na ravninu na kojoj je znak položen. Kut promatranja nastaje između ulazne i reflektirane svjetlosti, a trebao bi biti što manji jer je manji kut retrorefleksije pokazatelj dobre kvalitete retroreflektirajućeg materijala. Snop svjetlosti označava svjetlost koja je reflektirana prema promatraču [1].

U suvremenom se prometu, za izradu vertikalne prometne signalizacije, koriste tri vrste retroreflektirajućih materijala razvrstanih u klase [1]:

1. Materijali klase I – Engineer Grade
2. Materijali klase II – HighIntensity Grade
3. Materijali klase III – Diamond Grade

3.2.1. Materijali klase I – Engineer Grade

Retroreflektirajuće folije klase I su folije s ugrađenim staklenim kuglicama koje su uvezane i pričvršćene na podlogu od trajnog materijala. U novije se vrijeme izrađuju i materijali klase I s mikroprizmama koje se ugrađuju pomoću prozirne sintetske smole, hermetički zatvaraju i ljepilom trajno pričvršćuju na prometne znakove. Karakterizira ih niska vrijednost retrorefleksije od 70 $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$, te se zbog toga najčešće koriste na prometnim znakovima koji zakonskim odredbama na zahtijevaju veću snagu retrorefleksije, kao što su znakovi obavijesti za parkiranje, putokazi, kilometarske oznake i slično, ali i na prometnicama na kojima je slabiji intenzitet prometa ili se vozi malim brzinama. Proizvođač za folije klase I jamči zadovoljavajuće vrijednosti retrorefleksije u trajanju od pet do sedam godina uporabe [18]. Izgled folije klase I predočen je na Slici 15.



Slika 15.Retroreflektirajuća folija klase I

Izvor: [19]

3.2.2. Materijali klase II – HighIntensity Grade

Materijali klase II sadrže mikrokuglice koje su učahurene u reflektirajući sloj zbog čega se ne ulijevaju se u plastiku, već se lijepe na plastični nosivi sloj, a gornji dio mikrokuglica zatvara se tankim prozirnim slojem u zrakom ispunjenu kapsulu. Osim sa sferičnom, materijali klase II izrađuju se i s mikroprizmama, koje su, kao i kod klase I oblikovane u prozirnoj sintetskoj smoli, hermetički zatvorene i trajno pričvršćene na supstrate prometnih znakova. Neki se prometni znakovi, prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, izvode materijalima klase II, kao što su A01, A25, A33, A47, B02 i slično, a ostali se znakovi, za koje to nije propisano zakonskom mjerom, mogu izvoditi materijalima klase II ukoliko to zahtijeva prometna situacija. Snaga retrorefleksije navedenih materijala je 250 $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$, a proizvođač jamči 80% prvotne snage nakon deset godina korištenja [1]. Folije klase II prikazane su na Slici 16.



Slika 16.Retroreflektirajuće folije klase II

Izvor: [20]

3.2.3. Materijali klase III – Diamond Grade

Retroreflektirajući materijali klase III, prikazani na Slici 17., poznati su i kao materijali treće generacije. Izrađuju se od mikroprizmi, a njihov je sjaj trostruko veći od sjaja folija klase II i čak deseterostruko veći od sjaja folija klase I. Karakterizira ih 60 postotna refleksija dostupnog svjetla prema vozačima, zbog čega se materijali klase III koriste u vrlo složenim prometnim situacijama, kada je zbog velike gustoće prometa ili velikih brzina vozačima potrebno omogućiti pravovremeno uočavanje zapreka. Snaga retrorefleksije je 800 $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$, a jamstvo proizvođača traje dvanaest godina. Nedostatak materijala klase III vidljiv je u procesu proizvodnje, gdje se zbog nešto debljih folija u odnosu na druge klase mogu javiti problemi prilikom tiskanja simbola [1].

Reflektirajuće folije klase III dijele se na četiri tipa [1]:

- V.I.P. (VisualImpactPerformance) – tip reflektirajućih folija koje su pogodne za postavljanje uz prometnice unutar gradova, izdvajaju se od, za gradove karakterističnog , svjetlosnog okruženja, a najveću učinkovitost ostvaruju na kratkim udaljenostima.
- L.D.P. (Long Distance Performance) – folije pogodne za postavljanje uz prometnice na kojima se očekuje refleksija svjetlosti na velike udaljenosti, kada je zbog velike brzine vožnje potrebno ranije uočiti prometni znak kako bi vozač reagirao na pravi način. Dakle, prometni znakovi s takvim folijama primjenjuju se na autocestama i brzim cestama.
- Fluorescent – pomoću fluorescentnih boja, takve folije povećavaju vidljivost i privlače pažnju čak i danju.
- Diamond Grade Cubed (DG^3) – omogućuje pojačanu vidljivost na velikim i malim udaljenostima, kombinacija je V.I.P. i L.D.P. folija, te se smatra da bi ih u određenom vremenskom periodu mogla potpuno zamijeniti.



Slika 17.Retroreflektirajuće folije klase III

Izvor: [21]

4. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA

Čovjek je najvažniji čimbenik sigurnosti prometa. Svojim osjetilima prima obavijesti iz okoline te na temelju poznavanja prometnih propisa i uvjeta na prometnicama određuje način kretanja vozila. Osjetila, preko svojih organa, omogućuju prijenos obavijesti o vanjskom svijetu i promjenama unutar tijela. Od svih osjetila koja pomažu vozačima u sigurnom odvijanju prometa, vid, sluh, ravnoteža, mišići i miris, kao najvažniji se ističe vid. Više od 95% informacija u prometu vozač prima očima, tj. osjetom vida zbog čega je nužno poznavati čovjekov proces vizualne percepcije [22].

4.1. Vizualna percepcija

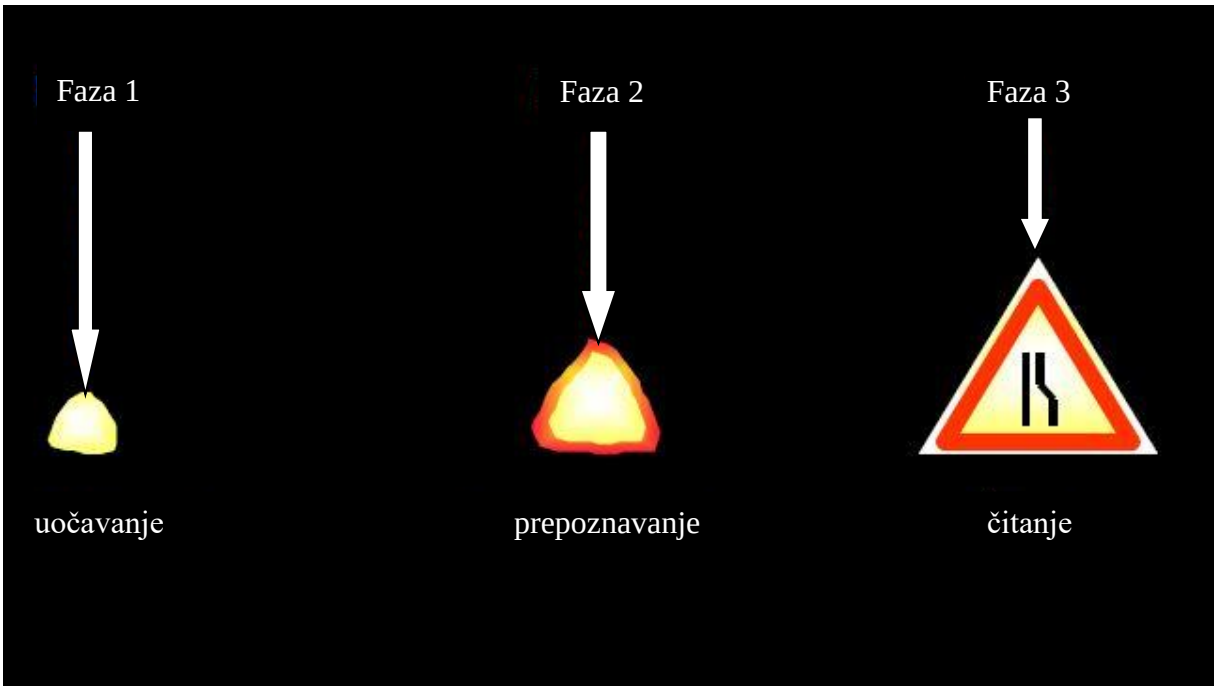
Percepcija je proces stvaranja predodžbe o nekoj pojavi, događaju ili objektu, odnosno proces organiziranja, integriranja i interpretiranja informacija primljenih preko organa osjeta [23]. Prikupljanje informacija iz okoline sastoji se od primanja informacija organima osjeta i povezivanje istih sa već stečenim znanjima, iskustvom, očekivanjima, emocijama i slično. S obzirom da je vid osjetilo putem kojeg čovjek prima najveći broj informacija, u prometu se, kao najvažnija, ističe vizualna percepcija [1].

Dvije su osnovne funkcije percepcije, prepoznavanje i lokalizacija. Za vrijeme prepoznavanja vozač utvrđuje što je percipirani predmet, odnosno njegov oblik i boju, a na dovoljnoj udaljenosti može uočiti i neke detalje, kao što su, kod prometnih znakova, simboli i poruke s lica znaka. Osim što je vrlo bitno utvrditi što je predmet percipiranja, isti je potrebno smjestiti unutar okoline, odnosno odrediti udaljenost predmeta od osobe koja percipira. Na taj način, u prometu, vozač na vrijeme može prilagoditi brzinu i način vožnje uvjetima na cesti [1].

Vizualna percepcija je proces koji započinje ulaskom svjetlosti u oko vozača. Dobivena se svjetlost, zatim, pretvara u električni impuls koji mozgu prenosi informacije. Mozak analizira dobivene informacije i povezuje ih sa već stečenim znanjima. Obrađena informacija aktivira potrebnu reakciju. Dobro obrađena informacija i pravilna reakcija ključne su za sigurno odvijanje prometa [1].

Proces percepcije prometnih znakova, kako je prikazano na Slici 18., odvija se u tri faze [1]:

I. Uočavanje
II. Prepoznavanje
III. Čitanje



Slika 18. Proces percepcije prometnog znaka

Izvor: [1]

I. Uočavanje

Prva je faza percepcije koja započinje u trenutku ulaska predmeta, od interesa, u vozačevo vidno polje. On ne prepoznaje ono što je uočeno, ali mu privlači pažnju, zbog čega usmjeruje pogled u pravcu u kojem se predmet nalazi. Faza uočavanja završava kada vozač postane svjestan prisutnosti predmeta [24].

II. Prepoznavanje

U fazi prepoznavanja vozač može uočiti vrstu predmeta, odnosno prepoznaje prometni znak. Identifikacija prometnog znaka nije kompletna, ali vozač posjeduje dovoljno informacija, o boji i obliku prema kojima može zaključiti o kojoj se vrsti prometnog znaka radi, da bi mogao odlučiti koje je radnje potrebno poduzeti, ako su uopće potrebne [24].

III. Čitanje

Vozač, u fazi čitanja, dovoljno jasno vidi prometni znak da bi prema obliku, boji i ucrtanom simbolu mogao pročitati njegovu poruku. Zbog toga je faza čitanja najvažnija. Nakon što pročita poruku sa prometnog znaka, vozač donosi konačnu odluku o reakciji koju je potrebno poduzeti [1].

Čitanjem prometnog znaka, završava proces njegove percepcije i počinje proces reakcije vozača. Primljena je informacija povezana sa ranije stečenim znanjima, te se na temelju poruke koju je mozak prepoznao aktiviraju motorički procesi.

Iz navedenog se može zaključiti da su za kvalitetnu percepciju ključni sljedeći elementi [1]:

a) Vizualna jasnoća
b) Periferni vid

c) Percepcija dubine
d) Noćni vid
e) Razlikovanje boja

Vizualna jasnoća omogućuje prepoznavanje prometne situacije pomoću prometnih znakova koji moraju biti postavljeni tako da vozača ne dovode u dvojbe. Vozač treba pravovremeno i točno prepoznati postavljeni prometni znak i u kratkom vremenu donijeti odluku o reakciji. Svako zaklanjanje prometnog znaka građevinama, raslinjem i slično, kao i postavljanje drugih predmeta koji svojim izgledom mogu podsjećati na prometne znakove smanjuje vizualnu jasnoću, tj. sposobnost vozača da jasno i jednoznačno protumači prometnu situaciju.

Vidno polje vozača sastoji se od fokusiranog, centralnog i perifernog vidnog polja. Fokusiranim vidom, vozač se usredotočuje na informacije koje mu tijekom vožnje predstavljaju prioritet. Centralnim je vidnim poljem obuhvaćena nešto šira slika, tako se, osim prostora koji obuhvaća kolnik, u njemu nalaze i prometni znakovi smješteni uz rub kolnika. Potreba za točnim i preciznim informacijama zahtijeva angažiranje centralnog vida, na određeno vrijeme, za svaki prometni znak. U urbanim sredinama, gdje se na maloj udaljenosti nalazi velik broj prometnih znakova, od centralnog se vida zahtijeva obrada velikog broja informacija u kratkom vremenu. Zbog toga je *periferni vid* bitan za dobru percepciju prometnih znakova. Neiskusni vozači za obradu podataka najčešće koriste samo centralni vid što utječe na vrijeme reakcije, dok iskusni vozači rasterećuju centralno vidno polje na način da perifernom vidnom polju prepuštaju „filtriranje“ primljenih informacija. Perifernim se vidom ranije uočeni prometni znakovi obrađuju, a kada dođu u centralno vidno polje, za njih su već spremne informacije o reakciji koju je potrebno poduzeti [25].

Percepcija dubine, kako je već ranije navedeno, omogućuje određivanje udaljenosti između predmeta smještenih unutar vidnog polja. Za vozača je vrlo važno uočiti udaljenosti od pojedinih predmeta kako bi mogao pravovremeno reagirati. Tu mogućnost pruža sposobnost stereoskopskog zamjećivanja. Sposobnost stereoskopskog zamjećivanja je funkcija oka koja određuje odnos prema dubini, a usko je vezana uz oštrinu vida [22].

Noću se vozači ne mogu s jednakom efikasnošću osloniti na svoje vidne mogućnosti kao danju. Pri dnevnom osvjetljenju vozači primaju više informacija i prometne znakove uočavaju na većim udaljenostima. *Noćnim vidom* se prometni znakovi uočavaju tek kada se nalaze unutar polja koje osvjetljavaju svjetlosni uređaji na vozilu pa su vozači „prisiljeni“ pamtiti veći broj informacija što utječe na brzinu percipiranja, a samim time i na vrijeme reakcije. Brža percepcija prometnih znakova postiže se postavljanjem prometnih znakova napravljenih od materijala s velikom snagom retrorefleksije što omogućuje lakše uočavanje, prepoznavanje i čitanje znaka [25].

Razlikovanje boja omogućuje brže opažanje prometnih znakova. Osobe koje ne razlikuju boje, uglavnom muškarci, prometne znakove mogu prepoznati samo prema obliku, a njihovo značenje ne mogu pretpostaviti do trenutka kada se nalaze na udaljenosti od znaka s koje je jasno vidljiv simbol. Mogućnost razlikovanja boja osobito je važna u uvjetima smanjene vidljivosti, kao što su vožnja noću, po magli i slično [22].

4.2. Vizualna percepcija u otežanim uvjetima

Na smanjenje sposobnosti percipiranja općenito prometne situacije, a tako i prometnih znakova, mogu utjecati razni čimbenici. Mogu se podijeliti na one na koje čovjek može utjecati, odnosno kontrolirati ih, i na one koju su posljedica utjecaja na koje čovjek nema izravan utjecaj.

Čimbenici koji otežavaju uočavanje prometne situacije mogu se, s obzirom na uzrok, podijeliti na [1]:

a) utjecaj vozača
b) utjecaj vozila
c) utjecaj okoline

a) Utjecaj vozača

Problemi koji mogu nastati zbog vozača, dijele se na povremene i stalne. Kao povremeni problemi vozača, koji utječu na njegovu sposobnost uočavanja prometne situacije, mogu se navesti utjecaj lijekova, alkohola i droge, stres i umor. Uzroci su različiti, ali se posljedice svih tih utjecaja očituju u smanjenju mogućnosti pravovremenog uočavanja prometnih znakova, produljenju vremena potrebnog za procjenu situacije u prometu i pravilnu reakciju [1].

S druge strane, stalni problemi koji utječu na sposobnost uočavanja prometnih znakova uglavnom su vezani uz bolesti očiju kao što su gubitak oštrine vida, kratkovidnost, sljepoća na boje, noćna sljepoća i mrena[1].

b) Utjecaj vozila

Smanjenje mogućnosti uočavanja prometne situacije, mogu uzrokovati problemi vezani uz vjetrobransko staklo i svjetlosne uređaje na vozilu [1]. Vjetrobransko staklo štiti vozača od vanjskih utjecaja kao što su vjetar i leteći predmeti, ali mu, isto tako, omogućuje preglednost situacije ispred vozila. Kapljice vode, nastale kao posljedica atmosferskih utjecaja, leteći predmeti, ogrebotine i rupice na površini vjetrobranskog stakla uzrokuju smanjenu vidljivost i neželjeno raspršivanje svjetlosti koje u vozačevom oku stvara efekt bljeska što negativno utječe na sposobnost uočavanja i reagiranja vozača [1].

Svjetlosni uređaji na vozilu vrlo su bitni za sigurno odvijanje prometa. Da bi svoju funkciju vršili na ispravan način, moraju biti tehnički ispravni i pravilno usmjereni. Nečistoće, kao i posljedice atmosferskih utjecaja smanjuju količinu „korisne“ svjetlosti što smanjuje vidljivost i preglednost u prostoru ispred vozila, a samim time produljuje vrijeme reakcije u slučaju nailaska na iznenadne zapreke koje nisu uočene na vrijeme [1].

c) Utjecaj okoline

Problemi slabijeg uočavanja prometne situacije uzrokovani utjecajem okoline javljaju se kao posljedica djelovanja atmosferskih utjecaja i „vizualnog nereda“ [1]. Oborine smanjuju količinu svjetlosti koja dopire do objekta koji je potrebno osvijetliti, a to izravno utječe i na smanjenje svjetlosti koja se s tog objekta reflektira i zatim vraća do vozačeva oka. Drugi negativan učinak oborina očituje se u blještanju, koje nastaje raspršivanjem svjetlosti na česticama u zraku. Time se smanjuje kontrast između prometnih znakova i okoline, a to znači istodobno smanjenje mogućnosti uočavanja prometnih znakova [1].

„Vizualnim neredom“ smatraju se svi predmeti koji se nalaze u neposrednoj blizini prometnih znakova i smanjuju mogućnost njihova uočavanja. Prisutan je najviše u urbanim sredinama gdje se zbog ulične rasvjete i raznih reklama sa vlastitim izvorom svjetlosti, prometni znak osvijetljen svjetlosnim uređajem s vozila teže uočava. S obzirom na vrstu znaka, u takvim se sredinama najbolje uočavaju znakovi opasnosti, a najlošije putokazi [25]. Osim zbog razlike u osvjetljenju, razni dodatni sadržaji uz prometnice u urbanim sredinama privlače pažnju vozača, što za posljedicu ima neuočavanje znakova i nepravilne reakcije. Smanjenje tih utjecaja moguće je postići slabljenjem intenziteta svjetlosti na okolnim sadržajima, povećanjem snage retrorefleksije na prometnim znakovima i postavljanje dodatnih sadržaja u manjem opsegu ili na većim udaljenostima od prometnica.

5. ANALIZA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA NA DRŽAVNIM CESTAMA OSJEČKO-BARANJSKE I VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

Dobra vidljivost prometnih znakova, posebno u noćnim uvjetima vožnje, vrlo je važna za sigurno odvijanje prometa i smanjenje broja prometnih nesreća s obzirom da pravovremeno uočavanje, prepoznavanje i čitanje poruke prometnog znaka omogućuje pravilnu reakciju vozača.

Vidljivost prometnih znakova u raznim uvjetima vožnje postiže se primjenom odgovarajućih retroreflektirajućih materijala. Ovisno o klasi primijenjenog materijala određuje se minimalna trajnost prometnog znaka, koju jamči proizvođač. Zbog djelovanja prometa i vremenskih utjecaja, kao što su sunce, kiša, snijeg, mraz i slično, tijekom godina kroz koje se uporabljuju, dolazi do smanjenja kvalitete retroreflektirajućih materijala, odnosno prometnih znakova. Kako bi se kvaliteta prometnih znakova održala na zadovoljavajućoj razini, iste je potrebno periodičkiispitati, a zatim obaviti izmjene dotrajalih i nefunkcionalnih prometnih znakova.

Za potrebe izrade ovog završnog rada korišteni su podaci o prometnim znakovima na državnim cestama Republike Hrvatske koje je prikupio Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu. Za mjerenje koeficijenta retrorefleksije pojedinih boja na prometnom znaku korišten je uređaj ZRS 6060 (Slika19.), proizvođača Zehntner iz Švicarske. Takav, suvremeni, retroreflektometar omogućuje određivanje noćne vidljivosti prometnih znakova, a vidljivost se mjeri za tri različita kuta promatranja istovremeno. Automatski prepoznaje i prikazuje boje na LED zaslonu veličine 3,5″, a kao najveća prednost se ističe mogućnost mapiranja, te pohrane i analize podataka [26].



Slika 19.Retroreflektometar Zehntner 6060

Izvor: [26]

Za analizu prikupljenih podataka prilikom ispitivanja kvalitete prometnih znakova na državnim cestama, Zavod za prometnu signalizaciju razvio je aplikaciju Retrorefleksija, koja je omogućila detaljnu analizu i obradu podataka, te izradu baze podataka i katastra za ispitane prometne znakove [27].

U aplikaciju su, osim koeficijenata retrorefleksije, za svaki pojedini znak unošeni sljedeći podaci:

- Vrsta znaka
- Naziv znaka

- Šifra znaka
- Stacionaža znaka
- Oblik znaka
- Dimenzije znaka
- Boje na znaku
- Način postave
- Debljina lima
- Visina znaka
- Udaljenost od ruba kolnika
- Pozicija znaka
- Godina proizvodnje
- Podaci o proizvođaču
- Klasa retroreflektirajuće folije

Uz sve navedene podatke koji su ispitani i unošeni u aplikaciju, za prometne znakove koji nisu zadovoljavali propisane uvjete iz Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama ili su bili tehnički neispravni, u posebnu rubriku za napomene bilo je potrebno pobliže opisati razlog zbog kojeg se prometni znak smatrao neispravnim.

U nastavku će biti prikazane detaljne analize ispitivanja kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije.

5.1. Osječko-baranjska županija

Osječko-baranjska županija je teritorijalna jedinica smještena na sjeveroistoku Republike Hrvatske, a prostire se na 4155 km^2 površine. Na području županije je izgrađeno petnaest državnih cesta ukupne duljine 466,92 km, što uspoređeno s površinom daje 0,11 kilometara državnih cesta po kvadratnom kilometru površine [28]. Državne ceste Osječko-baranjske županije s njihovim duljinama prikazane su u Tablici 2.

Tablica 2. Državne ceste Osječko-baranjske županije s pripadajućim duljinama

OSJEČKO-BARANJSKA ŽUPANIJA		
DRŽAVNA CESTA		DULJINA (km)
DC 2	Feričanci-Klisa	81,99
DC 7	GP Duboševica-Vrpolje	91,48
DC 34	Čađavički Lug-Josipovac	61,57
DC 38	Paka-Đakovo	24,53
DC 46	Đakovo-Đurđanci	14,04
DC 53	GP Donji Miholjac-Krndija	49,97
DC 211	GP Baranjsko Petrovo Selo-Baranjsko Petrovo Selo	1,96
DC 212	D7-GP Batina	22,11
DC 213	D2-GP Erdut	26,58
DC 417	Riječno pristanište Osijek-D2	2,32
DC 418	D2-zračna luka Klisa	2,12
DC 515	Našice-Đakovo	32,65
DC 517	Beli Manastir-Valpovo	27,40
DC 518	Osijek-Ada	19,97
DC 519	Dalj-Borovo Selo	8,25

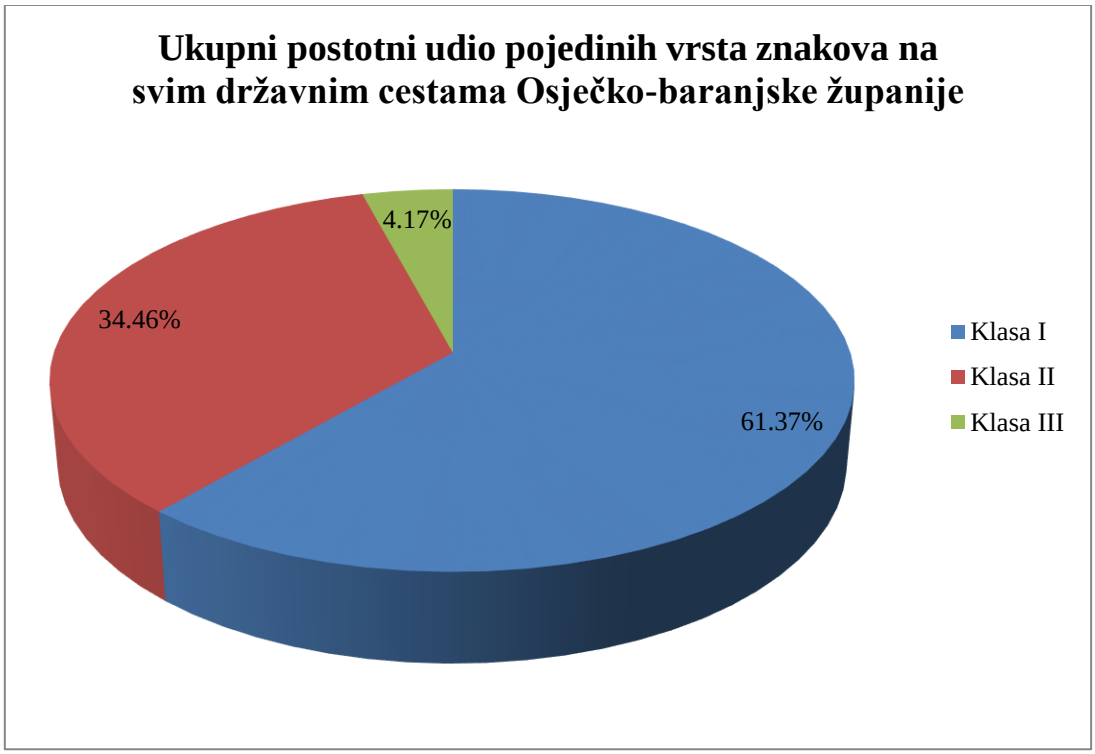
Analizirano je ukupno 9376 prometnih znakova različitih klasa materijala, dimenzija, oblika, starosti i slično. Analiza je provedena s obzirom na skupine kojima znakovi pripadaju, klase retroreflektirajućih materijala, tehničku ispravnost i godine starosti.

U Tablici 3. je prikazana podjela prometnih znakova prema njihovom značenju, za svaku pojedinu državnu cestu i ukupno za cijelo područje Osječko-baranjske županije. Utvrđeno je da najveći broj prometnih znakova pripada znakovima obavijesti, njih 2520, što čini 26,88% ukupnog broja prometnih znakova, dok je najmanji broj znakova iz skupine kojoj pripadaju prometna svjetla i svjetlosne oznake, gdje ih je 0,23%, odnosno 22 prometna znaka. U posebnu su skupinu uvršteni znakovi koji prema važećem Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama nemaju dodijeljenu šifru znaka. Takvih je znakova vrlo malo, tek 0,33%, odnosno 31 prometni znak, ali ih je, svejedno, potrebno ispitati, te ukoliko su nefunkcionalni iz bilo kojeg razloga zamijeniti novima, u skladu sa važećim Pravilnikom.

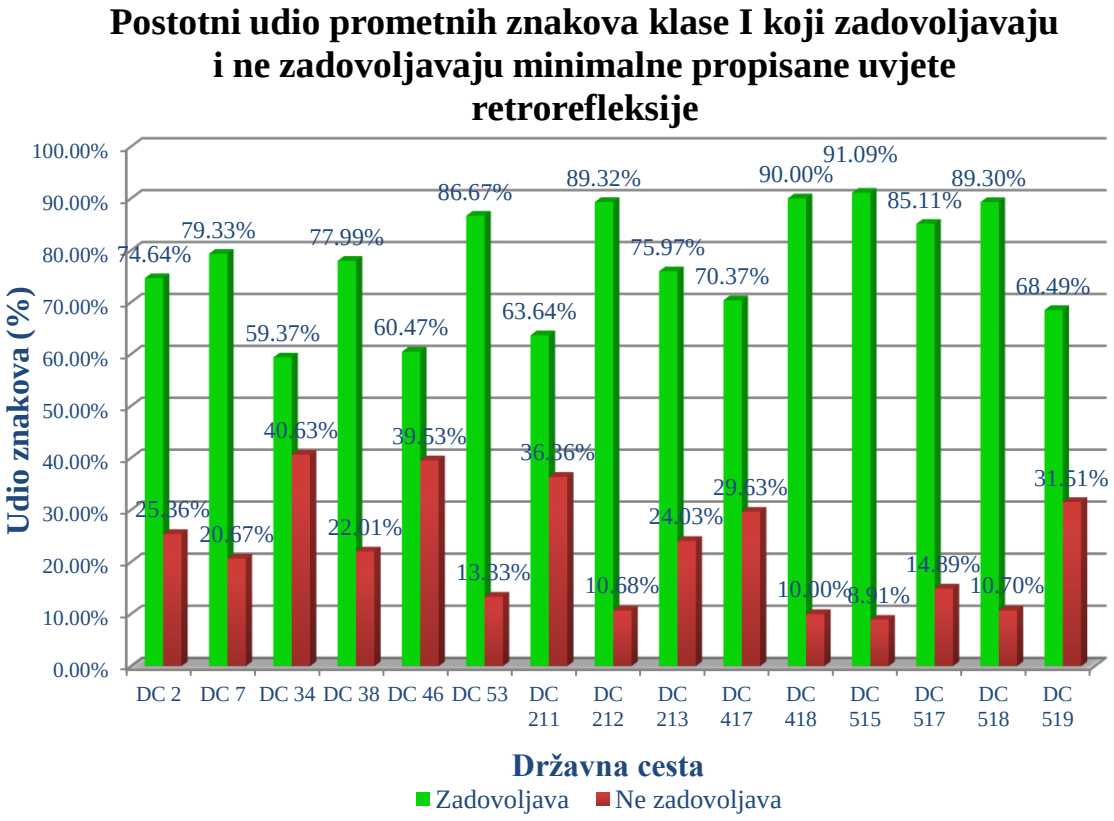
Tablica3.Broj prometnih znakova u skupinama prema značenju na državnim cestama Osječko-baranjske županije

Osječko-baranjska županija								
DRŽAVNA CESTA	Znakovi opasnosti (A)	Znakovi izričitih naredbi (B)	Znakovi obavijesti (C)	Znakovi obavijesti za vođenje prometa (D)	Dopunske ploče (E)	Prometna svjetla i svjetlosne oznake (G23)	Prometna oprema (K)	Znakovi koji nemaju dodijeljenu šifru prema Pravilniku
DC 2	293	481	457	100	147	0	247	1
DC 7	272	240	393	95	90	0	245	6
DC 34	205	263	287	55	82	5	200	5
DC 38	84	62	98	10	32	0	196	5
DC 46	65	91	117	10	37	3	99	3
DC 53	162	284	290	30	81	3	327	8
DC 211	2	3	5	1	1	0	0	0
DC 212	76	184	173	11	29	0	98	0
DC 213	63	112	79	11	27	0	73	1
DC 417	34	10	8	5	2	4	4	0
DC 418	0	5	4	1	1	0	2	0
DC 515	132	150	173	23	39	0	190	1
DC 517	97	236	273	16	34	0	117	0
DC 518	110	121	128	16	19	7	90	1
DC 519	19	27	35	4	7	0	16	0
UKUPNO	1614	2269	2520	388	628	22	1904	31

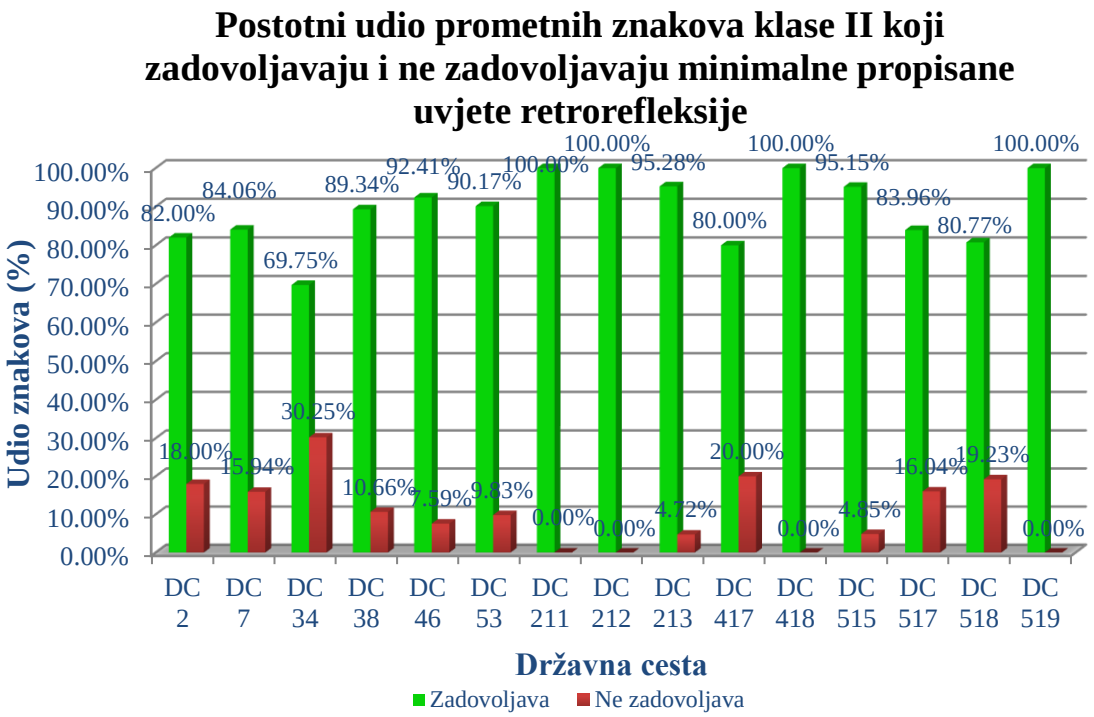
Osim na skupine prema značenju, prometne je znakove moguće podijeliti i prema klasama retroreflektirajućih materijala od kojih su izrađeni. Klasa I, kao što je ranije navedeno, predstavlja prometne znakove s najnižim vrijednostima retrorefleksije, klasa II ima nešto veće vrijednosti, dok se znakovi izrađeni od materijala klase III smatraju najkvalitetnijim i dugotrajnim. Ispitivanjem je utvrđeno da je na području Osječko-baranjske županije postavljeno 5754 prometna znaka klase I, 3231 znak klase II i 391 prometni znak izrađen od retroreflektirajućih materijala klase III. Postotni udio prometnih znakova prema klasama materijala prikazan je u Grafu 1. Od ukupnog broja znakova, minimalne propisane vrijednosti retrorefleksije zadovoljava njih 80,54 %, a ostatak znakova, 19,46 %, smatra se nefunkcionalnim jer su izmjerene vrijednosti retrorefleksije niže od minimalnih propisanih. Iz Grafova 2., 3. i 4.)moguće je iščitati postotni udio prometnih znakova, na svakoj državnoj cesti u Osječko-baranjskoj županiji i za sve klase materijala, koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne vrijednosti retrorefleksije.



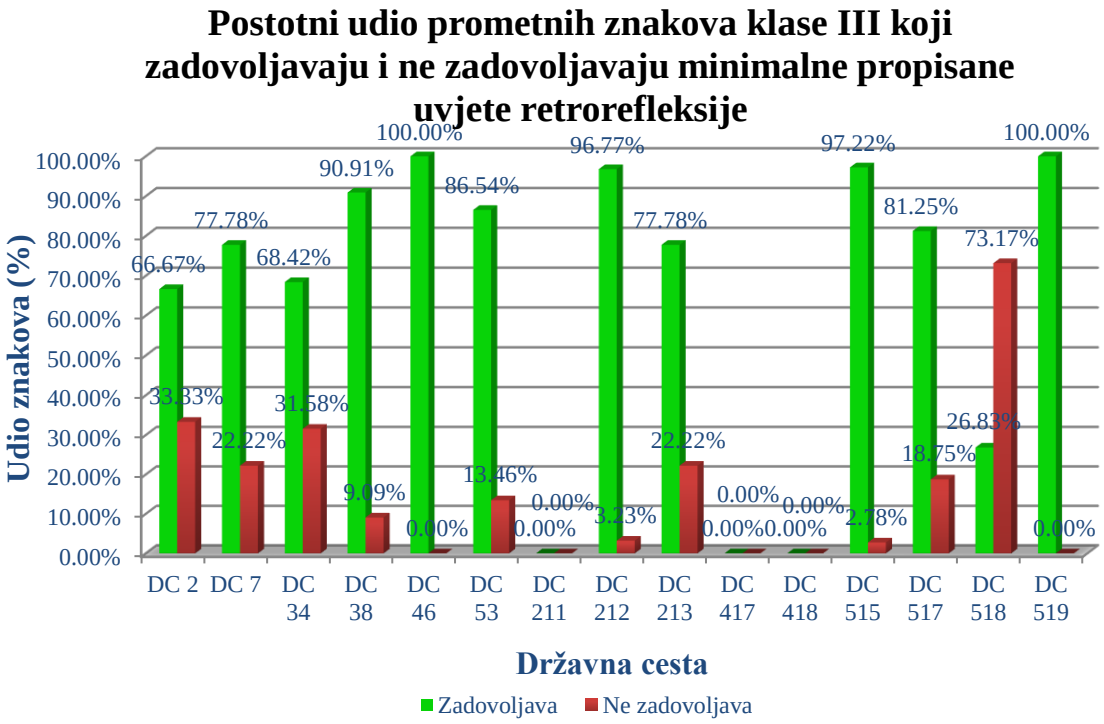
Graf 1. Ukupni postotni udio pojedinih vrsta znakova na svim državnim cestama Osječko-baranjske županije



Graf 2. Postotni udio prometnih znakova klase I koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije u Osječko-baranjskoj županiji



Graf 3. Postotni udio prometnih znakova klase II koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije u Osječko-baranjskoj županiji

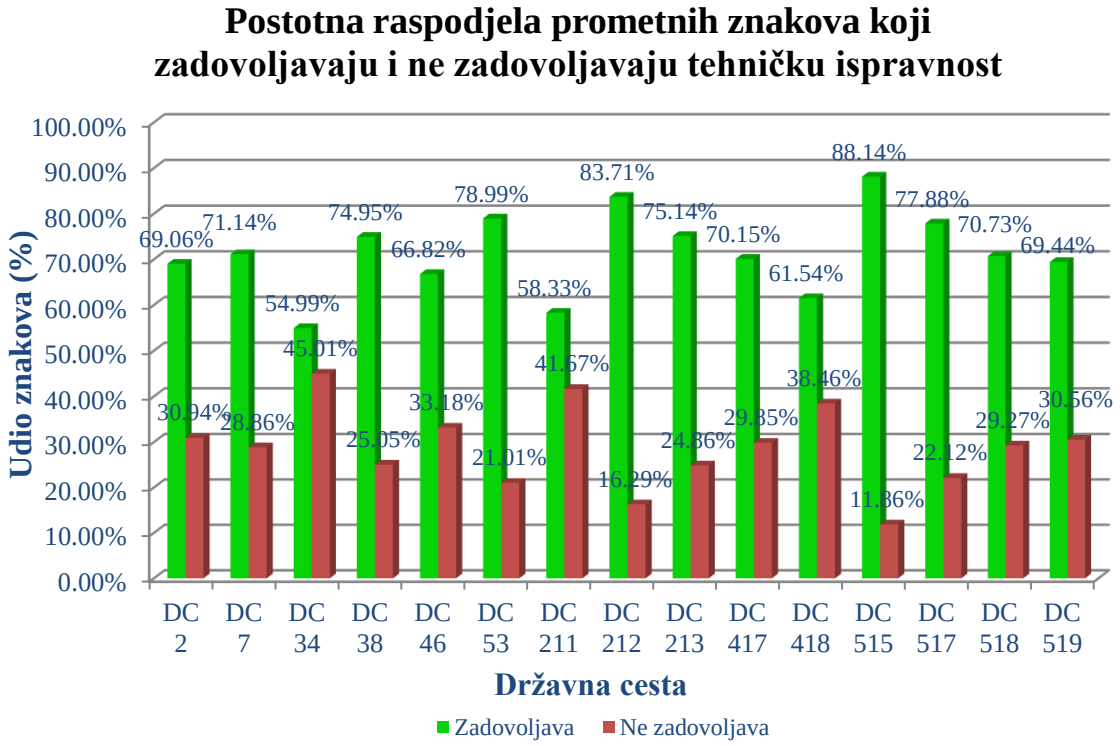


Graf 4. Postotni udio prometnih znakova klase III koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije u Osječko-baranjskoj županiji

Da bi se prometni znak smatrao ispravnim, osim što mora imati vrijednosti retrorefleksije veće ili jednake minimalno propisanima, mora biti tehnički ispravan. Tehnička se ispravnost prometnih znakova odnosi na vanjska oštećenja koja na znaku mogu nastati kao posljedica djelovanja prometa,

vremenskih neprilika i nenamjernog ili namjernog oštećivanja od strane čovjeka ili životinja te moguumanjiti funkcionalnost samog znaka.

Od ukupno ispitanih 9376 prometnih znakova, 6801 je zadovoljio uvjete tehničke ispravnosti, a 2575 prometnih znakova smatra se tehnički neispravnim, odnosno oštećenim. Najveći broj oštećenih prometnih znakova zabilježen je na državnoj cesti D34 (Čađavički Lug-Josipovac), gdje se oko polovine postavljenih prometnih znakova smatra neispravnim, a najviše ispravnih znakova zabilježeno je na cesti D515 (Našice-Đakovo), njih 624, odnosno 88,14% od ukupnog broja prometnih znakova na toj dionici. Pregled postotnog udjela prometnih znakova, za svaku državnu cestu na području Osječko-baranjske županije, koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost dostupan je u Grafu 5.



Graf 5. Postotna raspodjela prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost

Prilikom izrade prometnih znakova proizvođač je dužan na poleđini znaka nalijepiti naljepnicu s upisanim nazivom pravne osobe koja ga je proizvela, ali i godinu proizvodnje. Minimalni korisni vijek trajanja prometnog znaka, vezan je uz klasu retroreflektirajućeg materijala. Tako je za znakove s materijalima klase I predviđen vijek trajanja od minimalno sedam godina, a za materijale klase II i klase III minimalno deset godina. Nakon što prođe predviđeni, jamstveni, rok valjanosti prometnog znaka, on je i dalje ispravan ukoliko su vrijednosti retrorefleksije zadovoljavajuće i ukoliko je znak tehnički ispravan. Ponekad, zbog nepravilnog rukovanja ili drugog razloga može doći do odljepljivanja i gubitka naljepnica s naznačenom godinom proizvodnje. U tom se slučaju ne može doći do informacija o starosti prometnog znaka, ali je on i dalje ispravan ako njegova svojstva zadovoljavaju postavljene uvjete vezane uz ispravnost. Znakovi bez informacije o godini proizvodnje čine 8,40% ukupnog broja ispitanih prometnih znakova na državnim cestama Osječko-baranjske županije. Prosječna starost ispravnih prometnih znakova je između osam i devet godina, a neispravnih

između trinaest i četrnaest godina. Prosječna starost prometnih znakova za svaku ispitanu državnu cestu kao i za cijelu mrežu državnih cesta Osječko-baranjske županije, te broj znakova bez naznačene godine proizvodnje i njihov udio u ukupnom broju znakova prikazani su u Tablici 4.

Tablica4.Prosječna starost prometnih znakova, te broj znakova bez upisane godine proizvodnje i njihov udio u ukupnom broju prometnih znakova na državnim cestama Osječko- baranjske županije

DRŽAVNA CESTA	Prosječna starost svih znakova (god.)	Znakovi bez upisane godine proizvodnje	
		Broj znakova (kom)	Udio (%)
DC 2	9,4	100	5,79%
DC 7	10,8	131	9,77%
DC 34	10,6	138	12,52%
DC 38	11,1	46	9,45%
DC 46	11,4	36	8,47%
DC 53	9,9	70	5,91%
DC 211	12,1	1	8,33%
DC 212	6,7	25	4,38%
DC 213	9,7	42	11,48%
DC 417	12,1	8	11,94%
DC 418	8,5	2	15,38%
DC 515	7,9	52	7,34%
DC 517	8,7	89	11,51%
DC 518	8,6	24	4,88%
DC 519	11,1	24	22,22%
UKUPNO	**9,6**	**788**	**8,40%**

5.2. Vukovarsko-srijemska županija

Vukovarsko-srijemska županija je najistočnija hrvatska županija koja se prostire na 2454 kilometra kvadratna površine [29]. Ukupna duljina državnih cesta Vukovarsko-srijemske županije,koju čini devet državnih cesta prikazanih u Tablici 5., je 278,25 kilometara što dijeljeno s površinom županije daje prosječno 0,11 kilometara državne ceste na kilometar kvadratni površine.

Tablica 5. Državne ceste Vukovarsko-srijemske županije s pripadajućim duljinama

VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA		
DRŽAVNA CESTA		DULJINA (km)
DC 2	Klisa-GP Ilok	58,31
DC 46	Đurđanci-GP Tovarnik	58,87
DC 55	Borovo-GP Županja	48,81
DC 57	Vukovar-Čvor Lipovac	35,90
DC 214	Županja-GP Gunja	28,87
DC 518	Ada-Jarmina	13,98
DC 519	Borovo Selo-Borovo	7,97
DC 520	Čvor Babina Greda-Babina Greda	3,57
DC 537	Slakovci-čvorište Spačva	21,97

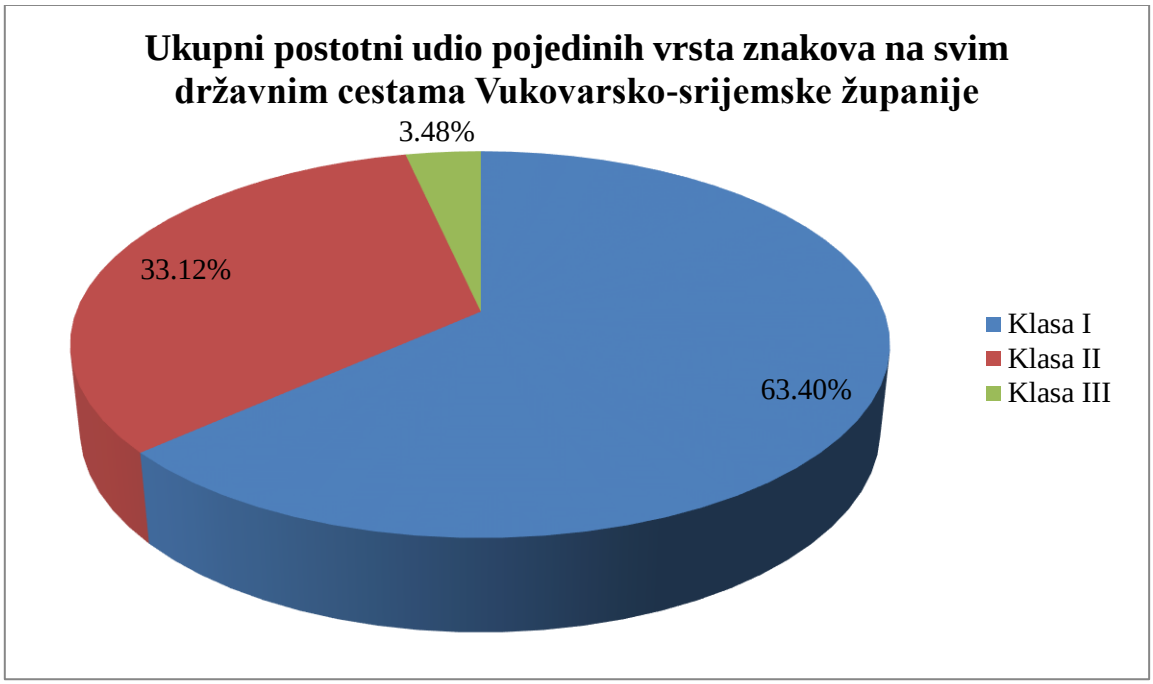
Na području županije ukupno je analizirano 6027 prometnih znakova. Analiza je obuhvaćala kontrolu kvalitete retroreflektirajućih folija i kontrolu tehničke ispravnosti prometnih znakova, a osim podataka tog tipa, bilježeni su i podaci o starosti prometnog znaka, obliku, dimenzijama i slično.

Primarna klasifikacija prometnih znakova odnosi se na njihovo značenje, prema kojemu su oni podijeljeni na znakova opasnosti, izričitih naredbi, obavijesti, zatim znakove obavijesti za vođenje prometa, dopunske ploče, prometna svjetla i svjetlosne oznake i prometnu opremu. Za potrebe analize dodana je još jedna skupina, a to su prometni znakovi, koji prema važećem Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, nemaju dodijeljenu šifru. Njihov udio u ukupnom broju znakova je vrlo malen, tek 0,30%, ali ih je svejedno potrebno uvrstiti u analizu, jer bi njihovo zanemarivanje moglo dovesti do smanjenja sigurnosti na prometnicama. S obzirom na značenje, najveći broj prometnih znakova, 29,20%, to jest 1760 znakova, pripada znakovima izričitih naredbi, dok je samo dvanaest prometnih znakova iz skupine kojoj pripadaju prometna svjetla i svjetlosne oznake, što je ujedno i skupina s najmanjim udjelom prometnih znakova. Raspodjela prometnih znakova s obzirom na značenje, za svaku državnu cestu i ukupno za Vukovarsko-srijemsku županiju predočena je u Tablici 6.

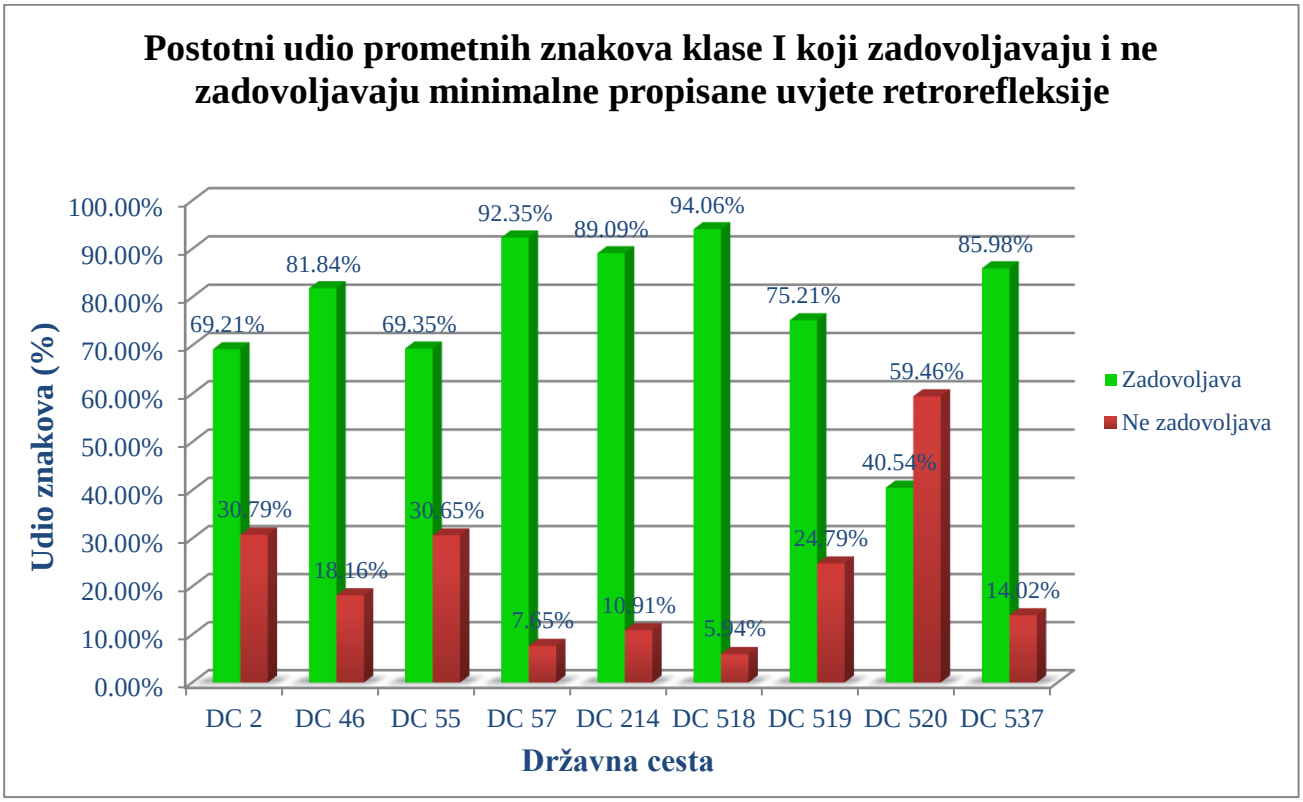
Tablica6.Broj prometnih znakova u skupinama prema značenju na državnim cestama Vukovarsko-srijemske županije

Vukovarsko-srijemska županija								
DRŽAVNA CESTA	Znakovi opasnosti (A)	Znakovi izričitih naredbi (B)	Znakovi obavijesti (C)	Znakovi obavijesti za vođenje prometa (D)	Dopunske ploče (E)	Prometna svjetla i svjetlosne oznake (G23)	Prometna oprema (K)	Znakovi koji nemaju dodijeljenu šifru prema Pravilniku
DC 2	265	470	484	49	136	0	354	0
DC 46	246	437	315	56	67	4	125	7
DC 55	104	312	267	52	81	0	86	11
DC 57	123	136	194	21	42	3	119	0
DC 214	58	171	179	6	36	0	160	0
DC 518	68	107	125	8	18	0	59	0
DC 519	54	64	70	1	12	3	35	0
DC 520	5	12	12	7	3	0	8	0
DC 537	46	51	27	7	10	2	37	0
UKUPNO	969	1760	1673	207	405	12	983	18

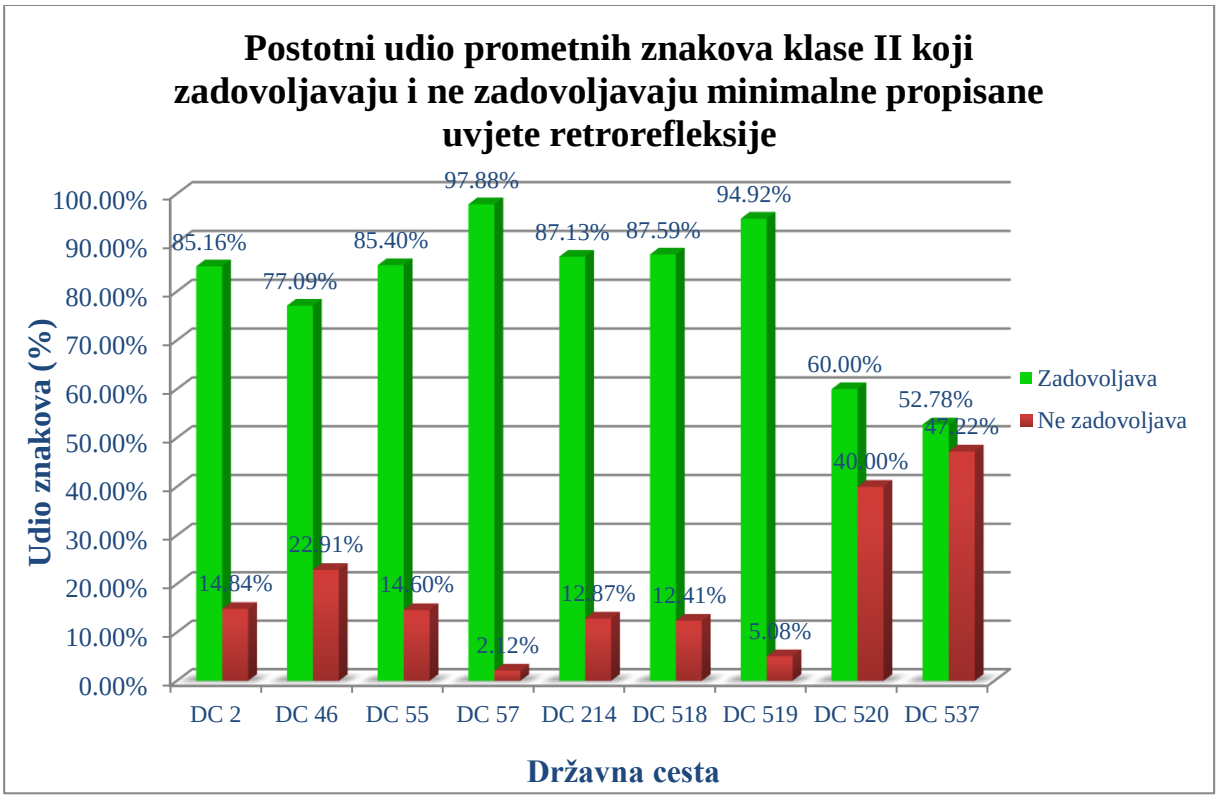
Glavna svojstva koja prometni znak mora zadovoljiti da bi mogao vršiti funkciju kojoj je namijenjen su vrijednosti retrorefleksije, koje moraju biti veće ili jednake minimalno propisanima, ovisno o klasi retroreflektirajućeg materijala, i tehnička ispravnost. Na državnim su cestama Vukovarsko-srijemske županije u uporabi prometni znakovi svih klasa materijala. Najveći broj znakova, čak 63,40% ili 3821 znak, izrađen je od materijala klase I. Folije s retroreflektirajućim svojstvima klase II sastavni su dio 1996 prometnih znakova, a na 210 su ugrađeni retroreflektirajući materijali klase III. Postotni udio prometnih znakova za svaku klasu materijala prikazan je na Grafu 6. Od ukupno ispitanih 6.027 prometnih znakova, minimalne vrijednosti retrorefleksije zadovoljava 79,99% , a 20,01% ne zadovoljava uvjete retrorefleksije, te ih je potrebno zamijeniti novim, ispravnim, prometnim znakovima. Odnos prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju postavljene uvjete vezane uz retrorefleksiju prikazan je za klasu I na Grafu 7., klasu II na Grafu 8. klasu III na Grafu 9.



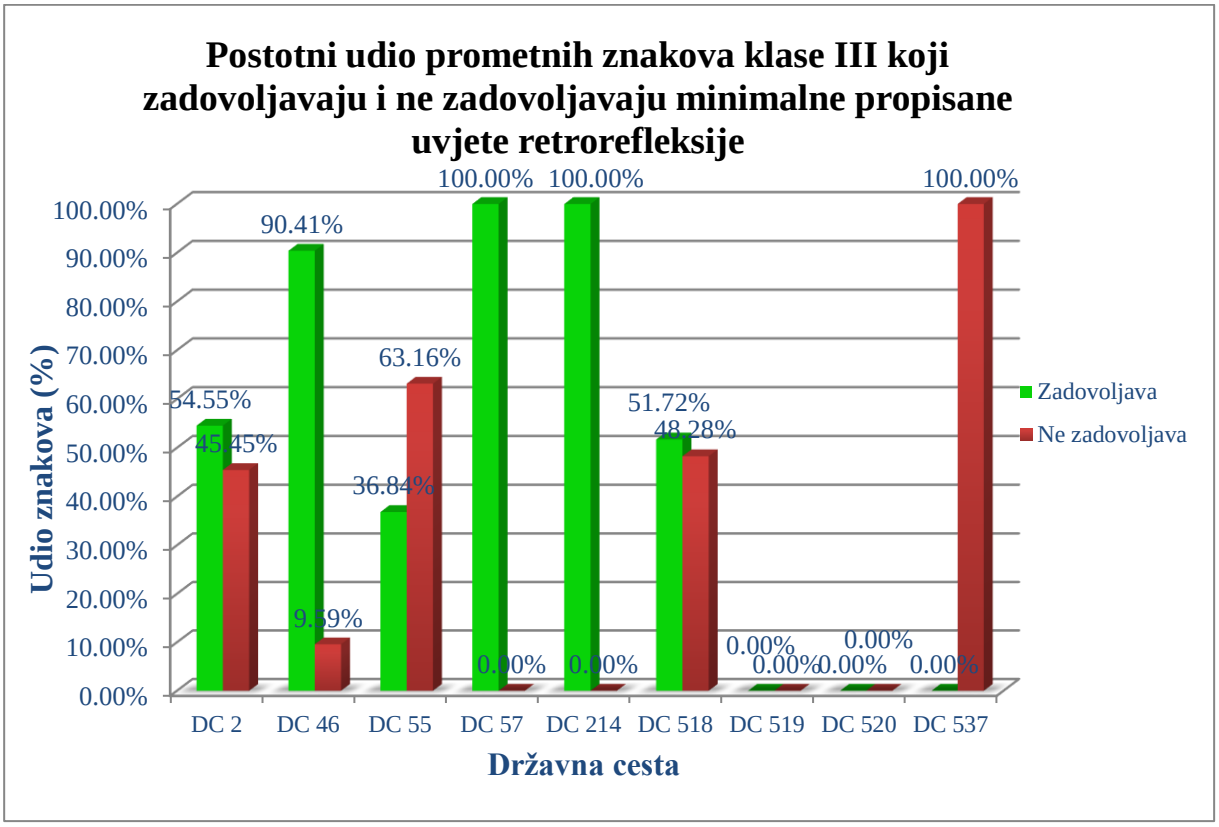
Graf 6. Ukupni postotni udio pojedinih vrsta znakova na svim državnim cestama Vukovatsko-srijemske županije



Graf 7. Postotni udio prometnih znakova klase I koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije u Vukovarsko-srijemskoj županiji

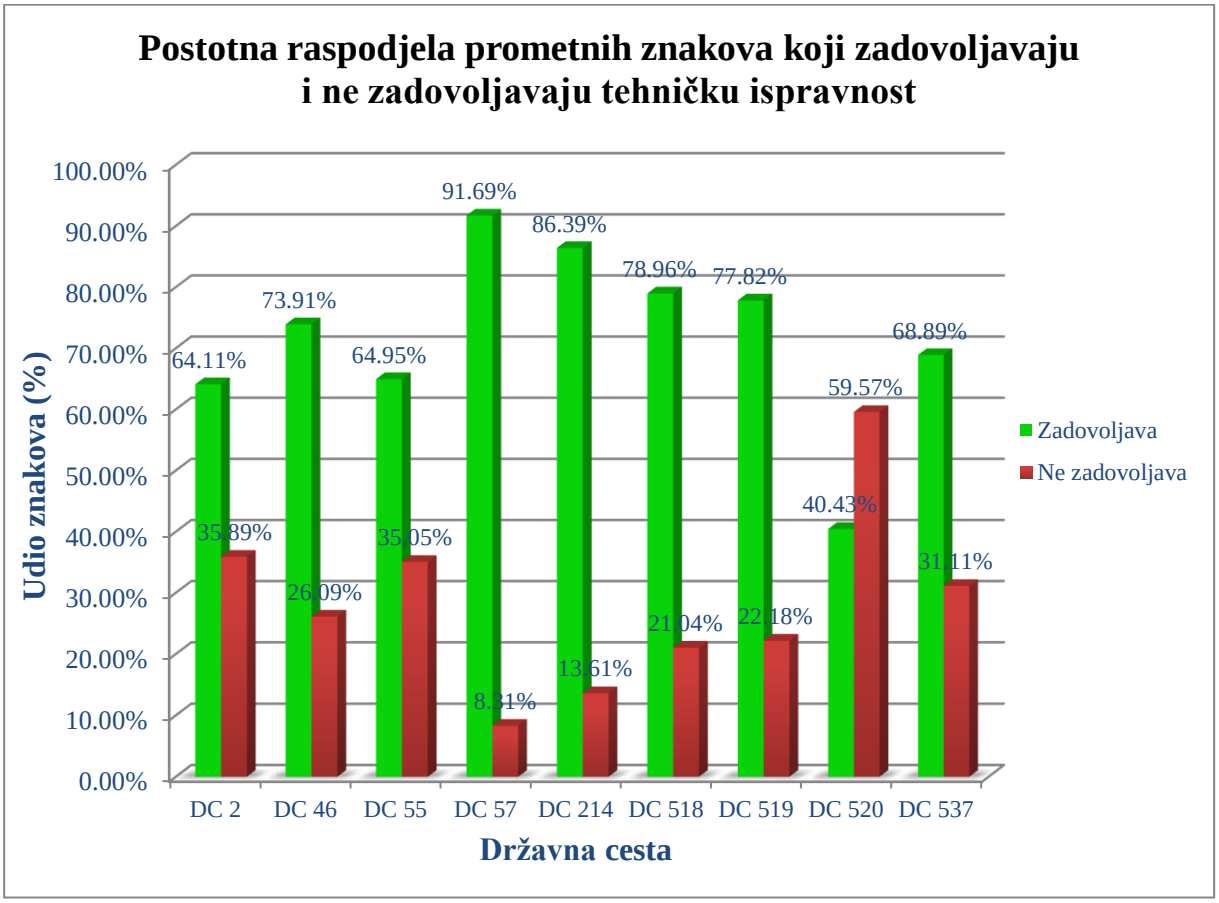


Graf 8. Postotni udio prometnih znakova klase II koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije u Vukovarsko-srijemskoj županiji



Graf 9. Postotni udio prometnih znakova klase III koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije u Vukovarsko-srijemskoj županiji

Tehnička je ispravnost prometnog znaka, također, vrlo bitna. Neispravni znakovi ne mogu vršiti svoju funkciju na pravilan način. Bliještanje oštećene retroreflektirajuće folije smanjuje mogućnost uočavanja, prepoznavanja i čitanja prometnog znaka, a to izravno utječe na vrijeme reagiranja u slučaju nailaska na opasno mjesto ili nepoštivanje prometnih propisa ukoliko poruka znaka nije pročitana. Na području Vukovarsko-srijemske županije ispitivanjem je utvrđeno da 72,91%, odnosno 4394 prometna znaka, zadovoljava uvjete tehničke ispravnosti, a na 1 633 prometna znaka uočena su oštećenja, te ih je potrebno zamijeniti ispravnima. Najveći udio tehnički ispravnih znakova zabilježen je na DC 57 (Vukovar-Čvor Lipovac), gdje se ispravnim smatra više od 90% prometnih znakova, dok je najveći udio neispravnih znakova od 59,57% zabilježen je na DC 520 (Čvor Babina Greda-Babina Greda). Odnos prometnih znakova koji, na području Vukovarsko-srijemske županije, zadovoljavaju i ne zadovoljavaju uvjete tehničke ispravnosti prikazan je na Grafu 10.



Graf 10. Postotna raspodjela prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost

Kako je proizvođač dužan na poleđinu prometnog znaka nalijepiti naljepnicu na kojoj je osim njegova imena, naznačena i godina proizvodnje znaka, moguće je utvrditi starost svakog prometnog znaka, kao i onu prosječnu za cijelu dionicu ili područje. Svaki prometni znak ima jamstveni rok koji ovisi o klasi retroreflektirajućeg materijala, ali se to jamstvo odnosi isključivo na kvalitetu retroreflektirajuće folije, što znači da postoji mogućnost da takav znak bude neispravan i unutar jamstvenog roka, ukoliko je isti tehnički neispravan. Prosječna starost ispravnih znakova iznosi oko osam godina, dok je prosječna starost prometnih znakova koji ne ispunjavaju uvjete retrorefleksije ili

tehničke ispravnosti oko trinaest godina. Za 11,20% ukupno ispitanih znakova na području Vukovarsko-srijemske županije nije bilo moguće utvrditi starost jer je zbog nepravilnog rukovanja ili drugog razloga naljepnica odlijepljena ili izgubljena. Prosječna starost prometnih znakova s naznačenom godinom proizvodnje na državnim cestama Vukovarsko-srijemske županije kao i broj znakova bez upisane godine proizvodnje za svaku državnu cestu posebno i ukupno za cijelu županiju prikazani su u Tablici 7.

Tablica7. Prosječna starost prometnih znakova, te broj znakova bez upisane godine proizvodnje i njihov udio u ukupnom broju prometnih znakova na državnim cestama Vukovarsko-srijemske županije

VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA			
DRŽAVNA CESTA	Prosječna starost svih znakova (god.)	Znakovi bez upisane godine proizvodnje	
		Broj znakova (kom)	Udio (%)
DC 2	10,4	260,0	14,79%
DC 46	9,8	168,0	13,37%
DC 55	10,4	101,0	11,06%
DC 57	6,2	53,0	8,31%
DC 214	6,2	33,0	5,41%
DC 518	10,8	21,0	5,45%
DC 519	12,2	16,0	6,69%
DC 520	13,0	17,0	36,17%
DC 537	5,8	6,0	3,33%
UKUPNO	**9,3**	**675,0**	**11,20%**

6. ZAKLJUČAK

Sigurnost je vrlo bitan čimbenik pri projektiranju i izgradnji prometnica. Sigurno odvijanje prometa postiže se, osim pravilno tehnički izvedenom prometnicom, pravilno postavljenom prometnom signalizacijom. Prometna se signalizacija postavlja u skladu s prometnim projektom i važećim zakonskim odredbama. Tako postavljeni prometni znakovi moraju obavljati svoju zadaću u svim uvjetima vožnje.

Vid je, za promet, najvažnije ljudsko osjetilo jer se putem njega prima preko 90% informacija. S obzirom da čovjek situaciju oko sebe većinom prati očima, prometni bi znakovi trebali biti izrađeni na način da su jasno vidljivi i da je njihova poruka čitljiva. Vidljivost prometnih znakova u idealnim uvjetima i pri dnevnom svjetlu ne predstavlja problem, jer oko lako uočava predmete unutar vidnog polja. Problem nastaje u uvjetima otežane vidljivosti i noću, kada čovjek bez umjetnog osvjetljenja ne raspoznaje predmete u svojoj okolini. Stoga su se, osim svjetlosnih uređaja na vozilima, počele ugrađivati folije s retroreflektirajućim svojstvima na prometne znakove. Njihova se prednost očitovala u mogućnosti reflektiranja svjetlosti, dobivene od svjetlosnih uređaja na vozilima, ravno u oči vozača. Na taj je način omogućena vidljivost prometnih znakova u svim uvjetima vožnje. S vremenom su se razvile različite vrste takvih folija koje su podijeljene u tri klase. Prva se klasa smatra najslabijom, dok je treća klasa, nastala kao rezultat razvoja tehnologije proizvodnje retroreflekirajućih folija, klasa materijala s najduljim vijekom trajanja i velikom snagom retrorfleksije. Klasa materijala koji se primjenjuje na pojedinim prometnim znakovima ovisi o vrsti prometnog znaka, situaciji za koju je namijenjen i važnosti prometnice. Materijalima s vremenom, zbog raznih vanjskih utjecaja, slabi snaga retrorefleksije, te nakon određenog vremenskog razdoblja uporabe, postaju neupotrebljivi. Da bi se utvrdila stvarna kvaliteta prometnih znakova na prometnicama, potrebno je u određenom vremenskom razmaku provesti ispitivanja.

Ispitivanje prometnih znakova na državnim cestama u Republici Hrvatskoj izvršio je Zavod za prometnu signalizaciju koji djeluje u sklopu Fakultete prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu. Državne su ceste podijeljene prema regionalnim jedinicama, županijama, kako bi se omogućila jednostavnija analiza dobivenih podataka. Predmet završnog rada je analiza podataka prikupljenih na području Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije. Bilježen je niz podataka o svakom prometnom znaku pojedinačno, a za procjenu kvalitete signalizacije na tom području promatrani su podaci o koeficijentima retrorefleksije, koja bi trebala, za slučaj ispravnog prometnog znaka, biti iznad minimalne propisane vrijednosti, zatim podaci o tehničkoj ispravnosti, koja se odnosi na vanjska, okom vidljiva, oštećenja i starosti znaka.

Rezultati su pokazali da su na području Osječko-baranjske županije, minimalne vrijednosti retrorefleksije, neovisno o klasi materijala, zadovoljava 80,54%, što je približno jednak rezultat kao i za Vukovarsko-srijemsku županiju, gdje skupini znakova koji zadovoljavaju kriterije vezane uz retrorefleksiju pripada 79,99% znakova. Iako je retrorefleksija najvažnije svojstvo prometnog znaka i tehnička je ispravnost vrlo bitna, te je za nju, također, poželjno postići što veći udio znakova koji zadovoljavaju postavljene uvjete. Državne ceste Osječko-baranjske županije obilježene su sa 72,54% tehnički ispravnih prometnih znakova, dok udio ispravnih znakova na takvim cestama Vukovarsko-srijemske županije iznosi 72,91%, što je ponovno vrlo sličan rezultat za obje županije.

Prosječna je starost vrlo bitan podataka pri analizi podataka nakon ispitivanja. Analizom je utvrđeno da je prosječna starost prometnih znakova, u obje ispitane županije, nešto više od osam

godina, dok je starost znakova koji se iz bilo kojeg razloga smatraju neispravnima oko trinaest godina. Na temelju podataka o prosječnoj starosti ispravnih prometnih znakova može se zaključiti da je optimalno vremensko razdoblje nakon kojega bi se ispitivanje kvalitete trebalo ponoviti oko osam godina. Taj bi postupak omogućio periodičnu izmjenu dotrajalih i nefunkcionalnih znakova, što bi za posljedicu imalo sigurnije odvijanje prometa.

Literatura

[1] Nastavni materijali iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. god. 2016./2017.

[2] URL: http://www.prometna-zona.com/povijest-prometnih-znakova/ (srpanj, 2017.)

[3] URL: http://www.autoskola-ispiti.com/images/pitanje_10_2.png (srpanj, 2017.)

[4]URL:http://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/prometni-znakovi/ (srpanj, 2017.)

[5] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN33/05, 64/05-ispravak, 155/05, 14/11)

[6] URL: http://www.autoskola.com.hr/ucilica-prometni-znakovi.shtml (srpanj, 2017.)

[7]URL:http://www.safety.com.hr/image/cache/catalog/GORAN/ZNAKOVI/dopunske1-800x800.jpg (srpanj, 2017.)

[8]URL:http://cdn-static.rtl-hrvatska.hr/image/orkanska-bura-02edddb559921cda1395f767-51aef6e0_view_article_new.jpg?v=20 (srpanj, 2017.)

[9] Bilješke s predavanja kolegija Vizualne informacije u prometu, ak. god. 2014./2015.

[10] URL: http://www.sax-design.hr/images/gallery/gallery-16.jpg (srpanj, 2017.)

[11] URL: http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=52212 (srpanj, 2017.)

[12] URL: https://bs.wikipedia.org/wiki/Optika#Refleksija (srpanj, 2017.)

[13]URL:https://sites.google.com/site/fizikazaosnovce678/podsetnici/osmi-razred/2svetlosne pojave/2-odbijane-svetlosti (srpanj, 2017.)

[14] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Diffuse_reflection (srpanj, 2017.)

[15] URL: http://www.zemris.fer.hr/predmeti/ra/Magisterij/10_Sajko/image002.png (srpanj, 2017.)

[16] URL: http://www.library.unt.edu/gpo/OTA/images/retrodiagram.gif (srpanj, 2017.)

[17]URL:http://www.beseenpromotions.oxatis.com/Files/97097/Img/19/Prism2-300px.gif (srpanj, 2017.)

[18]URL:http://www.shannonbaum.com/the-difference-between-engineer-grade-highintensit-y-prismatic-and-diamond-grade-reflective-sheeting/ (srpanj, 2017.)

[19]URL:http://cimg.everychina.com//img/82/cb/4d8882cae41eddd5708a82ca0b7e.jpg (srpanj, 2017.)

[20]URL:http://www.suresignsafety.in/wp-content/uploads/2013/08/3M_H.I.P.Sheet_pro_1-.jpg (srpanj, 2017.)

[21]URL:https://cdn.shopify.com/s/files/1/0181/7971/products/3m_Diamond_Grade_large.jpg?v=1441124127 (srpanj, 2017.)

[22] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.

[23] URL:http://gorila.jutarnji.hr/vijestigorila/gorilopedija/razno/vizualna_percepcija/ (srpanj, 2017.)

[24] URL: http://www.prometna-zona.com/vizualna-percepcija-i-reakcija/ (srpanj, 2017.)

[25] Milošević, S.: *Percepcija saobraćajnih znakova*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2005.

[26]URL:http://www.zehntner.com/products/categories/retroreflection/zrs-6060-retroreflecto-meter (kolovoz, 2017.)

[27] URL: http://static.fpz.hr/FPZWeb/files/katalog-laboratorijske-opreme/Ispitni-laboratorij-Zavoda-za-prometnu-signalizaciju.pdf (kolovoz, 2017.)

[28]URL:https://hr.wikipedia.org/wiki/Osje%C4%8Dko-baranjska_%C5%BEupanija (kolovoz 2017.)

[29]URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Vukovarsko-srijemska_%C5%BEupanija (kolovoz 2017.)

Popis slika

Slika 1. Zakon crvene zastave....3
Slika 2. Osnovni oblici prometnih znakova....4
Slika 3. Znakovi opasnosti....6
Slika 4. Znakovi izričitih naredbi....7
Slika 5. Znakovi obavijesti....8
Slika 6. Znakovi obavijesti za vođenje prometa....9
Slika 7. Dopunske ploče....10
Slika 8. Promjenjivi prometni znakovi....11
Slika 9. Izrada prometnog znaka metodom sitotiska....12
Slika 10. Postavljanje prometnog znaka....13
Slika 11. Zrcalna refleksija....14
Slika 12. Difuzna refleksija....15
Slika 13. Sferična retrorefleksija....15
Slika 14. Prizmatična retrorefleksija....16
Slika 15. Retroreflektirajuća folija klase I....17
Slika 16. Retroreflektirajuće folije klase II....18
Slika 17. Retroreflektirajuće folije klase III....19
Slika 18. Proces percepcije prometnog znaka....21
Slika 19. Retroreflektometar Zehntner 6060....25

Popis tablica

Tablica 1. Dimenzije prometnih znakova s obzirom na kategoriju cestovne prometnice 5
Tablica 2. Državne ceste Osječko-baranjske županije s pripadajućim duljinama 27
Tablica 3. Broj prometnih znakova u skupinama prema značenju na državnim cestama Osječko-baranjske županije.....28
Tablica 4. Prosječna starost prometnih znakova, te broj znakova bez upisane godine proizvodnje i njihov udio u ukupnom broju prometnih znakova na državnim cestama Osječko- baranjske županije 32
Tablica 5. Državne ceste Vukovarsko-srijemske županije s pripadajućim duljinama.....33
Tablica 6. Broj prometnih znakova u skupinama prema značenju na državnim cestama Vukovarsko-srijemske županije.....34
Tablica 7. Prosječna starost prometnih znakova, te broj znakova bez upisane godine proizvodnje i njihov udio u ukupnom broju prometnih znakova na državnim cestama Vukovarsko-srijemske županije.....38

Popis grafova

Graf 1. Ukupni postotni udio pojedinih vrsta znakova na svim državnim cestama Osječko-baranjske županije 29
Graf 2. Postotni udio prometnih znakova klase I koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije u Osječko-baranjskoj županiji 29
Graf 3. Postotni udio prometnih znakova klase II koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne propisane uvjete retrorefleksije u Osječko-baranjskoj županiji 30
Graf 4. Postotni udio prometnih znakova klase III koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije u Osječko-baranjskoj županiji 30
Graf 5. Postotna raspodjela prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost 31
Graf 6. Ukupni postotni udio pojedinih vrsta znakova na svim državnim cestama Vukovatsko-srijemske županije 35
Graf 7. Postotni udio prometnih znakova klase I koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije u Vukovarsko-srijemskoj županiji 35
Graf 8. Postotni udio prometnih znakova klase II koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije u Vukovarsko-srijemskoj županiji 36
Graf 9. Postotni udio prometnih znakova klase III koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju minimalne uvjete retrorefleksije u Vukovarsko-srijemskoj županiji 36
Graf 10. Postotna raspodjela prometnih znakova koji zadovoljavaju i ne zadovoljavaju tehničku ispravnost 37

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Analiza kvalitete prometnih znakova na državnim cestama Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Studentica:

U Zagrebu, 30.8.2017.

Valentina Šnajder
(potpis)