

Metode ispitivanja kvalitete prometne signalizacije

Jembrek, Anamarija

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:572099>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-30**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Anamarija Jembrek

METODE ISPITIVANJA KVALITETE PROMETNE
SIGNALIZACIJE

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 29. ožujka 2019.

Zavod: Zavod za prometnu signalizaciju

Predmet: Vizualne informacije u prometu

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5072

Pristupnik: Anamarija Jembrek (0135246974)

Studij: Promet

Smjer: Cestovni promet

Metode ispitivanja kvalitete prometne

Zadatak: signalizacije

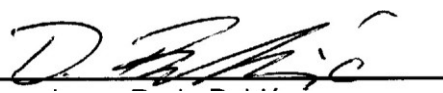
Opis zadatka:

Prometna signalizacija osnovno je sredstvo komunikacije između nadležnih tijela za održavanje cesta i sudionika u prometu. Pomoću prometne signalizacije se vozači upozoravaju, vode i informiraju o stanju na prometnici te se promet regulira na optimalan način. Za sigurnost prometa ključan je pravovremen prijenos informacije koju prometna signalizacija nosi. No da bi prometna signalizacija mogla izvršavati svoju zadaću ista mora biti kvalitetna i pravilno postavljena.

Zadatak završnog rada je analizirati metode ispitivanja kvalitete prometne signalizacije. U radu je potrebno opisati pojedine metode, usporediti njihove prednosti i nedostatke te identificirati ograničenja u primjeni.

Mentor:

Predsjednik
povjerenstva za
završni ispit:



dr. sc. Dario Babić



Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

METODE ISPITIVANJA KVALITETE PROMETNE SIGNALIZACIJE

METHODS FOR TESTING THE QUALITY OF TRAFFIC SIGNALLING

Mentor: dr.sc. Dario Babić

Studentica: Anamarija Jembrek

JMBAG: 0135246974

Zagreb, rujan 2019.

Sažetak

Prometna signalizacija je osnovno sredstvo komunikacije između sudionika u prometu i nadležnih vlasti. Signalizacija se dijeli na prometne znakove, oznake na kolniku, prometna svjetla, oprema ceste, turistička i ostala signalizacija. Pomoću kvalitetne prometne signalizacije povećava se sigurnost na cestama, odnosno smanjuje se broj prometnih nesreća. Prometni znakovi i oznake na kolniku se postavljaju kako bi korisnicima pružili adekvatnu i pravovremenu informaciju te na taj način omogućili sigurno odvijanje prometa. Temeljni cilj ovoga rada je približiti načine i metode pomoću kojih se ispituje valjanost i kvaliteta prometnih znakova i oznaka na kolniku. Uz to, u radu je naveden povijesni razvoj prometne signalizacije, te sadašnja podjela i namjena prometnih znakova i oznaka na kolniku. Iznesena je važnost prometne signalizacije u funkciji optimizacije održavanja. Pomoću raznih metoda ispitivanja kvalitete prometne signalizacije, prometni se znakovi i oznake na kolniku mogu pravovremeno zamijeniti kako bi sigurnost u prometu bila u porastu.

Ključne riječi: prometna signalizacija, sigurnost prometa, metode ispitivanja kvalitete, retrorefleksija

Summary

Traffic signaling is an essential means of communication between road users and competent authorities. The signaling is divided into traffic signs, road markings, traffic lights, road equipment, tourist and other signage. High-quality traffic signs increase road safety and reduce the number of traffic accidents. Traffic signs and pavement markings are placed on the road to give adequate and prompt information and to ensure safe traffic flow. The basic aim of this paper is to approximate the ways and methods used to test the validity and quality of traffic signs and markings on the roadway. In addition, the paper presents the historical development of traffic signaling, as well as the current division and purpose of traffic signs and road markings. The importance of traffic signalization in the function of optimization of maintenance is emphasized. By using various traffic marking quality assurance methods, traffic signs and road markings can be replaced in a timely manner to ensure traffic safety is on the rise.

Keywords: traffic signaling, traffic safety, quality testing methods, retroreflection

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	VAŽNOST PROMETNE SIGNALIZACIJE ZA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA.....	3
3.	OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA I OZNAKAMA NA KOLNIKU	5
3.1.	Povijesni razvoj prometne signalizacije	5
3.2.	Podjela prometne signalizacije	7
3.2.1.	Prometni znakovi	8
3.2.2.	Oznake na kolniku	14
4.	ISPITIVANJE PROMETNE SIGNALIZACIJE U FUNKCIJI OPTIMIZACIJE ODRŽAVANJA	16
5.	METODE ISPITIVANJA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA	19
6.	METODE ISPITIVANJA KVALITETE OZNAKA NA KOLNIKU.....	22
6.1.	Metodologija ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku	22
6.2.	Metode ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku	24
6.2.1.	Metode statičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku	24
6.2.2.	Metoda dinamičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku.....	27
6.3.	Ispitivanje debljine suhog filma oznaka na kolniku.....	28
6.4.	Ispitivanje mokrog filma boje oznaka na kolniku	30
6.5.	Ispitivanje otpornosti na klizanje	31
7.	ZAKLJUČAK.....	32
	LITERATURA.....	34
	POPIS SLIKA I TABLICA.....	37

1. UVOD

Povećanjem broja motornih vozila na prometnicama širi se i unaprjeđuje prometna mreža, ali se istovremeno povećava broj prometnih nesreća. Negativnim utjecajem na sigurnost cestovnog prometa pojavila se potreba za poboljšanjem kvalitete prometne signalizacije i što boljim projektiranjem iste.

Prometna signalizacija predstavlja vizualnu odrednicu situacije u prometu i utječe na ponašanje svih sudionika u prometu. Funkcija prometne signalizacije očituje se u pravovremenom i kvalitetnom upozoravanju vozača i ostalih sudionika u prometu na potencijalne opasnosti na cesti i to obavještanjem o zabranama i ograničenjima, informiranjem o opasnosti kao i drugim informacijama potrebnima korisniku prometnice. Također, ona omogućava reguliranje prometa. Kvalitetnim postavljanjem prometne signalizacije sudionicima u prometu se na jasan i razumljiv način omogućava predočavanje prometne situacije kao i pravovremena reakcija.

Poboljšanje kvalitete prometne signalizacije ostvaruje se redovitim provođenjem mjerenja i analiza postojećeg stanja. Potrebna se mjerenja vrše na oznakama na kolniku te prometnim znakovima kako bi se osiguralo zadovoljavanje minimalnih propisanih uvjeta kvalitete sve u svrhu povećanja sigurnosti vozača. Kako bi prometni znakovi i oznake na kolniku za vrijeme loših vremenskih uvjeta ili po noći vršili svoju funkciju, odnosno bili uočeni od strane vozača, izrađuju se od retroreflektirajućih materijala.

Cilj ovoga rada je detaljnije opisati i analizirati metode ispitivanja kvalitete prometne signalizacije u funkciji povećanja sigurnosti prometa. Rad je podijeljen u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Važnost prometne signalizacije za sigurnost cestovnog prometa
3. Općenito o prometnim znakovima i oznakama na kolniku
4. Ispitivanje prometne signalizacije u funkciji optimizacije održavanja
5. Metode ispitivanja kvalitete prometnih znakova
6. Metode ispitivanja kvalitete oznaka na kolniku
7. Zaključak

U uvodu su prezentirane osnovne postavke završnog rada koje su, zatim, razrađivane u pojedinim poglavljima. U drugom je poglavlju opisan utjecaj prometne signalizacije na sigurnost cestovnog prometa te važnost pravovremenog uočavanja prometne signalizacije. Podjele prometnih znakova i oznaka na kolniku, njihova namjena, način postavljanja te

dimenzije navedeni su u trećem poglavlju. U četvrtom je poglavlju opisano ispitivanje prometne signalizacije s posebnim naglaskom na retrorefleksiju kao osnovni pokazatelj kvalitete. Osnovne značajke metode ispitivanja kvalitete prometnih znakova te vremenski interval između njihova provođenja opisani su u petom poglavlju. U šestom su poglavlju opisane metode ispitivanja kvalitete oznaka na kolniku. U zaključku je izložena sinteza relevantnih spoznaja, znanstvenih činjenica i stavova, o temi opisanoj u središnjem dijelu rada.

2. VAŽNOST PROMETNE SIGNALIZACIJE ZA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

U Republici Hrvatskoj se tijekom 2018. godine dogodilo ukupno 33.440 prometnih nesreća uslijed kojih je 297 osoba poginulo, što predstavlja blagi pad u odnosu na 2017. godinu kada je poginulo 307 osoba. U razdoblju od 2010. do 2018. godine na hrvatskim se cestama dogodilo 322.491 prometna nesreća u kojima su smrtno stradale 2.954 osobe, te je ozlijeđeno 100.357 osoba. Iako je posljednjih godina zabilježen pad broja prometnih nesreća, Republika Hrvatska se još uvijek nalazi u području visokog broja poginulih osoba [1]. Broj osoba koje su 2017. izgubile život na cestama u EU-u iznosio je 25.300, što je 300 manje nego 2016., te 6.200 manje nego 2010. [2].

Iz navedenih je razloga sigurnost prometa jedan od ključnih fokusa europske komisije koja je 2010. godine donijela četvrti Europski akcijski program prometne sigurnosti (engl. European Road Safety Action Programme) čiji je glavni zadatak smanjiti broj smrtno stradalih na cestama EU u razdoblju od 2010. do 2020. godine. Program je usredotočen na nekoliko glavnih ciljeva među kojima je i poboljšanje prometne infrastrukture čiji važan element predstavlja i prometna signalizacija [3].

Prometna signalizacija je bitan element dobre i kvalitetno održavane cestovne infrastrukture. Ona omogućava reguliranje prometa i pravovremeno upozoravanje vozača na potencijalne opasnosti na cesti. Funkcionalnost prometnih znakova ovisi o njihovoj vidljivosti i prepoznatljivosti tijekom dana i noći [4].

Vidljivost prometne signalizacije je glavni utjecajni čimbenik na sigurnost, jer ako je vidljivost smanjena povećava se vjerojatnost nastanka prometnih nesreća uzrokovana vozačevom nemogućnošću pravovremenog uočavanja prometne signalizacije, a u skladu s tim i postupanja u potencijalno opasnoj situaciji [5].

Na sigurnost cestovnog prometa utječe niz, međusobno povezanih čimbenika koji se mogu podijeliti u tri osnovne skupine: ljudski faktor, vozilo te cesta i njeno okruženje. S obzirom na ljudsku prirodu i sklonost pogreškama, sigurno je da je najveći udio prometnih nesreća uzrokovan ljudskim faktorom. Međutim, novija istraživanja ukazuju na to da ljudske pogreške nisu uvijek pravi uzrok prometnih nesreća, odnosno da su one u određenoj mjeri izazvane manjkom informacija vezanih uz elemente ceste i njezine okoline. Naime, čovjek prilikom vožnje dobiva preko 90 % informacija putem vida zbog čega sigurnost cestovnog prometa uvelike ovisi o pravovremenosti informacije koju vozač dobiva.

Nekoliko znanstvenih istraživanja provedeno je s ciljem razumijevanja utjecaja prometnih znakova na vozačevu percepciju i pažnju. Rezultati tih istraživanja sugeriraju da su vozači svjesni u pravilu između 10 % i 75 % prometnih znakova, ovisno o vrsti znaka i vozačevu iskustvu. Značajan utjecaj na razumijevanje prometnih znakova ima i njihov dizajn. Naime, s povećanjem sadržaja informacija o prometnim znakovima, odnosno njegove kompleksnosti, vozačima je potrebno više vremena da shvate poruku koju znak nosi [6, 7, 8, 9, 10, 11].

3. OPĆENITO O PROMETNIM ZNAKOVIMA I OZNAKAMA NA KOLNIKU

Prometni se znakovi postavljaju uz prometnice s ciljem utvrđivanja pravila prema kojima bi se trebali ponašati sudionici u prometu da bi se promet odvijao na siguran način. Oznake na kolniku su horizontalna signalizacija koja se ucrtava, lijepi, ugrađuje ili otiskuje u kolnički zastor.

3.1. Povijesni razvoj prometne signalizacije

Cestovni propisi i prometni znakovi, kakvi se danas susreću na prometnicama, nisu stariji od sto godina. Međunarodnim konvencijama koje su se bavile ovom problematikom prethodilo je razdoblje parnih omnibusa s početka 19. stoljeća. U to se vrijeme željeznički promet pokazao kao jeftiniji, brži i udobniji od konjskih zaprega. Istodobno se razvijala željeznička prometna signalizacija koja je, dakle, starija od signalizacije u cestovnom prometu. U to su vrijeme, u Engleskoj, u najrazvijenijoj industrijskoj zemlji svijeta, na cestama sve češća pojava bila vozila pogonjena parom, tzv. parni omnibusi, koji su mogli prevoziti i do dvadesetak putnika [12].

Godine 1836. izglasan je zakon naziva „Locomotive Acts“, a isti je 1865. dopunjen. Taj se zakon smatra prvim prometnim propisom o ograničavanju brzine na prometnicama. Obvezivao je svakog vozača da na 100 metara ispred vozila ima jahača koji će mahati crvenom zastavom i upozoravati prolaznike na dolazeću opasnost (Slika 1.). Vozilo se moralo zaustaviti čim bi kočijaš podignuo ruku. Zakon je predviđao da u slučaju bilo kakve nesreće odgovornost snosi vozač parnog vozila [12].



Slika 1. Zakon crvene zastave

Izvor: [13]

Taj je zakon, poznat i pod nazivom “Zakon crvene zastave”, ukinut 1896. godine, a imao je za posljedicu zaostajanje Engleske u gradnji svih vrsta vozila za drugim razvijenim industrijskim državama. Pravilo o strani kretanja temeljeno je na starim običajima koje su vozači naslijedili od kočijaša. Engleski su kočijaši vozili kolima uz lijevi rub ceste, pa su i prvi propisi taj običaj ozakonili, kasnije je on proširen i po engleskim kolonijama. Svi su ostali narodi slijedili francuske običaje i zakone te se pri vožnji držali desnog ruba ceste [12].

Prva međunarodna Konvencija o cestovnom i automobilskom prometu sklopljena je 1909. godine u Parizu. Kasnije su slijedile konvencije u drugim gradovima, a najvažnija je Ženevska iz 1949. godine na kojoj je donesen Protokol o signalizaciji na cestama, te potom njegove izmjene i dopune iz 1968. godine koje je donijela Međunarodna konferencija Organizacije ujedinjenih naroda o prometu na cestama [12].

Te su konvencije savjetovale da sve države propisuju jednake prometne znakove, te da na prometnim znakovima ne bude riječima ispisanih naredaba ili obavijesti jer ih stranci i nepismeni ne bi razumjeli. U vrijeme kad su se ti propisi donosili bilo je podosta dobrih ali nepismenih vozača pa se i stoga težilo slikovitom znaku. To je bio i razlog ukidanja prometnih znakova i drugih natpisa, kao npr. “odron kamena”, “pozor divljač”, “pitka voda”, “opasnost od požara”, te su nadomješteni slikom [12].

Prvom Pariškom konvencijom određeni su oblici prometnih znakova. Znakovi opasnosti su dobili oblik istostraničnog trokuta s vrhom prema gore, znakovi izričitih naredaba su okrugli, a znakovi obavijesti pravokutni. Vremenom se mijenjala količina prometnih znakova – od početnih desetak do današnjih dvjestotinjak znakova (bez dopunskih ploča i ostalih znakova i oznaka) [12].

Posljednje izmjene i dopune Protokola o prometnoj signalizaciji iz 1968. godine uvele su u uporabu osmerokutni znak obveznog zaustavljanja umjesto dotadašnjeg okruglog znaka s ucrtanim trokutom. Njegova važnost željela se istaknuti posebnim i jedinstvenim izgledom u odnosu na ostale znakove. Zanimljivo je pitanje boje prometne signalizacije, te očito je da crvena boja prevladava, te označuje nailazak na opasnost. Stoga nije neobično što su znak “stop” ali i svjetlo za zaustavljanje na semaforu crvene boje. Dok na automobilima nije bila obvezna ugradba svjetlosne signalizacije koja se danas koristi za najavu promjene smjera vožnje, uobičajenije je bila uporaba zvučne signalizacije. Na prilazu raskrižju jedan je zvuk trube značio nastavak vožnje ravno, dva su označavala namjeru vozača da skrene desno a tri da skrene ulijevo. Povećanjem broja automobila u gradovima i naseljenim mjestima to se pravilo moralo promijeniti [12].

U svijetu je trenutno u uporabi nekoliko sustava znakova [12]:

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

3.2. Podjela prometne signalizacije

Prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05, 64/05, 155/05, 14/11) prometne znakove, signalizaciju i opremu cesta čine [14]:

1. prometni znakovi, koji se prema funkciji mogu biti [14]:

- znakovi opasnosti;
- znakovi izričitih naredbi;
- znakovi obavijesti;
- znakovi obavijesti za vođenje prometa;
- dopunske ploče;
- promjenjivi prometni znakovi;

2. prometna svjetla i svjetlosne oznake;

3. oznake na kolniku i drugim površinama;

4. prometna oprema cesta, i to [14]:

- oprema za označivanje ruba kolnika;
- oprema za označivanje vrha prometnog otoka;
- oprema, znakovi i oznake za označivanje radova, prepreka i oštećenja kolnika;
- svjetlosni znakovi za označivanje radova, drugih zapreka i oštećenja kolnika;

- oprema za vođenje i usmjerivanje prometa u području radova na cesti, prepreka i oštećenja kolnika;
- branici i polubranici;
- prometna zrcala;
- zaštitne odbojne ograde;
- ograde protiv zasljepljivanja;
- zaštitne žičane ograde;
- pješačke ograde;
- ublaživači udara;
- oznake za ručno upravljanje prometom;

5. signalizacija i oprema za smirivanje prometa;

6. turistička i ostala signalizacija propisana je posebnim propisima.

Prometni znakovi i oznake na kolniku detaljnije su opisani u nastavku.

3.2.1. Prometni znakovi

Najvažnija podjela prometnih znakova je prema njihovoj funkciji, odnosno značenju te se prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama znakovi dijele na znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi, znakove obavijesti, znakove obavijesti za vođenje prometa, dopunske ploče i promjenjive prometne znakove [14].

Na prometnom se znaku natpisi ispisuju latiničnim pismom i malim slovima. Dvojezični nazivi odredišta moraju biti napisani tako da je prvo napisan hrvatski naziv, a potom naziv na jeziku i pismu nacionalne manjine. Na prometni se znak može upisati i naziv odredišta koje se nalazi u drugoj državi, s tim da se navedeni naziv ispisuje na jeziku te države [14].

Prometni znakovi mogu biti izrađeni tako da im je značenje stalno ili promjenjivo. Površina prometnih znakova izrađuje se od materijala reflektirajućih svojstava najmanje klase I, a za autoceste i ceste namijenjene isključivo prometu motornih vozila – brze ceste, najmanje klase II. Poledina znaka mora biti sive boje i bez sjaja, kako bi se vozačima koji dolaze iz suprotnog smjera spriječilo odvratanje pozornosti [14].

Prometni znakovi koji se postavljaju na isti nosač moraju biti istih reflektirajućih svojstava. Dopunske ploče, koje pobliže određuju značenje prometnog znaka kojemu su dodani, sastavni su dio tog prometnog znaka ispod kojeg su postavljene, te isto tako moraju imati ista reflektirajuća svojstva kao i prometni znak. Prometni znakovi postavljaju se s desne strane ceste, uz kolnik, u smjeru kretanja vozila. Ako na mjestu na kojem se postavlja prometni znak

postoji opasnost da ga sudionici u prometu neće na vrijeme uočiti zbog gustoće prometa ili zbog položaja znaka, prometni se znak mora postaviti i na suprotnoj strani ceste ili iznad kolnika [14].

Znakovi opasnosti sudionike u prometu upozoravaju na opasnost koja slijedi na dionici ceste ili na određenom mjestu. Znakovi opasnosti imaju oblik istostraničnog trokuta, čija se jedna stranica nalazi u vodoravnom položaju, a vrh nasuprot njoj okrenut je prema gore, osim znakova Andrijin križ te približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge s branicima ili polubranicama i približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika (Slika 2.) [14].



Slika 2. Znakovi opasnosti

Izvor: [15]

Osnovna boja znakova opasnosti je bijela boja, a rubovi trokuta su crveni, osim znaka radovi na cesti, čija je osnovna boja žuta, dok su simboli na znakovima opasnosti crne boje [14].

Duljina stranice istostraničnog trokuta znaka opasnosti iznosi [14]:

- na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara – 120 cm;
- na cestama širine kolnika 5,0 do 7,0 m i glavnim gradskim prometnicama (ili ulicama) – 90 cm;
- na svim ostalim cestama i gradskim ulicama – 60 cm;
- kad se znakovi postavljaju u tunelima i galerijama – 60 cm;
- kad se upotrebljavaju kao umetnuti znakovi – najmanje 40 cm.

Znakovi opasnosti, u pravilu, se postavljaju izvan naselja na udaljenosti 150 do 250 m ispred opasnog mjesta na cesti. Ako su znakovi opasnosti postavljeni na udaljenosti manjoj od

150 m ili većoj od 250 m, njima se moraju pridružiti dopunske ploče na kojima je naznačena udaljenost do mjesta opasnosti. [14].

Znakovi izričitih naredbi sudionicima u prometu ukazuju na ograničenja, zabrane i obveze. Znakovi izričitih naredbi imaju oblik kruga, osim znakova raskrižje s cestom s prednošću prolaska i obvezno zaustavljanje. Osnovna boja znakova zabrane je bijela, a osnovna boja znakova obveze plava. Simboli i natpisi na znakovima zabrane crne su boje, a na znakovima obveza bijele. Rub kruga te ravne i kose crte na znakovima izričitih naredbi na kojima postoje crvene su boje (Slika 3.) [14].



Slika 3. Znakovi izričitih naredbi

Izvor: [15]

Znakovi izričitih naredbi postavljaju se neposredno na mjesta na kojima za sudionike u prometu počinje obveza da se drže naredbe izražene prometnim znakom. Ako je zbog slabe preglednosti ceste, sudionike u prometu potrebno unaprijed obavijestiti o izričitoj naredbi, znak izričite naredbe može biti postavljen i na odgovarajućoj udaljenosti od mjesta od kojega naredba vrijedi [14].

Znakovi izričitih naredbi moraju se ponovno postaviti nakon svakoga križanja s drugom prometnicom ako izričita naredba vrijedi i nakon križanja [14].

Izričita naredba izražena znakom zabrane i ograničenja ili znakom obveze postavljenim na ulazu u naselje na istom stupu na kojem je postavljen i znak za obilježavanje naseljenog mjesta vrijedi na području cijelog naselja ako na pojedinim cestama ili dijelovima ceste u

naselju nije drugim prometnim znakom izražena druga naredba. Ova naredba odnosi se i na prometne cestovne građevine (tuneli, mostovi i sl.) [14].

Znakovi obavijesti sudionicima u prometu pružaju obavijesti o cesti kojom se kreću, udaljenosti do mjesta kroz koja cesta prolazi, nazivima tih mjesta i prestanku važenja znakova izričitih naredbi (Slika 4.). Znakovi obavijesti imaju oblik kvadrata, pravokutnika ili kruga [14].



Slika 4. Znakovi obavijesti

Izvor: [15]

Osnovna boja znakova obavijesti je [14]:

- žuta sa simbolima i natpisima crne boje;
- plava sa simbolima i natpisima bijele, crne, crvene ili zelene boje;
- zelena sa simbolima i natpisima bijele boje,
- bijela sa simbolima i natpisima crne, crvene ili plave boje.

Znakovi obavijesti postavljaju se tako da sudionicima u prometu daju prethodne obavijesti, obavijesti o prestrojavanju, obavijesti o skretanju, obavijesti o smjeru kretanja te da označe objekt, teren, ulicu ili dijelove ceste na koje se odnose [14].

Znakovi obavijesti za vođenje prometa obavješćuju sudionike u prometu o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu odredišta i vođenju prometa prema njima, križanjima i čvorištima na određenom smjeru ceste i udaljenostima do odredišta (Slika 5.). Osnovna boja znakova obavijesti za vođenje prometa je [14]:

- 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.



Slika 5. Znakovi obavijesti za vođenje prometa

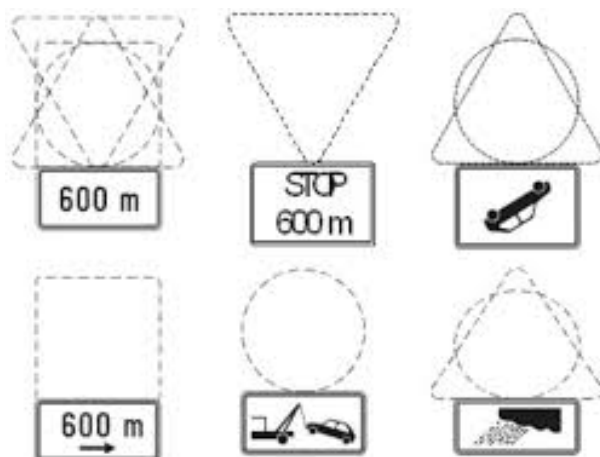
Izvor: [15]

Obavješćivanje sudionika u prometu znakovima obavijesti za vođenje prometa u zoni raskrižja provodi se u pet stupnjeva [14]:

- I. »prethodno obavješćivanje«;
- II. »obavješćivanje o smjeru kretanja«;
- III. »obavješćivanje o prestrojavanju«;
- IV. »obavješćivanje o skretanju«;
- V. »potvrдно obavješćivanje«.

Na autocestama, brzim cestama i cestama s raskrižjima u više razina mora se postaviti svih pet stupnjeva obavijesti. Na državnim se cestama moraju postaviti drugi, četvrti i peti stupanj, a treći ako je cesta s više prometnih traka. Na županijskim se cestama moraju postaviti drugi i četvrti, a na ostalim cestama najmanje četvrti stupanj obavijesti [14].

Uz znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi i znakove obavijesti mogu biti istaknute i dopunske ploče. **Dopunske ploče** pobliže određuju značenje prometnog znaka. Osnovna boja dopunske ploče je bijela, a boja natpisa i simbola na dopunskoj ploči je crna (Slika 6.) [14].



Slika 6. Dopunske ploče

Izvor: [16]

Dopunske ploče postavljaju se zajedno s prometnim znakovima na koje se odnose, i to ispod donjeg ruba prometnog znaka. Širina dopunske ploče postavljene uz znak na cesti ne smije biti veća od dužine one stranice znaka uz koji se dopunska ploča postavlja, odnosno od projekcije krajnjih točaka znaka. Visina dopunske ploče, u pravilu, ne smije iznositi više od polovice njezine dužine [14].

Kad je zbog prometne sigurnosti ili prometno-tehničkih zahtjeva potrebno, prometni znakovi u cijelosti ili djelomice mogu biti izvedeni kao **promjenljivi znakovi** (Slika 7.). Prometni promjenljivi znakovi prema izvedbi mogu biti kontinuirani i nekontinuirani [14].



Slika 7. Promjenjivi prometni znakovi

Izvor: [17]

Kontinuirani su znakovi oni znakovi koji su izgledom jednaki stalnim prometnim znakovima, a jedina je razlika da uporabom elektromehaničkih sredstava mogu prikazivati različite poruke [14].

Nekontinuirani znakovi su oni znakovi kod kojih je moguća inverzija boja i pojednostavljen prikaz simbola u odnosu na stalne prometne znakove. Ti znakovi oblikuju poruke uporabom pojedinačnih elemenata koji mogu biti u jednome od dva stanja (ili više), čime mogu oblikovati različite poruke na istoj prednjoj površini znaka [14].

Nekontinuirani znakovi mogu se izvesti u tehnologiji optičkih vlakana (fiber – optics), svjetlosnih polja dodanih na obične znakove, svjetlećih dioda (LED) te tekućih kristala (LCD) [14].

3.2.2. Oznake na kolniku

S obzirom na funkciju, oznake na kolniku se dijele na [14]:

- uzdužne oznake;
- poprečne oznake,
- ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika.

Oznake na kolniku ucrtavaju se, lijepe, ugrađuju ili utiskuju u kolnički zastor i ne smiju povećavati sklizavost kolnika. Oznake na kolniku ne smiju biti više od 0,6 cm iznad razine kolnika [14].

Oznake na kolniku su najčešće bijele boje. Iznimno žutom bojom obilježavaju se [14]:

- oznake mjesta na kolniku i nogostupu na kojima je zabranjeno parkiranje;
- crta za odvajanje traka za kretanje vozila javnog prijevoza putnika;
- oznake parkirališnog mjesta za osobe s invaliditetom;
- oznake kojima se obilježavaju mjesta za određene namjene (autobusna stajališta, taxi-vozila, policija, biciklističke i pješačke staze i dr.);
- naprave za smirivanje prometa (umjetne izbočine i uzdignute plohe),
- oznake kojima se privremeno preusmjerava promet (privremena regulacija prometa) i obilježavaju privremene opasnosti na kolniku.

Uzdužne oznake na kolniku mogu biti razdjelne crte, rubne crte i crte upozorenja. Razdjelna crta služi za razdvajanje dvosmjernih prometnih površina prema smjerovima kretanja, dok rubne linije označuju rub vozne površine kolnika.

Širina uzdužnih crta na kolniku ovisi o širini kolnika [14]:

- 3,5 m – 20 cm;
- 3 – 3,5 m – 15 cm;
- 2,75 – 3 m – 12 cm,
- 2,5 – 2,75 m – 10 cm.

Poprečne oznake su sve oznake koje se u odnosu na os ceste nalaze u okomitom položaju ili pod malim kutom, a dijele se na [14]:

- crte zaustavljanja;
- kose crte;
- graničnike;
- pješačke prijelaze,
- prijelaze biciklističke staze preko kolnika.

Poprečne oznake na kolniku obilježavaju se punim ili isprekidanim crtama i mogu biti povučene na kolniku tako da zahvaćaju jedan ili više prometnih trakova [14].

Poprečne pune crte za zaustavljanje vozila na križanjima i drugim cestama koje se križaju, moraju biti povučene tako da vozač vozila nad raskrižjem ima dovoljan pregled na promet vozila i pješaka preko raskrižja i tih cesta [14].

Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika su strelice, polja za usmjeravanje prometa, crte usmjeravanja, natpisi, oznake za označavanje prometnih površina za posebne namjene; oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i uzdužne oznake [14].

4. ISPITIVANJE PROMETNE SIGNALIZACIJE U FUNKCIJI OPTIMIZACIJE ODRŽAVANJA

Održavanje prometnih znakova i oznaka koje već postoje uključuje obnavljanje istrošenih ili neispravnih žutih/ bijelih linija, ponovno preklapanje prethodnih žutih/ bijelih linija ili drugih linija i oznaka nakon ponovnog nanošenja (obično je potrebno 6 – 8 tjedana nakon nanošenja, ali može ovisiti o vremenskim uvjetima), obnavljanje istrošenih, oštećenih ili neispravnih prometnih znakova te zamjena vandaliziranih ili ukradenih znakova [19].

U svrhu osiguravanja kvalitetne prometne signalizacije, a samim time i zadovoljavajuće razine sigurnosti, na cestama se u određenim vremenskim razmacima provode ispitivanja prometne signalizacije. Ispitivanjem kvalitete prometne signalizacije (oznaka na kolniku i prometnih znakova) dobiva se uvid u usklađenost njezinih svojstava s uvjetima propisanim zakonskim i podzakonskim aktima. Osim toga, ispitivanja omogućuju optimiziranje troškova održavanja prometne signalizacije [20].

Primjenom najnovijih metoda ispitivanja oznaka na kolniku i prometnih znakova moguće je postići visoku i konstantnu razinu kvalitete, te na taj način podići i razinu sigurnosti pojedinih prometnica. Ispitivanjem se, također, može utjecati na odabir tehnologije nanošenja oznaka, kao i na ostale elemente koji utječu na kvalitetu prometne signalizacije. Suradnjom izvođača radova i subjekata koji obavljaju ispitivanja kvalitete i njihovim djelovanjem na način nanošenja oznaka i izradu znakova može se pozitivno utjecati na samu kvalitetu izrade [20].

Iako je utjecaj prometne signalizacije na ponašanje vozača teško točno utvrditi, dosadašnja istraživanja upućuju na to da prvenstveno oznake i znakovi u određenoj mjeri utječu na ponašanje vozača u vidu promjene bočnoga položaja vozila te brzine vožnje. Sama prisutnost prometne signalizacije pozitivno će utjecati na sigurnost cestovnog prometa te na cestama s kvalitetnom prometnom signalizacijom, prema dostupnim istraživanjima, zabilježeno je smanjenje prometnih nesreća do čak 20 % kao i ozbiljnosti posljedica istih [21, 22, 23, 24].

Retroreflektirajuća svojstva oznaka na kolniku i prometnih znakova od presudnog su značenja i predstavljaju jedan od osnovnih čimbenika povećanja sigurnosti sudionika u cestovnom prometu te predstavljaju najznačajniji element ispitivanja [20].

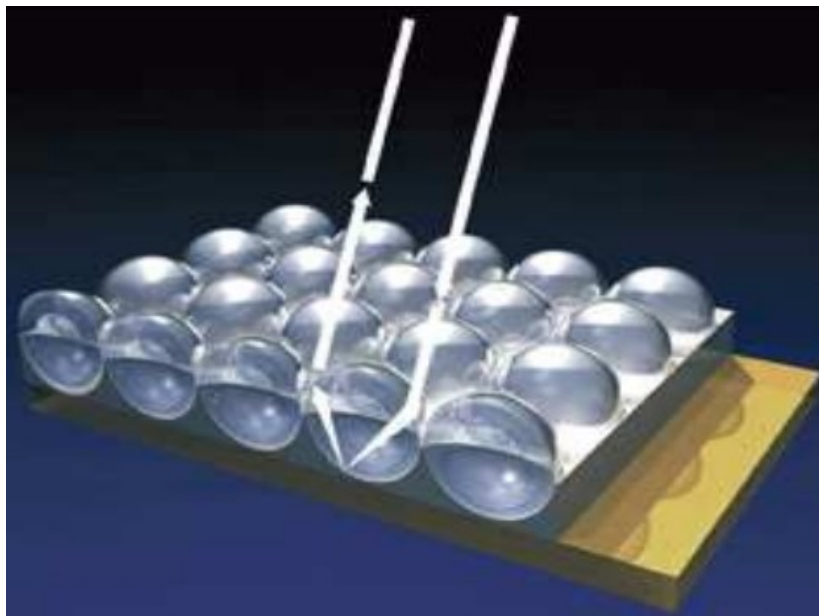
Vidljivost određenog predmeta danju određuju jačina i boja svjetla kojim zrači u usporedbi s jačinom i bojom svjetla kojom zrači njegova okolina. To svjetlo može zračiti iz samog predmeta ili se reflektirati od njega [25].

Refleksija ne stvara vlastito svjetlo, već posuđuje svjetlo iz drugog izvora. Posuđen svjetlosni trak udara u predmet i „odbija” se od njega. Reflektivno svojstvo predmeta, tj. koliko je sjajan, ovisi o intenzitetu ulazećeg svjetlosnog traka, kao i o materijalu iz kojega je izrađen. Način na koji predmet reflektira svjetlo izuzetno je važan tijekom vožnje noću [25].

Retroreflektirajući materijali vraćaju dolazno svjetlo nazad prema svom izvoru. Postoje dvije vrste retrorefleksije, a to su [26]:

- sferična,
- prizmatična.

Kod sferične retrorefleksije staklena kuglica lomi ulazni svjetlosni trak pri prolasku kroz prednju površinu staklene kuglice. Svjetlost se zatim reflektira sa zrcalne površine iza kuglice, te se ponovnim prolaskom kroz prednju površinu kuglice, svjetlost lomi i reflektira u smjeru svog izvora kao što je prikazano na slici 8. [26].



Slika 8. Prikaz sferične retrorefleksije

Izvor: [26]

Kod prizmatične retrorefleksije tri jednake okomite površine čine prizmu na kojoj se ulazni trak svjetlosti lomi i reflektira u smjeru svog izvora usporedno s ulaznim svjetlom (Slika 9.). S optičke točke gledišta, prizmatični reflektori su daleko savršeni u odnosu na sferične i posjeduju vrlo veliki koeficijent retrorefleksije [26].



Slika 9. Prikaz prizmatične retrorefleksije

Izvor: [27]

Koristeći svojstvo sferične i prizmatične retrorefleksije, tj. mikro staklenih kuglica i mikroprizmi, nastali su retroreflektirajući materijali za izradu prometnih znakova [26]. Glavna karakteristika retroreflektirajućih materijala je snaga retrorefleksije koja opisuje količinu svjetla koja se reflektira sa retroreflektirajućeg materijala, a mjeri se u jačini reflektiranog svjetla u odnosu na ulazno svjetlo po četvornom metru retroreflektirajućeg materijala, tj. “candela po luxu po četvornom metru”. Snaga retrorefleksije kod specifičnih ulaznih kutova (-4 stupnjeva, + 30 stupnjeva, + 50 stupnjeva) i kutova promatranja (0,2 stupnjeva, 0,5 stupnjeva) predstavlja važno svojstvo retroreflektirajućih folija [25].

5. METODE ISPITIVANJA KVALITETE PROMETNIH ZNAKOVA

Prometni znakovi koriste oblike, boje, riječi i simbole kako bi vozaču prenijeli jasnu poruku o uvjetima kretanja na prometnicama. Bez takvih bi znakova promet bio nepredvidljiv i vrlo opasan. Na lice prometnih znakova ugrađuju se retroreflektirajuće folije, koje omogućuju njihovu vidljivost noću i u drugim otežanim uvjetima. Boja i oblik znakova također mogu pružiti vozačima pravu informaciju čak i kad su riječi ili simboli na znaku nerazumljivi [20].

Kvaliteta prometnih znakova trebala bi se ispitivati barem jednom godišnje radi provjere vrijednosti retrorefleksije pri korištenju kratkih svjetala farova i tehničke ispravnosti. Poželjno je provjeravati kvalitetu znakova noću budući da se samo tako mogu utvrditi vizualni nedostaci koji nisu vidljivi pri dnevnom svjetlu. No kad je riječ o provjeri znakova prenosivim ili pokretnim retroreflektometrima, provjeru je bolje provoditi danju. Za terensko ispitivanje retrorefleksije dostupni su prijenosni retroreflektometri (Slika 10.) koji sadrže unutarnji izvor svjetlosti i fotoreceptor, a pri ispitivanju se postavljaju na površinu znaka kako bi se isključio utjecaj dnevne svjetlosti. Instrumenti se oslanjaju na metodu supstitucije kalibracije i trebali bi se redovito kalibrirati [20].



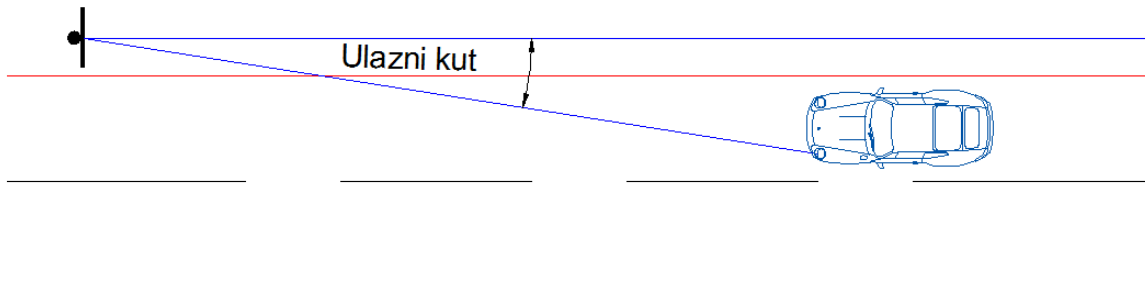
Slika 10. Izgled retroreflektometra za ispitivanje retroreflektivnosti prometnih znakova ZRS

6060

Izvor: [20]

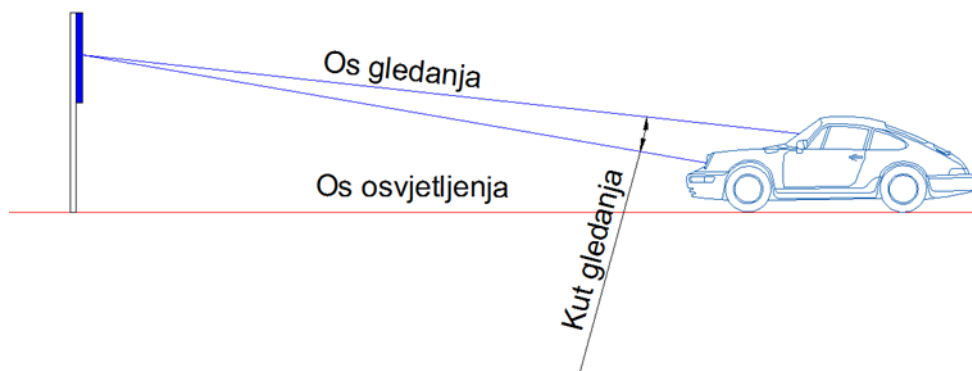
Ulazni se kut određuje položajem znaka na rubu ceste i geometrijom nadolazećeg položaja vozila te on predstavlja kut koji se stvara između svjetlosne zrake koja pada na površinu znaka i linije koja izlazi okomito od površine (Slika 11.). Kut gledanja je kut između ulazne zrake svjetlosti i reflektirane zrake svjetlosti i funkcija je visine vozačevog oka u odnosu na prednja svjetla vozila (Slika 12.). S obzirom na to da se pretpostavlja kako retroreflektirajući

materijal reflektira većinu svjetla direktno nazad ka izvoru, optimalni kut gledanja mora biti nula. Međutim, u stvarnosti to nije tako jer je vozačevo oko više od prednjeg svjetla vozila. Stoga se koeficijent retrorefleksije mjeri za kut promatranja od 20 stupnjeva i ulazni kut svjetla od 5 stupnjeva [20].



Slika 11. Ulazni kut

Izvor: [20]



Slika 12. Kut gledanja

Izvor: [20]

Prije početka provođenja postupka mjerenja, prometni je znak potrebno očistiti od nečistoća koje nastaju djelovanjem prometa i vremenskih utjecaja, a koje mogu utjecati na izmjerene vrijednosti retrorefleksije. Nakon što je prometni znak očišćen može započeti mjerenje. Na svakoj boji koja se nalazi na licu prometnog znaka rade se četiri nasumična mjerenja. Kao vrijednost koeficijenta retrorefleksije za svaku boju navodi se prosječna vrijednost sva četiri mjerenja. Osim retrorefleksije, na svim mjernim mjestima prikupljaju se i sljedeći podaci o prometnom znaku [20]:

- vrsta znaka
- naziv znaka
- šifra znaka

- grafički prikaz
- oblik znaka
- dimenzije znaka i odstupanje
- boja (podloge, ruba i simbola)
- način postave
- način pričvršćenja
- visina znaka
- udaljenost od ruba
- vrsta podloge
- način konstrukcije
- datum postave
- podaci o proizvođaču znaka
- podaci o postavljaju znaka
- klasa retroreflektirajuće folije
- podaci o proizvođaču retroreflektirajuće folije
- odnos najmanjih dozvoljenih i izmjerenih vrijednosti koeficijenta retrorefleksije
- ispitivanje kolorimetrije.

6. METODE ISPITIVANJA KVALITETE OZNAKA NA KOLNIKU

Uz redovnu provjeru kvalitete prometnih znakova, potrebno je provoditi i kontrolu kvalitete oznaka na kolniku. Oznake na kolniku izvode se u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima i opremi na cestama. Na temelju rezultata ispitivanja vezana uz vidljivost oznaka, debljinu nanosa te koeficijenta otpornosti na klizanje dobiva se ocjena kvalitete nanesenih oznaka na kolniku.

6.1. Metodologija ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku

Kvaliteta i kvantiteta vizualnog vođenja sudionika u prometu izravno ovisi o vidljivosti te su retroreflektivna svojstva cestovnih oznaka na kolniku od presudnog značenja. Ocjena kvalitete izvedenih oznaka na kolniku temelji se na rezultatima ispitivanja.

Prema tehničkim uvjetima Hrvatskih cesta d.o.o. (Smjernice i tehnički zahtjevi za izvođenje radova na obnavljanju oznaka na kolniku – Horizontalna signalizacija), ispitivanja koja se provode u cilju osiguranja propisane kvalitete oznaka na kolniku su [20]:

- a) prethodna ili ispitivanja pogodnosti
- b) tekuća
- c) kontrolna
- d) dodatna kontrolna ispitivanja
- e) arbitražna i
- f) ispitivanja prije isteka jamstva.

a) Prethodna ispitivanja ili ispitivanja pogodnosti podrazumijevaju ispitivanja u funkciji dokazivanja pogodnosti sustava označavanja tj. materijala koji se namjeravaju koristiti za izvođenje oznaka na kolniku, a temeljem predviđenog tipa oznaka i propisane kvalitete. Izvoditelj radova obavezan je naručitelju dostaviti „Certifikat“ o pogodnosti sustava označavanja koji namjerava koristiti za izvođenje oznaka (TIP I ili TIP II) i to od certifikacijskog tijela (institucije) priznatog prema europskim smjernicama za certificiranja građevinskih proizvoda iz područja opreme na cestama [20].

b) Vlastita ili tekuća ispitivanja izvoditelj radova provodi kako bi utvrdio propisanu kvalitetu materijala i izvođenja radova. Ista se sukladno pripadajućim normama, provodi kontinuirano tijekom izvođenja radova [20].

Vlastita ili tekuća ispitivanja obuhvaćaju [20]:

- ispitivanje debljine vlažnog i suhog sloja boje (bez staklenih kuglica), sloja plastične mase ili traka za oznake na kolniku, uzorkovanjem na probne pločice svakih 5.000 m (posebno za razdjelne i rubne crte)
 - ispitivanja dnevne i noćne vidljivost u suhim uvjetima, noćne vidljivost u vlažnim uvjetima (samo za oznake TIP II) i otpornosti na klizanje (hrapavost) izražene kao SRT-vrijednost, pri čemu je opseg mjerenja i procjena vrijednosti definiran sukladno Njemačkom propisu ZTV M 02 (posebno za razdjelne i rubne crte)
 - ispitivanje geometrije oznaka u smislu izvedene širine i duljine oznake na svakih 5.000 m izvedene oznake (posebno za razdjelne i rubne crte).
- c) Kontrolna ispitivanja osigurava naručitelj kako bi utvrdio odgovara li kvaliteta sustava označavanja (oznake TIPA I ili TIPA II) propisanim zahtjevima [20].
- Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju [20]:
- kontrolna ispitivanja prije izvođenja oznaka
 - kontrolna ispitivanja za vrijeme izvođenja oznaka
 - kontrolna ispitivanja gotovih oznaka.
- d) Dodatna kontrolna ispitivanja provode se u slučaju graničnih vrijednosti utvrđenih kontrolnim ispitivanjem gotovih oznaka prema utvrđenoj metodi [20].
- e) Arbitražno ispitivanje jest ponavljanje kontrolnog ispitivanja, ukoliko postoji opravdana sumnja naručitelja ili izvoditelja da isto nije provedeno na odgovarajući način (npr. na temelju vlastitih ispitivanja ili istraživanja). Arbitražno ispitivanje provodi ovlaštena pravna osoba koja nije sudjelovala u spornim kontrolnim ispitivanjima ili ona o kojoj postoji suglasnost obiju strana. Rezultati arbitražnog ispitivanja smatraju se mjerodavnim kontrolnim ispitivanjima. Troškove arbitražnog ispitivanja snosi ona strana čiji su rezultati kontrolnog ispitivanja ili istraživanja suprotni rezultatima utvrđenim arbitražnim ispitivanjem [20].
- f) Ispitivanja prije isteka jamstva provodi naručitelj kako bi utvrdio kvalitetu izvedenih oznaka na kolniku i njenu sukladnost s kvalitetom ugovorenom za vrijeme trajanja jamstvenog roka (ukoliko je isti ugovoren). Ispitivanja se provode najkasnije četiri tjedna prije isteka jamstva. Ova ispitivanja obuhvaćaju [20]:
- ispitivanja dnevne i noćne vidljivost u suhim uvjetima, noćne vidljivost u vlažnim uvjetima (samo za oznake TIP II) i otpornosti na klizanje (hrapavost) izražene kao SRT-vrijednost, pri čemu je opseg mjerenja i

procjena vrijednosti definiran sukladno Njemačkom propisu ZTV M 02 (posebno za razdjelne i rubne crte)

- ispitivanje otpornosti na klizanje svakih 10.000 m (posebno za razdjelne i rubne crte),
- otpornost na habanje.

Kao što je već ranije navedeno primjenom najnovijih metoda ispitivanja oznaka na kolniku moguće je postići visoku i konstantnu razinu kvalitete, te na taj način podići razinu sigurnosti pojedinih prometnica. Također, na taj se način može utjecati na odabir tehnologije nanošenja oznaka, kao i na ostale elemente koji čine sustav prometne signalizacije [20].

Retroreflektivna svojstva cestovnih oznaka na kolniku od presudnog su značenja i predstavljaju jedan od osnovnih čimbenika povećanja sigurnosti sudionika u cestovnom prometu te predstavljaju najznačajniji element ispitivanja [20].

6.2. Metode ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku

Ispitivanja retroreflektirajućih svojstava oznaka na kolniku svode se na ispitivanje dnevne i noćne vidljivosti te se provode na dva načina [20]:

- metodom statičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku (dnevna i noćna vidljivost)
- metodom dinamičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku (noćna vidljivost).

6.2.1. Metode statičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku

Statička se ispitivanja oznaka na kolniku mogu obavljati retroreflektometrom Zehntner ZRM 6014 (Slika 13.). Ista se obavljaju prema Europskoj normi EN 1436, Materijali za oznake na kolniku - Značajke nužne za korisnike ceste. Dnevna vidljivost izražena je modulom Q_d i mjerena u $\text{mcd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ promatrana pod kutom od 2,29 stupnjeva na udaljenosti od 30 m i predstavlja vrijednost difuznog raspršenog svjetla koju prima promatrač [20].



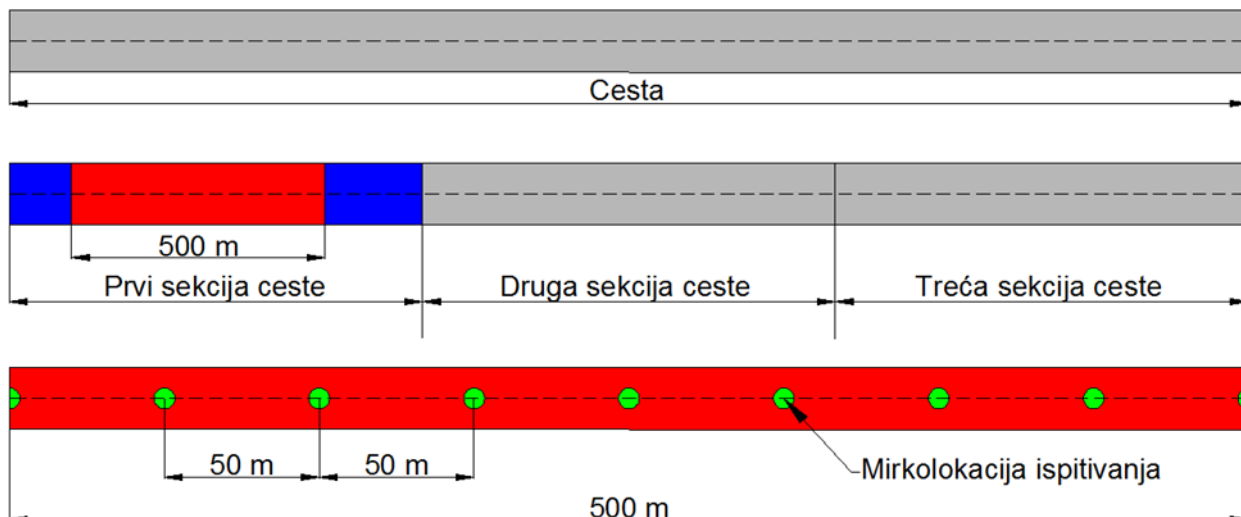
Slika 13. Uređaj za ispitivanje retrorefleksije oznaka na kolniku

Izvor: [28]

Noćna vidljivost ili vrijednost retrorefleksije izražena je koeficijentom RL i mjerena u $\text{mcd}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$. Kod ispitivanja noćne vidljivosti uređaj mjeri retrorefleksiju svjetleće zrake od ispitane površine pod kutom od 2,29 stupnjeva, kutom ulaznog svjetla od 1,24 stupnjeva i pri udaljenosti 30 m kod kratkih svjetala [20].

Ispitivanje dnevne i noćne vidljivosti može se raditi prema dvije metode [20]:

- Po „Kentucky“ metodi (Slika 14.) se ispitivanja obavljaju u periodu od 30 do 60 dana nakon izvedbe oznaka. Ispitivanje se provodi u jednoj zoni dužine 500 m, na svakoj sekciji, pri čemu je sekcija dio oznaka izveden s jednom ekipom tijekom jednog dana. Početak zone ispitivanja je u prvoj trećini dužine sekcije. U svakoj zoni izvrši se 10 mjerenja na međusobnom razmaku od 50 m. Na svih 10 mikrolokacija izvrši se po 3 mjerenja i dobivena prosječna vrijednost tih mjerenja uzima se kao mjerodavna. Mjerna površina uređaja je 52x218 mm i s tri mjerenja je pokrivena kompletna površina izvedene linije. Ova metoda teoretski otvara mogućnost neujednačene kvalitete na cijeloj dionici. Nedostatak ovog načina ispitivanja je relativno mali broj ispitanih mjesta s obzirom na dužinu dionice, što otvara mogućnost dobivanja krive slike stanja o razini vidljivosti oznaka na kolniku na pojedinim prometnicama, a time i stanja sigurnosti prometa. Navedena metode se više ne koristi.



Slika 14. Kentucky metoda ispitivanja

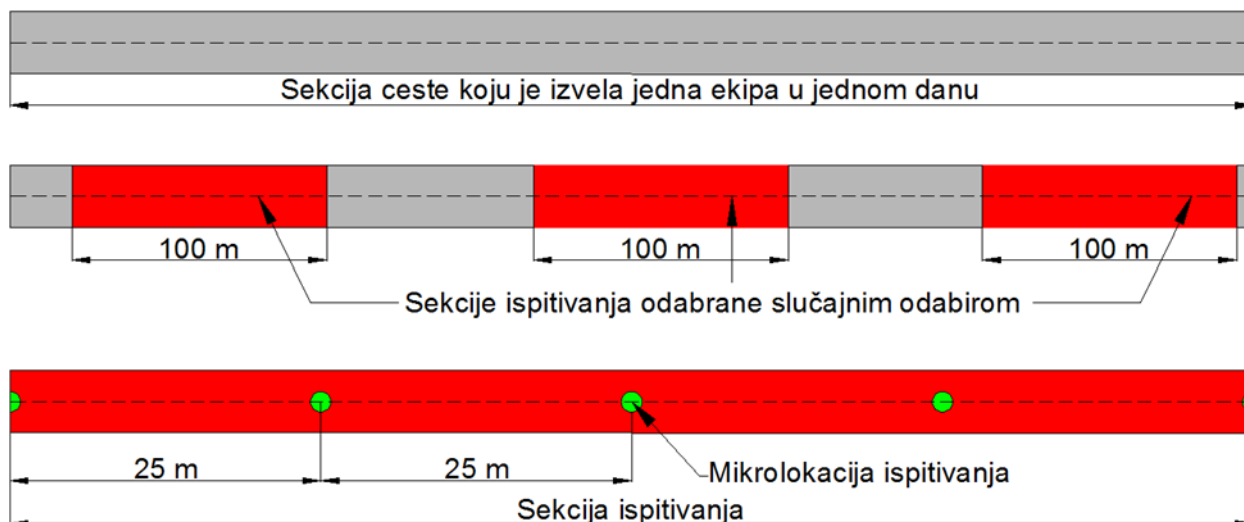
Izvor: [20]

- Prema Njemačkom propisu ZTV M02 (Slika 15.) postupak ispitivanja, odnosno mjerenje i ocjena vrijednosti izvedenih oznaka na kolniku obuhvaća ispitivanje debljine suhog sloja boje, ocjenu dnevne i noćne vidljivosti izvedenih oznaka u suhim uvjetima, noćne vidljivosti u vlažnim uvjetima te otpornosti na klizanje izražene u SRT jedinicama i to za mjerenja koja se provode najranije 15, a najkasnije 60 dana nakon izvođenja oznaka na kolniku. Opseg ispitivanja kod uzdužnih oznaka određuje se prema dnevnom izvršenju radne grupe koja izvodi oznake na kolniku. U dnevniku radova za dionicu ceste koju je nužno ocijeniti, mora biti naveden podatak kada su izvedeni radovi i s kolikim dnevnim učinkom (posebno za središnju i posebno za rubnu crtu) [20].

Tablica 1. Broj mjernih odsječaka prema metodi ZTV M 02

Duljine uzdužnih oznaka koje treba odrediti [km]	Duljine drugih oznaka koje treba odrediti [m ²]	Broj mjernih odsječaka
< 1	< 120	1
do 5	120 do 600	2
> 5 do 10	> 600 do 1200	3
> 10	> 1200	4

Izvor: [20]



Slika 15. Metoda ispitivanja prema ZTV M 02

Izvor: [20]

6.2.2. Metoda dinamičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku

Dinamička metoda ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku podrazumijeva ispitivanje noćne vidljivosti dinamičkim mjernim uređajem u cijeloj njihovoj dužini. To se može obavljati dinamičkim retroreflektometrom Zehntner ZDR 6020 koji je ugrađen na mjereno vozilo te na taj način omogućuje konstantno mjerenje noćne vidljivosti (RL) oznaka na kolniku tijekom vožnje vozila brzinom do 120 km/h. Uređajem ZEHNTNER ZDR 6020 se mogu mjeriti veće sekcije i to u svojoj punoj dužini, za razliku od mjerenja statičkim uređajem [20].

Prije početka mjerenja, mjerni se uređaj montira na lijevu ili desnu stranu vozila ovisno o tome na kojoj se strani vozila nalazi oznaka (Slika 16.) [20].



Slika 16. Mjerno vozilo s montiranim uređajem ZDR 6020

Izvor: [20]

Ispitivanje se obavlja tako da se mjerno vozilo kreće po kolniku te očitava koeficijent retrorefleksije oznaka na kolniku uz koje se kreće. Prije ispitivanja je potrebno odabrati duljinu mjernog intervala na kojoj će uređaj mjeriti prosječne vrijednosti pojedine mjerne dionice (od 25, 50 ili 100 m) [20].

Tijekom vožnje potrebno je voditi računa o tome da se oznake na kolniku koje se mjere uvijek nalaze u zoni mjerenja koja za uređaj ZDR 6020 predstavlja širinu od 50 cm i dužinu od 100 cm [20].

6.3. Ispitivanje debljine suhog filma oznaka na kolniku

Postupak mjerenja debljine suhog sloja boje oznaka na kolniku provodi se sukladno normama HRN EN ISO 2360:2017, HRN EN ISO 2178:2016 i HRN EN ISO 2808:2008 u sklopu tekućih i kontrolnih ispitivanja. Provođenje ispitivanja može se obavljati u dva slučaja [29]:

- kada se nevodljive prevlake nalaze na nemagnetskim električnim vodljivim podlogama (metoda vrtložnih struja, osjetljivih na promjenu amplitude),
- kada se nemagnetske prevlake nalaze na magnetskim podlogama (magnetska metoda).

Mjerenje debljine suhog filma boje metodom vrtložnih struja obavlja se na principu generiranja visokofrekventnog magnetskog polja pomoću sonde koja proizvodi vrtložne struje u osnovnom metalu koji se nalazi ispod premaza na koji se postavlja sonda. Inducirane struje uzrokuju promjenu elektromagnetskog polja koje okružuje sondu što uzrokuje promjenu amplitude impedancije svitka sonde. Gustoća inducirane vrtložne struje funkcija je udaljenosti između svitka i površine metala [29].

Za razliku od metode vrtložnih struja, magnetskom metodom mjeri se debljina suhog filma boja na temelju gustoće magnetskog toka blizu izvora magnetskog polja (permanentni magnet ili elektromagnet) koja ovisi o udaljenosti od osnovnog metala koji se može magnetizirati. Po tom principu se određuje debljina nemagnetskog premaza nanesenog na osnovni metal. Odnos između debljine premaza i izmjerene vrijednosti izravno ovisi o propusnosti osnovnog materijala. Sukladno tome, postupci umjeravanja i mjerenja moraju se obavljati na istom materijalu kako ne bi došlo do odstupanja prilikom dobivanja vrijednosti. Postupak ispitivanja debljine suhog filma boje se provodi na način da se na probnu pločicu (najčešće aluminijska) dimenzija 300 mm x 250 mm x 0,8 mm svakih 5000 m posebno za

središnje i rubne oznake nanosi boja bez staklenih perli. Probne pločice koje su predmet ispitivanja, odnosno na kojima se uzrokuje boja, trebaju sadržavati sljedeće podatke [29]:

- datum i vremensko razdoblje izvođenja radova,
- izvoditelj radova,
- tip i vrsta oznake,
- broj ceste,
- dionica ceste,
- mjesto uzimanja uzorka (stacionaža, vrsta linije nakojoj se uzima uzorak),
- smjer nanošenja boje,
- podaci o boji te,
- podaci o klimatskim uvjetima (temperatura zraka, kolnika i relativna vlažnost zraka).

Ispunjen uzorak sa specifikacijama izvođač radova dostavlja u ispitni laboratorij gdje ovlaštena osoba posebnim uređajem (Slika 24.) provjerava debljinu suhog filma.



Slika 17. Uređaj za mjerenje debljine suhog filma oznake

Izvor: [30]

Ovisno o vrsti materijala od kojeg je izrađena pločica na koji je nanesen uzorak boje određuje se metoda ispitivanja debljine suhog filma. Ovisno o širini oznake (linije) određuje se broj mjerenja suhog filma na probnoj pločici kao što je prikazano u tablici 2.

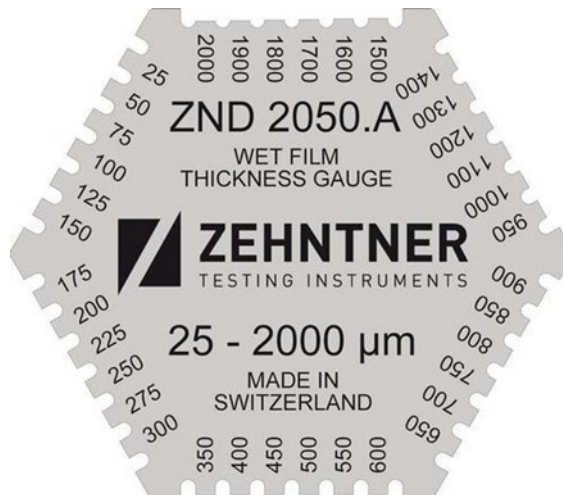
Tablica 2. Broj potrebnih ispitivanja ovisno o širini linije

Širina linije (cm)	Potreban broj mjernih mjesta
15	12
12	9
10	6

Izvor: [29]

6.4. Ispitivanje mokrog filma boje oznaka na kolniku

Drugi način provjere usklađenosti izvedenih oznaka i pridržavanja propisa za označavanje kolnika je ispitivanje mokrog filma boje. Proces provođenja ovog ispitivanja uključuje provjeru debljine oznake neposredno nakon nanošenja na kolnik, odnosno probnu pločicu dok je boja još u tekućem stanju. Ispitivanje se provodi korištenjem pločica koje su metalne i nazubljene te mogu biti pravokutnog ili višekutnog oblika (Slika 18.).



Slika 18. Mjerna pločica za mjerenje mokrog filma

Izvor: [31]

Zupcima na svakoj strani pridružene su vrijednosti iskazane u mikrometrima, a označavaju debljinu sloja oznake te su razmjerno tome oni različito izbočeni. Okomito na tek nanesenu oznaku prisloni se nazubljena pločica nakon čega je zbog vidljivog traga boje na pločici moguće vidjeti debljinu sloja oznake. S obzirom na nejednaku ispupčenost zubaca, do određene vrijednosti će se vidjeti trag boje na pločici te upravo ta zadnja vrijednost na kojoj je ostao vidljiv trag boje predstavlja debljinu mokrog sloja.

6.5. Ispitivanje otpornosti na klizanje

Ispitivanje otpornosti na klizanje oznaka na kolniku podrazumijeva mjerenje trenja oznaka klatnim mjernim uređajem sukladno normi HRN EN 1436 [32]. Ukoliko se mjerenja provode klatnim uređajem, isti se mora sastojati od osnovice s tri vijka za poravnavanje, okomitog klatna mase 1,5 kg s gumenim klizačem postavljenim na kraj (Slika 19.).



Slika 19. Klatni uređaj za ispitivanje otpornosti na klizanje

Izvor: [33]

Prije samog ispitivanja, oznaku je potrebno očistiti glatkom mokrom četkom te uređaj postaviti iznad oznake izravnavajući ga s tri vijka. Mjernu površinu je potrebno navlažiti s $100 \text{ ml} \pm 20 \text{ ml}$ vode. Otpuštanjem klatna mjerna guma prelazi preko oznake (konstantnom silom od 22,2 N) te se klatno na drugoj strani ručno zaustavlja kako bi se mogla očitati vrijednost. Postupak se ponavlja pet puta te ukoliko se vrijednosti ne razlikuju za više od 3 SRT jedinice računa se prosječna vrijednost tih pet mjerenja. U suprotnome, postupak se ponavlja dok se ne dobiju tri uzastopna konstantna očitavanja [32].

7. ZAKLJUČAK

Prometna signalizacija standardiziranim simbolima i natpisima omogućuje sigurno, predvidljivo i učinkovito odvijanje prometa na cestama. Da bi prometna signalizacija kvalitetno obavljala svoju funkciju, također mora biti postavljena i projektirana na pravilan način, koji propisuje Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

Najvažnija karakteristika signalizacije u prometu je njena vidljivost, naročito za vrijeme loših vremenskih uvjeta. Da bi se u takvim uvjetima osigurala dobra vidljivost znakova, oznaka na kolniku i ostale opreme, oni moraju zadovoljavati minimalne propisane vrijednosti retrorefleksije.

Kao u svakoj grani prometa, tako i u cestovnom, sigurnost predstavlja glavni čimbenik koji mora biti na visokoj razini da bi ga društvo smatralo prihvatljivim. Da bi sigurnost dugoročno bila na visokoj razini, nije dovoljno postaviti samo odgovarajući broj prometnih znakova na odgovarajućim mjestima, već je te prometne znakove potrebno redovito kontrolirati i ispitivati njihovu kvalitetu, te na temelju dobivenih podataka predviđati vremenski interval nakon kojeg je potrebno obaviti zamjenu istih. Kvaliteta prometnih znakova trebala bi se ispitivati barem jednom godišnje radi provjere vrijednosti retrorefleksije pri korištenju kratkih svjetala farova i tehničke ispravnosti. Poželjno je provjeravati kvalitetu znakova noću budući da se samo tako mogu utvrditi vizualni nedostaci koji nisu vidljivi pri dnevnom svjetlu.

Također, uz prometne znakove bitnu ulogu imaju i oznake na kolniku, koje za razliku od prometnih znakova imaju kraći vijek trajanja (ovisno o vrsti izvođenja oznaka, no najčešće su to najjeftinije verzije čije trajanje nije dulje od godine dana), pa shodno tome zahtijevaju češće kontrole i obnovu. Kod ispitivanja kvalitete oznaka na kolniku ne ispituje se samo vidljivost, već je bitna i debljina nanosa boje i vrijednost koeficijenta otpornosti na klizanje. Kvaliteta vizualnog vođenja sudionika u prometu izravno ovisi o vidljivosti oznaka na kolniku te su njihova retroreflektivna svojstva od presudnog značenja.

Ispitivanja koja se provode u cilju osiguranja kvalitete oznaka na kolniku su prethodna ispitivanja, tekuća, kontrolna, dodatna kontrolna, arbitražna te ispitivanja prije isteka jamstva. Ispitivanja omogućuju optimiziranje troškova održavanja prometne signalizacije. Ispitivanje retrorefleksije oznaka provodi se primjenom statičke ili dinamičke metode ispitivanja.

U Republici Hrvatskoj se ne provodi redovita kontrola prometne signalizacije na svim cestama, što uzrokuje velik broj neispravnih znakova i istrošenih oznaka na kolniku, posebno na cestama nižih kategorija. Takva prometna signalizacija narušava sigurno i uredno odvijanje prometa, što znači da se takve situacije moraju izbjeći kako bi se sigurnost održala na visokom

nivou. Kada bi se kvaliteta prometne signalizacije redovito ispitivala, situacije u kojima su prometni znakovi na prometnicama potpuno izbledjeli i ne mogu vršiti svoju funkciju na odgovarajući način bi se izbjegle, a posljedično bi se smanjio i broj prometnih nesreća na cestama.

LITERATURA

- [1] Pregled osnovnih pokazatelja javne sigurnosti u Republici Hrvatskoj 2009. – 2018., Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske
- [2] https://ec.europa.eu/croatia/news/2017_road_safety_data_hr (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [3] Babić D.: Model predviđanja trajanja oznaka na kolniku (doktorski rad), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018.
- [4] URL; http://www.erf.be/wp-content/uploads/2018/01/ERF_Position_Paper_on_Vertical_Signage_Final_7.pdf (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [5] URL :<http://www.rally-dubrovnik.hr/files/pdf5.pdf> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [6] Johansson, G., Rumar, K. 1966. Drivers and road signs: A preliminary investigation of the capacity of car drivers to get information from road signs. *Ergonomics*, 9(1):57-62. doi: 10.1080/00140136608964342
- [7] Johansson, G., Backlund, F. 1970. Drivers and road Signs. *Ergonomics*, 13(6):749-759. doi: 10.1080/00140137008931202
- [8] Macdonald, W. A., Hoffmann, E. R. 1991. Drivers' awareness of traffic sign information. *Ergonomics*, 34(5):585-612. doi: 10.1080/00140139108967339
- [9] Milosevic, S., Gajic, R. 1986, Presentation factors and driver characteristics affecting road-sign registration. *Ergonomics*, 29(6):807-815. doi: 10.1080/00140138608968317
- [10] Drorya, A., Shinar, D. 1982. The effects of roadway environment and fatigue on sign perception. *Journal of Safety Research*, 13(1):25-32. doi: 10.1016/0022-4375(82)90015-9
- [11] Babić, D., Babić, D., Ščukanec, A. 2017. The Impact of road familiarity on the perception of traffic signs – Eye tracking case study. *The Proceedings of the 10th International Conference: "Environmental Engineering"*, pp. 1-7, Vilnius, Litva.
- [12] Pašagić S.: Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2004.

- [13] URL: <https://www.prometna-zona.com/povijest-prometnih-znakova/> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [14] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05, 64/05, 155/05, 14/11)
- [15] URL: <http://www.autoskola.com.hr/ucilica-prometni-znakovi-op.shtml> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [16] URL: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A993/datastream/PDF/view> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [17] URL: <https://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/promjenjiva-signalizacija/> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [18] URL: <https://www.prometna-zona.com/oznake-na-kolniku/> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [19] URL; <https://www.dudley.gov.uk/resident/parking-roads/roads-highways-and-pavements/road-markings-and-signage/maintenance-of-existing-markin/> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [20] Ščukanec A., Babić D.: Metode mjerenja retrorefleksije prometnih znakova i oznaka na kolniku, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2013.
- [21] Federal Highway Administration: Department of Transportation. 1981. Highway Safety Stewardship Report. Izvještaj. Washington DC, SAD.
- [22] Tsyganov, A. R., Machemehl, R. B., Warrenchuk, N. M., Wang, Y. 2006. Before-after comparison of edgeline effects on rural two-lane highways. Izvještaj. Texas Department of Transportation, Austin, SAD.
- [23] Aldemir-Bektas. B., Gkritza, K., Smadi, O. 2016. Pavement marking retroreflectivity and crash frequency: Segmentation, line type, and imputation effects. Journal of Transportation Engineering, 142(8):04016030. doi: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000863.

- [24] Xu, X., Šarić, Ž., Zhua, F., Babić, D. 2018. Accident severity levels and traffic signs interactions in state roads: A seemingly unrelated regression model in unbalanced panel data approach. *Accident Analysis & Prevention*, 120:122-129. doi: 10.1016/j.aap.2018.07.037
- [25] URL; <https://www.chemosignal.hr/usluge/3m/teorija/> (Pristupljeno: srpanj 2019.) [12]
- [26] Nastavni materijali iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak.god. 2016./2017.
- [27] URL: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1171/datastream/PDF/view> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [28] URL: <http://www.zehntner.com/products/categories/retroreflection/zrm-6014-retroreflectometer> (Pristupljeno: srpanj 2019.)
- [29] URL: <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2Fcd07510acb630f47c1256d2c006ec863%2F04ae5c3a28a69fe6c12573f000327f22%3FOpenDocument%26AutoFramed> (Pristupljeno: kolovoz 2019.)
- [30] URL: <http://www.stone-tucker.com/category/coating-thickness-gauges> (Pristupljeno: kolovoz 2019.)
- [31] URL: <http://www.zehntner.com/products/categories/film-thickness/znd-2050-2054> (Pristupljeno: kolovoz 2019.)
- [32] URL: <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2FNormaSve%2Fdb8cf6d896b50bfdc12574e900270248%3FOpenDocument%26AutoFramed> (Pristupljeno: kolovoz 2019.)
- [33] URL: <https://www.munroinstruments.com/product/base-plate/> (Pristupljeno: kolovoz 2019.)

POPIS SLIKA I TABLICA

Popis slika:

Slika 1. Zakon crvene zastave	5
Slika 2. Znakovi opasnosti	9
Slika 3. Znakovi izričitih naredbi	10
Slika 4. Znakovi obavijesti.....	11
Slika 5. Znakovi obavijesti za vođenje prometa	12
Slika 6. Dopunske ploče.....	13
Slika 7. Promjenjivi prometni znakovi.....	13
Slika 8. Prikaz sferične retrorefleksije	17
Slika 9. Prikaz prizmatične retrorefleksije	18
Slika 10. Izgled retroreflektometra za ispitivanje retroreflektivnosti prometnih znakova ZRS 6060.....	19
Slika 11. Ulazni kut.....	20
Slika 12. Kut gledanja	20
Slika 13. Uređaj za ispitivanje retrorefleksije oznaka na kolniku.....	25
Slika 14. Kentucky metoda ispitivanja.....	26
Slika 15. Metoda ispitivanja prema ZTV M 02	27
Slika 16. Mjerno vozilo s montiranim uređajem ZDR 6020.....	27
Slika 24. Uređaj za mjerenje debljine suhog filma oznake	29
Slika 18. Mjerna pločica za mjerenje mokrog filma	30
Slika 19. Klatni uređaj za ispitivanje otpornosti na klizanje.....	31

Popis tablica:

Tablica 1. Broj mjernih odsječaka prema metodi ZTV M 02	26
Tablica 2. Broj potrebnih ispitivanja ovisno o širini linije.....	30



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 Metode ispitivanja kvalitete prometne signalizacije

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

Student/ica:

U Zagrebu, 26.8.2019

namarija Tomković

(Popis)