

Uporaba retroreflektirajućih oznaka za označavanje vozila u svrhu sigurnosti

Samardžić, 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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:976502>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-01**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Anamarija Samardžić

UPORABA RETROREFLEKTIRAJUĆIH OZNAKA ZA
OZNAČAVANJE VOZILA U SVRHU SIGURNOSTI

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 12. travnja 2019.

Zavod: Zavod za prometnu signalizaciju
Predmet Vizualne informacije u prometu

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5446

Pristupnik: Anamarija Samardžić (0135238047)

Studij: Promet
 Cestovni promet

Zadatak: Uporaba retroreflektirajućih oznaka za označavanje vozila u
 svrhu sigurnosti

Opis zadatka:

Retroreflektirajuće oznake za označavanje vozila povećavaju vidljivost sporih i teških vozila te vozila specijalne namjene u uvjetima smanjene vidljivosti. Zadaća tih oznaka je omogućiti vozačima percepciju navedenih vozila obilježavanjem njihovih kontura te na taj način utjecati na povećanje opće stope cestovne sigurnosti. Cilj rada je analizirati uporabu različitih vrsta retroreflektirajućih oznaka i načina označavanja vozila na njihovu uočljivost u uvjetima smanjene vidljivosti.

Mentor:



dr. sc. Dario Babić

Predsjednik
povjerenstva za
završni ispit:



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

UPORABA RETROREFLEKTIRAJUĆIH OZNAKA ZA OZNAČAVANJE VOZILA U SVRHU SIGURNOSTI

USAGE OF RETROREFLECTING VEHICLE MARKINGS FOR SAFETY PURPOSES

Mentor: dr. sc. Dario Babić

Student: Anamarija Samardžić

JMBAG: 0135238047

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK

Svrha uporabe retroreflektirajućih oznaka za označavanje vozila je veća preglednost cestovnih površina, te time i veća sigurnost u cestovnom sigurnosnom spektru. Pomoću retroreflektirajućih oznaka osiguran je manji broj prometnih nesreća, povećanje vidljivosti, bolja prometna koordinacija u otežanim uvjetima vožnje i bolje uočavanje teških vozila. Udio prometnih nesreća se smanjuje uporabom retroreflektirajućih oznaka za 30 %. Jačina refleksije materijala, razlikuje se ovisno o kvaliteti (vrsti) materijala. Pri većoj refleksiji, bolja je uočljivost. Retroreflektirajuće oznake vozila razlikuju se po vrsti i težini vozila. Svaka retroreflektirajuća oznaka mora biti ispitana i sadržavati odobrenu dokumentaciju prije postavljanja na vozilo. Označavanje vozila može biti linijsko ili konturno, a oznake moraju biti postavljene po međunarodnim propisima, ovisno o vrsti namjene vozila. Cilj ovog rada je detaljna analiza primjene retroreflektirajućih oznaka za označavanje dugih vozila, teških vozila, minibuseva i autobusa u svrhu sigurnosti cestovnog prometnog sustava.

Ključne riječi: sigurnost, retroreflektirajuća oznaka, označavanje vozila.

ABSTRACT

The purpose of using retroreflective vehicle markings is to increase the visibility of the road surfaces, and thus to increase the safety in the road safety spectrum. Retroreflective signage ensures less traffic accidents, linking the visibility of traffic coordination in heavier, less driving conditions and better viewing of heavy vehicles. The share of road accidents decreases users of retroreflective markings by 30%. Material reflection strengths vary depending on the quality (type) of the material. The higher the reflection, the better the visibility. Retroreflective vehicle markings differ in vehicle type and weight. Each retroreflective marking shall be tested and contain an approved document before being fitted to the vehicle. The marking of the vehicle may be line or contour, set according to international regulations, the exact or type of purpose of the vehicle. The aim of this paper is to analyze in detail the application of retroreflective markings for marking long vehicles (its trailers), heavy vehicles, minibuses and buses for the safety of the road transport system.

Keywords: safety, retroreflective marking, vehicle marking.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	OPĆI POJMOVI O REFLEKSIJI I RETROREFLEKSIJI	3
2.1.	DIFUZNA REFLEKSIJA	3
2.2.	ZRCALNA REFLEKSIJA	4
2.3.	RETROREFLEKSIJA.....	4
3.	PREGLED RETROREFLEKTIRAJUĆIH MATERIJALA	6
3.1.	MATERIJAL KLASI I: ENGINEER GRADE	7
3.2.	MATERIJAL KLASI II: HIGH INTENSITY GRADE.....	8
3.3.	MATERIJAL KLASI III: DIAMOND GRADE.....	8
4.	ZAKONSKA REGULATIVA IZ PODRUČJA OZNAČAVANJA VOZILA	12
4.1.	OBILJEŽAVANJE SPORIH VOZILA	12
4.2.	OBILJEŽAVANJE TEŠKIH VOZILA	13
4.3.	OBILJEŽAVANJE DUGIH VOZILA	13
4.4.	DOKUMENTACIJA HOMOLOGACIJSKE PLOČE.....	14
5.	PRIMJENA RETROREFLEKTIRAJUĆIH OZNAKA ZA OZNAČAVANJE VOZILA	17
6.	UTJECAJ RETROREFLEKTIRAJUĆIH OZNAKA NA VOZILIMA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA.....	23
6.1.	UTJECAJ PROMETNIH NESREĆA NA UKUPNI ZAUSTAVNI PUT VOZILA	23
6.2.	PROMETNE NESREĆE TEŠKIH VOZILA	24
6.3.	PODJELA PROMETNIH NESREĆA S OBZIROM NA OZNAČENOST VOZILA	26
6.4.	EFIKASNOST RETROREFLEKTIRAJUĆIH OZNAKA VOZILA.....	27
7.	ZAKLJUČAK	29
	LITERATURA.....	30
	POPIS SLIKA	32
	POPIS TABLICA.....	33

1. UVOD

Retrorefleksija prometnog sustava pruža bolju vidljivost kolnika u uvjetima smanjene ili otežane vidljivosti, naglašava važnost prometnih informacija i doprinosi boljem sustavu prometne infrastrukture. Uporaba retroreflektirajućih oznaka za označavanje vozila nosi veliku važnost u cestovnom prometnom sustavu, a o njihovom stupnju ispravnosti ovisi sigurnost sudionika u prometu. Retroreflektirajuće oznake na vozilu značajne su za učinkovitiji prometni sustav, udobnost vožnje i sigurnost ceste općenito. Retroreflektirajuće oznake na vozilu konstruirane su tako da omogućuju jasnu vidljivost iz svih kuteva vožnje. Retroreflektirajući materijali dizajnirani su u cilju jasnije retrorefleksije noću, danju i u otežanim uvjetima vožnje.

Stupanj prometnih nesreća se znatno smanjuje uporabom retroreflektirajućih oznaka vozila. S obzirom da je cilj samog prometa osigurati korisnicima cesta što sigurniju vožnju i putovanje do krajnje destinacije, ispituju se mnogi prometni čimbenici koji utječu na sigurnost, a jedan od njih je i retrorefleksija oznaka za označavanje vozila. Izrada kvalitetnijih retroreflektirajućih materijala uz pomoć tehničkih istraživanja, rezultirala je povećanom kvalitetom retrorefleksije, povećala se i jasnoća izgleda, a oznake su postavljene i na bolje pozicije čime se dodatno utjecalo na njihovu učinkovitost.

Cilj primjene retroreflektirajućih oznaka za označavanje vozila je sprječavanje naleta vozila na stražnji dio dugih vozila (njihovih prikolica), teških vozila, minibuseva i autobusa. Teretna motorna vozila imaju veću vjerojatnost nastanka prometnih nesreća od osobnih automobila, a većoj su opasnosti izložena zbog svojih dimenzija i niže putne brzine. Cilj ovog rada je predložiti bitnost retrorefleksije prometa, detaljno prikazati i objasniti pojedine vrste retroreflektirajućih materijala, iznijeti analizu potrebnih sredstava za kontrolu ispravnosti retroreflektirajućih materijala, opisati proces postavljanja i međunarodne zakonske odredbe koje se odnose na postavljanje retroreflektirajućih oznaka te analizirati svrhu retroreflektirajućih oznaka na vozilima.

Ovaj rad je sastavljen od sedam poglavlja:

Prvo poglavlje „Uvod“ opisuje bitnost postavljanja retroreflektirajućih oznaka na vozila, iskazuje važnost ispravnosti retroreflektirajućih materijala i njihov utjecaj na sigurnost cestovnog prometnog sustava. Prvo poglavlje također sadrži kratak opis rada.

U drugom poglavlju „Opći pojmovi o refleksiji i retrorefleksiji“ opisani su pojmovi svih vrsta retrorefleksije i retrorefleksije u prometu.

Treće poglavlje „Pregled retroreflektirajućih materijala“ prikazuje detaljan opis sastava svih klasa materijala, te njihovo reflektirajuće djelovanje s obzirom na različite vrste ugrađenih elemenata.

Četvrto poglavlje „Zakonska regulativa iz područja označavanja vozila“ opisuje različite vrste postupaka, koji su nužni da bi retroreflektirajuća oznaka bila ispravna i prihvaćena međunarodnim odredbama. Četvrto poglavlje također opisuje pravila postavljanja raznih retroreflektirajućih oznaka na spora, teška i duga vozila.

Peto poglavlje „Primjena retroreflektirajućih oznaka“ opisuje pet vrsta nanošenja retroreflektirajućih traka na vozila i iskazuje materijalnu potrošnju za svaki tip pojedinog vozila.

Šesto poglavlje „Utjecaj retroreflektirajućih oznaka na vozilima na sigurnost cestovnog prometa“ iskazuje utjecaj dugih, teških i sporih vozila na nastanak prometnih nesreća u cestovnom prometu.

Sedmo poglavlje „Zaključak“ prikazuje važnost postavljanja retroreflektirajućih oznaka na vozila i predlaže mjere kojima bi se povećala sigurnost prometa.

2. OPĆI POJMOVI O REFLEKSIJI I RETROREFLEKSIJI

Retrorefleksija i refleksija imaju značajan utjecaj na sigurnost cestovnog prometnog sustava. One omogućavaju bolju vidljivost prometne signalizacije noću i u otežanim uvjetima vožnje te pružaju bolju preglednost cestovnog prometnog toka. Pomoću osnovnih značajki i vrsta refleksije, sastavljeni su retroreflektirajući materijali za označavanje vozila. Na retroreflektirajuće materijale pada umjetni ili prirodni snop svjetlosti, koji se zatim pomoću retroreflektirajućih svojstava (ovisno o kvaliteti materijala) „vraća“ u oko vozača. Pomoću „vraćene zrake“ vozač prima informaciju potrebnu za daljnje odluke i reakcije tijekom vožnje.

Refleksija nastaje odbijanjem zrake svjetlosti od određene površine, a s obzirom na vrstu površine reflektirana svjetlost može biti odbijena u jednom ili u više smjerova. Reflektirani snop svjetlosti je uvijek slabije vrijednosti nego upadni snop, jer se dio svjetlosti uvijek gubi [1].

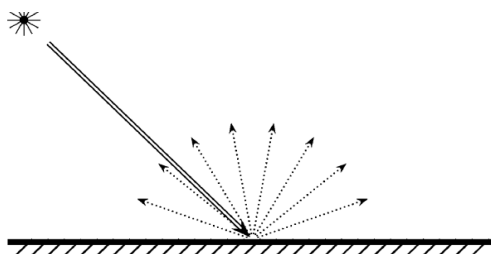
Nepravilna „prirodna“ refleksija nastat će pri padu svjetlosti na hrapavu površinu. Svjetlost udara na svaki dio hrapave površine, pod drugim kutom i odbija se u različitim smjerovima. Takva hrapava površina jednako je osvijetljena i stvara blještanje u očima [1].

U prirodi su prisutne tri vrste refleksije [1]:

- Difuzna
- Zrcalna
- Retrorefleksija

2.1. Difuzna refleksija

Difuzna refleksija u prometu nastaje kad prirodna ili umjetna svjetlost obasja cestovne površine ili djelove vozila što rezultira smanjenjem čovjekovog opažanja pri vožnji (osobito noću). Difuzna refleksija je refleksija koja nastaje odbijanjem zraka od hrapave površine. Reflektirana zraka širi se u različitim smjerovima, a manji udio zrake se vraća u smjeru izvora. Zbog navedenih karakteristika se naziva i dnevna svjetlost. [1].

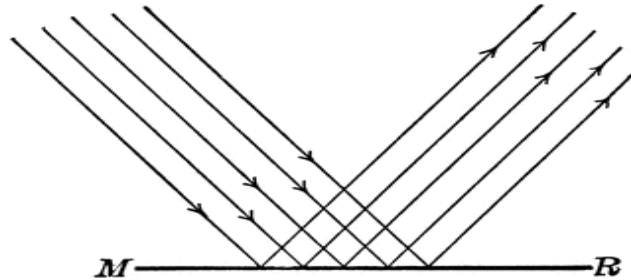


Slika 1: Prikaz difuzne refleksije

Izvor [2]

2.2. Zrcalna refleksija

Zrcalne površine u prometu većinom ne vrećaju svjetlost natrag u oči vozača, već stvaraju bliještanje na kolniku u nepovoljnim uvjetima kao što su poledica ili kiša. Zrcalna refleksija nastaje na glatkim i sjajnim površinama. Za nju je karakteristično to da se svjetlost reflektira pod istim upadnim kutom u suprotnom smjeru. Ulazni kut svjetlosti jednak je izlaznom [1].

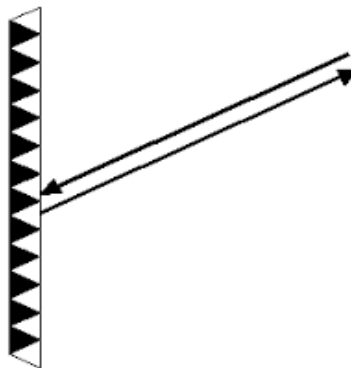


Slika 2: Prikaz zrcalne refleksije

Izvor [2]

2.3. Retrorefleksija

Kod retrorefleksije bez obzira na kut ulaza svjetlosni trak se uvijek reflektira u smjeru svog izvora. Svojstvo retrorefleksije da vraća ulaznu zraku svjetlosti u smjeru izvora omogućilo je, uz uporabu umjetnih izvora svjetlosti, vidljivost predmeta iz okoline pri smanjenoj količini prirodne svjetlosti. Zbog slabe vidljivosti elemenata prometne signalizacije u takvim uvjetima, ali i njihove važnosti za sigurno odvijanje prometa elementi s retroreflektirajućim svojstvima svoju su primjenu pronašli u prometu. Materijali s ugrađenim retroreflektirajućim elementima koji se primjenjuju u izradi prometne signalizacije vraćaju dolazno svjetlo nazad prema svom izvoru odnosno vraćaju dolazno svjetlo od „farova“ vozila nazad u smjeru očiju vozača [1].



Slika 3: Prikaz retrorefleksije

Izvor [2]

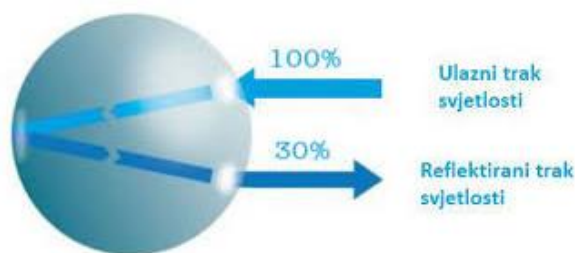
Sposobnost retrorefleksije, da bez obzira na kut upada svjetlosnih zraka, uvijek svjetlost vraća prema svom izvoru, pomaknuta je u prometu, proizvodnju materijala koji omogućavaju retrorefleksiju.

Retroreflektirajući materijali izrađeni su od prizmi ili kuglica, koje stvaraju retrorefleksiju, a zbog toga imaju vrlo značajan utjecaj u cestovnom prometnom sustavu. S obzirom na vrstu ugrađenog elementa retrorefleksija može biti [3].

- a) Sferična retrorefleksija
- b) Prizmatična retrorefleksija

a) Sferična retrorefleksija

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 [3].



Slika 4: Sferična retrorefleksija

Izvor: [4]

b) Prizmatična retrorefleksija

Tri jednake okomite površine čine prizmu na kojoj se ulazni trak svjetlosti lomi i reflektira u smjeru svog izvora pod istim ulaznim kutom [3].



Slika 5: Prizmatična retrorefleksija

Izvor: [4]

3. PREGLED RETROREFLEKTIRAJUĆIH MATERIJALA

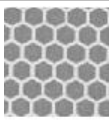
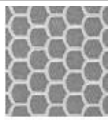
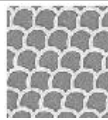
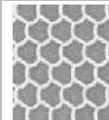
Mogućnosti koje su, uz uporabu umjetnog izvora svjetlosti, pružali retroreflektirajući elementi potaknuli su proizvodnju folija s retroreflektirajućim svojstvima, a prve takve folije izrađene su 1939. godine u Minnesoti u SAD-u, tvrtka 3M. Tvrtka 3M se više od 70 godina bavi proizvodnjom retroreflektirajućih materijala, a osim proizvodnje kontinuirano radi i na istraživanju novih retroreflektirajućih proizvoda [3].

Danas su u primjeni tri tipa retroreflektirajućih materijala [3]:

- materijal klase I: Engineer Grade
- materijal klase II: High Intensity Grade
- materijal klase III: Diamond Grade

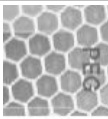
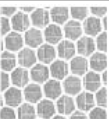
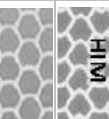
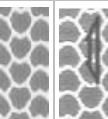
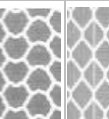
Proizvođači retroreflektirajućih materijala navode da su retroreflektirajuće oznake vrlo izdržljive pri svim klimatskim uvjetima i da su otporne na velika naprezanja tijekom čišćenja. Retroreflektirajući materijali imaju dugi vijek trajanja. Izgled i kvaliteta retroreflektirajućih materijala, razlikuje se ovisno o vrsti namjene cestovnog prometnog sustava i proizvođača [5].

Tablica 1: Izgled retroreflektirajućih materijala

Izgled materijala:								
Naziv materijala:	Enginer Grade	Super Enginer Grade	Super Enginer Grade	High Intensy	High Intensy	High Intensiy	High Intensy	ORATE [®] High Intensiy

Izvor: [6]

Tablica 2: Izgled retroreflektirajućih materijala

Izgled materijala:								
Naziv materijala:	EPG	PEG	HIP	HIP	ORALITE [®] HIP	HIM	Crystal Grade	Rreflective Sheeting

Izvor: [6]

3.1. Materijal klase I: Engineer Grade

Materijali klase I u svojoj strukturi sadrže glavnu sastavnicu retrorefleksije koja može biti [3]:

- staklena mikrokuglica
- mikroprizma

Materijal klase I, poznat kao folija prve generacije, sastoji se od retroreflektirajuće folije koja je sačinjena od materijala s uvezanim staklenim mikrokuglicama i sastavni je dio prometnih znakova od 1959. godine. Materijali klase I danas se primjenjuju u područjima slabijeg inteziteta prometa, te pri smanjenim brzinama vožnje. Staklene mikrokuglice apsorbiraju upadnu zraku svjetlosti na materijal do 92 %, te time sprječavaju smanjenje retrorefleksije materijala [3].

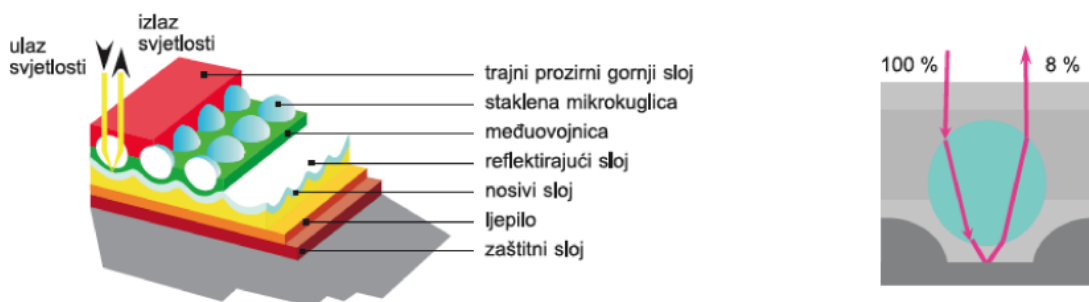
Tanki prozirni gornji sloj sprječava kontakt zraka sa staklenim mikrokuglicama, štiti od utjecaja sunčevih zraka i predstavlja dio optičkog sustava materijala. Sjaj retroreflektirajuće folije klase I je $70 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ [3].

Danas se koriste materijali klase I s mikroprizmama koji imaju veći koeficijent retrorefleksije. Materijali klase I s mikroprizmama reflektiraju upadnu zraku svjetlosti po principu prizmatične retrorefleksije. Mikroprizme su zatvorene u prozirnoj sintetskoj smoli, povezane ljepilom [3].



Slika 6: Retroreflektirajući materijali prve klase

Izvor: [3]



Slika 7: Struktura retroreflektirajućih materijala prve klase

Izvor: [3]

3.2. Materijal klase II: High Intensity Grade

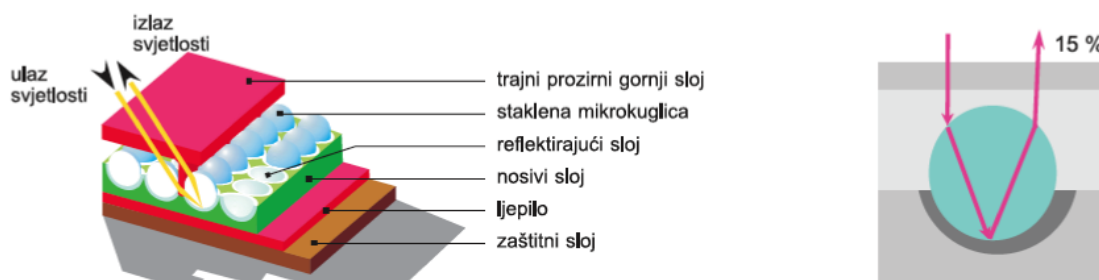
Materijali klase II u svojoj strukturi sadrže glavnu sastavnicu retrorefleksije koja može biti [3]:

- staklena mikrokuglica
- mikroprizma

Retroreflektirajući materijali klase II sadrže ućahurene staklene mikrokuglice koje imaju trostruko sjajniju vrijednost od novih reflektirajućih folija klase I. Materijali klase II zadržavaju većinu svoje kvalitete i nakon 10 godina korištenja. Znakovi izrađeni od materijala klase II bolje su uočljivi od materijala klase I i omogućuju veću sigurnost vožnje [3].

Retroreflektirajući elementi, odnosno staklene kuglice, se ne ulijevaju u plastiku, već se lijepe na plastični nosač, a njihov se gornji dio nalazi u zraku napunjenoj kapsuli koja je zatvorena tankim prozirnim gornjim slojem. Pripadaju materijalima visokog sjaja. Struktura folije je u obliku saća, a to su noseće stranice koje osiguravaju bezzračni prostor ispod površinskog sloja. Sjaj ove reflektirajućeg materijala je $250 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ [3].

Materijali klase II s ugrađenim mikroprizmama imaju veći koeficijent retrorefleksije od materijala klase II s ugrađenim staklenim mikrokuglicama [3].

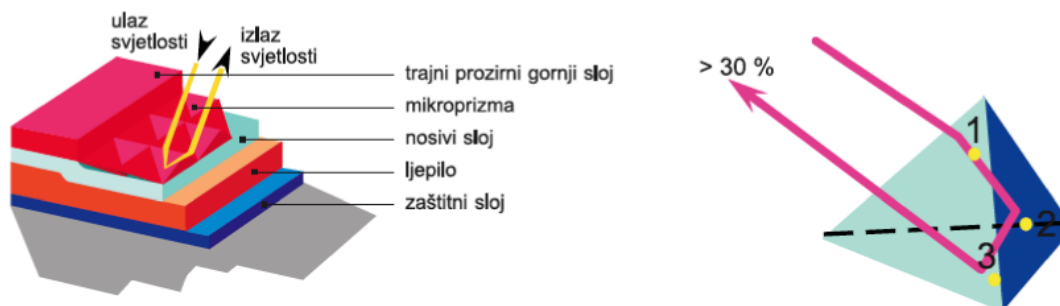


Slika 8: Struktura retroreflektirajućeg materijala druge klase

Izvor: [3]

3.3. Materijal klase III: Diamond Grade

Materijal klase III izrađuju se od vrlo učinkovitih mikroprizama zahvaljujući kojima su više nego trostruko sjajnije od folija s ućahurenim staklenim mikrokuglicama i čak deseterostruko sjajnije od folija s uvezanim staklenim mikrokuglicama. Poboljšana struktura materijala omogućuje sudionicima u prometu najveću sigurnost i najbolje uočavanje retroreflektirajućih materijala, u odnosu na prethodne dvije klase. Snaga retrorefleksije ovih materijala je $800 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. Jamstvo trajnosti materijala klase III je dvanaest godina, te je materijal ove klase deblji u odnosu na materijale drugih klasa zbog pojedinih dijelova strukture, to mu je ujedino i jedini nedostatak [3].



Slika 9: Struktura retroreflektirajućih materijala treće klase

Izvor: [3]

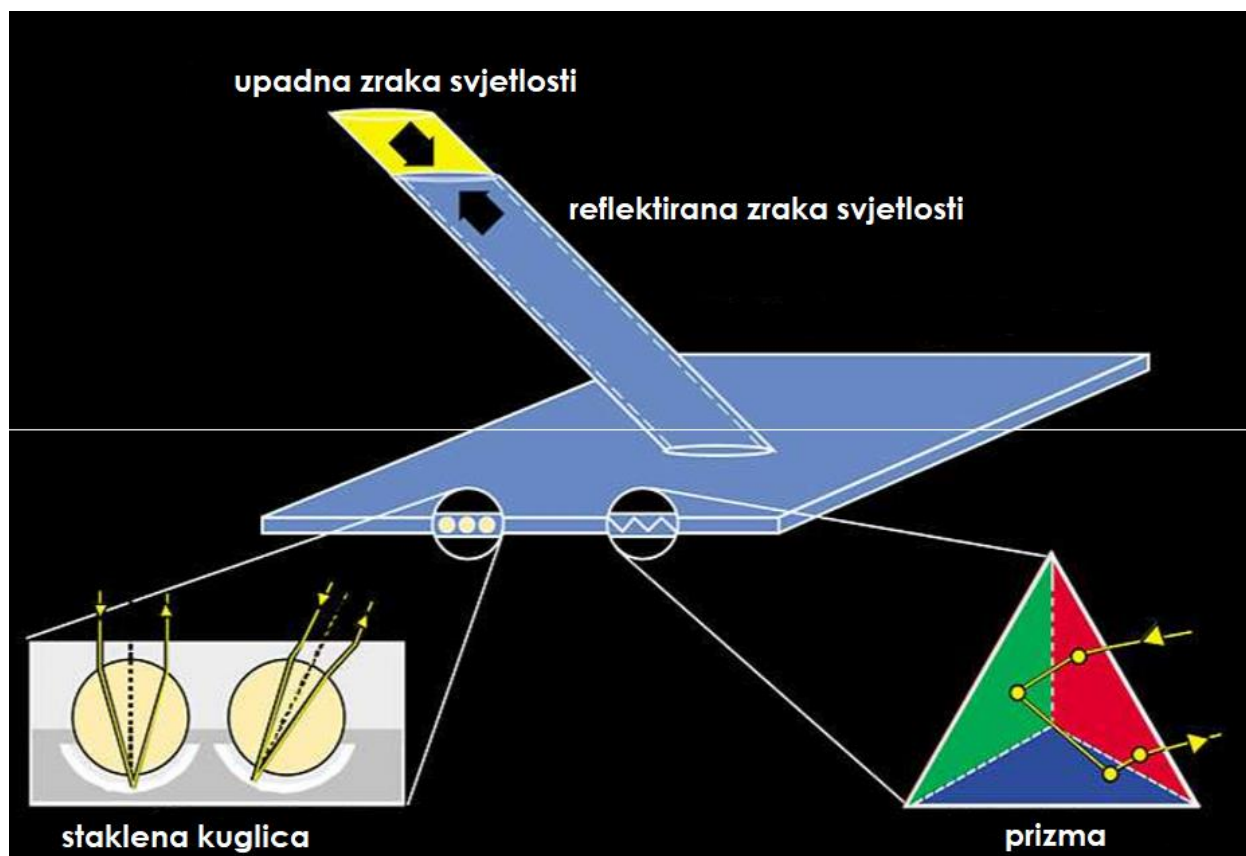
Postoji više tipova ove reflektirajuće folije [3]:

- V.I.P. (Visual Impact Performance): omogućuje maksimalnu učinkovitost na kratkim udaljenostima i idealno je rješenje za signalizaciju u gradskom prometu. Ova folija namijenjena je za veliku gustoću osvjetljenja na kratkoj udaljenosti.
- L.D.P. (Long Distance Performance): razvijena je specijalno za primjenu na autocestama i cestama gdje se očekuje refleksija svjetlosti na velike udaljenosti
- Fluorescent: omogućuje povećanu vidljivost danju, a ne samo noću korištenjem fluorescentnih boja.
- Diamond Grade Cubed: „Kombinira najbolje osobine V.I.P. i L.D.P. folija na gradskim i brzim cestama. Nova mikrokubična struktura omogućava pojačanu vidljivost na svim udaljenostima, te se smatra kako bi ona mogla potpuno zamijeniti V.I.P. i L.D.P. verzije.“

Umjesto raspršenja svjetlosti, kao normalne boje, retroreflektirajuće boje koje sadrže staklene kuglice koje reflektiraju svjetlost i šalju natrag u smjeru prednjih svjetala vozila (vidno polje vozača). Za uspješan rad retroreflektirajućih kuglica, potrebne su dva uvjeta: prozirnost i zaobljenost.

Kuglice od stakla imaju oba ova svojstva. Potreba za prozirnošću i zaobljenosti može se smatrati važnim ako se prati put svjetlosti koja ulazi u kuglicu ugrađenu u oznake na vozilu. Staklena kugluca mora biti prozirna, tako da svjetlost može proći. Što je kuglica prozirnija, to je veća propusnost do retroreflektirajućeg materijala, što za rezultat daje intenzivniji i bolji koeficijent retrorefleksije materijala.

Svjetlosna zraka koja ulazi u kuglicu, lomi se na principu sferične retrorefleksije, na donjoj zaobljenoj površini kuglice, gdje je kuglica ugrađena u boju. Svjetlo koje pogađa donji dio zaobljene površine kuglice obložene bojom, zadržava se na donjem dijelu zaobljene kuglice, a samo mali dio svjetlosti ide natrag prema izvoru osvjetljenja [7].



Slika 10: Prikaz odbijanja zraka na retroreflektirajući materijal

izvor: [8]

Staklene kuglice se nanose na materijale za označavanje kolnika na jedan od tri načina. Prije nanošenja se mogu prethodno umiješati u materijale za označavanje, ili se mogu baciti, to jest prskati u mokru boju neposredno iza nanošenja boje, ili se dio može baciti na premazane dvodjelne epoksidne ili termoplastične materijale [7].

Gornja površina kuglica je obložena bojom, trošenjem se oslobađa boje te se diže iznad središta kuglice. Pomoću kuglica, omogućena je difuzna retrorefleksija, boja boja utječe na reflektiranu svjetlost [7]

Svjetlo koje ulazi u staklenu kuglicu se lomi i usmjereno je prema stražnjem dijelu kuglice. Na stražnjem dijelu kuglice se reflektira, ponovno lomi ponovno lomi i vraćanatrak prema svjetlima i vozaču. Dobra retrorefleksija ostvaruje se utiskivanjem oko 60% promjera staklene kuglice u materijal. [7].

Treba osigurati tako kvalitetan nanosstaklenih kuglica i boje koji će poticati retrorefleksiju u oba smjera vožnje cestom. Pretanak sloj boje rezultira manje utisnutim. To će rezultirati nepravilno utisnutim perlicama koje će prerano nestati, i stoga neće biti učinkoviti retroreflektori.

Previše boje rezultira previše utisnutim kuglicama. Premda previše utisnute kuglice mogu ostati u vezivima, svjetlost u njih ne može ući i stoga se ne može ostvariti retrorefleksija [7].

Jedan od problema s oznakama na kolniku je njihova nedosljednost. Zbog ove nedosljednosti, agencije za autocestu ne mogu pouzdano predvidjeti izvedbu oznaka na kolniku i moraju redovito testirati vrijednosti retrorefleksije [7].



Slika 11: Retroreflektirajuće traka treće klase

Izvor: [9]

4. ZAKONSKA REGULATIVA IZ PODRUČJA OZNAČAVANJA VOZILA

Homologacija je postupna kontrola kvalitete vozila prema donesenim strogim europskim normama. Postupak homologacije retroreflektirajućih oznaka za teška i duga vozila obuhvaća kontrolu cjelokupnog procesa proizvodnje, koji se sastoji od definiranja narudžbe materijala do završne kontrole finalnog proizvoda. Zakonska regulativa iz područja označavanja vozila donosi odredbe o području primjene retroreflektirajućih oznaka, njihove zahtjeve, ispitivanje retrorefleksije oznaka, homologaciju retroreflektirajućih oznaka prema Pravilniku ECE R 104.00, provjeru sukladnosti vozila i primjenu za označavanje vozila [10]. Također, Republika Hrvatska izdala je, sukladno međunarodnoj praksi, obeveze propisane u dokumentima [15]: Naredba o homologaciji stražnji ploča za označavanje dugih i teških vozila, Naredba o homologaciji ploča za označavanje sporih vozila, Naredba o homologaciji retroreflektirajućih oznaka za teška i duga vozila i njihove prikolice te Nareda o izmjenama i dopunama Naredbe o homologaciji stražnjih ploča za označavanje teških, dugih i sporih vozila.

4.1. Obilježavanje sporih vozila

Sva motorna i priključna vozila koja se prvi put registriraju u Republici Hrvatskoj nakon 01.01.1999. godine, te vozila koja se zbog strukturo konstrukcijskih razloga ne mogu kretati većom brzinom od 30 km/h, moraju biti obilježena znakovima za označavanje sporih vozila, po određenim zakonskim propisima [10].

Na vozila se postavlja najmanje jedan znak za označavanje vozila. Znak se postavlja na lijevi dio vozila, na određenom razmaku od vertikalne ravnine simetrije vozila. Pri postavljanju dva znaka, treba se osigurati dovoljna simetričnost u odnosu na vertikalnu ravninu simetrije vozila. Znak se ne smije postavljati na visini manjoj od 250 mm (do donjeg ruba znaka) i ne višoj od 1500 mm (do gornjeg ruba znaka) [11].



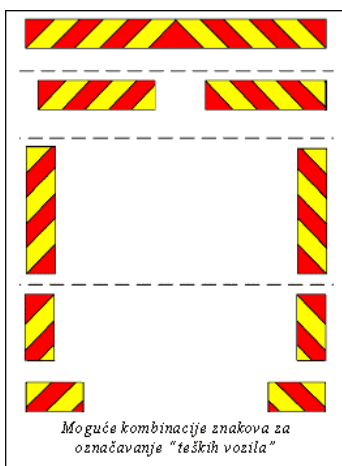
Slika 12: Znak za obilježavanje sporih vozila

Izvor: [11]

4.2. Obilježavanje teških vozila

Teretna vozila (s dopuštenom masom do 12 t), koja se prvi put registriraju u Republici Hrvatskoj, nakon 01.01.1991. godine moraju biti obilježena znakovima za obilježavanje teških vozila.

Znakovi za obilježavanje teških vozila moraju biti grafički sastavljeni od kosih žutih i crvenih fluorescentnih pruga, pod određenim kutom. Postoji šest različitih oznaka koji se kombiniraju na teretnom vozilu po zakonskoj regulativi za označavanje vozila. Vozila se označavaju jednim znakom ili s više znakova. Vozila koja se obilježavaju s dva znaka, postavljaju se simetrično, s obzirom na vertikalnu ravninu simetrale vozila [11]



Slika 13: Moguće kombinacije znakova za označavanje teških vozila

Izvor: [11]

4.3. Obilježavanje dugih vozila

Duga vozila sastoje se od priključnih vozila (prikolice i poluprikolice) maksimalne mase 10 t, te od priključnih vozila čija duljina prelazi 8 m (bez obzira na težinu). Priključna vozila moraju biti označena znakovima za obilježavanje dugih vozila.

Znakovi za obilježavanje dugih vozila grafički moraju sadržavati crveni fluorescentni obrub i moraju biti ispunjeni sa žutom retroreflektirajućom pozadinom [11].

Na vozilima (obilježena znakovima za obilježavanje dugih ili teških vozila) postavlja se jedna, dvije ili četiri oznake, ovisno o veličini konstrukcije vozila. Pri obilježavanju vozila, treba se osigurati simetričnost oznaka u odnosu na uzdužnu vertikalnu os simetrije vozila [11].

Znakovi za obilježavanje dugih vozila moraju biti postavljeni na graničnoj visini do 250 mm (do donjeg ruba znaka) i do 2.100 mm (do gornjeg ruba znaka) [11].



Slika 14: Znak za obilježavanje dugih vozila

Izvor: [11]

4.4. Dokumentacija homologacijske ploče

Kao što je već navedeno, retroreflektirajuće ploče koriste se za bolje opažanje teških vozila, dugih vozila i njihovih prikolica. No da bi se navedeni materijali mogli koristiti na vozilima moraju proći homologaciju [11]. Zahtjev za homologaciju retroreflektirajućih oznaka mora podnijeti vlasnik trgovačkog naziva ili njegov predstavnik. Zahtjev mora sadržavati [12]:

- Crteže ispisane u tri primjerka. Crteži moraju biti popraćeni tehničkom skicom koja prikazuje određena mjesta na vozilu za postavljanje retroreflektirajućih oznaka. Crteži također moraju prikazivati mjesto na retroreflektirajućem materijalu, na kojem će biti prikazan homologacijski broj i identifikacijska oznaka u kružnici homologacijske oznake.
- Kratak opis niza tehničkih značajka retroreflektirajućih materijala za označavanje vozila.
- Određeni grafički uzorak retroreflektirajućih oznaka za označavanje.

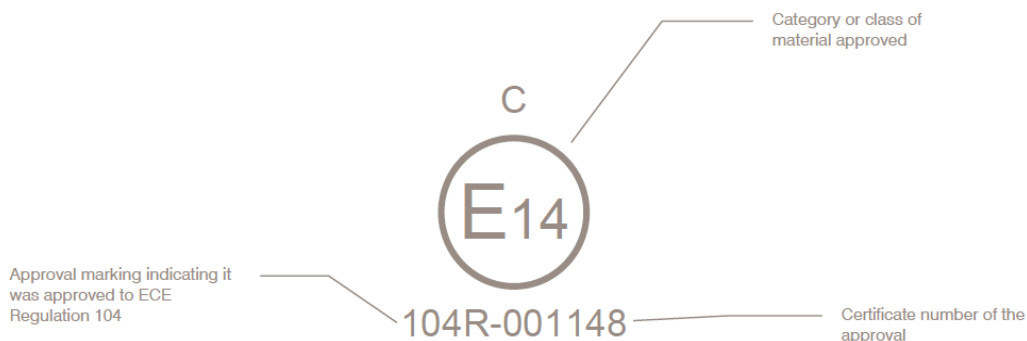
Kod retroreflektirajuće oznake, za koju je podnesen zahtjev za homologaciju i odobren, izdaje se homologacija zatraženog tipa proizvoda za označavanje. Svaka retroreflektirajuća oznaka, za koju se podnosi zahtjev za homologaciju, mora sadržavati [12]:

- Trgovački naziv ili poseban znak podnositelja zahtjeva
- Oznaku smjera „TOP“ koja mora biti postavljena minimalno na svakih 0,5 m razmaka kod trakova ili svakih $100 \times 100 \text{ mm}^2$ kod ploha.
- Oznake smjera „TOP“ trebaju biti postavljene na vanjskoj strani retroreflektirajućih oznaka. Moraju biti dobro uočljive, lako čitljive, otisnute najmanje jednom i neizbrisive.

Nadalje, svaka retroreflektirajuća oznaka, koja je dobila zatraženu homologacijsku oznaku, pripada jedinstvenom homologacijskom broju retroreflektirajuće oznake vozila. Prve dvije znamenke homologacijskog broja označavaju broj tehničkih izmjena, koje su sastavljene do izdavanja homologacije.

Homologacijska oznaka se sastoji od [12]:

- kruga oko slova „E” iza kojeg slijedi razlikovni broj države koja je izdala homologaciju broja Pravilnika, iza kojeg se nalazi slovo „R”, crtica i homologacijski broj sljedećih dodatnih oznaka koje prikazuju razred materijala:
- „C” za materijal za rubno označivanje trakovima
- „D” za materijal za razlikovne oznake/cртеže za ograničene površine
- „E” za materijal za razlikovne oznake/cртеže za velike površine
- „D/E” za materijale za razlikovne oznake ili crteže koji služe kao osnova ili pozadina u procesu tiskanja potpuno obojenih logotipa i oznaka razreda „E” u uporabi, koji ispunjavaju zahtjeve za materijale razreda „D”



Slika 15: Međunarodna homologacijska oznaka

Izvor: [18]

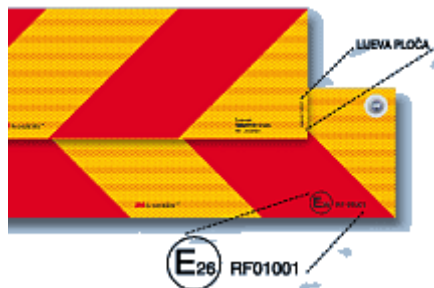
Svaka zamjena retroreflektirajuće oznake za označavanje vozila mora biti prijavljena u ustanovi koja je izdala homologaciju. Potvrda ili odbijanje homologacije, moraju biti praćeni pravilnikom.

Mjerodavna ustanova koja je izdala proširenje homologacije mora dodijeliti serijski broj svakomu obavjesnom formularu sastavljenom za takvo proširenje. Svaka ploča posjeduje [12]:

- Deklaraciju proizvođača sa sljedećim podacima:
 - šifra proizvoda
 - naziv proizvoda
 - izjava o homologacijskom Pravilniku
 - naziv proizvođača
 - EAN cod
- Jamstvenu izjavu i servis
- Upute o načinu održavanja
- Servis za obnavljanje oštećenih RF površina
- Oznaku mjesta ugradnje ploče (ako je potrebno)

Reflektirajuća folija mora biti neoštećena zajedno sa Al podlogom, jasne žute i crvene boje, koja nikako ne smije biti "izbljedjela". Crvena fluorescentna boja mora biti jasna, "žarko" crvena s homologacijskom oznakom. Žuti retroreflektirajući dio ploče isto mora biti jasne žute boje s retroreflektirajućim linijama širine 10 mm u horizontalnom smjeru [13].

Postojanje homologacijske oznake s nazivom proizvođača, **E26 RF 01001**, gdje prva dva broja 01 označavaju normu koja je Naredbom prihvaćena u Republici Hrvatskoj, osiguravaju odličnu uočljivosti i ispravnost proizvoda [13].



Slika 16: Homologacijska oznaka s nazivom proizvođača

Izvor: [13]

5. PRIMJENA RETROREFLEKTIRAJUĆIH OZNAKA ZA OZNAČAVANJE VOZILA

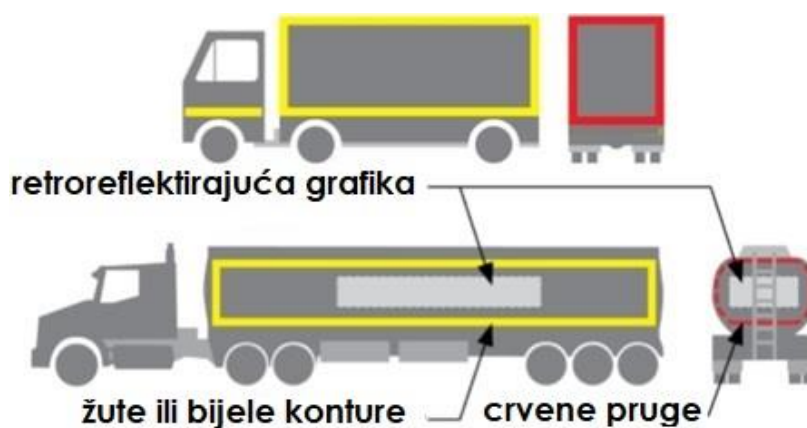
Vozila koja trebaju biti označena retroreflektirajućim trakama za označavanje rubova su [17]:

- Duga vozila i njihove prikolice (priključna vozila najveće dopuštene mase veće od 10 000 kg (uključujući i rudu, duljine veće od 8m).
- Teška vozila i njihove prikolice (motorna vozila najveće dopuštene mase veće od 12 000 kg (osim tegljača).
- Minibusevi
- Autobusi

ECE 104 definira tri vrste oznaka - linijske, konturne i grafičke oznake [5]. Linijske oznake sastoje se od jednog elementa ili više elemenata, po mogućnosti kontinuiranih, paralelnih ili što bliže tlu. Montaža oznaka trebala bi što je moguće više identificirati cijelu dužinu i širinu vozila. Oznake kontura su „niz pravokutnih traka“ koje se postavljaju tako da pokazuju konturu vozila sa strane ili straga, te mogu biti bijele ili žute boje, dok su grafičke oznake dodatne obojene oznake namijenjene postavljanju unutar konturne oznake. Grafičke oznake su opcionalne i mogu biti bilo koje boje.

a) Potpuna kontura

Retroreflektirajuća traka se nanosi što je moguće bliže rubu vozila, kako bi se dobila kontinuirana crta koja prikazuje oblik vozila i na taj način osigurala maksimalnu vidljivost takvih vozila drugim sudionicima u prometu. Ova metoda također mora biti izabrana ako se na bočnoj strani vozila nalazi retroreflektirajuća grafika [18].



Slika 17: Prikaz potpune konture na vozilu

Izvor: [18]

b) Djelomična kontura

Po jedna traka retroreflektirajuće oznake nanosi se na bočne strane vozila kao i na stražnju stranu tijela ili prikolice. Dodatno se u svaki kut gornjeg dijela prikolice postavljaju oznake oblika „L“ dužine 0,5 m. U slučajevima kada je označavanje kontura nemoguće, preporučuje se označavanje linijom ili dvostrukom linijom [18].

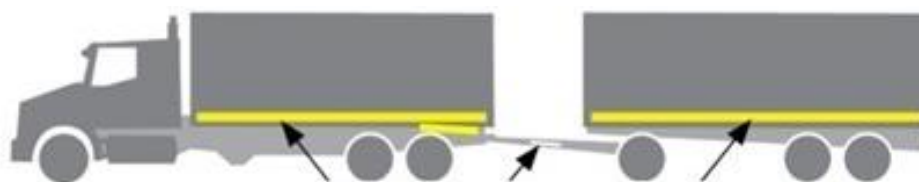


Slika 18: Prikaz djelomične konture na vozilu

Izvor: [18]

c) Linijsko označavanje

Jedna traka retroreflektirajuće oznake nanosi se duž svake strane tijela ili prikolice vozila i na stražnju stranu. Ovaj osnovni raspored primjenjuje se samo na ona vozila koja ne koriste retroreflektirajuću grafiku ili logotipe ili imaju ograničenu strukturu na koju se traka može nanijeti na gornje dijelove prikolice [18].



bijela ili žuta traka retroreflektirajuće oznake

Slika 19: Prikaz linijskog označavanja vozila

Izvor: [18]

d) Prednji dio prikolice

Označavanje prednje strane vozila nije obavezno, ali se preporučuje ukoliko se vozilo redovito parkira izvan osiguranog spremišta.



Slika 20: Označavanje prednje strane prikolice

Izvor: [18]

e) *Vozila sa „ceradom“*

Zbog specifičnosti materijala koji se upotrebljavaju za izradu „cerada“ kojima se prekrivaju poluprikolice i prikolice kamiona, za njihovo se označavanje moraju odabrati i posebne retroreflektirajuće trake. S obzirom da prilikom otvaranja tovarnog prostora vozila dolazi do savijanja „cerade“, oznake moraju biti fleksibilne ili segmentirane kako ne bi došlo do loma. Na takvim se vozilima oznake postavljaju najmanje na donji dio „cerade“. Postavljanje trake treba slijediti jednu od tri prethodno opisane opcije. Trajna fleksibilna traka može se primijeniti u istom formatu kao i što je prethodno opisano, segmentirana traka mora biti postavljena tako da svaki segment nije razmaknut više od 50% širine segmenata odvojeno i pokriva najmanje 80% duljine vozila [18].



Slika 21: Prikaz posebnih traka

Izvor: [18]

f) *Izvanredni prijevoz*

Vozila koja svojom masom prevezenog tereta i veličinom konstrukcije ne odgovaraju propisima, smatraju se izvanrednim prijevozom. Vozilo izvanrednog prijevoza ne smije premašiti osovinska opterećenja, koja iznose 12t, po osovini. Vozilo ili skup vozila koja obavljaju izvanredni prijevoz nužno moraju biti obilježena s prednje i sa stražnje strane retroreflektirajućom oznakom.

Oznaka mora sadržavati natpis „IZVANREDNI PRIJEVOZ“. Natpis je sačinjen od dimenzija 400x600 mm. Minimalna vrijednost visine slova mora biti 120 mm [19].



Slika 22: Oznaka izvanrednog prijevoza

Izvor: [19]

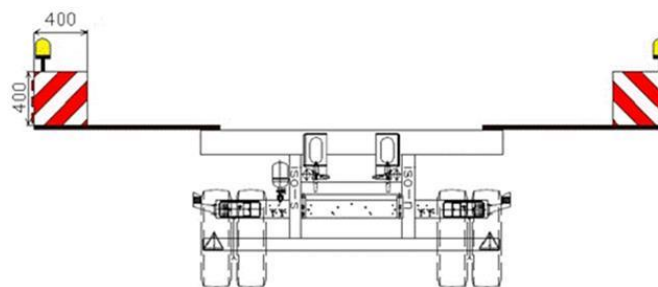
Izvanredni prijevoz može se obavljati isključivo na javnim cestama zbog boljih tehničkih elemenata prometnice. Izvanredni prijevoz dimenzija širine veće od 3,5 m, obavlja se isključivo noću (od 20.00 do 6.00 h) [19].



Slika 23: Dimenzije oznake izvanrednog prijevoza

Izvor: [19]

Vozila koja imaju širinu konstrukcije veću od propisane, moraju se označavati crveno bijelim retroreflektirajućim pločama. Ploče produženog tereta postavljaju se na lijevi i desni kraj vozila, s prednje i sa stražnje strane vozila. Označene točke vozila upozoravaju ostale sudionike cestovnog prometa na moguću opasnost na prometnici. Minimalna širina retroreflektirajućih ploča je 400x400 mm. Najšire točke tereta (vanjski gabariti) moraju biti označeni i gabaritnim svjetlima [19].



Slika 24: Prikaz dimenzija ploča produženog tereta

Izvor: [19]



Slika 25: Prikaz ploče produženog tereta

Izvor:[19]

g) Vozila jednostavne pratnje

Jednostavan automobil sa svjetlima koje trepere nije dovoljan da bi se sudionike u prometu upozorilo na moguću opasnost. Potrebni su dodatni kvalificirani vozači koji su u mogućnosti donijeti brze i učinkovite odluke. Vozila za pratnju su vozila javne sigurnosti, takva vozila osiguravaju nesmetan protok vozila velikih gabarita u svakodnevnom prometu i pomažu ostalim sudionicima prometa u teškim uvjetima vožnje, omogućavajući vozilima prekomjerne mase prolaz bez ogrebotina i udubljenja [20].

Vozila jednostavne pratnje namijenjena su upozoravanju svih sudionika u prometu na potencijalnu opasnost. Opremljeni su radio C.B. ili drugim dvosmjernim radio stanicama zbog međusobnog komuniciranja. Na cesti s dva traka, teret s jednom pratnjom nalazi se u prednjem dijelu tereta koji se prati, na cesti s četiri ili više traka pratnja prelazi iza kamiona koji se prati. Ovisno o konstrukciji tereta, praćenje može biti sadržano od više pratitelja, obično jedno vozilo ispred i jedno vozilo iza [20].



Slika 26: Prikaz označenog vozila jednostavne pratnje

Izvor: [21]

Uvjeti vozila jednostavne pratnje (vezani uz retroreflektirajuće materijale vozila) [19]:

- vozilo mora biti označeno sa svih strana crveno bijelom reflektirajućom trakom
- retroreflektirajuća traka mora biti grafički izvedena s crveno bijelim poljima koje su široke 12 cm
- retroreflektirajuća traka mora imati visinu od 200 mm
- traka se postavlja na visini od minimalno 25 cm do 190 cm udaljenosti od tla
- retroreflektirajuća traka mora biti vidljiva i na kosim površinama u visini od 20 cm.
- Vozilo jednostavne pratnje ne smije imati na sebi druge reklame, naljepnice i oznake

h) Naljepnica ograničenja brzine

Naljepnice za ograničenje brzine primjenjuju se na različita vozila koja su ograničena određenom propisanom brzinom. Naljepnice za ograničenje brzine postavljaju se na duga vozila, teška vozila, kamione, teretna vozila, autobuse, prikolice. Naljepnice za ograničene brzine koriste se za obavješćivanje ostalih sudionika prometa da vozilo ima ograničenu brzinu. Naljepnice se mogu vizualno razlikovati, ovisno o zemlji proizvodnje i prijašnjem putu teretnog vozila (Europske naljepnice ograničenja brzine). Veličina naljepnica je 150 mm x 150 mm. Materijal naljepnica može se razlikovati, ovisno o kvaliteti retroreflektirajućeg materijala naljepnice [29].



Slika 27: Naljepnice ograničenja brzine

Izvor:[29]

6. UTJECAJ RETROREFLEKTIRAJUĆIH OZNAKA NA VOZILIMA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

Prebrza vožnja, umor nekorištenje sigurnosnih pojaseva i, opasna opterećenjena na vozilu mogu dovesti do prometnih nesreća, pri čemu je rizik vozača teških vozila i ostalih sudionika u prometu povećan. Za vožnju je potrebna potpuna koncentracija na cestovnu prometnicu. Svaka veća distrakcija ugrožava sigurnost vozača i sigurnost ostalih sudionika u prometu. Razne smetnje povećavaju šanse za pojavu nesreća.

Propisi članica UNECE ograničavaju vozače teških vozila na 11 sati vožnje tijekom razdoblja od 14 sati i moraju napraviti pauzu odmora od 30 minuta nakon vožnje osam sati vožnje zbog sigurnosnih razloga. Tehnologije izbjegavanja sudara, sigurnosne tehnologije razvitka, uporabe retroreflektirajućih materijala na vozilu, pridonose smanjenjenju vjerojatnosti nastanka prometnih nesreća. Retroreflektirajuća svojstva oznaka na vozilu rezultiraju boljim osvjetljenjem noću i pomažu vozaču pri uvijetima slabije vidljivosti kolnika [23].

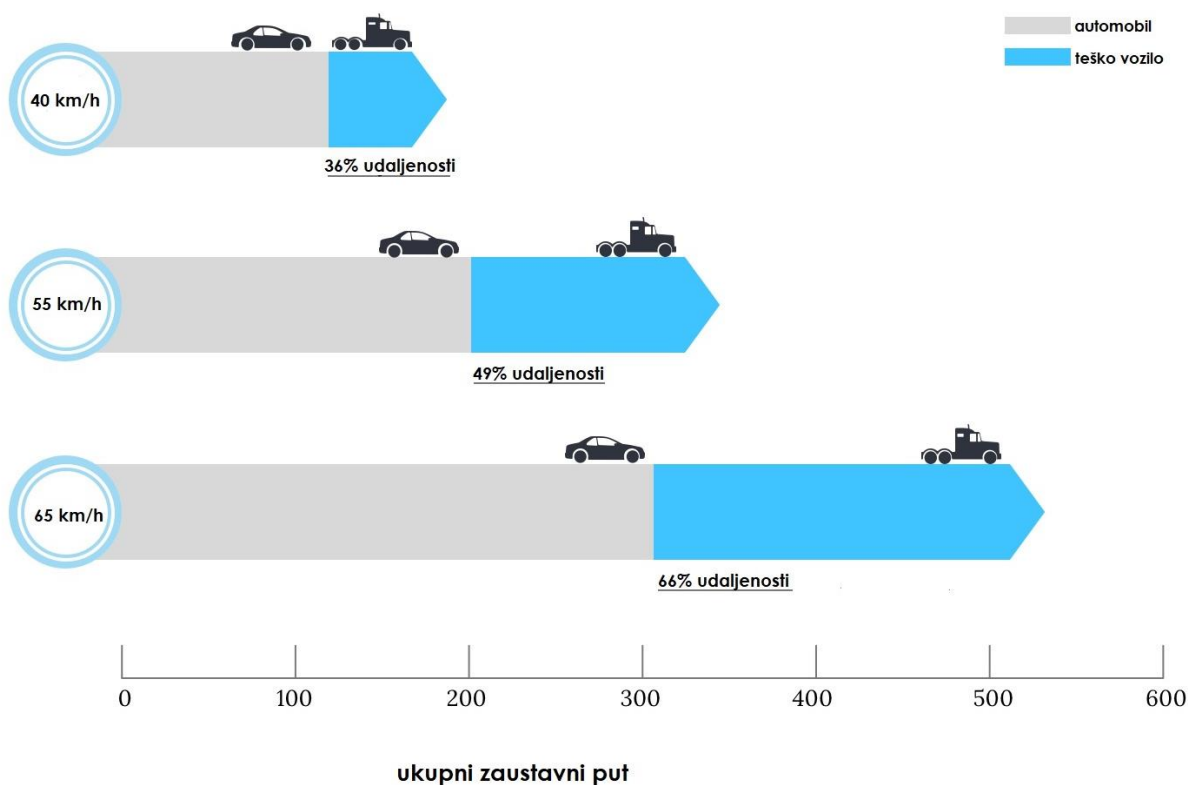
6.1. Utjecaj prometnih nesreća na ukupni zaustavni put vozila

Teška vozila dizajnirana su grubom čelnom površinom, što predstavlja velik rizik za ostale sudionike u cestovnom prometu. Prometne nesreće u kojima sudjeluju teška vozila često su ozbiljne zbog njihove grube strukture. Zbog strukture vozila (određene težine i duljine), teška vozila imaju duži put i veći vremenski period zaustavljanja. Teškim i dugim vozilima je potrebno dvostruko veće vrijeme zaustavljanja, a njihov porast brzine rezultira većim vremenom zaustavljanja vozila.

Zbog produženog trajanja usporavanja vozila, teška vozila pri sudaru stvaraju jači pritisak udarca na automobile uz veću brzinu. Vozač teških i dugih vozila bi, zbog sigurnosti, trebali ostavljati veći sigurnosni prostor (razmak) ispred i iza vozila. Većina neiskusnih vozača ne shvaća da teretna vozila imaju puno dulji put zaustavljanja nego automobili, pa im je potrebna dodatna edukacija prije same uporabe vozila [24].

Ako se vozila kreću istom brzinom (automobil i teško vozilo), zaustavni put teških vozila je znatno veći, ovisno o brzinama vožnje. Pri brzinama vozila od 40 km/h, teretno vozilo će se zaustaviti na 36% većoj udaljenosti nego prosječan automobil, iako je početna reakcija kočenja bila znatno ranije provedena. Pri brzinama vozila od 55 km/h, teretno vozilo će se zaustaviti na 49 % duljoj udaljenosti, od prosječnog automobila, što zahtijeva veći razmak između vozila.

Slabije kočenje teretnih vozila najviše prijeti opasnosti vozilima koja se nalaze ispred teških vozila, a ovisno je o složenosti prometne situacije i sposobnosti opažanja vozača. Retroreflektirajući materijali teških i dugih vozila sprječavaju nastanak prometnih nesreća. Omogućavaju vozačima veću sposobnost primjećivanja teških vozila pomoću osjetila vida, te time i izbjegavanje neželjenih posljedica [24].



Slika 28: Prikaz ukupnog zaustavnog puta teškog vozila

Izvor: [24]

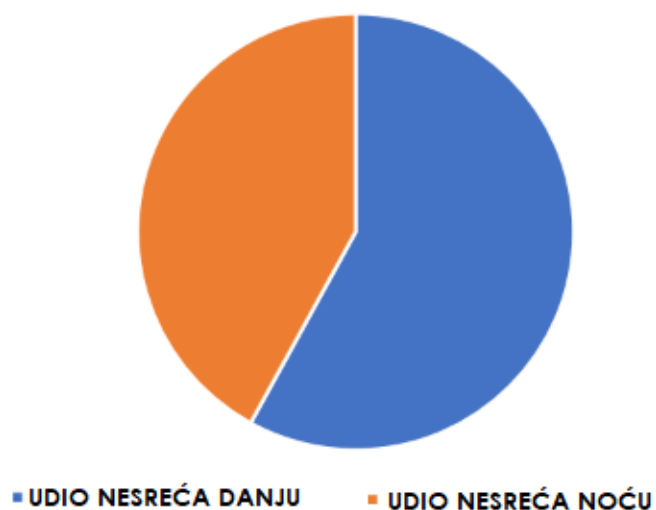
6.2. Prometne nesreće teških vozila

Uključenost teških vozila povezana je s težim posljedicama. Sudari teških vozila čine 2,4 % ukupnog broja nesreća na prometnicama i sadrže 7 % prijeđenih kilometara u usporedbi s udjelom prijeđenih kilometara svih vozila. Sudari teških vozila značajno doprinose ukupnom broju smrtno stradalih na cestama. Općenito, vozila velikog tereta najčešće putuju na veće udaljenosti, te je zbog velikog broja prijeđenih kilometara udio od rizika prometnih nesreća veći. Stopa prometnih nesreća po prijeđenom kilometru ili po registriranom vozilu veća je kod teških, dugih i sporih vozila nego kod osobnih automobila [25].

Nezgode u noćnim okolnostima predstavljaju 42,1% ukupnog broja prometnih nesreća s poginulima na cestama, dokazano je da su nesreće koje se dogode noću puno teže od nesreća koje se dogode tijekom dana. Istraživanja pokazuju da 18% svih poginulih na cestama uključuje teška vozila, a oko 42% nesreća događa se noću. Dobiveni podaci govore da se 105 poginulih u razdoblju od 12 mjeseci. U navedenim nesrećama, sudjelovala su teška vozila, a nesreće su se dogodile u noćnim uvjetima vožnje. Prikazanih 105 poginulih predstavljaju pojedinačne i višestruke nesreće vozila [25].

U slučaju nesreće s jednim vozilom, utvrdilo se da je umor glavni uzrok prometne nesreće. U razdoblju od jedne godine, detaljnim istraživanjem utvrđeno je da je ljudski život izgubilo ukupno 200 ljudi, te da se 42% nesreća događa u uvjetima smanjene vidljivosti (sumrak, zora, noć). Utvrđeno je da je u razdoblju od 12 mjeseci 84 osobe poginulo u nesrećama koje su se dogodile noću i u kojima su sudjelovala teška duga vozila i njihove prikolice, zglobovi kamioni i autobusi. Uvjeti vidljivosti imaju značajnu ulogu u prometnim nesrećama, pa bi krajnji cilj poboljšavanja vidljivosti teških vozila trebao biti da se godišnje spasi 84 života. Uporaba retroreflektirajućih materijala utječe na smanjenje broja prometnih nesreća, a samim time i broj stradalih osoba na cestovnim prometnicama [25].

Na europskim prometnicama, istrage prometnih nesreća pokazuju da se otprilike 5% teških nesreća s teškim i dugim vozilima (uz njihove prikolice) događa zbog lošeg prepoznavanja teretnih vozila, stoga je potrebno označiti velika vozila i njihove prikolice, po principu označavanja rubova vozila, da bi se prikazala veličina i masa vozila. Europska komisija uložila je milijune eura povećanje sigurnosti na cestovnim prometnicama. Istraživanja su pokazala da se svakim uloženim milijunom eura spasi najmanje jedan ljudski život. Oko 74% prometnih nesreća s teškim i dugim vozilima dogodilo se pri brzinama od 90km/h i većim, u posljednjih pet godina. Udio od 40% predstavljaju prometne nesreće koje se događaju noću, u zoru ili u sumrak, iako na cestovnim prometnicama sudjeluje manje od jedne trećine ukupnog cestovnog prometa (u odnosu na dnevnu vožnju). Pomoću navedenih istraživanja, može se zaključiti da je vožnja noću najmanje dvostruko opasnija od one tijekom dana [25].



Slika 29: Prikaz razlike nesreća ovisno o noći ili danu

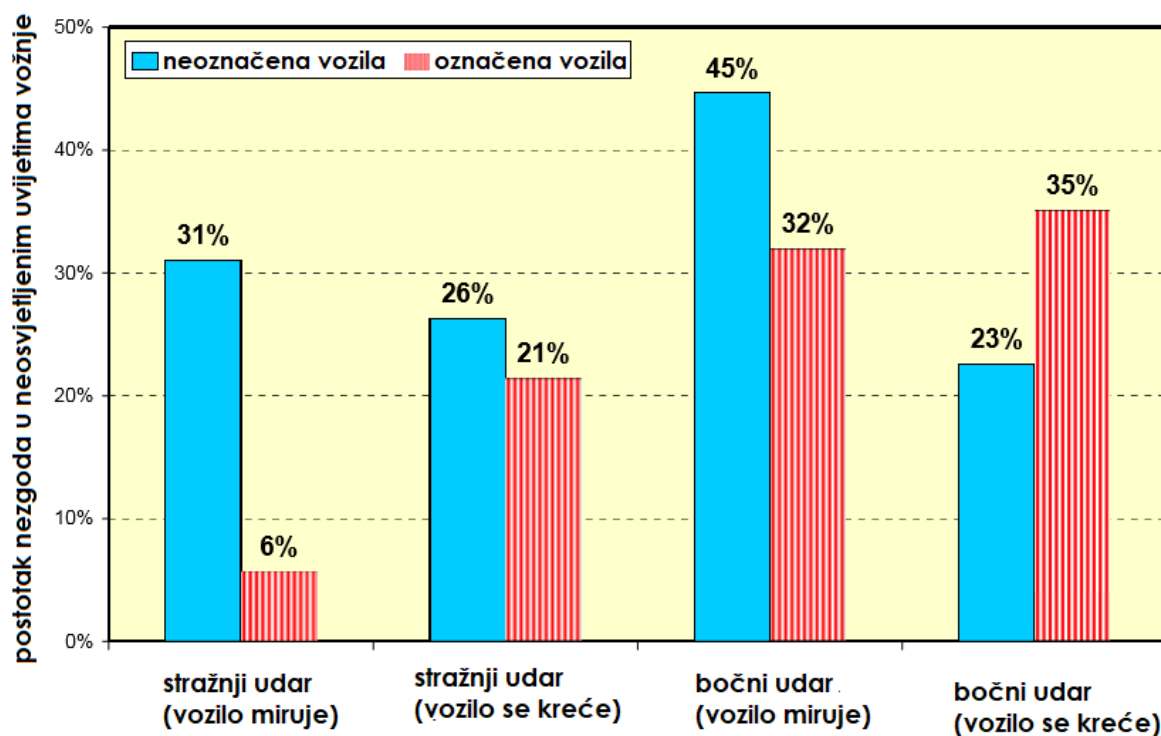
Izvor: [25]

Ozbiljnost nesreće:	Vremenski uvjeti:	Uvjeti osvjjetljenja	
		Dnevno svjetlo	Tama
Smrtonosna Nesreća	Zadovoljavajući	60	29
	Kišoviti	7	6
Ozbiljna nesreća	Zadovoljavajući	301	101
	Kišoviti	45	13
Blaga Nesreća	Zadovoljavajući	2019	419
	Kišoviti	247	76

Tablica 3: Broj nesreća naleta na stražnji dio i bočni dio označenog vozila (2003.)

Izvor: [25]

6.3. Podjela prometnih nesreća s obzirom na označenost vozila



Slika 30: Prikaz postotka nesreća u neosvjetljenim uvjetima vožnje

Izvor: [26]

Broj prometnih nesreća se, s obzirom na strane teretnog vozila na kojima se iste događaju, razlikuje. Istraživanja su utvrdila da najveća opasnost prometnih nesreća bočnog udara teretnog vozila, u uvjetima slabijeg osvjjetljenja. Retroreflektirajući materijal na teškim vozilima i njihovim prikolicama imaju značajan utjecaj na sigurnost cestovnog prometa. Retroreflektirajući materijali značajno utječu na smanjenje broja prometnih nesreća naleta drugog vozila na stražnji dio teškog teretnog vozila.

Pri udarima u stražnji dio teških i dugih vozila koja se kreću, retroreflektirajući materijali pomažu, ali znatno manje nego kod vozila koja miruju. Kod bočnih udara teretnog vozila u pokretu, veća je vjerojatnost nastanka prometnih nesreća kod označenih vozila.



Slika 31: Prikaz smanjena nesreća, ovisno o stranama označenog vozila

Izvor: [18]

6.4. Efikasnost retroreflektirajućih oznaka vozila

Istraživanja ističu da se 30% nesreća teških vozila događa između 18:00 i 6:00 sati, a to jest tijekom noći, kada je gustoća prometa najmanja, te vidljivost najslabija. Podaci govore da je većina nesreća sa smrtonosnim posljedicama (osobni automobili i teška vozila) uzrokovana automobilom (lakim vozilom). Nedostatak vidljivosti teretnih vozila je veliki nedostatak cestovnog prometnog sustava i najčešći uzrok prometnih nesreća. Uporabom retroreflektirajućih traka za označavanje vozila, djelomično bi se riješio problem prometnih nesreća. Upotreba retroreflektirajuće trake za označavanje vozila prema statistikama je smanjila ukupni bočni i stražnji udar u teške prikolice za 29 % [27].

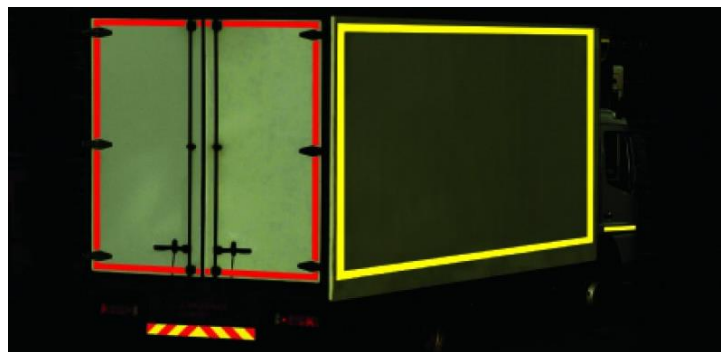
U uvjetima slabijeg osvjetljenja upotreba retroreflektirajućih oznaka vozila i uporaba retroreflektirajućih traka smanjila je bočne i stražnje udare za 41 %. Istraživanje na sveučilištima je dokazalo da su jaki udari smanjeni za 44% i da je upotreba reflektirajućih traka posebno učinkovita u kišnim i maglovitim uvjetima. Nakon dvije godine istraživanja dokazano je da je 95% noćnih sudara moglo izbjeći kada bi teška i duga vozila bila obilježena retroreflektirajućim materijalima. Uvođenjem retroreflektirajućih materijala na vozila postiže se 41% smanjenja sudara na stražnjem dijelu vozila i 37% smanjenja bočnog sudara vozila. Istraživanja su potvrdila da je vjerojatnost od nastanka prometne nesreće 30 puta veća kod neobilježenih teških vozila. Označavanje vozila velikih masa retroreflektirajućim oznakama pruža ostalim sudionicima u prometu najveći stupanj vidljivosti i značajno smanjuje vrijeme reakcije vozača automobila [27].

Barem 80% svake strane teškog vozila, treba biti označeno. U posebnim slučajevima, označavanje teških vozila obavlja se fleksibilnim kabelom. Uložen novac u osiguranje kamiona imao bi pozitivan učinak na sigurnost cestovnog prometnog sustava i doprinio bi smanjenju smrtno stradalih i ozljeđenih osoba, što je i krajnji cilj prometa [27].



Slika 32: Prikaz razlike vidljivosti između označenog i neoznačenog vozila

Izvor: [5]



Slika 33: Prikaz označenog vozila noću

Izvor: [28]

7. ZAKLJUČAK

Uporabom retroreflektirajućih oznaka za označavanje teških, dugih vozila i njihovih prikolica, smanjuje se broj smrtno stradalih u cestovnom prometnom sustavu, smanjuje i broj prometnih nesreća s lakše i teže ozlijeđenima. Retroreflektirajuće oznake vozila omogućuju sudionicima cestovnog prometa bolju organiziranost i preciznost vožnje. Upućuju laka vozila na moguću opasnost i „smiruju“ cestovni prometni tok tako da laka vozila smanjuju svoju brzinu i u većoj mjeri su svjesna moguće opasnosti na cestovnim prometnicama.

Retroreflektirajuće oznake vozila, razlikuju se po vrsti opreza s kojim upućuju ostale sudionike cestovnog prometa na moguću opasnost. Retroreflektirajućim oznakama označena je duljina, visina i širina vozila, čime se naglašava moguća opasnost uslijed manjka pažnje vozača lakog vozila. Retroreflektirajuće oznake mogu biti postavljene na vozilo na različite načine propisane načine i svaka vrsta označenog vozila obilježava se posebnom oznakom te se na taj način upućuje na nedostatak označenog vozila (velika masa, velika širina itd.)

Uporabom retroreflektirajućih oznaka na vozila se vozačima pruža bolja i optimalna preglednost cestovnog prometnog toka. U uvjetima slabije vidljivosti i teškim klimatskim uvjetima, retroreflektirajući materijali omogućavaju vozaču sigurniju vožnju. Na nekim manje važnim prometnicama, gdje svjetlosni sustav iznad kolnika ne postoji, retroreflektirajući materijali jedini su putokaz u vožnji. Primjena retroreflektirajućih oznaka na vozilima u takvim uvjetima vožnje značajan je dodatak za sigurno odvijanje prometa.

Ispravnost retroreflektirajućih oznaka vozila je jako bitna, jer je njihova trajnost ograničena. Uvođenjem zakona o retroreflektirajućim oznakama za vozila, koji govori da sva vozila moraju biti označena, poboljšava se sigurnost cestovnog prometa. Uvođenjem retroreflektirajućih oznaka na sva duga, gabaritno široka i teška vozila, te uvođenjem oznaka na njihove prikolice značajno bi se smanjio broj prometnih nesreća i spasio velik broj ljudskih života. Velik broj teretnih vozila nije označen retroreflektirajućim oznakama i njihove tvrtke se ne drže propisanog zakona, što povećava nesigurnost sudionika i povećava rizik od nastanka prometnih nesreća s neželjenim posljedicama.

LITERATURA

- [1] URL: adria.fesb.hr (kolovoz, 2019.)
- [2] URL: rg.c-hip.net/2014/seminari/car-corko-spoljaric/modeli.html (kolovoz, 2019.)
- [3] URL:
student.fpz.hr/Predmeti/S/Signalizacija_i_upravljanje_plovilima/Materijali/osnove_prometne_signalizacije.pdf (kolovoz, 2019)
- [4] URL: <https://www.highwaysindustry.com/> (kolovoz, 2019.)
- [5] Babić, D., Fiolić M., Prusa, P. Impact of Heavy Vehicle Visibility on Traffic Safety, Zagreb 2014. (kolovoz 2018.)
- [6] URL: https://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/night_visib/sign_visib/sheetguide/ (kolovoz, 2019.)
- [7] URL: <http://materijali.grf.unizg.hr/media/opticka%20svojstva.pdf> (kolovoz, 2019.)
- [8] URL: <http://hillcrestcoatings.com/GlassSpheres.htm> (kolovoz, 2019.)
- [9] URL: <https://www.tradeindia.com/fp2344250/3M-Retro-reflective-Adhesive-Tape.html> (kolovoz, 2019.)
- [10] URL: <https://www.hak.hr/vozila/homologacija/> (kolovoz, 2019.)
- [11] URL: <https://www.cvh.hr/sluzbene-obavijesti/2009/iii9-broj-2892-12009/> (kolovoz, 2019.)
- [12] Pravilnik o homologaciji vozila (NN 138/2011)
- [13] URL: http://www.grafex-trade.hr/_hr/katalog/oznake.html (kolovoz, 2019.)
- [14] URL: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r104rev.1.e.pdf> (kolovoz, 2019.)
- [15] Naredba o homologaciji stražnjih ploča za označavanje teških i dugih vozila. (NN 17/99, 130/01)
- [16] URL: <http://www.unece.org/info/ece-homepage.html> (kolovoz 2019.)
- [17] URL: http://www.ss-tehnicka-prometna-st.skole.hr/upload/ss-tehnicka-prometna-st/images/static3/1495/File/Pravilnik_o_tehnickim_uvjetima_vozila_u_prometu_na_cestama.pdf (kolovoz 2018.)
- [18] URL: <https://www.truck.net.au/system/files/industry-resources/TAPS%20%20HV%20Visibility%20August%202016.pdf> (kolovoz, 2019.)

- [19] URL: <https://www.czs.hr/hr/izvanredni-prijevoz> (kolovoz 2019.)
- [20] URL: https://www.heavyhaulers.com/available_pilot_cars.php (kolovoz 2019.)
- [21] URL: <http://www.tisak-dada.hr/> (kolovoz 2019.)
- [22] URL:
https://www.tccs.act.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/398497/ACT_3400_E7_R2.pdf
(kolovoz, 2019.)
- [23] URL: <https://roadsafety.transport.nsw.gov.au/stayingsafe/heavy-vehicles/index.html>
(kolovoz, 2019.)
- [24] URL: <https://www.consumernotice.org/personal-injury/traffic-safety/trucks/> (kolovoz, 2019.)
- [25] URL: <http://road-transport-technology.org/Proceedings/9%20-%20ISHVWD/Session%203/Heavy%20Vehicle%20Accident%20Factors%20-%20Gothie.pdf>
(kolovoz, 2019.)
- [26] URL: <https://www.truck.net.au/system/files/industry-resources/CASR100v99.pdf> (kolovoz, 2019.)
- [27] URL: <https://www.nzta.govt.nz/assets/resources/road-traffic-standards/docs/rtts-16.pdf>
(kolovoz, 2019.)
- [28] URL: <https://www.3m.com/> (kolovoz, 2019.)
- [29] URL: <https://www.safety-label.co.uk/collections/speed-limit-stickers> (kolovoz, 2019.)
- [30] URL: <http://hadela.hr/c95files/ADR%20SKRIPTA2015.pdf> (kolovoz, 2019.)

POPIS SLIKA

Slika 1: Prikaz difuzne refleksije	3
Slika 2: Prikaz zrcalne refleksije.....	4
Slika 3: Prikaz retrorefleksije.....	4
Slika 4: Sferična retrorefleksija	5
Slika 5: Prizmatična retrorefleksija.....	5
Slika 6: Retroreflektirajući materijali prve klase	7
Slika 7: Struktura retroreflektirajućih materijala prve klase.....	7
Slika 8: Struktura retroreflektirajućeg materijala druge klase	8
Slika 9: Struktura retroreflektirajućih materijala treće klase	9
Slika 10: Prikaz odbijanja zraka na retroreflektirajući materijal	10
Slika 11: Retroreflektirajuće traka treće klase	11
Slika 12: Znak za obilježavanje sporih vozila	12
Slika 13: Moguće kombinacije znakova za označavanje teških vozila	13
Slika 14: Znak za obilježavanje dugih vozila	14
Slika 17: Međunarodna homologacijska oznaka	15
Slika 18: Homologacijska oznaka s nazivom proizvođača.....	16
Slika 19: Prikaz potpune konture na vozilu	17
Slika 20: Prikaz djelomičnekonture na vozilu	18
Slika 21: Prikaz linijskog označavanja vozila	18
Slika 22: Označavanje prednje strane prikolice.....	19
Slika 23: Prikaz posebnih traka.....	19
Slika 24: Oznaka izvanrednog prijevoza	20
Slika 25: Dimenzije oznake izvanrednog prijevoza.....	20
Slika 26: Prikaz dimenzija ploča produženog tereta.....	20
Slika 27: Prikaz ploče produženog tereta.....	21
Slika 28: Prikaz označenog vozila jednostavne pratnje	21
Slika 29: Naljepnice ograničenja brzine	22
Slika 29: Prikaz ukupnog zaustavnog puta teškog vozila.....	24
Slika 30: Prikaz razlike nesreća ovisno o noći ili danu	25
Slika 31: Prikaz postotka nesreća u neosvjetljenim uvjetima vožnje	26

Slika 32: Prikaz smanjena nesreća, ovisno o stranama označenog vozila	27
Slika 33: Prikaz razlike vidljivosti između označenog i neoznačenog vozila	28
Slika 34: Prikaz označenog vozila noću	28

POPIS TABLICA

Tablica 1: Izgled retroreflektirajućih materijala	6
Tablica 2: Izgled retroreflektirajućih materijala	6
Tablica 4: Broj nesreća naleta na stražnji dio i bočni dio označenog vozila (2003.)	26



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.

Svojem potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Uporaba retroreflektirajućih oznaka za označavanje vozila u svrhu
sigurnosti**

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

U Zagrebu, 29.8.2019 _____

Student/ica:

Aucunaga Samardžić
(potpis)