

Analiza kvalitete oznaka na kolniku na državnim cestama Republike Hrvatske

Erceg, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:119:849542>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-30**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Marko Erceg

**ANALIZA KVALITETE OZNAKA NA
KOLNIKU NA DRŽAVNIM CESTAMA
REPUBLIKE HRVATSKE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

Zagreb, 6. travnja 2020.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**
Predmet: **Prometna signalizacija**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5984

Pristupnik: **Marko Erceg (0135232657)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza kvalitete oznaka na kolniku na državnim cestama Republike Hrvatske**

Opis zadatka:

Oznake na kolniku predstavljaju skup crta, natpisa i simbola pomoću kojih se oblikuje prometna površina. Spadaju u skupinu horizontalne prometne signalizacije te vizualno vode, upozoravaju i informira sudionike u prometu. Da bi oznake mogle izvršavati svoju funkciju one moraju biti kvalitetne i pravilno izvedene. Na kvalitetu oznaka na kolniku utječe niz čimbenika koji su vezani uz materijal od kojeg je oznaka izvedena te prometne i geografsko-klimatske uvjete u kojima se cesta nalazi. Kvaliteta, a time i trajanje oznaka na kolniku, u najvećoj mjeri, definirano je vidljivošću oznaka, odnosno koeficijentom retrorefleksije.

Cilj rada je, na temelju podataka Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, analizirati kvalitetu oznaka na kolniku na državnim cestama Republike Hrvatske. Nadalje, u radu je potrebno usporediti stanje i kvalitetu oznaka s propisanim tehničkim uvjetima koje oznake moraju zadovoljavati. Također, u radu je potrebno analizirati različite materijale koji se koriste za izvođenje oznaka na državnim cestama RH te analizirati kvalitetu oznaka tijekom višegodišnjeg razdoblja po pojedinim županijama i državnim cestama.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA KVALITETE OZNAKA NA
KOLNIKU NA DRŽAVNIM CESTAMA
REPUBLIKE HRVATSKE**

**ANALYSIS OF THE ROAD MARKINGS
QUALITY ON STATE ROADS IN REPUBLIC
OF CROATIA**

Mentor: prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec

Student: Marko Erceg
JMBAG: 0135232657

Zagreb, srpanj 2020.

SAŽETAK

Oznake na kolniku predstavljaju dio prometne signalizacije čija je osnovna svrha upozoravanje vozača na stanje i situaciju u prostoru ispred vozila te vizualno vođenje vozača identificirajući im sigurnu putanju vožnje. Da bi oznake mogle izvršavati svoju funkciju one moraju biti jasno vidljive noću i u svim vremenskim uvjetima što se postiže kvalitetnom retrorefleksijom oznaka. S obzirom na to da oznake s vremenom gube svoja retroreflektirajuća svojstva, nužno je periodički provoditi analizu kvalitete oznaka na kolniku kako bi se utvrdilo njihovo trajanje i kvaliteta, odnosno trenutak kada one više ne zadovoljavaju minimalne razine vidljivosti. Stoga je cilj ovog diplomskog rada na temelju mjerenja provedenih od strane Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, analizirati kvalitetu retrorefleksije oznaka na kolniku na državnim cestama Republike Hrvatske.

KLJUČNE RIJEČI: oznake na kolniku, retrorefleksija, vidljivost, sigurnost prometa

SUMMARY

Road markings are part of traffic signalization whose main purpose is to warn drivers of the condition and situation in the area in front of the vehicle and visually guide the driver by identifying a safe driving path. In order for the markings to be able to perform their function, they must be clearly visible at night and in all weather conditions, which is achieved by quality retroreflection of the markings. Since markings lose their retroreflective properties over time, it is necessary to periodically perform an analysis of the quality of road markings in order to determine their duration and quality, respectively the moment when they no longer meet the minimum levels of visibility. Therefore, the aim of this thesis is to analyze the quality of retroreflection of road markings on state roads of the Republic of Croatia, based on measurements conducted by the Department of Traffic Signalling, Faculty of Transport and Traffic Sciences.

KEYWORDS: road markings, retroreflection, visibility, traffic safety

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	DEFINICIJA I PODJELA OZNAKA NA KOLNIKU	3
2.1	Povijesni razvoj oznaka na kolniku	3
2.2	Podjela oznaka na kolniku	5
2.2.1	Uzdužne oznake	5
2.2.2	Poprečne oznake	6
2.2.3	Ostale oznake na kolniku	7
2.3	Karakteristike vidljivosti oznaka na kolniku	7
2.3.1	Refleksija i retrorefleksija	7
2.3.2	Ostali čimbenici vidljivosti	11
3.	MATERIJALI ZA IZVOĐENJE OZNAKA NA KOLNIKU	16
3.1	Boje	16
3.2	Plastični materijali	18
3.2.1	Termoplastika	19
3.2.2	Hladna plastika	21
3.3	Trake	22
4.	UTJECAJ OZNAKA NA KOLNIKU NA SIGURNOST PROMETA	24
5.	METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	27
5.1	Princip ispitivanja vidljivosti i prikupljanja podataka	28
5.2	Minimalne propisane vrijednosti retrorefleksije u RH	30
5.3	Polazne osnove istraživanja	32
6.	ANALIZA KVALITETE OZNAKA NA KOLNIKU NA DRŽAVNIM CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE	34
6.1	Analiza kvalitete obnovljenih linija	34
6.2	Analiza pada retrorefleksije nakon zime	54
6.3	Rekapitulacija dobivenih rezultata	76
7.	ZAKLJUČAK	82
	POPIS LITERATURE	84
	POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA	86

1. UVOD

Posljednjih par desetljeća cestovni promet se razvijao vrlo brzo, te danas zauzima važno mjesto u gospodarskom i društvenom životu svih zemalja. Svakodnevni transport velikih količina robe i stotina milijuna ljudi uobičajena je pojava. Broj motornih vozila se iz dana u dan rapidno povećava čime je nagli razvoj prometa stvorio dvije neželjene posljedice: smanjenje sigurnosti prometa zbog velikog broja prometnih nesreća i zagušenje cestovne mreže. Da bi se postiglo sigurno i nesmetano odvijanje prometa veliku ulogu ima prometna signalizacija kojom se obavještavaju i upozoravaju sudionici u prometu o stanju na cestama. Prometna signalizacija je od posebne važnosti te mora biti jednostavna, vidljiva i čitljiva jer o jasnoći primljenih informacija ovisi sigurnost, brzina i udobnost kretanja sudionika u prometu. Općenito, prometna signalizacija se može podijeliti na uspravnu (vertikalnu), tlocrtnu (horizontalnu) i svjetlosnu.

Oznake na kolniku dio su horizontalne prometne signalizacije, a mogu se definirati kao skup linija, znakova i simbola na površini prometne infrastrukture. Njihova zadaća je upozoravanje na stanje i situaciju u prostoru ispred vozila, vođenje vozača do njihova cilja putovanja identificirajući im sigurnu putanju vožnje, informiranje vozača o zakonskim ograničenjima i pomoć pri reguliranju prometa na optimalan način. Kako je vožnja kompleksna zadaća tijekom koje se velika većina odluka temelji na vizualnim informacijama, dobra vidljivost oznaka predstavlja najvažniju značajku orijentacije vozača, odnosno percepcije cjelokupne situacije na cesti. Vidljivost oznaka na kolniku temelji se na kontrastu boje između oznaka i površine ceste, dok se noću ona postiže primjenom retroreflektirajućih materijala. Tijekom svog funkcionalnog vijeka trajanja oznake na kolniku gube svoja retroreflektirajuća svojstva čime se smanjuje njihova uočljivost od strane vozača što može negativno utjecati na vozačevo ponašanje te opću sigurnost cestovnog prometa.

Cilj ovog diplomskog rada je analizirati kvalitetu retrorefleksije oznaka na kolniku na državnim cestama Republike Hrvatske. Na osnovi provedene analize utvrdit će se kvaliteta oznaka na kolniku na svakoj pojedinoj državnoj cesti te će se predložiti mjere vezane uz unaprjeđenje njihove kvalitete. Podaci korišteni u ovom radu dobiveni su mjerenjem retrorefleksije, provedenim od strane Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu u periodu od 2011. do 2019. godine na državnim cestama Republike Hrvatske. Strukturalno je rad podijeljen na sedam poglavlja koja obuhvaćaju:

1. Uvod
2. Definicija i podjela oznaka na kolniku
3. Materijali za izvođenje oznaka na kolniku
4. Utjecaj oznaka na kolniku na sigurnost prometa
5. Metodologija istraživanja
6. Analiza kvalitete oznaka na kolniku na državnim cestama Republike Hrvatske
7. Zaključak

U drugom poglavlju kratko je objašnjen povijesni razvoj oznaka na kolniku, definiran je pojam oznake na kolniku te je prikazana njihova osnovna funkcionalna podjela u skladu sa zakonskom i podzakonskom regulativom u Republici Hrvatskoj. Također su detaljno objašnjene karakteristike vidljivosti oznaka na kolniku – refleksija i retrorefleksija kao najbitniji čimbenici vidljivosti te ostali čimbenici u koje se ubrajaju dizajn oznaka, vremenski uvjeti, struktura kolnika, tip vozila i stanje vozača.

U trećem poglavlju opisane su najznačajnije vrste materijala koji se koriste prilikom izrade oznaka na kolniku a to su boje, plastični materijali i trake. Detaljno su objašnjene njihove karakteristike, prednosti i nedostaci te način izvođenja na kolnik. U četvrtom poglavlju pojašnjeno je na koji način oznake utječu na sigurnost prometa te neka dosadašnja istraživanja kojima se pokušala ustvrditi veza između oznaka i sigurnosti cestovnog prometa.

U petom poglavlju je definirana i opisana metodologija ispitivanja vidljivosti oznaka na kolniku kao i način prikupljanja podataka. Objašnjene su dvije osnovne metode ispitivanja retrorefleksije – statička i dinamička metoda, te su prikazani minimalni zahtjevi vidljivosti oznaka u Republici Hrvatskoj.

U šestom, ujedno i najbitnijem poglavlju provedena je analiza vidljivosti oznaka na kolniku na državnim cestama Republike Hrvatske na način da se prvo analizirala kvaliteta svih obnovljenih linija po županijama, a zatim se provela analiza pada retrorefleksije nakon zime gdje se usporedila vidljivost između obnovljenih i postojećih linija nakon određenog vremenskog razdoblja.

2. DEFINICIJA I PODJELA OZNAKA NA KOLNIKU

Oznake na kolniku predstavljaju dio cjelokupne prometne signalizacije koje se definiraju kao skup crta, natpisa i simbola čijom se kombinacijom oblikuju površine na prometnoj infrastrukturi. Imaju jednaku pravnu vrijednost kao i prometni znakovi i prometna svjetlosna signalizacija te se ne mogu nadomjestiti drugim znakovima ili propisima. Postavljaju se samostalno ili u kombinaciji s njima, ako je potrebno da se značenje prometne signalizacije jače istakne, odnosno potpunije odredi ili objasni [2].

Osnovni ciljevi oznaka na kolniku su *upozoravanje* na stanje i situaciju na cesti kako bi vozači neometano i sigurno nastavili upravljati vozilom, *vođenje* vozača do njihova cilja putovanja definirajući im sigurnu putanju vožnje, *informiranje* vozača o zakonskim ograničenjima te *reguliranje* prometa na optimalan način [2].

Postavljaju se isključivo na cestama sa suvremenim (asfaltnim ili betonskim) kolnikom i to na površinski dio kolnika na način da se ucrtavaju, lijepe, ugrađuju ili utiskuju u kolnički zastor čime ne smiju povećavati sklizavost kolnika te ne smiju biti više od 6 mm iznad razine kolnika [3].

2.1 Povijesni razvoj oznaka na kolniku

Označavanje kolnika potječe još iz doba Rimljana koji su ciglama ili kamenjem označavali središte ceste kako bi razdvojili smjerove kretanja kočija. Povijest suvremenih oznaka na kolniku započinje nedugo nakon razvijanja prvih serijskih proizvodnja automobila čime se drastično povećala količina prometa i došlo je do potrebe označavanja cesta u svrhu razdvajanja pravaca kretanja [1].

Prva suvremena dokumentirana upotreba oznaka na kolniku zabilježena je 1911. godine na Trenton River cesti u okrugu Wayne u Michiganu (SAD). Prvi se toga dosjetio Edward N. Hines, predsjednik odbora za ceste u okrugu Wayne, smatrajući da na cestama mora postojati jasno vidljiva središnja linija razgraničenja smjerova kretanja nakon što je ugledao kako mlijeko cureći iz spremnika ostavlja bijeli trag duž ceste. 1917. godine, upotreba obojenih središnjih linija na ruralnim i državnim cestama postala je obvezna u državama Michiganu, Oregonu i Kaliforniji. U travnju iste godine u Oregonu, na autocesti Columbia River, nacrtana je žuta središnja linija koju je kao dio projekta predložio Peter Rexford, šerif okruga Multnomah. Odlučili su se za žutu boju nakon što su vidjeli da bijela boja nije toliko vidljiva tijekom mračnih

i olujnih uvjeta. Dugogodišnja rasprava o tome koja će se boja koristiti na kraju je završila 1954. godine, kada je 47 država konačno pristalo na uporabu bijele kao standardne boje za središnje linije. Oregon je bio posljednja država koja je koristila žuto obojene linije [18]. Međutim, 1971. objavljen je priručnik o jedinstvenim uređajima za kontrolu prometa (engl. Manual on Uniform Traffic Control Devices) gdje se definira korištenje žute kao standardne boje središnjih linija u svim državama zemlje. Žuta je stekla prednost jer je već bila standardna boja za znakove upozorenja pa je time za povećanje razlike žuta boja službeno korištena kod podjele suprotnog prometa (Slika 1.), dok je bijela boja korištena za podjelu prometa koji teče u istom smjeru [18].



Slika 1. Primjer razdvajanja suprotnih prometnih trakova žutom punom linijom na kultnoj američkoj cesti Route 66

U Europi prvo označavanje ceste bijelom linijom datira iz 1918. u Velikoj Britaniji. Ta se ideja brzo primijenila, ali oznake nisu bile prihvaćene kao protokol za sigurnost na cestama sve do 1926. godine. U to vrijeme su bijele linije služile kod označavanja raskrižja kao znakovi zaustavljanja i drugi upozoravajući signali, te kod razdvajanja prometnih trakova, dijeleći cestu po sredini [19]. Žute linije nisu uvedene do pedesetih godina 20. stoljeća, a konstruirane su tako da reguliraju ograničenja parkiranja, čekanja i utovara. U nekim europskim zemljama kao npr. Norveškoj i Rusiji služile su i kod podjele suprotnih smjerova, odnosno dvosmjernog prometa [20]. Oznake na kolniku danas predstavljaju neizostavan čimbenik prometne infrastrukture, izvode se od različitih materijala, boja, debljina, struktura itd. te pomažu cestovnim vlastima u upravljanju i reguliranju prometa, a sudionicima u prometu daju informacije o trasi ceste te ih vode prema željenom odredištu [1].

2.2 Podjela oznaka na kolniku

Oznake na kolniku moguće je podijeliti prema nizu kriterija kao što su boja, vrsta materijala, funkcija, trajnost, debljina sloja materijala, retroreflektirajuća svojstva, koeficijent trenja, način izvođenja itd. Međutim, najčešća je njihova podjela prema funkciji gdje ih dijelimo na [3]:

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

2.2.1 Uzdužne oznake

Uzdužne oznake na kolniku predstavljaju sve one oznake koje su paralelne s osi kolnika a dijele se na razdjelne crte, rubne crte i crte upozorenja. Izvode se kao: pune uzdužne crte, isprekidane uzdužne crte i dvostruke uzdužne crte [3].

Pune uzdužne crte označavaju zabranu prelaska vozila preko te crte ili zabranu kretanja vozila po toj crti i dijele se na razdjelne i rubne crte. Razdjelna crta služi za razdvajanje dvosmjernih prometnih površina prema smjerovima kretanja, dok rubna crta označava rub vozne površine kolnika. Širina uzdužnih crta na kolniku iznosi najmanje 10 cm, a razmak između usporednih uzdužnih dvostrukih crta je 10 cm [3]. Širina rubne i razdjelne crte mora biti jednaka i ovisi o kategoriji ceste, a to je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Širina razdjelnih i rubnih crta ovisno o kategoriji ceste

Kategorija ceste	Širina crte	
	Razdjelna crta (cm)	Rubna crta (cm)
Autoceste i brze ceste	20	20
Ostale javne ceste i glavne gradske prometnice	15 ili 12	15 ili 12
Ostale ceste	12 ili 10	12 ili 10

Izvor: [3]

Isprekidane uzdužne crte označavaju prestanak zabrane prelaska vozila preko te crte ili zabranu kretanja vozila po toj crti, a mogu biti: razdjelne isprekidane, rubne isprekidane, crte upozorenja, kratke isprekidane i široke isprekidane crte [3].

Razdjelna isprekidana crta dijeli kolničku površinu na prometne trake prema smjerovima kretanja te njihovoj namjeni (vozila javnog prijevoza putnika, biciklističke trake te trake za parkiranje vozila), dok rubna isprekidana crta služi za označavanje ruba kolnika na mjestu priključka, prilaza te pristupa ostalim prometnim površinama. Crte upozorenja najavljuju blizinu početka i završetka pune razdjelne crte. Kratka isprekidana crta služi kao razdjelna crta na prilaznim krakovima raskrižja, kao crta vodilja u samom raskrižju i za odvajanje traka namijenjenih za vozila javnog prijevoza putnika. Široka isprekidana crta služi kao rubna crta za razdvajanje prometnih tokova na cestama izvan naselja, a njihova širina ovisi o širini prometne trake [3].

Dvostruke uzdužne crte služe za razdvajanje smjerova vožnje, a ovisno o mjestu označavanja, širini prometnih traka i namjeni razlikujemo dvostruku punu, dvostruku isprekidanu i dvostruku kombiniranu crtu. Dvostruka puna uzdužna crta služi za razdvajanje smjerova vožnje, dvostruka isprekidana uzdužna crta služi za obilježavanje prometnih traka s izmjenjivim smjerom kretanja na kojima je promet upravlján prometnim svjetlima, a dvostruka kombinirana uzdužna crta služi za razdvajanje prometnih traka na mjestima na kojima su uvjeti preglednosti takvi da dopuštaju pretjecanje samo u jednom smjeru kretanja [3].

2.2.2 Poprečne oznake

Poprečne oznake su oznake koje se izvode okomito ili pod malim kutom u odnosu na os ceste te zahvaćaju jednu ili više prometnih traka. Obilježavaju se punim ili isprekidanim crtama i šire su od uzdužnih oznaka. Tu spadaju: crte zaustavljanja, kose crte i graničnici te pješački i biciklistički prijelazi [2].

Zaustavne crte mogu biti pune ili isprekidane. Puna zaustavna crta označava mjesto ispred kojeg vozač mora zaustaviti vozilo, a isprekidana zaustavna crta označava mjesto na kojem vozač mora zaustaviti vozilo ako je potrebno propustiti vozila koja se kreću cestom s prednošću prolaska. Širina pune i isprekidane zaustavne crte iznosi 0,50 m [3]. Kose crte označavaju mjesto otvaranja izlaznog traka i zatvaranja ulaznog traka na autocesti ili brznoj cesti, te otvaranje i zatvaranje prometnog traka namijenjenog vozilima javnog prijevoza putnika [2]. Graničnici označavaju mjesto ulaska na kojem je potrebno odvojiti dio kolnika na kojem je zabranjen promet. Pješački prijelaz označava dio površine kolnika namijenjen za prijelaz pješaka, a biciklistički prijelaz dio površine kolnika namijenjen za prijelaz biciklista [3].

2.2.3 Ostale oznake na kolniku

U ostale oznake na kolniku ubrajaju se sve one oznake i predmeti koji se po svojoj funkciji ne uvrštavaju u uzdužne i poprečne oznake, a to su: strelice, polja za usmjeravanje prometa, crte usmjeravanja, oznake za označavanje prometnih površina za posebne namjene, oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i uzdužnih oznaka te natpisi i simboli.

2.3 Karakteristike vidljivosti oznaka na kolniku

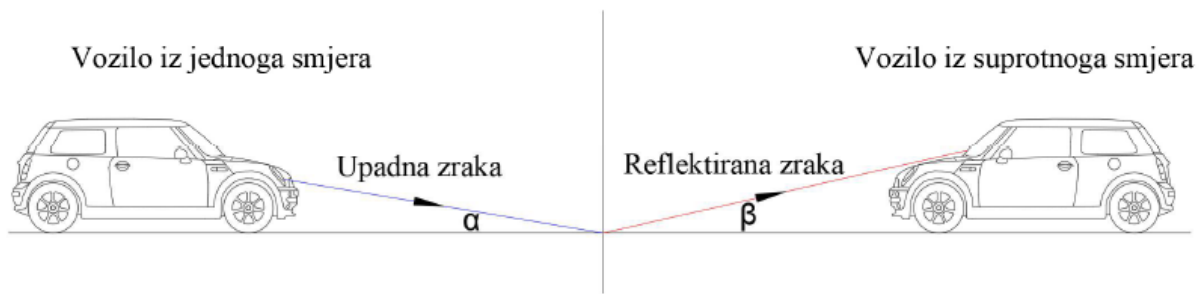
S obzirom na to da tijekom vožnje vozač 90 % informacija dobiva putem vida, vidljivost svih sudionika u prometu jedna je od polaznih osnova sigurnosti prometa. Kako bi oznake na kolniku mogle učinkovito izvršavati svoju funkciju, potrebno je omogućiti odgovarajuću vidljivost svih dijelova ceste u svim vremenskim uvjetima, pogotovo noću, kada je količina vizualnih informacija koje vozači primaju znatno ograničena i kad se događa više od 50 % svih nezgoda sa smrtnom posljedicom [1, 2].

2.3.1 Refleksija i retrorefleksija

Prema [2] refleksija se može definirati kao udio svjetlosti koja pada na neku površinu u odnosu na udio svjetlosti koji se odbija (reflektira) od te površine. Mjera refleksije je stupanj refleksije koji raste s porastom svjetline površine, što znači ako je neka površina svjetlija, to je veći stupanj refleksije te se tako reflektira više svjetlosnog zračenja. Da bi oznake na kolniku bile vidljive danju, noću ili pri otežanim vremenskim uvjetima, moraju imati dobra reflektirajuća svojstva. U prirodi postoje tri oblika refleksije [2]:

- zrcalna refleksija
- difuzna refleksija
- retrorefleksija

Zrcalna refleksija nastaje na glatkim i sjajnim površinama, kada se ulazna zraka svjetlosti reflektira pod istim upadnim kutom, ali u suprotnom smjeru (Slika 2.). U realnim prometnim uvjetima predstavlja nepoželjnu pojavu pri mokrom ili zaleđenom kolniku gdje sunčeva svjetlost ili svjetlost reflektirana iz farova vozila može uzrokovati smanjenje vidnog polja i zasljepljivanje vozača iz suprotnog smjera [1].



Slika 2. Prikaz negativnog učinka zrcalne refleksije u prometu

Izvor: [1]

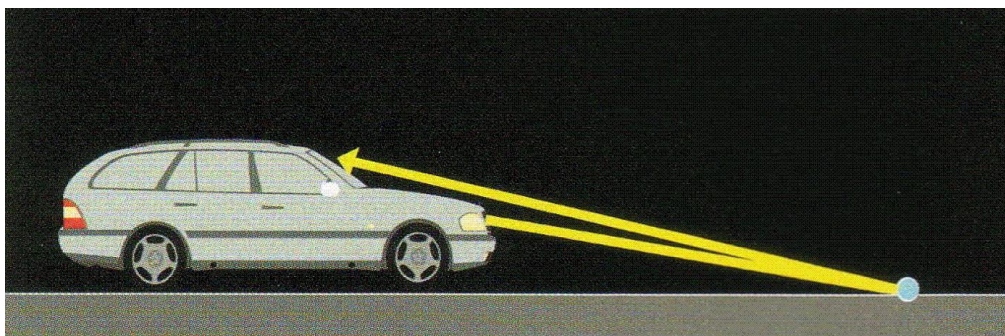
Difuzna refleksija naziva se još i dnevna svjetlost jer omogućuje vozačima vidljivost tijekom dana. Nastaje na hrapavim površinama gdje se ulazna zraka svjetlosti raspršuje od dodirne površine u svim smjerovima bez obzira na kut upada pri čemu se samo manji dio svjetla vraća u smjeru izvora (Slika 3.) [2].



Slika 3. Prikaz difuzne refleksije

Izvor: [21]

Retrorefleksija predstavlja najbitniju vrstu refleksije u prometnoj signalizaciji jer se kod ove vrste refleksije svjetlost reflektira pod istim upadnim kutom nazad prema svom izvoru (Slika 4.). To je vrlo bitno noću i u uvjetima smanjene vidljivosti kad su najčešće jedini izvor svjetlosti farovi auta kod kojih se svjetlost jedino može reflektirati nazad do oka vozača učinkom retrorefleksije. S obzirom na to da retrorefleksija nije prirodna pojava, te da u prirodi većina površina ima svojstvo zrcalne i difuzne refleksije, ona se postiže posebnim materijalima, napravljenima isključivo za tu namjenu [1].

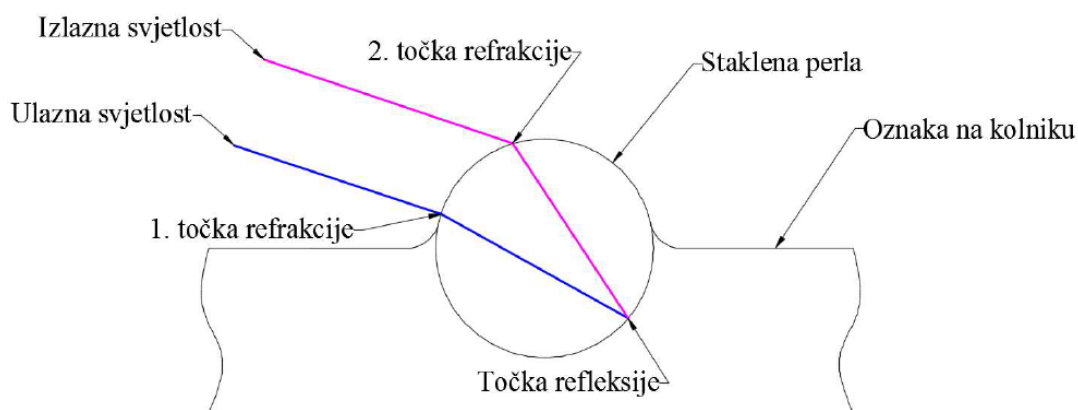


Slika 4. Prikaz retrorefleksije svjetlosti u noćnim uvjetima vožnje

Izvor: [2]

Idealna retrorefleksija u prometu nema svrhu jer bi se tako sva svjetlost vratila nazad u farove vozila. Zbog toga je poželjna blaga nesavršenost retroreflektirajućih materijala gdje se svjetlost ne vraća pod istim upadnim kutom nazad k izvoru, već postoji mala razlika između upadnoga i reflektirajućega kuta što omogućava da se reflektirajuća zraka svjetla vrati vozaču u oči. Danas se zbog toga kao retroreflektirajući materijali koriste staklene perle koje omogućavaju sferičnu retrorefleksiju i idealne su za tu zadaću [1].

Kod sferične retrorefleksije staklena perla 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 svoga izvora kao što je prikazano na slici 5. [2].



Slika 5. Refleksija svjetlosti unutar staklene perle

Izvor: [2]

Kako bi se osigurala optimalna retrorefleksija i vidljivost samih oznaka na kolniku vrlo je bitna kvaliteta i način izvođenja staklenih perli. S obzirom na kvalitetu i način izvođenja, najvažniji čimbenici koji utječu na njih su [1]:

- granulacija staklenih perli
- okruglost i čistoća staklenih perli
- indeks loma
- kemijski premaz
- gustoća, odnosno količina staklenih perli na površini oznake
- stupanj utisnuća staklenih perli u materijal oznake
- način raspodjele perli po površini oznake
- smjer izvođenja staklenih perli

Granulacija staklenih perli zapravo predstavlja raspon veličina staklenih perli u pakiranju. Uobičajene veličine su između 50 i 1200 μm . Miješanjem perli različitih veličina postiže se zadovoljavajuća retrorefleksija tijekom dužeg vremenskog perioda. Staklene perle većih granulacija postižu bolju retrorefleksiju te se najčešće koriste za oznake na kolniku u mokrim i kišnim uvjetima [1]. Staklene perle s većom okruglošću imaju bolja retroreflektirajuća svojstva od perli s manjom okruglošću. Okruglost staklenih perli ovisi o proizvodnom procesu i tehnologiji samoga proizvođača, a obično se kreće od 70 % pa sve do preko 95 %. Staklene perle također moraju biti čiste, što podrazumijeva izostanak bilo kakvih čestica, zračnih balončića, maglice ili oštećenja na samoj perli [1].

Indeks loma (RI) se prema [1] definira kao omjer brzine svjetlosti u vakuumu i brzine svjetlosti u tvari. On je bitan čimbenik kvalitete retrorefleksije jer govori pod kojim će se kutom svjetlost lomiti na ulasku u perlu te izlasku iz perle i ovisi o kemijskom sastavu materijala perle. U suhim uvjetima najveća se optička učinkovitost staklenih perli postiže s indeksom loma 1,9 kada se svjetlost lomi oko ekvatora perle. Perle s indeksom loma 1,5 lomit će svjetlost iznad ekvatora, dok će perle s indeksom loma 2,4 lomit svjetlost ispod ekvatora perle [1]. Za optimalnu učinkovitost koristi se kombinacija perli različitih indeksa loma, kako bi se osigurala što veća snaga retrorefleksije u svim uvjetima [2].

Kako bi bolje prijanjale i kako bi se osigurao optimalan stupanj utisnuća perli u materijal od kojeg se izvodi oznaka, staklene perle se premazuju ovisno o proizvođaču, različitim kemijskim premazima. Tri osnovna i najčešće korištena kemijska premaza su premaz koji povećava otpornost na vlagu, premaz koji osigurava optimalan stupanj utisnuća perli u materijal oznake te premaz koji sprječava potonuće perli u materijal [1]. Stupanj utisnuća staklenih perli značajno utječe na retrorefleksiju i trajnost samih oznaka na kolniku i obično varira između 50 % i 60 % njihovog volumena. Ako staklene perle nisu dovoljno utisnute, neće imati dovoljno

jaku povezanost s materijalom te će djelovanjem vanjskih sila s vremenom lako otpasti. S druge strane, ako su staklene perle previše utisnute u materijal, smanjit će se površina kroz koju svjetlost može ući u perlu i reflektirati se nazad prema izvoru. Naime, previše utisnute perle imat će duži vijek trajanja u odnosu na oznake s nedovoljno utisnutim perlama jer će tijekom trošenja oznaka, polako izlaziti na površinu materijala i održavati retrorefleksiju. U praksi je nemoguće osigurati optimalno utisnuće svih perli, što je u jednu ruku i pozitivno jer će se s perlama koje nisu dovoljno utisnute osigurati inicijalna retrorefleksija, a s perlama koje su previše utisnute konzistentnost retrorefleksije tijekom vremena [1, 2].

Što je veća gustoća, odnosno postotak površine staklenih perli iznad materijala, veća je i retrorefleksija oznake. Nekad prevelika količina staklenih perli negativno utječe na vidljivost oznaka jer se perle ne mogu adekvatno utisnuti u materijal. Za postizanje optimalne retrorefleksije, materijal za izradu oznaka na kolniku bi trebao sadržavati od 400 do 600 g/m² staklenih perli. Osim na količinu perli, za postizanje kvalitetne retrorefleksije treba paziti i na njihovu ravnomjernu raspodjelu po cijeloj širini oznake te da pri izvođenju upadaju u materijal vertikalno, a ne pod određenim kutom [1, 5].

2.3.2 Ostali čimbenici vidljivosti

U ostale čimbenike koji utječu na vidljivost oznaka na kolniku spadaju dizajn oznaka na kolniku, vremenski uvjeti na cestama, struktura kolnika, vrsta vozila i stanje vozača [2].

a) Dizajn oznaka na kolniku

Glavne značajke dizajna oznaka na kolniku čine boja, širina, odnos između punih i isprekidanih linija te duljina linija i konfiguraciju razmaka između isprekidanih linija [1]. Boja oznake je vrlo bitna jer utječe na vidljivost povećavanjem kontrasta između oznake i kolnika. Osnovne boje koje se koriste danas u svijetu su bijela i žuta, ovisno o praksi korištenja u pojedinim zemljama (npr. u Sjevernoj i Južnoj Americi se puno češće upotrebljava žuta boja nego u Europi) [1]. Istraživanjem je utvrđeno kako su bijele oznake vidljivije od žutih oznaka, odnosno da je udaljenost uočavanja žutih oznaka malo kraća u odnosu na udaljenost uočavanja bijelih oznaka. S obzirom na to da žute oznake imaju manji stupanj retrorefleksije, slabija im je vidljivost preko noći ali su zato vidljivije danju zbog kontrasta između boje oznake i boje kolnika [6, 7].

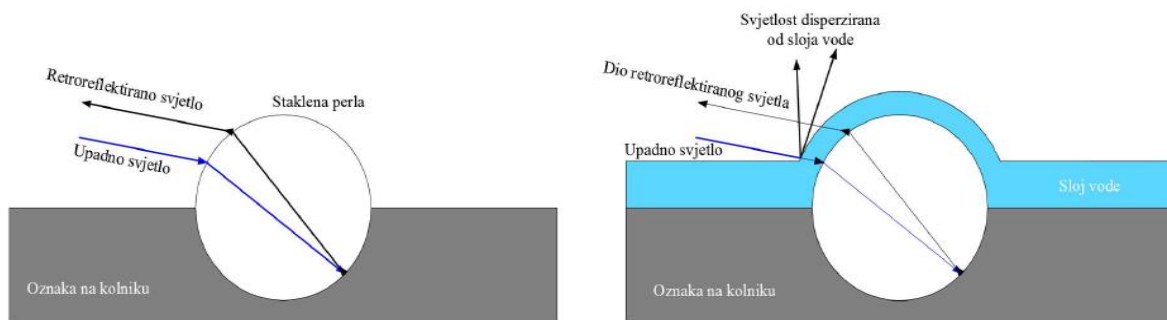
Širina oznake utječe na ponašanje vozača, posebno na lateralnu udaljenost vozila od ruba ceste te na udaljenost uočavanja oznaka. Istraživanja su pokazala da kad su oznake šire,

vozači mijenjaju bočni položaj vozila više prema rubu ceste, čime smanjuju rizik od potencijalnih frontalnih sudara. Također povećanjem širine oznake, povećava se količina retroreflektirajućeg materijala na njoj i samim time je oznaka na cesti puno uočljivija [1].

Odnos punih i isprekidanih linija je vrlo bitan jer pune linije, pokrivaju veću površinu i imaju više retroreflektirajućeg materijala čime su uočljivije u odnosu na isprekidane. Također je primijećeno da se vozači tijekom vožnje uz punu liniju približavaju rubu ceste, a tijekom vožnje uz isprekidanu liniju sredini ceste [1].

b) Vremenski uvjeti na cestama

Nestabilni vremenski uvjeti na cestama spadaju u incidentne čimbenike čije se djelovanje pojavljuje na neočekivan način. Oni smanjuju vidljivost i svojstva prianjanja između guma i kolnika čime smanjuju sigurnost prometa [8]. Za vrijeme kiše, najčešćeg uzroka slabe vidljivosti oznaka, voda ispuni male pukotine u asfaltiranoj površini, stvarajući glatki sloj vode koji prekriva oznake na kolniku, a time i retroreflektirajuće materijale (tzv. staklene perle). Zbog toga se zraka svjetlosti, koja se inače rasprši po površini ceste reflektira prema naprijed i povećava bljesak prema vozačima iz suprotnog smjera (Slika 6.). Istodobno se zbog smanjene retrorefleksije samo manja količina reflektiranog svjetla vraća do vozačevog oka [9]. Odvođenje vode s kolnika ostvaruje se primjenom kvalitetnijih i debljih materijala za izradu oznaka na kolniku, uporabom materijala s većom granulacijom perli i postavljanjem strukturiranih oznaka [2].



Slika 6. Prikaz retrorefleksije u suhim i kišnim uvjetima

Izvor: [2]

Magla je također uzrok slabe vidljivosti jer se dio raspršenog svjetla na česticama vode u zraku vraća natrag u vozačevo oko, što uzrokuje da se atmosfera čini svjetlijom. Time se smanjuje kontrast objekta i teže ga je primijetiti. Problem također mogu stvoriti i veći nanosi snijega koji nekad prekriju kompletnu oznaku i tako onemogućavaju određivanje bočnog položaja i smjera u kojem se cesta pruža [9].

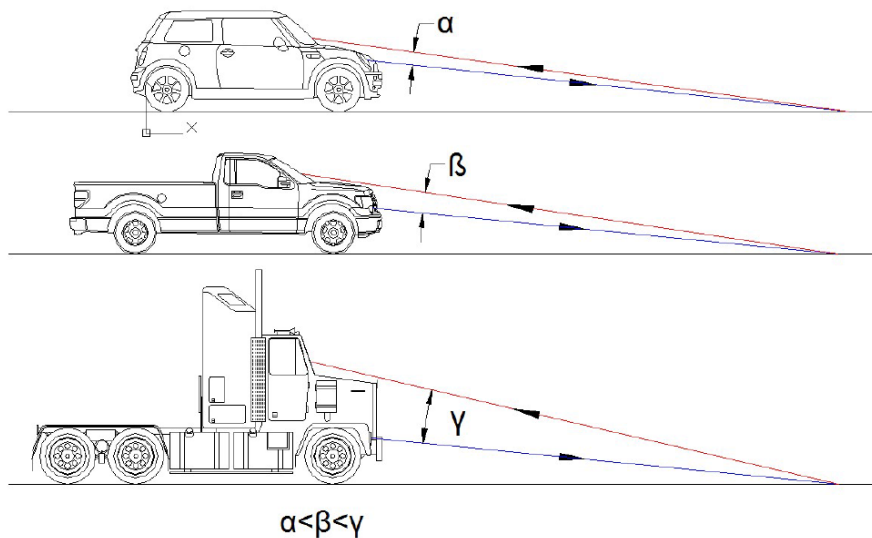
Oznake su tijekom svog radnog vijeka izložene i nizu vanjskih utjecaja koji ih s vremenom troše. To je posebno primjetno pri aktivnostima zimskog održavanja cesta, kada ralice deformiraju površinski i retroreflektirajući materijal oznaka na kolniku. Prljavština također umanjuje vidljivost oznaka, i vrlo je česta u područjima s poljoprivrednim aktivnostima gdje radna vozila iz polja izlaze na cestu te nanose zemlju i blato na oznake [1].

c) Struktura i tip vozila

Na vidljivost oznaka na kolniku, u određenoj mjeri utječe i tip i vrsta kolničke konstrukcije jer s prolaskom vremena, zbog istrošenosti, kolnici gube svoje izvorne i tehničke značajke. Posebno dolazi do izražaja usporedba asfaltnih i betonskih kolnika. Asfaltni kolnici su tamniji pa se tijekom dana, zbog kontrasta u boji, bijele oznake puno bolje i jasnije vide u odnosu na betonskim kolnicima. Betonski kolnici su po strukturi svjetliji, kontrast između oznaka i kolnika je manji te se betonski kolnici ne povezuju s materijalima toplinski čime se u određenim uvjetima smanjuje dnevna vidljivost i trajnost oznaka. Tri glavne karakteristike kolnika koje utječu na vidljivost, ali i na trajnost oznaka na kolniku su: hrapavost, osjetljivost na toplinu te poroznost [5].

Retrorefleksija oznaka na kolniku je na hrapavijim podlogama obično manja u odnosu na oznake koje su izvedene na glatkim površinama. Toplinska osjetljivost kolničke površine predstavlja čvrstoću lijepljenja kolnika i materijala za oznake na kolniku jer se na temperaturama većim od 70 °C asfalt ponaša kao viskozna tekućina što omogućuje toplinsko povezivanje s većinom materijala koji se nanose zagrijani. Time se postiže čvršća veza između kolnika i oznake čime se produžuje trajanje same oznake. Poroznost kolničke površine je također vrlo bitna jer materijal od kojeg je oznaka napravljena ulazi u pore na površini kolnika i nakon sušenja stvara čvrstu mehaničku vezu s kolnikom, što pozitivno utječe na vijek trajanja oznake [1, 5].

S obzirom na to da se pri različitim tipovima vozila mijenja i geometrija gledanja, vidljivost oznaka na kolniku nije uvijek ista. Upadni kud svjetala na oznaku ovisi o visini svjetala, dok kut promatranja ovisi o visini sjedišta vozača, što znači da će vidljivost oznaka biti bolja vozačima koji sjede niže jer je kut promatranja manji (Slika 7.). Specifičan slučaj su motociklisti koji zbog malog kuta promatranja imaju najbolju predispoziciju za vidljivost oznaka, međutim zbog malih farova koji daju znatno manje osvjetljenje te zbog naginjanja u zavoju i promjene uzorka svjetla na cesti u konačnici imaju smanjenu vidljivost oznaka na kolniku [1].



Slika 7. Prikaz različitih kutova promatranja za pojedine tipove vozila

Izvor: [2]

d) Stanje vozača

Psihički stabilna i skladno razvijena osoba je preduvjet uspješnog i sigurnog odvijanja prometa. Sve sposobnosti čovjeka razvijaju se u prosjeku od osamnaeste godine i do tridesete ostaju uglavnom nepromijenjene. Od tridesete do pedesete godine dolazi do blagog pada tih sposobnosti, a od pedesete godine taj pad je znatno brži. Smatra se da je šezdeset pet godina donja granica. Proces starenja važan je za sigurnost prometa jer se s vremenom smanjuju mentalne i fizičke sposobnosti vozača. Osim što stariji vozači imaju veći rizik sudjelovanja u prometnim nesrećama, smanjena je kvaliteta vizualnih i kognitivnih sposobnosti starijih vozača. Zbog toga je nužno osigurati odgovarajuću vidljivost prometne signalizacije kako bi vožnja tijekom noći i u uvjetima smanjene vidljivosti bila ugodnija i sigurnija. Osim starosti vozača na vidljivost oznaka, a time i na prometnu sigurnost, utječu i razni privremeni utjecaji među kojima su najznačajniji alkohol, umor i smanjena pozornost [1, 8].

Alkohol smanjuje mogućnost prosuđivanja i kritičnost, a produljuje vrijeme reagiranja. Već manja količina alkohola u krvi smanjuje pažnju, te takav vozač češće nego drugi čini prometni prekršaj. Vozači pod utjecajem alkohola nisu svjesni smanjene vozačke sposobnosti, te precjenjuju vlastite. Uporaba lijekova također može smanjiti vozačke sposobnosti, te je posebno opasno istovremeno uzimanje lijekova i alkohola. Umor je također vrlo česti uzročnik prometnih nesreća. Pojavljuje se nakon dulje vožnje pri čemu se smanjuje koncentracija, pojavljuje pogrešno reagiranje i smanjuje oštrina vida jer je vozač pospan, razdražljiv i neraspoložen. Uzimanje velikih količina hrane, nepovoljna temperatura u vozilu, pomanjkanje svježeg zraka i monotona vožnja u autu pogoduju nastanku umora. Vozač motornog vozila mora biti tjelesno i duševno zdrav, inače je potencijalna opasnost za promet [8]. U današnje vrijeme povećana složenost informatičkih sustava kojima vozači raspolažu i uporaba mobilnih uređaja smanjuju vozačevu koncentraciju i odvlače mu pozornost s ceste što može dovesti do propuštanja bitnih informacija za sigurnu vožnju [1].

Osoba s razvijenim mentalnim sposobnostima bolje upoznaje i uspješno se prilagođava svojoj okolini. Jedna od najvažnijih mentalnih sposobnosti vozača je inteligencija, odnosno sposobnost snalaženja u novonastalim situacijama. Inteligentan vozač će brzo uočiti bitne odnose u složenoj dinamičkoj prometnoj situaciji, predvidjeti moguće ponašanje drugih sudionika u prometu i donijeti odgovarajuću odluku. Također vozač koji je stekao određeno obrazovanje i kulturu, poštuje prometne propise i odnosi se ozbiljno prema ostalim sudionicima u prometu. Tijekom vožnje takav se vozač ne nameće drugima, nego nastoji pomoći ostalim vozačima kako bi se izbjegla prometna nezgoda [8].

3. MATERIJALI ZA IZVOĐENJE OZNAKA NA KOLNIKU

Za izvođenje oznaka na kolniku mogu se koristiti mnogi materijali, međutim, izvedba i cijena različitih materijala uvelike se razlikuju. Neki materijali su prikladniji u određenim okolnostima od ostalih jer odabir odgovarajućega materijala ovisi o prometnim, klimatskim i geografskim uvjetima na cesti na kojoj se materijal primjenjuje. Kako bi se maksimizirala isplativost, odabir materijala trebao bi se temeljiti na vrsti površine kolnika, količini i strukturi prometa na cesti i očekivanom preostalom radnom vijeku kolnika [5].

Razlike u pojedinim materijalima se izražavaju u načinu primjene, vijeku trajanja, cijeni, debljini nanosa te strukturalnim značajkama. S obzirom na mnogo različitih karakteristika, postoji više podjela materijala, ali najčešća podjela je prema njihovom kemijskom sastavu i to na: boje, plastične materijale i trake. Svaki od tih materijala sastoji se od pigmenata, veziva, punila, specijalnih kemikalija i otapala [2].

3.1 Boje

Boje su najstariji i najčešće korišteni materijali za obilježavanje kolnika, iako im se upotreba s vremenom smanjuje, razvijanjem novijih i modernijih materijala. To su tankoslojni jednokomponentni, ili nešto rjeđe dvokomponentni materijali, debljine suhog nanosa između 0,3 i 0,6 milimetara, koji se sastoje od vezivnog elementa, pigmenata i otapala. Vezivni element daje masu i osnovni je dio materijala. Pigmenti omogućuju neprozirnost, daju boju i čvrstoću, a otapala u bojama osiguravaju sušenje i učvršćivanje materijala nakon izvođenja. S obzirom na vrstu otapala razlikujemo boje na bazi vode i boje na bazi otapala [2, 5].

Osnovna prednost boja u odnosu na druge materijale je u njihovoj cijeni i jednostavnosti primjene. Vrijeme sušenja bojanih oznaka je izrazito kratko, a vremenski uvjeti koji utječu na njega pri izvođenju oznaka su: kemijski sastav materijala, temperatura i vrsta kolnika, brzina vjetra te debljina nanosa boje na kolnik. S obzirom na vrijeme sušenja boje se dijele na: konvencionalne (zahtijevaju više od 7 minuta za sušenje), umjereno brzosušeće (boje koje se suše u roku od 2 do 7 minuta) i brzosušeće (boje koje se suše u roku od 30 do 120 sekundi) [1].

Iako su najzastupljenije od svih materijala, zbog svojega relativno tankoga sloja brzo se troše i gube retroreflektirajuća svojstva što rezultira slabom vidljivošću u kišnim i mokrim uvjetima. Njihovo trajanje je najkraće u odnosu na ostale materijale te uglavnom iznosi između 6 i 12 mjeseci [2].

Pretežno se postavljaju tijekom proljeća i to na područjima manjeg intenzitet prometa zbog svoje lake potrošivosti i kratke trajnosti, a vidljivost im već vidno pada od 4 do 6 mjeseci nakon nanošenja. Vidljivost, odnosno razina retrorefleksije se kod bojanih oznaka postiže retroreflektirajućim elementima, odnosno staklenim perlama koje se dodaju tijekom izvođenja. Neposredno nakon izvođenja bojanih oznaka, retrorefleksija iznosi 200 – 400 mcd/lx/m², a optimalna je količina staklenih perli 400 – 600 g/m² [1].

Izvođe se posebnim strojevima koji su opremljeni spremnikom za boju i spremnikom za staklene perle te pištoljima za njihovo raspršivanje. Prilikom izvođenja boja prolazi kroz sustav cijevi gdje se na završetku pod tlakom pomoću pištolja raspršuje po površini kolnika. Iza pištolja za boju, nalazi se pištolj za nanošenje staklenih perli koji pod tlakom izbacuje perle u mokri sloj boje [1, 2].

Postoji više vrsta strojeva pomoću kojih se mogu izvoditi bojane oznake. Najjeftiniji i najjednostavniji za korištenje su mali strojevi koji su uglavnom na dva kotača, bez posebnog spremnika za boju i koje je potrebno gurati ili voditi za sobom (Slika 8.). Skuplji i kvalitetniji strojevi mogu biti spojeni na teretno vozilo, sadrže velike spremnike za boju i imaju više pištolja koji mogu odjednom raditi i u isto vrijeme označavati više dijelova kolnika kao što je prikazano na slici 9. [10].



Slika 8. Označavanje parkirnih mjesta malim strojem

Izvor: [22]



Slika 9. Prikaz nanošenja boje i staklenih perli većim strojem

Izvor: [23]

Prije nanošenja boje, podlogu treba pripremiti na način da [5]:

- površinu kolnika treba očistiti od prljavštine, prašine i ostalih zagađivača
- ukloniti prethodno nanese oznake koje nisu potrebne i ostatke staklenih perli na spojevima ispucanog kolnika
- nanositi boju na suh kolnik bez prisutnosti vlage
- omogućiti temperaturu kolnika i zraka od najmanje 5°C
- ostvariti brzinu kretanja vozila od 10 do 12 km/h

3.2 Plastični materijali

Plastični materijali su višekomponentni materijali koji se sastoje se od sintetičkih veziva, prirodnih ili umjetnih smola, pigmentata, punila i staklenih perli. Pripadaju u skupinu debeloslojnih materijala čija debljina iznosi od 1 do 3 milimetra za neprofilirane oznake i maksimalno do 6 milimetara za profilirane i strukturirane oznake [1].

Korištenje profiliranih oznaka je vrlo bitno jer zbog debljine nanosa, profili ostaju iznad sloja vode, osiguravaju bolju retrorefleksiju i samim time bolju vidljivost u mokrim i kišnim uvjetima. S obzirom na profiliranost oznake pri prelasku kotača vozila preko njih dolazi do stvaranja vibracija i specifičnoga zvučnoga efekta čime se upozorava vozače da su se približili rubu ceste što smanjuje broj izlijetanja vozila s ceste i povećava sigurnost prometa. Uz profilirane i neprofilirane u današnje vrijeme termoplastične se oznake izvode i kao strukturirane. Glavna prednost strukturiranih oznaka je ista kao i kod profiliranih a to da im je

debljina nanosa viša u odnosu na sloj vode, što osigurava bolju retrorefleksiju. Također, primjena strukturiranih oznaka omogućava odvođenje vode s oznaka, što povećava njihovu vidljivost u mokrim i kišnim uvjetima. Nedostatak im je što su zbog svoje nepravilne teksture osjetljivije na oštećenja [1].



Slika 10. Primjer strukturirane oznake izrađene od termoplastike

Izvor:[24]

Oznake od plastičnih materijala mogu se postavljati na kolnik hladne ili pri povišenoj temperaturi te se prema tomu dijele u dvije osnovne skupine, a to su: termoplastika i hladna plastika [1].

3.2.1 Termoplastika

Termoplastika se kao materijal za obilježavanje kolnika koristi od kraja 1950-ih i već je godinama najčešće korišteni materijal za obilježavanje prometnica zbog svoje jake izdržljivosti i dobre retrorefleksije. To je višekomponentni debeloslojni materijal koji se sastoji od *pigmenata* koji daju boju i neprozirnost, *veziva* koja se sastoje od smole i pružaju čvrstoću, fleksibilnost i povezuju ostale komponente u jednu cjelinu, *punila* od kalcijevog karbonata i/ili pijeska i *staklenih perli* [1] [5].

Troškovi termoplastičnih materijala mogu biti i petnaest puta veći nego troškovi bojanih oznaka ali njihov dugačak radni vijek i odlična vidljivost čine ih alternativom u mnogim situacijama kada je trajnost oznaka primarni zadatak. Zbog svoje povećane čvrstoće i debljine nanosa od 3 milimetra tipično trajanje termoplastičnih oznaka je između dvije i četiri godine, a često i duže, čime imaju značajno duži vijek trajanja u odnosu na oznake izvedene bojom [1,11].

Termoplastični materijali se proizvode na visokim temperaturama nakon čega se suše i formiraju u željeni oblik s obzirom na izvedbu unaprijed pripremljenih oznaka na kolniku. Na tržištu se pojavljuju u blokovima, granulama ili u prahu. Prije samog izvođenja kuhaju u posebnim kotlovima na temperaturi od oko 200°C gdje se tijekom procesa kuhanja u smjesu termoplastike dodaju staklene perle kako bi se osigurala vidljivost oznaka tijekom dužega perioda. Sam proces pripreme materijala traje oko dva sata za termoplastiku u prahu te oko sat i pol za termoplastiku u blokovima [2].

Izvođenje oznaka na kolniku od termoplastičnih materijala obavlja se špricanjem ili ekstruzijom pomoću specijaliziranih strojeva, takozvanih "Extrudera" na način da se vruća termoplastika ulijeva u metalno korito, te se kroz mala vratašca izljevaju na površinu kolnika regulirajući pritom željenu debljinu i dizajn oznake (slika 11.). Kao i kod oznaka izrađenih boje, staklene perle se dodaju i tijekom samog izvođenja. Pomoću Extrudera također je moguće izvoditi neprofilirane, profilirane i kombinirane oznake na kolniku [5].



Slika 11. Prikaz izlivanja vruće termoplastike na kolnik pomoću Extrudera

Izvor:[25]

Toplinsko vezanje termoplastike za podlogu je već oko 10 min nakon nanošenja. S obzirom na to da se termoplastika vrlo brzo suši pogodna je za korištenje na prometnicama s većom količinom prometa koje je potrebno što prije osposobiti za daljnji rad [5].

Kao i kod boje, prije nanošenja termoplastičnih materijala na kolnik, radi pravilnog povezivanja materijala, kolnik mora biti suh i čist, bez većih tragova prljavštine, prašine, ulja ili nekih drugih nečistoća, a njegova bi temperatura kao i temperatura zraka trebala biti između 10 i 20 °C. Termoplastika najbolje performanse daje na asfaltnim kolnicima jer se zbog visokih temperatura prilikom izvođenja gornji sloj asfalta topi i termički spaja s materijalom oznake, dok se na betonskim kolnicima isključivo zbog mehaničke veze između materijala i podloge, događa pucanje i ljuštenje materijala [1].

Jedna od mana termoplastičnih materijala je što su oni dosta osjetljivi na ekološke promjene. Mnogi izvori navode da su površinska vlaga i temperatura zraka dva najvažnija faktora koji utječu na dugoročnu trajnost termoplastičnih oznaka, gdje je termoplastika posebno osjetljiva na oštećenja vezana uz vlagu [5].

3.2.2 Hladna plastika

Hladna plastika je višekomponentni debeloslojni materijal za izvođenje oznaka na kolniku, debljine 1 do 3 mm za neprofilirane i maksimalno do 6 mm za profilirane i strukturirane oznake. Za razliku od termoplastike koja se zagrijava i kuha, hladna plastika se prije izvođenja miješa te se nanosi na kolnik hladna [1]. Bazira se na kemijskoj reakciji dviju komponenata koje se, ovisno o proizvođaču, miješaju u određenim omjerima. Reaktivna komponenta je plastika u polutekućem stanju koja se sastoji od metil metakrilat monomera, pigmenta, punila i retroreflektirajućih elemenata, dok je druga komponenta učvršćivač koji se sastoji od tekućine ili praha koji se dodaje prvoj komponenti. Miješanjem komponenti povezuju se svi elementi u jedno te je materijal spreman za korištenje. Staklene perle su u hladnu plastiku već ugrađene tvornički te se također dodaju i prilikom izvođenja kako bi se osigurala kvalitetna vidljivost za duže vremensko razdoblje [2].

Izvodi se slično kao i termoplastika – špricanjem ili ekstruderima pri temperaturama podloge i zraka od 5 °C do 40 °C. Sušenje materijala traje između 20 i 30 minuta nakon čega se preko nje može odvijati normalan promet. Primjenjiva je na sve kolničke zastore i može se nanositi na kolnik pri niskim i visokim temperaturama. Zbog debljine nanosa, kompaktnosti i čvrstoće materijala ima dugi vijek trajanja (3-5 godina) te se postavlja u gradovima i na cestama s velikim prometnim intenzitetom [2].

Glavne prednosti oznaka od hladne plastike [4]:

- odlično prianjanje na beton ili asfalt
- uočljiva danju i noću, pri svim uvjetima osvjetljenja
- dobro prianjanje na postojeće boje na bazi otapala i oznake od hladne plastike
- izuzetno otporne na trošenje
- vrlo dobra otpornost na klizanje zbog korištenja hrapavih punila
- vrlo dobro prianjanje perli zbog posebno izrađenih premaza
- nema pukotina u asfaltu ili plastici zbog fleksibilnosti metakrilata
- dobra otpornost na motorna ulja, goriva i druge kemikalije

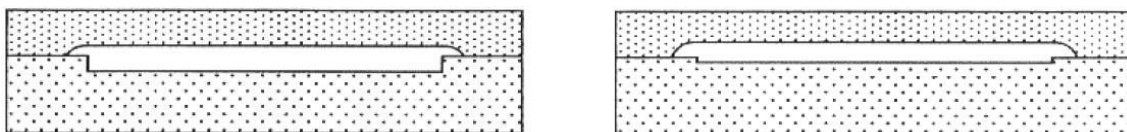
- dobra otpornost na ralice za uklanjanje snijega
- vrlo dobra otpornost na sve vremenske utjecaje

3.3 Trake

Trake su hladno nanosivi, tvornički pripremljeni materijali za obilježavanje kolnika koji se isporučuju u rolama različitih duljina i širina. Imaju prednost u odnosu na materijale koji se nanose prskanjem ili ekstruzijom jer pri izvođenju ne zahtijevaju skupe strojeve i opremu, iskusne izvođače te zatvaranje prometa zbog sušenja ili stvrdnjavanja. Iako su trake znatno skuplje od većine drugih materijala, životni vijek im je puno duži u odnosu na druge materijale, uključujući i plastične materijale što ih čini često isplativim izborom na mjestima s velikim intenzitetom prometa [5].

S obzirom na to da se izrađuju tvornički, staklene perle su optimalno postavljene, raspoređene i utisnute u materijal duž cijele trake što omogućava odličnu retrorefleksiju i vidljivost u nepovoljnim vremenskim uvjetima. Kao i plastični materijali mogu se proizvoditi profilirane, neprofilirane i u određenoj mjeri strukturirane [1].

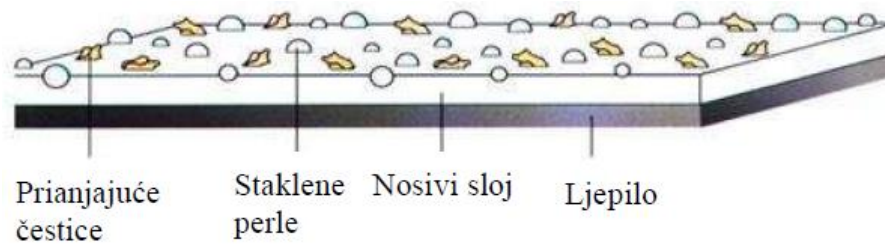
Trake se mogu izvoditi na kolnik na dva načina – *Inlay* i *Overlay* metodom. *Inlay* metodom se traka valja i utiskuje u vrući površinski sloj asfalta, neposredno nakon asfaltiranja kolnika te se nakon toga valjkom uvaljaju u površinski sloj asfalta čime se pojačava mehanička veza između materijala i podloge. *Overlay* metodom se traka lijepi na stare asfaltne i betonske gornje slojeve ceste pomoću posebnih ljepljiva. Prema načinu izvođenja, očekivanom životnom vijeku i sastavu materijala dijele se na trajne i privremene [1].



Slika 12. Poprečni presjek trake prilikom izvođenja *Inlay* metodom (lijevo) i *Overlay* metodom (desno)

Izvor: [11]

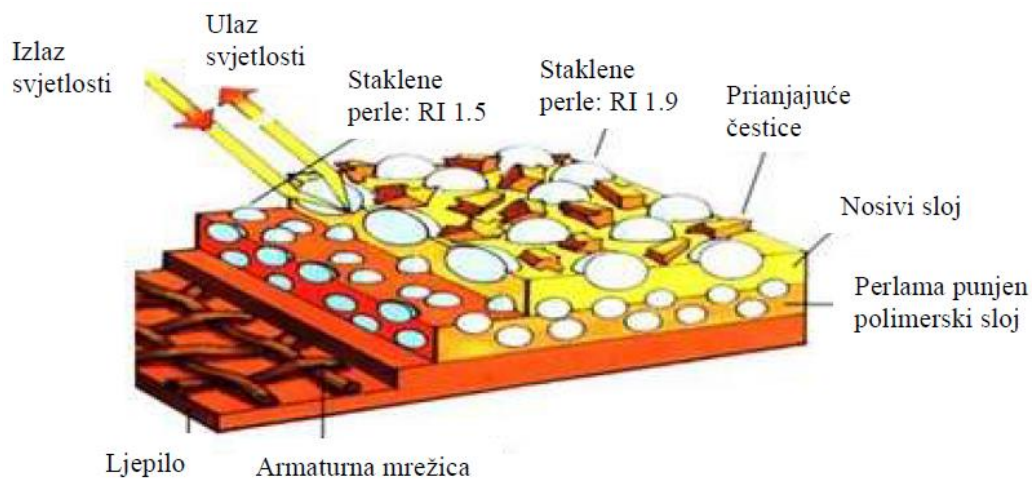
Trajne trake su sve trake koje se ručno ne mogu ukloniti s kolnika i čiji je vijek trajanja dulji od godinu dana. Najčešće se postavljaju *Inlay* metodom na nove asfaltne kolnike, ali uz primjenu posebnog ljepljiva mogu se postavljati i na stare asfaltne i betonske površine. Debljina im je između 0,7 i 2,5 mm, a izrađuju se od polimerskih ili uretanskih masa. Sastoje se od nosivog sloja, ljepljiva, prijanjajući čestica i staklenih perli [1].



Slika 13. Sastav trajnih traka

Izvor: [2]

Privremene trake se upotrebljavaju prilikom privremenih regulacija prometa i izvode se Overlay metodom, lijepljenjem na površinu kolnika žutom ili narančastom bojom. Sastoje se od nosivog sloja, ljepila, prijanjajuće čestice, staklenih perli i za razliku od trajnih traka, armaturne mrežice koja služi za lakše uklanjanje oznake s kolnika [1].



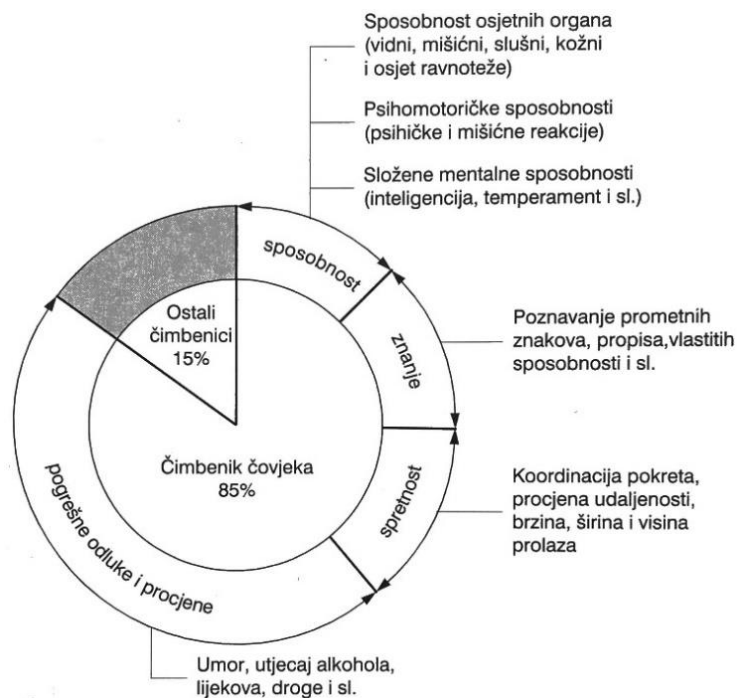
Slika 14. Sastav privremenih traka

Izvor: [2]

Osim boja, plastičnih materijala i traka postoji još nekoliko materijala za izvođenje oznaka na kolniku, a to su epoksidne boje, lateks boje, urea, uretan i poliester. To su dvokomponentni materijali kod kojih kemijska reakcija između komponenata pri izvođenju osigurava stvaranje izdržljivih materijala čiji je vijek trajanja i do pet godina. Iako su dugoga vijeka trajanja, visoka cijena tih materijala je značajan čimbenik koji utječe na intenzitet njihove primjene. Također zbog ekoloških i zdravstvenih rizika primjena navedenih materijala znatno je ograničena [12].

4. UTJECAJ OZNAKA NA KOLNIKU NA SIGURNOST PROMETA

Nagli razvoj motorizacije u svijetu uvjetovao je i ubrzani razvoj prometa, posebice cestovnog. Značenje cestovnog prometa u današnjem svijetu je izrazito veliko zbog potrebe za prijevozom značajnih količina robe i velikog broja putnika. Povećanjem broja motornih vozila poseban je problem postala sigurnost na cestama. Promet je vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do mnogo konfliktnih situacija. Da bi se povećala sigurnost prometa, potrebno je provesti brojne mjere, čiji je cilj otklanjanje odnosno smanjenje opasnosti. Opasnost od prometnih nesreća koje nastaju pri kretanju vozila i pješaka može se prikazati stanjem u sustavu čimbenika koji se pritom pojavljuju. Najznačajniji čimbenici koji doprinose nastanku prometnih nesreća su: čovjek, vozilo, cesta, promet na cesti i incidentni čimbenik. Danas u svijetu postoje različita mišljenja o tome u kojem postotku sudjeluju pojedini čimbenici u nastanku prometnih nesreća, ali najraširenije je mišljenje da su vozači krivi za oko 85 % ukupnog broja nezgoda, a na neispravna vozila, loše ceste i ostale čimbenike odlazi ostalih 15 % [8].

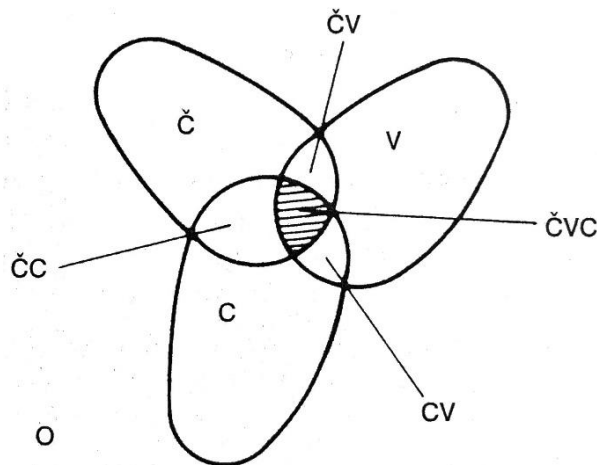


Slika 15. Grafički prikaz čimbenika koji utječu na sigurnost cestovnog prometa

Izvor: [8]

Naime, 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 [13]. Čovjeka, vozilo i cestu ne treba promatrati kao odvojene čimbenike utjecaja na sigurnost prometa, već kao osnovna tri podsustava, koji se

međusobno preklapaju. Pravi primjer za to je biomehanički odnos čovjek-cesta, gdje je recimo zbog loše retrorefleksije oznaka na kolniku smanjena vidljivost oznaka u noćnim uvjetima. To direktno utječe na psihofizičke osobine vozača, otežana mu je vidljivost, samim time mu je i produženo vrijeme reakcije te je puno veća šansa za stvaranje prometne nesreće. Zbog toga je od posebnog značaja prostor gdje se preklapaju svi ti podsustavi. Djelovanje tih triju podsustava na sigurnost prometa može se predočiti Vennovim dijagramom na slici 28.



Slika 16. Međusobna zavisnost podsustava čovjek (č) – vozilo (v) – cesta (c)

Izvor: [8]

Kako se oznake nalaze u središnjem vidnom polju vozača i označavaju konture ceste, imaju značajan utjecaj na ponašanje vozača i sigurnost prometa. Kao što je već spomenuto vidljivost oznaka na kolniku temeljna je odrednica sigurnosti prometa jer vozač 90 % informacija dobiva putem vida pa je potrebno omogućiti odgovarajuću vidljivost svih dijelova ceste u svim vremenskim uvjetima.

Vidljivost oznaka na kolniku temelji se na kontrastu boja između oznaka i kolnika što obično tijekom dana nije problem jer ima dovoljno svjetlosti. S druge strane, tijekom noći, količina svjetlosti koja je na raspolaganju vozačima se smanjuje, što sužava i skraćuje ljudsko vidno polje i narušava percepciju boje, oblika, teksture, kontrasta i pokreta. Da bismo vidjeli oznake na kolniku, mora postojati svjetlosni kontrast između njih i površine ceste, što se postiže kvalitetnom retrorefleksijom oznaka na kolniku [1].

Kako je jedan od osnovnih zadataka vozača slijediti prometnicu tako da svojim postupcima ne ugrožava ostale sudionike u prometu, potreban mu je čitav niz informacija koje dobiva iz okruženja u kojem se nalazi. Tijekom dana i uslijed dobrih vremenskih uvjeta donošenje pravilnih odluka nije ničime ugroženo, međutim, noću i u uvjetima slabe vidljivosti,

vozači moraju donositi iznimno važne odluke na temelju znatno umanjenog broja informacija. Da bi im se i u takvim nepovoljnim uvjetima omogućilo lakše snalaženje, potrebna je dobra prometna signalizacija, osobito kvalitetno izvedene oznake na kolniku. Glavni zadatak oznaka na kolniku je vizualno vođenje vozača, zahvaljujući čemu vozači tada mogu predvidjeti trasu svog sigurnog kretanja. Time puno lakše percipiraju vlastiti položaj na cesti i odabiru ispravan smjer i brzinu vožnje što smanjuje mogućnost nastanka prometnih nesreća te predstavlja temelje sigurnosti prometa [4].

S vremenom, nizom znanstvenih istraživanja, pokušala se utvrditi veza između oznaka na kolniku i sigurnosti cestovnog prometa. Istraživanja vezana uz utjecaj oznaka na ponašanje vozača su pokazala da povećanjem debljine rubnih linija na ravnoj cesti, vozači mijenjaju bočni položaj vozila i približavaju se rubu ceste. To je dovelo do smanjenja rizika od potencijalnih frontalnih sudara s obzirom na to da su se povećali razmaci između mimoilazećih vozila. Također, na cestama bez rubnih linija vozači vozilo približavaju bliže središnjoj liniji koja im služi kao jasan orijentir zbog toga što nisu sigurni koliko je cesta široka i gdje prestaje kolnik. Time se smanjuje vjerojatnost izlijetanja s ceste ali se s druge strane povećava rizik od frontalnih sudara. Osim utjecaja na bočni položaj vozila, istraživanja su pokazala da oznake na kolniku utječu i na brzinu vozila. Noću, na ravnim dijelovima ceste i u zavojima prisutnost oznaka blago povećava brzinu vožnje zbog vozačeva osjećaja sigurnosti. Povećanje brzine su autori ocijenili pozitivnim jer su te brzine svakako bile niže u odnosu na zabilježene brzine tijekom vožnje danju [1].

2002. godine provedena je studija s ciljem utvrđivanja kako trajnost i retrorefleksija oznaka utječu na prometne nesreće. Rezultati su pokazali kako se broj prometnih nesreća u noćnim uvjetima nakon obnavljanja oznaka smanjio za 6 % [14]. Druga studija u Teksasu je pokazala kako ceste bez rubnih oznaka na kolniku imaju 11 % veći rizik od pojave prometnih nesreća u odnosu na ceste s rubnim linijama. Najnovija istraživanja provedena 2014. i 2016. godine pokazuju kako postoji značajna korelacija između retrorefleksije oznaka i broja prometnih nesreća gdje je očekivani godišnji broj prometnih nesreća znatno smanjen s povećanjem retrorefleksije rubnih i središnjih linija. Rezultati također upućuju na to kako održavanje oznaka na kolniku ima značajne pozitivne učinke na sigurnost prometa [1].

5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Kao što je već navedeno, retroreflektivna svojstva oznaka na kolniku od presudnog su značenja i predstavljaju jedan od osnovnih čimbenika vidljivosti, odnosno sigurnosti cestovnog prometa. Postizanje zadovoljavajuće razine kvalitete i pravilno postavljanje oznaka u velikoj mjeri može utjecati na smanjenje nastanka prometnih nesreća te povećanje osjećaja sigurnosti prilikom vožnje, naročito u uvjetima smanjene vidljivosti. Kako se oznake na kolniku s vremenom troše i gube svoja retroreflektivna svojstva nužno je provoditi ispitivanja kvalitete oznaka kako bi se vidjelo zadovoljavaju li one propisane norme i tehničke uvjete te jesu li u skladu s važećim zakonskim i podzakonskim aktima.

Ispitivanja kvalitete oznaka na kolniku podrazumijevaju provođenje nekoliko testova (otpornost na klizanje, debljina suhog i mokrog filma itd.) među kojima najznačajniju ulogu imaju ispitivanja vidljivosti, odnosno retrorefleksije oznaka. Ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku predstavljaju ispitivanja dnevne i noćne vidljivosti oznaka te se provode na dva načina [16]: metodom statičkoga ispitivanja retrorefleksije (dnevna i noćna vidljivost) te metodom dinamičkoga ispitivanja retrorefleksije (noćna vidljivost).

Statička metoda ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku podrazumijeva primjenu statičkih uređaja za mjerenje retrorefleksije, takozvanih retroreflektometara koji se pozicioniraju na oznaku te mjere dnevnu i noćnu vidljivost oznaka (Slika 17.). Nedostatak statičke metode je taj što zahtjeva fizičku prisutnost ispitivača na cesti tijekom mjerenja pa može doći do ometanja prometa te smanjenja sigurnosti kako za ispitivača tako i za ostale sudionike u prometu. Usto, malo mjerno područje statičkih retroreflektometara zahtijeva veći broj mjernih odsječaka kako bi se dobili sustavni rezultati duž cijele dionice ceste. Zbog malog mjernog područja statičkih retroreflektometara oni ne mjere retrorefleksiju na cijeloj širini i dužini oznake, pa može doći do pogrešnog vrednovanja oznake. Sami rezultati statičke metode uvelike mogu ovisiti o samom mjeritelju jer je mjerno područje ručnih retroreflektometara relativno malo, pa male promjene u njihovu pozicioniranju na oznaci mogu značajno utjecati na rezultate. Zbog niže cijene potrebne opreme, statička metoda se danas koristi kod kraćih kontrola kvalitete oznaka u kojima se ne zahtijeva ocjena cjelokupne oznake [1, 16].



Slika 17. Mjerenje vidljivosti oznaka na kolniku pomoću statičkog retroreflektometra

Izvor: [26]

Dinamička metoda ispitivanja retrorefleksije za razliku od statičke se odnosi isključivo na mjerenje noćne vidljivosti oznaka na kolniku dinamičkim mjernim uređajem u cijeloj dužini izvedene oznake. Dinamički retroreflektometar postavlja se na mjereno vozilo s desne ili lijeve strane, ovisno o poziciji oznake, a mjerenje se obavlja tako da se mjereno vozilo kreće po kolniku i kontinuirano očitava koeficijent retrorefleksije oznaka. Kako se dinamički retroreflektometri montiraju na vozilo, ometanje odvijanja prometa je zanemarivo te je sigurnost mjeritelja veća. Najveća prednost ove metode je u tome što se oznake ispituju u cijeloj svojoj dužini, veća mjerna površina uređaja može ispitati skoro svaki centimetar oznake te uređaj ovisno o mjernom intervalu daje prosječne vrijednosti retrorefleksije pojedinog intervala. Nedostatak ove metode su visoki troškovi opreme, održavanja i edukacije mjeritelja, ali to je zanemarivo kad se u obzir uzme mogućnost bržeg ispitivanja dužih dionica, a time i bržega prikupljanja velike količine podataka što je važno za objektivno ocjenjivanje kvalitete oznake [1, 16].

5.1 Princip ispitivanja vidljivosti i prikupljanja podataka

S obzirom na prednosti dinamičke metode i njezinu objektivnost i cjelovitost, ona predstavlja suvremenu metodu ispitivanja retrorefleksije te je sukladno tome korištena u ovom diplomskom radu. Podaci korišteni u ovom radu prikupljeni su od strane Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu u svrhu ispitivanja kvalitete oznaka na kolniku korištenjem Zehntner ZDR 6020 dinamičkog retroreflektometra. Dinamički reflektometar korišten u istraživanju stavljen je na mjereno vozilo Mercedes Viano s lijeve ili desne strane ovisno o položaju oznaka (Slika 30.). Ispitivanje dinamičkim retroreflektometrom Zehntner ZDR 6020 može obavljati jedna osoba, ali preporuka proizvođača je da ispitivanje obavljaju dvije osobe, pogotovo na duljim relacijama ispitivanja. U tom slučaju suvozač može

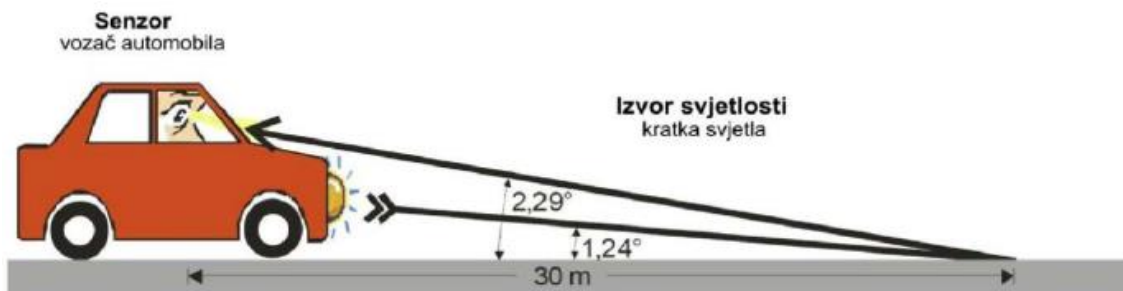
komentirati događaje, obavljati ručna snimanja fotografija i slično, dok se vozač može koncentrirati samo na vožnju [15].



Slika 18. Mjerno vozilo Fakulteta prometnih znanosti s montiranim uređajem ZDR 6020

Izvor: [15]

Noćna vidljivost ili retrorefleksija je izražena koeficijentom R_L i mjeri se u mcd/lx/m^2 . Kod ispitivanja noćne vidljivosti uređaj mjeri retrorefleksiju svjetleće zrake reflektirane od ispitane površine pod kutom od $2,29^\circ$, kutom ulaznoga svjetla od $1,24^\circ$ i pri udaljenosti 30 m kod kratkih svjetala. Prikaz ispitivanja noćne vidljivosti oznaka na kolniku prikazana je na slici ispod [15].



Slika 19. Princip ispitivanja noćne vidljivosti

Izvor: [15]

Ispitivanje se obavlja na način da se mjerno vozilo kreće po kolniku te očitava koeficijent retrorefleksije oznaka na kolniku uz koje se kreće svakih dviju milisekunda. Prije ispitivanja se odabire duljina mjernoga intervala za koju će uređaj izračunavati prosječne vrijednosti retrorefleksije. U provedenom ispitivanju postavljena duljina mjernog intervala bila

je 50 m, što znači da je uređaj tijekom ispitivanja određene dionice svakih 50 m bilježio prosječnu vrijednost retrorefleksije [1, 15].

Glavni elementi dinamičkog retroreflektometra neophodni za njegov rad su mjerna glava, priključna kutija i prijenosno računalo sa zaslonom osjetljivim na dodir. Prije početka mjerenja mjerna se glava postavlja na vanjsku stranu vozila i pričvršćuje na vozilo. Vozač usmjerava vozilo tako da se mjerno područje uvijek nalazi iznad oznake, dok je položaj oznake vidljiv vozaču vozila na zaslonu računala. Tijekom ispitivanja mjerna glava emitira zraku svjetlosti prema oznaci na kolniku od koje se zraka reflektira te vraća u senzor na mjernoj glavi koji ju pretvara u mjerljivi signal. Podaci se obrađuju unutar mjerne glave putem integriranog računala i izravno se prenose na prijenosno računalo putem Ethernet-a. Osim vrijednosti retrorefleksije uređaj bilježi i temperaturu, vlažnost, brzinu vožnje, GPS koordinate, slike i glasovne datoteke. Priključna kutija na koju je mjerna glava priključena, pruža joj napajanje i djeluje kao središnje sučelje za sve kablove i priključke [1, 15].

5.2 Minimalne propisane vrijednosti retrorefleksije u RH

Na osnovu dosadašnjih znanstvenih istraživanja zaključeno je kako minimalna razina retrorefleksije potrebna vozačima za sigurnu percepciju geometrije ceste u uvjetima smanjene vidljivosti iznosi između 100 i 150 mcd/lx/m². Smjernicama i tehničkim uvjetima za izvođenje oznaka na kolniku koje su propisale Hrvatske ceste, definirane su minimalne vrijednosti dnevne i noćne vidljivosti za obnovljene i postojeće oznake na državnim cestama RH (Tablica 2. i Tablica 3.) [17].

Tablica 2. Minimalne vrijednosti retrorefleksije za nove (obnovljene) oznake na kolniku

Vrijednosti oznaka na suhom kolniku	Autoceste i brze ceste	Ostale ceste	
	Minimalna vrijednost (mcd/lxm ²)	Minimalna vrijednost (mcd/lxm ²)	
	Oznake Tip II	Oznake Tip I	Oznake Tip II
Dnevna vidljivost (Q _d)	160	130	130
Noćna vidljivost (R_L)	300	200	300

Izvor: [3]

Tablica 3. Minimalne vrijednosti retrorefleksije za postojeće oznake na kolniku

Vrijednosti oznaka na suhom kolniku	Autoceste i brze ceste	Ostale ceste	
	Minimalna vrijednost (mcd/lxm ²)	Minimalna vrijednost (mcd/lxm ²)	
	Oznake Tip II	Oznake Tip I	Oznake Tip II
Dnevna vidljivost (Q _d)	100	100	100
Noćna vidljivost (R_L)	150	100	150

Izvor: [3]

Novo izvedene oznake na kolniku trebaju biti izrađene od materijala koji zadovoljavaju minimalne vrijednosti vidljivosti definirane u tablici 2. te se moraju ispitati u razdoblju od 15 do 60 dana nakon izvođenja. Postojeće oznake na kolniku moraju u svom garancijskom roku održati 95 % svoje površine te zadovoljavati minimalne vrijednosti vidljivosti propisane u tablici 3. Oznake se trebaju obnoviti kada je njihova prosječna izmjerena vrijednost manja od 20 % vrijednosti navedenih u tablici 3. i/ili ako ne zadržavaju 95 % izvedene površine [3].

Intervali se također mijenjaju ovisno o tipu oznake (TIP I ili TIP II). Oznake na kolniku TIP I predstavljaju oznake čija je površina u nivou kolnika i nema povećanu vidljivost noću i na vlažnim kolnicima. Izvode se u pravilu bojom minimalne debljine suhog sloja od 220 μm, koriste za označavanje cesta prometne klase opterećenja PGDP < 10.000 te im je uobičajeni jamstveni rok 6-12 mjeseci [15].

Oznake na kolniku TIP II predstavljaju oznake izdignute iznad površine kolnika i imaju povećanu vidljivost noću kao i u vlažnim uvjetima. Izvode se bojom minimalne debljine suhog sloja od 330 μm, plastikom (hladnom plastikom ili termoplastikom) minimalne debljine sloja 2.000 μm ili trakama debljine sukladno podatku o prethodnom ispitivanju. U pravilu se koriste za označavanje cesta prometne klase opterećenja PGDP > 10.000. Uporaba istih preporučuje se i na cestama koje karakterizira povećani broj prometnih nesreća, loša preglednost, učestala vlažnost i magla i ostali specifični uvjeti, te na cestama s učestalim prelascima ralica u zimskom periodu [15].

Hrvatske ceste su u svojim smjernicama i tehničkim zahtjevima za izvođenje radova na obnavljanju oznaka na kolniku definirale intervale kvalitete retrorefleksije ovisno o tipu oznake koji su prikazani u tablici ispod.

Tablica 4. Intervali kvalitete retrorefleksije obnovljenih oznaka ovisno o tipu oznake

TIP I		TIP II	
mcd/lx/m ²		mcd/lx/m ²	
0 – 50	Vrlo loše	0 – 50	
50 – 180	Loše	50 – 270	
180 – 220	Srednje	270 – 330	
220 – 300	Dobro	330 – 400	
300 >	Vrlo dobro	400 >	

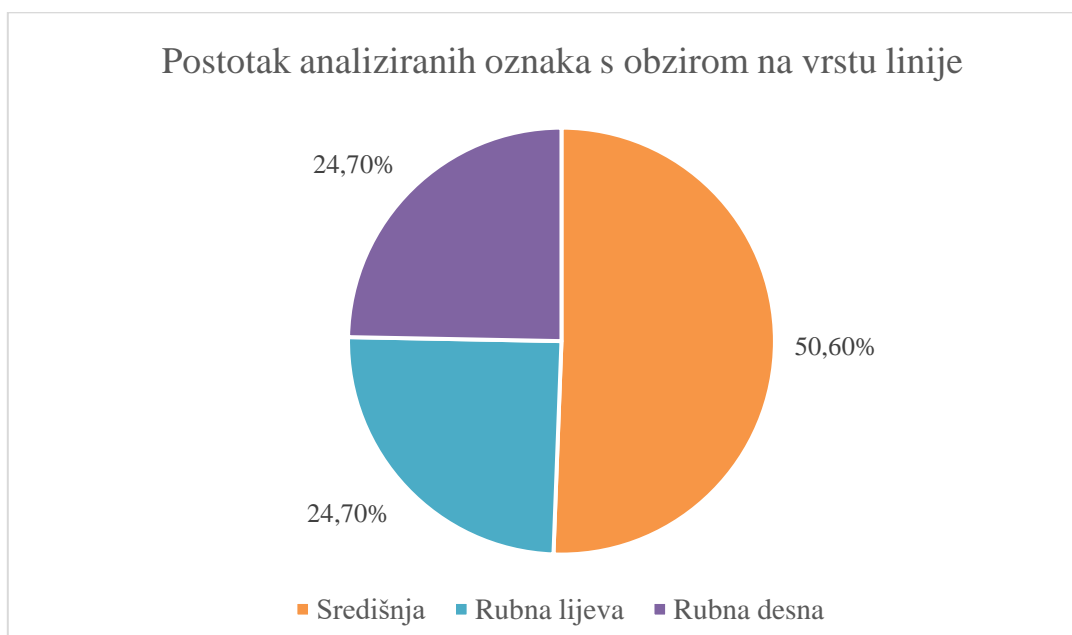
Izvor: [17]

5.3 Polazne osnove istraživanja

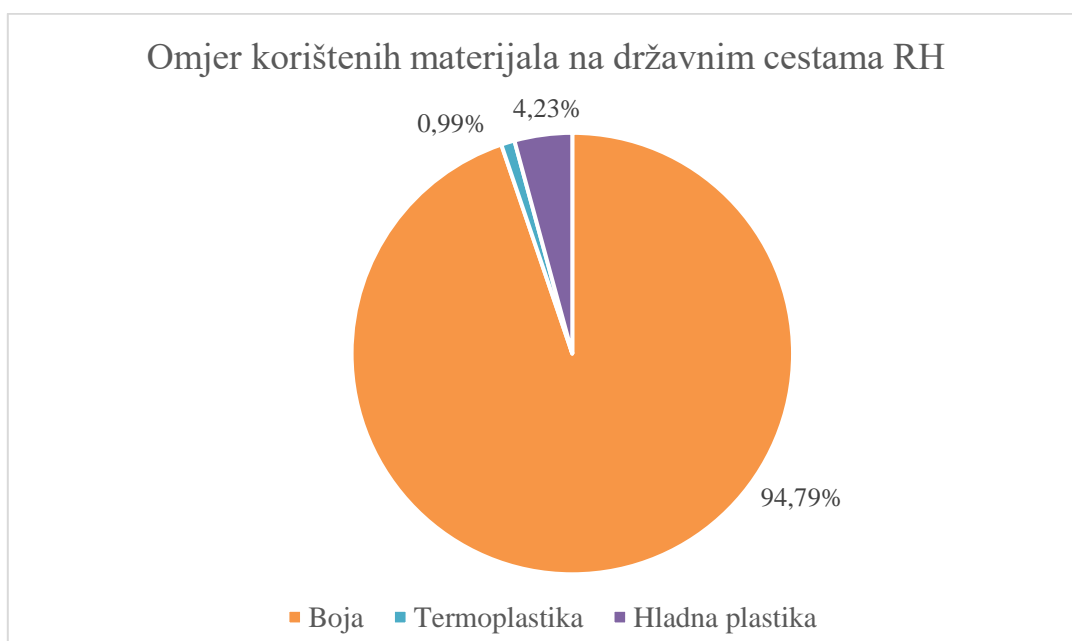
Kao što je već navedeno, mjerenja retrorefleksije dinamičkom metodom provodio je Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, u svrhu ispitivanja kvalitete oznaka na kolniku, odnosno kako bi se utvrdilo kada je potrebno njihovo obnavljanje. Podaci korišteni u ovom diplomskom radu obuhvaćaju ispitivanja koja su se provodila u razdoblju od devet godina, od 2011. do 2019. godine. Prosječne vrijednosti retrorefleksije obnovljenih oznaka na kolniku mjerile su se između 15-oga i 60-oga dana nakon izvođenja ili obnavljanja oznake i predstavljaju inicijalnu retrorefleksiju oznake. Prosječne vrijednosti retrorefleksije postojećih oznaka mjerile su se nakon zimskih razdoblja kada se očekivao najveći pad retroreflektivnih vrijednosti, kako bi se one koje ne zadovoljavaju propisane uvjete mogle obnoviti na vrijeme odnosno prije iduće zime.

U ovom diplomskom radu analizirane su državne ceste u svim županijama Republike Hrvatske. Od ukupno 2532 analizirane oznake, 1783 je obnovljenih, odnosno mjerenja inicijalne retrorefleksije, a 749 je postojećih, odnosno mjerenja retrorefleksije nakon nekog vremena. Također je od 2532 analizirane oznake 1282 središnje linije, 625 rubnih lijevih i 625 rubnih desnih linija gdje vidimo podjednaku zastupljenost središnjih i rubnih linija. (Grafikon 1.). Što se tiče vrste materijala od kojeg je izrađena oznaka, 2400 oznaka je izrađeno od boje, 25 od termoplastike, a 107 od hladne plastike (Grafikon 2.). Zanimljivo je kako je čak 94,8 % oznaka na državnim cestama RH izvedeno od boje, dok je samo 5,2 % izvedeno od plastičnih materijala. Kako je skoro 95 % oznaka izvedeno od boje, a većina plastičnih materijala se nalazi

u Gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji, plastične oznake u ostalim županijama su zanemarive jer ne predstavljaju statistički značajnu varijablu. Također je vrlo zanimljiva činjenica da se od svih plastičnih materijala korištenih na državnim cestama RH, njih čak 72 % koristi na cestama Zagrebačke županije i Grada Zagreba. To bi značilo da ako iz analize isključimo Zagrebačku županiju i Grad Zagreb, postotak plastičnih materijala korištenih u ostalim županijama iznosi samo 1,83 %.



Grafikon 1. Postotak analiziranih oznaka na državnim cestama RH s obzirom na vrstu linije



Grafikon 2. Omjer korištenih materijala za izvođenje oznaka na kolniku na državnim cestama RH

6. ANALIZA KVALITETE OZNAKA NA KOLNIKU NA DRŽAVNIM CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE

6.1 Analiza kvalitete obnovljenih linija

U navedenom poglavlju bit će analizirana prosječna retrorefleksija obnovljenih oznaka za sve središnje i rubne linije na državnim cestama RH po županijama. Cilj je napraviti analizu kvalitete novih oznaka te dobiti prosječnu retrorefleksiju za svaku pojedinu godinu za svaku vrstu linije. Posebno će se analizirati središnje linije, a posebno rubne (lijeva i desna). Podaci dobiveni iz Zavoda za prometnu signalizaciju su se obrađivali na način da se izračunao prosjek retrorefleksije obnovljenih središnjih i rubnih linija županije za svaku godinu i tako se grupirao u tablice. Na kraju svake tablice je izračunat prosjek retrorefleksije svake linije svih godina do sada koji će u završnoj analizi služiti za usporedbu retrorefleksije svih županija u RH.

1) Dubrovačko-neretvanska županija

U Dubrovačko-neretvanskoj županiji provedeno je mjerenje retrorefleksije na ukupno devet državnih cesta u periodu od 2012. do 2019. godine. To su državne ceste DC8, DC9, DC62, DC118, DC414, DC415, DC416, DC425 i DC516 na kojima je u navedenom razdoblju provedeno ukupno 43 mjerenja inicijalne retrorefleksije, a prosječna retrorefleksija obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu je prikazana u Tablici 5.

Tablica 5. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Dubrovačko-neretvanske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	188,5	176,3
2018.	obnovljena	boja	245,0	-
2017.	obnovljena	boja	251,5	220,0
2016.	obnovljena	boja	252,1	231,7
2015.	obnovljena	boja	282,5	253,5
2014.	obnovljena	boja	292,0	-
2013.	obnovljena	boja	239,5	245,5
2012.	obnovljena	boja	282,0	247,0
Prosječna RL svih godina			254,1	229,0

Iz navedene tablice se može vidjeti kako je prosječna retrorefleksija i središnjih i rubnih linija zadovoljavajuća za sve godine osim, 2019. s obzirom na to da u toj godini iznosi manje od 200 mcd/lx/m² što predstavlja minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka. Također je retrorefleksija središnjih linija u prosjeku malo veća u odnosu na rubne linije. Za 2014. i 2018. godinu nije provedeno ispitivanje retrorefleksije rubnih linija, pa prema tome za te godine nema podataka. Što se tiče ukupne prosječne retrorefleksije svih godina do sada za središnje linije iznosi 254,1 mcd/lx/m² a za rubne 229,0 mcd/lx/m².

2) *Splitsko-dalmatinska županija*

U Splitsko-dalmatinskoj županiji provedeno je mjerenje retrorefleksije na ukupno 14 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC1, DC8, DC39, DC56, DC58, DC60, DC62, DC70, DC76, DC113, DC114, DC115, DC116 i DC152 na kojima je u navedenom razdoblju provedeno ukupno 51 mjerenje inicijalne retrorefleksije, a prosječna retrorefleksija obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu je prikazana u Tablici 6.

Tablica 6. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Splitsko-dalmatinske županije

Godina	Status	Materijal	R_L središnjih linija (mcd/lx/m²)	R_L rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	243,0	-
2018.	obnovljena	boja	149,0	-
2017.	obnovljena	boja	-	-
2016.	obnovljena	boja	213,4	-
2015.	obnovljena	boja	218,4	-
2014.	obnovljena	boja	170,0	172,4
2013.	obnovljena	boja	194,4	-
2012.	obnovljena	boja	274,0	-
2011.	obnovljena	boja	252,8	-
Prosječna R_L svih godina			214,4	172,4

Iz tablice se može primijetiti da prosječna retrorefleksija središnjih linija svih godina Splitsko-dalmatinske županije iznosi 214,4 mcd/lx/m² i nešto je veća od retrorefleksije rubnih linija koja iznosi 172,4 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine osim, 2013., 2014. i 2018. godine. Retrorefleksija središnjih linija najveća u 2012. godini i u prosjeku iznosi 274,0 mcd/lx/m². Jedina godina kada

je provedeno ispitivanje obnovljenih rubnih linija je 2014. i retrorefleksija iznosi 172,4 mcd/lx/m² u prosjeku za tu godinu. Time se ne može objektivno ocijeniti ukupna prosječna retrorefleksija rubnih oznaka ove županije.

3) Šibensko-kninska županija

U Šibensko-kninskoj županiji provedeno je mjerenje retrorefleksije na ukupno 9 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC1, DC8, DC27, DC33, DC56, DC58, DC59, DC121 i DC531 na kojima je u navedenom razdoblju provedeno ukupno 187 mjerenja inicijalne retrorefleksije, a prosječnu retrorefleksiju obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu možemo vidjeti u Tablici 7.

Tablica 7. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Šibensko-kninske županije

Godina	Status	Materijal	R _L središnjih linija (mcd/lx/m ²)	R _L rubnih linija (mcd/lx/m ²)
2019.	obnovljena	boja	288,3	345,1
2018.	obnovljena	boja	220,0	272,0
2017.	obnovljena	boja	277,8	277,9
2016.	obnovljena	boja	256,6	283,8
2015.	obnovljena	boja	305,7	318,6
2014.	obnovljena	boja	337,0	297,5
2013.	obnovljena	boja	262,8	223,3
2012.	obnovljena	boja	317,0	252,8
2011.	obnovljena	boja	306,1	314,3
Prosječna R_L svih godina			285,7	287,3

Iz navedene tablice može se vidjeti kako je prosječna retrorefleksija obnovljenih središnjih i rubnih linija vrlo dobra jer svake godine u prosjeku iznosi više od 200 mcd/lx/m² što je minimalna vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka. Prosječna retrorefleksija središnjih linija svih godina Šibensko-kninske županije iznosi 285,7 mcd/lx/m² a rubnih 287,3 mcd/lx/m². Retrorefleksija središnjih linija je najveća u 2014. godini i u prosjeku iznosi 337,0 mcd/lx/m², dok je retrorefleksija rubnih linija najveća u 2019. godini i iznosi 345,1 mcd/lx/m².

4) Zadarska županija

U Zadarskoj županiji provedeno je ukupno 145 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 12 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC1, DC8, DC27, DC54, DC56, DC106, DC306, DC407, DC424, DC502, DC503 i DC539 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 8.

Tablica 8. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Zadarske županije

Godina	Status	Materijal	R_L središnjih linija (mcd/lx/m²)	R_L rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	325,2	295,1
2018.	obnovljena	boja	339,8	285,5
2017.	obnovljena	boja	306,3	321,9
2016.	obnovljena	boja	227,3	185,5
2015.	obnovljena	boja	216,0	-
2014.	obnovljena	boja	206,5	248,7
2013.	obnovljena	boja	193,5	203,5
2012.	obnovljena	boja	176,4	178,9
2011.	obnovljena	boja	229,2	208,1
Prosječna R_L svih godina			246,7	240,9

Iz tablice se može primijetiti da prosječna retrorefleksija središnjih linija svih godina Zadarske županije iznosi 246,7 mcd/lx/m² a rubnih 240,9 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka ne zadovoljavaju 2012. i 2013. godina kod središnjih, a 2012. i 2016. kod rubnih. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2015. godini nema podataka. Vidljivo je kako je retrorefleksija i središnjih i rubnih linija za 2017., 2018. i 2019. godinu značajno veća nego prijašnjih godina. Retrorefleksija središnjih linija je najveća u 2018. godini i u prosjeku iznosi 339,8 mcd/lx/m², dok je retrorefleksija rubnih linija najveća u 2017. godini i iznosi 321,9 mcd/lx/m². Vidljivost središnjih i rubnih linija je najlošija u 2012. godini kada u prosjeku iznosi manje od 180 mcd/lx/m².

5) Ličko-senjska županija

U Ličko-senjskoj županiji provedeno je ukupno 109 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 8 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC1, DC8, DC23, DC25, DC50, DC52, DC106 i DC522 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 9.

Tablica 9. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Ličko-senjske županije

Godina	Status	Materijal	R _L središnjih linija (mcd/lx/m ²)	R _L rubnih linija (mcd/lx/m ²)
2019.	obnovljena	boja	299,3	261,2
2018.	obnovljena	boja	283,6	323,5
2017.	obnovljena	boja	285,9	283,0
2016.	obnovljena	boja	209,7	296,5
2015.	obnovljena	boja	257,6	265,8
2014.	obnovljena	boja	296,0	272,0
2013.	obnovljena	boja	309,3	-
2012.	obnovljena	boja	264,2	310,2
2011.	obnovljena	boja	294,6	298,7
Prosječna R_L svih godina			277,8	288,9

Iz tablice se može vidjeti da prosječna retrorefleksija središnjih linija svih godina Ličko-senjske županije iznosi 277,8 mcd/lx/m² a rubnih 288,9 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine i za središnje i rubne oznake. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2013. godini nema podataka. Vidljivo je kako je retrorefleksija i središnjih i rubnih linija za sve godine dosta visoka i konstantna osim 2016. kada za središnje linije u prosjeku iznosi 209,7 mcd/lx/m². Retrorefleksija središnjih linija je najveća u 2013. godini i u prosjeku iznosi 309,3 mcd/lx/m², dok je retrorefleksija rubnih linija najveća u 2018. godini i iznosi 323,5 mcd/lx/m².

6) Primorsko-goranska županija

U Primorsko-goranskoj županiji provedeno je ukupno 72 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 10 državnih cesta u periodu od 2012. do 2019. godine. To su državne ceste DC3, DC8, DC32, DC66, DC100, DC101, DC102, DC104, DC203 i DC501 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 10.

Tablica 10. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Primorsko-goranske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	299,9	225,5
2018.	obnovljena	boja	319,0	203,5
2017.	obnovljena	boja	205,8	-
2016.	obnovljena	boja	173,0	-
2015.	obnovljena	boja	235,3	-
2014.	obnovljena	boja	236,0	207,7
2013.	obnovljena	boja	186,2	-
2012.	obnovljena	boja	249,6	303,5
Prosječna RL svih godina			238,1	235,1

Iz tablice se može vidjeti da prosječna retrorefleksija središnjih linija svih godina Primorsko-goranske županije iznosi 238,1 mcd/lx/m² a rubnih 235,1 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti kod središnjih obnovljenih oznaka ne zadovoljavaju 2013. i 2016. godina. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka 2013., 2015., 2016. i 2017. nema podataka, dok sve ostale godine zadovoljavaju minimalnu propisanu vidljivost. Vidljivo je kako je retrorefleksija središnjih linija za 2018. i 2019. godinu značajno veća nego prijašnjih godina i iznosi u prosjeku preko 300 mcd/lx/m². Kod rubnih oznaka se ističe 2012. godina s prosječnom retrorefleksijom od 303,5 mcd/lx/m².

7) Istarska županija

U Istarskoj županiji provedeno je ukupno 156 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 12 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC44, DC48, DC64, DC66, DC75, DC200, DC201, DC300, DC301, DC302, DC303 i DC500 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 11.

Tablica 11. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Istarske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	288,3	-
2018.	obnovljena	boja	310,0	239,6
2017.	obnovljena	boja	277,0	246,3
2016.	obnovljena	boja	294,3	228,2
2015.	obnovljena	boja	269,0	236,2
2014.	obnovljena	boja	304,6	225,5
2013.	obnovljena	boja	264,1	242,7
2012.	obnovljena	boja	302,9	313,9
2011.	obnovljena	boja	349,0	301,5
Prosječna RL svih godina			295,5	254,2

Iz tablice se može vidjeti da prosječna retrorefleksija središnjih linija svih godina Istarske županije iznosi 295,5 mcd/lx/m² i samim time je nešto veća od retrorefleksije rubnih koja iznosi 254,2 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine i za središnje i rubne oznake. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2019. godini nema podataka. Vidljivo je kako je retrorefleksija središnjih linija vrlo dobra i svake godine u prosjeku veća od retrorefleksije rubnih linija. Za 2011. godinu značajno je veća nego ostalih godina i iznosi u prosjeku 349 mcd/lx/m². Kod rubnih oznaka se ističe 2012. godina s prosječnom retrorefleksijom od 313,9 mcd/lx/m².

8) Karlovačka županija

U Karlovačkoj županiji provedeno je ukupno 91 mjerenje inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 9 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC1, DC3, DC6, DC23, DC36, DC42, DC204, DC216 i DC228 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 12.

Tablica 12. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Karlovačke županije

Godina	Status	Materijal	R _L središnjih linija (mcd/lx/m ²)	R _L rubnih linija (mcd/lx/m ²)
2019.	obnovljena	boja	400,1	379,5
2018.	obnovljena	boja	356,1	-
2017.	obnovljena	boja	359,4	343,7
2016.	obnovljena	boja	354,0	308,8
2015.	obnovljena	boja	500,4	372,0
2014.	obnovljena	boja	478,6	217,8
2013.	obnovljena	boja	384,5	-
2012.	obnovljena	boja	343,3	314,0
2011.	obnovljena	boja	353,2	275,7
Prosječna R_L svih godina			392,2	315,9

Iz tablice se može vidjeti da je prosječna retrorefleksija Karlovačke županije vrlo visoka. Prosjek središnjih linija svih godina Karlovačke županije iznosi 392,2 mcd/lx/m² i vidljivo je veći od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 315,9 mcd/lx/m². S obzirom na to da na državnoj cesti DC1 PGDP prelazi 10 000 voz/h na njoj su izvedene oznake TIPA II čija je minimalna propisana vrijednost retrorefleksije 300 mcd/lx/m². Također se vidi kako sve središnje oznake svake godine zadovoljavaju navedenu minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka. Retrorefleksija državne ceste DC1 nije mjerena svake godine pa tako ne ulazi u prosjek za rubne oznake 2013. i 2018. godine kada se minimalna vrijednost noćne vidljivosti uzima 200 mcd/lx/m². Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2013. i 2018. godini nema podataka. Retrorefleksija središnjih linija izrazito je visoka i svake godine u prosjeku veća od retrorefleksije rubnih linija. Najveća razlika se primjećuje 2014. i 2015. godine kada je vidljivost središnjih oznaka daleko najveća i iznosi u prosjeku 478,6 odnosno 500,4 mcd/lx/m². Kod rubnih oznaka se ističe 2016. i 2019. godina s prosječnom retrorefleksijom od 372,0 odnosno 379,5 mcd/lx/m².

9) *Sisačko-moslavačka županija*

U Sisačko-moslavačkoj županiji provedeno je ukupno 81 mjerenje inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 8 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC6, DC30, DC31, DC36, DC37, DC45, DC47 i DC224 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 13.

Tablica 13. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Sisačko-moslavačke županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	278,5	304,8
2018.	obnovljena	boja	235,8	367,5
2017.	obnovljena	boja	240,1	363,5
2016.	obnovljena	boja	257,9	236,3
2015.	obnovljena	boja	272,6	-
2014.	obnovljena	boja	310,0	-
2013.	obnovljena	boja	230,0	283,3
2012.	obnovljena	boja	288,5	262,7
2011.	obnovljena	boja	280,7	268,5
Prosječna RL svih godina			266,0	298,1

Prosjek središnjih linija svih godina Sisačko-moslavačke županije iznosi 266,0 mcd/lx/m² i manji je od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 298,1 mcd/lx/m². Također se vidi kako su sve oznake svih godina iznad minimalne vrijednosti noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m². Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2014. i 2015. godini nema podataka. Retrorefleksija središnjih linija je srednje visoka i više manje konstantna, a najveća je u 2014. godini kada iznosi 310 mcd/lx/m². Retrorefleksija rubnih oznaka je također vrlo slična, međutim velika se razlika između središnjih i rubnih oznaka primjećuje 2017. i 2018. godine kada je vidljivost rubnih oznaka dosta veća i iznosi u prosjeku 363,5 odnosno 367,5 mcd/lx/m².

10) Zagrebačka županija i Grad Zagreb

U Zagrebačkoj županiji i Gradu Zagrebu provedeno je ukupno 117 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 13 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC1, DC3, DC10, DC26, DC28, DC29, DC30, DC31, DC36, DC43, DC225, DC231 i DC310. S obzirom na veliku količinu prometa u ovim županijama, pojedine dionice državnih cesta DC1, DC3, DC10, DC28, DC30, DC31, DC225 i DC231 izvedene su od bojanih oznaka TIPA II jer im PGDP prelazi 10 000 voz/h. Te dionice su mjerene u 2011., 2015., 2018. i 2019. godini skupa sa oznakama TIPA I, pa će se zbog lakše računice, granica minimalne vrijednosti noćne vidljivosti obnovljenih oznaka za te godine uzeti 300 mcd/lx/m². Zbog vrlo malog uzorka od samo pet mjerenja inicijalne retrorefleksije oznaka izvedenih od hladne plastike, ta mjerenja nisu uračunata u ovoj analizi. Prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu izvedene od boje prikazane su u Tablici 14.

Tablica 14. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Zagrebačke županije i Grada Zagreba

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	433,2	418,8
2018.	obnovljena	boja	398,8	369,3
2017.	obnovljena	boja	352,7	298,7
2016.	obnovljena	boja	357,8	312,2
2015.	obnovljena	boja	376,3	359,8
2014.	obnovljena	boja	256,5	273,1
2013.	obnovljena	boja	284,5	-
2012.	obnovljena	boja	280,3	262,3
2011.	obnovljena	boja	360,3	328,8
Prosječna RL svih godina			344,5	327,9

Prosjek središnjih linija svih godina Zagrebačke županije i Grada Zagreba iznosi 344,5 mcd/lx/m² i malo je veći od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 327,9 mcd/lx/m². Sve godine u kojima su izvedena mjerenja pojedinih dionica oznaka TIPA II, odnosno 2011, 2015., 2018. i 2019. godine zadovoljavaju minimalnu granicu noćne vidljivosti od 300 mcd/lx/m², te ostale godine zadovoljavaju minimalnu granicu retrorefleksije od 200 mcd/lx/m² za obnovljene oznake TIPA I. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2013. godini nema podataka. Retrorefleksija središnjih i rubnih linija je svake godine vrlo dobra osim 2012., 2013.

i 2014. godine kada je u prosjeku nešto niža. Posebno se ističu 2018. i 2019. godina kada je retrorefleksija u prosjeku najveća i za središnje i za rubne oznake. Najveća retrorefleksija središnjih i rubnih oznaka je u 2019. godini i iznosi 433,2 mcd/lx/m² za središnje, odnosno 418,8 mcd/lx/m² za rubne oznake.

11) Krapinsko-zagorska županija

U Krapinsko-zagorskoj županiji provedeno je ukupno 93 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 10 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC1, DC24, DC29, DC35, DC74, DC205, DC206, DC207, DC307 i DC507 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 15.

Tablica 15. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Krapinsko-zagorske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	299,6	372,5
2018.	obnovljena	boja	337,9	431,0
2017.	obnovljena	boja	339,6	341,2
2016.	obnovljena	boja	278,8	405,0
2015.	obnovljena	boja	335,4	-
2014.	obnovljena	boja	288,5	259,3
2013.	obnovljena	boja	286,5	244,3
2012.	obnovljena	boja	244,4	308,0
2011.	obnovljena	boja	416,3	301,0
Prosječna RL svih godina			314,1	332,8

Kao i u Zagrebačkoj županiji i Gradu Zagrebu pojedine dionice državnih cesta DC1 i DC205 izvedene su od bojanih oznaka TIPA II jer im PGDP prelazi 10 000 voz/h. Te dionice su mjerene u 2018. i 2019. godini skupa sa oznakama TIPA I, pa se granica minimalne vrijednosti noćne vidljivosti obnovljenih oznaka za te godine uzima 300 mcd/lx/m². Zbog vrlo malog uzorka od samo dva mjerenja inicijalne retrorefleksije oznaka izvedenih od hladne plastike, ta mjerenja se ne koriste u ovoj analizi. U tablici 15. možemo vidjeti da je prosjek središnjih linija svih godina Krapinsko-zagorske županije 314,1 mcd/lx/m² i nešto je manji od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 332,8 mcd/lx/m². Od godina u kojima su

izvedena mjerenja dionica oznaka TIPA II, samo 2019. ne zadovoljava za mjerenja središnjih linija, odnosno na samoj je granici minimalne noćne vidljivosti od 300 mcd/lx/m². Ostale godine obnovljenih oznaka TIPA I zadovoljavaju minimalnu granicu retrorefleksije od 200 mcd/lx/m². Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2015. godini nema podataka. Također je vidljivo kako je retrorefleksija središnjih i rubnih linija svake godine dobra i konstantna, a posebno se ističu 2011. godina kada je retrorefleksija najveća za središnje oznake i iznosi 416,3 mcd/lx/m² te 2016. i 2018. kada je retrorefleksija najveća za rubne oznake i iznosi 405,0 odnosno 431,0 mcd/lx/m².

12) Varaždinska županija

U Varaždinskoj županiji provedeno je ukupno 51 mjerenje inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 9 državnih cesta u periodu od 2012. do 2019. godine. To su državne ceste DC2, DC3, DC22, DC24, DC35, DC74, DC526, DC528 i DC530 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 16.

Tablica 16. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Varaždinske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m ²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m ²)
2019.	obnovljena	boja	388,8	-
2018.	obnovljena	boja	286,8	-
2017.	obnovljena	boja	307,8	-
2016.	obnovljena	boja	289,6	242,5
2015.	obnovljena	boja	311,8	237,5
2014.	obnovljena	boja	227,0	184,5
2013.	obnovljena	boja	241,0	-
2012.	obnovljena	boja	251,0	-
Prosječna RL svih godina			288,0	221,6

Iz tablice se može vidjeti da prosjek središnjih linija svih godina Varaždinske županije iznosi 288,0 mcd/lx/m² i veći je od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 221,6 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti od 200 mcd/lx/m² kod središnjih obnovljenih oznaka zadovoljavaju sve godine. Kod rubnih oznaka minimalnu vrijednost retrorefleksije ne zadovoljava 2014. godina, dok za 2012., 2013., 2017., 2018. i 2019. godinu nema podataka. Također je vidljivo kako je retrorefleksija središnjih linija svake godine nešto

veća nego retrorefleksija rubnih linija. 2019. godine značajno je veća nego prijašnjih godina i iznosi u prosjeku 388,8 mcd/lx/m². Kod rubnih linija noćna vidljivost evidentno je veća 2015. i 2016. godine u odnosu na 2014. godinu kada je ispod dozvoljenog minimuma.

13) Međimurska županija

U Međimurskoj županiji provedeno je ukupno 49 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 5 državnih cesta u periodu od 2012. do 2019. godine. To su državne ceste DC3, DC20, DC208, DC209 i DC227 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 17.

Tablica 17. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Međimurske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	345,8	-
2018.	obnovljena	boja	340,3	-
2017.	obnovljena	boja	243,3	229,5
2016.	obnovljena	boja	265,5	239,0
2015.	obnovljena	boja	256,5	228,0
2014.	obnovljena	boja	266,0	240,0
2013.	obnovljena	boja	218,8	-
2012.	obnovljena	boja	228,8	-
Prosječna RL svih godina			270,6	234,1

Iz tablice se može vidjeti da prosjek središnjih linija svih godina Međimurske županije iznosi 270,6 mcd/lx/m² i veći je od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 234,1 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine i za središnje i rubne oznake. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2012., 2013., 2018. i 2019. godini nema podataka. Također je vidljivo kako je retrorefleksija središnjih i rubnih linija dobra i ujednačena sve do 2017. godine. Značajna razlika prosječne retrorefleksije središnjih linija u odnosu na godine prije je u 2018. i 2019. godini kada je ona dosta visoka i u prosjeku iznosi nešto više od 340 mcd/lx/m².

14) Koprivničko-križevačka županija

U Koprivničko-križevačkoj županiji provedeno je ukupno 46 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 7 državnih cesta u periodu od 2012. do 2019. godine. To su državne ceste DC2, DC20, DC22, DC28, DC41, DC43 i DC210 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 18.

Tablica 18. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Koprivničko-križevačke županije

Godina	Status	Materijal	R _L središnjih linija (mcd/lx/m ²)	R _L rubnih linija (mcd/lx/m ²)
2019.	obnovljena	boja	295,0	284,0
2018.	obnovljena	boja	316,3	388,0
2017.	obnovljena	boja	260,8	221,0
2016.	obnovljena	boja	274,0	-
2015.	obnovljena	boja	286,7	224,8
2014.	obnovljena	boja	201,3	-
2013.	obnovljena	boja	239,2	-
2012.	obnovljena	boja	206,6	261,0
Prosječna R_L svih godina			260,0	275,8

Iz tablice se može vidjeti da prosjek središnjih linija svih godina Koprivničko-križevačke županije iznosi 260,0 mcd/lx/m² i manji je od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 275,8 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine i za središnje i rubne oznake. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2013., 2014. i 2016. godini nema podataka. Također je vidljivo kako je retrorefleksija središnjih i rubnih linija najveća u 2018. godini kada za središnje linije u prosjeku iznosi 316,3 mcd/lx/m² a za rubne linije 388 mcd/lx/m². U 2012. i 2014. godini retrorefleksija središnjih linija je nešto slabija i na samom je rubu minimalne vrijednosti noćne vidljivosti.

15) Bjelovarsko-bilogorska županija

U Bjelovarsko-bilogorskoj županiji provedeno je ukupno 69 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 5 državnih cesta u periodu od 2012. do 2019. godine. To su državne ceste DC5, DC26, DC28, DC43 i DC45 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 19.

Tablica 19. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Bjelovarsko-bilogorske županije

Godina	Status	Materijal	R _L središnjih linija (mcd/lx/m ²)	R _L rubnih linija (mcd/lx/m ²)
2019.	obnovljena	boja	310,8	-
2018.	obnovljena	boja	327,0	326,0
2017.	obnovljena	boja	277,0	308,8
2016.	obnovljena	boja	370,5	260,8
2015.	obnovljena	boja	320,6	265,9
2014.	obnovljena	boja	271,3	223,0
2013.	obnovljena	boja	289,3	272,5
2012.	obnovljena	boja	313,9	339,8
Prosječna R_L svih godina			310,1	285,3

Iz tablice se može vidjeti da prosjek središnjih linija svih godina Bjelovarsko-bilogorske županije iznosi 310,0 mcd/lx/m² i veći je od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 285,3 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine i za središnje i rubne oznake. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2019. godini nema podataka. Vidljivo je kako je retrorefleksija središnjih linija svake godine solidna a posebno se ističe 2016. godina, kada iznosi 370,5 mcd/lx/m². Prosječna retrorefleksija rubnih oznaka je također svake godine dobra, a najveća je u 2012. godini kada iznosi 333,8 mcd/lx/m².

16) Virovitičko-podravska

U Virovitičko-podravska županiji provedeno je ukupno 51 mjerenje inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 6 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC2, DC5, DC34, DC69, DC314 i DC538 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 20.

Tablica 20. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Virovitičko-podravske županije

Godina	Status	Materijal	R _L središnjih linija (mcd/lx/m ²)	R _L rubnih linija (mcd/lx/m ²)
2019.	obnovljena	boja	283,3	267,8
2018.	obnovljena	boja	304,3	337,0
2017.	obnovljena	boja	363,5	244,0
2016.	obnovljena	boja	291,5	249,5
2015.	obnovljena	boja	281,0	264,3
2014.	obnovljena	boja	298,0	-
2013.	obnovljena	boja	318,0	263,5
2012.	obnovljena	boja	319,7	304,3
2011.	obnovljena	boja	333,0	349,0
Prosječna R_L svih godina			310,3	284,9

Iz tablice se može vidjeti da prosjek retrorefleksije središnjih linija svih godina Virovitičko-podravske županije iznosi 310,3 mcd/lx/m² i veći je od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 284,9 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine i za središnje i rubne oznake. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka u 2014. godini nema podataka. Vidljivo je kako je prosječna retrorefleksija središnjih i rubnih linija svake godine dobra i ne varira previše. Najveća prosječna retrorefleksija središnjih oznaka je u 2017. godini kada iznosi 363,5 mcd/lx/m², dok je najveća prosječna retrorefleksija rubnih oznaka u 2011. kada iznosi 349 mcd/lx/m².

17) Požeško-slavonska županija

U Požeško-slavonskoj županiji provedeno je ukupno 64 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 8 državnih cesta u periodu od 2012. do 2019. godine. To su državne ceste DC5, DC38, DC47, DC49, DC51, DC53, DC69 i DC525 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 21.

Tablica 21. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Požeško-slavonske županije

Godina	Status	Materijal	R_L središnjih linija (mcd/lx/m²)	R_L rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	309,0	258,8
2018.	obnovljena	boja	375,0	282,8
2017.	obnovljena	boja	-	-
2016.	obnovljena	boja	321,9	252,6
2015.	obnovljena	boja	279,0	-
2014.	obnovljena	boja	-	-
2013.	obnovljena	boja	210,0	-
2012.	obnovljena	boja	268,5	-
Prosječna R_L svih godina			293,9	264,7

Iz tablice se može vidjeti da prosjek retrorefleksije središnjih linija svih godina Požeško-slavonske županije iznosi 293,9 mcd/lx/m² i veći je od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 264,7 mcd/lx/m². S obzirom na to da mjerenja rubnih oznaka u ovoj županiji nije bilo sve od 2016. godine, taj prosjek se odnosi na razdoblje od 2016. do 2019. godine. Također za prosječnu retrorefleksiju središnjih oznaka u 2014. i 2017. godini nema podataka. Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve izmjerene godine i za središnje i rubne oznake. Najveća prosječna retrorefleksija središnjih i rubnih oznaka je u 2018. godini kada iznosi 375,0 mcd/lx/m² za središnje i 282,8 mcd/lx/m² za rubne oznake.

18) Brodsko-posavska županija

U Brodsko-posavskoj županiji provedeno je ukupno 64 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 10 državnih cesta u periodu od 2013. do 2019. godine. To su državne ceste DC5, DC7, DC49, DC51, DC53, DC313, DC423, DC514, DC520 i DC525 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 22.

Tablica 22. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Brodsko-posavske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	222,3	-
2018.	obnovljena	boja	295,2	243,3
2017.	obnovljena	boja	297,0	-
2016.	obnovljena	boja	340,8	320,3
2015.	obnovljena	boja	205,6	-
2014.	obnovljena	boja	164,3	-
2013.	obnovljena	boja	151,5	189,5
Prosječna RL svih godina			239,5	251,0

Iz tablice se može vidjeti da prosjek retrorefleksije središnjih linija svih godina Brodsko-posavske županije iznosi 239,5 mcd/lx/m² i malo je manji od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 251,0 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti kod središnjih obnovljenih oznaka ne zadovoljavaju 2013. i 2014. godina, a kod rubnih 2013. godina. Za prosječnu retrorefleksiju rubnih oznaka 2014., 2015., 2017. i 2019. nema podataka. Vidljivo je kako je prosječna retrorefleksija središnjih i rubnih linija do 2016. godine loša i kako se povećava 2016. kada je ujedno i najveća svih godina. Najveća prosječna retrorefleksija središnjih oznaka u 2016. iznosi 340,8,5 mcd/lx/m², dok najveća prosječna retrorefleksija rubnih oznaka iznosi 320,3 mcd/lx/m².

19) Osječko-baranjska županija

U Osječko-baranjskoj županiji provedeno je ukupno 136 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 15 državnih cesta u periodu od 2012. do 2019. godine. To su državne ceste DC2, DC7, DC34, DC46, DC53, DC211, DC212, DC213, DC417, DC418, DC515, DC517, DC518 i DC519 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 23.

Tablica 23. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Osječko-baranjske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	297,0	295,9
2018.	obnovljena	boja	242,0	264,8
2017.	obnovljena	boja	309,9	291,5
2016.	obnovljena	boja	269,1	218,4
2015.	obnovljena	boja	309,9	272,0
2014.	obnovljena	boja	301,1	300,0
2013.	obnovljena	boja	265,8	278,5
2012.	obnovljena	boja	310,5	278,5
Prosječna RL svih godina			288,2	275,0

Iz tablice se može vidjeti da prosjek retrorefleksije središnjih linija svih godina Osječko-baranjske županije iznosi 288,2 mcd/lx/m² i malo je veći od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 275,0 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine i za središnje i rubne oznake. Također je vidljivo kako je prosječna retrorefleksija središnjih i rubnih linija svake godine dosta dobra i ne oscilira previše. Najveća prosječna retrorefleksija središnjih oznaka je u 2012. godini i iznosi 310,5 mcd/lx/m², dok je najveća prosječna retrorefleksija rubnih oznaka u 2014. godini i iznosi 300,0 mcd/lx/m².

20) Vukovarsko-srijemska županija

U Vukovarsko-srijemskoj županiji provedeno je ukupno 98 mjerenja inicijalne retrorefleksije središnjih i rubnih linija na 9 državnih cesta u periodu od 2011. do 2019. godine. To su državne ceste DC2, DC46, DC55, DC57, DC214, DC518, DC519, DC520 i DC537 čije su prosječne vrijednosti obnovljenih središnjih i rubnih linija za svaku godinu prikazane u Tablici 24.

Tablica 24. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Vukovarsko-srijemske županije

Godina	Status	Materijal	RL središnjih linija (mcd/lx/m²)	RL rubnih linija (mcd/lx/m²)
2019.	obnovljena	boja	301,8	263,5
2018.	obnovljena	boja	332,0	283,5
2017.	obnovljena	boja	302,0	288,0
2016.	obnovljena	boja	270,5	243,8
2015.	obnovljena	boja	327,2	321,8
2014.	obnovljena	boja	287,0	246,5
2013.	obnovljena	boja	291,3	287,7
2012.	obnovljena	boja	302,3	272,8
2011.	obnovljena	boja	273,0	212,8
Prosječna RL svih godina			298,6	268,9

Iz tablice se može vidjeti da prosjek retrorefleksije središnjih linija svih godina Vukovarsko-srijemske županije iznosi 298,6 mcd/lx/m² i malo je veći od prosjeka retrorefleksije rubnih linija koji iznosi 268,9 mcd/lx/m². Minimalnu vrijednost noćne vidljivosti obnovljenih oznaka od 200 mcd/lx/m² zadovoljavaju sve godine i za središnje i rubne oznake. Vidljivo je kako je prosječna retrorefleksija središnjih i rubnih linija svake godine dosta dobra i ne oscilira previše, osim 2012. kada je nešto niža za rubne linije. Najveća prosječna retrorefleksija središnjih oznaka je u 2018. godini i iznosi 332,0 mcd/lx/m², dok je najveća prosječna retrorefleksija rubnih oznaka u 2015. godini i iznosi 321,8 mcd/lx/m².

6.2 Analiza pada retrorefleksije nakon zime

Za razliku od prethodnog poglavlja, gdje se analizirala prosječna kvaliteta retrorefleksije isključivo obnovljenih oznaka, u ovom poglavlju će se analizirati razlika prosječne retrorefleksije između obnovljenih i postojećih oznaka. Kao što je već spomenuto, prosječne vrijednosti retrorefleksije postojećih oznaka mjerile su se nakon zimskih razdoblja kada se očekivao najveći pad retroreflektivnih vrijednosti, kako bi se one koje ne zadovoljavaju propisane uvjete mogle obnoviti na vrijeme odnosno prije iduće zime. Analiza pada retrorefleksije nakon zime provodi se kako bi se moglo vidjeti kako zimski uvjeti utječu na pad retrorefleksije na način da se uspoređuju isti parovi cesta, odnosno ista dionica ceste, ista vrsta linije i isti materijal od kojeg je izrađena oznaka prije i poslije zimskog razdoblja.

Pad retrorefleksije pojedine dionice izračunat je tako da je od prosječne vrijednosti postojeće retrorefleksije, odnosno retrorefleksije nakon nekog vremena oduzeta obnovljena vrijednost retrorefleksije, odnosno inicijalna retrorefleksija oznake. Izračunate vrijednosti pada retrorefleksije su podijeljene s brojem dana između pojedinih mjerenja postojećih i obnovljenih oznaka kako bi se dobio pad retroreflektivnih vrijednosti po danu. Analiza pada retrorefleksije nakon zime se provodila za svaku županiju zasebno i tako se grupirala u tablice. Na kraju svake tablice je izračunat prosjek pada retrorefleksije svake županije svih godina do sada koji će u završnoj analizi služiti za usporedbu pada retrorefleksije svih županija u RH. S obzirom na to da Zavod za prometnu signalizaciju nije svake godine mjerio postojeću retrorefleksiju i da mjerenja obnovljenih linija ima puno više od mjerenja postojećih, u analizi su korišteni samo oni parovi cesta koji su bili dostupni. Također, sve oznake analizirane u ovom poglavlju su izrađene od boje te je maksimalna starost mjerenja između obnovljenih i postojećih oznaka (kako bi se dobro pokazao pad kvalitete retroreflektirajućih materijala nakon zime) 365 dana.

1) Dubrovačko-neretvanska županija

Iz tablice 25. se može primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Dubrovačko-neretvanske županije iznosi -52,7 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 20,58 % u prosječnom razdoblju od 327 dana ili pad od -0,17 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC8 i iznosi -154,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 47,09 % u periodu od 281 dan. Navedena linija imala je i gotovo tri puta veći pad retrorefleksije po danu (-0,55) u odnosu na prosjek (-0,17). Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2018. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC9, a iznosi svega -21,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 8,79 % u periodu od 341 dan. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,06 mcd/lx/m² što je više nego tri puta manje od prosjeka (-0,17) županije.

Tablica 25. Pad retrorefleksije nakon zime u Dubrovačko-neretvanskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC8	SR	4.7.2012.	327,0	11.4.2013.	173,0	281	-154,0	-0,55	47,09 %
DC8	RL	25.5.2012.	220,0	11.4.2013.	190,0	321	-30,0	-0,09	13,64 %
DC8	RD	25.5.2012.	239,0	11.4.2013.	197,0	321	-42,0	-0,13	17,57 %
DC8	RL	14.10.2017.	202,0	20.9.2018.	162,0	341	-40,0	-0,12	19,80 %
DC8	RD	14.10.2017.	228,0	20.9.2018.	181,0	341	-47,0	-0,14	20,61 %
DC9	RL	14.10.2017.	239,0	20.9.2018.	218,0	341	-21,0	-0,06	8,79 %
DC9	RD	14.10.2017.	211,0	20.9.2018.	176,0	341	-35,0	-0,10	16,59 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-52,7	-0,17	20,58 %

2) *Splitsko-dalmatinska županija*

Iz tablice 26. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Splitsko-dalmatinske županije iznosi -81,5 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 32,34 % u prosječnom razdoblju od 241 dan ili pad od -0,38 mcd/lx/m² po danu.

Iako su najveća razlika i najveći apsolutni pad retrorefleksije izmjereni 2012. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC56 i iznose -128,0 mcd/lx/m² odnosno 54,01 %, najveći pad retrorefleksije po danu je izmjeren 2011. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC1 kao i 2013. godine na središnjoj liniji dionici ceste DC8 i iznosi -0,59 mcd/lx/m². Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2014. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC1 i iznosi -21,0 mcd/lx/m², međutim iz tablice se može primijetiti da je najveći pad retrorefleksije po danu ostvarila središnja linija dionice ceste DC8 2017. godine te iznosi -0,07 mcd/lx/m² što je oko pet puta manje od prosjeka (-0,38) županije. Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od samo 12,38 % u prosječnom razdoblju od 363 dana.

Tablica 26. Pad retrorefleksije nakon zime u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC1	SR	19.7.2011.	319,0	2.12.2011.	239,0	136	-80,0	-0,59	25,08 %
DC1	SR	27.9.2012.	233,0	12.4.2013.	120,0	197	-113,0	-0,57	48,50 %
DC1	SR	29.8.2013.	153,0	2.4.2014.	132,0	216	-21,0	-0,10	13,73 %
DC1	SR	17.10.2016.	312,0	15.10.2017.	188,0	363	-124,0	-0,34	39,74 %
DC8	SR	27.9.2012.	270,0	10.4.2013.	154,0	195	-116,0	-0,59	42,96 %
DC8	SR	29.8.2013.	197,0	2.4.2014.	153,0	216	-44,0	-0,20	22,34 %
DC8	SR	17.10.2016.	210,0	15.10.2017.	184,0	363	-26,0	-0,07	12,38 %
DC56	SR	19.7.2011.	237,0	15.3.2012.	109,0	240	-128,0	-0,53	54,01 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-81,5	-0,38	32,34 %

3) Šibensko-kninska županija

Iz tablice 27. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Šibensko-kninske županije iznosi -71,1 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 22,87 % u prosječnom razdoblju od 255 dana ili pad od -0,28 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC1 i iznosi -129,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 37,83 % u periodu od 282 dana. Navedena linija imala je i gotovo dvostruko veći pad retrorefleksije po danu (-0,46) u odnosu na prosjek (-0,28). Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC8, a iznosi svega -13,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 5,31% u periodu od 281 dan. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,05 mcd/lx/m² što je više od pet puta manje nego prosjek (-0,28) županije.

Tablica 27. Pad retrorefleksije nakon zime u Šibensko-kninskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC1	SR	4.7.2011.	322,0	16.3.2012.	255,0	256	-67,0	-0,26	20,81 %
DC1	SR	4.7.2012.	341,0	12.4.2013.	212,0	282	-129,0	-0,46	37,83 %
DC1	SR	29.8.2013.	264,0	2.4.2014.	167,0	216	-97,0	-0,45	36,74 %
DC8	SR	4.7.2012.	327,0	10.4.2013.	218,0	280	-109,0	-0,39	33,33 %
DC8	RL	4.7.2012.	245,0	11.4.2013.	232,0	281	-13,0	-0,05	5,31 %
DC8	SR	29.8.2013.	311,0	2.4.2014.	291,0	216	-20,0	-0,09	6,43 %
DC27	SR	4.7.2011.	341,0	16.3.2012.	294,0	256	-47,0	-0,18	13,78 %
DC33	SR	4.7.2011.	282,0	16.3.2012.	227,0	256	-55,0	-0,21	19,50 %
DC58	SR	4.7.2011.	321,0	16.3.2012.	218,0	256	-103,0	-0,40	32,09 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-71,1	-0,28	22,87 %

4) Zadarska županija

Iz tablice 28. se može primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Zadarske županije iznosi -69,6 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 26,98 % u prosječnom razdoblju od 264 dana ili pad od -0,27 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2018. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC27 i iznosi -149,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 45,15 % u periodu od 330 dana. Navedena linija imala je više od dvostruko veći pad retrorefleksije po danu (-0,64) u odnosu na prosjek (-0,27). Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2012. godine na rubnoj lijevoj voznoj liniji dionice ceste DC424, a iznosi svega -26,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 12,15 % u periodu od 295 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,09 mcd/lx/m² što je tri puta manje od prosjeka (-0,27) županije.

Tablica 28. Pad retrorefleksije nakon zime u Zadarskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC1	SR	4.7.2012.	178,0	12.4.2013.	106,0	282	-72,0	-0,26	40,45 %
DC8	RD	16.6.2011.	214,0	23.3.2012.	182,0	281	-32,0	-0,11	14,95 %
DC8	SR	18.7.2011.	230,0	27.3.2012.	163,0	253	-67,0	-0,26	29,13 %
DC27	RL	2.10.2017.	330,0	22.5.2018.	181,0	232	-149,0	-0,64	45,15 %
DC27	RD	2.10.2017.	318,0	22.5.2018.	175,0	232	-143,0	-0,62	44,97 %
DC54	RD	2.10.2017.	321,0	22.5.2018.	268,0	232	-53,0	-0,23	16,51 %
DC54	RL	2.10.2017.	330,0	22.5.2018.	265,0	232	-65,0	-0,28	19,70 %
DC106	RD	2.10.2017.	379,0	22.5.2018.	321,0	232	-58,0	-0,25	15,30 %
DC106	RL	2.10.2017.	383,0	22.5.2018.	302,0	232	-81,0	-0,35	21,15 %
DC306	SR	2.6.2011.	238,0	27.3.2012.	134,0	299	-104,0	-0,35	43,70 %
DC424	RLV	2.6.2011.	214,0	23.3.2012.	188,0	295	-26,0	-0,09	12,15 %
DC424	RDV	2.6.2011.	205,0	23.3.2012.	170,0	295	-35,0	-0,12	17,07 %
DC424	RLP	2.6.2011.	197,0	27.3.2012.	140,0	299	-57,0	-0,19	28,93 %

DC424	RDP	2.6.2011.	200,0	27.3.2012.	141,0	299	-59,0	-0,20	29,50 %
DC424	SL	2.6.2011.	214,0	27.3.2012.	164,0	299	-50,0	-0,17	23,36 %
DC424	SD	2.6.2011.	173,0	27.3.2012.	131,0	299	-42,0	-0,14	24,28 %
DC503	RL	2.10.2017.	269,0	22.5.2018.	187,0	232	-82,0	-0,35	30,48 %
DC503	RD	2.10.2017.	270,0	22.5.2018.	192,0	232	-78,0	-0,34	28,89 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-69,6	-0,27	26,98 %

5) Ličko-senjska županija

Iz tablice 29. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Ličko-senjske županije iznosi -176,3 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 56,79 % u prosječnom razdoblju od 259 dana ili pad od -0,69 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC1 i iznosi -299,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 80,59 % u periodu od 217 dana. Navedena linija imala je i dvostruko veći pad retrorefleksije po danu (-1,38) u odnosu na prosjek (-0,69). Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2014. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC8, a iznosi -58,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 16,52 % u periodu od 211 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,27 mcd/lx/m² što je dva i pol puta manje od prosjeka (-0,69) županije.

Tablica 29. Pad retrorefleksije nakon zime u Ličko-senjskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC1	RL	27.7.2012.	390,0	19.4.2013.	190,0	266	-200,0	-0,75	51,28 %
DC1	RD	27.7.2012.	351,0	19.4.2013.	195,0	266	-156,0	-0,59	44,44 %
DC1	SR	7.9.2012.	371,0	12.4.2013.	72,0	217	-299,0	-1,38	80,59 %
DC1	SR	10.7.2013.	354,0	2.4.2014.	77,0	266	-277,0	-1,04	78,25 %
DC8	SR	5.9.2013.	351,0	4.4.2014.	293,0	211	-58,0	-0,27	16,52 %
DC25	SR	19.6.2013.	261,0	4.4.2014.	98,0	289	-163,0	-0,56	62,45 %

DC50	SR	7.9.2012.	171,0	5.6.2013.	78,0	271	-93,0	-0,34	54,39 %
DC52	SR	19.6.2013.	247,0	4.4.2014.	83,0	289	-164,0	-0,57	66,40 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-176,3	-0,69	56,79 %

6) Primorsko-goranska županija

Iz tablice 30. se može primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Primorsko-goranske županije iznosi -97,1 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 38,38 % u prosječnom razdoblju od 272 dana ili pad od -0,36 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC3 i iznosi -204,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 86,44 % u periodu od 280 dana. Navedena linija imala je i dvostruko veći pad retrorefleksije po danu (-0,73) u odnosu na prosjek (-0,36). Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na rubnoj desnoj liniji dionice ceste DC8, a iznosi -45,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 14,61 % u periodu od 272 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,17 mcd/lx/m² što je dva puta manje od prosjeka (-0,36) županije.

Tablica 30. Pad retrorefleksije nakon zime u Primorsko-goranskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC3	SR	23.7.2012.	236,0	29.4.2013.	32,0	280	-204,0	-0,73	86,44 %
DC3	SR	8.7.2013.	230,0	18.3.2014.	75,0	253	-155,0	-0,61	67,39 %
DC8	SR	26.7.2012.	282,0	25.4.2013.	188,0	273	-94,0	-0,34	33,33 %
DC8	RL	26.7.2012.	299,0	24.4.2013.	226,0	272	-73,0	-0,27	24,41 %
DC8	RD	26.7.2012.	308,0	24.4.2013.	263,0	272	-45,0	-0,17	14,61 %
DC8	SR	8.7.2013.	334,0	4.4.2014.	286,0	270	-48,0	-0,18	14,37 %
DC102	SR	26.7.2012.	242,0	29.4.2013.	146,0	277	-96,0	-0,35	39,67 %
DC104	SR	26.7.2012.	231,0	29.4.2013.	169,0	277	-62,0	-0,22	26,84 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-97,1	-0,36	38,38 %

7) Istarska županija

Iz tablice 31. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Istarske županije iznosi -84,3 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 26,91 % u prosječnom razdoblju od 256 dana ili pad od -0,35 mcd/lx/m² po danu.

Iako su najveća razlika i najveći apsolutni pad retrorefleksije izmjereni 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC48 i iznose -135,0 mcd/lx/m² odnosno 44,26 %, najveći pad retrorefleksije po danu je izmjeren 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC64 i iznosi -0,53 mcd/lx/m². Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2012. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC303, a iznosi svega -28,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 8,83 % u periodu od 346 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,08 mcd/lx/m² što je više nego četiri puta manje od prosjeka (-0,35) županije.

Tablica 31. Pad retrorefleksije nakon zime u Istarskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC44	SR	11.9.2012.	324,0	12.6.2013.	244,0	274	-80,0	-0,29	24,69%
DC44	SR	19.9.2013.	235,0	18.3.2014.	207,0	180	-28,0	-0,16	11,91%
DC48	SR	21.9.2012.	305,0	12.6.2013.	170,0	264	-135,0	-0,51	44,26%
DC48	SR	19.9.2013.	246,0	18.3.2014.	215,0	180	-31,0	-0,17	12,60%
DC64	RL	21.9.2012.	344,0	12.6.2013.	276,0	264	-68,0	-0,26	19,77%
DC64	RD	21.9.2012.	350,0	12.6.2013.	224,0	264	-126,0	-0,48	36,00%
DC64	SR	21.9.2012.	331,0	12.6.2013.	190,0	264	-141,0	-0,53	42,60%
DC64	SR	19.9.2013.	277,0	18.3.2014.	212,0	180	-65,0	-0,36	23,47%
DC66	RD	17.9.2012.	278,0	6.6.2013.	204,0	262	-74,0	-0,28	26,62%
DC66	RL	17.9.2012.	275,0	6.6.2013.	225,0	262	-50,0	-0,19	18,18%
DC66	SR	5.7.2013.	317,0	18.3.2014.	289,0	256	-28,0	-0,11	8,83%
DC200	SR	19.9.2013.	245,0	18.3.2014.	194,0	180	-51,0	-0,28	20,82%

DC201	RL	17.9.2012.	377,0	6.6.2013.	324,0	262	-53,0	-0,20	14,06 %
DC201	RD	17.9.2012.	385,0	6.6.2013.	315,0	262	-70,0	-0,27	18,18 %
DC300	SR	19.9.2013.	233,0	18.3.2014.	191,0	180	-42,0	-0,23	18,03 %
DC303	RL	13.6.2011.	317,0	24.5.2012.	289,0	346	-28,0	-0,08	8,83 %
DC303	RD	13.6.2011.	274,0	24.5.2012.	206,0	346	-68,0	-0,20	24,82 %
DC303	SR	13.6.2011.	402,0	24.5.2012.	309,0	346	-93,0	-0,27	23,13 %
DC500	RL	21.9.2012.	318,0	12.6.2013.	194,0	264	-124,0	-0,47	38,99 %
DC500	RD	21.9.2012.	341,0	12.6.2013.	219,0	264	-122,0	-0,46	35,78 %
DC500	SR	11.9.2012.	250,0	12.6.2013.	172,0	274	-78,0	-0,28	31,20 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-84,3	-0,35	26,91 %

8) *Karlovačka županija*

Iz tablice 32. se može vidjeti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Karlovačke županije iznosi -162,3 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 43,38 % u prosječnom razdoblju od 289 dana ili pad od -0,56 mcd/lx/m² po danu.

Iako su najveća razlika i najveći apsolutni pad retrorefleksije izmjereni 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC6 i iznose -303,0 mcd/lx/m² odnosno 76,90 %, najveći pad retrorefleksije po danu je izmjeren 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC1 i iznosi -1,10 mcd/lx/m². Navedeni pad retrorefleksije je čak dvostruko veći od u odnosu na već visoki prosjek (-0,56) županije. Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC3 i iznosi -84,0 mcd/lx/m², međutim iz tablice se može primijetiti da su najveći pad retrorefleksije po danu ostvarile rubna lijeva i desna linija dionice ceste DC3 2017. godine koji iznosi -0,28 mcd/lx/m² što je oko dva puta manje od prosjeka (-0,56) županije. Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 28,85 % za rubnu lijevu, odnosno 27,97 % za rubnu desnu liniju u prosječnom razdoblju od 309 dana.

Tablica 32. Pad retrorefleksije nakon zime u Karlovačkoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC1	SR	23.7.2012.	479,0	10.4.2013.	192,0	261	-287,0	-1,10	59,92 %
DC1	SR	10.7.2013.	469,0	2.4.2014.	245,0	266	-224,0	-0,84	47,76 %
DC1	RL	19.7.2017.	421,0	24.5.2018.	254,0	309	-167,0	-0,54	39,67 %
DC1	RD	19.7.2017.	432,0	24.5.2018.	244,0	309	-188,0	-0,61	43,52 %
DC3	SR	15.7.2011.	287,0	6.6.2012.	105,0	327	-182,0	-0,56	63,41 %
DC3	SR	23.7.2012.	268,0	29.4.2013.	130,0	280	-138,0	-0,49	51,49 %
DC3	RD	18.8.2012.	329,0	24.4.2013.	233,0	249	-96,0	-0,39	29,18 %
DC3	RL	18.8.2012.	299,0	25.4.2013.	215,0	250	-84,0	-0,34	28,09 %
DC3	SR	8.7.2013.	411,0	18.3.2014.	224,0	253	-187,0	-0,74	45,50 %
DC3	RL	23.7.2015.	387,0	1.6.2016.	246,0	314	-141,0	-0,45	36,43 %
DC3	RD	23.7.2015.	354,0	1.6.2016.	247,0	314	-107,0	-0,34	30,23 %
DC3	RL	19.7.2017.	305,0	24.5.2018.	217,0	309	-88,0	-0,28	28,85 %
DC3	RD	19.7.2017.	311,0	24.5.2018.	224,0	309	-87,0	-0,28	27,97 %
DC6	SR	24.7.2012.	394,0	14.6.2013.	91,0	325	-303,0	-0,93	76,90 %
DC23	RL	29.8.2015.	364,0	1.6.2016.	212,0	277	-152,0	-0,55	41,76 %
DC23	RD	29.8.2015.	382,0	1.6.2016.	216,0	277	-166,0	-0,60	43,46 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-162,3	-0,56	43,38 %

9) Sisačko-moslavačka županija

Iz tablice 33. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Sisačko-moslavačke županije iznosi -106,2 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 41,33 % u prosječnom razdoblju od 261 dana ili pad od -0,41 mcd/lx/m² po danu.

Iako je najveća razlika retrorefleksije izmjerena 2016. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC6 i iznosi -188,0 mcd/lx/m², najveći pad retrorefleksije po danu je izmjeren 2016. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC47 i iznosi -0,77 mcd/lx/m². Navedeni pad retrorefleksije je skoro dvostruko veći od u odnosu na prosjek (-0,41) županije. Najveći apsolutni pad retrorefleksije izmjeren je 2018. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC47 i iznosi 58,14 %. Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2012. godine na rubnoj desnoj liniji dionice ceste DC30, a iznosi svega -34,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 13,49 % u periodu od 294 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,12 mcd/lx/m² što je skoro četiri puta manje od prosjeka (-0,41) županije.

Tablica 33. Pad retrorefleksije nakon zime u Sisačko-moslavačkoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC6	SR	22.8.2013.	253,0	18.4.2014.	141,0	239	-112,0	-0,47	44,27 %
DC6	SR	21.8.2015.	336,0	24.5.2016.	148,0	277	-188,0	-0,68	55,95 %
DC6	SR	22.9.2017.	225,0	16.5.2018.	119,0	236	-106,0	-0,45	47,11 %
DC30	SR	15.7.2011.	296,0	4.5.2012.	176,0	294	-120,0	-0,41	40,54 %
DC30	RL	15.7.2011.	249,0	4.5.2012.	208,0	294	-41,0	-0,14	16,47 %
DC30	RD	15.7.2011.	252,0	4.5.2012.	218,0	294	-34,0	-0,12	13,49 %
DC30	SR	21.8.2015.	261,0	24.5.2016.	116,0	277	-145,0	-0,52	55,56 %
DC30	SR	22.9.2017.	213,0	16.5.2018.	153,0	236	-60,0	-0,25	28,17 %
DC31	SR	22.8.2013.	187,0	18.4.2014.	88,0	239	-99,0	-0,41	52,94 %
DC31	SR	21.8.2015.	294,0	2.6.2016.	158,0	286	-136,0	-0,48	46,26 %
DC36	RL	15.7.2011.	268,0	4.5.2012.	203,0	294	-65,0	-0,22	24,25 %
DC36	RD	15.7.2011.	305,0	4.5.2012.	205,0	294	-100,0	-0,34	32,79 %
DC36	SR	15.7.2011.	277,0	4.5.2012.	168,0	294	-109,0	-0,37	39,35 %
DC36	SR	21.8.2015.	239,0	24.5.2016.	137,0	277	-102,0	-0,37	42,68 %
DC37	SR	22.9.2017.	199,0	16.5.2018.	95,0	236	-104,0	-0,44	52,26 %
DC45	SR	26.9.2013.	267,0	18.4.2014.	186,0	204	-81,0	-0,40	30,34 %
DC47	SR	22.8.2013.	231,0	18.4.2014.	117,0	239	-114,0	-0,48	49,35 %

DC47	SR	6.10.2015.	320,0	24.5.2016.	143,0	231	-177,0	-0,77	55,31 %
DC47	SR	22.9.2017.	215,0	16.5.2018.	90,0	236	-125,0	-0,53	58,14 %
DC224	SR	22.9.2017.	202,0	16.5.2018.	97,0	236	-105,0	-0,44	51,98 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-106,2	-0,41	41,33 %

10) Zagrebačka županija i Grad Zagreb

U navedenim županijama je dostupno samo dva para istih cesta za analizu retrorefleksije nakon zime, pa Grad Zagreb i Zagrebačku županiju ne možemo smatrati dobrim uzorkom za navedeno istraživanje. Ove županije imaju značajno više oznaka izvedenih plastikom (ukupno nešto više od 39 %) u odnosu na ostale županije gdje je boja apsolutno prevladavajući materijal. To smanjuje mogućnost pronalaska idealnih parova budući da su u istraživanju pada retrorefleksije nakon zime dostupni isključivo parovi cesta izvedenih od boje. Također zbog ograničenog intervala mjerenja (maksimalno do 365 dana između mjerenja obnovljenih i postojećih oznaka), razlog malom broju oznaka koje su konačno ušle u analizu je činjenica kako je u tom periodu kod nekih oznaka izmjerena inicijalna retrorefleksija ali nije i retrorefleksija nakon nekog vremena i obrnuto.

Iz tablice 34. se može primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Zagrebačke županije i Grada Zagreba iznosi -125,5 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 41,64 % u prosječnom razdoblju od 228 dana ili pad od -0,57 mcd/lx/m² po danu.

Tablica 34. Pad retrorefleksije nakon zime u Zagrebačkoj županiji i Gradu Zagrebu

Cesta	Linija	Datum mjerenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC3	SR	27.8.2013.	302,0	6.5.2014.	197,0	252	-105,0	-0,42	34,77 %
DC31	SR	26.9.2013.	301,0	18.4.2014.	155,0	204	-146,0	-0,72	48,50 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-125,5	-0,57	41,64 %

11) Krapinsko-zagorska županija

Kao i kod Zagreba i Zagrebačke županije Krapinsko-zagorsku županiju ne možemo smatrati dobrim uzorkom za navedeno istraživanje jer je dostupan samo jedan par cesta za analizu retrorefleksije nakon zime. Iako na području ove županije nema toliko plastičnih materijala kao u Gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji, s gotovo 13 % (hladne plastike i termoplastike zajedno) i dalje ima značajno više u odnosu na druge županije. Najbitniji razlog malom broju oznaka koje su konačno ušle u analizu je činjenica kako je u periodu do godine dana kod nekih oznaka izmjerena inicijalna retrorefleksija ali nije i retrorefleksija nakon nekog vremena i obrnuto.

S obzirom na to da postoji samo jedan par za navedenu županiju koji je prikazan u Tablici 35. uzeto je da je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama krapinsko-zagorske županije $-84,0 \text{ mcd/lx/m}^2$. Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 23,46 % u prosječnom razdoblju od 274 dana ili pad od $-0,31 \text{ mcd/lx/m}^2$ po danu.

Tablica 35. Pad retrorefleksije nakon zime u Krapinsko-zagorskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m^2)	Datum mjerenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m^2)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m^2)	Pad RL po danu (mcd/lx/m^2)	Apsolutni pad RL (%)
DC207	SR	18.8.2015.	358,0	18.5.2016.	184,0	274	-84,0	-0,31	23,46 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-84,0	-0,31	23,46 %

12) Varaždinska županija

Iz tablice 36. se može primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Varaždinske županije iznosi $-73,9 \text{ mcd/lx/m}^2$. Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 30,98 % u prosječnom razdoblju od 225 dana ili pad od $-0,32 \text{ mcd/lx/m}^2$ po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC3 i iznosi $-126,0 \text{ mcd/lx/m}^2$ što predstavlja pad retrorefleksije od čak 51,43 % u periodu od 267 dana. Navedena linija nema pretjerano veći pad retrorefleksije po danu ($-0,47$) u odnosu

na prosjek (-0,32). Iako su najmanja razlika i najmanji apsolutni pad retrorefleksije izmjereni 2016. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC3 i iznose -39,0 mcd/lx/m² odnosno 16,18 %, najmanji pad retrorefleksije po danu je izmjeren 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC2 i iznosi -0,17 mcd/lx/m² što je skoro dvostruko manje od prosjeka (-0,32) županije.

Tablica 36. Pad retrorefleksije nakon zime u Varaždinskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC2	SR	21.8.2012.	211,0	15.5.2013.	166,0	267	-45,0	-0,17	21,33 %
DC2	SR	23.8.2013.	259,0	5.5.2014.	151,0	255	-108,0	-0,42	41,70 %
DC2	RL	19.11.2015.	226,0	1.6.2016.	162,0	195	-64,0	-0,33	28,32 %
DC2	RD	19.11.2015.	236,0	1.6.2016.	174,0	195	-62,0	-0,32	26,27 %
DC3	SR	21.8.2012.	245,0	15.5.2013.	119,0	267	-126,0	-0,47	51,43 %
DC3	SR	27.8.2013.	227,0	6.5.2014.	137,0	252	-90,0	-0,36	39,65 %
DC3	RL	19.11.2015.	241,0	23.5.2016.	202,0	186	-39,0	-0,21	16,18 %
DC3	RD	19.11.2015.	248,0	23.5.2016.	191,0	186	-57,0	-0,31	22,98 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-73,9	-0,32	30,98 %

13) Međimurska županija

Iz tablice 37. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Međimurske županije iznosi -117,3 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 51,19 % u prosječnom razdoblju od 219 dana ili pad od -0,53 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2014. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC20 i iznosi -158,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 68,10 % u periodu od 252 dana. Navedena linija imala je malo veći pad retrorefleksije po danu (-0,63) u odnosu na prosjek (-0,53). Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2016. godine na rubnoj desnoj liniji dionice ceste DC3, a iznosi -85,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 38,64 % u periodu od 186 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,46 mcd/lx/m² što je samo malo manje od prosjeka (-0,53) županije.

Tablica 37. Pad retrorefleksije nakon zime u Međimurskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC3	SR	27.8.2013.	237,0	6.5.2014.	98,0	252	-139,0	-0,55	58,65 %
DC3	RL	19.11.2015.	221,0	23.5.2016.	134,0	186	-87,0	-0,47	39,37 %
DC3	RD	19.11.2015.	220,0	23.5.2016.	135,0	186	-85,0	-0,46	38,64 %
DC20	SR	27.8.2013.	232,0	6.5.2014.	74,0	252	-158,0	-0,63	68,10 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-117,3	-0,53	51,19 %

14) Koprivničko-križevačka županija

Iz tablice 38. može se primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Koprivničko-križevačke županije iznosi -117,8 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 53,10 % u prosječnom razdoblju od 242 dana ili pad od -0,47 mcd/lx/m² po danu.

Iako je najveća razlika retrorefleksije izmjerena 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC210 i iznosi -174,0 mcd/lx/m², najveći pad retrorefleksije po danu je izmjeren 2014. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC41 i iznosi -0,67 mcd/lx/m². Navedeni pad retrorefleksije nije puno veći u odnosu na prosjek (-0,47) županije. Najveći apsolutni pad retrorefleksije izmjeren je 2014. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC28 i iznosi 78,54 %. Iako su najmanja razlika i najmanji apsolutni pad retrorefleksije izmjereni 2016. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC41 i iznose -52,0 mcd/lx/m² odnosno 22,81 %, najmanji pad retrorefleksije po danu je izmjeren 2018. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC28 i iznosi -0,23 mcd/lx/m² što je dvostruko manje od prosjeka (-0,47) županije.

Tablica 38. Pad retrorefleksije nakon zime u Koprivničko-križevačkoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC2	SR	20.8.2012.	209,0	15.5.2013.	127,0	268	-82,0	-0,31	39,23 %
DC2	SR	23.8.2013.	243,0	5.5.2014.	114,0	255	-129,0	-0,51	53,09 %
DC2	RL	19.11.2015.	223,0	1.6.2016.	126,0	195	-97,0	-0,50	43,50 %
DC2	RD	19.11.2015.	214,0	1.6.2016.	136,0	195	-78,0	-0,40	36,45 %
DC20	SR	27.8.2013.	205,0	6.5.2014.	44,0	252	-161,0	-0,64	78,54 %
DC28	SR	25.7.2017.	215,0	25.4.2018.	151,0	274	-64,0	-0,23	29,77 %
DC41	SR	20.8.2012.	214,0	14.6.2013.	55,0	298	-159,0	-0,53	74,30 %
DC41	SR	23.8.2013.	246,0	6.5.2014.	74,0	256	-172,0	-0,67	69,92 %
DC41	RL	19.11.2015.	228,0	23.5.2016.	176,0	186	-52,0	-0,28	22,81 %
DC41	RD	19.11.2015.	234,0	23.5.2016.	180,0	186	-54,0	-0,29	23,08 %
DC210	SR	20.8.2012.	258,0	14.6.2013.	84,0	298	-174,0	-0,58	67,44 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-117,8	-0,47	53,10 %

15) Bjelovarsko-bilogorska županija

Iz tablice 39. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Bjelovarsko-bilogorske županije iznosi -92,1 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 33,77 % u prosječnom razdoblju od 230 dana ili pad od -0,40 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2016. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC28 i iznosi -203,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od 51,92 % u periodu od 224 dana. Navedena linija imala je više od dvostruko veći pad retrorefleksije po danu (-0,91) u odnosu na prosjek (-0,40). Najveći apsolutni pad retrorefleksije izmjeren je 2015. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC48 i iznosi 57,19 %. Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2015. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC28 i iznosi -51,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 22,97 % u periodu od 313 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,16 mcd/lx/m² što je dva i pol puta manje od prosjeka (-0,40) županije.

Tablica 39. Pad retrorefleksije nakon zime u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC5	SR	23.8.2013.	303,0	23.5.2014.	203,0	273	-100,0	-0,37	33,00 %
DC5	SR	5.10.2015.	272,0	16.5.2016.	178,0	224	-94,0	-0,42	34,56 %
DC5	RL	9.11.2015.	243,0	9.5.2016.	154,0	182	-89,0	-0,49	36,63 %
DC5	RD	9.11.2015.	259,0	9.5.2016.	175,0	182	-84,0	-0,46	32,43 %
DC5	SR	24.11.2017.	250,0	25.4.2018.	196,0	152	-54,0	-0,36	21,60 %
DC28	SR	23.8.2013.	318,0	6.5.2014.	174,0	256	-144,0	-0,56	45,28 %
DC28	SR	26.8.2014.	277,0	21.7.2015.	156,0	329	-121,0	-0,37	43,68 %
DC28	RL	18.9.2014.	222,0	28.7.2015.	171,0	313	-51,0	-0,16	22,97 %
DC28	RD	18.9.2014.	224,0	28.7.2015.	170,0	313	-54,0	-0,17	24,11 %
DC28	SR	5.10.2015.	391,0	16.5.2016.	188,0	224	-203,0	-0,91	51,92 %
DC28	RL	9.11.2015.	279,0	9.5.2016.	165,0	182	-114,0	-0,63	40,86 %
DC28	RD	9.11.2015.	295,0	9.5.2016.	154,0	182	-141,0	-0,77	47,80 %
DC28	SR	24.11.2017.	214,0	25.4.2018.	157,0	152	-57,0	-0,38	26,64 %
DC43	SR	18.9.2014.	266,0	21.7.2015.	119,0	306	-147,0	-0,48	55,26 %
DC43	SR	5.10.2015.	358,0	16.5.2016.	166,0	224	-192,0	-0,86	53,63 %
DC43	RL	9.11.2015.	261,0	9.5.2016.	190,0	182	-71,0	-0,39	27,20 %
DC43	RD	9.11.2015.	288,0	9.5.2016.	149,0	182	-139,0	-0,76	48,26 %
DC43	RL	13.9.2017.	262,0	2.5.2018.	198,0	231	-64,0	-0,28	24,43 %
DC43	RD	13.9.2017.	275,0	2.5.2018.	170,0	231	-105,0	-0,45	38,18 %
DC48	SR	23.8.2013.	247,0	6.5.2014.	140,0	256	-107,0	-0,42	43,32 %
DC48	SR	5.10.2015.	320,0	16.5.2016.	137,0	224	-183,0	-0,82	57,19 %
DC48	RL	9.11.2015.	227,0	9.5.2016.	152,0	182	-75,0	-0,41	33,04 %
DC48	RD	9.11.2015.	275,0	9.5.2016.	168,0	182	-107,0	-0,59	38,91 %
DC48	SR	27.7.2017.	367,0	25.4.2018.	189,0	272	-178,0	-0,65	48,50 %
DC48	RL	28.7.2017.	361,0	2.5.2018.	239,0	278	-122,0	-0,44	33,80 %

DC48	RD	28.7.2017.	337,0	2.5.2018.	222,0	278	-115,0	-0,41	34,12 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-92,1	-0,40	33,77 %

16) Virovitičko-podravska županija

Iz tablice 40. može se primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Virovitičko-podravske županije iznosi -132,1 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 42,85 % u prosječnom razdoblju od 250 dana ili pad od -0,49 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2012. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC2 i iznosi -207,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 62,16 % u periodu od 293 dana. Navedena linija nije imala značajno veći pad retrorefleksije po danu (-0,71) u odnosu na prosjek (-0,49). Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2018. godine na rubnoj desnoj liniji dionice ceste DC5, a iznosi svega -31,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 13,14 % u periodu od 231 dan. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,13 mcd/lx/m² što je skoro četiri puta manje od prosjeka (-0,49) županije.

Tablica 40. Pad retrorefleksije nakon zime u Virovitičko-podravskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC2	SR	21.7.2011.	333,0	9.5.2012.	126,0	293	-207,0	-0,71	62,16 %
DC2	RL	21.7.2011.	349,0	9.5.2012.	224,0	293	-125,0	-0,43	35,82 %
DC2	SR	20.8.2012.	269,0	15.5.2013.	142,0	268	-127,0	-0,47	47,21 %
DC2	RL	30.8.2012.	318,0	2.5.2013.	194,0	245	-124,0	-0,51	38,99 %
DC2	RD	30.8.2012.	313,0	2.5.2013.	194,0	245	-119,0	-0,49	38,02 %
DC2	SR	23.8.2013.	306,0	5.5.2014.	173,0	255	-133,0	-0,52	43,46 %
DC2	SR	21.7.2015.	266,0	16.5.2016.	182,0	300	-84,0	-0,28	31,58 %
DC2	RL	27.8.2015.	303,0	9.5.2016.	165,0	256	-138,0	-0,54	45,54 %
DC2	RD	27.8.2015.	313,0	9.5.2016.	181,0	256	-132,0	-0,52	42,17 %
DC2	SR	27.7.2017.	341,0	25.4.2018.	197,0	272	-144,0	-0,53	42,23 %

DC2	RL	13.9.2017.	254,0	2.5.2018.	195,0	231	-59,0	-0,26	23,23 %
DC2	RD	13.9.2017.	251,0	2.5.2018.	205,0	231	-46,0	-0,20	18,33 %
DC5	SR	23.8.2013.	330,0	23.5.2014.	233,0	273	-97,0	-0,36	29,39 %
DC5	SR	21.7.2015.	298,0	16.5.2016.	157,0	300	-141,0	-0,47	47,32 %
DC5	RL	9.11.2015.	214,0	9.5.2016.	123,0	182	-91,0	-0,50	42,52 %
DC5	RD	9.11.2015.	227,0	9.5.2016.	153,0	182	-74,0	-0,41	32,60 %
DC5	RL	13.9.2017.	245,0	2.5.2018.	201,0	231	-44,0	-0,19	17,96 %
DC5	RD	13.9.2017.	236,0	2.5.2018.	205,0	231	-31,0	-0,13	13,14 %
DC34	SR	5.10.2015.	279,0	16.5.2016.	167,0	224	-112,0	-0,50	40,14 %
DC314	SR	27.7.2017.	386,0	25.4.2018.	216,0	272	-170,0	-0,63	44,04 %
DC314	RL	13.9.2017.	231,0	2.5.2018.	179,0	231	-52,0	-0,23	22,51 %
DC314	RD	13.9.2017.	247,0	2.5.2018.	207,0	231	-40,0	-0,17	16,19 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-132,1	-0,49	42,85 %

17) Požeško-slavonska županija

Iz tablice 41. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Požeško-slavonske županije iznosi -159,4 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 58,65 % u prosječnom razdoblju od 274 dana ili pad od -0,58 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2014. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC38 i iznosi -179,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 69,11 % u periodu od 252 dana. Navedena linija nije imala puno veći pad retrorefleksije po danu (-0,71) u odnosu na prosjek (-0,58). Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2016. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC525 i iznosi -141,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 56,40 % u periodu od 341 dan. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,50 mcd/lx/m² što je samo malo manje od prosjeka (-0,58) županije. Najmanji apsolutni pad retrorefleksije izmjeren je 2016. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC49 i iznosi 52,38 %.

Tablica 41. Pad retrorefleksije nakon zime u Požeško-slavonskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC5	SR	1.9.2015.	300,0	7.6.2016.	123,0	280	-177,0	-0,63	59,00 %
DC38	SR	13.9.2013.	259,0	23.5.2014.	80,0	252	-179,0	-0,71	69,11 %
DC38	SR	1.9.2015.	259,0	7.6.2016.	113,0	280	-146,0	-0,52	56,37 %
DC49	SR	1.9.2015.	294,0	7.6.2016.	140,0	280	-154,0	-0,55	52,38 %
DC525	SR	1.9.2015.	250,0	7.6.2016.	109,0	280	-141,0	-0,50	56,40 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-159,4	-0,58	58,65 %

18) Brodsko-posavska županija

Iz tablice 42. može se primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Brodsko-posavske županije iznosi -103,8 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 49,82 % u prosječnom razdoblju od 272 dana ili pad od -0,38 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2016. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC51 i iznosi -151,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od čak 55,51 % u periodu od 280 dana. Navedena linija nije imala puno veći pad retrorefleksije po danu (-0,54) u odnosu na prosjek (-0,38). Najveći apsolutni pad retrorefleksije izmjeren je 2016. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC7 i iznosi 65,15 %. Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2016. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC9, a iznosi svega -20,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 29,41 % u periodu od 280 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,07 mcd/lx/m² što je više nego pet puta manje od prosjeka (-0,38) županije.

Tablica 42. Pad retrorefleksije nakon zime u Brodsko-posavskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC5	SR	1.9.2015.	256,0	7.6.2016.	128,0	280	-128,0	-0,46	50,00 %
DC7	SR	26.9.2013.	146,0	5.5.2014.	74,0	221	-72,0	-0,33	49,32 %
DC7	SR	1.9.2015.	198,0	31.5.2016.	69,0	273	-129,0	-0,47	65,15 %
DC49	SR	1.9.2015.	261,0	7.6.2016.	124,0	280	-137,0	-0,49	52,49 %
DC51	SR	1.9.2015.	272,0	7.6.2016.	121,0	280	-151,0	-0,54	55,51 %
DC53	SR	1.9.2015.	217,0	7.6.2016.	101,0	280	-116,0	-0,41	53,46 %
DC423	SR	1.9.2015.	178,0	7.6.2016.	101,0	280	-77,0	-0,28	43,26 %
DC514	SR	1.9.2015.	68,0	7.6.2016.	48,0	280	-20,0	-0,07	29,41 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-103,8	-0,38	49,82 %

19) Osječko-baranjska županija

Iz tablice 43. vidljivo je da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Osječko-baranjske županije iznosi -127,2 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 44,49 % u prosječnom razdoblju od 247 dana ili pad od -0,52 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2014. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC7 i iznosi -158,0 mcd/lx/m², međutim iz tablice se može primijetiti da je najveći pad retrorefleksije po danu ostvarila središnja linija dionice ceste DC2 2014. godine koji iznosi -0,68 mcd/lx/m² što je malo više od prosjeka (-0,52) županije. Navedeni iznos predstavlja ujedno i najveći apsolutni pad retrorefleksije od 54,66 % u prosječnom razdoblju od 200 dana. Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2013. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC7 i iznosi 84,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od 31,23 % u periodu od 253 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,33 mcd/lx/m² što je skoro dvostruko manje od prosjeka (-0,52) županije.

Tablica 43. Pad retrorefleksije nakon zime u Osječko-baranjskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC2	SR	17.10.2013.	247,0	5.5.2014.	112,0	200	-135,0	-0,68	54,66 %
DC7	SR	4.9.2012.	269,0	15.5.2013.	185,0	253	-84,0	-0,33	31,23 %
DC7	RL	4.9.2012.	303,0	15.5.2013.	174,0	253	-129,0	-0,51	42,57 %
DC7	RD	4.9.2012.	330,0	15.5.2013.	174,0	253	-156,0	-0,62	47,27 %
DC7	SR	3.7.2013.	308,0	5.5.2014.	150,0	306	-158,0	-0,52	51,30 %
DC46	SR	17.10.2013.	253,0	23.5.2014.	152,0	218	-101,0	-0,46	39,92 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-127,2	-0,52	44,49 %

20) Vukovarsko-srijemska županija

Iz tablice 44. može se primijetiti da prosječni pad retrorefleksije odnosno prosječna razlika retrorefleksije između oznaka mjerenih prije zime (obnovljene) i poslije zime (postojeće) na državnim cestama Vukovarsko-srijemske županije iznosi -106,5 mcd/lx/m². Navedeni iznos predstavlja apsolutni pad retrorefleksije od 35,06 % u prosječnom razdoblju od 278 dana ili pad od -0,42 mcd/lx/m² po danu.

Najveća razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2016. godine na rubnoj lijevoj liniji dionice ceste DC2 i iznosi -181,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad retrorefleksije od 50,14 % u periodu od 242 dana. Navedena linija imala je skoro dvostruko veći pad retrorefleksije po danu (-0,75) u odnosu na prosjek (-0,42). Najveći apsolutni pad retrorefleksije izmjeren je 2014. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC2 i iznosi 55,02 %. Najmanja razlika u retrorefleksiji izmjerena je 2012. godine na središnjoj liniji dionice ceste DC55, a iznosi svega -10,0 mcd/lx/m² što je pad retrorefleksije od samo 3,48 % u periodu od 333 dana. Pad retrorefleksije po danu pri tomu iznosi -0,03 mcd/lx/m² što je čak četrnaest puta manje od prosjeka (-0,42) županije.

Tablica 44. Pad retrorefleksije nakon zime u Vukovarsko-srijemskoj županiji

Cesta	Linija	Datum mjerjenja početne RL	Početna RL (mcd/lx/m ²)	Datum mjerjenja RL nakon	RL nakon nekog vremena (mcd/lx/m ²)	Starost (dan)	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
DC2	SR	19.7.2012.	326,0	15.5.2013.	153,0	300	-173,0	-0,58	53,07 %
DC2	RL	19.7.2012.	250,0	2.5.2013.	233,0	287	-17,0	-0,06	6,80 %
DC2	RD	19.7.2012.	270,0	2.5.2013.	233,0	287	-37,0	-0,13	13,70 %
DC2	SR	17.10.2013.	249,0	5.5.2014.	112,0	200	-137,0	-0,69	55,02 %
DC2	SR	23.8.2015.	297,0	31.5.2016.	203,0	282	-94,0	-0,33	31,65 %
DC2	RL	2.10.2015.	361,0	31.5.2016.	180,0	242	-181,0	-0,75	50,14 %
DC2	RD	2.10.2015.	348,0	31.5.2016.	176,0	242	-172,0	-0,71	49,43 %
DC46	SR	17.10.2013.	265,0	23.5.2014.	170,0	218	-95,0	-0,44	35,85 %
DC55	SR	30.5.2011.	287,0	27.4.2012.	277,0	333	-10,0	-0,03	3,48 %
DC55	RL	30.5.2011.	221,0	27.4.2012.	146,0	333	-75,0	-0,23	33,94 %
DC55	RD	30.5.2011.	208,0	27.4.2012.	126,0	333	-82,0	-0,25	39,42 %
Prosječni pad retrorefleksije svih linija u županiji							-106,5	-0,42	35,06 %

6.3 Rekapitulacija dobivenih rezultata

U tablici 45. prikazane su prosječne vrijednosti retrorefleksije obnovljenih linija za svaku županiju RH u periodu od 2011. do 2019. godine. Može se primijetiti kako ukupna prosječna retrorefleksija svih obnovljenih središnjih linija u RH iznosi 284,4 mcd/lx/m² i nešto je viša od ukupne prosječne retrorefleksije svih obnovljenih rubnih linija u RH koja iznosi 267,2 mcd/lx/m². Iz tablice se također primjećuje kako sve županije zadovoljavaju minimalne vrijednosti noćne vidljivosti obnovljenih središnjih oznaka od 200 mcd/lx/m². Kod retrorefleksije obnovljenih rubnih oznaka, jedina županija koja ne zadovoljava minimalne vrijednosti je Splitsko-dalmatinska županija. Međutim kako je u toj županiji samo 2014. godine provedeno ispitivanje za rubne oznake, time se ne može objektivno ocijeniti ukupna prosječna retrorefleksija rubnih oznaka navedene županije. Kod analize retrorefleksije iznimke su Karlovačka, Zagrebačka, Krapinsko-zagorska županija i Grad Zagreb u kojima su pojedine dionice državnih cesta izvedene od bojanih oznaka TIPA II jer im PGDP prelazi 10 000 voz/h. Na osnovu pravilnika kojeg su propisale Hrvatske ceste kod tih se županija zbog povećanog

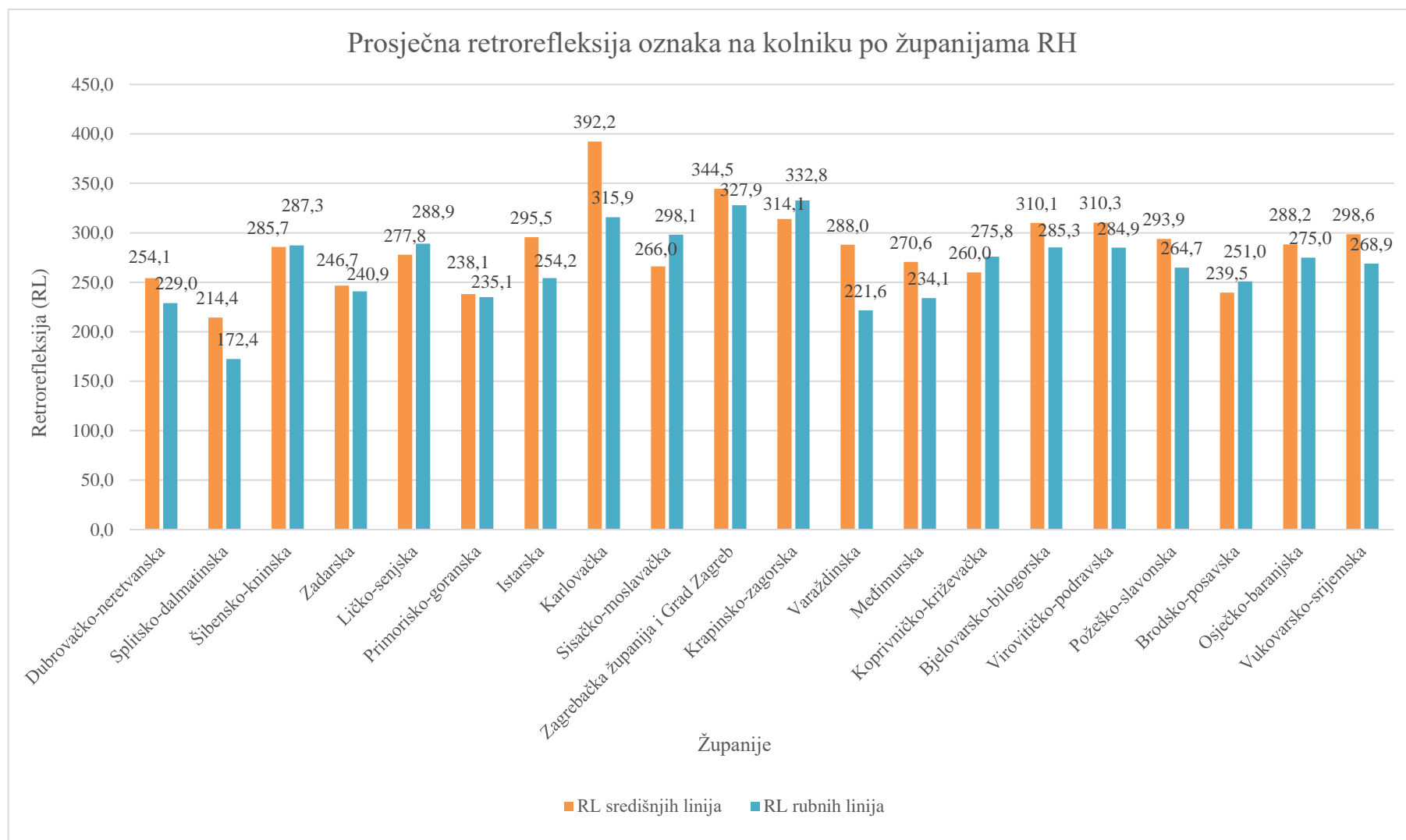
PGDP-a, minimalna vrijednost noćne vidljivosti uzima 300 mcd/lx/m^2 te je iz tablice vidljivo kako sve navedene županije tu vrijednost zadovoljavaju i za središnje i za rubne oznake. Kada se uzme u obzir prosjek svih središnjih i rubnih linija na području cijele države koji iznosi $275,8 \text{ mcd/lx/m}^2$ može se zaključiti kako oznake na kolniku u RH imaju dobre retroreflektivne vrijednosti.

Općenito najveća prosječna retrorefleksija središnjih linija je u Karlovačkoj županiji i iznosi $392,2 \text{ mcd/lx/m}^2$ što je čak 38 % više od ukupnog prosjeka središnjih linija RH ($284,4$). Prate ju Zagrebačka županija i Grad Zagreb s $344,5 \text{ mcd/lx/m}^2$ te Krapinsko-zagorska s $314,1 \text{ mcd/lx/m}^2$. Iz priloženih rezultata može se vidjeti kako su županije s najvećom prosječnom retrorefleksijom ujedno i županije u kojima su se koristile bojane oznake TIPA II. U kategoriju vrlo dobre retrorefleksije odnosno iznad 300 mcd/lx/m^2 također spadaju i Bjelovarsko-bilogorska i Virovitičko-podravska županija dok u ostalim županijama retrorefleksija ne oscilira previše i kreće se više-manje oko prosjeka. Najniža prosječna retrorefleksija središnjih linija je na području Splitsko-dalmatinske županije te iznosi $214,4 \text{ mcd/lx/m}^2$ što je oko 25 % manje od ukupnog prosjeka središnjih linija RH.

Najveća prosječna retrorefleksija rubnih linija je u Krapinsko-zagorskoj županiji i iznosi $332,8 \text{ mcd/lx/m}^2$ što je oko 25 % više od ukupnog prosjeka rubnih linija RH ($267,2 \text{ mcd/lx/m}^2$). Isto kao i kod središnjih linija županije s najvišom retrorefleksijom su ujedno i one u kojima su se koristile bojane oznake TIPA II. To su uz Krapinsko-zagorsku županiju, Zagrebačka i Grad Zagreb s $327,9 \text{ mcd/lx/m}^2$ te Karlovačka županija s $315,9 \text{ mcd/lx/m}^2$. Iz tablice se može primijetiti kako je retrorefleksija kod ostalih županija dobra, ne varira previše i kreće se oko prosjeka. Od županija s nižom retrorefleksijom izdvajaju se Dubrovačko-neretvanska s $229,0 \text{ mcd/lx/m}^2$ i Varaždinska županija s $221,6 \text{ mcd/lx/m}^2$ a posebno se ističe Splitsko-dalmatinska županija čija prosječna retrorefleksija rubnih linija iznosi $172,4 \text{ mcd/lx/m}^2$. Na grafikonu 3. nalazi se prikaz prosječne retrorefleksije svih obnovljenih linija po županijama RH.

Tablica 45. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija po županijama RH

Županija	R_L središnjih linija (mcd/lx/m²)	R_L rubnih linija (mcd/lx/m²)
Dubrovačko-neretvanska	254,1	229,0
Splitsko-dalmatinska	214,4	172,4
Šibensko-kninska	285,7	287,3
Zadarska	246,7	240,9
Ličko-senjska	277,8	288,9
Primorsko-goranska	238,1	235,1
Istarska	295,5	254,2
Karlovačka	392,2	315,9
Sisačko-moslavačka	266,0	298,1
Zagrebačka županija i Grad Zagreb	344,5	327,9
Krapinsko-zagorska	314,1	332,8
Varaždinska	288,0	221,6
Međimurska	270,6	234,1
Koprivničko-križevačka	260,0	275,8
Bjelovarsko-bilogorska	310,1	285,3
Virovitičko-podravska	310,3	284,9
Požeško-slavonska	293,9	264,7
Brodsko-posavska	239,5	251,0
Osječko-baranjska	288,2	275,0
Vukovarsko-srijemska	298,6	268,9
Prosjek	284,4	267,2



Grafikon 3. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija po županijama RH

Što se tiče pada retrorefleksije nakon zime, kao što je već navedeno, izračunat je tako da je od vrijednosti retrorefleksije nakon nekog vremena, oduzeta početna tj. inicijalna vrijednost retrorefleksije. Nadalje izračunate vrijednosti pada retrorefleksije su podijeljene s brojem dana između pojedinih mjerenja obnovljenih i postojećih oznaka kako bi se dobio pad retrorefleksije po danu. Apsolutni pad retrorefleksije predstavlja omjer pada retrorefleksije i vrijednosti postojeće retrorefleksije te pokazuje u kolikom se postotku smanjila vidljivost određene linije. Iako apsolutni pad lijepo vizualno prikazuje smanjenje retrorefleksije on ovisi isključivo o omjeru postojećih i obnovljenih linija te ponekad daje identičan postotak za različite vrijednosti pada retrorefleksije (npr. apsolutni pad od 50 % vrijedi za svako dvostruko smanjenje retrorefleksije, pala retrorefleksija s 200 na 100 ili sa 100 na 50 mcd/lx/m²). Pad retrorefleksije po danu zapravo predstavlja najbolji pokazatelj jer uzima u obzir konkretnu razliku retrorefleksije i proteklo vrijeme između dva mjerenja što je od značajne važnosti.

U tablici 46. prikazan je pad retrorefleksije oznaka nakon zime po županijama RH sortiran od županije s najvećim do županije s najmanjim padom retrorefleksije po danu. Prosječni pad retrorefleksije po danu za područje cijele RH iznosi -0,42 mcd/lx/m² dok ukupna prosječna razlika retrorefleksije prije i poslije zime iznosi -107,0 mcd/lx/m² što predstavlja pad vidljivosti oznaka od 38,73 %. Iz tablice se također može primijetiti kako je pad retrorefleksije po danu najveći u Ličko-senjskoj županiji i iznosi -0,69 mcd/lx/m² što je skoro dvostruko više od prosjeka cijele RH. Ukupna prosječna razlika retrorefleksije prije i poslije zime u navedenoj županiji iznosi -176,3 mcd/lx/m² što predstavlja pad vidljivosti oznaka od čak 56,19 %. Najmanji pad retrorefleksije po danu je u Dubrovačko-neretvanskoj županiji i iznosi samo -0,17 mcd/lx/m² što je više nego dvostruko manje od prosjeka RH. Ukupna prosječna razlika retrorefleksije prije i poslije zime u navedenoj županiji iznosi -52,7 mcd/lx/m² što predstavlja pad vidljivosti oznaka od samo 20,58 %.

Od županija sa značajnijim padom retrorefleksije po danu ubrajaju se još i Požeško-slavonska (-0,58), Zagrebačka županija i Grad Zagreb (-0,57), Karlovačka (-0,56), Međimurska (-0,53), Osječko-baranjska (-0,52), Virovitičko-podravska (-0,49) i Koprivničko-križevačka županija (-0,47). Županije koje se vrte oko prosjeka pada retrorefleksije RH su Vukovarsko-srijemska (-0,42), Sisačko-moslavačka (-0,41) i Bjelovarsko-bilogorska županija (-0,40). Dok u županije sa slabijim padom retrorefleksije spadaju Splitsko-dalmatinska (-0,38), Brodsko-posavska (-0,38), Primorsko-goranska (-0,36), Istarska (-0,35), Varaždinska (-0,32), Krapinsko-zagorska (-0,31), Šibensko-kninska (-0,28) i Zadarska županija (-0,27).

Tablica 46. Pad retrorefleksije nakon zime po županijama RH

Županija	Pad RL (mcd/lx/m ²)	Pad RL po danu (mcd/lx/m ²)	Apsolutni pad RL (%)
Ličko-senjska	-176,3	-0,69	56,19 %
Požeško-slavonska	-159,4	-0,58	58,65 %
Zagrebačka županija i Grad Zagreb	-125,5	-0,57	41,64 %
Karlovačka	-162,3	-0,56	43,38 %
Međimurska	-117,3	-0,53	51,19 %
Osječko-baranjska	-127,2	-0,52	44,49 %
Virovitičko-podravska	-132,1	-0,49	42,85 %
Koprivničko-križevačka	-117,8	-0,47	53,10 %
Vukovarsko-srijemska	-106,5	-0,42	35,06 %
Sisačko-moslavačka	-106,2	-0,41	41,33 %
Bjelovarsko-bilogorska	-92,1	-0,40	33,77 %
Splitsko-dalmatinska	-81,5	-0,38	32,34 %
Brodsko-posavska	-103,8	-0,38	49,82 %
Primorsko-goranska	-97,1	-0,36	38,38 %
Istarska	-84,3	-0,35	26,91 %
Varaždinska	-73,9	-0,32	30,98 %
Krapinsko-zagorska	-84,0	-0,31	23,46 %
Šibensko-kninska	-71,1	-0,28	22,87 %
Zadarska	-69,6	-0,27	26,98 %
Dubrovačko-neretvanska	-52,7	-0,17	20,58 %
Prosjeck	-107,0	<u>-0,42</u>	38,73 %

Iz navedenih rezultata može se zaključiti vrlo zanimljiva činjenica a to da je od devet županija s najmanjim padom retrorefleksije po danu u RH njih šest čak s izlazom na more, odnosno mediteranskom klimom. To zapravo potvrđuje pretpostavku kako su vremenski uvjeti jedan od ključnih faktora trošenja oznaka na kolniku. S obzirom na to da je najveći pad retrorefleksije zabilježen u županijama gorske i kontinentalne Hrvatske na čelu s ličko-senjskom županijom, može se zaključiti kako značajan utjecaj na oznake na kolniku ima zimska služba održavanja. Njome se zbog korištenja ralica i posipanja soli oznake puno brže troše i oštećuju, čime se znatno smanjuje vidljivost oznaka na kolniku.

7. ZAKLJUČAK

Oznake na kolniku, uz prometne znakove, čine važan i sastavni dio cjelokupnog sustava prometne signalizacije bez kojega u današnje vrijeme ne bi bilo moguće sigurno odvijanje prometa. Iako su često podcjenjivane, oznake na kolniku pružaju nezamjenjivu pomoć vozačima, osobito noću i u uvjetima smanjene vidljivosti kada vozači moraju donositi iznimno važne odluke, ali na temelju znatno umanjenog broja informacija. Osnovna zadaća oznaka na kolniku je upozoravanje vozača na stanje i situaciju u prostoru ispred njih te vizualno vođenje do njihovog cilja identificirajući im sigurnu putanju vožnje. Kako bi oznake mogle efikasno izvršavati svoju funkciju te time doprinijeti povećanju sigurnosti prometa, one moraju biti vidljive u svim vremenskim i prometnim uvjetima. To se postiže kvalitetnom retrorefleksijom oznaka na kolniku koja je od presudnog značenja i predstavlja glavnu karakteristiku njihove vidljivosti. S obzirom na to da se oznake s vremenom troše i gube svoja retroreflektivna svojstva nužno je provoditi pravovremena ispitivanja kvalitete oznaka kako bi se vidjelo zadovoljavaju li one minimalne propisane vrijednosti koeficijenta retrorefleksije. Neodgovarajuće i slabo održavane oznake smatraju se bitnim faktorom koji pridonosi nastanku prometnih nesreća te je zato nužno periodički provoditi analizu kvalitete oznaka na kolniku. S tim ciljem, u ovom diplomskom radu provedena je analiza vidljivosti, odnosno retrorefleksije oznaka na kolniku na državnim cestama RH.

Podaci korišteni u ovom radu obuhvaćaju ispitivanja retrorefleksije koja je provodio Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti u razdoblju od devet godina, od 2011. do 2019. godine. Ispitivanja su se provodila metodom dinamičkoga ispitivanja retrorefleksije odnosno noćne vidljivosti na državnim cestama svih županija Republike Hrvatske. Analiza retrorefleksije oznaka u ovom radu podijeljena je u dva dijela. U prvom dijelu analizirane su sve prosječne vrijednosti retrorefleksije novih (obnovljenih) oznaka u cilju dobivanja prosječne retrorefleksije za svaku pojedinu godinu, vrstu linije i županiju. U drugom dijelu uspoređivali su se isti parovi cesta, odnosno ista dionica ceste, ista vrsta linije i isti materijal od kojeg je izrađena oznaka prije i poslije zimskog razdoblja kako bi se moglo vidjeti kako zimski uvjeti utječu na pad retrorefleksije po županijama RH.

Obradom podataka retrorefleksije na analiziranim prometnicama, utvrđeno je da je prosječna retrorefleksija svih obnovljenih oznaka na državnim cestama RH vrlo dobra i iznosi 275,8 mcd/lx/m². Nadalje, retrorefleksija središnjih linija (284,4 mcd/lx/m²) je u prosjeku malo veća (oko 6 %) od retrorefleksije rubnih linija (267,2 mcd/lx/m²) iz čega se može zaključiti

kako položaj oznaka ne utječe toliko na samu vidljivost. Kako je skoro 95 % oznaka na državnim cestama RH izvedeno bojom ne može se objektivno ocijeniti kvaliteta retrorefleksije ovisno o vrsti materijala od kojeg je oznaka izrađena. Međutim analiza je pokazala kako su županije u kojima su se koristile bojane oznake TIPA II (Karlovačka, Zagrebačka i Grad Zagreb te Krapinsko-zagorska) ujedno i županije s najvišom prosječnom retrorefleksijom iz čega se može zaključiti iznimna korelacija retrorefleksije i debljine nanosa materijala.

Analizom pada retrorefleksije došlo se do spoznaje da vidljivost oznaka na kolniku nakon zime na području cijele RH u prosjeku padne za skoro 40 % uz pad retrorefleksije od -0,42 mcd/lx/m² po danu. Najveće trošenje oznaka tijekom zimskog perioda zabilježeno je u Ličko-senjskoj županiji (-0,69 mcd/lx/m² po danu), kao i županijama gorske i kontinentalne Hrvatske, dok je najmanji pad retrorefleksije zabilježen u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (-0,17 mcd/lx/m² po danu) i županijama primorske Hrvatske. Iz toga se može zaključiti kako indirektan utjecaj na degradaciju retrorefleksije ima klima odnosno količina snježnih padalina. Direktni utjecaj odnosi se na zimsku službu održavanja kojom se zbog posipanja soli i korištenja ralica oznake puno više oštećuju, čime se znatno reducira njihova vidljivost.

Iz svega navedenoga može se zaključiti kako skoro sve oznake na kolniku u RH zadovoljavaju minimalne vrijednosti noćne vidljivosti i imaju vrlo dobra retroreflektivna svojstva što znači da su periodički analizirane i pravovremeno održavane. Također, analiza je ispunila pretpostavku da retrorefleksija uvelike ovisi o materijalu od kojeg je oznaka izrađena te da zimsku službu održavanja ima značajan utjecaj na trošenje samih oznaka. Sukladno tome u cilju povećanja vidljivosti odnosno sigurnosti prometa na državnim cestama RH, predlaže se korištenje otpornijih i skupljih materijala u županijama s intenzivnijim trošenjem oznaka kao što su Ličko-senjska, Požeško-slavonska, Zagrebačka županija i Grad Zagreb, Karlovačka, Međimurska te Osječko-baranjska županija. Dok se manje kvalitetni i jeftiniji materijali mogu koristiti u županijama slabijeg intenziteta trošenja kao što su Dubrovačko-neretvanska, Zadarska, Šibensko-kninska, Varaždinska, Istarska te Primorsko-goranska županija kako bi se povećala ekonomska učinkovitost.

POPIS LITERATURE

- [1] Babić, D.: *Model predviđanja trajanja oznaka na kolniku*, Doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
- [2] *Autorizirana predavanja iz kolegija Prometna Signalizacija*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, ak.god. 2018./2019.
- [3] *Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama* (NN 92/2019)
- [4] Stranice tvrtke Chemosignal, 2020. Preuzeto sa: <https://www.chemosignal.hr/>
[Pristupljeno: ožujak 2020.]
- [5] Benz, R. J., Pike, A. M., Kuchangi, S. P., Brackett, Q.: *Serviceable pavement marking retroreflectivity levels*, Texas Transportation Institute, Texas, 2009.
- [6] Zhang, G. H.; Hummer, J. E.; Rasdorf, W. Impact of Bead Density on Paint Pavement Marking Retroreflectivity. *Journal of Transportation Engineering*. 2010;136(8): 773–781.
- [7] Zwahlen, H. T.; Schnell, T. Visibility of New Pavement Markings at Night Under Low-beam Illumination. *Journal of the Transportation Research Board*. 1995;1495: 117–127.
- [8] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanost, Zagreb, 2001.
- [9] Pašagić, S.: *Vizualne informacije u prometu*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.
- [10] *Autorizirana predavanja iz kolegija Vizualne informacije u prometu*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, ak. god. 2015./2016.
- [11] Migletz, J., Fish, J.K., Graham, J. L.: *Roadway Delineation Practices Handbook*, Graham-Migletz Enterprises, Washington D.C., 1994.
- [12] Babić, D.; Burghardt, T. E.; Babić, D.: *Application and Characteristics of Waterborne Road Marking Paint*, International Journal for Traffic and Transport Engineering, 2015.
- [13] Davidse, R.; Driel, C.; Goldenbeld, C.: *The Effect of Altered Road Markings on Speed and Lateral Position*, Izvještaj, Institute for Road Safety Research, Leidschendam, Nizozemska, 2004.
- [14] National Cooperative Highway Research Program, *Long-Term Pavement Marking Practices Chapter Four: Traffic Crashes and Pavement Markings*, Izvještaj, Washington DC, SAD, 2002.
- [15] Ščukanec, A., Babić, D., Fiolić, M., Babić D.: *Upute za korištenje programskog alata za pregled i obradu rezultata ispitivanja retrorefleksije na državnim cestama Republike Hrvatske*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [16] Babić, D., Fiolić, M., Žilioniene, D.: *Vrednovanje statičke i dinamičke metode ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku*, Građevinar, 2017;10: 907-914

- [17] Hrvatske ceste d.o.o., *Smjernice i tehnički zahtjevi za izvođenje radova na obnavljanju oznaka na kolniku* – Horizontalna signalizacija, Zagreb, 2010.
- [18] A Brief History of Road Surface Marking and Striping, 2015. Preuzeto sa: <http://icstriping.com/a-brief-history-of-road-surface-marking-and-striping/>
- [19] Why the Lines on Our Roads Look the Way They Do, 2016. Preuzeto sa: <https://www.travelandleisure.com/trip-ideas/road-trips/history-of-lines-on-roads>
- [20] A Brief History of Road Markings and Their Designs, 2018. Preuzeto sa: <https://interestingengineering.com/the-interesting-reason-behind-why-some-road-lines-are-white-and-others-are-yellow> [Pristupljeno: veljača 2020.]
- [21] Understand the importance of reflection and retroreflection, Preuzeto sa: <https://roadsensors.madebydelta.com/technical-background/reflection-and-retroreflection/> [Pristupljeno: veljača 2020.]
- [22] Road Striping Application and Removal, 2020. Preuzeto sa: <http://www.richmondblacktop.com/blog/road-striping-application-removal/> [Pristupljeno: veljača 2020.]
- [23] Markierungsarbeiten auf den Kreisstraßen, 2020. Preuzeto sa: <https://tsi-thueringen.de/leistungen/markierungsarbeiten/> [Pristupljeno: veljača 2020.]
- [24] Professional line marking machines and equipment, 2020. Preuzeto sa: <https://borum.as/en/knowledge-lab/product-information/thermoplastic-dot-n-line-extruder/> [Pristupljeno: ožujak 2020.]
- [25] Precut, permanent markings with long-term durability, 2020. Preuzeto sa: <https://www.geveko-markings.com/products/hot-applied-thermoplastics/viatherm/> [Pristupljeno: ožujak 2020.]
- [26] Retroreflectometer for Road Markings, 2020. Preuzeto sa: <https://johngodrich.co.uk/product/zehntner-retroreflectometer-zrm-6013/> [Pristupljeno: ožujak 2020.]

POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

Popis slika:

Slika 1. Primjer razdvajanja suprotnih prometnih trakova žutom punom linijom na kultnoj američkoj cesti Route 66	4
Slika 2. Prikaz negativnog učinka zrcalne refleksije u prometu	8
Slika 3. Prikaz difuzne refleksije.....	8
Slika 4. Prikaz retrorefleksije svjetlosti u noćnim uvjetima vožnje	9
Slika 5. Refleksija svjetlosti unutar staklene perle	9
Slika 6. Prikaz retrorefleksije u suhim i kišnim uvjetima	12
Slika 7. Prikaz različitih kutova promatranja za pojedine tipove vozila	14
Slika 8. Označavanje parkirnih mjesta malim strojem.....	17
Slika 9. Prikaz nanošenja boje i staklenih perli većim strojem.....	18
Slika 10. Primjer strukturirane oznake izrađene od termoplastike.....	19
Slika 11. Prikaz izlivanja vruće termoplastike na kolnik pomoću Extrudera.....	20
Slika 12. Poprečni presjek trake prilikom izvođenja Inlay metodom (lijevo) i Overlay metodom (desno).....	22
Slika 13. Sastav trajnih traka.....	23
Slika 14. Sastav privremenih traka.....	23
Slika 15. Grafički prikaz čimbenika koji utječu na sigurnost cestovnog prometa	24
Slika 16. Međusobna zavisnost podsustava čovjek (č) – vozilo (v) – cesta (c)	25
Slika 17. Mjerenje vidljivosti oznaka na kolniku pomoću statičkog retroreflektometra	28
Slika 18. Mjerno vozilo Fakulteta prometnih znanosti s montiranim uređajem ZDR 6020	29
Slika 19. Princip ispitivanja noćne vidljivosti.....	29

Popis tablica:

Tablica 1. Širina razdjelnih i rubnih crta ovisno o kategoriji ceste	5
Tablica 2. Minimalne vrijednosti retrorefleksije za nove (obnovljene) oznake na kolniku.....	30
Tablica 3. Minimalne vrijednosti retrorefleksije za postojeće oznake na kolniku.....	31
Tablica 4. Intervali kvalitete retrorefleksije obnovljenih oznaka ovisno o tipu oznake.....	32
Tablica 5. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Dubrovačko-neretvanske županije.....	34
Tablica 6. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Splitsko-dalmatinske županije	35
Tablica 7. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Šibensko-kninske županije.....	36
Tablica 8. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Zadarske županije	37

Tablica 9. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Ličko-senjske županije.....	38
Tablica 10. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Primorsko-goranske županije.....	39
Tablica 11. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Istarske županije.....	40
Tablica 12. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Karlovačke županije.....	41
Tablica 13. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Sisačko-moslavačke županije	42
Tablica 14. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Zagrebačke županije i Grada Zagreba	43
Tablica 15. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Krapinsko-zagorske županije.....	44
Tablica 16. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Varaždinske županije	45
Tablica 17. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Međimurske županije.....	46
Tablica 18. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Koprivničko-križevačke županije	47
Tablica 19. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Bjelovarsko-bilogorske županije.....	48
Tablica 20. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Virovitičko-podravске županije.....	49
Tablica 21. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Požeško-slavonske županije.....	50
Tablica 22. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Brodsko-posavske županije.....	51
Tablica 23. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Osječko-baranjske županije	52
Tablica 24. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija Vukovarsko-srijemske županije.....	53
Tablica 25. Pad retrorefleksije nakon zime u Dubrovačko-neretvanskoj županiji.....	55
Tablica 26. Pad retrorefleksije nakon zime u Splitsko-dalmatinskoj županiji.....	56
Tablica 27. Pad retrorefleksije nakon zime u Šibensko-kninskoj županiji	57
Tablica 28. Pad retrorefleksije nakon zime u Zadarskoj županiji	58
Tablica 29. Pad retrorefleksije nakon zime u Ličko-senjskoj županiji	59
Tablica 30. Pad retrorefleksije nakon zime u Primorsko-goranskoj županiji	60
Tablica 31. Pad retrorefleksije nakon zime u Istarskoj županiji	61
Tablica 32. Pad retrorefleksije nakon zime u Karlovačkoj županiji	63
Tablica 33. Pad retrorefleksije nakon zime u Sisačko-moslavačkoj županiji	64
Tablica 34. Pad retrorefleksije nakon zime u Zagrebačkoj županiji i Gradu Zagrebu.....	65
Tablica 35. Pad retrorefleksije nakon zime u Krapinsko-zagorskoj županiji.....	66
Tablica 36. Pad retrorefleksije nakon zime u Varaždinskoj županiji.....	67
Tablica 37. Pad retrorefleksije nakon zime u Međimurskoj županiji	68
Tablica 38. Pad retrorefleksije nakon zime u Koprivničko-križevačkoj županiji.....	69
Tablica 39. Pad retrorefleksije nakon zime u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji	70
Tablica 40. Pad retrorefleksije nakon zime u Virovitičko-podravskoj županiji	71
Tablica 41. Pad retrorefleksije nakon zime u Požeško-slavonskoj županiji	73

Tablica 42. Pad retrorefleksije nakon zime u Brodsko-posavskoj županiji	74
Tablica 43. Pad retrorefleksije nakon zime u Osječko-baranjskoj županiji	75
Tablica 44. Pad retrorefleksije nakon zime u Vukovarsko-srijemskoj županiji	76
Tablica 45. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija po županijama RH.....	78
Tablica 46. Pad retrorefleksije nakon zime po županijama RH	81

Popis grafikona:

Grafikon 1. Postotak analiziranih oznaka na državnim cestama RH s obzirom na vrstu linije	33
Grafikon 2. Omjer korištenih materijala za izvođenje oznaka na kolniku na državnim cestama RH	33
Grafikon 3. Prosječna retrorefleksija obnovljenih linija po županijama RH	79



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski 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 _____ diplomskog rada
pod naslovom **Analiza kvalitete oznaka na kolniku na državnim cestama Republike Hrvatske**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 1.7.2020

(potpis)