

## ANALIZA I KVALITET MJERENJA SAOBRAĆAJNE SIGNALIZACIJE I OPREME U FUNKCIJI BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA

*Osman Lindov, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo  
Bosna i Hercegovina, e mail: olindov@gmail.com*

*Adnan Omerhodžić, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo  
Bosna i Hercegovina, e mail: adnanomerhodzic@gmail.com*

*Rezime: U radu je prikazana analiza i kvalitet mjerenja saobraćajne signalizacije i opreme u funkciji bezbjednosti saobraćaja. Potrebno je da se kod svih gradilišnih radova na putnoj infrastrukturi izvrše odgovarajuća mjerenja kvaliteta saobraćajne signalizacije i opreme kako za onu koja je sastavni dio glavnog projekta tako i za onu privremenu koja se koristi u toku građenja. Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izvođeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji, s tim da se kod postavljanja signalizacije i opreme na putu podrazumijeva provjera i usklađenost sa važećim mjerilima kvalitete. Prilikom mjerenja i analize kvaliteta ugrađene signalizacije i opreme obavezna je primjena odgovarajućih nacionalnih i EN regulativa. U radu su prikazane norme i standardi za saobraćajnu signalizaciju i opremu puta, načini mjerenja kao i potrebni mjerni instrumenti za bazična mjerenja.*

*Ključne reči: saobraćaj, signalizacija, mjerenja kvaliteta, bezbjednost.*

### 1. UVOD

Saobraćajna signalizacija i oprema služi prenošenju obavijesti o trenutnom ili budućem stanju saobraćajnog sistema i pravilima kretanja učesnika saobraćaja. Saobraćajna signalizacija i oprema se dijeli na horizontalnu, vertikalnu i svjetlosnu signalizaciju, te saobraćajnu opremu. U svrhu osiguravanja kvalitetne saobraćajne signalizacije i opreme, a samim time i zadovoljavajućeg nivoa bezbjednosti na putu u toku instalacije signalizacije i opreme na putu, odnosno neposredno prije puštanja u saobraćaj potrebno je izvršiti provjeru kvaliteta i ispunjavanja standarda, kao i koeficijenta prijanjanja asfaltne površine. Isto tako, u određenim vremenskim razmacima nakon puštanja u saobraćaj, potrebno je provoditi ispitivanja saobraćajne signalizacije i opreme ceste. Ispitivanjem kvalitete saobraćajne signalizacije i opreme (koeficijenta trenja asfalta, oznaka na kolovozu i saobraćajnih znakova) dobiva se uvid u usklađenost svojstava sa uslovima propisanim zakonskim i podzakonskim aktima, te normama i standardima kako nacionalnim tako i EU normama. Osim toga, ispitivanja kvalitete omogućuju optimizaciju troškova održavanja saobraćajne signalizacije i opreme kao i ispitivanja u slučajevima saobraćajnih nezgoda[1]. Ispitivanja koja se provode u cilju osiguranja propisane kvalitete saobraćajne signalizacije i opreme puta mogu biti: prethodna ili ispitivanja pogodnosti, tekuća, kontrolna, redovna, dodatna kontrolna ispitivanja, arbitražna i ispitivanja prije isteka garantnog roka.

## 2. MATERIJALI ZA OZNAČAVANJE PUTA I METODE ISPITIVANJA-EN NORMA

Shodno EN 1436:2018. Materijali za označavanje puta - Performanse za označavanje puta za učesnike saobraćaja i metode ispitivanja, potrebno je sprovesti sljedeća mjerenja i ispitivanja na dijelu horizontalne i vertikalne signalizacije, te na asfaltnoj podlozi:

- Koeficijent osvijetljenja pod difuznim osvijetljenjem  $Q_d$  koeficijent osvijetljenja polja oznake puta u određenom smjeru osvijetljenjem na terenu (jedinica:  $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ ).

- Faktor osvijetljenja  $\beta$  omjer osvijetljenja polja oznake puta u određenom smjeru u odnosu na onaj savršenog reflektirajućeg difuzora identično osvijetljenog.

- Koeficijent retrorefleksirane svjetlosti RL koeficijent osvijetljenja L polja oznake puta u smjeru promatranja osvijetljenjem  $E_{\perp}$  na polju okomito na smjer svjetla (jedinica:  $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ ).

- Vrijednost testera otpora klizanja SRT kvaliteta otpornosti na klizanje mokre površine mjerena trenjem pri maloj brzini gumenog klizača na ovoj površini.

- Funkcionalno razdoblje vijeka trajanja tokom kojeg oznaka na putu ispunjava sve zahtjeve efikasnosti nivoa koje je određeno.

- Strukturirana oznaka puta s strukturiranom površinom koja nema područja označavanje puta pravilnih dimenzija i ravnine Napomena 1. do ulaska: Konstrukcije se mogu formirati uzorcima, profilima, slučajnom teksturom ili drugim karakteristikama.

- Tip I oznaka puta koja ne mora nužno imati posebna svojstva namijenjena poboljšanju retrorefleksije u vlažnim ili kišnim uslovima.

- Tip II oznaka puta s posebnim svojstvima namijenjenim poboljšanju retrorefleksije u mokrom ili kišnom stanju.

- Koordinate hromatike x,y koordinate u CIE 1931 dijagramu hromatike prostora boja CIE 1931. [2].

## 3. ANALIZA KVALITETE MATERIJALA I MJERENJA HORIZONTALNE SIGNALIZACIJE PUTA

Kvalitet i kvantitet vizuelnog vođenja učesnika u saobraćaju direktno ovisi o vidljivosti, te su retroreflektivna svojstva saobraćajnih oznaka na kolovozu od presudnog značenja za bezbjedno odvijanje saobraćaja na putu. Ocjena kvaliteta izvedenih oznaka na kolovozu bazira se na rezultatima ispitivanja odgovarajućim mjernim instrumentima. Ispitivanja kvalitete oznaka na kolovozu podrazumijevaju provođenje nekoliko testova (otpornost na klizanje, debljina suhog i mokrog filma itd.) među kojima najznačajniju ulogu imaju ispitivanja vidljivosti, odnosno retrorefleksije oznaka [3]. Ispitivanje retrorefleksije oznaka provodi se primjenom statičke ili dinamičke metode ispitivanja. U tabeli 1 prikazane su minimalne propisane vrijednosti za nove oznake na kolovozu, poput koeficijenta retrorefleksije, faktora osvijetljenja i otpornosti na klizanje [4].

Dinamička metoda ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolovozu podrazumijeva ispitivanje isključivo noćne vidljivosti, odnosno retrorefleksije dinamičkim mjernim uređajem u cijeloj njihovoj dužini. Mjerni uređaj vrši mjerenje sa vozila u pokretu kontinuirano u toku vožnje. Statička metoda ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolovozu podrazumijeva primjenu ručnih retroreflektometara koji se pozicioniraju na oznaku te mjere dnevnu i noćnu vidljivost oznaka. Postoje dvije metodologije koje propisuju broj i raspodjelu mjernih uzoraka [5]. Kentucky metoda ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolovozu se vrši u periodu između 30-og i 60-og dana od izvođenja oznaka. Ispitivanja se provode u ispitnom odsječku dužine 500 m na svakoj sekciji. Ispitni se odsječak uzima u

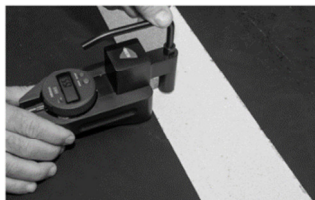
prvoj trećini dužine sekcije te se unutar odsječka provodi deset ispitivanja na međusobnom razmaku od 50 m. Na svih deset mikrolokacija izvrše se po 3 mjerenja dnevne i noćne vidljivosti te se prosječna vrijednost tih ispitivanja uzima kao mjerodavna [5]. Njemačka metoda ZTV M13 određuje broj ispitnih odsječaka prema dnevnom učinku izvođača oznaka. Lokacije ispitnih odsječaka biraju se prema načelu slučajnosti na reprezentativnim mjestima na kojima vladaju približno jednaki uslovi opterećenosti i karakteristike podloge unutar izvedene dionice. Mjerni odsječak za procjenu dnevne i noćne vidljivosti iznosi za neprekinute uzdužne oznake 50 m dužine, a za isprekidane uzdužne oznake 3 dužine linije. Unutar svakoga mjernoga odsječka bira se pet mjernih tačaka [5]. Jedan od najnaprednijih uređaja za mjerenje retrorefleksije elemenata horizontalne signalizacije predstavlja Retroreflektometar LTL3000. LTL3000 mjeri RL vrijednost (koeficijent retroreflektovanog osvjetljenja noću) i  $Q_d$  vrijednost (vidljivost dnevnog svijetla). RL je mjera svjetline oznake na putu koju vide vozači motornih vozila u svijetlu farova automobila. Reflektovana svjetlost i za RL i za  $Q_d$  mjeri se pod uglom od  $2,29^\circ$ , što odgovara udaljenosti posmatranja od 30 metara. Ovo je relevantno za situaciju gledanja vozača u normalnim uslovima.

Tabela 1: Minimalne propisane vrijednosti za oznake na kolovozu unutar garantnog roka

Vrijednost oznaka na kolovozu	Boja	Autoceste i brze ceste		Ostale ceste			
		Minimalna vrijednost		Minimalna vrijednost			
		Oznake Tipa 2		Oznake Tipa 1		Oznake Tipa 2	
		lcd/lxm <sup>2</sup>	razred	lcd/lxm <sup>2</sup>	razred	lcd/lxm <sup>2</sup>	razred
Koeficijent retrorefleksije ( $Q_d$ ) dnevna vidljivost - suhi kolovoz	Bijela	100	Q2	100	Q2	100	Q2
	Žuta	100	Q2	80	Q1	100	Q1
Koeficijent retrorefleksije (Rl) noćna vidljivost - suhi kolovoz	Bijela	150	R3	100	R2	100	R3
	Žuta	100	R2	80	R1	100	R2
Koeficijent retrorefleksije (Rw) noćna vidljivost - mokar kolovoz	Bijela	35	RW2	-	-	35	RW2
	Žuta	25	RW1	-	-	25	RW1
Faktor osvjetljenja(l)	Bijela	0.4	B3	0.4	B3	0.4	B3
Otpornost na klizanje(SRT)	-	45	S1	45	S1	35	S1

### 3.1. Analiza debljine oznaka na putu

Postupak mjerenja debljine suhog sloja boje oznaka na kolovozu provodi se prema normama EN ISO 2360:2017, EN ISO 2178:2016 i EN ISO 2808:2008 u sklopu tekućih i kontrolnih ispitivanja. Minimalna debljina sloja boje utvrđuje se mjerenjem debljine suhog filma oznaka na kolovozu. Uređaj za mjerenje debljine sloja boje na kolovozu je prikazan na slici 1.



Slika 1. Uređaj za mjerenje debljine sloja horizontalnih oznaka na kolovozu izvedenih od termoplastičnih materijala

#### 4. ANALIZA KVALITETE MATERIJALA I MJERENJA I VERTIKALNE SIGNALIZACIJE PUTA

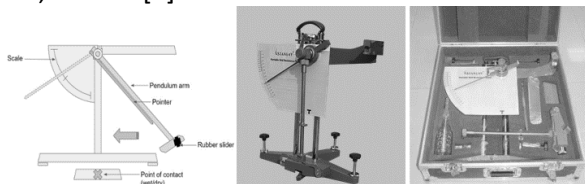
Kvalitet saobraćajnih znakova trebao bi se ispitivati barem jednom godišnje radi provjere vrijednosti retrorefleksije pri korištenju kratkih svjetala farova i tehničke ispravnosti. Poželjno je provjeravati kvalitet znakova i u noćnim uslovima budući da se tako mogu utvrditi vizuelni nedostaci koji nisu vidljivi pri dnevnom svjetlu. Snaga retrorefleksije saobraćajnih znakova definisana je koeficijentom retrorefleksije ( $R_a$ ) koji predstavlja omjer izlazne svjetlosti površine ( $L$ ) i ulaznoga osvjetljenja po toj površini ( $E$ ), mjeri se u kandelima po luksu po metru kvadratnom ( $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Minimalna snaga, odnosno nivo retrorefleksije svake boje pojedinih retroreflektirajućih materijala definisana je međunarodnim normama (EN 12899) u zavisnosti od ulaznih uglova i uglova gledanja, te ASTM E 1709 & ASTM E 2540 (saobraćajni znakovi) [6].



Slika 2. Primjeri mjerenja retrorefleksije saobraćajnih znakova prilikom inspekcije bezbjednosti puta Stolac – Neum primenom RetroSign GRX

#### 5. ANALIZA KVALITETE MATERIJALA I MJERENJE KOLOVOZNE POVRŠINE PUTA

Ispitivanje otpornosti na klizanje površine puta i oznaka na kolovozu podrazumijeva mjerenje trenja, mjernim uređajem (Klatno, SRT) prema normi EN 1436, odnosno prema metodologiji EN 13036-4, Slika 3. [7].



Slika 3. Klatno- uređaj za ispitivanje otpornosti na klizanje

Odgovarajući otpor kolovoza na klizanje ključni je uslov za bezbjedno odvijanje saobraćaja na putu. Prenosni uređaj SRT (Skid Resistance Tester) Klatno spada u Metodu za statičko mjerenje otpornosti klizanja površine puta [8]. Ovom se metodom mjeri otpornost na klizanje malog područja na površini kolovoza, veličine otprilike  $0,01 \text{ m}^2$ . Uređaj simulira klizanje između gume vozila i puta. Ako Klatno - SRT daje vrijednost od 65, to predstavlja vrlo dobra otpornost, dok je vrijednost od  $\text{SRT} = 45$ , predstavlja mala otpornost na klizanje. SRT daje indikaciju vrijednosti otpora na klizanje na grauiranoj graviranoj skali koja odgovara koeficijentu trenja  $\times 100$ . Instrument je neophodan za korištenje u fazi projektovanja, u toku održavanja i za ispitivanje trenja asfalta na mjestu saobraćajne nezgode. Prije ispitivanja na kolovoznoj površini, površinu oznake je potrebno očistiti glatkom mokrom četkom te uređaj postaviti iznad oznake izravnavajući ga s tri vijka. Mjernu površinu je potrebno navlažiti s  $100 \text{ ml} \pm 20 \text{ ml}$  vode. Otpuštanjem klatna mjerna guma prelazi preko oznake (konstantnom silom od  $22,2 \text{ N}$ ) te se klatno na drugoj strani ručno zaustavlja kako bi se mogla očitati vrijednost. Postupak se ponavlja pet puta te ukoliko se vrijednosti ne razlikuju za više od 3 SRT jedinice računa se prosječna

vrijednost tih pet mjerenja. U suprotnome, postupak se ponavlja dok se ne dobiju tri uzastopna konstantna očitavanja [8]. Usklađena norma EN13036-4:2011 koja se odnosi na svojstva otpornosti na klizanje je uvedena kako bi se standardiziralo ispitivanje između zemalja u Evropi. Norma EN 13036-4:2011. Karakteristike površine cesta i aerodroma - Metode ispitivanja - Dio 4: Metoda za mjerenje otpora površine na klizanje: Ispitivanje klatnom. Ova evropska norma opisuje metodu za određivanje otpornosti površine na klizanje pomoću uređaja koji ostaje nepomičan na mjestu ispitivanja. Otpor klizanja može varirati po širini kolovozne površine. U tabeli 1, date su minimalne vrijednosti dobivene mjerenjem sa klatnom za odgovarajuće elemente putne infrastrukture[10] [11].

Tabela 2. Predložene minimalne vrijednosti dobivene mjerenjem klatnom (PTV-Pendulum Taster Value)

Kategorija	Vrsta testirane površine	Min PTV (mokra površina)
A	Kružni tok. Krivine puta radijusa manjeg od 150 m bez ograničenja. Strmi nagibi. Prilazi semaforima na putevima bez ograničenja	65
B	Autoputevi, magistralni i putevi 1. klase, putevi u urbanim područjima (više od 2000 vozila dnevno)	55
C	Na ostalim putevima	45

## 6. ZAKLJUČAK

Saobraćajnom signalizacijom i opremom, učesnici saobraćaja primaju obavijesti o ograničenjima, zabranama, opasnostima i stanju na putu kako bi pravovremeno prilagodili način upravljanja vozilom, a time povećali bezbjednost saobraćaja i smanjili mogućnost nastanka saobraćajne nesreće. Ispitivanja koja se provode u cilju osiguranja kvaliteta oznaka na kolovozu su prethodna ispitivanja, tekuća, kontrolna, dodatna kontrolna, arbitražna te ispitivanja prije isteka garancije. U mnogim zemljama se ne provodi redovna kontrola saobraćajne signalizacije i opreme, što uzrokuje velik broj neispravnih znakova i istrošenih oznaka na kolovozu. Takva saobraćajna signalizacija narušava bezbjedno odvijanje saobraćaja. Sva ispitivanja na saobraćajnoj signalizaciji i opremi trebaju se provoditi u skladu sa relevantnim nacionalnim i EN standardima ili smjernicama.

## LITERATURA

- [1] Calculation of an applicable friction coefficient for the reconstruction of traffic accidents with the aid of measured roughness on the spot and the GIDAS-database Author: Dipl.-Ing. Uli Uhlenhof Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH Zellescher Weg 24 01217 Dresden Email: [uhlenhof@vufo.de](mailto:uhlenhof@vufo.de)
- [2] <https://www.en-standard.eu/bs-en-1436-2018-road-marking-materials-road-marking-performance-for-road-users-and-test-methods/>
- [3] Babić, D., Fiočić, M., Tilioniene, D.: *Evaluation of static and dynamic method for measuring retroreflection of road markings*, Građevinar, vol. 69, no.10, p. 907-914, 2017, URL: doi: <https://doi.org/10.14256/JCE.2010.2017>.
- [4] Wang, J. H., Cao, Y.: *Effects of Road Marking Luminance Contrast on Driving Safety*, University of Rhode Island: Department of Industrial and Manufacturing Engineering. Kingston. SAD, 2004.

- [5] Babić, D.: Model predviđanja trajanja oznaka na kolniku, doktorski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018, URL:<https://dr.nsk.hr/islandora/object/fpz:1202/>
- [6] Šćukanec A., Babić D.: Metode mjerenja retrorefleksije prometnih znakova i oznaka na kolovozu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2013.
- [7] <https://www.astm.org/e0303-22.html>. ASTM E303-22. Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester.
- [8] Metode ispitivanja kvalitete prometne signalizacije Jembrek, Anamarija Undergraduate thesis / Završni rad 2019 Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanost.
- [9] Calculation of skid resistance from texture measurements. Andreas Ueckermann\*, Dawei Wang, Markus Oeser, Bernhard Steinauer Institute of Highway Engineering, RWTH Aachen University, Aachen 52056, Germany.
- [10] [SIST EN 13036-4:2011 - Road and airfield surface characteristics - Test methods - Part 4: Method for measurement of slip/skid resistance of a surface: The pendulum test](#)
- [11] The effective estimation of skid resistance of SMA pavements in relevant aspect of safety and durability of asphalt roads. Beata Stankiewicz, Pawel Slabonski and Emilia Slabonska. Faculty of Civil Engineering, Opole University of Technology, Poland. Research Engineering Institute Labor Aquila, Poland. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823105007>

## SUMMARY

### **ANALYSIS AND MEASUREMENT QUALITY OF TRAFFIC SIGNALS AND EQUIPMENT IN THE FUNCTION OF TRAFFIC SAFETY**

*Abstract: The paper presents the analysis and quality of measurement of traffic signals and equipment in the function of traffic safety. It is necessary for all construction works on the road infrastructure to carry out an appropriate measurement of the quality of traffic signals and equipment, both for those that are an integral part of the main project and for the temporary ones that are used during construction. Materials, products, equipment, and works must be carried out in accordance with the norms and technical regulations specified in the project documentation, with the fact that the installation of signage and equipment on the road implies verification and compliance with valid quality standards. When measuring and analyzing the quality of built-in signaling and equipment, it is mandatory to apply the corresponding national and EN regulations. The paper presents the norms and standards for traffic signaling and road equipment, methods of measurement as well as the necessary measuring instruments for basic measurements.*

*Key words: traffic, signaling, quality measurements, safety.*