

Pregled novih tehnologija izvođenja oznaka na kolniku

Sliško, Michael

Undergraduate thesis / Završni 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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:859813>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-07**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Michael Sliško

PREGLED NOVIH TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA
OZNAKA NA KOLNIKU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PREGLED NOVIH TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA OZNAKA NA KOLNIKU

REVIEW OF NEW ROAD MARKINGS TECHNOLOGIES

Mentor: prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec

Student: Michael Sliško,

JMBAG: 0135243418

Zagreb, svibanj 2020.

SAŽETAK

Oznake na kolniku su dio prometne signalizacije koja vozačima omogućava snalaženje na cesti i sigurno kretanje. Imaju jednaku pravnu važnost kao i prometni znakovi, a mogu se postavljati samostalno ili u kombinaciji s istima. Da bi oznake na kolniku koristile vozačima, moraju biti vidljive u svim vremenskim uvjetima, a posebno u uvjetima smanjene vidljivosti i noću. To im omogućavaju materijali u koje se ugrađuju retroreflektirajući elementi, odnosno staklene kuglice. Kontinuirani rast broja vozila na cestama i globalna modernizacija zahtijevaju i razvoj tehnologija u području prometa. To se, uz ostalu prometnu signalizaciju, odnosi i na oznake na kolniku. S obzirom na to da najveći problem za oznake na kolniku predstavlja zadržavanje atmosferilija na površini kolnika koje, zatim, djelomično ili potpuno prekrivaju oznake, nova istraživanja teže razvoju tehnologija izvođenja oznaka na kolniku koje će omogućiti vidljivost oznaka i u takvim uvjetima.

Ključne riječi: prometna signalizacija; tehnologije izvođenja; oznake na kolniku

SUMMARY

Road markings are a part of traffic signalization whose main purpose is to maintain security and safe driving for all traffic users. They are legally equally important as traffic signs and can be situated on their own or in combination with traffic signs. They must be visible in all weather conditions, especially at night and when visibility is reduced. That is why they must be retroreflective. Traffic system must be highly developed because of global modernization and continuous growth of vehicles on the road. In addition to that more and more researches in performance technologies are conducted to improve traffic signalization, road markings and traffic system in general.

Keywords: traffic signalization; performance technologies; road markings

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OSNOVNI POJMOVI O PROMETNOJ SIGNALIZACIJI.....	3
3. OPĆENITO O OZNAKAMA NA KOLNIKU.....	5
3.1. Povijesni razvoj oznaka na kolniku	5
3.2. Podjela oznaka na kolniku	6
4. IZVOĐENJE OZNAKA NA KOLNIKU	10
4.1. Boje.....	10
4.2. Plastični materijali	12
4.3. Trake	15
5. PREGLED NOVIH TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA OZNAKA NA KOLNIKU	16
6. DEFINIRANJE KRITERIJA ZA ODABIR TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA OZNAKA NA KOLNIKU.....	24
7. ZAKLJUČAK	25
LITERATURA.....	27
POPIS SLIKA	29
POPIS TABLICA.....	30

1. UVOD

Cestovni promet ima važnu ulogu u suvremenom društveno-gospodarskom razvoju. Najznačajniji je oblik kopnenog prometa u Republici Hrvatskoj, kao i u većini država svijeta, zbog njegova izrazito dinamičnog razvoja i velikog ekonomskog značenja. Zbog toga se posebna pažnja posvećuje razvoju cestovne mreže i rastu stupnja motorizacije koji je intenzivan posljednjih godina.

Pozitivni učinci razvoja cestovnog prometa su brojni, vozila su dostupna svima, po suvremenim se prometnicama mogu kretati velikim brzinama što direktno utječe i na smanjenje vremena putovanja do odredišta. Svi ti pozitivni učinci sa sobom nose i određene negativne učinke zbog kojih često ostaju u sjeni. Jedan od njih je i smanjenje sigurnosti prometa.

Najvažniji su pokazatelj razine sigurnosti prometa broj prometnih nesreća i njihove posljedice. Broj prometnih nesreća je, kako na području Republike Hrvatske tako i na razini cijele Europe, posljednjih godina u kontinuiranom porastu. O tome svjedoče i podaci Europske komisije prema kojima na cestama unutar Europske unije u prometu strada više od 25 000 sudionika, dok je broj ozlijeđenih još veći i iznosi preko 135 000 ozlijeđenih godišnje. Na području Republike Hrvatske se, prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova, tijekom godine prosječno dogodi više od 37 000 prometnih nesreća u kojima se ozlijedi prosječno 11 500 sudionika, dok smrtno strada njih 345. Usporedi li se broj smrtno stradalih u Republici Hrvatskoj s ukupnim brojem stanovnika dolazi se do podatka prema kojemu godišnje smrtno strada 77 ljudi na milijun stanovnika, što Hrvatsku smješta u skupinu zemalja s najviše smrtno stradalih u Europskoj uniji.

Velik broj prometnih nesreća i sve veći broj smrtno stradalih, potaknuli su stručnjake iz područja prometa na brojna istraživanja s ciljem otkrivanja mjera kojima će se taj broj reducirati. Poboljšanje prometne signalizacije jedna je od mjera kojom se uz minimalna financijska ulaganja može postići znatno poboljšanje sigurnosti prometa.

Osnovna zadaća vozača u prometu je pratiti prometnicu i prilagođavati se promjeni smjera njezina pružanja. To u pravilu nije teško u dnevnim uvjetima vožnje, ali vožnja u noćnim uvjetima vozačima predstavlja određeni izazov. Nedostatak dnevne svjetlosti onemogućuje difuznu refleksiju što izravno utječe na količinu i kvalitetu informacija koje vozač može prikupiti. Iako se nedostatak prirodnog osvjetljenja nadomješta umjetnim

izvorima svjetlosti na vozilu i u okolini, praćenje prometnice u takvim je uvjetima uvelike otežano. Stoga je, u svrhu održavanja zadovoljavajuće razine sigurnosti prometa, potrebno izvoditi oznake na kolniku tako da budu vidljive u svim uvjetima. To se postiže upotrebom kvalitetnih materijala i ugradnjom staklenih perli kao retroreflektirajućih elemenata koji će omogućiti povratak umjetno stvorene svjetlosti iz farova vozila natrag u oči vozača.

Iskustva diljem svijeta pokazuju kako se kvalitetna prometna signalizacija može postići korištenjem minimalnih količina materijala zahvaljujući suvremenim tehnologijama izrade prometne signalizacije. Kvalitetno izrađena i postavljena prometna signalizacija povećat će razinu sigurnosti na prometnicama što će, posljedično, dovesti i do smanjenja broja prometnih nesreća. Smanjenjem broja prometnih nesreća, smanjuju se i troškovi cijelog društva koji nastaju zbog smrtnosti i ozljeđivanja sudionika u prometu, liječenja, sudskih troškova i drugo. Smanjenje istih dovodi do stvaranja viška materijalnih i novčanih dobara koja se onda mogu uložiti u stvaranje društvenih koristi. Stoga je društvo u cjelini potaknuto na kontinuirani razvitak kako cjelokupnog prometnog sustava tako i prometne signalizacije.

Rad je strukturno podijeljen na sedam poglavlja. Drugo poglavlje naziva „Osnovni pojmovi o prometnoj signalizaciji“ prikazuje osnovne informacije o prometnoj signalizaciji koju čine prometni znakovi, prometna svjetla i oznake na kolniku. U trećem je poglavlju opisan povijesni razvoj oznaka na kolniku te su detaljnije opisane karakteristike oznaka kojima se obilježavaju prometne površine na području Republike Hrvatske. Materijali od kojih se izrađuju oznake na kolniku, kao i metode njihova izvođenja, opisani su u četvrtom poglavlju. Peto poglavlje sadrži pregled novijih tehnologija izvođenja oznaka na kolniku, dok su u šestom poglavlju navedeni kriteriji temeljem kojih se donosi odluka o odabiru tehnologije izvođenja oznaka na kolniku.

2. OSNOVNI POJMOVI O PROMETNOJ SIGNALIZACIJI

Izgradnja suvremenih prometnica i povećanje broja vozila koja se svakodnevno kreću njima doveli su do niza problema koji su rezultirali sve češćom pojavom prometnih nesreća. Iako je razvoj vozila trebao biti ključ sigurnog kretanja, to nije bio slučaj. Vozila su se mogla kretati velikim brzinama i prelaziti velike udaljenosti što je za posljedicu imalo i veće probleme na prometnicama. Zbog toga je uporaba prometne signalizacije, odnosno regulacija prometa, postala neophodna.

Prometnom se signalizacijom ostvaruje komunikacija između osoba zaduženih za održavanje cesta i sudionika u prometu. Za pravilno se vršenje svoje funkcije, ona mora postavljati na odgovarajućim mjestima i u odgovarajućem opsegu. Uporaba nedovoljnog broja prometnih znakova ili izostanak oznaka na kolniku mogu značajno utjecati na sigurnost prometnice, odnosno na broj prometnih nesreća. Isto tako, uporaba prevelikog broja elemenata prometne signalizacije može dovesti vozače u zabludu ili ih može navesti na zanemarivanje važnih informacija izrečenih putem prometne signalizacije. S obzirom na to da većina prometnih nesreća nastaje zbog vožnje neprimjerenom brzinom, izlijetanja vozila s ceste ili prelaska vozila u prometni trak namijenjen vozilima koja se kreću u suprotnom smjeru te da se prometnim znakovima propisuje ograničenje brzine, a oznakama na kolniku označava rub kolnika i razdjeljuju trakovi, može se zaključiti kako je uloga prometne signalizacije u ostvarivanju sigurnog prometnog toka značajna. Osim što mora biti postavljena, da bi obavljala svoj zadatak prometna signalizacija mora biti izrađena u skladu sa zakonskim propisima i vidljiva u svim uvjetima, a posebno noću i u uvjetima smanjene vidljivosti kada je količina informacija koje vozač može prikupiti iz okoline smanjena.

Iako je izgled prometne signalizacije standardiziran na međunarodnoj razini, svaka država zasebno donosi zakone i pravilnike kojima se njena obilježja pobliže određuju. Izgled, karakteristike, namjena i značenje prometne signalizacije su, na području Republike Hrvatske, propisani Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19).

Prema tom Pravilniku, prometnu signalizaciju čine [1]:

- Prometni znakovi
- Prometna svjetla
- Oznake na kolniku i drugim prometnim površinama

Oznake na kolniku su skup uzdužnih i poprečnih crta, simbola i natpisa čijom se kombinacijom oblikuju površine prometne infrastrukture. Iako su često zanemarene od strane vozača, imaju jednaku pravnu vrijednost kao i prometni znakovi i prometna svjetla te se ne mogu nadomjestiti njima. Mogu se postavljati samostalno ili u kombinaciji s prometnim znakovima, a ako se postavljaju u kombinaciji s prometnim znakovima potrebno ih je uskladiti kako ne bi dovodile vozače u zabludu [2].

Oznake na kolniku mogu biti [1]:

- Uzdužne oznake
- Poprečne oznake
- Ostale oznake na kolniku i objektima uz rub kolnika

Osnovna boja oznaka na kolniku je bijela, ali se iznimno za obilježavanje posebnih površina na kolniku i objektima uz rub kolnika koriste žuta, zelena, crvena i plava boja [1].

Karakteristike oznaka na kolniku te načini njihova izvođenja su detaljno opisani u nastavku rada.

Osim prometne signalizacije, kao osnovnog sredstva komunikacije nadležnih za ceste i sudionika u prometu, za održavanje visoke razine sigurnosti prometa i neometano odvijanje prometnog toka koristi se prometna oprema cesta, cestovna rasvjeta te oprema za mjerenje i smirivanje prometa, a njihov izgled i način postavljanja također su propisani Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19).

3. OPĆENITO O OZNAKAMA NA KOLNIKU

Kao što je i ranije navedeno, oznake na kolniku predstavljaju dio prometne signalizacije koja kombinacijom crta, natpisa i simbola oblikuje prometnu površinu te omogućuje vizualno vođenje sudionika u prometu. Smještene su u centralnom vidnom polju vozača te su, stoga, jedan od najvažnijih elemenata prometne signalizacije. Ne mogu se nadomjestiti drugim znakovima ili propisima. Imaju jednaku pravnu vrijednost kao i prometni znakovi i prometna svjetlosna signalizacija, te se postavljaju samostalno ili u kombinaciji s njima. Kada se postavljaju u kombinaciji s prometnim znakovima ili prometnom svjetlosnom signalizacijom, moraju s istima biti potpuno usklađene kako ne bi zbunile ili dekoncentrirale vozače. Osnovne zadaće oznaka na kolniku su upozoravanje vozača na stanje i situaciju u prostoru ispred vozila koja zahtijeva osobitu pozornost i oprez za siguran nastavak upravljanja vozilom, vođenje vozača, informiranje vozača o zakonskim ograničenjima i pomoć pri reguliranju prometa na optimalan način. Njihova prisutnost i kvalitetna izvedba su preduvjet za sigurnost cestovnog prometa.

3.1. Povijesni razvoj oznaka na kolniku

Prvo označavanje površine za kretanje potječe još od Rimljana koji su, da bi razdvojili smjerove kretanja kočija, kamenjem i ciglama označavali središte ceste. Takav sustav označavanja nije bio primjenjiv u suvremenom prometu, a masovna proizvodnja prijevoznih sredstava zahtijevala je označavanje površina namijenjenih njihovu kretanju. Stoga se pristupilo istraživanjima s ciljem pronalaska optimalnog načina označavanja kolnika.

Prva primjena „suvremenih“ oznaka na kolniku spominje se 1911. godine, kada su stručnjaci na području SAD-a, uvidjevši kako mlijeko, koje curi iz spremnika, ostavlja bijeli trag na cesti, odlučili na Trevor River cesti u Wayne Countyju u Michiganu obojiti središnju liniju bijelom bojom [5].

Nakon šest godina, 1917. godine, je prvi puta središnja linija obojena žutom bojom. Oznake žute boje tada je predložio Peter Rexford koji je tvrdio da bijele oznake nisu dovoljno vidljive za vrijeme kišnih uvjeta i noću te da će se primjenom žutih oznaka povećati sigurnost [5].

Iako je do kraja 1954. godine bijela boja, kao osnovna boja oznaka na kolniku, prihvaćena u većini država SAD-a, to se promijenilo 1971. godine objavom priručnika kojim

je određeno da će žuta boja biti osnovna boja za izvođenje oznaka na kolniku diljem SAD-a [5].

Prve oznake na kolniku na području Europe su se pojavile u Velikoj Britaniji 1918. godine, no tada za njih nije postojala zakonska regulativa. Prva službena regulativa koja se odnosila na oznake na kolniku donesena je tek 1926. godine [6]. Nakon nje su se diljem Europe središnje i rubne linije počele obilježavati bijelom bojom. Razvoj autocesta u Njemačkoj je potaknuo uvođenje crne boje kao osnovne boje oznaka na kolniku kako bi se pojačao kontrast s površinom kolnika u dnevnim uvjetima, no takav je sustav obilježavanja cesta ubrzo napušten jer crne oznake nisu bile vidljive noću.

S obzirom na to da ni bijele oznake nisu bile vidljive u noćnim uvjetima, nametnula se potreba za raznim istraživanjima i poboljšanjima postojećih oznaka. Objavom članka *Lumious Marking for Highways*, *Canadian Engineer* je predstavio ideju o primjeni retroreflektirajućih staklenih kuglica koje bi omogućile vidljivost oznaka noću. Staklene su kuglice zbog svojih retroreflektirajućih svojstava, nedugo nakon objave članka, postale sastavni dio standardnih oznaka na kolniku.

3.2. Podjela oznaka na kolniku

Oznake na kolniku je moguće podijeliti prema različitim kriterijima kao što su boja, debljina sloja, vrsta materijala, trajnost oznake, način izvođenja i slično, ali najčešća je podjela oznaka na kolniku prema njihovoj funkciji.

Podjela oznaka na kolniku prema funkciji je u Republici Hrvatskoj definirana Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19). Prema tom se Pravilniku, oznake na kolniku dijele na [1]:

- Uzdužne oznake
- Poprečne oznake
- Ostale oznake na kolniku i objektima uz rub kolnika

Uzdužnim se oznakama na kolniku smatraju sve one oznake koje su paralelne s osi ceste. Mogu biti razdjelne i rubne crte. Razdjelne se crte koriste za razdvajanje prometnih površina na kojima se vozila kreću dvosmjerno, dok se rubnim crtama obilježava rub korisne površine kolnika [1].

Uzdužne se oznake mogu izvoditi kao pune, isprekidane i dvostruke crte, a svaka od tih crta ima svoje značenje. Punom se crtom obilježava zabrana prelaska vozila u druge

prometne trakove i vožnja po njoj. Isprekidane crte označavaju prestanak zabrane prelaska vozila preko te crte i kao razdjelna se linija koriste na dijelovima ceste na kojima je dopušteno pretjecanje vozila. Dvostruka se crta može izvoditi kao dvostruka isprekidana, dvostruka puna i dvostruka kombinirana [1]. Na slici 4. su prikazane karakteristične uzdužne oznake na kolnicima autoceste.



Slika 1. Prikaz uzdužnih oznaka na kolniku

Izvor: [7]

Širine uzdužnih oznaka na kolniku mogu biti između 10 i 20 centimetara, a ovise o kategoriji ceste na kojoj se postavljaju [1]. Širine rubnih i razdjelnih crta za svaku su kategoriju ceste prikazane u tablici 1.

Tablica 1. Širine razdjelnih i rubnih crta ovisno o kategoriji ceste na kojoj se izvode

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: [1]

Iako se propisanih širina treba pridržavati, u iznimnim se situacijama, u svrhu povećanja razine sigurnosti, može dopustiti izvođenje širih oznaka. Ako se razdjelna crta izvodi kao dvostruka, razmak između usporednih dvostrukih crta mora biti 10 cm, odnosno 20 cm na dijelovima ceste na kojima je predviđeno postavljanje smjerokaznih stupića.

Poprečnim se oznakama na kolniku smatraju sve one oznake koje su postavljene pod određenim kutom ili okomito u odnosu na os ceste. To su crte zaustavljanja, kose i granične crte, pješački prijelazi (Slika 5.) i prijelazi biciklističkih staza preko kolnika. Poprečne se oznake izvode kao pune i isprekidane, a svojom površinom mogu zahvatiti jedan ili više prometnih trakova [1]. Zbog specifičnog kuta pod kojim ih vozač promatra, njihove su širine nešto veće u odnosu na uzdužne oznake.



Slika 2. Primjer poprečnih oznaka na kolniku
Izvor: [8]

U ostale se oznake na kolniku ubrajaju sve one oznake koje prema svojoj funkciji i izgledu ne pripadaju ni uzdužnim ni poprečnim oznakama, a to su [1]:

- Strelice
- Polja za usmjeravanje prometa
- Crte usmjeravanja
- Natpisi
- Oznake za označavanje prometnih površina za posebne namjene
- Oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje
- Oznake na predmetima uz rub kolnika

Strelice su poprečne oznake kojima se označava dopušten smjer kretanja unutar nekog prometnog traka. Najčešće se postavljaju u zoni raskrižja, a veličina im ovisi o dopuštenim brzinama vožnje (Tablica 2.).

Tablica 2. Dužine strelica ovisno o najvećoj dopuštenoj brzini kretanja vozila na cesti

Dopušteno ograničenje brzine (km/h)	Dužina strelice (m)
≤ 50	5,0 (3,0 u zonama smirenog prometa)
$> 50 \leq 90$	7,5
> 90	12,0

Izvor: [1]

Crtama i poljima za usmjeravanje prometa označavaju se dijelovi kolnika na kojima nije dopušteno kretanje i zaustavljanje, promjene korisnih površina na kolniku te otvaranje i zatvaranje prometnih trakova [1].

Natpisi se na kolnicima izvode da bi sudionicima pravovremeno osigurali potrebne obavijesti. Mogu biti izvedeni u obliku ispisanih riječi ili umetnutih prometnih znakova. Izvode se izduženo u smjeru kretanja vozila kako bi ih vozači brže i lakše percipirali [1].

Oznakama za obilježavanje prometnih površina posebne namjene označavaju se površine kao što su autobusna i taksi stajališta, dok se površine za zaustavljanje i parkiranje ostalih vozila obilježavaju oznakama za obilježavanje mjesta za parkiranje vozila [1].

Osim prema funkciji, značajna je još i podjela oznaka s obzirom na boju kojom se izvode. Iako se većina oznaka na kolniku izvodi bijelom bojom postoje određene oznake na kolniku koje moraju biti izvedene posebnim bojama. Žuta se boja koristi za označavanje posebnih prometnih površina kao što su oznake na dijelovima kolnika i nogostupa na kojima je zabranjeno zaustavljanje i parkiranje, crte za označavanje trakova namijenjenih kretanju vozila javnog gradskog prijevoza, parkirna mjesta namijenjena osobama s invaliditetom, naprave za smirivanje prometa, prometne površine posebne namjene i oznake na kolniku koje se postavljaju u svrhu privremene regulacije prometa. Zelenom se bojom označavaju površine namijenjene zaustavljanju električnih vozila za vrijeme punjenja. Crvena boja koristi se za označavanje biciklističkih staza i kao evakuacijska crta na oblozi tunela. Plavom bojom su obilježena parkirna mjesta za kraća zadržavanja kao i ona koja se nalaze u zonama u kojima se primjenjuje naplata parkiranja. Crveno-bijelom bojom obilježavaju se stalne prepreke smještene unutar prometnog profila ceste, dok se crno-bijelom bojom obilježavaju stalne prepreke unutar slobodnog profila ceste [1].

4. IZVOĐENJE OZNAKA NA KOLNIKU

Da bi oznake na kolniku bile što učinkovitije, moraju biti dobro vidljive sudionicima u prometu u svim vremenskim uvjetima, odnosno moraju imati dobra retroreflektirajuća svojstva. Posebice je to svojstvo važno u noćnim uvjetima ili uvjetima smanjene vidljivosti na cesti, kada je količina vizualnih informacija koje vozači primaju znatno manja.

Na vidljivost oznaka na kolniku u otežanim vremenskim uvjetima i noću, snažan utjecaj ima vrsta primijenjenog materijala kao i količina retroreflektirajućih elemenata, staklenih perli, koje su u oznake ugrađene prilikom proizvodnje materijala i/ili prilikom izvođenja oznake.

Materijali za izradu oznaka na kolniku sastavljeni su od niza povezanih elemenata. To su različiti pigmenti, punila, veziva, specijalne kemikalije i otapala. Svaki od tih elemenata ima svoju ulogu u stvaranju funkcionalnih i otpornih oznaka na kolniku. Kemijski sastav materijala kroz povijest se mijenjao, što za rezultat ima niz različitih materijala za izradu oznaka na kolniku, a svaki od njih ima svoje prednosti i nedostatke. Prednosti i nedostaci pojedinih materijala javljaju se ovisno o području na kojem se isti primjenjuju pa se zbog toga može reći da na trajnost i kvalitetu oznake na kolniku utječu prometno opterećenje ceste kao i struktura prometnog toka, geografska obilježja područja kao što su učestalost loših vremenskih prilika i interval trajanja zimskih uvjeta, ali i kvaliteta i stanje kolničke površine na kojoj se oznaka izvodi [9].

Materijali se mogu podijeliti prema različitim kriterijima. Uzme li se u obzir vrsta primijenjenog otapala, materijali se mogu podijeliti na one na bazi otapala (engl. Solventborne), na one na bazi vode (engl. Waterborne) i materijale kod kojih se ne primjenjuju otapala. S obzirom na trajnost primijenjenog materijala, oni mogu biti za trajno (duži vremenski period) i privremeno označavanje (za vrijeme trajanja radova i slično) [10]. Postoji još niz različitih podjela, no oni se, zapravo, najčešće dijele prema vrsti primijenjenog materijala i to na boje, plastične materijale i trake [9].

3.3. Boje

Boje su, u Republici Hrvatskoj, ali i u svijetu, najčešće korišten materijal za izradu oznaka na kolniku. To je tankoslojni jednokomponentni materijal koji se sastoji od veziva, pigmenta i otapala. Debljina sloja boje koji se nanosi na površinu kolnika iznosi od 200 do 400 μm [11].

Glavna prednost boja, ujedno i razlog češćeg korištenja boja u odnosu na druge materijale, je njihova poprilično jeftina i jednostavna izvedba. Iako su boje najjeftiniji materijal, njihova je dugoročna isplativost upitna. Zbog vrlo tankog sloja koji se nanosi na površinu kolnika boje brzo gube retroreflektirajuća svojstva i prepoznatljiv izgled te ih je u kraćim vremenskim periodima, svakih šest do dvanaest mjeseci što najčešće ovisi o vremenskim uvjetima na području na kojem su izvedene, potrebno obnavljati [11].

Boje se, kao materijal za izvođenje oznaka na kolniku, mogu razlikovati prema vremenu sušenja i vrsti primijenjenog otapala.

S obzirom na trajanje sušenja, razlikuju se četiri tipa boja [11]:

- Konvencionalne boje – za sušenje im je potrebno više od sedam minuta
- Umjereno brzосуšeće – sušenje nanesenog sloja traje od dvije do sedam minuta
- Brzосуšeće – sušenje traje od 30 sekundi do dvije minute
- Momentalno ili instatnosуšeće – za sušenje je potrebno manje od 30 sekundi

Druga se podjela boja odnosi na vrstu primijenjenog otapala i prema njoj boje mogu biti na bazi otapala i na bazi vode.

Bojane se oznake na površinu kolnika nanose raspršivanjem pod tlakom. Za nanošenje se koriste različiti strojevi koji imaju ugrađena dva pištolja, prvi raspršuje boju, dok je drugi zadužen za nanošenje retroreflektirajućih elemenata, staklenih perli. Ovisno o površinama na koje je potrebno nanijeti oznake na kolniku primjenjuju se strojevi različitih kapaciteta. Za označavanje kraćih dionica ceste, pješačkih prijelaza i drugih poprečnih oznaka na kolniku koriste se strojevi manjeg kapaciteta (Slika 6.), a za poslove većeg opsega koriste se strojevi većeg kapaciteta s ugrađenim spremnicima boje i staklenih perli (Slika 7.) [2].



Slika 3. Stroj manjeg kapaciteta za izvođenje bojanih oznaka na kolniku
Izvor: [12]



Slika 4. Stroj većeg kapaciteta za izvođenje bojanih oznaka na kolniku
Izvor: [13]

3.4. Plastični materijali

Plastični se materijali sastoje od sintetičkih veziva, pigmenata, punila, umjetnih i prirodnih smola te retroreflektirajućih elemenata (staklenih perli). Zbog debljine nanosa oznaka, koja za neprofilirane oznake iznosi od jednog do tri milimetra, a za profilirane do najviše šest milimetara, ti se materijali ubrajaju u skupinu debeloslojnih. Za razliku od neprofiliranih oznaka koje karakterizira ravna površina, profilirane se oznake sastoje od izbočina i uleknuća što je ujedno i njihova velika prednost. Izbočine na površini oznake

omogućuju vidljivost oznaka za vrijeme loših vremenskih uvjeta kada površinu kolnika prekrije sloj atmosferilija, ali isto tako mogu poslužiti i kao sigurnosni elementi na cesti jer se prelaskom preko njih stvaraju zvučni efekti i vibracije koje upozoravaju vozača da se približio rubu kolnika ili da svojim vozilom prelazi u drugi prometni trak [9].

Veća debljina nanosa osigurava i dulji vijek trajanja oznake, ali s tim nosi i veće cijene, što često utječe na odluku naručitelja radova. Vijek trajanja plastičnih materijala iznosi od tri do šest godina, a oznaka se tijekom tog vremena postupno troši [11]. Zbog toga je, u svrhu osiguravanja dugoročne vidljivosti i učinkovitosti takvih oznaka, retroreflektirajuće elemente potrebno umiješati tvornički u materijal, ali ih isto tako i dodavati prilikom nanošenja oznaka na kolnik.

Dva su tipa plastičnih materijala, termoplastika i hladna plastika, a razlikuju se prema temperaturi pri kojoj se nanose na kolnik [9].

Termoplastični se materijali proizvode na visokim temperaturama, a zatim se suše i pakiraju te do krajnjih korisnika dolaze u blokovima ili u prahu [10]. Prije početka procesa nanošenja oznaka na kolnik, takav je materijal potrebno pripremiti. Priprema se sastoji od zagrijavanja i kuhanja u velikim kotlovima, a taj proces traje dva sata za termoplastiku u prahu, odnosno sat i pol za termoplastiku u blokovima [9]. Tijekom zagrijavanja i kuhanja u materijal se dodaju retroreflektirajući elementi koji osiguravaju vidljivost oznake u dužem vremenskom periodu. Osim što je za izvođenje takvih oznaka potrebno pripremiti materijal, isto je potrebno učiniti i sa samim kolnikom. Da bi se osigurao što dulji vijek trajanja oznake, kolnik na koji se nanosi oznaka mora biti suh i prethodno očišćen od svih nečistoća koje nastaju kao posljedica odvijanja prometa, a temperatura zraka i kolnika ne bi trebala biti niža od 10 °C niti viša od 20 °C. Isto tako, važna je i vrsta kolnika na kojem se izvodi oznaka. Tako će plastični materijali bolje prianjati uz asfaltne podloge koje zagrijavanjem također omekšavaju, dok će se za betonske podloge moći vezati samo mehanički [11].

Postupak izvođenja oznaka od termoplastičnih materijala moguće je vršiti na dva načina, „špricanjem“ i ekstruzijom [2]. Neovisno o tome koji je postupak izabran, pripremljena plastična smjesa nanosi se u odgovarajućem sloju na kolničku površinu, a tijekom nanošenja dodatno se raspršuju retroreflektirajući elementi te po potrebi elementi koji povećavaju hrapavost oznaka i time sprječavaju njihovu klizavost. Primjer stroja koji se koristi za nanošenje termoplastičnih oznaka ekstruzijom prikazan je na slici 8.



Slika 5. Proces nanošenja termoplastičnih oznaka ekstruzijom
Izvor: [14]

Za razliku od termoplastike koja se na kolnik nanosi pri povišenim temperaturama, hladna se plastika, kako joj i samo ime govori, nanosi hladna. Njezina je priprema za nanošenje nešto jednostavnija, a sastoji se od miješanja dvije odvojene komponente, odnosno dva reaktanta. Te se komponente, ovisno o proizvođaču, mogu miješati u različitim omjerima, primjerice to mogu biti omjeri 50 : 50, 98 : 2 i slično [15]. Nakon što su komponente dobro izmiješane, hladna je plastika spremna za nanošenje. Kod hladne se plastike, kao i kod termoplastike, retroreflektirajući elementi nanose i prilikom proizvodnje i tijekom nanošenja na kolnik kako bi se osigurala što duža trajnost i učinkovitost oznaka. Prilikom nanošenja oznake na kolnik, kolnička podloga mora biti suha, a prednost je hladne plastike (u odnosu na termoplastiku) što u tolikoj mjeri nije osjetljiva na vanjske utjecaje te se može nanositi na kolnik pri različitim temperaturama. Time se osigurava duži vremenski period tijekom godine u kojem je omogućeno izvođenje takvih oznaka [16]. Dodatna joj je prednost i to što jednako dobro prianja i na asfaltne i na betonske površine [15].

Postupak izvođenja oznaka je vrlo sličan kao i kod termoplastike, što znači da se one također mogu nanositi „špricanjem“ i ekstruzijom. Nakon što je oznaka izvedena hladnom plastikom, mora se sušiti 20 do 30 minuta, a nakon toga se promet preko nje može odvijati normalno [10].

3.5. Trake

Trake su jedini materijal za izvođenje oznaka na kolniku koji se proizvodi tvornički, a kao gotov se proizvod utiskuju u kolničku površinu ili se na nju lijepe. Utiskivanje je u kolničku površinu moguće samo onda kada se takve oznake izvede neposredno nakon asfaltiranja kolnika, dok je asfalt još vruć. Na već postojeće, stare, asfaltne i betonske površine, trake se mogu pričvrstiti pomoću posebnih ljepila [11].

Najveća je prednost tvorničke proizvodnje to što se retroreflektirajući elementi u materijal ugrađuju kontrolirano čime se postiže upotreba optimalne količine perle i pravilna raspodjela perle po površini, a samim time i duži vijek trajanja u odnosu na ostale materijale. Istodobno je najveći nedostatak takvih materijala, ujedno i glavni razlog zbog kojeg se one ne koriste često, njihova cijena koja može iznositi do 60 €/m² [10].

Trake se mogu izvoditi kao profilirane, neprofilirane i u određenoj mjeri strukturirane. Sam postupak izvođenja takvih oznaka ne zahtijeva skupe strojeve i opremu, kao ni zatvaranje prometa zbog sušenja. Prema načinu izvođenja i očekivanom životnom vijeku trake mogu biti stalne (trajne) i privremene [11].

Trajnim se trakama smatraju sve one čiji je vijek trajanja duži od godinu dana i takve se trake najčešće postavljaju na nove asfaltne površine. Privremene se trake upotrebljavaju za izradu privremene regulacije prometa i najčešće se lijepe na površinu kolnika. Najveća je razlika, u odnosu na trajne trake, to što privremene trake u sebi imaju ugrađenu armaturnu mrežicu koja olakšava uklanjanje oznaka [11]. Postupak pričvršćivanja trake na kolničku površinu prikazan je na slici 9.



Slika 6. Pričvršćivanje trake na kolničku površinu
Izvor: [17]

5. PREGLED NOVIH TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA OZNAKA NA KOLNIKU

Materijali za izradu oznaka na kolniku, kakvi se koriste danas, razvijali su se godinama. Provodila su se brojna istraživanja koja su težila poboljšanjima, a kada su standardni materijali dosegнули svoj maksimum izdržljivosti, trajnosti i vidljivosti istraživanja su se počela usmjeravati na inovativna rješenja.

Kao prvo se inovativno rješenje nametnula izrada profiliranih oznaka na kolniku. Za razliku od ranije izvođenih ravnih oznaka na kolniku, profilirane se sastoje od izbočina debljine do šest milimetara. Prelaskom vozila preko izbočina (profila) stvaraju se zvučni i vibracijski efekti kojima je uloga upozoriti vozača da se približio rubu ili središtu kolnika [18]. Izrada takvih oznaka pozitivno je utjecala na povećanje razine sigurnosti prometa. Primjerice, na cestama na kojima je dopušteno kretanje velikim brzinama i koje zbog toga imaju duge pravce i zavoje velikih polumjera vožnja može postati monotona i „uspavati“ vozača zbog čega se on može približiti rubu kolnika ili razdjelnom pojasu. Upravo zvuk i vibracije koje stvara prelazak preko profiliranih oznaka „probudit“ će vozača i tako spriječiti nastanak prometne nesreće. Osim na uzdužnim oznakama na kolniku, profiliranje oznaka primjenu je pronašlo i u poprečnim oznakama. Tako se izbočine na kolniku koriste da bi se usporio promet u područjima na kojima se očekuje velik broj pješaka, u blizini raskrižja i slično.

Američka organizacija zadužena za sigurnost u prometu je 2016. godine objavila izvješće koje sadrži niz inovativnih rješenja koja se odnose na poboljšanja u označavanju kolnika i koja imaju zajednički cilj, a to je povećanje razine sigurnosti prometa. Rješenja naglašavaju problem nesnalaženja na cesti i problem kretanja neprilagođenim brzinama. Prema tom se izvješću problem neinformiranosti vozača može riješiti upisivanjem dodatnih informacija na površinu kolnika. Smatra se da će vozač prije uočiti tako ispisane informacije nego one na prometnim znakovima jer se kolnička površina nalazi u centralnom vidnom polju [18].

Prema istom se izvješću za smanjenje brzina kretanja predlaže optičko sužavanje prometnih trakova. Široki prometni trakovi vozačima ulijevaju povjerenje te se oni bez obzira na propisana ograničenja brzine najčešće opuste i voze brzinom koja nije prilagođena uvjetima na cesti. Kako bi se izbjegla stvarna opasnost koju sa sobom može donijeti fizičko

sužavanje kolnika, stručnjaci iz SAD-a osmislili su rješenje prema kojemu se područje raspoloživo za kretanje vozila optički može sužiti i „prisiliti“ vozače na smanjenje brzine. Osim što će utjecati na brzinu vožnje, iscrtavanje takvih oznaka stvorit će razdjelni pojas između dva smjera kretanja, ako se oznake izvode na sredini kolnika, te će se spriječiti pretjerano približavanje vozila tijekom mimoilaženja što je na poseban način povoljno tijekom vožnje u zavojima. Isto tako, smanjit će se i pretjerano približavanje rubu kolnika što će smanjiti rizik od izlijetanja vozila s ceste. Na području SAD-a je 2008. godine provedeno istraživanje na ruralnim dvotračnim cestama na kojima se promet odvija u dva smjera. Na tim su cestama, na lokacijama koje mogu biti potencijalno opasne, rubni ili središnji dio kolnika prekriveni oznakama na kolniku čime je cesta optički sužena. Ispitanici su se vozili istom dionicom prije i nakon postavljanja takvih oznaka, a rezultati pokazuju smanjenje brzine kretanja od 5,5 do 7,5 km/h za sva vozila, odnosno od 7 do 8 km/h za teretna vozila nakon postavljanja oznaka [18]. Način iscrtavanja oznaka na kolniku namijenjenih optičkom sužavanju prometnih trakovima prikazan je na slikama 7. i 8.



Slika 7. Oznake namijenjene optičkom sužavanju prometnih trakova na sredini kolnika
Izvor: [19]



Slika 8. Oznake namijenjene optičkom sužavanju prometnih trakova uz rub kolnika
Izvor: [20]

Tvrtka SEH sa sjedištem u St. Paulu, Minnesota, SAD kao inovativno rješenje za stvaranje sigurnijeg prometa predlaže uvođenje netipičnih boja u oznake na kolniku. Smatraju da bi se takvim označavanjem cesta omogućilo lakše snalaženje sudionika i jednostavnije upravljanje prometom u gradu. Uz standardne bijele i žute oznake koje su najraširenije u svijetu, oni predlažu uvođenje zelene, crvene i ljubičaste boje za posebne namjene [21].

Zelena bi se boja, tako, koristila za obilježavanje površina namijenjenih kretanju biciklista (Slika 9.). To bi omogućilo lakše razlikovanje površina za bicikliste od površina namijenjenih kretanju vozila i pješaka te bi se time povećala i njihova sigurnost [21].



Slika 9. Zelene oznake za obilježavanje površina namijenjenih kretanju biciklista
Izvor: [22]

Crvena se boja obično koristi za upozorenja i zabrane te zbog toga privlači pažnju većeg broja ljudi. S obzirom na to da velik broj vozača ne poštuje zabranu kretanja trakovima namijenjenim javnom gradskom prijevozu, predlaže se obilježavanje istih crvenom bojom (Slika 10.). Takav način obilježavanja već se primjenjuje u nekim gradovima SAD-a [21].



Slika 10. Crvene oznake za označavanje trakova kojima se kreću vozila javnog prijevoza
Izvor: [23]

Ljubičasta se boja može koristiti, prema ideji iz tvrtke SEH, za obilježavanje trakova na naplatnim postajama. Naplatne postaje često uz standardnu naplatu (gotovinom) omogućuju i elektroničku naplatu naknade za korištenje cesta. S obzirom na to da unutar naplatne postaje nisu svi trakovi namijenjeni svim vrstama plaćanja te da to može zbuniti vozače predlaže se uvođenje ljubičaste kao boje za obilježavanje trakova namijenjenih elektroničkoj naplati (Slika 11.) [21].



Slika 11. Ljubičaste oznake namijenjene obilježavanju trakova za vozila koja naknadu za korištenje ceste plaćaju elektronski

Izvor: [24]

Isto tako, tvrtka SEH preporučuje uvođenje bojanih oznaka na mjestima na kojima dolazi do razdvajanja smjerova kretanja i to tako da se svaki smjer kretanja označi različitom bojom. Smatra se da bi to pridonijelo lakšem snalaženju u prometu, vozači bi na vrijeme mogli odrediti u kojem se smjeru žele kretati što bi smanjilo rizik promjene traka u trenutku kada to može biti opasno za vozača [21].

Sva ranije navedena inovativna rješenja svakako doprinose poboljšanju sigurnosti na cestama i boljem snalaženju sudionika u prometu, no tehnologija izvođenja ne razlikuje se previše od standardnih oznaka. Osim toga, sve navedene oznake na kolniku nisu otporne na vanjske utjecaje pa ih i najmanji sloj padalina može prekriti i onemogućiti njihovo funkcioniranje.

Rješenje problema loše vidljivosti oznaka na kolniku u otežanim uvjetima stručnjaci su pronašli u stvaranju takozvanih „pametnih cesta“.

U Nizozemskoj je 2013. godine izgrađena prva „pametna“ autocesta na kojoj se nalazi posebno dizajniran asfalt, a oznake koje svijetle u mraku omogućavaju vozačima lakše primanje informacija o uvjetima na cesti. Tu autocestu projektirao je tim stručnjaka iz tvrtke Studio Roosegaarde, dok je infrastrukturu osigurala grupa Heijmans. Nakon završetka koncepta, projekt je osvojio nagradu za „Najbolji budući koncept“ na manifestaciji Dutch Design Awards. Tvrtka Studio Roosegaard je proizvela posebnu vrstu svjetlećeg praha koji

zamjenjuje tradicionalnu boju kojom se izvode oznake na kolniku. Taj prah akumulira sunčevu svjetlost, a ona mu omogućava i do deset sati „rada“ tijekom noći [25].



Slika 12. Prikaz „pametne“ ceste koja „svijetli u mraku“
Izvor: [26]

Ta posebno izrađena boja može imati i širu primjenu te se ne mora koristiti isključivo za izradu standardnih oznaka na kolniku. Primjerice, kad temperatura padne ispod određene razine, na cesti se mogu pojaviti simboli pahulje koja svijetli upravo zahvaljujući spomenutom prahu. Na taj će način vozači u realnom vremenu biti upozoreni kako je cesta kojom voze skliska te kako trebaju prilagoditi brzinu vožnje uvjetima na cesti. Roosegaarde tvrtka naglašava kako je tehnologija koju koriste pri izgradnji „pametne“ autoceste prisutna već godinama (proizvođači dječje hrane koriste posebne oznake koje mijenjaju boju s obzirom na temperaturu hrane koju se roditelj sprema dati djetetu - crvena boja, primjerice, upozorava da je hrana još uvijek prevruća), a njegov ju je tim samo unaprijedio i prilagodio novoj svrsi [25].



Slika 13. Prikaz upozorenja o mogućoj poledici na kolniku
Izvor: [27]

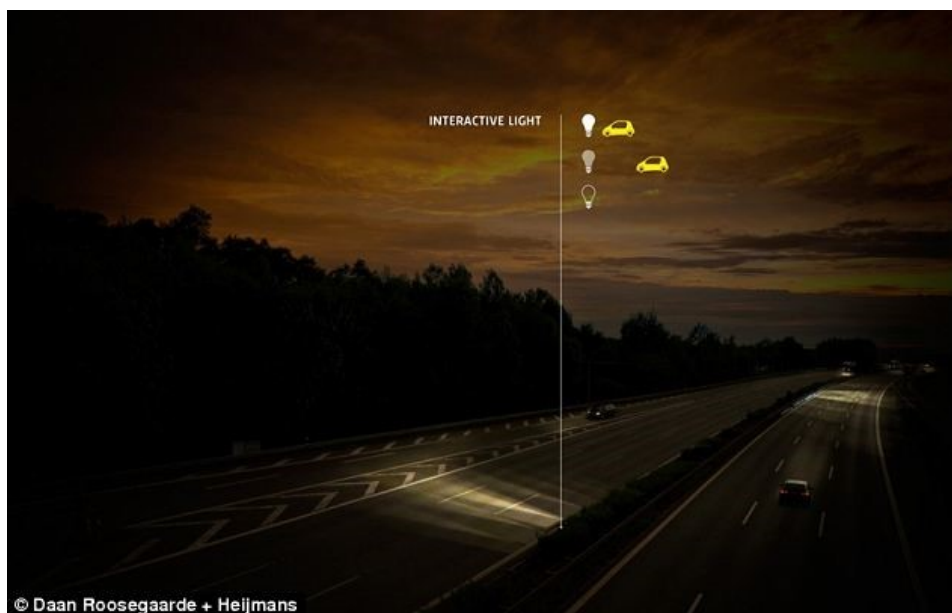
Uz već ranije navedene mogućnosti koje pruža „pametna cesta“ nadograđene su i neke nove. Jedna od njih je vezana uz električne automobile kojima vožnja „pametnom cestom“ omogućuje punjenje pomoću posebnog magnetskog polja. Takva moderna autocesta koja prvih nekoliko stotina metara svijetli u mraku i odašilje upozorenja vozačima na svojoj površini izgrađena je u pokrajini Brabant sredinom 2013. godine [25].



Slika 14. Prikaz prometne trake predviđene za punjenje električnih automobila
Izvor: [27]

„Pametne“ su ceste daljnjim razvojem dobile i posebna interaktivna svjetla koja svijetle samo ako kraj njih uistinu prolaze automobili, a napajaju se kombinacijom solarne

energije i snage vjetra, uključujući i vjetar kojeg stvaraju vozila. Tako je potpuno isključivanje svjetala na važnijim cestama britanskoj Agenciji za autoceste samo u 2011. godini uštedjelo oko 400 tisuća funti [25].



Slika 15. Posebna interaktivna rasvjeta prometnice
Izvor: [27]

Primarna ideja moderne autoceste je stvoriti potpuno samoodrživ sustav cestovne rasvjete te u konačnici stvoriti sigurniju i efikasniju prometnu infrastrukturu. Iz Roosegaarde-a posebno naglašavaju kako je jedan od ciljeva projekta natjerati odgovorne da razmisle o dizajnu i unaprjeđivanju ne samo sredstava prijevoza, već i infrastrukture po kojoj će se vozila u budućnosti kretati. Tako su umreženi automobili s internim navigacijskim sustavima jedan dio uspješnog upravljanja transportnim sustavima budućnosti. Osim vozila, inteligentnije moraju biti i ceste. Samo kvalitetnom kombinacijom pametnih automobila i pametnih cesta može se stvoriti sigurna i efikasna prometna infrastruktura koja će budućim vozačima vožnju učiniti ugodnijim iskustvom.

6. DEFINIRANJE KRITERIJA ZA ODABIR TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA OZNAKA NA KOLNIKU

Prilikom odabira materijala i tehnologije izvođenja oznaka na kolniku teži se postizanju najveće kvalitete, najniže cijene i što jednostavnije izvedbe oznaka na kolniku koja će minimalno ometati odvijanje prometa. S obzirom na to da je teško uskladiti sve navedene kriterije biraju se oni materijali i tehnologije koji se u tom trenutku smatraju optimalnima.

Kao što je i ranije navedeno, nisu sve vrste materijala i tehnologija izvođenja jednako dobre za sve prometnice. Da bi se odabrao najbolji materijal i najbolja tehnologija izvođenja oznaka na kolniku potrebno je sagledati sve čimbenike koji mogu utjecati na njihovu kvalitetu i trajnost, usporediti ih s prednostima i nedostacima pojedinih vrsta materijala i prema dobivenim rezultatima donijeti odluku o odabiru.

Neki od kriterija odabira koji bi se mogli uzeti u obzir prilikom odabira materijala i tehnologije izvođenja oznaka na kolniku mogu biti:

- vrsta oznake
- važnost prometnice, odnosno veličina i struktura prometa koji se na njoj odvija
- ograničenje brzine na prometnici ili dijelu prometnice
- geografska obilježja područja u kojem je cesta smještena, to jest trajanje zimskih uvjeta na tom području i godišnja količina padalina
- cijena izvođenja radova
- vrijeme potrebno za obavljanje radova

Prema Zakonu o javnoj nabavi (NN 120/16) razlikuju se tri kriterija za odabir ponude i to kriterij najniže cijene, kriterij ekonomski najpovoljnije ponude i kriterij najkvalitetnije ponude za uložena sredstva, a naručitelju je ostavljena mogućnost odabira kojim će se kriterijem voditi.

7. ZAKLJUČAK

Oznake na kolniku kao dio prometne signalizacije definiraju i oblikuju prometnu površinu te pružaju određene informacije vezane uz vizualno vođenje sudionika u prometu. S obzirom na položaj u odnosu na os ceste mogu biti uzdužne (paralelne s osi ceste), poprečne (okomite ili pod određenim kutom u odnosu na os ceste) i ostale oznake na kolniku i objektima uz rub kolnika. Uzdužne su oznake rubne i razdjelne crte kojima se obilježava korisna površina namijenjena kretanju vozača, a u skladu sa situacijom na cesti, mogu se izvoditi kao pune, isprekidane i kombinirane. Poprečnim se oznakama na kolniku obilježavaju mjesta na kojima je potrebno zaustaviti vozilo, kao i oznake kojima se obilježava prostor na cesti namijenjen prelasku pješaka i biciklista. Ostalim se oznakama na kolniku i objektima uz rub kolnika, smatraju sve one oznake koje svojim izgledom i funkcijom ne pripadaju niti jednoj od prethodno spomenute dvije skupine oznaka. Sve su oznake, bez obzira na skupinu kojoj pripadaju, jednako važne i izostanak bilo koje od njih onemogućio bi sigurno kretanje kolnikom.

Različite su vrste materijala od kojih se oznake mogu izrađivati, a u skladu s materijalom od kojeg se izrađuju, one se mogu lijepiti, nanositi ili utiskivati u kolnički zastor. Na cestama su u najvećoj mjeri zastupljene oznake od bojanih materijala, dok su one izrađene od plastičnih materijala ili traka rjeđe. Razlog tomu što su boje najčešće primjenjivani materijal za izradu oznaka na kolniku je njihova jednostavna primjena i najniža cijena. Najniža cijena, koja je često ključan faktor pri izboru materijala, sa sobom nosi i najlošiju kvalitetu. U usporedbi s ostalim materijalima, bojane oznake imaju kratak vijek trajanja, slabiji koeficijent retrorefleksije, slabiju vidljivost na mokrom i atmosferilijama prekrivenom kolniku te zahtijevaju čestu obnovu kako bi na pravilan način vršile svoju funkciju.

Osnovna prednost plastičnih materijala je njihov dug vijek trajanja koji se kreće od dvije do šest godina, ovisno o čimbenicima određene prometnice, kao i deblji sloj koji omogućuje vidljivost tijekom loših vremenskih uvjeta, posebno kod profiliranih oznaka. Nedostatak plastičnih materijala svakako je viša cijena i kompliciranija izvedba u odnosu na bojane oznake. Osim toga, termoplastični materijali nisu pogodni za sve vrste kolnika.

Oznake izrađene trakom imaju najbolja retroreflektirajuća svojstva zato što se retroreflektirajući elementi ugrađuju tvornički. Najveći nedostatak trake za izradu oznaka na kolniku je njihova vrlo visoka cijena koja naručiteljima često nije prihvatljiva, posebno za radove većeg opsega.

Iz navedenih se prednosti i nedostataka raznih vrsta materijala može zaključiti, kako su razlike u kvaliteti materijala za izvedbu oznaka na kolniku značajne, a njihov odabir mora se prilagoditi raznim specifičnim zahtjevima koji se razlikuju od prometnice do prometnice.

Razvoj cjelokupnog prometnog sustava sa sobom je donio i potrebu za novijim i modernijim tehnologijama kako u automobilske industrije tako i u izradi i opremanju prometne infrastrukture. U suvremena se vozila ugrađuje niz različitih sustava koji mogu prepoznati elemente iz okoline i prema njima prilagođavati vožnju tako da sudionike u prometu ne dovedu u opasnost. Isto tako, automobilska industrija širom svijeta provodi razna istraživanja kako bi se omogućila proizvodnja vozila sa što većim stupnjem autonomije. Cilj svih tih poboljšanja na vozilima je olakšati vozačima vožnju i povećati sigurnost prometovanja.

Da bi se omogućio pravilan rad sustava koji prepoznaju elemente prometne signalizacije, prometna signalizacija također mora ispunjavati određene uvjete. U prvom redu, ona mora biti dobro vidljiva u svim vremenskim uvjetima, a posebno noću. Ona, također, mora biti odgovarajućeg izgleda i dimenzija, odnosno mora biti usklađena sa zakonskim propisima kako bi ju sustav mogao prepoznati i odrediti njezino značenje. Sve te uvjete moguće je ispuniti uz organizirano izvođenje oznaka na kolniku prema točno određenim uputama, redovno održavanje oznaka na kolniku kao i ispitivanje njihove kvalitete.

Samo usklađenim razvojem svih dijelova prometnog sustava moguće je ostvariti prometni tok u kojem će se velik broj vozila, karakterističan za suvremeni svijet, moći kretati na siguran način.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19)
- [2] Nastavni materijali iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. god. 2018./2019.
- [3] URL: <https://autoskola-ispiti.com/prometni-propisi-i-pravila/znakovi-u-prometu/sto-se-mora-uciniti-pri-nailasku-na-ovaj-prometni-znak> (kolovoz, 2019.)
- [4] URL: <https://www.prometna-zona.com/semafor/> (kolovoz, 2019.)
- [5] Industrial Commercial Striping. 2015. A Brief History of Road Surface Marking and Striping.
- [6] Traffic Signs & Meaning. 2013. History of Road Markings and How they were First Designed.
- [7] URL: <https://www.prometna-signalizacija.com/horizontalna-signalizacija/> (kolovoz, 2019.)
- [8] URL: <https://varazdinski.net.hr/vijesti/drustvo/3196829/prevencija-stradavanja-pjesaka-osvijetljeni-pjesacki-prijelazi-u-ivancu/> (travanj, 2020.)
- [9] Ščukanec, A. 2003. Primjena retroreflektirajućih materijala u funkciji cestovnoprometne sigurnosti. Doktorska disertacija. Fakultet prometnih znanosti. Zagreb.
- [10] Babić, D.; Burghardt, T. E.; Babić, D. 2015. Application and Characteristics of Waterborne Road Marking Paint. International Journal for Traffic and Transport Engineering. 5(2) : 150–169. DOI: [http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2015.5\(2\).06](http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2015.5(2).06).
- [11] Graham-Migletz Enterprises. 1994. Roadway Delineation Practices Handbook. Priručnik. Washington DC. SAD.
- [12] URL: <http://www.rotech.hr/97/stroj-za-horizontalno-obiljecavanje-cesta-linelazer-250sps-isporucen-tvrtki-zelenilo-doo.html> (kolovoz, 2019.)
- [13] URL: <https://www.signalinea.hr/img/djelatnosti/horizontalna/boja/7.jpg> (kolovoz, 2019.)
- [14] URL: <https://paintonline.com.au/wp-content/uploads/2016/08/extrusion-Thermo-white11> (kolovoz, 2019.)

- [15] National Cooperative Highway Research Program. 2006. Pavement Marking Materials and Markers: Real-World Relationship between Retroreflectivity and Safety over Time. Izvještaj. Toronto. Canada.
- [16] Swarco Traffic Systems GmbH
- [17] URL: <https://www.seton.com/pavement-marking-tape-m7326.html> (kolovoz, 2019.)
- [18] URL: https://westerntransportationinstitute.org/wp-content/uploads/2018/02/4W5753_Safety_Solutions_Final_Report.pdf (travanj, 2020.)
- [19] URL: <http://www.xtdriving.com/2016/10/04/hatch-markings-on-the-evesham-bypass/> (travanj, 2020.)
- [20] URL: <https://dallascityhall.com/departments/transportation/traffic-calming/Pages/Traffic-Calming-Toolbox.aspx> (travanj, 2020.)
- [21] URL: <http://www.sehinc.com/news/5-innovative-ways-cities-are-painting-their-streets> (travanj, 2020.)
- [22] URL: <https://pavementsurfacecoatings.com/wp-content/uploads/2019/12/Observer1-X2.jpg> (travanj, 2020.)
- [23] URL: https://ir0.mobify.com/600/https://www.transpo.com/media/k2/galleries/174/Color-Safe_City%20bus%20lane%20red%20marking%20color%203.JPG (travanj, 2020.)
- [24] URL: <https://pbs.twimg.com/media/Dc7TI4oU0AAC884.jpg> (travanj, 2020.)
- [25] URL: <https://www.worldhighways.com/categories/road-markings-barriers-workzone-protection/features/university-of-zagreb-and-swarco-evaluate-road-paint-for-toxins/> (kolovoz, 2019.)
- [26] Ščukanec, A., Fiolić, M., Babić, D.: Buduće suvremene koncepcije označavanja cestovnih prometnica, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
- [27] Ščukanec, A., Babić, D.: Vidljivost oznaka na kolniku, Fakultet prometnih znanosti Zagreb.

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz uzdužnih oznaka na kolniku	7
Slika 2. Primjer poprečnih oznaka na kolniku	8
Slika 3. Stroj manjeg kapaciteta za izvođenje bojanih oznaka na kolniku	12
Slika 4. Stroj većeg kapaciteta za izvođenje bojanih oznaka na kolniku	12
Slika 5. Proces nanošenja termoplastičnih oznaka ekstruzijom	14
Slika 6. Pričvršćivanje trake na kolničku površinu	15
Slika 7. Oznake namijenjene optičkom sužavanju prometnih trakova na sredini kolnika.....	17
Slika 8. Oznake namijenjene optičkom sužavanju prometnih trakova uz rub kolnika	18
Slika 9. Zelene oznake za obilježavanje površina namijenjenih kretanju biciklista	18
Slika 10. Crvene oznake za označavanje trakova kojima se kreću vozila javnog prijevoza....	19
Slika 11. Ljubičaste oznake namijenjene obilježavanju trakova za vozila koja naknadu za korištenje ceste plaćaju elektronski.....	20
Slika 12. Prikaz „pametne“ ceste koja „svijetli u mraku“	21
Slika 13. Prikaz upozorenja o mogućoj poledici na kolniku.....	22
Slika 14. Prikaz prometne trake predviđene za punjenje električnih automobila	22
Slika 15. Posebna interaktivna rasvjeta prometnice	23

POPIS TABLICA

Tablica 1. Širine razdjelnih i rubnih crta ovisno o kategoriji ceste na kojoj se izvode..... 7

Tablica 2. Dužine strelica ovisno o najvećoj dopuštenoj brzini kretanja vozila na cesti 8