

# Analiza materijala za izvođenje oznaka na kolniku

---

Fulir, Edi

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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:119:726560>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-18**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Edi Fulir**

**ANALIZA MATERIJALA ZA IZVOĐENJE OZNAKA**  
**NA KOLNIKU**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2018.**

Zagreb, 3. travnja 2018.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**  
Predmet: **Vizualne informacije u prometu**

## **ZAVRŠNI ZADATAK br. 4638**


Pristupnik: **Edi Fulir (0135242239)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza materijala za izvođenje oznaka na kolniku**

### Opis zadatka:

Oznake na kolniku dio su horizontalne prometne signalizacije. Izvode se kao uzdužne, poprečne te ostale. U crtavaju se, lijepe, ugrađuju ili utiskuju u kolnički zastor i ne smiju povećavati klizavost kolnika. Zadaća oznaka je da upozoravaju vozače na stanje i situaciju u prostoru ispred vozila, informiraju, reguliraju i vode vozače do njihovog cilja identificirajući im sigurnu putanju vožnje. Uzdužne oznake na kolniku u crtane su kao središnje i rubne linije. Središnja linija dijeli kolnik na prometne trakove, dok rubne linije predstavljaju granice područja kolnika. Cilj završnog rada je analizirati sve vrste materijala od kojih se izvode oznake na kolniku, opisati prednosti i nedostatke pojedinih materijala i međusobno ih komparirati prema osnovnim karakteristikama i primjenjivosti.

Mentor:



---

doc. dr. sc. Darko Babić

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**ANALIZA MATERIJALA ZA IZVOĐENJE OZNAKA  
NA KOLNIKU**

**ANALYSIS OF THE ROAD MARKINGS MATERIALS**

Mentor: doc. dr. sc. Darko Babić

Student: Edi Fulir

JMBAG: 0135242239

Zagreb, rujan 2018.

## SAŽETAK

Prometna signalizacija predstavlja skup znakova i oznaka čija je zadaća upravljati i regulirati odvijanje prometa na prometnoj mreži te informirati i upozoriti sudionike u prometu na trenutno stanje na određenoj dionici ceste. Oznake na kolniku predstavljaju dio cjelokupne prometne signalizacije koji se ne može nadomjestiti drugim znakovima ili propisima te se mogu definirati kao skup longitudinalnih i transverzalnih crta, natpisa i simbola čijom se kombinacijom oblikuju površine na prometnoj infrastrukturi. Prilikom izvođenja oznaka na kolniku mogu se primjenjivati razni materijali od kojih su najvažnije bojane oznake, plastični materijali te trake. Svaki navedeni materijal ima različita svojstva, ali osnovni cilj svih materijala je da pruže i osiguraju dovoljnu sigurnost sudionicima u prometu.

**KLJUČNE RIJEČI:** prometna signalizacija; oznake na kolniku; boje; plastični materijali; trake

## SUMMARY

Traffic signalization represents a set of signs and markings whose task is to manage and regulate traffic on the traffic network and to inform and alert traffic participants to the current state of a particular road section. Road markings represent part of the overall traffic signalization that can not be replaced by any other signs or regulations and can be defined as a set of longitudinal and transversal lines, inscriptions and symbols that combine to form surfaces on the traffic infrastructure. Various materials may be used on the pavement when doing road surface marking, the most important of which are colour-coded labels, plastic materials and strips. Each of these materials has different properties, but the main aim of all materials is to provide and ensure sufficient safety for all traffic participants.

**KEY WORDS:** traffic signalization; road markings; paint; plastic materials; strips

## **SADRŽAJ**

1. UVOD .....	1
2. OPĆI POJMOVI O PROMETNOJ SIGNALIZACIJI.....	3
2.1. Uspravna (vertikalna) signalizacija .....	4
2.2. Tlocrtna (horizontalna) signalizacija.....	4
2.3. Svjetlosna signalizacija .....	5
3. ULOGA PROMETNE SIGNALIZACIJE U CESTOVNOM PROMETU .....	7
4. PREGLED MATERIJALA ZA OZNAKE NA KOLNIKU .....	13
4.1. Boje .....	13
4.2. Plastični materijali.....	16
4.2.1. Hladna plastika .....	17
4.2.2. Termoplastika.....	18
4.3. Trake.....	20
4.4. Ostali materijali .....	22
4.5. Usporedba materijala za izvođenje oznaka na kolniku .....	23
5. VRSTE ISPITIVANJA KVALITETE OZNAKA NA KOLNIKU .....	29
5.1. Dinamička metoda ispitivanja .....	30
5.2. Statička metoda ispitivanja.....	31
5.2.1. "Kentucky" metoda.....	31
5.2.2. ZTV M13 metodologija .....	32
5.3. Ispitivanje debljine suhog filma boje .....	33
6. UTJECAJ OZNAKA NA KOLNIKU NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA .....	35
7. ZAKLJUČAK .....	37
POPIS LITERATURE .....	38
POPIS SLIKA .....	40
POPIS TABLICA.....	41

## 1. UVOD

Signalizacijom u prometu obavješćuju se i upozoravaju sudionici u prometu o stanju na prometnicama. Na taj se način postiže nesmetano i sigurno odvijanje prometa. Sigurnost, brzina i udobnost kretanja sudionika u prometu ovise o jasnoći obavijesti primljenih putem prometne signalizacije. Prometna signalizacija mora biti jednostavna, jasna i čitljiva, vidljiva, istoznačna, kontinuirana te postavljena u odgovarajućem opsegu. Može se podijeliti na uspravnu (vertikalnu), tlocrtnu (horizontalnu) te svjetlosnu. Oznake na kolniku dio su horizontalne prometne signalizacije. Izvode se kao uzdužne, poprečne te ostale. Ucertavaju se, lijepe, ugrađuju ili utiskuju u kolnički zastor i ne smiju povećavati klizavost kolnika. Osnovna zadaća oznaka na kolniku je da upozoravaju sudionike u prometu na stanje i situaciju u prostoru ispred vozila koji zahtijevaju osobitu pozornost i oprez za nastavak sigurnog upravljanja vozilom, vode vozače do njihovog cilja putovanja identificirajući im sigurnu putanju vožnje, informiraju vozače o zakonskim ograničenjima te pružaju pomoć pri reguliranju prometa na optimalan način.

Cilj ovoga završnog rada je analizirati materijale koje se koriste za izradu oznaka na kolniku. Rad je podijeljen u 7 cjelina:

1. Uvod
2. Opći pojmovi o prometnoj signalizaciji
3. Uloga prometne signalizacije u cestovnom prometu
4. Pregled materijala za izvođenje oznaka na kolniku
5. Vrste ispitivanja kvalitete oznaka na kolniku
6. Ujecaj oznaka na kolniku na sigurnost cestovnog prometa
7. Zaključak

U drugom poglavlju bit će riječi o prometnoj signalizaciji općenito te o podjeli prometne signalizacije.

U trećem poglavlju bit će analiziran utjecaj prometne signalizacije na cestovni promet. Detaljnije će biti opisani prometni znakovi (vertikalna signalizacija) te oznake na kolniku (horizontalna signalizacija).

U četvrtom poglavlju opisat će se vrste materijala koji se koriste prilikom izrade oznaka na kolniku. Posebno će se opisati boje, plastični materijali te trake. Materijali koji se koriste za izradu oznaka na kolniku imaju veliku važnost u sigurnosti prometa pa stoga treba voditi računa o njihovoj ispravnoj primjeni.

U petom poglavlju prikazat će se i opisati načini na koje se može ispitivati kvaliteta oznaka na kolniku. Detaljnije će se opisati dvije najglavnije metode kojima se analizira kvaliteta oznaka na kolniku, dinamička metoda ispitivanja retrorefleksije te statička metoda ispitivanja retrorefleksije.

Oznake na kolniku imaju velik utjecaj na sigurnost cestovnog prometa, kako samih vozača tako i ostalih sudionika, što će biti pobliže prikazano u šestom poglavlju.



## 2. OPĆI POJMOVI O PROMETNOJ SIGNALIZACIJI

Prometna signalizacija predstavlja skup znakova i oznaka čija je zadaća upravljati i regulirati odvijanje prometa na prometnoj mreži te informirati i upozoriti sudionike u prometu na trenutno stanje na određenoj dionici ceste. Na taj se način postiže nesmetano i sigurno odvijanje prometa. Sigurnost, brzina i udobnost kretanja sudionika u prometu ovise o jasnoći obavijesti primljenih putem prometne signalizacije. S obzirom da je signalizacija neizostavni dio svake ceste bez koje je nemoguće zamisliti sigurno odvijanje prometa na cestama, nužno je da je ona jednostavna, jasna, čitljiva, vidljiva, istoznačna, univerzalna, kontinuirana, odgovarajućeg dizajna te postavljena u odgovarajućem opsegu. Veza između vozača i prometne signalizacije obično se uspostavlja u nekoliko sekundi. Prometna signalizacija može se podijeliti na: uspravnu (vertikalnu), tloctrnu (horizontalnu) te svjetlosnu.[1]

Prometne znakove, signalizaciju i opremu cesta čine:

1. prometni znakovi, i to:

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

2. prometna svjetla i svjetlosne oznake

3. oznake na kolniku i drugim površinama

4. prometna oprema cesta, i to:

- oprema za označivanje ruba kolnika
- oprema za označivanje vrha prometnog otoka
- oprema, znakovi i oznake za označivanje radova, prepreka i oštećenja kolnika
- svjetlosni znakovi za označivanje radova, drugih zapreka i oštećenja kolnika
- oprema za vođenje i usmjeravanje prometa u području radova na cesti, prepreka i oštećenja kolnika
- branici i polubranici
- prometna zrcala
- zaštitne odbojne ograde
- ograde protiv zasljepljivanja

- zaštitne žičane ograde
  - pješačke ograde
  - ublaživači udara
  - oznake za ručno upravljanje prometom
5. signalizacija i oprema za smirivanje prometa
  6. turistička i ostala signalizacija propisana posebnim propisima. [2]

## **2.1. Uspravna (vertikalna) signalizacija**

Vertikalna signalizacija može se definirati kao skup posebno kodiranih oznaka namijenjenih sudionicima u prometu, koja se, u odnosu na prometne površine nalazi u vertikalnoj ravnini. Prilikom postavljanja uspravne signalizacije potrebno je voditi računa o tomu da se ne postavi prevelik broj znakova jer bi to moglo zbuniti vozača. Prometni znakovi moraju biti jednoliki, jasni i vidljivi. Jednolikost znakova postiže se dosljednim predočavanjem prometne situacije. Jasnoća znakova ovisi o veličini, broju, duljini natpisa te o obliku slova i simbola. Vidljivost znakova ovisi o veličini, mjestu postavljanja i sl. Prometni znakovi sa simbolima imaju prednost pred znakovima s tekstom jer ih vozač lakše i brže razumije. Prometni znakovi postavljaju se s desne strane u smjeru kretanja, ako zbog specifičnih prilika preglednost znaka nije dovoljna, znak se može postaviti u sredinu kolnika ili s lijeve strane ceste. Prometni znakovi postavljaju se izvan naseljenih mjesta na visini od 1,2 do 1,4 metra, a u naseljima na visinu od 0,3 do 2,2 metra. Horizontalna udaljenost prometnog znaka od ruba kolnika mora biti najmanje 0,3 metara. Ako se prometni znak postavlja iznad kolnika, onda udaljenost od donjeg ruba znaka do gornje površine kolnika mora iznositi najmanje 4,5 metara. U uspravnu signalizaciju ubrajaju se znakovi opasnosti, znakovi izričitih naredbi, znakovi obavijesti te dopunske ploče, ostali znakovi i oznake.[1]

## **2.2. Tlocrtna (horizontalna) signalizacija**

U tlocrtnu signalizaciju pripadaju oznake na kolniku (koje se postavljaju na cestama sa suvremenim kolničkim zastorom). Oznake na kolniku omogućuju lakše odvijanje prometa. Oznake na kolniku predstavljaju dio cjelokupne prometne signalizacije koji se ne može nadomjestiti drugim znakovima ili propisima te se mogu definirati kao skup longitudinalnih i transverzalnih crta, natpisa i simbola čijom se kombinacijom oblikuju površine na prometnoj

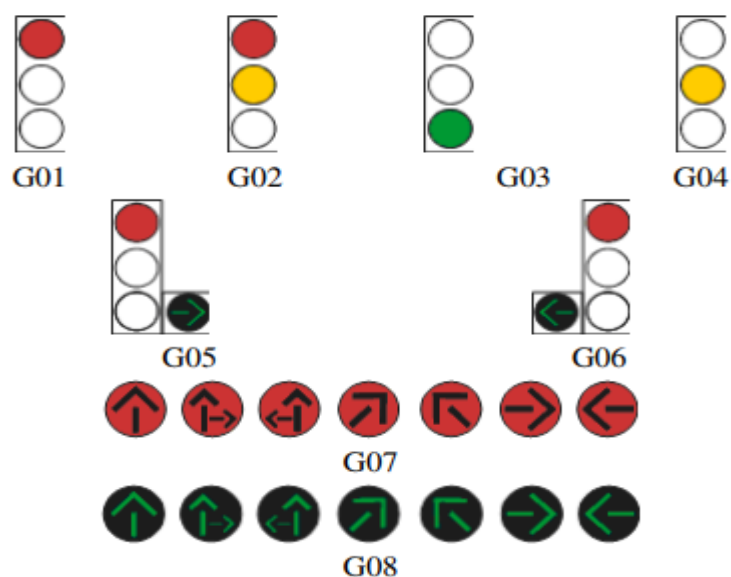
infrastrukturi.[3] Oznake na kolniku obično su bijele boje (žutom bojom označuju se mjesta na kojima je zabranjeno parkiranje, rubne crte i sl.), visine do 0,6 cm, a mogu se ucrtati, lijepiti, ugrađivati ili utiskivati u kolnički zastor te ujedno moraju pružiti zadovoljavajuću razinu retrorefleksije. Oznake na kolniku mogu se podijeliti na uzdužne oznake, poprečne oznake te ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika. Uzdužne oznake mogu biti izvedene kao pune crte, isprekidane crte i dvostruke crte širine od 10 do 15 cm ovisno o važnosti i značenju ceste. Poprečne oznake na kolniku označuju se punim ili isprekidanim crtama. U te oznake pripadaju crte zaustavljanja, crte gdje vozači moraju dati prednost prolaska, pješački prijelazi, prijelazi biciklističkih staza preko kolnika, kosnici i graničnici. Ostale oznake jesu strelice, polja za usmjeravanje prometa, natpisi, oznake uz rub kolnika i slično.[1]

### 2.3. Svjetlosna signalizacija

U svjetlosnu signalizaciju ubrajaju se svjetlosni prometni znakovi te svjetlosne oznake. Uređaji za davanje svjetlosnih prometnih znakova za upravljanje prometnom mogu se postavljati na stupu pokraj kolnika na visini od 2,0 do 3,5 m.[1] Za upravljanje prometom upotrebljavaju se uređaji kojima se daju prometni znakovi prometnim svjetlima crvene, žute i zelene boje.

Prometna svjetla jesu:

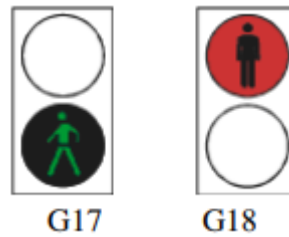
1) svjetlosni znakovi za upravljanje prometom;



Slika 1: Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom

Izvor: [4]

2) svjetlosni znakovi za upravljanje prometom namijenjeni samo pješacima;



Slika 2: Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom namijenjeni samo pješacima

Izvor: [4]

3) svjetlosni znakovi za upravljanje javnim gradskim prometom;



Slika 3: Svjetlosni znakovi za upravljanje javnim gradskim prometom

Izvor: [4]

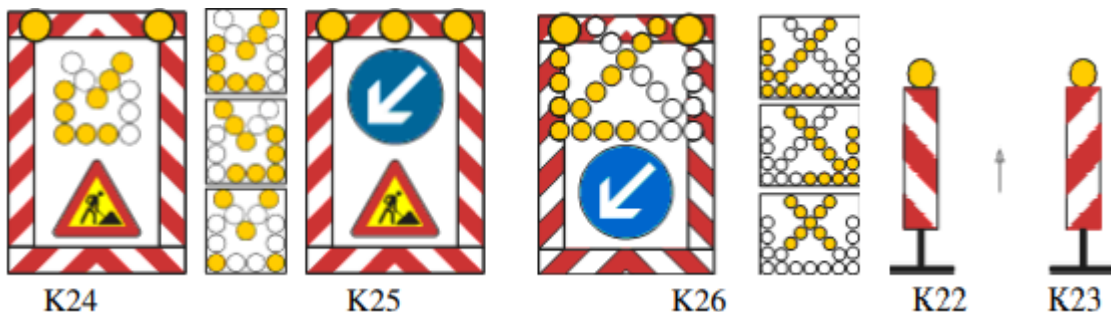
4) svjetlosni znakovi za obilježavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge;



Slika 4: Svjetlosni znakovi za obilježavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge

Izvor: [4]

5) svjetlosni znakovi za obilježavanje radova na cesti i zapreka.[3]



Slika 5: Svjetlosni znakovi za obilježavanje radova na cesti i zapreka

Izvor: [4]

### 3. ULOGA PROMETNE SIGNALIZACIJE U CESTOVNOM PROMETU

Prometnom signalizacijom se sudionici obavješćuju o stanju u prometu te se upozoravaju na opasna mjesta na prometnici. Svjetlosna signalizacija ima vrlo bitnu ulogu u sigurnosti cestovnog prometa. Sudionici u prometu uz pomoć prometne signalizacije dobivaju najviše značajnih informacija od kojih ovisi sigurnost cestovnog prometa. Signalizacija uspostavlja pravilan i uredan tok prometa, prekida tok prometa u ulicama s velikim opterećenjem radi prolaska pješaka i vozila iz ulica manjeg značenja, daje prednost jednoj vrsti prometa pred drugom, usmjeruje promet u određene pravce i trakove te upozorava vozača na opasna mjesta. Prometni znakovi izrađuju se tako da je njihovo značenje stalno ili promjenljivo. Površina prometnih znakova izrađuje se od materijala reflektirajućih svojstava najmanje klase I, a za autoceste i ceste namijenjene isključivo prometu motornih vozila – brze ceste, najmanje klase II. Boja poleđine podloge znaka mora biti sive boje i bez sjaja, kako bi se vozačima spriječilo odvratanje pozornosti.[2]

Znakovi opasnosti sudionicima u prometu označuju blizinu dijela ceste ili mjesto na kojem prijeti opasnost. Znakovi opasnosti imaju oblik istostraničnog trokuta, čija se jedna stranica nalazi u vodoravnom položaju, a vrh nasuprot njoj okrenut je prema gore. Znakovi opasnosti postavljaju se izvan naselja na udaljenosti 150 do 250 m ispred opasnog mjesta na cesti. Znakovima opasnosti, koji su postavljeni na udaljenosti manjoj od 150 m ili većoj od 250 m, moraju biti pridružene i dopunske ploče na kojima se označuje udaljenost od opasnog mjesta zbog kojeg se ti znakovi postavljaju.[2]

Znakovi izričitih naredbi sudionicima u prometu daju do znanja koje su zabrane, ograničenja i obveze na cesti. Znakovi izričitih naredbi imaju oblik kruga te se postavljaju neposredno na mjestu na kojima za sudionike u prometu počinje obveza da se drže naredbe izražene prometnim znakom. Znak izričite naredbe može biti postavljen i na odgovarajućoj udaljenosti od mjesta od kojega naredba vrijedi.[2]

Znakovi obavijesti sudionicima u prometu daju potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću, nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenosti do tih mjesta. Znakovi obavijesti imaju oblik kvadrata, pravokutnika ili kruga te se postavljaju tako da sudionicima u prometu daju prethodne obavijesti, obavijesti o prestrojavanju, obavijesti o skretanju, obavijesti o smjeru kretanja te da označe objekt, teren, ulicu ili dijelove ceste na koje se odnose.[2]



Slika 6: Prikaz znakova vertikalne signalizacije

Izvor: [5]

Znakovi obavijesti za vođenje prometa obavješćuju sudionike u prometu o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu odredišta i vođenju prometa prema njima, križanjima i čvorištima na određenom smjeru ceste i udaljenostima do odredišta. Obavješćivanje sudionika u prometu znakovima obavijesti za vođenje prometa u zoni raskrižja provodi se u pet stupnjeva.[2]

Stupnjevi obavijesti su:

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



Slika 7: Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Izvor: [5]

Uz znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi i znakove obavijesti mogu biti istaknute i dopunske ploče. Dopunske ploče pobliže određuju značenje prometnog znaka te se postavljaju zajedno s prometnim znakovima na koje se odnose, i to ispod donjeg ruba prometnog znaka. Dopunsku ploču postavlja pravna osoba koja održava cestu. Dopunske ploče moraju se ukloniti nakon što prestanu razlozi zbog kojih su postavljene.[2]



Slika 8: Dopunske ploče

*Izvor: [5]*

Kad je potrebno, prometni znakovi u cijelosti ili djelomice mogu biti izvedeni kao promjenljivi znakovi. Promjenljivi prometni znakovi prema izvedbi mogu biti kontinuirani i nekontinuirani. Kontinuirani su znakovi oni koji su izgledom jednaki stalnim prometnim znakovima, a jedina je razlika da uporabom elektromehaničkih sredstava mogu prikazivati različite poruke. Nekontinuirani znakovi su oni kod kojih je moguća inverzija boja i pojednostavljen prikaz simbola u odnosu na stalne prometne znakove. Ti znakovi oblikuju poruke uporabom pojedinačnih elemenata koji mogu biti u jednome od dva stanja (ili više), čime mogu oblikovati različite poruke na istoj prednjoj površini znaka.

Nekontinuirani znakovi mogu se izvesti u tehnologiji:

- 1) optičkih vlakana
- 2) svjetlosnih polja, dodanih na obične znakove
- 3) svjetlećih dioda (LED)
- 4) tekućih kristala (LCD).[2]

Uzdužne oznake na kolniku mogu biti razdjelne crte, rubne crte i crte upozorenja, a izvode se kao pune, isprekidane i dvostruke crte.

Razdjelna crta služi za razdvajanje dvosmjernih prometnih površina prema smjerovima kretanja, dok rubna crta označuje rub vozne površine kolnika. [2]

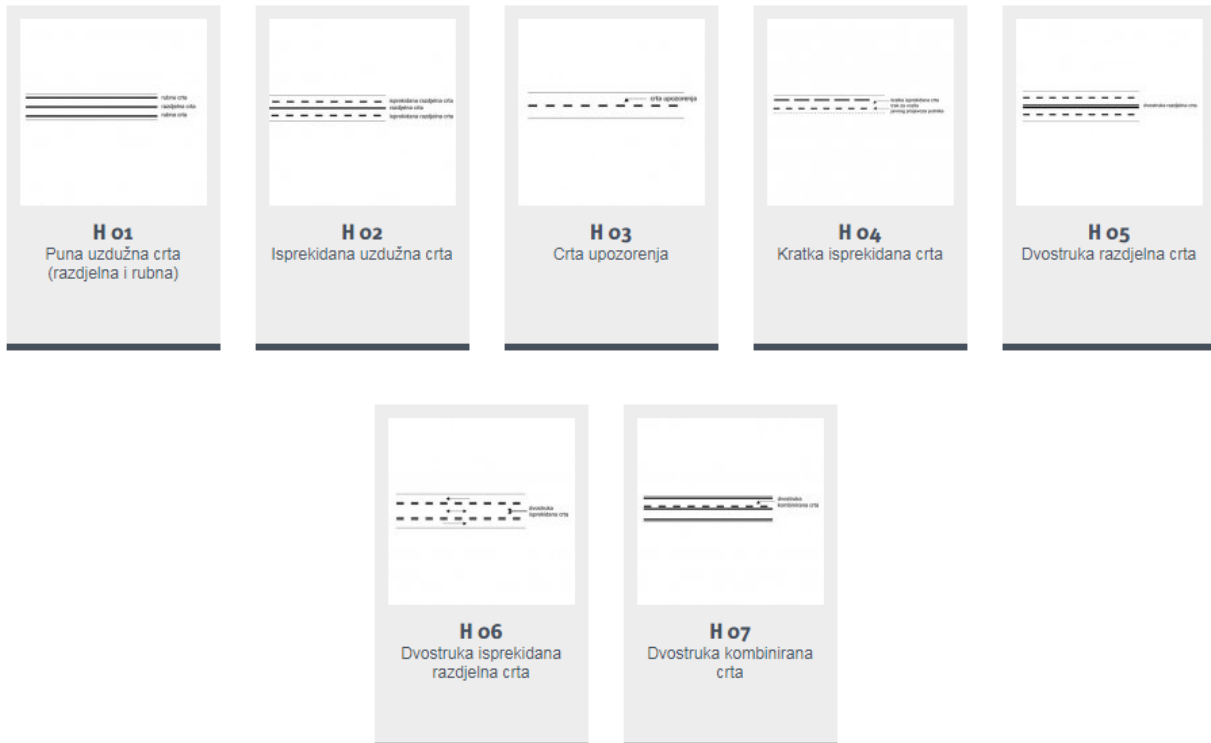
Puna uzdužna crta označuje zabranu prelaska vozila preko te crte ili zabranu kretanja vozila po toj crti. Isprekidana razdjelna crta dijeli kolničku površinu na prometne trake, a crta upozorenja služi za najavljuvanje blizine pune razdjelne crte.

Kratka isprekidana crta služi kao razdjelna crta na prilaznim krakovima raskrižja, kao crta vodilja u samom raskrižju i za odvajanje trakova za vozila javnog prijevoza putnika.

Dvostruka puna razdjelna crta označuje zabranu prelaska vozila preko tih crta odnosno zabranu kretanja vozila po tim crtama, a obvezno se izvodi na kolnicima za dvosmjerni promet vozila.

Dvostruka isprekidana razdjelna crta služi za obilježavanje prometnih traka s izmjenljivim smjerom kretanja na kojima je promet upravljan prometnim svjetlima.

Dvostruka kombinirana crta služi za razdvajanje prometnih traka na mjestima na kojima su uvjeti preglednosti takvi da dopuštaju pretjecanje samo u jednom smjeru kretanja.[2]



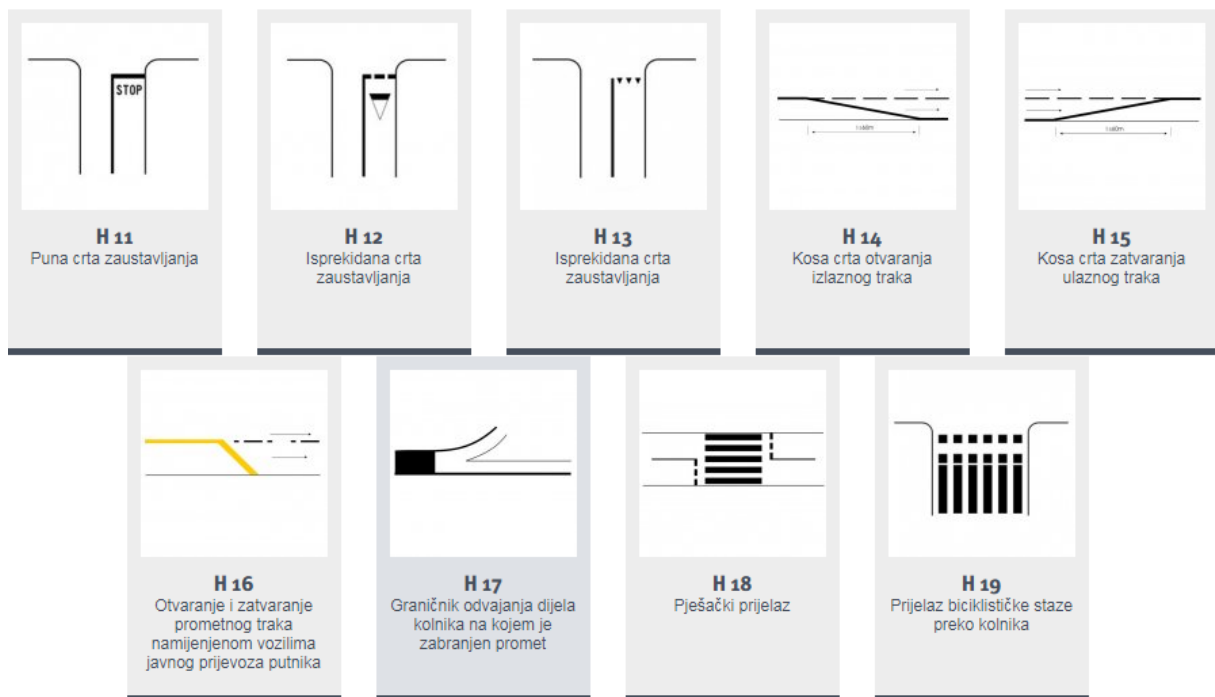
Slika 9: Uzdužne oznake na kolniku

Izvor: [5]



Poprečne oznake na kolniku su: crta zaustavljanja, kose crte, graničnici, pješački prijelazi te prijelazi biciklističke staze preko kolnika.

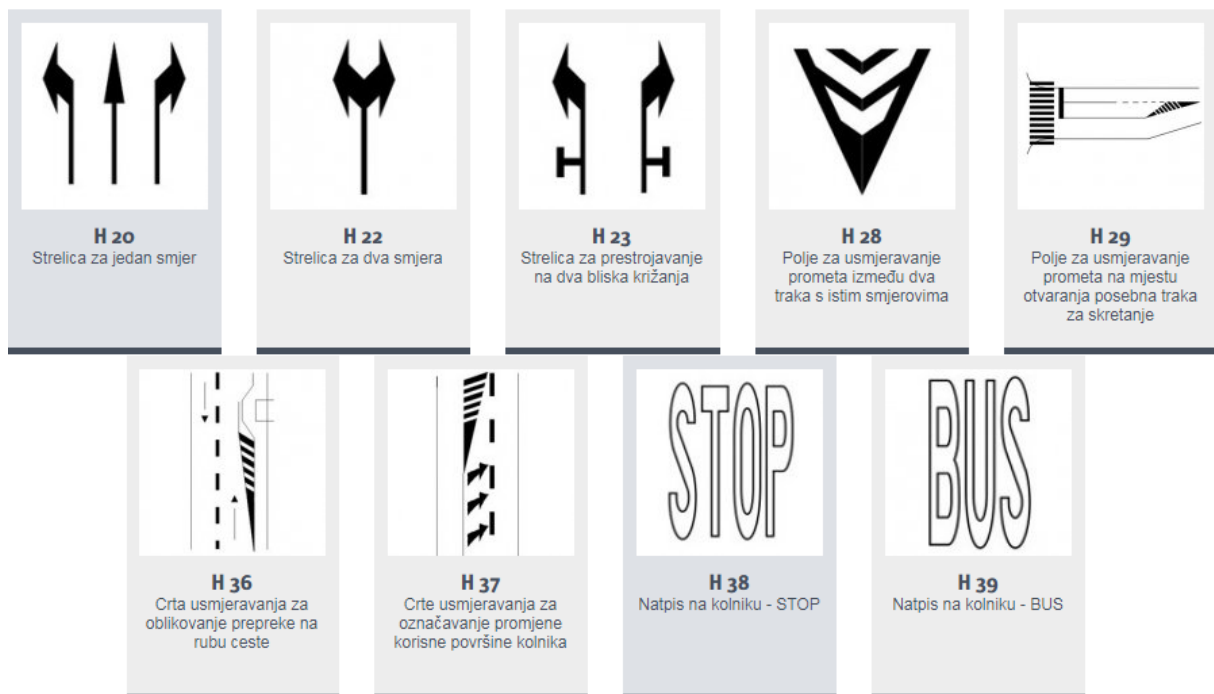
Puna crta zaustavljanja označuje mjesto na kojem vozač mora zaustaviti vozilo. Isprekidana crta zaustavljanja označuje mjesto na kojemu vozač mora zaustaviti vozilo ako je potrebno propustiti vozila koja se kreću cestom s pravom prednosti prolaska. Kose crte označuju mjesto otvaranja izlaznog traka i zatvaranja ulaznog traka na autocesti i brzjoj cesti. Graničnik označuje mjesto ulaženja na kojem je potrebno odvojiti dio kolnika na kojem je zabranjen promet. Pješački prijelaz označuje dio površine kolnika namijenjenog prijelazu pješaka. Prijelaz biciklističke staze preko kolnika je dio površine kolnika namijenjen isključivo za prijelaz biciklista.[2]



Slika 10: Poprečne oznake na kolniku

Izvor: [5]

Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika su strelice, polja za usmjeravanje prometa, crte usmjeravanja, natpisi, oznake za označivanje prometnih površina za posebne namjene; oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i uzdužne oznake. [1] [2] Strelicama se na kolniku obilježava obavezan smjer kretanja vozila – ako su obilježene u prometnom traku obrubljenom punom crtom – i njima se obavješćuju vozači o namjeni prometnih trakova – ako su obilježene u traku obrubljenom isprekidanom crtom. Polja za usmjeravanje prometa označuju površinu na kojoj je zabranjen promet i na kojoj nije dopušteno zaustavljanje i parkiranje vozila. Crta usmjeravanja označuje mjesto promjene slobodne površine kolnika ispred čvrstih prepreka koje se nalaze na cesti ili na njezinim rubovima. Natpisi na kolniku daju sudionicima u prometu potrebne obavijesti.[2]



Slika 11: Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika

Izvor: [5]

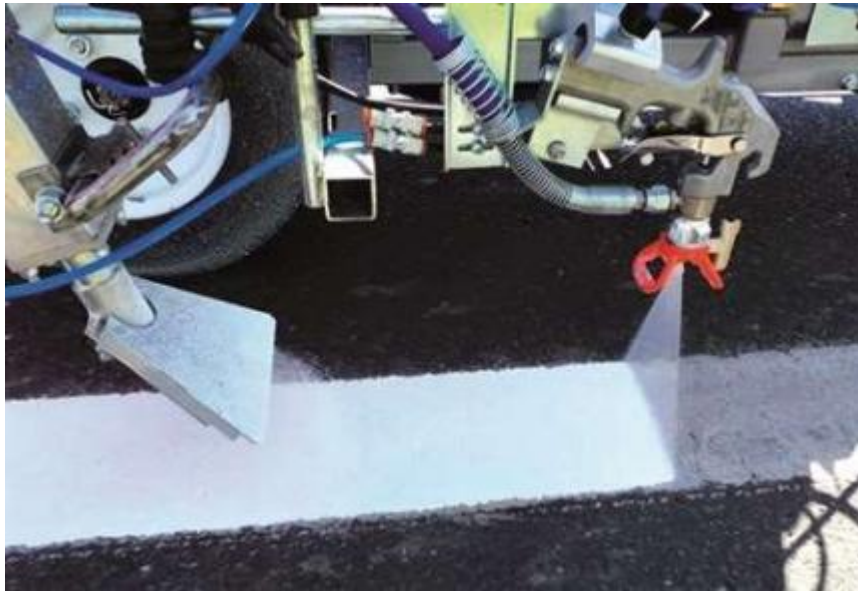
## 4. PREGLED MATERIJALA ZA OZNAKE NA KOLNIKU

Oznake na kolniku cjeline su vezane uz kolnički zastor sastavljene od međusobno povezanih materijala u vidu pigmenata, veziva, punila, specijalnih kemikalija te otapala, čija je zadaća osigurati izdržljivost pri lošim vremenskim uvjetima, trajnost, visoku vrijednost koeficijenta trenja klizanja i drugo.[6] Odabir odgovarajućega materijala ovisi o prometnim, klimatskim i geografskim uvjetima na cesti na kojoj se materijal primjenjuje. Razlike u pojedinim materijalima očituju se u načinu primjene, vijeku trajanja, cijeni, debljini nanosa te strukturalnim značajkama. Obilje dostupnih materijala za izvođenje oznaka na kolniku poprilično je teško jednoznačno klasificirati. Jedna metoda podjele temeljena je na otapalu, a materijali se mogu podijeliti na one na bazi otapala (eng. *solventborne*), na bazi vode (eng. *waterborne*) te na one koji ne koriste otapala. Drugi je način podjele na temelju njihovoga trajanja te se materijali mogu podijeliti na konvencionalne materijale, za trajno označavanje, te na materijale za privremeno označavanje. Moguća je podjela i prema kemijskom sastavu, debljini nanosa i retroreflektirajućim svojstvima u kišnim uvjetima.[7] Najčešća je podjela prema vrsti korištenog materijala, a to su : boje, plastični materijali te trake. Svaki navedeni način izrade oznaka i materijala ima svoje specifičnosti i prednosti, ali i nedostatke kod primjene. Materijali za izradu oznaka na kolniku ne smiju povećavati klizavost kolnika te im se u tu svrhu dodaju elementi koji povećavaju površinsku hrapavost kolnika. Kako bi se povećala vidljivost oznaka na kolniku u uvjetima slabije vidljivosti, kada su one najpotrebnije vozačima, materijalu za izradu oznaka na kolniku dodaju se retroreflektivni elementi (staklene kuglice, perle).[3]

### 4.1. Boje

Boje su materijali u tekućem stanju koji pripadaju skupini tankoslojnih materijala za izradu oznaka na kolniku. Boje predstavljaju najčešće korišten materijal prilikom izvođenja oznaka na kolniku. Sastoje se od pigmenata, vezivnih sredstava, punila i razrjeđivača. Mogu biti jednokomponentne i odmah spremne za ugradnju ili dvokomponentne. Debljina nanosa uobičajeno iznosi između 0,3 mm i 0,6 mm. Iako najraširenije, boje predstavljaju najlošiji materijal za izradu oznaka na kolniku i uglavnom su prikladne za ceste s malim prometnim intenzitetom. Njihova osnovna prednost u odnosu na druge materijale je mala cijena te jednostavnost primjene. Zbog tankoga sloja materijala brzo se troše i gube retroreflektirajuća

svojstva zbog čega je i njihovo trajanje najkraće u odnosu na ostale materijale te uglavnom iznosi između 6 i 12 mjeseci.[8] Oznake na kolniku izrađene bojom postavljaju se najčešće krajem proljeća. Ovisno o mjestu gdje se postavljaju i uvjetima okoline, njihova vidljivost u roku od 4 do 6 mjeseci vidno opada.[3]



Slika 12: Nanošenje boje i staklenih perla na kolnik

*Izvor:* [6]

Izvođenje bojanih oznaka na kolniku može se izvršiti primjenom različitih strojeva koji se općenito dijele prema veličini stroja. Za manje poslove označavanja koriste se samohodni strojevi maloga kapaciteta ili sustavi koji koriste samo kompresor povezan s pištoljem za nanošenje boje. Za označavanja većih dionica uzdužnih oznaka na kolniku koriste se strojevi većih kapaciteta koji imaju posebne spremnike za boju i staklene perle.[9]

Postoji nekoliko mogućih načina za klasifikaciju boja. Može se klasificirati prema retrofektivnosti, tj. jesu li dodane staklene perle za noćnu vidljivost. Boja bez staklenih perla obično se koristi za oznake koje ne zahtijevaju vidljivost noću, kao što su rubnjaci i parkirna mjesta. Sljedeća klasifikacija boje može biti ona je li boja hladno ili toplo primjenjena. Temperatura pri kojoj je boja primjenjena ima izravnu vezu s vremenom koje je potrebno za sušenje. Vrijeme sušenja bojanih oznaka ovisi o vremenskim uvjetima pri izvođenju oznaka, kemijskom sastavu materijala, temperaturi i vrsti kolnika, brzini vjetra te debljini nanosa boje na kolnik.

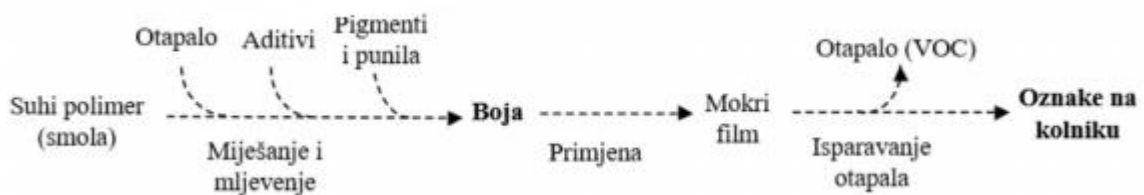
S obzirom na vrijeme sušenja, bojane oznake mogu se podijeliti na:

- konvencionalne: boje sa standardnim viskozitetom, zahtijevaju više od 7 minuta za sušenje
- umjereno brzosušeće: boje koje se suše u roku od 2 do 7 minuta
- brzosušeće: boje koje se suše u roku od 30 do 120 sekundi
- momentalno ili instantnosušeće: boje koje se suše za manje od 30 sekundi. [9]

Prema vrsti otapala, što je i najznačajnija podjela, boje kao materijali za oznake na kolniku dijele se na:

a) boje na bazi otapala (engl. *solventborne paints*)

Boje na bazi otapala koriste različite vrste otapala kako bi se osiguralo sušenje i učvršćivanje materijala nakon izvođenja. Kao otapala koriste se stiren-akrilati, akril-alkidne mješavine ili 100%-tni akrilati. Slaba površinska napetost otapala dopušta im da prodiru u površinske pukotine na cesti što osigurava dobru adheziju boja na bazi otapala i površine ceste, čak i u lošim uvjetima. Izvode se pri temperaturi zraka između 5 i 40 °C i površinskoj temperaturi kolnika manjoj od 50 °C. Kolnik pri izvođenju mora biti čist i suh, a temperatura iznad točke rosišta. Sušenje ovisi o utjecaju zraka i površinske temperature, protoku zraka, debljini nanosa te vrsti korištenoga otapala.[7]



Slika 13: Struktura boje na bazi otapala

Izvor: [8]

b) boje na bazi vode (engl. *waterborne paints*).

Komercijalna je upotreba boja na bazi vode, kao materijala za označavanje kolnika, započela 1980-ih godina. Kod vodenih boja sušenje i učvršćivanje materijala temelji se na isparavanju vode. Iako su prve vodene boje bile sporosušne te su imale kratak vijek trajanja, razvoj je

suvremenih veziva omogućio njihovu širu primjenu. Njihov je glavni nedostatak vrijeme koje je potrebno da materijal stekne otpornost na ispiranje. Glavne su prednosti vodenih boja vezane uz njihovu nisku cijenu te uz vrlo dobru stabilnost za vrijeme skladištenja. Kako je navedeni materijal baziran na vodi, ukoliko u određenom periodu nakon izvođenja materijal dođe u doticaj s vodom, on se jednostavno razvodnjava i razlijeva. Boja postaje otporna na ispiranje kada na nju više ne utječe voda. Bojane oznake na kolniku na bazi vode mogu se izvesti na različitim vrstama podloge, uključujući i asfaltne i betonske materijale. Pravilno izvedene vodene boje imaju vijek trajanja oko godinu dana. [7]



Slika 14: Struktura boje na bazi vode

Izvor: [8]

## 4.2. Plastični materijali

Plastični materijali za izradu oznaka na kolniku su višekomponentni i u pravilu se sastoje od sintetičkih veziva, prirodnih i umjetnih smola, pigmenata, punila i perli te pripadaju u skupinu debeloslojnih oznaka. Debljina nanosa oznaka izvedenih plastičnim materijalima kreće se od 1 do 3 mm za neprofilirane oznake te maksimalno 6 mm za profilirane oznake. Neprofilirane su oznake one oznake čija je površina ravna, dok profilirane oznake imaju izdignuća odnosno profile. Glavna je prednost profiliranih oznaka njihova bolja vidljivost u mokrim i kišnim uvjetima s obzirom na to da, zbog debljine nanosa, profili ostaju iznad sloja vode. S obzirom na profiliranost oznake, pri prelasku kotača vozila preko njih dolazi do stvaranja vibracija i zvučnoga efekta čime se može utjecati na učestalost prometnih nesreća.[10] Zbog veće debljine nanosa vijek trajanja plastičnih oznaka u odnosu na bojane je znatno duži. U plastične oznake na kolniku prilikom proizvodnje tvornički se ugrađuju staklene perle ili se dodaju prilikom pripreme materijala, ali se nanose i tijekom izvođenja kao kod bojanih oznaka. Time se osigurava retrorefleksija tijekom eksploatacije oznake. Kako vrijeme prolazi,

oznaka se troši i staklene perle na njezinoj površini otpadaju, nove perle izlaze na površinu oznake i osiguravaju odgovarajuću razinu retrorefleksije.[8] Oznake na kolniku od plastičnih materijala mogu se na kolnik postavljati hladne ili na povišenoj temperaturi, te se s tim u vezi mogu podijeliti u dvije osnovne skupine: hladnu plastiku te termoplastiku.[3]

#### **4.2.1. Hladna plastika**

Hladna plastika je materijal tekućeg stanja kojemu se dodaju, ovisno o proizvođaču, razni aditivi za zgušnjavanje mase. Nakon početnog zgušnjavanja nanose se na kolnik gdje se nakon dvadesetak minuta stvrdnjavaju te se preko njih može voziti. Ovisno o proizvođaču mogu biti s ugrađenim perlama ili se perle dodaju na kraju procesa ugradnje. Hladna plastika ubraja se u skupinu debeloslojnih i višekomponentnih materijala za izvođenje oznaka na kolniku. Za razliku od termoplastike koja se zagrijava i kuha, hladna se plastika prije izvođenja miješa te se nanosi na kolnik hladna. Hladna plastika izvodi se posebnim strojevima na sličan način kao i termoplastika, što znači da može biti "špricana" na kolnik ili izvedena "extruderim". Izvođenje je moguće pri različitim temperaturama podloge i zraka (od 5 °C do 40 °C) što omogućava duži vremenski period tijekom godine za izvođenje, no podloga mora biti suha kako bi se osiguralo kvalitetno povezivanje materijala i kolnika. Jedna od glavnih prednosti hladne plastike u odnosu na ostale materijale je njezina sposobnost kvalitetnoga povezivanja na sve vrste kolničkih podloga, od asfaltnih do betonskih. [8] Vijek trajanja im je relativno dug, između 2 i 4 godine. Oznake izvedene hladnom plastikom mogu biti neprofilirane, s debljinom nanosa između 1 i 3 mm i profilirane, s debljinom nanosa do maksimalno 6 mm.[3] Kada se propisno primjenjuje, hladna plastika suši se unutar 20 do 30 min i s ispravno odabranim perlama pruža visoku retrorefleksiju. Hladna plastika obično se primjenjuje na cestama s visokim intezitetom prometa te pješničkim prijelazima.[7]



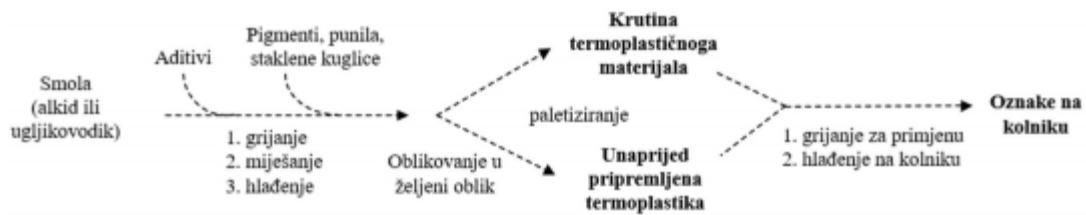
Slika 15: Hladna plastika

*Izvor:* [3]

#### **4.2.2. Termoplastika**

Termoplastične materijale za izradu oznaka na kolniku razvili su i patentirali 1933. godine R.S. Clarke i Co Ltd. u Liverpoolu u Engleskoj, u Ujedinjenom Kraljevstvu. Termoplastični materijali jedan su od najuspješnijih materijala za izvođenje oznaka na kolniku i unatoč tome što je to tehnologija starija od osamdeset godina, još uvijek se nalaze u uporabi. [7] Termoplastika se ubraja u skupinu višekomponentnih debeloslojnih materijala koji se u pravilu sastoje od pigmenta (koji daje neprozirnost i boju), veziva (koja se sastoje od smole te povezuju ostale komponente u jednu cjelinu pružajući im čvrstoću, fleksibilnost i snagu), punila (obično kalcijev karbonat, pijesak ili oboje) te staklenih perla koje su ugrađene u materijal. Nazvana je tako zato što smjesa plastifikatora i smola koja drži sve ostale sastojake zajedno postoji kao krutina na sobnoj temperaturi, ali postaje tekućina kada se zagrije. Termoplastika je materijal koji se u većini europskih zemalja koristi duže od trideset godina. Trajnost oznaka izrađenih od ovog materijala iznosi od 5 do 8 godina, ali istraživanja su pokazala kako je uobičajeni životni vijek od 2 do 3 godine ovisno o prometnom volumenu.[11]





Slika 16: Proces proizvodnje termoplastičnih materijala

Izvor: [8]

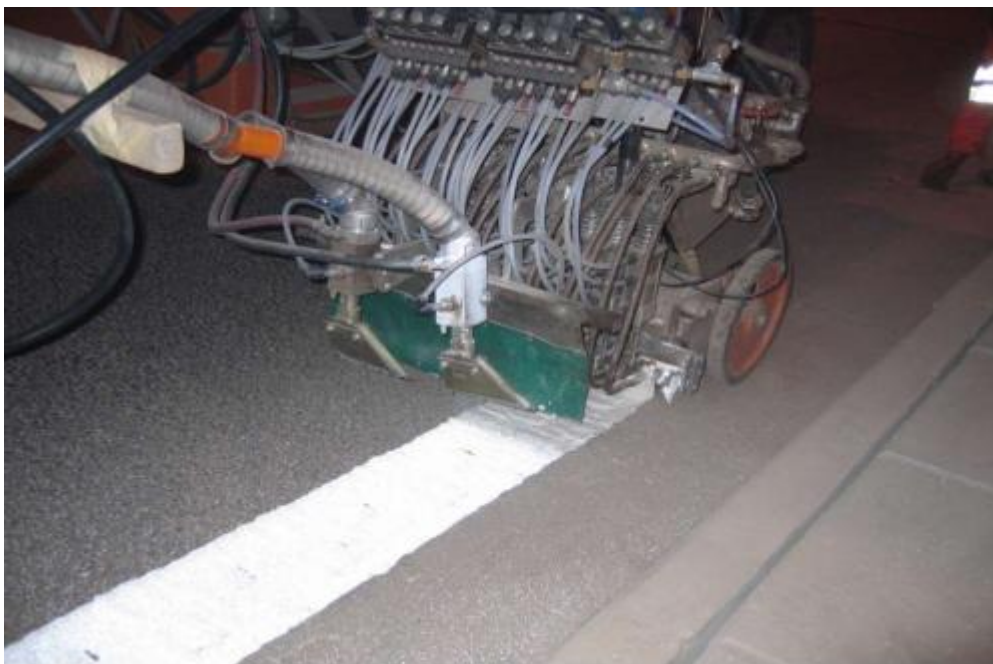
Termoplastika se na tržištu može pojaviti u blokovima ili u prahu. Prije same primjene mora se zagrijati na temperaturu od oko 180°C. Ako je u prahu, treba se kuhati otprilike dva sata, a u blokovima manje, u, za tu svrhu posebnim kotlovima kako bi se napravila kompaktna polutekuća masa. Desetak minuta nakon polaganja na kolnik ta se masa stvrdnjava pa se preko oznaka može normalno voziti. Termoplastični materijali mogu se postavljati i na beton, ali tada uz primjenu nekog povezujućeg sredstva.[3]



Slika 17: ViaTherm – termoplastični materijal za izradu oznaka na kolniku

Izvor: [12]

Izrada oznaka na kolniku od termoplastičnih materijala zahtijeva uporabu specijaliziranih strojeva i opreme (eng. *extrudera*) napravljenih posebno za tu namjenu. Extruder se sastoji od sustava brizgaljki međusobno povezanih u cjelinu na principu modula. Na taj se način brzo i jednostavno, obzirom na stvarne potrebe, može regulirati širina crte. Pomoću extrudera moguće je izvoditi neprofilirane, profilirane i kombinirane oznake na kolniku te je moguće izvesti više od 50 različitih dizajna crta.[3]



Slika 18: Izvođenje oznaka na kolniku pomoću extrudera

*Izvor:* [6]

Jedna od prednosti termoplastičnih materijala je i ta da je prilikom primjene manje osjetljiva na vanjsku temperaturu i temperaturu kolnika u odnosu na boju i trake, što osigurava dulje vremensko razdoblje u godini kada se mogu postavljati. Oznake na kolniku izrađene od ovog materijala karakterizira vrlo dobra uočljivost u svim vremenskim prilikama, kao i u noćnim i drugim uvjetima smanjene vidljivosti i to tijekom cijele godine, što kod bojanih oznaka nije slučaj.

### **4.3. Trake**

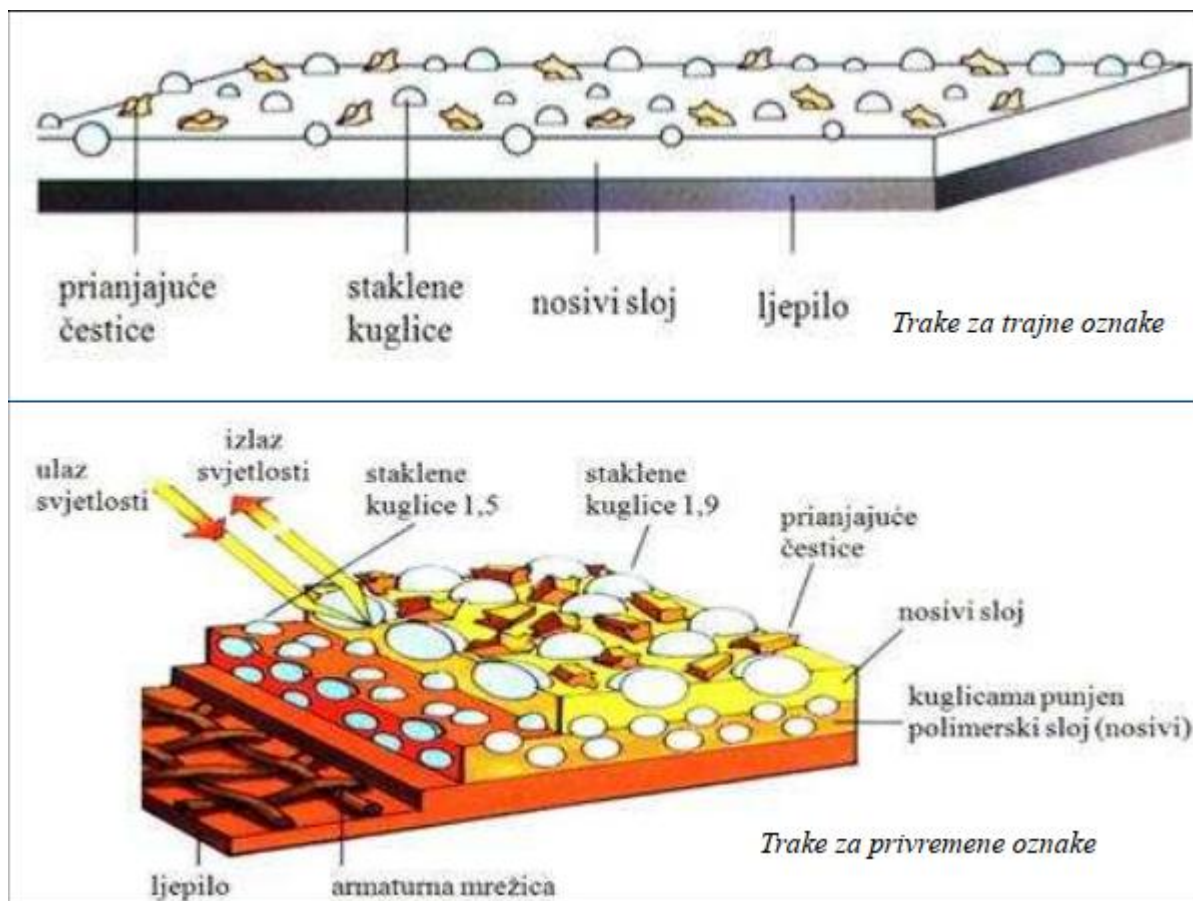
Trake kao materijali za izvođenje oznaka na kolniku predstavljaju tvornički proizvedene oznake koje se izvide valjanjem i utiskivanjem u vrući površinski sloj asfalta, lijepljenjem na

površinu kolnika ili u posebno izgledane utore u kolniku. Trake su hladno nanoseni, preformirani materijali za obilježavanje kolnika koji se isporučuju u kontinuiranim rolama različitih duljina i širina. Imaju prednost nad bojanim oznakama i ostalim materijalima jer ne zahtijevaju skupu opremu i iskusne operatere za aplikaciju, te ne zahtijevaju sušenje. Iako imaju veći početni trošak od većine drugih materijala, životni im je vijek obično duži od većine drugih materijala, uključujući termoplastike te ih to čini troškovno učinkovitim izborom. Zbog njihove visoke cijene i spore primjene, obično se koriste na lokacijama s vrlo visokom gustoćom prometa gdje je potrebna česta zamjena standardnih oznaka na kolniku. [11] Trake mogu biti tankoslojne ili debeloslojne oznake što ovisi o njihovoj namjeni. Trake za izradu oznaka na kolniku mogu se izvesti kao dugotrajne ili kratkotrajne oznake koje se međusobno razlikuju po strukturi i boji.[3] Glavni nedostatak traka je njihova cijena koja može iznositi čak 60 €/m<sup>2</sup>.

Postoje dva načina postavljanja traka:

- neposredno nakon asfaltiranja (in-lane tehnologija), trake se nakon postavljanja na asfalt uvaljavaju valjkom zbog čega one ulaze u gornji sloj asfalta
- postavljanje na stare asfaltne i betonske gornje slojeve ceste (on-lane tehnologija) vrši se pomoću posebno izrađenih ljepljivih traka.[3]

Trake za trajno označavanje kolnika podrazumijevaju sve one trake čiji je vijek trajanja duži od godinu dana. Trake za trajno označavanje najčešće se postavljaju na nove asfaltne površine, iako se mogu postavljati i na stare površine. Trake za privremene oznake na kolniku upotrebljavaju se pri privremenim regulacijama prometa te se u skladu sa svrhom izvode lijepljenjem na površinu kolnika. Trake za privremene oznake na kolniku sadrže armaturnu mrežicu koja omogućuje olakšano uklanjanje oznaka s površine kolnika. [8]



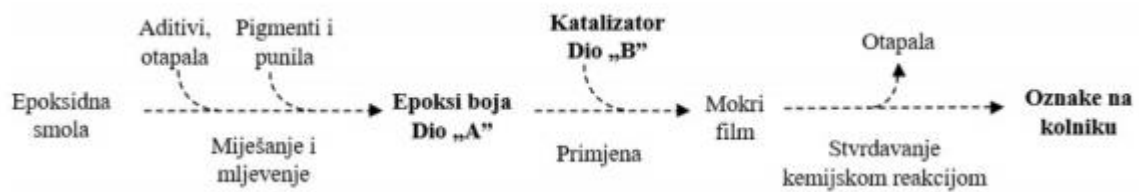
Slika 19: Trake za izvođenje oznaka na kolniku

Izvor: [3]

#### 4.4. Ostali materijali

Uz dodatak tradicionalnim bojama, plastičnim materijalima te trakama korištenima za izradu oznaka na kolnicima, postoji još materijala koji se koriste, ali u manjoj mjeri. Postoje i eksperimentalni materijali za izradu oznaka na kolniku, ali su, u usporedbi s klasičnim materijalima, poprilično skuplji i utječu na okoliš. Neki od ostalih materijala za izvođenje oznaka na kolniku su epoksi i lateks boje, urea, uretan, poliester itd. To su dvokomponentni sustavi kod kojih kemijska reakcija između komponenata materijala pri izvođenju osigurava stvaranje izdržljivih materijala čiji je vijek trajanja i do pet godina.[7] Jedan od glavnih alternativnih materijala za izradu oznaka na kolniku su dvokomponentne epoksi boje koje su prvi puta uvedene 1970-ih godina te su se od tada razvile u materijal koji se često koristi za izradu oznaka na kolniku. Epoksi boje sadrže smolu, pigmente i punila u jednoj komponenti te poliamin kao drugu komponentu. Komponente se miješaju ili prije

izvođenja ili za vrijeme izvođenja, a izvode se standardnom opremom i strojevima kao i kod standardnih boja. Epoksi materijali su izdržljivi i raspršivi materijali koji pružaju izvanrednu adheziju na asfaltne površine i betonske površine te imaju dobru otpornost na abraziju. Epoksidi su skuplji od standardnih boja i otprilike imaju istu cijenu ili su nešto skuplji od većine termoplastika.[11] Jedan od glavnih nedostataka epoksidnih smola je njihova inherentna zapaljivost, koja ograničava njihovu uporabu u mnogim područjima, što je jako bitno za sigurnost.[13]



Slika 20: Prikaz epoksi boja

Izvor: [8]

#### 4.5. Usporedba materijala za izvođenje oznaka na kolniku

Prije izvođenja oznaka na kolniku potrebno je odabrati odgovarajući materijal od kojega će se izvesti oznake. Odabir materijala uvjetovan je financijskim mogućnostima, troškovima aplikacije, željenom trajnosti i razinom vidljivosti oznaka. Kako bi se odabrao odgovarajući materijal za izvođenje oznaka na kolniku potrebno je poznavati karakteristike pojedinih materijala te geografske, klimatske i prometne uvjete na cesti na kojoj se oznaka izvodi. Čimbenici koji utječu na konačni izbor materijala vezani su uz geometriju ceste, vremenske i klimatske uvjete u kojima se cesta nalazi, volumen i strukturu prometa, poziciju oznake, stanje kolničke površine itd.[9] Kako svaki materijal ima određene prednosti i nedostatke, nužno je znati kako će pojedini čimbenik utjecati na kvalitetu i trajnost pojedinoga materijala. Usporedba pojedinih materijala za oznake na kolniku vrši se na temelju karakteristika materijala koje su vezane uz cijenu, vijek trajanja, zdravstvene i ekološke rizike te rizike pri transportu i skladištenju, debljinu nanosa, jednostavnost pripreme i primjene.[8]

Tablica 1: Glavne karakteristike materijala za izvođenje oznaka na kolniku

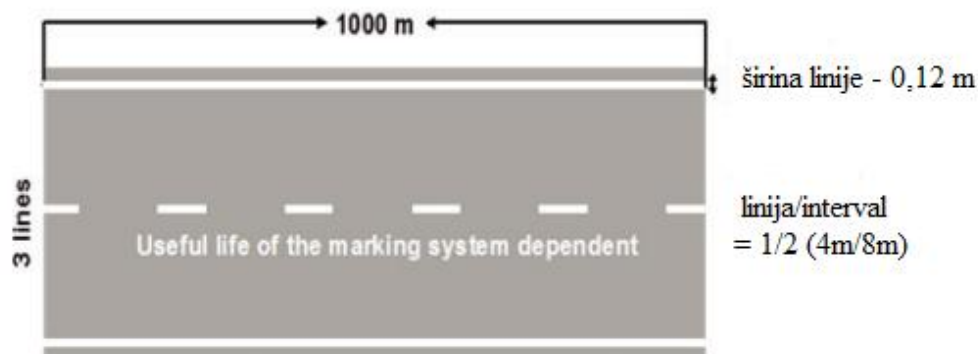
Materijal	Cijena <sup>(a)</sup>	Vijek trajanja	VOC (g/l)	Rizici	Debljina nanosa	Prednosti	Nedostatci
Boja	Niska	Kratko	400–600 (20–35 %)	Zdravstveni i ekološki: visoki Zapaljiv materijal	Mokri film	- niska cijena	- kratak vijek trajanja
					300–600 µm, Suhi film 200–400 µm	- jednostavnost izvođenja - jednostavnost održavanja opreme	- slaba otpornost na UV zračenja - sporo sušenje - visoki ekološki i zdravstveni rizici
Termoplastika	Niska	Dug	<50 (0–1 %)	Umjereni zdravstveni rizici (neugodan miris te visoke temperature pri pripremi materijala); Minimalni ekološki rizici	1000–6000 µm	- dug vijek trajanja s gotovo stalnom razinom retrorefleksije	- komplicirana priprema materijala
						- niski troškovi - jednostavnost primjene	- moguća promjena boje zbog utjecaja asfaltnoga ulja - neodgovarajuća priprema površine prije primjene može utjecati na kvalitetu materijala - osjetljiv na temperaturu zraka - kraći vijek trajanja kod betonskih podloga
Hladna plastika	Visoka	Dug	<50 (0–1 %)	Umjereni zdravstveni i ekološki rizici; Zapaljiv materijal; Pri skladištenju moguća nekontrolirana polimerizacija	1000–6000 µm	- dug vijek trajanja	- cijena
						- ne zahtijeva upotrebu otapala - brzосуšiv - odlično prianjanje na sve kolničke podloge	- potreba za posebnom i skupom opremom za izvođenje - osjetljiv na vlagu i temperature - rizik od moguće nekontrolirane polimerizacije
Trake	Visoka	Umjeren do dug	<50 (0–1 %)	-	1000–3000 µm	- dugotrajnost - jednostavnost izvođenja i uklanjanja oznaka - visok koeficijent retrorefleksije	- cijena - zahtijeva kvalitetnu pripremu kolničke površine

Izvor: [8]

S aspekta zaštite okoliša, koji je u današnje vrijeme globalnog zagrijavanja vrlo bitan element, provedeno je istraživanje utjecaja oznaka na kolniku na okoliš, od trenutka njihove proizvodnje pa sve do trenutka njihove zamjene, tj. kroz cijeli životni vijek oznake na kolniku. Istraživanje je bilo usmjereno prema praksi označavanja u Njemačkoj, na tipičnoj njemačkoj državnoj cesti s prosječnim dnevnim prometom od 10 000 do 15 000 vozila. U istraživanju je životni ciklus obilježavanja vrednovan za razdoblje od 10 godina. Četiri glavna sustava obilježavanja bila su boje na bazi otapala, boje na bazi vode, termoplastika, termoplastika u spreju, hladna plastika te hladna plastika u spreju. Analizirane su sljedeće kategorije utjecaja na okoliš:

- potencijal globalnog zagrijavanja
- potencijal acidifikacije
- potencijal eutrofikacije
- potencijal fotokemijskog stvaranja ozona
- potencijal ljudske toksičnosti
- terenski potencijal ekotoksičnosti
- potencijal za ekotoksičnost slatkovodne vode
- primarna energija kao dodatni kriterij

Vrednovani su parametri ekološkog utjecaja po kilometru cestovnog dijela obilježenog s dvije pune linije te jednom isprekidanom središnjom linijom od 12 cm širine, ukupne površine 280 m<sup>2</sup>.



Slika 21: Prikaz dijela državne ceste s oznakama kao funkcionalnom jedinicom

Izvor:[14]

Ispitivani su materijali tipa I i tipa II te je uočeno kako sustavi označavanja tipa II za razliku od tipa I imaju posebno uočljiva svojstva retroreflektivnosti noću i u mokrim uvjetima. U prvom slučaju uspoređivani su razni sustavi obilježavanja tankoslojnih oznaka tipa II. Za vrste

obilježavanja koji su razmatrani, sustavi označavanja tankih slojeva mogu se obnoviti obnavljanjem s novim slojem spreja nakon isteka njihovog vijeka trajanja.

Tablica 2: Glavni parametri za slučaj 1, bazirani na stvarnoj uporabi ceste

Vrsta materijala	CSP type II	TSP type II	WB type II	SB type II
Debljina sloja, mm	0.6	1.2	0.6	0.6
Korištenje materijala za nanošenje, perli, kg/m <sup>2</sup>	0.60	0.60	0.60	0.45
Životni vijek, godine	2.5	2.0	1.0	1.0
Broj označavanja	4	5	10	10

CPS type II - Hladna plastika u spreju tipa II

TSP type II - Termoplastika u spreju tipa II



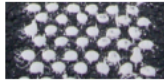
WB type II - Boja na bazi vode tipa II

SB type II - Boja na bazi otapala tipa II

Izvor: [14]

U drugom slučaju uspoređivane su oznake izvedene hladnom plastikom i termoplastikom tipa II. Za hladnu plastiku, moguće je obnavljanje oznake sprejem hladne plastike (0,3 mm), jer hladna plastika teško trpi bilo kakvo trošenje. Za termoplastiku nije dana mogućnost osvježavanja tankim slojem istog materijala jer je termoplastka podložna trošenju.

Tablica 3: Glavni parametri za slučaj 2, bazirani na stvarnoj uporabi ceste

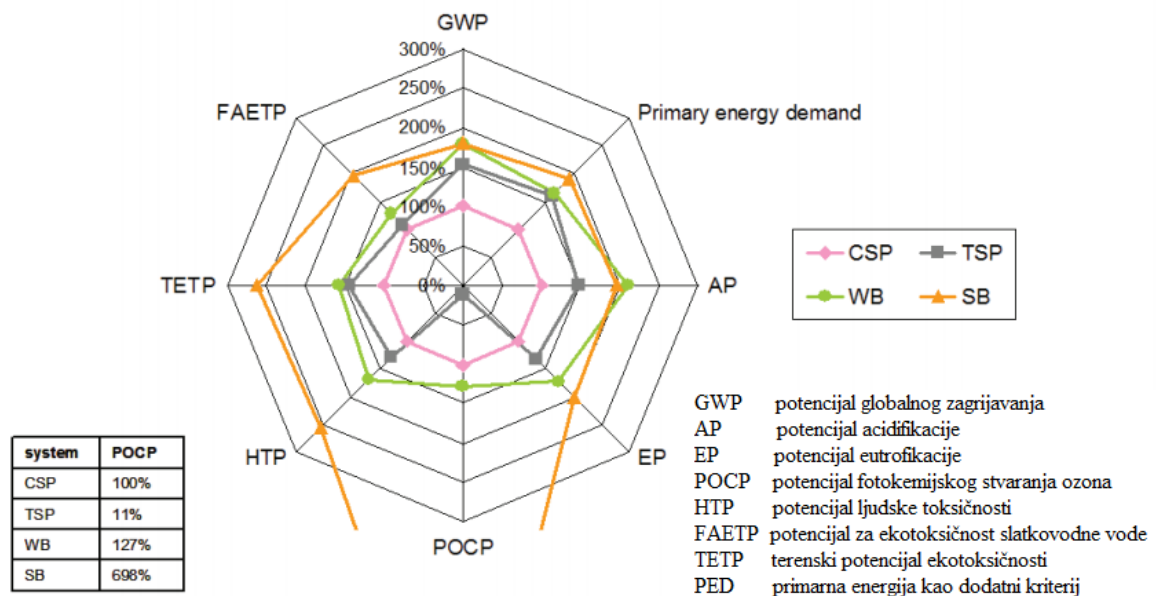
Vrsta materijala	Cold Plastic Agglomerate (Structure)	Cold Plastic Agglomerate (Structure) + refreshment with Cold Spray Plastic	Thermoplastic Agglomerate
Primjena	Stohastična	Stohastična	Pravilna
			
Obnova s	-	Hladna plastika u spreju (0,3 mm)	-
Debljina sloja, mm	Nema naznaka	Nema naznaka	Nema naznaka
Materijal za korištenje, kg/m <sup>2</sup>	2.8	CP: 2.8 / CSP: 0.47	3.7
Perle, kg/m <sup>2</sup>	0.40	CP: 0.40 / CSP: 0.30	0.37
Životni vijek, godine	4.0	4.0 + 3 x 2.0	3.0
Broj označavanja	3	1x CP + 3x CSP	4

Izvor: [14]

Rezultati istraživanja ukazuju kako u slučaju jedan, primjenom tankog sloja koji se nanosi hladnom plastikom u spreju na vrstama oznaka tipa II izvedenih hladnom plastikom, postoji značajan utjecaj na smanjenje štetnog utjecaja hladne plastike u spreju na okoliš u 7 od 8 pokazatelja. Povoljni rezultati pod utjecajem su veće trajnosti hladno plastičnih materijala u

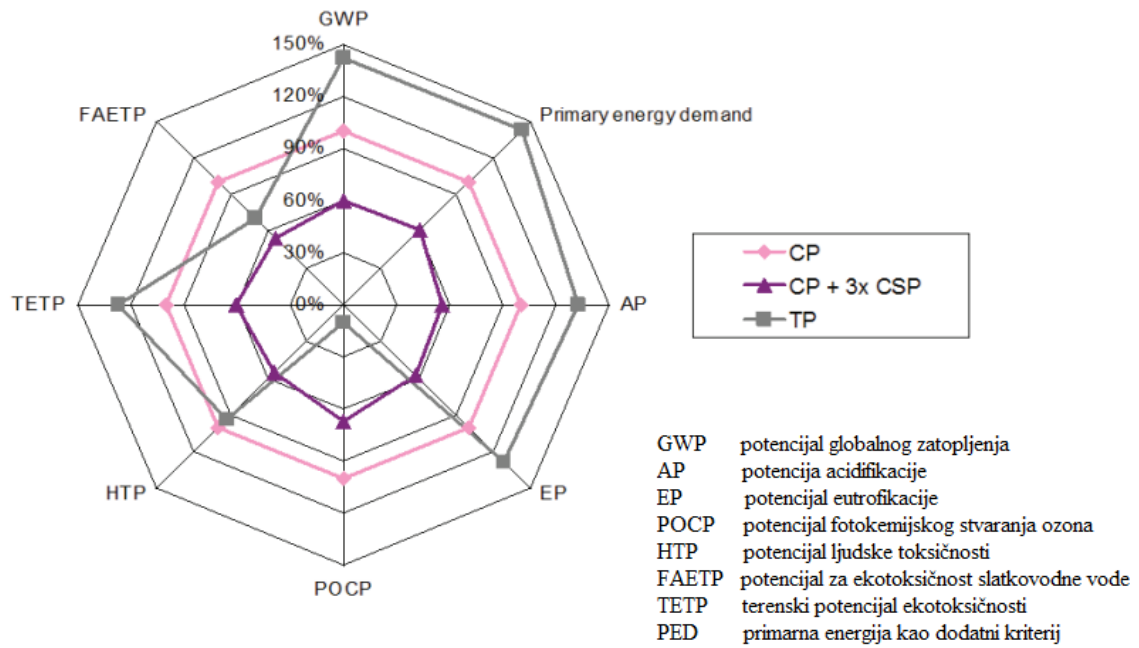


usporedbi s bojama na bazi otapala i bojama na bazi vode. Rezultati pokazuju kako se životni vijek oznaka izrađenih hladnom plastikom može produžiti zahvaljujući njihovoj inherentnoj izdržljivosti te njihovim duroplastičnim svojstvima. Značajno smanjenje fotokemijskog potencijala stvaranja ozona postiže se termoplastikom u spreju (TSP), zatim hladnom plastikom u spreju (CSP) te bojama na bazi vode. Termoplastici su čvrsti materijali koje se moraju rastopiti pri temperaturama od 200 do 220 °C što zahtjeva veću potrošnju energije u odnosu na hladnu plastiku. Učinci grijanja termoplastike u ovom istraživanju zanemareni su zbog nedostatka pouzdanih podataka. Rezultati drugog slučaja ukazuju kako se oznake izvedene hladnom plastikom mogu obnoviti slojem hladne plastike u spreju te dodavanjem novih staklenih perli. Takvo obnavljanje oznaka vraća izgublenu retrorefleksiju uzrokovanu trošenjem, tim načinom obnavljanja oznaka smanjuje se ukupni utjecaj na okoliš i smanjuje potencijal globalnog zagrijavanja. Rezultati procjene životnog ciklusa, tj. s obzirom na cijeli životni ciklus od proizvodnje do odlaganja, pokazuju da se više od 50% smanjenja potencijala globalnog zagrijavanja može postići s izdržljivijim sustavom obilježavanja ceste. Hladna plastika pruža ekološki prihvatljivo rješenje obilježavanja cesta, zbog dugog vijeka trajanja i mogućnosti produljenja životnog vijeka kroz obnovu, primjenom tankog sloja.[14]



Slika 22: Utjecaj hladne plastike u spreju tipa II (CSP), termoplastike u spreju (TSP), boje na bazi otapala (SB) te boje na bazi vode (WB) na okoliš

Izvor: [14]



Slika 23: Utjecaj otvorenih struktura oznaka (aglomerati), uključujući hladnu plastiku (CP), hladnu plastiku obnovljenu s tri sloja nanosa (0,3 mm) hladne plastike u spreju te termoplastiku na okoliš

Izvor: [14]

## 5. VRSTE ISPITIVANJA KVALITETE OZNAKA NA KOLNIKU

Reflektivna svojstva cestovnih oznaka na kolniku od presudnog su značenja i predstavljaju jedan od osnovnih čimbenika povećanja sigurnosti sudionika u cestovnom prometu. Oznake na kolniku izvode se u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima i opremi na cestama i u skladu s hrvatskim i europskim normama. Ocjena kvalitete izvedenih oznaka na kolniku temelji se na rezultatima ispitivanja vezanih uz vidljivost, debljinu nanosa, koeficijent otpornosti na klizanje itd. Ispitivanjem oznaka nastoji se utjecati na povećanje njihove kvalitete i trajnosti, a time i opće sigurnosti na cestama uz optimiziranje troškova izvođenja i održavanja. Ispitivanja koja se provode u cilju osiguranja propisane kvalitete oznaka na kolniku jesu: prethodna ili ispitivanja pogodnosti, tekuća, kontrolna, redovna, dodatna kontrolna ispitivanja, arbitražna i ispitivanja prije isteka jamstva.[3][15]

Prethodna ili ispitivanja pogodnosti uključuju ispitivanje s ciljem dokazivanja prikladnosti, odnosno zadovoljavanja materijala namijenjenog za izvođenje obilježavanja ceste, na temelju planirane vrste oznake i njene kvalitete.

Tekuća ispitivanja provodi izvođač radova radi utvrđivanja propisane kvalitete i performansi materijala. Ta ispitivanja podrazumijevaju ispitivanje debljine suhog i mokrog sloja boje, ispitivanje dnevne i noćne vidljivosti u suhim uvjetima, ispitivanje noćne vidljivosti u mokrim uvjetima (samo za oznake tipa II, oznake na kolniku s posebnim značajkama namijenjene povećavanju retrorefleksije u mokrim ili kišnim uvjetima) te ispitivanje otpornosti na klizanje.

Kontrolna ispitivanja uvjetuje naručitelj radi provjere zadovoljava li kvaliteta oznaka propisane uvjete.

Dodatna kontrolna ispitivanja provode se samo ako su kontrolna ispitivanja na primijenjenim cestovnim oznakama rezultirala graničnim vrijednostima.

Arbitražna ispitivanja uključuju ponavljanja kontrolnih ispitivanja u slučaju opravdane sumnje naručitelja ili izvođača da kontrolna ispitivanja nisu provedena na odgovarajući način.

Ispitivanja prije isteka jamstva provodi naručitelj radi utvrđivanja kvalitete nanesenih oznaka te njihove usklađenosti s kvalitetom dogovorenom za trajanja jamstvenog razdoblja.[15]

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. Ispitivanje retrorefleksije oznaka provodi se primjenom statičke ili dinamičke metode ispitivanja.

### 5.1. Dinamička metoda ispitivanja

Dinamička metoda ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku podrazumijeva ispitivanje isključivo noćne vidljivosti, odnosno retrorefleksije dinamičkim mjernim uređajem u cijeloj njihovoj dužini. Mjerni se uređaj postavlja na mjerno vozilo s lijeve ili s desne strane, ovisno o tome ispituje li se razdjelna ili rubna linija te tako omogućava stalno mjerenje noćne vidljivosti oznaka tijekom vožnje. Mjerenje se vrši tako da se mjerno vozilo kreće po kolniku i očitava koeficijent retrorefleksije oznaka na kolniku uz koje se kreće svakih dviju milisekunda. Prije samoga provođenja ispitivanja potrebno je odabrati duljinu mjernoga intervala za koju će uređaj izračunavati prosječne vrijednosti retrorefleksije.[3] Dinamička metoda ispitivanja ima veće početne troškove (nabava opreme) i veće troškove same izvedbe ispitivanja, ali omogućava mjerenje vidljivosti duž cijele dionice ceste na način da uređaj mjeri retrorefleksiju kontinuirano tijekom vožnje, što u konačnici osigurava cjelovitije i objektivnije ocjenjivanje kvalitete oznaka.[15]



Slika 24: Uređaj za ispitivanje retrorefleksije oznaka na kolniku ZDR 6020

*Izvor:* [16]

## 5.2. Statička metoda ispitivanja

Statička metoda ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku podrazumijeva primjenu ručnih retroreflektometara koji se pozicioniraju na oznaku te mjere dnevnu i noćnu vidljivost oznaka. Statička metoda se u usporedbi s dinamičkom češće primjenjuje zbog niže cijene potrebne opreme, ali ima nekoliko nedostataka.[3] [15] Glavni nedostaci statičke metode vezani su uz dugotrajnost samog procesa ispitivanja, veće ometanje odvijanja prometa, potencijalnu opasnost za samog ispitivača jer se ispitivanja provode na otvorenoj cesti te relativno malo mjerno područje statičkih retroreflektometara što zahtijeva veći broj mjernih odsječaka kako bi se dobili sustavni rezultati duž cijele dionice ceste. Kako se statičkom metodom mjeri vidljivost oznaka samo na određenim lokacijama, postoje dvije metodologije koje propisuju broj i raspodjelu mjernih uzoraka.[3] [6]



Slika 25: Uređaj za ispitivanje kvalitete oznaka na kolniku ZMR 6014

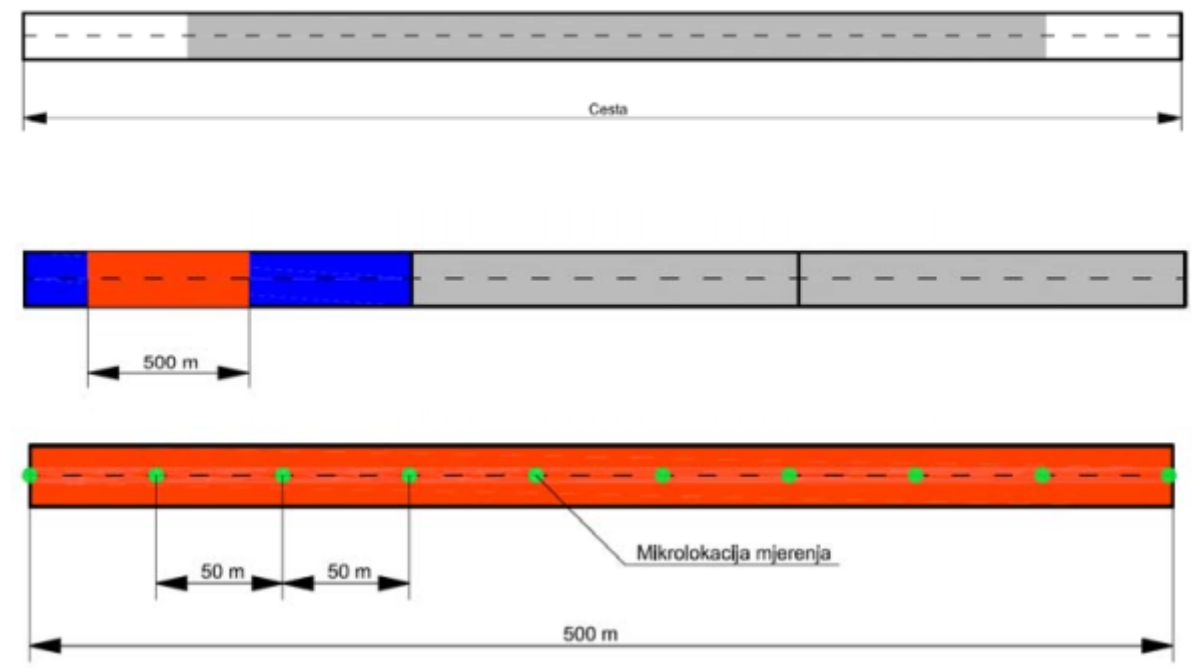
*Izvor:* [16]

### 5.2.1. "Kentucky" metoda

Prema "Kentucky" metoda, ispitivanja se vrše u periodu između 30-oga i 60-oga dana od datuma 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.[3] [6]

## KENTUCKY METODA

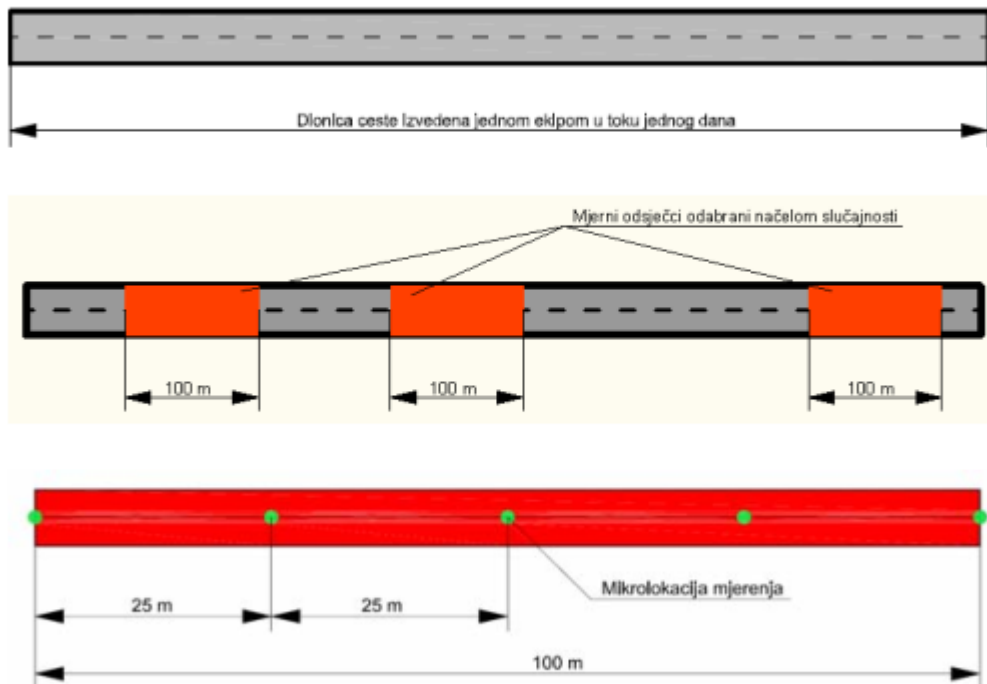


Slika 26: Prikaz "Kentucky" metode

Izvor: [3]

### 5.2.2. ZTV M13 metodologija

Prema njemačkom propisu ZTV M13 broj ispitnih odsječaka određuje se prema dnevnom učinku izvođača oznaka. Lokacije ispitnih odsječaka biraju se prema načelu slučajnosti na reprezentativnim mjestima na kojima vladaju približno jednaki uvjeti opterećenosti i karakteristike podloge unutar izvedene dionice. Mjerni odsječak za procjenu dnevne i noćne vidljivosti iznosi za neprekinute uzdužne oznake 50 m duljine, a za isprekidane uzdužne oznake 3 duljine linije. Unutar svakoga mjernoga odsječka bira se pet mjernih točaka.[3]



Slika 27: Prikaz ZTV M13 metodolodije

Izvor: [3]

Glavna je prednost ZTV M13, u odnosu na "Kentucky" metodu ta što osigurava ravnomjernu raspodjelu ispitivanja duž cijele dionice izvedene oznake čime se dobiva detaljniji uvid u kvalitetu oznake.[3][6]

### 5.3. Ispitivanje debljine suhog filma boje

Oznaka na kolniku koja se nanosi tijekom procesa označavanja prometnica sastoji se od sloja boje pomiješanog sa staklenim kuglicama određenog stupnja granulacije. Da bi se staklene kuglice zadržale dovoljno dugo u sloju boje i time zajamčile zadovoljavajuću retrorefleksiju, nužno je da sloj boje ima određenu debljinu. Minimalna debljina sloja boje utvrđuje se mjerenjem debljine suhog filma oznaka na kolniku. Tom se metodom mjeri debljina sloja boje koja se nanosi na kolnik tijekom procesa označavanja prometnica (bez staklenih kuglica). Karakteristična mjerna veličina izražava se u  $\mu\text{m}$ . [3]

Zavod za prometnu signalizaciju u svrhu ispitivanja koristi mjerni uređaj tvrtke *DeFelsko 6000 FNS3*, koji mjeri debljinu suhog filma na magnetičnim i nemagnetičnim podlogama na principu elektromagnetske indukcije i vrtložnih struja. Uređaj sam prepoznaje podlogu temeljem pritiska mjerne sonde i odabire način mjerenja. Uređaj zvučnim signalom daje znak o završetku pojedinog mjerenja, nakon čega se rezultat mjerenja očitava i unosi u mjerno izvješće. Nakon završetka postupka ispitivanja, rezultate ispitivanja koji su pohranjeni u mjernom uređaju potrebno je prebaciti na stolno računalo i arhivirati zbog provjere točnosti podataka. [3]



Slika 28: Uređaj za mjerenje debljine suhog filma boje

*Izvor:* [16]



## **6. UTJECAJ OZNAKA NA KOLNIKU NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA**

Sigurnost sudionika u cestovnom prometu bitan je čimbenik kvalitetnog prometnog sustava svake države. Stupanj sigurnosti sudionika u cestovnom prometu opći je pokazatelj prometne kulture i načina života. Stalna su nastojanja da se što bolje upoznaju uzroci prometnih nezgoda te da se se njihov broj smanji. Osnovni je cilj istraživanja sigurnosti prometa na cestama otkriti metode čijom bi se primjenom povećala sigurnost prometa. Kako se promet može promatrati kao vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do mnogih konfliktnih situacija potrebno je provesti brojne mjere čiji je cilj otklanjanje, odnosno smanjenje opasnosti.[1] Jedan od osnovnih zadataka vozača je slijediti prometnicu na način da svojim postupcima ne ugrožava ostale sudionike u prometu. Tijekom tog procesa potreban mu je čitav niz informacija koje dobiva putem reakcija na podražaje okruženja u kojem se nalazi. Kako bi se vozaču i u nepovoljnim uvjetima omogućilo lakše snalaženje i olakšana realizacija zahtijevanih zadataka, potrebna je dobra signalizacija, osobito dobre oznake na kolniku. Oznake na kolniku imaju zadatak vizualnog vođenja vozača, zahvaljujući čemu vozači mogu laganije predvidjeti trasu sigurnog kretanja. Sa stajališta sigurnosti i sigurnog vizualnog vođenja, oznake na kolniku bi trebale utjecati na: sposobnost vozača da predvidi područje sigurne vožnje ispred vozila, na njegovu percepciju položaja na cesti te na odabir smjera i brzine vožnje. Oznake na kolniku pružaju nezamjenjivu pomoć vozačima, naročito pri smanjenim uvjetima vidljivosti kao što se to događa noću, prilikom svih vrsta padalina, kad je magla i slično. Razlike između kvalitete materijala od kojih se izvode oznake na kolniku vrlo su velike, a njihov odabir mora se prilagoditi raznim specifičnim zahtjevima koji se razlikuju od situacije do situacije.[17] Uzdužne oznake na kolniku pružaju smjernice razgraničavanjem prijednog puta. Uzdužne oznake na kolniku pomažu zaštititi vozače ukazujući im gdje bi se trebali nalaziti na cesti kako bi spriječili sudar s nadolazećim vozilima ili vozilima koja putuju u istom smjeru, kao i slijetanja s ceste. Oznake na kolniku posebno su važne u noćnim uvjetima. Vrlo važna značajka uzdužnih oznaka na kolniku je njihova retrorefleksija, koja omogućava povratak snopa svjetlosti prema vozaču kako bi primio sve potrebne obavijesti. Poboľšanjem oznaka na kolniku smanjen je broj smrtno stradalih i ozljeđenih prilikom noćne vožnje. Dodavanjem rubnih linija na ceste samo sa središnjom linijom je troškovno najisplativije poboljšanje kojim bi se mogle smanjiti nesreće s ozljeđenim i smrtno stradalim osobama. Retrorefleksija je jedan od statistički najznačajnijih

čimbenika u pojavi vjerojatnosti prometnih nesreća s oko 90%. [18] Održavanje uzdužnih oznaka na kolniku u dobrom stanju ima značajne pozitivne učinke na sigurnost prometa. S povećanjem retrorefleksije rubnih bijelih crta dolazi do izrazitoga smanjenja prometnih nezgoda.[19]

Budući da su oznake na kolniku jedna od tri glavne skupine uređaja koji upravljaju prometom, one vode i reguliraju upravljanje vozilom, dijele suprotne prometne trake, zabranjuju prestizanje, ocrtavaju rubne dijelove ceste te informiraju vozače. Vozači više pažnje pridaju retroreflektivnim oznakama na kolniku u uvjetima noćne vožnje, nego tijekom dana. Kontrast svjetline oznaka na kolniku važan je čimbenik koji može utjecati na vozačevo ponašanje u različitim uvjetima vožnje i govori koliko se oznaka na kolniku jasno ističe od pozadine pa je stoga prikladnije da se koristi za opisivanje vidljivosti oznake. Povećanje retrorefleksije oznaka na kolniku rezultira značajnim i poželjnim povećanjem vidljivosti, a sjajnost oznaka je bolja i pruža dulju preglednu duljinu koja je poželjna sa sigurnosnog stajališta. Oznake na kolniku izvedene bijelom bojom imaju veći stupanj retrorefleksije te veći kontrast sjajnosti od oznaka izvedenih žutom bojom, ujedno su bolje vidljive od oznaka izvedenih žutom bojom, iako imaju podjednak stupanj propadanja. Retrorefleksija oznaka izvedenih žutom bojom iznosi oko 65% bijele oznake pod svim podjednakim uvjetima, a žute oznake počinju izgledati kao bijele što se udaljenost od oznaka više povećava.[20]

## 7. ZAKLJUČAK

Oznake na kolniku važan su dio horizontalne prometne signalizacije. Oznake na kolniku mogu se ucrtavati, lijepiti te utiskivati u kolnički zastor, a mogu biti izvedene u raznim oblicima i varijantama. Najčešće se izvode bojanim materijalima, plastičnim materijalima, gdje se prema načinu primjene razlikuju hladna plastika i termoplastika, zatim trakama te ostalim materijalima, kao što su epoksi i lateks boje, urea, uretan te poliestar, koji se ipak ne koriste u tolikoj mjeri prilikom izvođenja oznaka, ali se mogu primjenjivati u određenim situacijama. Analizirajući materijale koji se koriste za izradu oznaka na kolniku moguće je zaključiti kako boje predstavljaju najrašireniji materijal i najjeftiniji materijal, ali ujedno i najlošiji za izradu oznaka na kolniku. U usporedbi s ostalim materijalima, bojane oznake imaju kratki vijek trajanja, slabiji koeficijent retrorefleksije, slabo su vidljive na mokrom kolniku te zahtijevaju česte obrade kako bi zadržale potrebna svojstva. Osnovna prednost hladne plastike i termoplastike je njihov dug vijek trajanja koji se kreće od dvije do pet godina. Oznake izvedene plastičnim materijalima manje su osjetljive na povišene temperature, kako na vanjsku tako i na temperaturu na samom kolniku, vrlo dobro su uočljive u svim vremenskim prilikama, noćnim i dnevnim uvjetima, otporne su na trošenje kao i na klizanje što kod bojanih oznaka nije slučaj. Oznake izrađene trakom imaju najbolja reflektivna svojstva od svih materijala zato što se retroreflektivni elementi ugrađuju industrijski. Iz navedenih prednosti i nedostataka raznih vrsta materijala, može se doći do zaključka kako su razlike između kvalitete materijala od kojih se izvode oznake na kolniku vrlo velike, a njihov odabir mora se prilagoditi raznim specifičnim zahtjevima koji se razlikuju od situacije do situacije. Reflektivna svojstva cestovnih oznaka na kolniku jedan su od osnovnih čimbenika povećanja sigurnosti u prometu. Ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku provodi se primjenom statičke i dinamičke metode ispitivanja. Dinamička metoda ispitivanja omogućava mjerenje vidljivosti duž cijele dionice ceste što osigurava cjelovitije ocjenjivanje kvalitete oznaka. Odabir materijala od kojih se izvode oznake na kolniku mora se prilagoditi raznim zahtjevima kao što su prometni, klimatski i geografski uvjeti na cesti na kojoj se materijal primjenjuje. Analizirajući utjecaj oznaka na kolniku i sigurnost svih sudionika u prometu, uvijek postoji težnja za poboljšanjem samih oznaka kako bi se smanjio broj teško i mrtvo stradalih u prometu.

## POPIS LITERATURE

- [1] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [2] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, NN 33/2005.
- [3] *Autorizirana predavanja iz kolegija Vizualne informacije u prometu*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, ak.god. 2015./2016.
- [4] URL: [http://www.ss-tehnicka-prometna-st.skole.hr/upload/ss-tehnicka-prometna-st/images/static3/1495/File/prometna\\_svjeta\\_i\\_svjelosne\\_oznake.pdf](http://www.ss-tehnicka-prometna-st.skole.hr/upload/ss-tehnicka-prometna-st/images/static3/1495/File/prometna_svjeta_i_svjelosne_oznake.pdf) (pristupljeno: srpanj 2018.)
- [5] URL: <http://www.vps-prometna-signalizacija.hr/katalog> (pristupljeno: srpanj 2018.)
- [6] Babić, D.: *Model predviđanja trajanja oznaka na kolniku*, doktorski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018, URL: <https://dr.nsk.hr/islandora/object/fpz:1202/preview> (pristupljeno: srpanj 2018.)
- [7] Babić, D., Burghardt, T. E., Babić, D.: *Application and Characteristics of Waterborne Road Marking Paint*. International Journal for Traffic and Transport Engineering, vol. 5, no. 2, p. 150-169, 2015.
- [8] *Materijali i ispitivanje oznaka na kolniku*, Nastavni priručnik iz kolegija prometna signalizacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
- [9] Graham-Migletz Enterprises: *Roadway Delineation Practices Handbook*, Washington DC. SAD, 1994.
- [10] Ščukanec, A., Babić, D.: *Metode mjerenja retrorefleksije prometnih znakova i oznaka na kolniku*, Dani prometnica: Mjerenja, ispitivanja i monitoring na prometnicama, p. 373–406, 2013.
- [11] Texas Department of Transportation: *Pavement Marking Handbook*, Texas. SAD, 2004.
- [12] URL: <https://www.geveko-markings.com/products/viatherm/> (pristupljeno: kolovoz 2018.)

- [13] Wang, J.: *Effect of a Novel Polysilicone on the Flame Retardancy and Thermal Degradation of Epoxy Resin*, Journal of Polymer Materials. Mar2018, vol. 35, no.1, p. 33-44., 2018.
- [14] Cruz, M., Klein, A., Steiner, V.: *Sustainability assessment of road marking systems*, Transportation Research Procedia, vol. 14, p. 869–875, 2016.
- [15] Babić, D., Fiolić, M., Žilioniene, 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>
- [16] URL: <http://static.fpz.hr/FPZWeb/files/katalog-laboratorijske-opreme/Ispitni-laboratorij-Zavoda-za-prometnu-signalizaciju.pdf> (pristupljeno: kolovoz 2018.)
- [17] URL: <http://www.chemosignal.hr/o-nama/sigurnost-i-materijali/> (pristupljeno: kolovoz 2018.)
- [18] Smadi, O., Hawkins, N., Nlenanya, I., Aldemir-Bektas, B.: *Pavement Markings and Safety*, Center for Transportation Research and Education. Iowa. SAD, 2010.
- [19] Aldemir Bektas. B., Gkritza, K., Smadi, O.: *Pavement Marking Retroreflectivity and Crash Frequency: Segmentation, Line Type, and Imputation Effects*, Journal of Transportation Engineering, vol. 142, no. 8, 2016, URL: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29TE.1943-5436.0000863>
- [20] 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.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom.....	5
Slika 2. Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom namijenjeni samo pješacima.....	6
Slika 3. Svjetlosni znakovi za upravljanje javnim gradskim prometom.....	6
Slika 4. Svjetlosni znakovi za obilježavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge.....	6
Slika 5. Svjetlosni znakovi za obilježavanje radova na cesti i zapreka.....	6
Slika 6. Prikaz znakova vertikalne signalizacije.....	8
Slika 7. Znakovi obavijesti za vođenje prometa.....	8
Slika 8. Dopunske ploče.....	9
Slika 9. Uzdužne oznake na kolniku.....	10
Slika 10. Poprečne oznake na kolniku.....	11
Slika 11. Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika.....	12
Slika 12. Nanošenje boje i staklenih perla na kolnik.....	14
Slika 13. Struktura boje na bazi otapala.....	15
Slika 14. Struktura boje na bazi vode.....	16
Slika 15. Hladna plastika.....	18
Slika 16. Proces proizvodnje termoplastičnih materijala.....	19
Slika 17. ViaTherm – termoplastični materijal za izradu oznaka na kolniku.....	19
Slika 18. Izvođenje oznaka na kolniku pomoću Extrudera.....	20
Slika 19. Trake za izvođenje oznaka na kolniku.....	22
Slika 20. Prikaz epoksi boja.....	23
Slika 21. Prikaz dijela državne ceste s oznakama kao funkcionalnom jedinicom.....	25

Slika 22. Utjecaj hladne plastike u spreju tipa II (CSP), termoplastike u spreju (TSP), boje na bazi otapala (SB) te boje na bazi vode (WB) na okoliš.....	27
Slika 23. Utjecaj otvorenih struktura oznaka (aglomerati), uključujući hladnu plastiku (CP), hladnu plastiku obnovljenu s tri sloja nanosa (0,3 mm) hladne plastike u spreju te termoplastiku na okoliš.....	28
Slika 24. Uređaj za ispitivanje retrorefleksije oznaka na kolniku ZDR 6020.....	30
Slika 25. Uređaj za ispitivanje kvalitete oznaka na kolniku ZMR 6014.....	31
Slika 26. Prikaz "Kentucky" metode.....	32
Slika 27. Prikaz ZTV M13 metodolodije.....	33
Slika 28. Uređaj za mjerenje debljine suhog filma boje.....	34

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1: Glavne karakteristike materijala za izvođenje oznaka na kolniku.....	24
Tablica 2: Glavni parametri za slučaj 1, bazirani na stvarnoj uporabi ceste.....	26
Tablica 3: Glavni parametri za slučaj 2, bazirani na stvarnoj uporabi ceste.....	26