

Prometna oprema ceste u funkciji sigurnosti

Lulić, Bruno

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:119:541757>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

BRUNO LULIĆ

PROMETNA OPREMA CESTE U FUNKCIJI SIGURNOSTI

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 17. srpnja 2017.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3872

Pristupnik: **Bruno Lulić (0128057235)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Prometna oprema ceste u funkciji sigurnosti**

Opis zadatka:

Odabir i način obilježavanja cesta sa odgovarajućom prometnom opremom značajno utječe na protočnost i sigurnost cestovnog prometa. Pravilan način postavljanja, obilježavanja i održavanja prometne opreme na cestama osigurava vozačima i sudionicima u prometu pravovremenu spoznaju mogućih opasnosti ali i obavijesti o sigurnom načinu kretanja. U završnom radu, osim analize primjene standardnih prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama, potrebno je predložen način postavljanja prometne opreme i signalizacije na cestama u cilju bolje vizualizacije i pravovremene spoznaje svih obavijesti vezanih uz sigurno sudjelovanje vozača i ostalih sudionika u prometu.

Zadatak uručen pristupniku: 18. travnja 2017.
Rok za predaju rada: 17. srpnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Rajko Horvat

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

PROMETNA OPREMA CESTE U FUNKCIJI SIGURNOSTI

ROAD TRAFFIC EQUIPMENT IN THE CONTEXT OF SAFETY

ZAVRŠNI RAD

Mentor: doc. dr. sc. Rajko Horvat

Student: Bruno Lulić

JMBAG: 0128057235

ZAGREB, 2017.

SADRŽAJ :

1. UVOD.....	1
2. PODJELA PROMETNIH ZNAKOVA, SIGNALIZACIJE I OPREME NA CESTI	4
2.1. Prometni znakovi.....	5
2.2. Podjela prometnih znakova.....	7
2.2.1. Znakovi opasnosti.....	7
2.2.2. Znakovi izričitih naredbi	8
2.2.3. Znakovi obavijesti	10
2.3. Prometna svjetla i svjetlosne oznake	12
2.4. Oznake na kolniku	14
2.4.1. Uzdužne oznake na kolniku	15
2.4.2. Poprečne oznake na kolniku.....	16
2.4.3. Ostale oznake na kolniku i predmeti uz rub kolnika	18
2.5. Prometna oprema ceste	20
2.5.1. Oprema za označavanje ruba kolnika.....	20
2.5.2. Oprema za označivanje vrha prometnog otoka	21
2.5.3. Branici i polubranici.....	21
2.5.4. Prometna zrcala.....	22
2.5.5. Zaštitne odbojne ograde	22
2.5.6. Pješačke ograde.....	23
2.5.7. Ublaživači udara	24
2.5.8. Ograde protiv zasljepljivanja	24
2.5.9. Zaštitne žičane ograde.....	24
2.6. Prometna oprema za smirivanje prometa	24
2.6.1. Umjetne izbočine	24
2.6.2. Vibracijske trake	25
2.6.3. Zvučne trake	26
2.6.4. Optičke bijele crte upozorenja	26
3. NAČINI POSTAVLJANJA PROMETNE OPREME NA CESTAMA.....	27
3.1. Prometna svjetla i svjetlosne oznake	27
3.2. Prometni znakovi.....	29
3.3. Oprema za označavanje ruba kolnika.....	33
3.4. Oprema za vođenje i usmjerivanje prometa u području radova na cesti	34
3.5. Zaštitne odbojne ograde	35
3.6. Ograde protiv zasljepljivanja	36
3.7. Pješačke ograde.....	37
3.8. Ublaživači udara	38
4. MJERE OBILJEŽAVANJA OPASNIH MJESTA NA CESTAMA SA PROMETNOM	39
OPREMOM U CILJU POVEĆANJE SIGURNOSTI PROMETA.....	39

5. NOVA TEHNIČKO – TEHNOLOŠKA POBOLJŠANJA PROMETNE OPREME NA.....	43
CESTI.....	43
5.1. Tehnološki razvoj prometne opreme	43
5.2. Promjenjiva prometna signalizacija.....	45
5.3. Obilježavanje opasnih mjesta.....	46
6. ZAKLJUČAK.....	51
Literatura	52
POPIS SLIKA	54
POPIS TABLICA	56

SAŽETAK

Društvena proizvodnja, produktivnost i rentabilnost znatno je povećana kada su uz otkrića novih izvora energija i izuma motora s unutarnjim izgaranjem, konstruirana i nova prijevozna sredstva. Automobil kao prijevozno sredstvo zbog niza tehničkih i eksploatacijskih prednosti poput tehnička elastičnost i superiornost u pogledu kretanja i omogućavanja transportne uslugu «od vrata do vrata» znatno je brže razvijan od ostalih prijevoznih sredstava. Međutim sve veći broj vozila koja svakodnevno prometuju cestama povećao se i broj prometnih nesreća sa smrtnim stradavanjima i teškim ozljeđivanjima sudionika u prometu ceste. U svrhu smanjenja broja prometnih nesreća i njihovih posljedica u gotovo svim državama u svijetu poduzimaju se mjere za unaprjeđenje sigurnost svih sudionika u prometu na cestama. Kako prometna oprema pripada skupini čimbenika koji utječu sigurnost započelo unaprjeđenjem i uređaja i sigurnosne oprema sa svrhom bolje vizualizacije i osiguranja pravovremene informacije sudionicima u prometu o mogućim opasnostima i pravilnom načinu postupanja na cesti kako bi se smanjila mogućnost nastanka prometne nesreće ili ublažile posljedice istih. Vizualizacija, pravilan odabir i način postavljanja prometne opreme ali i prometnih znakova i signalizacije na cestama osnovna je hipoteza na temelju koje je obavljena analiza i na temelju dobivenih rezultata u zaključku potvrđena njezina osnovna postavka.

Ključne riječi: Prometna oprema cesta, sigurnost cestovnog prometa, prometni elementi ceste

SUMMARY

Social production, productivity and profitability significantly increased when with the discovery of new sources of energy and invention of internal combustion engines, designed and new means of transport. Car as a means of transport for many technical and exploitation advantages such as flexibility and technical superiority in terms of movement and allowing transport service "door to door" significantly faster than developed other means of transport. However, the increasing number of vehicles that drive traffic daily has also increased the number of traffic accidents with mortal damage and heavy injuries of road traffic participants. To reduce the number of traffic accidents and their consequences in almost all countries in the world are taking measures to improve the safety of all participants in road traffic. How to transport equipment belongs to a group of factors that affect the safety and started improving devices and safety equipment for better visualization and ensure timely information to road users about possible dangers and the proper course of action on the road to reduce the possibility of traffic accidents or mitigate their consequences. Visualization, proper selection and method of affixing of transport equipment as well as traffic signs and signage on the roads is the basic hypothesis based on which was analyzed and based on the results in the conclusion confirmed its basic setting.

Key words: Road equipment, road traffic safety, road traffic elements

1. UVOD

Društvena proizvodnja, produktivnost i rentabilnost na početku 20. stoljeća znatno je povećana kada su uz otkrića novih izvora energija i izuma motora s unutarnjim izgaranjem, konstruirana i nova prometna sredstva. Automobil kojeg je 1886. godine konstruirao Karl Friedrich Benz, bio je početak nezaustavljivog razvoja automobila i automobilske industrije odnosno pokretač novog doba u mobilnosti ljudi i prijevozu proizvodnih dobara. U tom razdoblju, razvoju automobila kao prijevoznog sredstva i cestovnog prometa kao tercijarne gospodarske djelatnosti u odnosu ostale prometne grane, pogodovalo je i niz prednosti. Relativno mali prostora, veća tehnička elastičnost i superiornost u pogledu kretanja, kočenja i prohodnosti, lakše prilagođavanje lokalnim prilikama te omogućavanje potpune transportne uslugu «od vrata do vrata», dio su tih prednosti. One i u današnjem suvremenom svijetu favoriziraju cestovni promet kao najpoželjniji oblik individualnog i skupnog prijevoza. Međutim, uz pozitivne društveno - ekonomske učinke, razvoj cestovnog prometa ima i niz negativnosti. Velika prometna opterećenja i zastoji, povećanje razine buke, onečišćenje zraka i vodotoka, nepovratno narušavanje ljepote krajolika te velike materijalne štete nastale na prometnim objektima, vozilima i robi odnosno teretu, samo su dio tih negativnosti što ih je prouzročio razvoj cestovnog prometa. Međutim puno značajnije osobne, društvene i socijalne negativnosti iskazuju se u smrtnom stradavanju i teškom ozljeđivanju sudionika u prometu. Ozbiljnost stanja poremećaja zdravlja ljudi između ostalima i uzrokovano od štetnih posljedica u cestovnom prometu, potvrđena je podacima s koje je objavila Svjetska zdravstvena organizacija (World Health Organization - WHO). Naime, prema tim podacima svake godine u svijetu od posljedica prometni nesreća smrtno nastrada oko 1,2 milijuna osoba, od čega njih više od 70% (oko 850.000 osoba) su osobe mlađe od 45 godina. Tom prilikom posebno je apostrofirano da su prometne nesreće na devetom mjestu uzroka poremećaja zdravlja, invaliditeta i smrti čovjeka u svijetu. S obzirom da je prema tim podacima smrtnost od ozljeda u prometnim nesrećama imala tendenciju povećanja, predviđeno je da će ukoliko se ne započne sa poduzimanjem opsežnih mjera prevencije, uzrok poremećaja zdravlja, invaliditeta i smrti čovjeka u svijetu uslijedi prometnih nesreća biti će na trećem mjestu odmah nakon ishemije srca i depresije. Prezentirani podaci bili su poticaj za pokretanje globalnog programa i aktivnosti s ciljem smanjenja broja i posljedica stradavanja sudionik u cestovnom prometu ali i smanjenja ukupnog broja prometnih nesreća, u gotovo svim državama u svijetu. Spoznavši razinu problema i u Europskoj uniji prihvaćena je direktiva usmjerenih prema zaštiti sudionika u cestovnom prometu i smanjenju njihovog stradavanja. Tim povodom u 2010. godini Europska Komisija usvaja akcijski program sigurnosti cestovnog prometa za razdoblje od 2011. – 2020. godine u kojemu je postavljen ambiciozan cilj usmjeren prema smanjenju broja poginulih osoba u prometnim nesrećama za 50 % u odnosu na dotadašnji broj poginulih osoba. Akcijski plan za ostvarenje navedenog cilja inkorporira niz mjera, a jedna od mjera usmjerena je prema izgradnji i opremanju cesta kao i opremanju vozila sa sustavima sigurnosti uz pomoć koji se ublažavaju posljedice prometnih nesreća.

Prema navedenom akcijskom planu i u Republici Hrvatskoj proglašen je Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa za razdoblje 2011. – 2020. godina. Glavne aktivnosti programa usmjerene su prema osnovnim čimbenicima sigurnosti i to čovjeku - vozaču, cesti, vozilu i edukaciji. Međutim, iako su postignuti značajni rezultati u smanjenju broja smrtno nastradalih osoba u posljednjih pet godine, stanje sigurnosti u odnosu na ostale države članice Europske unije nije zadovoljavajuće. Naime jedan od razloga takvog stanja zasigurno proizlazi iz činjenice da u sustavu čimbenika koji utječu na sigurnost cestovnog prema statističkim podacima o uzrocima i posljedicama prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj, pogreške čovjeka – vozača najčešći je je najodgovorniji subjekt koji utječe na taj rizik. Čimbenici cesta i vozila tek su u neznatnom postotku navedeni kao uzročnici prometnih nesreća. Ovaj podatak zasigurno nema realnu podlogu i može se pripisati činjenici da očevid većine prometnih nesreća osim onih u kojima je nastala smrtna posljedica obavljaju policijski službenici koji osim pronalaska, fiksiranja i izuzimanja tragova na mjestu nesreće i bilježe izjave svjedoka i sudionik nesreće, te na osnovu takvih podataka prosljeđuju prijedlog za pokretanje odgovarajući postupka pred nadležnim pravosudnim tijelom, nisu osposobljeni za utvrđivanje ili ocjenu važnih činjenica prema kojima se određuje stvaran uzrok ili pogreška za izazivanje prometne nesreće. Međutim unatoč tome, pojedina znanstvena istraživanja i analize dokazano argumentiraju da cesta i oprema na cesti imaju značajan utjecaj na sigurnost svih sudionika u prometu. Naime, prometna oprema ceste je skup prometno-tehničkih elemenata odnosno uređaja i opreme uz pomoć kojih se vozačima i ostalim sudionicima u prometu omogućava pravovremena informacija o pravilnom i poželjnom načinu kretanja po cesti, te o opasnostima koji na određenom dijelu ceste prevladavaju u prometnim i ambijentalnim uvjetima okoline.

Sve veći broj automobila na cestama te urbanizacija i razvoj gradova posljedični je uzrok svakodnevnog stradavanja sudionika u prometu u svim državama u svijetu. Spoznavši dalekosežnost posljedica takvog stanja započinju se poduzimati mjere za povećanje sigurnosti cestovnog prometa. Aktivnosti za smanjenje broja i posljedica prometnih nesreća usmjerene su prema osnovnim čimbenicima sigurnosti prometa. Kako je cesta i cestovna infrastruktura jedan od čimbenika koji utječe na sigurnost prometa, cilj ovog završnog rada je usmjeren prema analizi utjecaja prometne opreme na sigurnost cestovnog prometa.

Završni rad je podijeljen u 6 poglavlja:

1. Uvod
2. Podjela prometnih znakova, signalizacije i opreme na cesti
3. Načini postavljanja prometne opreme na cestama
4. Mjere obilježavanja opasnih mjesta na cestama sa prometnom opremom u cilju povećavanja sigurnosti cesta
5. Nova tehničko – tehnološka poboljšanja prometne opreme na cesti
6. Zaključak

U uvodu su prezentirane osnovne postavke i problem istraživanja završnog rada a koje su razrađivane u pojedinim poglavljima rada.

U drugom poglavlju opisan je značaj i uloga prometnih znakova, prometne signalizacije i prometne opreme s kojom ceste moraju biti opremljene s osnova zahtjeva sigurnosti.

U trećem poglavlju analiziran je načini i uvjeti postavljanja prometne opreme na cestama.

U četvrtom poglavlju analiziran je načini postavljanja prometne opreme na cesti te uvjeti njenog postavljanja u vidu povećanja sigurnosti.

U petom poglavlju predložena je primijenjena novih tehničko – tehnološka poboljšanja u izradi prometne opreme s ciljem povećavanja sigurnosti cestovnog prometa.

U zaključku je na koncizan i jezgrovit način izložena sinteza relevantnih spoznaja, informacija, stavova, znanstvenih činjenica, teorija i zakona koji su opširnije elaborirani u analitičkom dijelu završnog rada.

2. PODJELA PROMETNIH ZNAKOVA, SIGNALIZACIJE I OPREME NA CESTI

Prijevoz ljudi i roba znatno je unaprijeđen nakon konstrukcije prvog automobila. Zbog niza prednosti u odnosu na dotadašnji oblik prijevoza, automobil kao prijevozno sredstvo kod čovjeka je stvorio privid slobode, neograničenog kretanja i savladavanje velikih udaljenosti u kratkim vremenskim razmacima. Usavršavanjem motora kao pogonskog agregata i konstrukcije karoserije povećala se udobnost i brzina kretanja, a što je znatno utjecalo na skraćivanje vremena putovanja. Zbog toga automobil postaje želja svakog pojedinaca a kasnije i dominantno prijevozno sredstvo za obavljanje individualne prijevozne i transportne usluge u prometnom sustavu. Međutim uz pozitivne učinke brzog razvoja automobila, a s time i cestovnog prometa, povećao se broj prometnih nesreća u kojima su osim velikih materijalnih smrtno stradavali i teškog ozljeđivani sudionici u prometu. Jedan od razloga za takvo stanje bio je i nedostatak propis i pravila povezanih sa načinom ponašanja vozača u cestovnom prometu. Uvidjevši nastale probleme već je na početku razvoja motornog prometa pokrenuta aktivnost na razini svih država u svijetu za određivanje približno jednakih i prepoznatljivih međusobnih odnosa i pravila za približno jednako ponašanja sudionika u prometu. Stoga je 1909. godine u Parizu održana prva Međunarodna konvencija o cestovnom i automobilskom prometu. Na konvenciji su određeni prvi međunarodni propisi za ujednačivanje obilježavanja cesta prometnom signalizacijom i jedinstveni sustav prometnih znakova. Nakon naveden konvencije održano je niz konvencija od kojih je najznačajnija ona održana 1949. godine u Ženevi na kojoj je usvojen Protokol o signalizaciji na cestama. Protokol usvaja i Međunarodna konferencija Organizacije ujedinjenih naroda o prometu na cestama.

Usvajanje takvog Protokola doprinijelo je ujednačavanju obilježavanja cesta sa prometnom signalizacijom koja je bila prepoznatljiva svim sudionicima u prometu u svim državama u svijetu, a što je osim bržeg snalaženja u cestovnom prometu povećalo sigurnost svih sudionika. Važnost protokola sadržana je u određivanju osnovnih oblika prometnih znakova te je za znakove opasnosti propisan oblik trokuta s vrhom prema gore, za znakove izričitih naredbi propisan je obli kruga, a za znakove obavijesti propisan je pravokutni oblik. I u Republici Hrvatskoj prihvaćene su međunarodne norme o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi ceste pa tako prometne znakove, signalizaciju i opremu cesta čine:

1. Prometni znakovi
2. Prometna svjetla i svjetlosne oznake
3. Oznake na kolniku i drugim površinama
4. Prometna oprema cesta

Iako u kategoriju znakova pripada i turistička i ostala signalizacija, oblik i način postavljanja takve signalizacija propisana je posebnim propisom te zbog toga nije predmetom istraživanja ovog završnog rada.

2.1. Prometni znakovi

Prometni znakovi pripadaju skupini utjecajnih elemenata uz pomoć kojih je moguće povećati sigurnosti svih sudionika u prometu. Naime cestovni promet prema svim osobinama pripada u kategoriju dinamičnih, stohastičkih, otvorenih i kompleksnih sustava kojeg određuje količina prometnih entiteta u određenom vremenu, njihovo ponašanje te uzajamne veza i interakcija. Zbog toga, pravovremena spoznaja određenih ili općih opasnosti odnosno izmijenjenih atmosferskih ili drugih uvjeta koji propadaju skupini incidentnih čimbenika preduvjet je za veću sigurnost svih sudionika u prometu. Iako se prometni znakovi upotrebljavaju u gotovo svim prometnim granama, njihova je važnost posebno je značajna u cestovnome prometu.

Uz pomoć prometnih znakova sudionici u prometu pravovremeno mogu spoznati određenu opasnost na cesti ili dijelu te ceste, propisana ograničenja, zabrane i obveze kojih se trebaju pridržavati ili pravovremeno biti informirani sa važnim obavijestima kako bi na vrijeme, nesmetano i sigurno mogli poduzeti radnje s vozilom i sudjelovali u prometnu. Važnost pravilnog načina odabira i označavanja cesta sa prometnim znakovima, sadržana je u činjenici koja je povezana sa vremenom uočavanja takvih znakova. Naime prilikom upravljanja vozilom vozač vizualni kontakt sa prometnom signalizacijom ostvaruje u vrlo kratkom vremenu a dužina trajanja vizualnog kontakta odnosno uočavanja prometnog znaka uglavnom je u ovisnosti od brzine kretanja vozila. Upravo navedeno bio je razlog da se prilikom usvajanja prvog Protokola o prometnim znakovima radi ujednačenosti i razumljivosti, isti oblikuju po obliku, boji i dimenzijama. Tako je usvojeno da znakovi opasnosti imaju oblik trokuta sa vrhom okrenutim prema gore, znakovi opasnosti okruglog su oblika a znakovi obavijesti pravokutnog oblika. Naknadno pojedini prometni znakovi, poput znaka obaveznog zaustavljanja i nailaska na cestu s prednošću prolaska, izmijenjeni su prema današnjem obliku. Svaka skupina prometnih znakova razlikuje se i prema boji dok je dimenzija znakova određena je kategorijom ceste, ograničenjima ili drugim elementima s kojima se povećava sigurnost prometa.

S obzirom da je cestovni promet dinamičan u smislu izmjene pojedinih veličina i uvjeta prometnog toka u vremenu, kompleksan u smislu složenosti uvjeta odvijanja prometnog toka i da se ne odvija uvijek jednako u istim situacijama u odnosu na prometne, vremenske i atmosferske uvjete, moguće je da na pojedinim mjestima na cesti nastanu i povremene opasnosti koje mogu biti privremenog ili trajnijeg karaktera. U takvim slučajevima posebno je važno pravovremeno obilježiti takvo mjesto sa odgovarajućim prometnim znakovima ali iste i ukloniti čim prestanu razlozi zbog kojih su oni postavljeni.

S osnova sigurnosti cestovnog prometa veoma je važno da prometni znakovi budu uklonjeni, dopunjeni ili zamijenjeni ukoliko i njihovo značenje ne odgovara izmijenjenim uvjetima prometa na cesti ili zahtjevima sigurnosti. Jednako tako na prometni znak i na stup na koji je znak postavljen zabranjeno je postavljati bilo što što nije u svezi sa značenjem

prometnog znaka te postavljati ploče, znakove, svjetla, stupove ili druge slične predmete kojima se zaklanja ili smanjuje vidljivost postavljenih prometnih znakova, ili koji svojim oblikom, bojom, izgledom ili mjestom postavljanja oponašaju neki prometni znak ili slične na neki prometni znak, ili zasljepljuju sudionike u prometu, ili odvrćaju njihovu pozornost u mjeri koja može biti opasna za sigurnost prometa [13].

Jednako tako važno je da sudionici u prometu svoje kretanje usklade sa ograničenjima, zabranama i obvezama prema postavljenim prometnim znakovima. Jednako tako veoma je važno da subjekti zaduženi za upravljanje prometom prometne znakove postavljaju i održavaju na način da ih sudionici mogu na vrijeme i lako uočiti i to danju i noću, te u skladu s njihovim značenjem pravovremeno postupiti.

S obzirom da su današnja cestovna motorna vozila prema tehničkim i eksploatacijskim karakteristikama znatno naprednija od onih koja su konstruirana na početku 20 stoljeća, jasnoća i pravovremeno uočavanje prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama imperativ je za njihovo unaprjeđenje. S tim u vezi, u novije vrijeme osim standardnih prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama s nepromjenljivim simbolima (slika 1.), sve više se primjenjuju promjenjivi prometni znakovi (slika 2.). Prednost promjenljivih prometnih znakova je u tome što se može mijenjati značenje i sadržaj pojedinog simbola ili cjelokupnog znaka, a prema promjenljivim prometnim i atmosferskim uvjetima u realnom vremenu. S time se sudionicima u prometu omogućava pravovremena informacija o promjenama u prometnom toku, o neposrednoj opasnosti na dionici ili dijelu ceste ili promjenama povezanim sa stanjem kolnika u odnosu na atmosferske uvjete. Takva pravovremena vizualizacija i najava moguće opasnosti ili drugih važnih događaja, informacija i podataka povezanih sa stanjem na cesti i prometnom toku znatno povećava sigurnost ali i razinu uslужnosti ceste. Navedeno dokazuje da prometna oprema predstavlja izravnu poveznicu između korisnika i raskrižja [1].



Slika 1. Prometni znak sa nepromjenljivim simbolima, [12]



Slika 2. Promjenljivi prometni znakovi, [13]

2.2. Podjela prometnih znakova

U skladu sa međunarodnim propisanim i normama, prometni znakovi u Republici Hrvatskoj su podijeljeni su kao:

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

2.2.1. Znakovi opasnosti

Za označavanje blizine dijela ceste ili mjesta na kojem sudionicima u prometu prijeti opasnost zbog koje mogu izazvati prometnu nesreću ili sudjelovati u njoj upotrebljavaju se znakovi opasnosti. Znakovi opasnosti izrađuju se u obliku istostraničnog trokuta, čija je jedna stranica u vodoravnom položaju, a vrh nasuprot te stranice okrenut je prema gore. Od takvog oblika razlikuje se samo prometni znak Andrijin križ koji se postavlja na prijelazima ceste preko željezničke pruge i prometni znak koji označava približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge sa ili bez branika ili polubranika. Osnovna boja znaka opasnosti je bijela boja, a rubovi trokuta su crveni, osim prometnog znaka radovi na cesti, čija je osnovna boja žuta. Simboli na znakovima opasnosti crne su boje (slika 3.). Dužina stranice istostraničnog trokuta prometnog znaka opasnosti u ovisnosti je od kategorije ceste, odnosno:

- 1) na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara – 120 cm;
- 2) na cestama širine kolnika 5.0 do 7.0 m i glavnim gradskim prometnicama (ili ulicama) – 90 cm;
- 3) na svim ostalim cestama i gradskim ulicama – 60 cm;
- 4) kad se znakovi postavljaju u tunelima i galerijama – 60 cm;
- 5) kad se upotrebljavaju kao umetnuti znakovi – najmanje 40 cm.

Znakove opasnosti u pravilu je potrebno postavljati na cestama izvan naselja na udaljenosti od 150 do 250 m ispred opasnog mjesta na cesti, odnosno i na udaljenosti manjoj od 150 m od opasnog mjesta, a što je u ovisnosti od okolnosti na dijelu ceste na kojemu se znak postavlja. Ako sigurnost prometa zahtijeva, osobito brzina kojom se vozila kreću ili nepreglednost ceste, znakove opasnosti potrebno je postaviti i na udaljenosti većoj od 250 m ispred opasnog mjesta na cesti. Ukoliko su znakovi opasnosti postavljeni na manjoj udaljenosti od 150 m ili većoj od 250 m, istima moraju biti pridružene i dopunske ploče na kojima se označava udaljenost od opasnog mjesta. Jednako tako, na cestama na kojima nije osigurana dovoljna horizontalna ili vertikalna preglednost ili gdje je dopuštena veća brzina vožnje, te u drugim slučajevima u kojima postoji opasnost od atipičnih uvjeta na cesti, između znaka opasnosti postavljenog na propisanoj udaljenosti i toga opasnog mjesta na cesti potrebno je postaviti jedan ili više istih znakova sa dopunskim pločama s naznakom udaljenosti do opasnog mjesta [19].



Slika 3. Znakovi opasnosti, [19].

2.2.2. Znakovi izričitih naredbi

Uz pomoć znakova izričitih naredbi sudionici u prometu obavještavaju se o zabranama, ograničenjima i obvezama na cesti. Znakovi izričitih naredbi izrađuju se u obliku kruga, osim znaka raskrižje s cestom s prednošću prolaska i prometnog znaka obveznog zaustavljanja. Osnovna boja znakova zabrane, odnosno ograničenja, je bijela, a osnovna boja znakova obveze plava. Simboli i natpisi na znakovima zabrane, odnosno ograničenja, crne su boje, a na znakovima obveza bijele. Rub kruga te ravne i kose crte na znakovima izričitih naredbi na kojima postoje crvene su boje (slika 4.). Ploče na kojima su umetnuti znakovi zabrane i ograničenja, u pravilu, imaju podlogu bijele boje.

Dužina stranice istostraničnog trokuta prometnog znaka križanje s cestom s prednošću prolaska određena je prema kategoriji ceste, odnosno:

- 1) na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila, na cestama u naselju koje nisu ulice, širine kolnika 7.0 m i više – 120 cm;
- 2) na svim ostalim cestama i ulicama u naselju, širine kolnika manje od 7.0 m – 90 cm;
- 3) na biciklističkim stazama, cestama u području smirenog prometa i nekategoriziranim cestama – 60 cm;
- 4) kad se upotrebljava kao umetnuti znak na znakovima za vođenje prometa po smjeru vožnje – 45 cm.

Promjer kružnice u koju je upisan pravilni osmerokut znaka obavezno zaustavljanje je:

- 1) na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila, cestama u naselju koje nisu ulice, širina kolnika 7.0 m i više – 90 cm;
- 2) na svim ostalim cestama i ulicama u naselju širine kolnika manje od 7.0 m – 60 cm;
- 3) kad se postavlja u tunelima i galerijama – 60 cm;
- 4) kad se upotrebljava kao umetnuti znak na znakovima za vođenje prometa u smjeru vožnje – 40 cm.

Promjer kruga prometnog znaka izričitih naredbi je:

- 1) na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama koje nisu ulice, širine kolnika 7,0 m i više – 90 cm;
- 2) na cestama širine kolnika 5.0 do 7.0 m i glavnim gradskim prometnicama (ili ulicama) – 60 cm;
- 3) na svim ostalim cestama i gradskim ulicama – 40 cm;
- 4) kad se postavljaju u tunelima ili galerijama – 60 cm;
- 5) kad se upotrebljavaju kao umetnuti znakovi – najmanje 40 cm.

Na cestama čija je širina kolnika do 5.0 do 7.0 m i glavnim gradskim prometnicama mogu se, prema potrebi, postaviti i znakovi izričitih naredbi, čiji promjer kruga iznosi 90 cm, a na svim ostalim cestama i gradskim ulicama i znakovi izričitih naredbi, čiji promjer kruga iznosi 60 cm.

Znakove izričitih naredbi potrebno je postavljati neposredno na mjesta na kojima za sudionike u prometu počinje obveza ili naredba. Ako je zbog slabe preglednosti ceste ili zbog drugih razloga sigurnosti sudionike u prometu potrebno unaprijed obavijestiti o izričitoj naredbi, znak izričite naredbe može biti postavljen i na odgovarajućoj udaljenosti od mjesta od kojega naredba vrijedi. Znakovima izričitih naredbi, koji se prema zakonu postavljaju na određenoj udaljenosti ispred mjesta na kojem je postavljen znak izričite naredbe i od kojeg vrijedi, moraju se dodati dopunske ploče s naznakom udaljenosti od mjesta od kojega naredba vrijedi. Znakovi izričitih naredbi moraju se ponovno postaviti nakon svakoga križanja s drugom

cestom ako izričita naredba vrijedi i poslije takvog križanja. Izričita naredba izražena znakom zabrane i ograničenja ili znakom obveze postavljenim na ulazu u naselje na istom stupu na kojem je postavljen i znak za obilježavanje naseljenog mjesta vrijedi na području cijelog naselja ako na pojedinim cestama ili dijelovima ceste u naselju nije drugim prometnim znakom izražena druga naredba. Ova naredba odnosi se i na prometne cestovne građevine (tuneli, mostovi i sl.). Za označavanje izričitih naredbi koje vrijede samo za određeno vrijeme tijekom dana ili samo u određene dane mogu se na cesti postavljati i prometni znakovi izrađeni tako da su simboli i dopunske ploče kojima je određeno njihovo značenje uočljivi samo u vrijeme za koje vrijedi izričita naredba izražena znakom. Znakovi izričitih naredbi s promjenljivom porukom postavljaju se uvijek iza stalnih znakova izričitih naredbi [19].



Slika 4. Znakovi izričitih naredbi, [19]

2.2.3. Znakovi obavijesti

Znakovi obavijesti pripadaju u skupinu prometnih znakova uz pomoć kojih se sudionici u prometu obavještavaju o cesti kojom se kreću, o nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenosti do tih mjesta, o prestanku važenja znakova izričitih naredbi te o drugim obavijestima koje im mogu biti značajne za sigurno i udobno kretanje po cesti (slika 5.). Znakovi obavijesti imaju oblik kvadrata, pravokutnika ili kruga. Osnovna boja znakova obavijesti je:

- žuta sa simbolima i natpisima crne boje;
- plava sa simbolima i natpisima bijele, crne, crvene ili zelene boje;
- zelena sa simbolima i natpisima bijele boje,
- bijela sa simbolima i natpisima crne, crvene ili plave boje.

Znakovi obavijesti iznimno mogu biti i narančaste boje. Znakovi obavijesti narančaste koja primjenjuju su za označavanje privremenog preusmjerenja prometa i to na prometnom znaku putokazu za obilazni pravac, trakama za privremeno prekrivanje postojećih znakova ili

predznaku za ručno upravljanje prometom. Prilikom postavljanja na istom znaku (ploči) mogu se na osnovnu podlogu znaka umetnuti podloge odgovarajućih boja a što ovisno o vrsti ceste koja vodi do naznačenog odredišta.

Dimenzija znakova obavijesti u ovisnosti su od kategorije ceste ili drugih uvjeta s kojima se određuje i razina sigurnosti. Uvažavajući navedeno, promjer kruga prometnog znaka obavijesti može biti:

1. na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila, koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara – 90 cm;
2. na cestama širine kolnika 5,0 do 7,0 m i glavnim gradskim prometnicama (ili ulicama) – 60 cm;
3. u tunelima i galerijama – 60 cm;
4. na svim ostalim cestama i gradskim ulicama i kada je umetnuti znak – 40 cm.

Veličine stranice prometnog znaka obavijesti oblika kvadrata su:

1. na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara – 90 cm;
2. na cestama širine kolnika 5,0 do 7,0 m i glavnim gradskim prometnicama (ili ulicama) – 60 cm;
3. u tunelima i galerijama – 60 cm;
4. na svim ostalim cestama i gradskim ulicama i kad je umetnuti znak, najmanje – 40 cm.

Veličine stranica znaka obavijesti oblika pravokutnika su:

1. na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama, koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara – 90x135 cm;
2. na cestama širine kolnika 5,0 do 7,0 m i glavnim gradskim prometnicama (ili ulicama) – 60x90 cm;
3. u tunelima i galerijama – 60x90 cm;
4. na svim ostalim cestama i gradskim ulicama i kada je umetnuti znak, najmanje – 40x60 cm.

Znakovi obavijesti postavljaju se tako da sudionicima u prometu pravovremeno omogućavaju 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. Ukoliko se objekt ili teren na koji se znak obavijesti odnosi ne nalazi na cesti na kojoj je znak postavljen, potrebna obavijest može biti postavljena na dopunskoj ploči ili na samom

znaku kako bi sudionici u prometu pravovremeno pronašli objekt odnosno terena na koji se znak odnosi [19].



Slika 5. Znakovi obavijesti, [19]

2.3. Prometna svjetla i svjetlosne oznake

U gradovima i urbanim sredinama zbog velikog broja raskrižja kao najčešćeg regulacijskog rješenja za usmjeravanje prometnih tokova, a u svrhu smanjenja broja konfliktnih točaka, jednolike raspodjele određenih smjerova, osiguranje veće propusne moći, mogućnost presijecanja iz poprečnih pravaca te ujednačavanje brzine kretanja vozila, upotrebljava se svjetlosna signalizacija odnosno semafori. Semafori za upravljanje prometom na cestama prema konstrukciji su trobojna svjetlima crvene, žute i zelene boje osim semafori koji se upotrebljavaju za upravljanje pješačkim prometom te prometom ceste preko željezničke pruge ili drugim mjestima gdje je potrebno odrediti pravila prednosti prolaska ili osiguranja sigurnosti pojedinih kategorija sudionika.

U svjetlosnu signalizaciju ubrajaju se:

- svjetlosni znakovi za upravljanje prometom vozila,
- svjetlosni znakovi za upravljanje prometom tramvaja,
- svjetlosni znakovi za upravljanje prometom pješaka i biciklista,
- svjetlosni znakovi za označavanje prijelaza preko željezničke pruge u jednoj razini,
- svjetlosni znakovi za označavanje radova na cesti



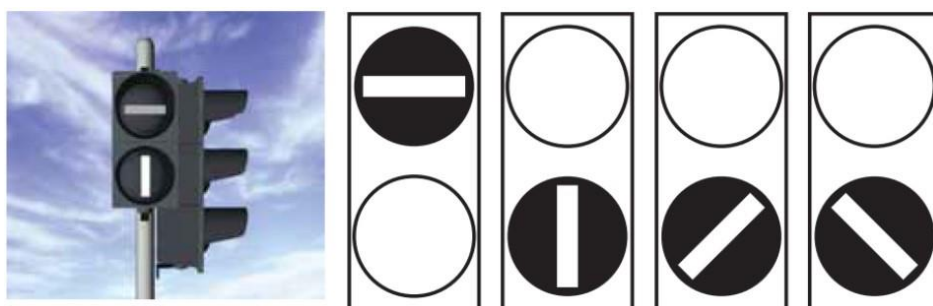
Slika 6. Svjetlosni znak za upravljanje prometom – (semafor), [28]

Prema funkcionalnim obilježjima svjetlosnih prometni znakovi odnosno semafori u cestovnom prometu upotrebljavaju se zbog:

- ravnomjerne raspodjele prometnih tokova vozila i ostalih sudionika u prometu
- povećanja sigurnosti prometa
- uspostavljanja približno kontinuiranog prometnog toka iz svih smjerova
- prekidanje toka prometa u ulicama s velikim opterećenjem radi prolaska pješaka i vozila iz manje opterećenih pravaca
- davanje prednosti jednoj vrsti prometa pred drugom
- usmjerivanje prometa u određene pravce i trakove
- upozoravanje vozača na opasna mjesta (prijelaz preko pruge i sl.).

Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom vozila – uređaji sa trobojnim svjetlima (crvene, žute i zelene boje). Svjetla se obično postavljaju po okomitoj osi jedno ispod drugog odnosno crveno, žuto i zeleno. Zeleno svijetlo može imati dopunski znak u obliku strelice koja je smještena u krugu crne boje. Znakovi sa trobojnim svjetlima se mogu koristiti za upravljanje prometom na više prometnih trakova istodobno ili za svaki prometni trak posebno [15].

Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom tramvaja – Za upravljanje tramvajskim prometom upotrebljavaju se jednobojni svjetlosni znakovi, u obliku svjetleće crte bijele ili žute boje. Svjetleća crta može biti položena, uspravna ili kosa. Položena crta označava zabranu prolaza tramvaju i postavlja se po okomitoj osi iznad uspravne i kose crte, a uspravna i kosa crta označavaju slobodan prolaz za tramvaj u odgovarajućem smjeru i postavljaju se ispod položene crte (slika 7).



Slika 7. Primjer semafora za tramvaje, [27]

Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom pješaka – uređaji sa dvobojnim svjetlima crvene i zelene boje (slika 8). Svjetlosni znak ima oblik kvadrata ili kruga na kojima se nalazi tamna silueta pješaka. Signalni stup mora biti udaljen od ruba kolnika 0.8 – 0.9 m, a u posebnim slučajevima 0.7 m. Udaljenost signalnog stupa od crte za zaustavljanje pred križanjem mora biti 5 m.



Slika 8. Semafor za pješake [29]

Svjetlosni znakovi za označavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge u jednoj razini podijeljeni su na:

1. znakove koji označavaju položaj branika ili polubranika,
2. znakove koji najavljuju približavanje željezničkog vozila

Branici i polubranici trebaju biti označeni s najmanje tri reflektirajuća stakla, a kao dodatnu mjeru poželjno je da branik bude označen sa reflektirajućom tvari po cijeloj dužini.

Svjetlosni znakovi za označavanje radova na cesti su :

- ploča za označavanje zapreka s treptačem,
- pokretna ploča s treptaćima i znakovima,
- privremeni uređaji za davanje znakova prometnim sredstvima radi naizmjeničnog propuštanja vozila iz suprotnih smjerova.

2.4. Oznake na kolniku

Oznake na kolniku pripadaju u skupinu tlocrtne signalizacije i ucrtavaju se na cestama sa suvremenim kolničkim zastorom. Osnovna funkcija oznaka je da omogućavaju bolje vođenje i upravljanje prometnih tokova. Uglavnom se ucrtavaju zasebno ili kao dopuna prometnim znakovima ukoliko je potrebno da se značenje tih znakova dodatno istakne, odnosno potpuniše istakne ili pojašni njihovo značenje. Osnovna boja kojom se označavaju oznake na kolniku je bijela, dok se žutom bojom označavaju mjesta na kojima je zabranjeno parkiranje i slično. Oznake na kolniku ne smiju biti više od 0.6 cm, a mogu se lijepiti, ucrtati, ugrađivati ili utiskivati u kolnički zastor i nikako ne smiju povećavati klizavost kolnika.

Osnovna funkcionalna podjela oznaka na kolniku :

- a) Uzdužne oznake
- b) Poprečne oznake
- c) Ostale oznake na kolniku i predmeti uz rub kolnika

Oznake na kolniku dijele se i prema reflektivnim značajkama, trajnosti, način aplikacije, koeficijentu trenja, vrsti primijenjenog materijala i sličnim zahtjevima.

2.4.1. Uzdužne oznake na kolniku

Uzdužne oznake na kolniku su crte obilježene paralelno u odnosu na os kolnika, a upotrebljavaju se u svrhu točnog definiranja načina uporabe kolničke površine. Mogu biti rubne crte razdjelne crte i crte upozorenja. Razdjelna crta upotrebljava se radi odvajanja dvosmjernih prometnih površina prema smjerovima kretanja. Rubna crta označuje rub vozne površine kolnika, a crta upozorenja služi za najavljuvanje blizine pune razdjelne crte. Širina uzdužnih crta u ovisnosti je od kategorije ceste odnosno širine kolnika, a njezina najmanja širina je 10 cm. Razmak između usporednih uzdužnih dvostrukih crta jednak je njihovoj širini. Rubne i razdjelne moraju imati jednaku širinu.

Uzdužne crte na kolniku obilježavaju se kao:

➤ **Isprekidane crte** – mogu biti isprekidane razdjelne crte, kratke isprekidane crte, široke isprekidane crte i crte upozorenja i dijele kolničku površinu na prometne trake.

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. Isprekidane crte na raskrižjima služe za vođenje tokova, a sastoje se od 1,5 metara obilježenog i 1,5 metara neobilježenog prostora.

Široka isprekidana crta služi kao rubna crta za razdvajanje tokova u raskrižju na cestama izvan naselja i najmanje je širine 30 centimetara.

Crta upozorenja služi za najavljuvanje blizine pune razdjelne crte.

- **Rubne crte** - označavaju rub vozne površine kolnika
- **Pune crte** - označuje zabranu prelaska vozila preko te crte ili zabranu kretanja vozila po toj crti.
- **Dvostruke crte** - dvostruka razdjelna crta može biti: dvostruka puna crta, dvostruka isprekidana crta ili dvostruka kombinirana crta.

Dvostruka puna razdjelna crta označava zabranu prelaska vozila preko tih crta ili zabranu kretanja vozila po tim crtama. Obavezno se izvodi na kolnicima za dvosmjerni promet vozila:

- ✓ s dva ili više prometnih traka za svaki smjer
- ✓ s neparnim brojem prometnih trakova ako se pretjecanje zabranjuje u oba smjera
- ✓ u tunelima i prilazima tunelu u duljini najmanje 200 metara
- ✓ na objektima
- ✓ ako to zahtijevaju prometni i sigurnosni uvjeti ceste ili okoliš ceste.

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

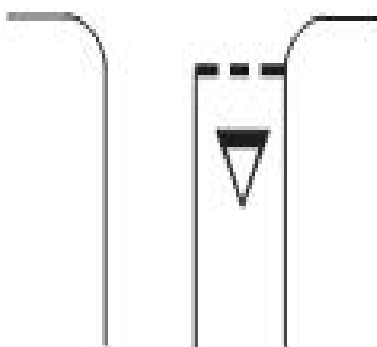
Dvostruka kombinirana razdjelna crta služi za razdvajanje prometnih traka na mjestima na kojima su uvjeti preglednosti takvi da dopuštaju pretjecanje samo u jednom smjeru kretanja.

2.4.2. Poprečne oznake na kolniku

Poprečne oznake na kolniku obilježavaju se punim ili isprekidanim crtama. Mogu biti povučene tako da zahvaćaju jedan ili više prometnih trakova. S obzirom na kut pod kojim ih vozač vidi moraju biti šire od uzdužnih oznaka. U poprečne oznake spadaju crte zaustavljanja („stop“ – crte), ceste gdje vozači moraju dati prednost prolaska, kose crte, pješački prijelazi, graničnici te prijelazi biciklističkih staza preko kolnika.

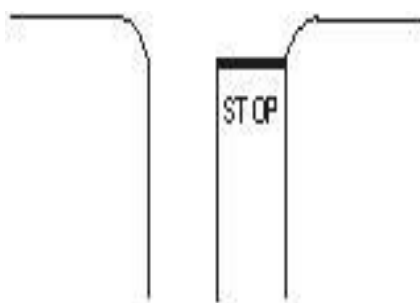
CRTE ZAUSTAVLJANJA - široke su 20 do 60 cm. Obilježavaju se na križanjima i drugim cestama i moraju biti povučene tako da vozač vozila nad raskrižjem ima dovoljan pregled na promet vozila i pješaka preko tih raskrižja i tih cesta.

Isprekidana crta zaustavljanja obilježuje mjesto na kojemu vozač mora zaustaviti vozilo tj. gdje vozači moraju dati prednost prolaska. Moraju biti povučene tako da udovoljavaju uvjetima u svezi s preglednošću kao i poprečne pune crte. Isprekidana crta zaustavljanja označuje mjesto na kojemu vozač mora zaustaviti vozilo ako je potrebno propustiti vozila koja se kreću cestom s pravom prednosti prolaska (slika 9). Ispred crte zaustavljanja može se obilježiti trokut upozorenja.



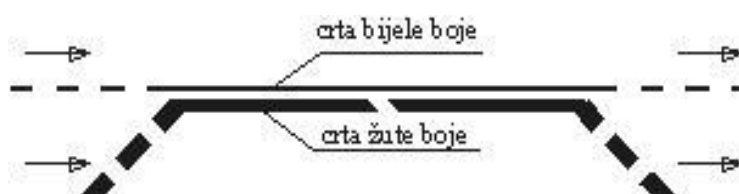
Slika 9. Isprekidana crta zaustavljanja, [28]

Puna crta zaustavljanja označava mjesto na kojem vozač mora zaustaviti vozilo (slika 10). Ispred crte zaustavljanja može se na kolniku ispisati riječ STOP.



Slika 10. Puna crta zaustavljanja, [28]

KOSE CRTE - označuju mjesto otvaranja izlaznog traka i zatvaranje ulaznog traka na autocesti i brzjoj cesti (slika 11). Širina kosih crta zapriječenih površina iznosi 25 centimetara, a međuprostor 50 centimetara. Kose crte također služe i za označavanje otvaranja i zatvaranja prometnog traka namijenjenog vozilima javnog prijevoza putnika.



Slika 11. Otvaranje i zatvaranje prometnog traka za vozila javnog prijevoza, [28]

GRANIČNIK - označava mjesto ulaženja na kojem je potrebno odvojiti dio kolnika na kojem je zabranjen promet (slika 12).



Slika 12. Graničnik, [28]

PJEŠAČKI PRIJELAZ - dio kolničke površine namijenjen za prelaženje pješaka preko kolnika, obilježen oznakama na kolniku i prometnim znakovima obavijesti (slika 13). Pješački se prijelazi označavaju poljima koja su široka 40 – 60 cm, a razmak između polja ne smije biti veći od dvostruke širine polja. Na cestama na kojima je dopuštena brzina do 60 km/h širina pješačkog prijelaza ne smije biti manja od 2.4 metra, a na onima gdje su dopuštene brzine veće od 60 km/h ta širina iznosi više od 4 metra.



Slika 13. Pješački prijelaz, [28]

PRIJELAZI BIKIKLISTIČKIH STAZA PREKO KOLNIKA - dio površine kolnika namijenjen isključivo za prijelaz biciklista (slika 14). Prijelaz biciklističke staze preko kolnika obilježuje se četverokutima, kojima stranice iznose 40 – 60 cm, s razmakom koji je jednak duljini stranice. Za dvosmjerne biciklističke staze prijelaz ne smije biti uži od 3.0 metara.



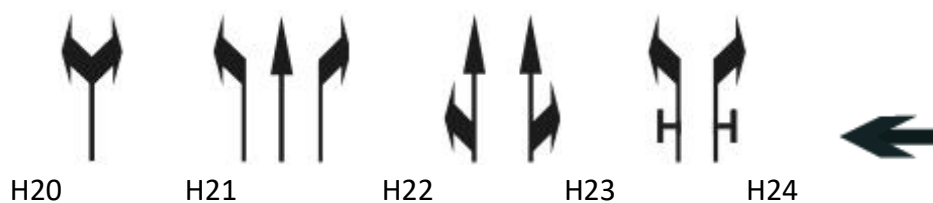
Slika 14. Prijelaz biciklističke staze preko kolnika, [28]

2.4.3. Ostale oznake na kolniku i predmeti uz rub kolnika

U ostale oznake na kolniku pripadaju polja za usmjerivanje prometa, strelice, natpisi, oznake uz rub kolnika, oznake za označavanje prometnih površina za posebne namjere, oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i slično.

Strelice - su oznake na kolniku kojima se obilježava obavezan smjer kretanja vozila, u slučaju ako su obilježene u prometnom traku obrubljenom punom crtom. Ako su obilježene u prometnom traku **obrubljenom isprekidanom crtom** - obavještavaju vozače o namjeni prometnih trakova.

Strelicama se može označavati: jedan smjer, dva smjera, prestrojavanje na dva bliža križanja gdje se prestrojavanje mora obaviti prije prvoga križanja na koje je zabranjeno skretati u naznačenim smjerovima, smjer kretanja u garažama, skretanje prometa, najava završetka pretjecanja (slika 15).



Slika 15. Primjeri strelica na kolniku, [28]

Polja za usmjeravanje prometa – koriste se za označavanje površina na kojima je zabranjen promet i na kojima nije dopušteno zaustavljanje i parkiranje vozila. Ujedno koriste se za označavanje mjesta promjene slobodne površine kolnika ispred čvrstih prepreka koje se nalaze na cesti ili na njezinim rubovima (slika 16).



Slika 16. Primjeri polja za usmjeravanje prometa, [28]

Oznake za označavanje prometnih površina za posebne namjene – služe za obilježavanje mjesta isključivo za: autobusna stajališta, taksi vozila, pješačkog prijelaza u blizini škole, mjesta namijenjena isključivo osobama s invaliditetom, mjesta na kojima je zabranjeno zaustavljanje i parkiranje, obilježavanje biciklističkih i pješačkih staza (slika 17).



Slika 17. Autobusno stajalište [28]

Natpisi – upotrebljavaju se za obavijest sudionicima u prometu. U natpise na kolniku ubrajaju se oznake "STOP", "BUS", "TRAM", "TAXI", "ŠKOLA", "VLAK", nazivi mjesta i ograničenja brzine.

Oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje - služe za označavanje prostora za parkiranje. Parkiranje u odnosu na rub kolnika može biti: okomito parkiranje, koso parkiranje i uzdužno parkiranje (slika 18).



Slika 18. Oznake za obilježavanje parkirnih mjesta, [28]

2.5. Prometna oprema ceste

Opremu i zaštitu ceste čine svi uređaji i sredstva koji omogućuju sigurno kretanje vozila i obavješćavanje vozača o uvjetima odvijanja prometa. Dobrom opremom povećava se sigurnost vozača što je posebno važno pri velikim brzinama i velikim gustoćama prometa [5].

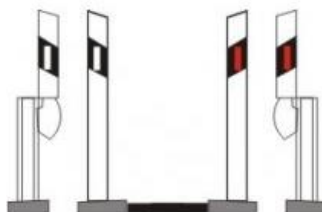
U prometnu opremu ubraja se:

- oprema za označivanje ruba kolnika;
- oprema za označivanje vrha prometnog otoka;
- svjetlosni znakovi za označivanje radova, drugih zapreka i oštećenja kolnika;
- oprema za vođenje i usmjerivanje 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;

2.5.1. Oprema za označavanje ruba kolnika

U opremu za označavanje ruba kolnika pripadaju:

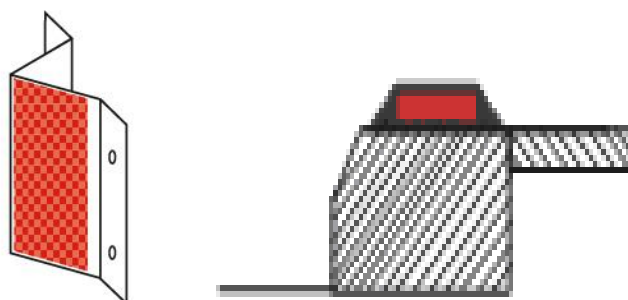
Smjerokazni stupići – upotrebljavaju se za ruba ceste (slika 19). Postavljaju se u razmacima od oko 50 m u pravcu, a u zavojima 20 – 50 m ovisno o polumjeru zavoja. Smjerokazni stupić mora imati ugrađenu reflektirajuću oznaku koja je u smjeru vožnje sa desne strane crvene boje, a s lijeve strane bijele boje.



Slika 19: Smjerokazni stupići, [12]

Smjerokazne i reflektirajuće oznake – smjerokaze oznake označuju rub kolnika koje se postavljaju na objekte na mjestima na kojima nije moguće postaviti smjerokazne stupiće, a čiji oblik, veličina i boja ovise o mjestu postavljanja (na zaštitnoj ogradi, na bočnim stranicama tunela, na potpornom zidu i slično te na uzdužnim i poprečnim oznakama na kolniku), dok reflektirajuće oznake (markeri) za tunele i galerije, označuju rub kolnika u tunelu odnosno, galeriji i izvode se u tehnologiji svjetlećih dioda (LED) i moraju imati stalan izvor napajanja.

Smjerokazne oznake za tunele u smjeru vožnje su na desnoj strani crvene boje, a na lijevoj strani ceste bijele boje.

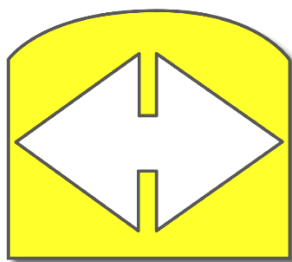


Slika 20. Smjerokazne i reflektirajuće oznake [12]

Štapovi za snijeg – postavljaju se uz rub kolnika na mjestima na kojima su postavljeni i smjerokazni stupići. U zimskim uvjetima označuju rub kolnika. Postavljaju se s desne strane gledano u smjeru vožnje. Štap za snijeg mora biti postavljan ispred i na završetku sigurnosne ograde. Štapovi za snijeg na cesti naizmjenice su obojeni crveno i žuto. Najviše polje mora biti obojano reflektirajućom tvari.

2.5.2. Oprema za označivanje vrha prometnog otoka

Oprema za označivanje vrha prometnog otoka upotrebljava se za označavanje vrha prometnog otoka na raskrižju. Ploča za označivanje prometnog otoka označuje vrh prometnog otoka na raskrižju, na vrhu razdjelnog otoka na izlaznim krakovima autocesta i cesta isključivo namijenjenim za promet motornih vozila (slika 21).

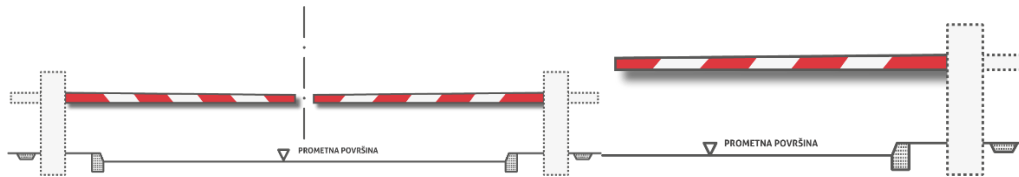


Slika 21. Ploča za označivanje prometnog otoka, [12]

2.5.3. Branici i polubranici

Branici pripadaju u opremu s kojom se na prijelazu ceste preko željezničke pruge u razini zatvara promet čitavom širinom ceste, a polubranici kojima se na prijelazu ceste preko željezničke pruge u razini zatvara promet samo do polovice širine ceste. Kad se branici i polubranici postavljaju na ulazu na parkiralište ili garaže, trebaju biti obojani crvenim i poljima i po mogućnosti označeni najmanje jednim crvenim reflektirajućim staklom. Na banicima se svjetlosno trepćuće crveno svjetlo postavlja na sredini branika, a na polubraniku na kraju

polubranika. Branici i polubranici moraju po cijeloj dužini biti presvučeni retroreflektirajućom tvari klase II.



Slika 22. Branici i polubranici, [12]

2.5.4. Prometna zrcala

Prometna zrcala namijenjena su za proširenje vidnog polja i sigurno uključivanje iz sporedne ceste na cestu s prednošću prolaska ili u drugim sličnim slučajevima, na mjestima smanjene preglednosti. Vanjski rub prometnog zrcala mora biti obojen izmjeničnim poljima crvene i bijele boje. Prometna zrcala mogu biti pravokutnog ili kružnog oblika.



Slika 23. Prometna zrcala, [30]

2.5.5. Zaštitne odbojne ograde

Zaštitne odbojne ograde su tehničke sigurnosne konstrukcije kojima je osnovna svrha spriječiti klizanje vozila s (planuma) ceste, odnosno zadržati vozila skrenuta s kolnika. Zaštitna ograda se izrađuju od čelika, betona (tip New Jersey), ili kombinirano (slika 24).

Zaštita ograda mora biti postavljena:

- u razdjelnom pojasu, ovisno o veličini prometa,
- na cestovnom objektu,
- kad je cesta na nasipu višem od 3.0 m,
- ispred opasnog mjesta (bočne opasnosti).



Slika 24. Zaštitne odbojne ograde [23]

Klasa zaštitne ograde ovisno o kategoriji ceste. Odabir klase odbojne ograde u ovisnosti je o mjestu postavljanja odnosno da li se postavlja uz rub kolnika, razdijeljenom pojasu ili objektu. Klase su definirane prema razini zadržavanja i to H1 jednostruka (jedan branik), H2: dvostruka (dva branika), H3 trostruka ograda (tri branika) i N2 ostale ceste. Prema tehničkim karakteristikama koje su definirane u HRN EN 1317-1,2 normi, ograda H2 treba vozilo težine 900 kg, kod brzine od 100 km/h i autobus težine 13000 kg, kod brzine od 70 km/h i udarom pod kutom do 20 stupnjeva, onemogućiti da ne iskliznu s kolnika. Ograda H3 iste uvjete treba imati za vozilo težine 900 kg, kod brzine od 100 km/h, i kamion težine 16000 kg, kod brzine od 80 km/h, kada udara u ogradu pod kutom 20 stupnjeva (slika 25).



Slika 25. Primjer zadržavanja vozila pri udara u ogradu, [23]

Osim navedenog zaštitna ograda mora biti opremljena reflektirajućim oznakama ili smjerokaznim stupićima, na desnoj strani u smjeru vožnje crvene boje, a s lijeve strane bijele boje. Na kolniku s jednosmjernim prometom reflektirajuća oznaka je s obje strane crvene boje.

2.5.6. Pješačke ograde

Pješačke ograde namijenjene su osiguranju pješaka od pada s površine koju moraju ili smiju koristiti za kretanje. Pješačke ograde se smiju upotrebljavati i za vođenje (kanaliziranje) pješaka na području raskrižja, prolaza za pješake, nathodnika i slično.

2.5.7. Ublaživači udara

Ublaživači udara su naprave koje se koriste za osiguranje posebno opasnih mjesta na cesti, gdje postoji opasnost naleta vozila na čvrstu građevinu (npr. razdjelni otok, zid cestovnog objekta, konzolni stup i dr.). Ublaživači udara namijenjeni su smanjenju posljedica udara na putnike, vozilo ili građevinu.

2.5.8. Ograde protiv zasljepljivanja

Ograde protiv zasljepljivanja od svjetala vozila iz suprotnog smjera, u pravilu, se postavljaju u razdjelni pojas ceste s dva kolnika za promet suprotnih smjerova. Ograde protiv zasljepljivanja izvode se od metala, sadnjom šiblja, drva, polimernih mreža i drugih materijala.

2.5.9. Zaštitne žičane ograde

Zaštitne žičane ograde su ograde namijenjene zaštiti prometa na cesti od divljači i drugih životinja, te ograde na nadvožnjacima za zaštitu prometa ispod nadvožnjaka. Zaštitne žičane ograde postavljaju se uz autoceste, brze ceste i ostalim cestama prema potrebi.

2.6. Prometna oprema za smirivanje prometa

Koncept smirivanja prometa temelji se na zahtjevima povećanja sigurnosti prometa, te se postiže smanjivanjem brzine kretanja vozila u stambenim zonama te u blizini vrtića i škola. Smirivanjem prometa moguće je postići i smanjenje buke pri kretanju samog vozila. Oprema za smirivanje prometa bi se mogla podijeliti na:

- umjetne izbočine
- vibracijske trake
- zvučne trake
- optičke bijele crte upozorenja

2.6.1. Umjetne izbočine

Umjetne izbočine upotrebljavaju se kao regulacijska mjera na mjestima na kojima je nužno usporavanje brzine kretanja vozila radi sigurnosti prometa (slika 26). Osnovni problem takvog načina smirivanja prometa sadržan je u činjenici da nema jasno propisanih uvjeta za njihovo postavljanje već su samo propisane dimenzije visina i širina [12], a najčešće se postavljaju na mjestima gdje je nužno smirivanje prometa odnosno ispred škola i vrtića ili stambenih zona. Prema [12], propisane dimenzije izbočina ovisno o ograničenju brzine su :

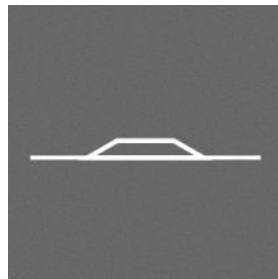
- Za 50 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 60 cm, a visina ne smije prelaziti 3 cm.

- Za 40 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 90 cm, a visina ne smije prelaziti 5 cm.
- Za 30 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 120 cm, a visina ne smije prelaziti 7 cm.



Slika 26. Umjetna izbočina, [20]

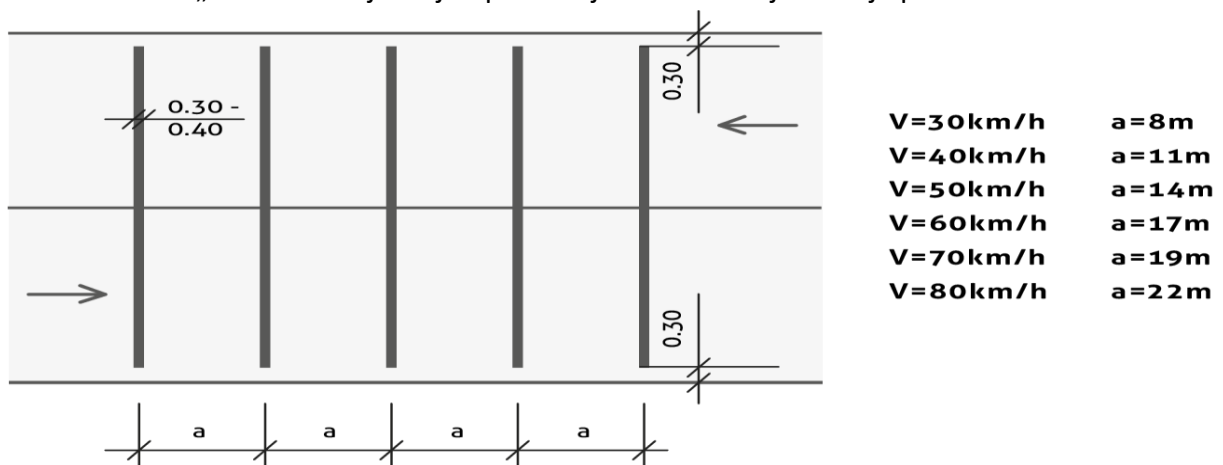
Uzdignute plohe su građevinski izvedene površine za prisilno smanjivanje brzine. Visina plohe je 7 do 12 cm. Nagib prilaznih rampi iznosi između 1:10 do 1:20, a dužina prilaznih rampi ovisi o visini plohe i minimalno je dužine od jednog metra (slika 27).



Slika 27. Uzdignuta ploha, [20]

2.6.2. Vibracijske trake

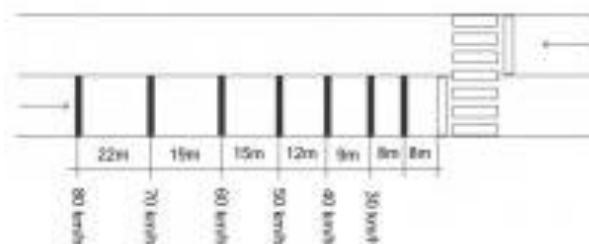
Vibracijske trake su trake koje pri prilazu vozila proizvode jake vibracije i zvučne efekte i time upozoravaju vozača da smanji brzinu kretanja vozila. Vibracijske trake se izgrade od kamene preko cijele širine kolnika, širine trake 30 – 40 cm i visina 18 – 25 mm. Razmak između traka ili faktor „a“ ovisi o najvećoj dopuštenoj brzini kretanja kako je prikazano na slici 28.



Slika 28. Vibracijske trake, [22]

2.6.3. Zvučne trake

Traka za zvučno upozorenje vozača ili zvučna traka čija je ista funkcija kao i vibracijska traka a to je da pri prilazu vozila proizvode tihe vibracije (za razliku od vibracijske koja proizvode jače) i zvučne efekte te na taj način upozorava vozača da smanji brzinu kretanja (slika 29). Trake se izvode na način da se hrapavi kolnički zastor glodanjem ili nanošenjem eruptivne granulacije veličine 8 – 12 mm. Zvučne trake se izvode u paru na udaljenosti 1.8 m (2.0 m), preko prometnog traka, širine 15 do 40 cm i visine 5 do 12 mm na međusobnom razmaku koji ovisi o početnoj i konačnoj brzini koju vozilo postiže prije opasnog dijela ceste [21].



Slika 29. Zvučne trake, [12]

2.6.4. Optičke bijele crte upozorenja

Optičke bijele crte upozorenja oznake su koje označavaju mjesto na kojima vozači trebaju smanjiti brzinu kretanja vozila. Crte se izvode serijskim postavljanjem najmanje četiri bijele reflektivne trake poprečno na smjer vožnje preko cijele širine prometne trake, sve veće širine i na sve manjem razmaku. Razmak između crta ovisi o početnoj i konačnoj brzini koju vozilo postiže prije opasnog dijela ceste. Optičke bijele crte kao regulacijsko rješenje uz pomoć koji se označava mjesto na kojemu je potrebno smanjiti brzinu kretanja vozila primjenjuju se ispred raskrižja, pješačkih prijelaza, ispred opasnog dijela ceste, ili drugog mjesta na kojemu takvo rješenje povećava sigurnost prometa [22].

3. NAČINI POSTAVLJANJA PROMETNE OPREME NA CESTAMA

Urbanizacija prostora i razvoj gradova, sve veći broj vozila koja svakodnevno prometuju na cestama i cestovnoj mreži i posljedice stradavanja u prometnim nesrećama osnovni su razlog za uspostavu boljeg i učinkovitijeg sustava vođenja i upravljanja prometom te sigurnost svih sudionika u prometu. Da bi se navedeno osiguralo potrebno je prometne znakove, opremu i signalizaciju postavljati na način da svi sudionici u prometu pravovremeno spoznaju njihovo značenje bez obzira na vremenske uvjete i dobu dana kako bi pravovremeno prilagodili upravljanje vozilom ili sudjelovanje u prometu prema postavljenim znakovima i s time smanjili mogućnost izazivanja prometne nesreće ili sudjelovanja u njoj. Zbog toga veoma je važna i kvaliteta izrade samih znakova, opreme i signalizacija kako bi se osigurala njihova vidljivost ali trajnost za duže vremensko razdoblje.

3.1. Prometna svjetla i svjetlosne oznake

Urbanizacija prostora i razvoj gradova te sve veći broj vozila na cestama i cestovnoj mreži uvjetovao je potrebu boljeg i učinkovitijeg sustava vođenja i upravljanja prometom, ali i sigurnosti svih sudionika u prometu. U početku razvoja sustava prometnih znakova, opreme i signalizacije na cestama, unatoč prihvaćenom međunarodnom propisu za ujednačivanje obilježavanja cesta prometnom signalizacijom i jedinstvenom sustavu prometnih znakova 1909. godine koji je u Parizu prihvaćen od strane svih država u svijetu, Sjedinjene Američke Države uvode sustav upravljanja prometom uz pomoć semafora koji su sadržavali riječ „Stop“ i „Proceed“. Međutim zbog velikih nedostatak takvi su semafori zamijenjeni trobojnim prometnim svjetlima i to crvenim, žutim i zelenim kao standardni oblik upravljanja prometom na raskrižjima u cijelome svijetu. Naknado je patentirana i ostala svjetlosna signalizacija poput svjetlosnog znaka za obilježavanje prijelaza preko željezničke, te prometna svjetla na koja se postavljaju na branik ili polu branik radi dodatne je zaštita za sve sudionike u prometu (slika 30).



Slika 30. Način obilježavanja prijelaz preko željezničke pruge sa svjetlosnim znakovima, [15]

Iako u Republici Hrvatskoj nisu propisani uvjeti i način postavljanja semafora i svjetlosne prometne signalizacije, prihvaćeni su opći i posebni kriteriji koji se primjenjuju u svijetu. Tako je prema općim kriterijima predviđeno da se semafori mogu postaviti u slijedećim uvjetima:

- prilikom nedovoljne preglednosti raskrižja
- kada se događa veliki broj prometnih nesreća na raskrižju
- kada se događa veliki broj prometnih nesreća u kojima stradavaju pješaci na pješačkim prijelazima
- u slučaju da na prilazima raskrižja ima više prometnih traka
- prilikom izmjene uvjeta vožnje odnosno prijelazu iz ceste izvan naselja na ceste u naselju

S obzirom da u Republici Hrvatskoj nisu propisani kriteriji, norme ili parametri, za postavljanje signala na izoliranim raskrižjima najčešće se upotrebljavaju posebni kriteriji prema američkim i europskim normama [2]. Prema američkim normama svjetlosne signale odnosno semafore potrebno je postaviti na raskrižjima dvosmjernih prometnica sa po jednim trakom za svaki smjer u uvjetima kada je:

1.) Najmanji broj vozila za područje grada:

- a. ukupan broj vozila koji ulaze u križanje mora biti najmanje 750 voz/h unutar 8 sati
- b. ukupan broj vozila koja iz sporednih ulica ulaze u križanje mora biti najmanje 175 voz/h u istih 8 sati

2.) Najmanji broj vozila za područje izvan grada:

- a. ukupan broj vozila koji ulaze u križanje mora biti najmanje 500 voz/h unutar 8 sati
- b. ukupan broj vozila koja iz sporednih ulica ulaze u križanje mora biti najmanje 125 voz/h u istih 8 sati

3.) Najmanji broj pješaka za područje grada:

- a. broj pješaka koji prelaze glavnu ulicu mora biti najmanje 250 osoba na sat tijekom 8 sati jednog dana
- b. broj vozila koja glavnom ulicom ulaze na križanje mora biti najmanje 600 voz/h u istih 8 sati
- c. Na prilazima križanja prosječna brzina mora biti veća od 25 km/h

4.) Najmanji broj pješaka za područje izvan grada

- a. Broj pješaka koji prelaze glavnu ulicu mora biti najmanje 125 osoba na sat tijekom 8 sati od ukupno 24 sata
- b. Broj vozila koja glavnom ulicom ulaze na križanje mora biti najmanje 300 voz/h u istih 8 sati
- c. Na prilazima križanja prosječna brzina mora biti veća od 50 km/h

Prema europskim normama svjetlosni signali se postavljaju u slijedećim uvjetima:

1. Ako je najmanji broj vozila koja dolaze na raskrižje od 400 – 500/h u toku 8 sati
2. Ako je broj pješaka koji prelaze glavnu ulicu najmanje 250 u satu za bilo kojih osam sati prosječnog dana
3. Ako se iz prilaza na cestu s prednošću prolaza u raskrižje uključuje najmanje 600 vozila tijekom 8 sati u danu;
4. Ako je prosječna brzina na prilazima raskrižja najmanje 25 km/h.

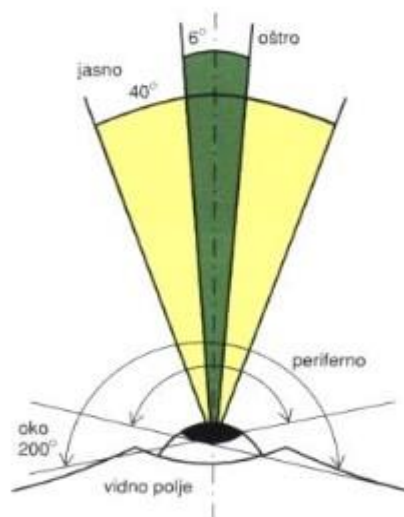
Sve navedeno dokazuje nužnost propisivanja jedinstvenih kriterija s kojim bi se jasno i nedvojbeno determinirali opći i posebni kriteriji za postavljanje semaforских uređaja, njihov način rada kao i drugi uvjeti koji bi uvažili specifičnosti prometnog sustava Hrvatske. Razlog za to proizlazi iz činjenice da se na dionicama ceste na kojima ima veći broj raskrižja sa semaforima i kada je prometno opterećenje znatno manje od kapaciteta, velik broj vozača ne poštuje crveno svjetlo s čime dolazi do prometnih nesreća.

3.2. Prometni znakovi

Radi optimalnog upravljanja prometom i osiguranja veće razine sigurnosti prometa pristavljanje prometnih znakova uvjetovano je slijedećim zahtjevima:

- jasnoća
- vidljivost
- jednolikost

Poštivanje navedenih zahtjeva nužno je zbog jasne pravovremenog uočavanja znakova ali i uvjeta koji su povezani sa vidnim poljem vozača u vožnji. Naime prilikom vožnje vidno polje vozača se mijenja ovisno o brzini kretanja vozača i ostalim čimbenicima koji mogu utjecati na njegovo smanjenje [2,3]. Širina vidnog polja vozača predstavlja prostor koji on gleda bez pomicanja očiju. U stanju mirovanja vozila širina vidnog polja iznosi oko 140 stupnjeva. Pri brzini od 40 km na sat širina vidnog polja iznosi oko 140 stupnjeva, a pri brzini od 130 km na sat približno 40 stupnjeva (slika 31).



Slika 31. Vidno polje vozača

Jednako tako prometni znakovi trebaju biti postavljeni na način da ih vozači i ostali sudionici u prometu uoče u bilo koje doba dana ili uvjetima koji prevladavaju na cesti, potrebno je posebnu važnost posvetiti pravilnom postavljanju znakova [6]. To je posebno važno s obzirom na činjenicu da se sudionici u prometu moraju pridržavati obveza, ograničenja i zabrana kako bi se smanjila mogućnost za nastanak prometne nesreće te smanjio broj ozlijeđenih i stradalih osoba.

Iako su prema [12] definirani načini obilježavanje ceste sa propisanim prometnim znakovima, signalizacijom i opremom, u pojedinim slučajevima takav propis se ne primjenjuje u potpunosti što može biti uzrokom kasnog uočavanja prometnog znaka i pravovremeno reagiranja (slika 32). Nažalost postoje niz takvih primjera u praksi poput prikazanog na slici 33, što samo potvrđuje rezultate znanstvenih istraživanja da se sa nepropisnim načinom postavljanja prometnih znakova vozač dovodi u zabludu o načinu postupanja u određenoj prometnoj situaciji a što može rezultirati prometnom nesrećom.



Slika 32. Nepreglednost prometnog znaka [26]



Slika 33. Nepravilno postavljene prometne znakove, [26]

Zbog navedenog, prilikom postavljanja prometnih znakova, opreme i signalizacije potrebno je poštovati pet osnovnih načela:

- uočljivost (sudionik u prometu mora na vrijeme uočiti da se radi o prometnom znaku)
- vidljivost (prepoznavanje cjelovitoga prometnog znaka bez optičkih barijera)
- čitljivost (odabir odgovarajuće veličine slova i simbola)
- razumljivost (usklađenost sadržaja znaka s domaćim i međunarodnim propisima i normama)
- vjerodostojnost (znak opisuje i upozorava na stvarno/aktualno stanje)

Jednako tako nije preporučljivo postavljanje velikog broja prometnih znakova a probavljeni znakovi moraju biti jednoliki, jasni i vidljivi. Prihvatanjem jednolikog načina postavljanja prometnih znakova u odnosu na kategoriju ceste osigurava se da vozači i sudionici u prometu pravovremeno spoznaju razinu opasnosti i prilagode svoj način sudjelovanja u prometu su skladu sa razinom opasnosti. Jasnoća znakova ovisi o veličini, broju, duljini natpisa te o obliku slova i simbola. Da bi osigurali jasnoću prometnih znakova potrebno je postavljati znakove sa simbolima s obzirom da prometne znakove koji sadržavaju tekstualne obavijesti vozači zbog brzine kretanja mogu na vrijeme pročitati. Vidljivost znakova ovisi o veličini, o mjestu postavljanja ili drugim prometnim i vizualnim uvjetima.

Prometne znakove u pravilu treba postavljati s desne strane u smjeru kretanja vozila (slika 34). Ako zbog specifičnih terenskih uvjeta nije moguće osigurati dovoljnu preglednost prometnog znaka, on može biti postavljen iznad kolnika (slika 35), ili s njegove lijeve strane (slika 36) [2,5,6,].



Slika 34. Prometni znak na desnoj strani kolnika, [31]

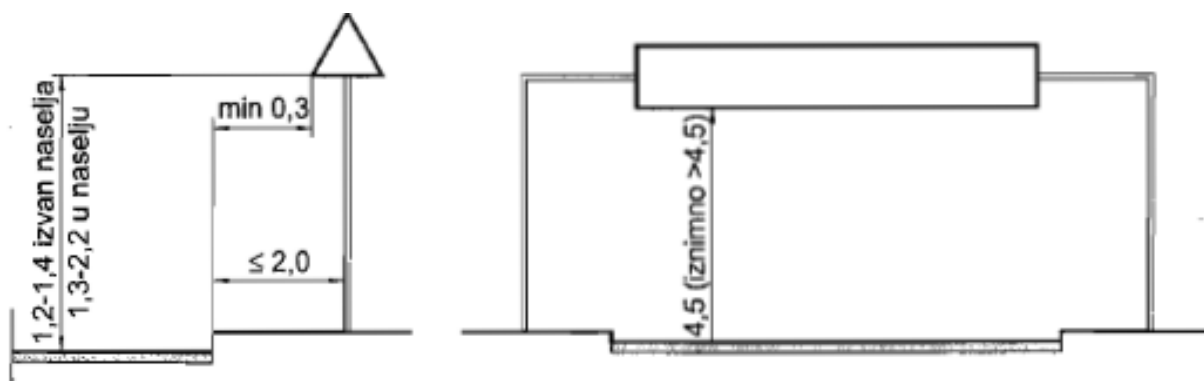


Slika 35. Postavljanje prometnog znaka iznad kolnika, [31]



Slika 36. Primjer postavljanja prometnog znaka na lijevoj strani kolnika,[31]

Prometni znakovi postavljaju se na visini od 4,5 m od kolnika do donjeg ruba znaka, dok se prometni znakovi koji se postavljaju u naselju na visini od 1,3 - 2,2 m a izvan naselja 1,2 - 1,4 m, i moraju biti udaljeni minimalno 0,3 m od ruba kolnika (slika 37).



Slika 37. Popisane udaljenosti za postavljanje prometnih znakova [17]

3.3. Oprema za označavanje ruba kolnika

Smjerokazni stupići kao elementi koji obilježavaju rub kolnika u pravilu se postavljaju na udaljenosti 0.75 m od vanjskog ruba kolnika. Kada se postavljaju uz kolnik postavljaju se na razmaku od 50 m kad je cesta u pravcu, odnosno 12 m (25 m) kad je cesta u zavoju, a što ovisi o značajkama radijusa zavoja, odnosno prema predloženim tablicama.

Kad je uz kolnik ceste postavljena zaštitna odbojna ograda na udaljenosti manjoj od 150 cm od ruba kolnika, smjerokazni stupići postavljaju se na ogradu. U slučaju da je uz kolnik postavljena zaštitna odbojna ograda udaljena od ruba kolnika 150 cm i više, za označavanje ruba kolnika postavlja se smjerokazni stupić montiran na ogradu.

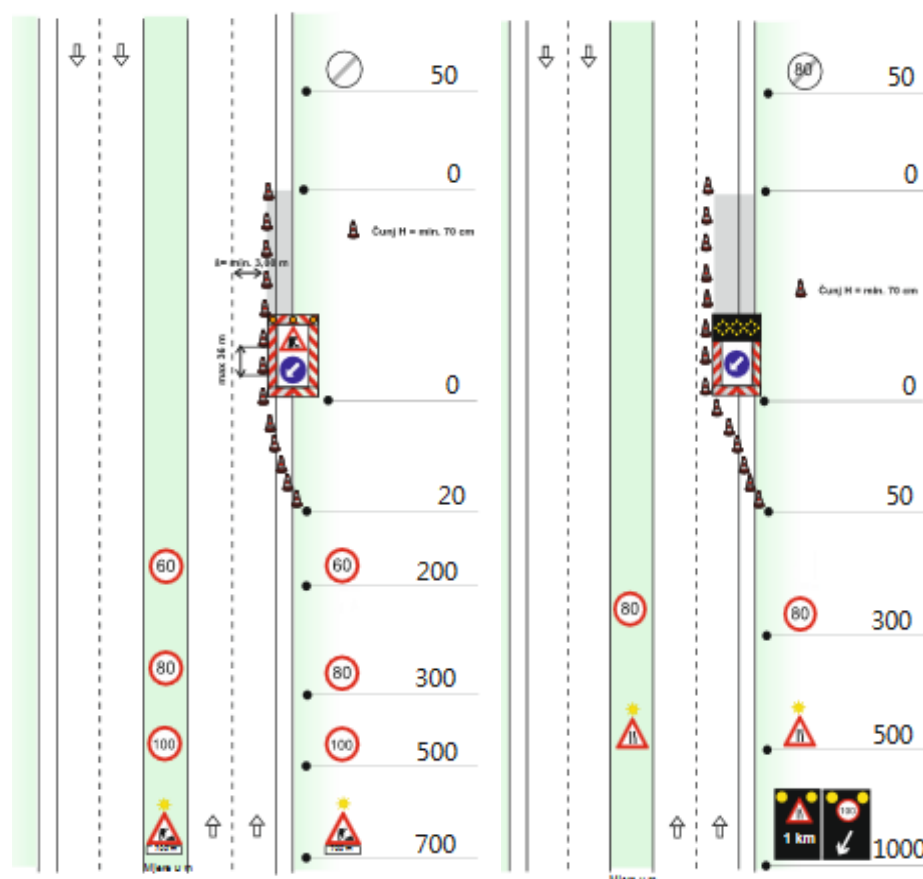
U tunelima i galerijama smjerokazne oznake ili markeri u tehnologiji svjetlećih dioda (LED) postavljaju se na razmaku 25 m kad je tunel ili galerija u pravcu, odnosno na razmaku 15 m u zavoju i na prvih 100 m tunela ili galerije.

Reflektirajuće oznake (slika 20) koje označuju rub kolnika, potrebno je postaviti na objekte na mjestima na kojima nije moguće postaviti smjerokazne stupiće, a čiji oblik, veličina i boja ovise o mjestu postavljanja poput zaštitne ograde, na bočnim stranicama tunela, na potpornom zidu i slično te na uzdužnim i poprečnim oznakama na kolniku. Kada je uz kolnik postavljena zaštitna betonska ograda, na nju se takva reflektirajuća oznaka postavlja na odgovarajućem razmaku i u istoj visini kao i na smjerokaznom stupiću.

3.4. Oprema za vođenje i usmjerivanje prometa u području radova na cesti

Pravovremeno i pravilno obilježavanje ceste prometnim znakovima u slučaju oštećenja kolnika ili drugih atipičnih situacija na cesti a koje nije moguće odmah ukloniti, veoma je važno s osnova sigurnosti svih sudionika u prometu. Promjene vremenskih uvjeta poput pojave kiše, vjetra, te odroni kamenja, oštećenje kolnika uslijed podzemnih voda ili prevrtanje teretnog automobila na cesti uslijed naleta vjetra, samo su dio atipičnih situacija zbog kojih je pravovremeno obavješćavanje sudionika u prometu o tome važno kako bi na vrijeme prilagodili način upravljanja i sudjelovanja u prometu te otklonili mogućnost za nastanak prometne nesreće. Stoga je prilikom takvih situacija potrebno postaviti odgovarajuću opremu za vođenje i usmjerivanje prometa u području radova, nastalih prepreka ili oštećenja kolnika potrebno postaviti odgovarajući stupnjevani sustav prometnih znakova.

S obzirom da različitost svake pojedinačne situacije povezane sa atipičnim uvjetima na cesti, na slici 38, prikazana su moguća varijantna rješenja u slučaju zatvaranja za promet jedne prometne trake.



Slika 38. Varijantna rješenja za postavljanje oprema za vođenje i usmjerivanje prometa u području radova na cesti, nastalih prepreka i oštećenja na kolniku

3.5. Zaštitne odbojne ograde

Zaštitne odbojne ograde sastavni su dio prometne opreme gotovo svih suvremenih cesta i cestovnog sustava s obzirom da se na njima omogućava postizanje većih brzina kretanja vozila. S obzirom na osnovnu namjenu zadržavanja skretanja vozila i spriječenja nekontrolirane putanje vozila u slučaju njegovog slijetanja istu je potrebno postavljati na mjestima i na način koji će bitno umanjiti posljedice nesreće. Iako je prema [12] propisano da zaštitne ograde treba obavezno postavljati u razdjelnom pojasu, na cestovnom objektu, kada je cesta na nasipu višem od 3.0 m i ispred opasnog mjesta (bočne opasnosti), postoji niz argumenata da se one postavljaju i na mjestima na kojima zakonodavac to nije propisao. Naime udar vozila u objekta na ili kraj ceste vrsta je prometne nesreće koja se događa na cestama u naselju i izvan naselja. Iako za izazivanje prometne nesreće može biti niz uzroka, udar vozila u nezaštićeni objekt kao posljedica dinamike kretanja vozila nakon sudarnog kontakta vozila, može biti uzrokom teškog ozljeđivanja sudionika nesreće (slika 39).



Slika 39. Udar vozila u objekt kraj ceste, [32]

Da bi se ublažila ili spriječila mogućnost dodatnog ozljeđivanja sudionika prometne nesreće, jedno od rješenja je postavljanja odbojnih zaštitnih ograda kao što je prikazano na slici 40.



Slika 40. Odbojna zaštitna ograda ispred objekta na cesti

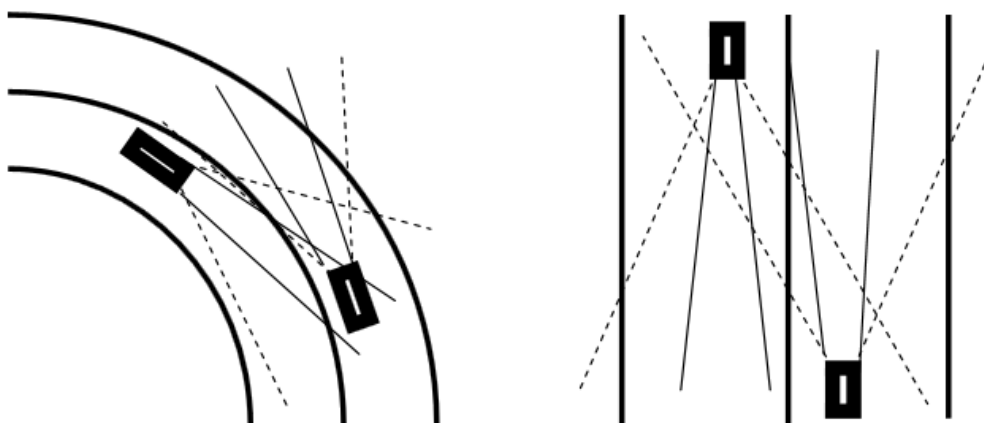
Istovjetan problem je i na cestama izvan naselja. I u takvim slučajevima moguće je postaviti zaštitnu odbojnu ogradu s kojom bi se umanjile posljedice prometnih nesreća ali i sačuvalo okoliš (slika 41).



Slika 41. Odbojna zaštitna ograda ispred drvoreda

3.6. Ograde protiv zasljepljivanja

U uvjetima slabe vidljivosti ili u noći prilikom mimoilaženja vozila može doći do efekta bliještanja koje uzrokuje svjetlo koje naglo dolazi u oko od vozila iz suprotnog smjera zbog čega se može doći do smetnje vida. Zbog toga osim nelagodnog osjećaja oko nije u stanju brzo i točno prepoznati predmete i detalje, a postoji i mogućnost kratkotrajne sljepoće. Navedeni efekt može imati za posljedicu izazivanje prometne nesreće. Prilikom vožnje na cesti zasljepljivanje se može dogoditi i u zavoju i u pravcu (slika 42).



Slika 42. Mogući načini zasljepljivanja na cesti u zavoju i pravcu, [33]

Da bi se smanjila mogućnost od zasljepljivanja od svjetala vozila iz suprotnog smjera, ograde protiv zasljepljivanja, predlaže se postavljanje ograda protiv zasljepljivanja (slika 43). Takve ograde potrebno je postavljati u razdjelni pojas ceste s dva kolnika za promet suprotnih smjerova te zavoja na kojima se događa veći broj prometnih nesreća.



Slika 43. Ograda protiv zasljepljivanja, [33]

3.7. Pješačke ograde

Pješačke ograde pripadaju u tehnička rješenje za zaštitu pješaka. Upotrebljavaju se u cilju sigurnosti pješaka od pada s površine koju moraju ili smiju koristiti za kretanje (slika 44). Osim sigurnosti za pješake takve ograde onemogućavaju prelaženje pješaka na drugu stranu kolnika s čime se smanjuje mogućnost prometnih nesreće naleta vozila na pješaka.



Slika 44. Pješačka ograda uz kolnik, [34].

Osim toga pješačke ograde trebaju se postavljati na području raskrižja, prolaza za pješake, nathodnika i sličnim mjestima u svrhu vođenje odnosno kanaliziranja pješaka na mjesta na kojima mogu sigurno prometovati (slika 45).



Slika 45. Pješačka ograda na raskrižju, [35].

3.8. Ublaživači udara

Ublaživači udara tehnički su sustavi koje se upotrebljavaju za osiguranje posebno opasnih mjesta na cesti, na mjestima gdje postoji opasnost naleta vozila na čvrstu građevinu ili drugim mjestima. U cilju smanjenja posljedica prometnih nesreća ublaživače udara potrebno je postavljati i na razdjelnim otocima, zidovima cestovnih objekta, konzolnim stupovima i sličnim mjestima kako bi se umanjile posljedice udara na putnike, vozilo ili građevinu (slika 46).



Slika 46. Ublaživači udara, [36]

4. MJERE OBILJEŽAVANJA OPASNIH MJESTA NA CESTAMA SA PROMETNOM OPREMOM U CILJU POVEĆANJE SIGURNOSTI PROMETA

Prometne nesreće najčešće se događaju zbog nepoštivanja prometnih propisa ali i drugih okolnosti koje su uzrokovane tehničkom neispravnošću vozila ili nedostacima na cesti i cestovnim objektima. Iako su prema [7, 23] čimbenici cesta i vozilo tek u neznatnom postotku navedeni kao uzročnici prometnih nesreća ovaj podatak zasigurno nema realnu podlogu, a što je potvrđeno i Direktivom 2008/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća o sigurnosti cestovne infrastrukture. Međutim iz analize statističkih podataka o prometnim nesrećama moguće je odrediti način, pogreške i uzroke zbog kojih iste događaju. Ujedno, prema tim podacima moguće je uvidjeti postoje li mjesta ili dionice cesta na kojima se češće događaju prometne nesreće. Objedinjavanjem tih podataka moguće je definirati mjesto ili dionicu ceste kao opasno mjesto, te u skladu s tim odrediti odgovarajuće mjere kako bi se definirana opasnost smanjila ili u potpunosti uklonila. Iako prema analizi znanstvene literature ne postoji egzaktna definicija opasnog mjesta, uobičajeno je prihvaćeno da je opasno mjesto ili dionica ceste na kojima se u određenom razdoblju dogodi velik broj nesreća u kojem je bilo poginulih ili ozlijeđenih osoba. U svrhu kvalitativnijeg definiranja opasnog mjesta na cesti i cestovnoj infrastrukturi, uz statističke pokazatelje o broju i posljedicama prometnih nesreća korisno je prikupiti podatke o lokacijama prometnih i podatke o prometnom opterećenju kroz prosječni godišnji dnevni promet. Posebno je važno da ukoliko se u skupu prikupljenih podataka nalaze i podaci o karakteristikama prometnica, proces identifikacije potrebno je provoditi zasebno za različite segmente ceste pa je tako na početku procesa identifikacije potrebno izdvojiti na kojim segmentima ceste će se obaviti identifikacija opasnih mjesta [23].

Pri tome a prema [23], potrebno je odrediti moguće segmente ceste koje je potrebno analizirati prilikom procesa identifikacije opasnih mjesta (tablica 1).

Tablica 1: Vrste segmenata ceste pri identifikaciji i pripadajuće duljine pridruživanja nesreća

MJESTO/DIONICA	OBRAZLOŽENJE
Raskrižja	Sve nesreće u raskrižju te one koje se događaju do 20 [m] prije raskrižja i/ili do prometnih znakova koji upozoravaju na križanje
Ceste u pravcu	Prometne nesreće duljine okvira do 300 [m]
Mostove	Sve prometne nesreće na mostu + 20 [m] prije i poslije mosta
Kružni tokovi	Sve nesreće koje se događaju u kružnom toku te one koje se događaju do 20 [m] od ulaza u kružni tok i/ili do prometnih znakova koji upozoravaju na kružni tok
Ceste u zavoju	Prometne nesreće duljine okvira do 300 [m]
Tunele	Sve prometne nesreće unutar tunela + 20 [m] prije i poslije tunela

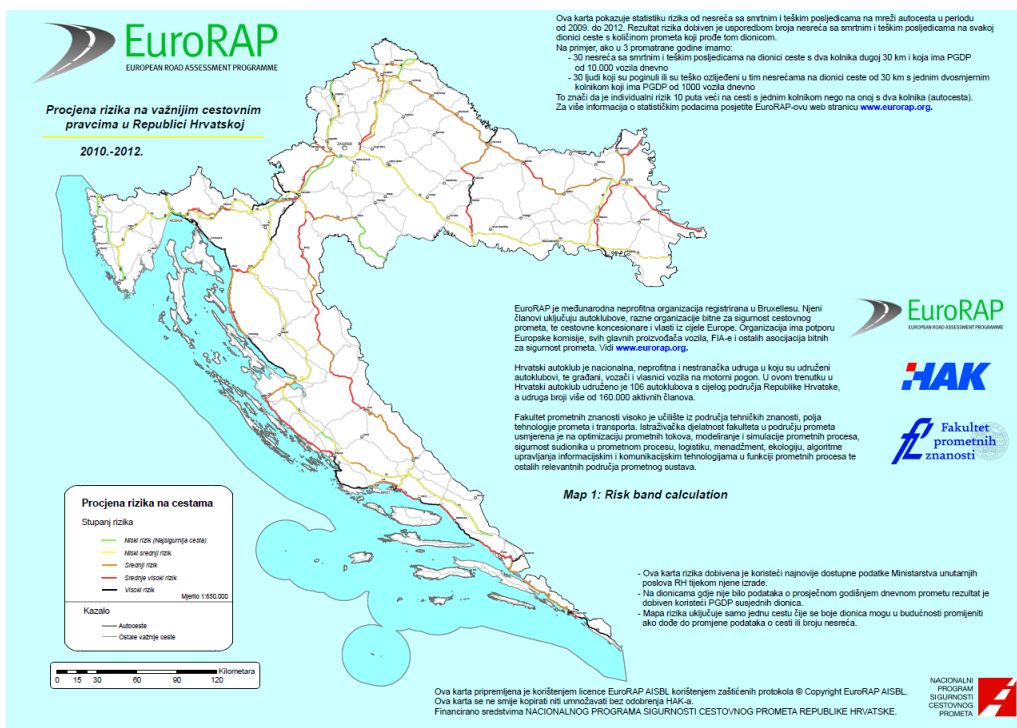
Izvor [23].

Važno je naglasiti da su preduvjet za uspješnu identifikaciju opasnih mjesta na cesti ili cestovnoj mreži, relevantni podaci o karakteristikama prometnih nesreća ali i jasno definirani kriteriji na temelju kojih će se obavljati proces identifikacije takvog mjesta. Ujedno, prilikom generiranja parametra i određivanje opasnog mjesta prema navedenoj metodi, potrebno je primjenjivati višekriterijsku analizu kako bi se izbjegle nekonzistentnosti u rezultatima i interpretaciji rezultata analize.

Kao što je navedeno, značaj i utjecaj ceste i cestovne infrastrukture na sigurnost prometa višeznačno je određena i Direktivom 2008/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća o sigurnosti cestovne infrastrukture. U Direktivi je naglašen značaj ceste uz čimbenike vozač i vozilo, u svrhu ostvarivanja 50-postotnog smanjenja broja poginulih u prometnim nesrećama kao temeljnog cilja Europskog akcijskog programa za sigurnost cestovnog. Osim toga definirano je da za povećanje sigurnosti prometa od velikog značaja ima i uspostavljanje i definiranje odgovarajućih postupaka za ocjenjivanje sigurnosti mreže cesta i informiranje vozača o dionicama cesta s povećanim brojem prometnih nesreća.

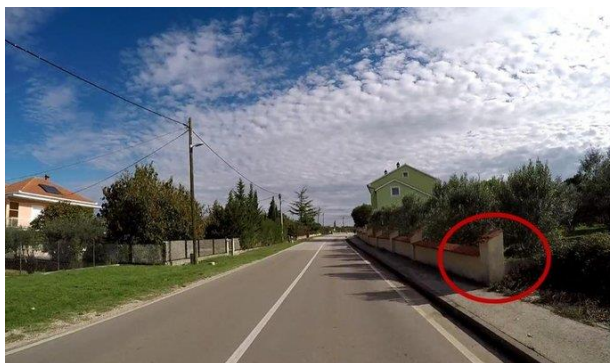
U tu svrhu predviđena je primjena metode rangiranja i ocjenjivanja dionica cesta na kojima se događa veliki broj prometnih nesreća u odnosu na intenzitet prometa odnosno prometno opterećenje. Prema odredbama Direktive takvo se rangiranje i ocjenjivanje obavlja se prema EuroRAP protokolu. U sklopu protokola, uz analizu broja i posljedica prometnih nesreća koje su se dogodile na određenoj dionici ceste, obavlja se identifikacija i sustavna procjena nedostataka koji mogu biti uzrokom rizika stradavanja sudionika u prometu. Takva procjena usmjerena je na detektiranje nedostataka na cesti koji mogu zbog pogreške vozača biti uzrokom teškog ozljeđivanja ili smrtnog stradavanja. Naime prihvatanjem činjenice da nije moguće u potpunosti stvoriti uvjete u kojima se prometne nesreće neće događati, a spoznajom da uzrokom teškog ozljeđivanja ili smrtnog stradavanja sudionika u tim nesrećama mogu biti objekti koji se nalaze u cestovnom pojasu, prometna signalizacija i prometna oprema, pokrenuta je aktivnost procjene rizika ceste prema EuroRAP protokolu.

Ocjena rizika ceste obavlja se nakon obavljenog snimanja i dokumentiranja video zapisa određene ceste, te uvrštavanjem definiranih atributa rizika bazu podataka izrađuje se mapa rizika ceste. Takva karta odnosno mapa rizika ceste javno se objavljuje sa ciljem da svi sudionici u prometu budu informirani o razini opasnosti odnosno razini mogućih ozljeda u slučaju prometne nesreće (slika 47).

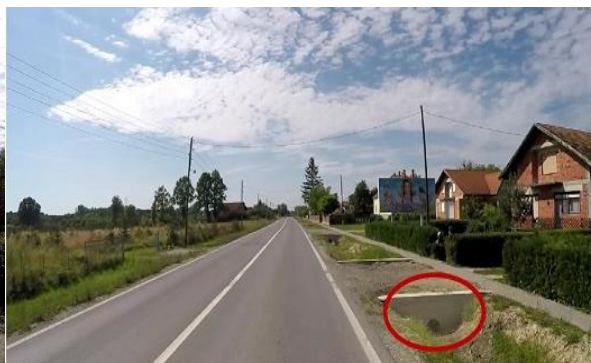


Slika 47. Euro RAP karta rizika cesta u Republici Hrvatskoj, [37]

Naime objekti na cesti poput nezaštićene objekata uz kolnik (slika 48) ili betonskih propusta u dovodnim kanalima uz cestu (slika 49), mogu biti uzrokom teškog ozljeđivanja sudionika u prometnoj nesreći slike (50, 51).



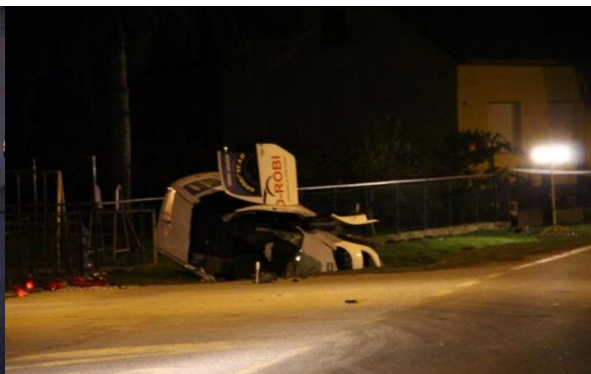
Slika 48: Nezaštićeni objekt uz kolnik, [37]



Slika 49: Nezaštićeni odvodni kanal, [37]



Slika 50: Posljedice nesreće zbog nezaštićene ograde, [38]

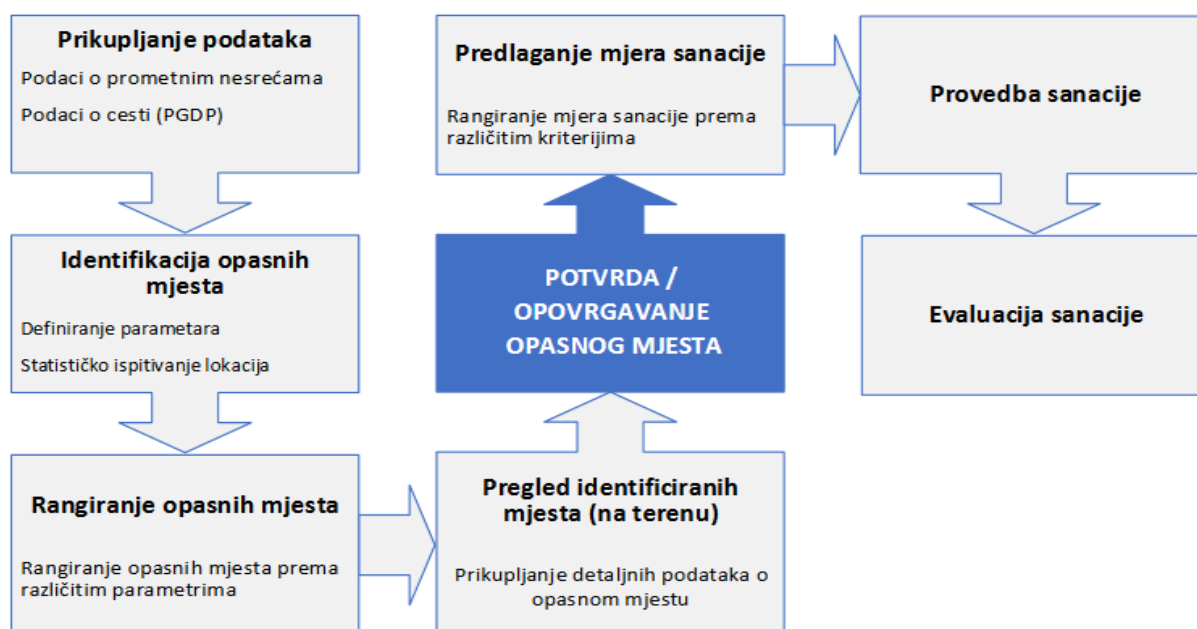


Slika 51: Posljedice nesreće zbog nezaštićenog odvodnog kanala, [39]

Ujedno osim razine rizika takva informacija vrlo je korisna u smislu potrebe poštivanja prometnih propisa od strane svih sudionika kako ne bi izazvali prometnu nesreću ili sudjelovali u noj.

Kako prema znanstvenim spoznajama i iskustvima nije moguće odrediti kriterije za identificiranje i obilježavanje opasnog mjesta prema minimalnom broju prometnih nesreća, s obzirom da su za njegovo definiranje potrebni podaci poput vrste prometnih nesreća, duljine dionice, vremenskog razdoblja i drugih parametar, kritičnu granicu za identifikaciju opasnih mjesta potrebno je definirati varijabilno ovisno o prometno - tehničkim karakteristikama ceste na kojoj se obavlja identifikacija.

Jedna od pouzdanijih metoda koja zadovoljava naveden uvjete prema [26], je Rate Quality Control (RQC) metoda identifikacije opasnih mjesta koju primjenjuju znanstvene institucije u svijetu koje se bave problematikom opasnih mjesta. Dosadašnjom primjenom navedene metode dokazano je da ista ima visoku točnost u identifikaciji opasnog mjesta s obzirom da je bazirana direktno na statističkom testiranju opasnosti svake lokacije u usporedbi s drugom lokacijom sličnih karakteristika. Statističko ispitivanje svake lokacije temelji se na pretpostavci da su prometne nesreće rijetki događaji čija se vjerojatnost pojavljivanja može aproksimirati prema Poissonovoj distribuciji. Slijedom navedenog a prema međunarodnim preporukama i iskustvima kroz faze procesa upravljanja opasnim mjestima, predložen je i model identifikacije opasnih mjesta primjenjiv za Republiku Hrvatsku (slika 52).



Slika 52. Proces identifikacije i upravljanja opasnim mjestima primjenjiv za Republiku Hrvatsku, [26]

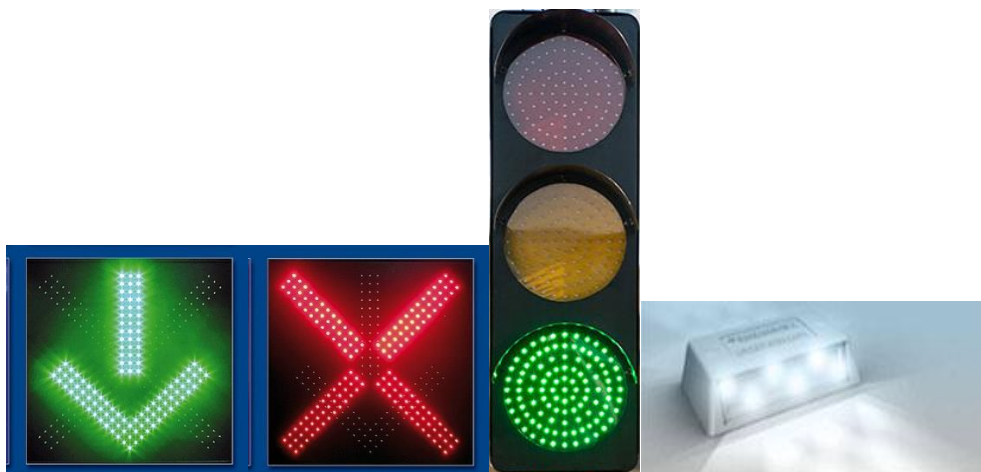
Uz navedeno dinamičko funkcioniranje modela omogućuje identificiranje opasnih mjesta i prema drugim parametrima poput opasna mjesta za teretna vozila, ali za to moraju biti dostupni podaci u bazi podataka.

5. NOVA TEHNIČKO – TEHNOLOŠKA POBOLJŠANJA PROMETNE OPREME NA CESTI

Eksploatacijska učinkovitost, udobnost i sigurnost cestovnog promet u odnosu na svakodnevno prometno opterećenje na cestama, osnovne su značajke koje korisnici ceste i cestovna infrastruktura postavljaju kao uvjet za ostvarenje boljeg društvenog, gospodarskog i ekonomskog razvoja države. Sigurnost pri tome ima poseban značaj a u odnosu na osnovne čimbenike vozača i vozilo, prometno oblikovni elementi ceste, prometni znakovi, signalizacija i oprema ceste jednako tako mogu jednako tako utjecati na sigurnost prometa. Stoga je unaprjeđenje i razvoj novih tehničko – tehnoloških opreme ceste kao elementa koji cestu čini čimbenikom sigurnosti, imperativ budućeg razvoja cjelokupnog cestovnog sustava.

5.1. Tehnološki razvoj prometne opreme

Zahtjevi korisnika za bržim, učinkovitijim, udobnijim i sigurnijim cestovnim prometom utjecali su i na razvoj prometne opreme i signalizacije na cestama. S tim u vezi, bolja i pravovremena vizualizacije prometne opreme i signalizacije na cesti bile su osnovne smjernica njihovog razvoja. Naime prema [2 i 3], uočavanje prometne oprema i signalizacije u ovisnosti je od brzine kretanja vozila ali i vidljivosti i jasnoće njihovih simbola i oznaka. Zbog toga se danas primjenom novih tehnologija prometni znakovi, signalizacija i oprema na cestama izrađuje u tehnici optičkih vlakana (fiber – optics), svjetlosnih polja i tekućih kristala (LCD). Međutim uslijed niza tehničkih prednosti za izradu takvih znakova najčešće se primjenjuje tehnologija svjetlećih dioda (LED - Light Emiting Diode) slika 53.



Slika 53: Prometni znakovi izrađeni u LED – (Light Emiting Diode) tehnologiji, [28]

Prednost primjene tehnologije svjetlećih dioda (LED), sadržana je u činjenici da vidljivost standardnih prometnih znakova u ovisnosti je o kvaliteti reflektirajućih boja, folija ili izvora svijetlosti koje se upotrebljavaju za njihovu izradu, dok je vidljivost znaka izrađena u

tehnologiji svjetlećih dioda u radnom modu bez obzira na vremenske uvjete ili dobu dana konstantna.

Osim za prometne znakove tehnologija svjetlećih dioda (LED) dokazano se učinkovito primjenjuje i za rasvjetu cesta i cestovne okoline (slika 54).



Slika 54. Prikaz jačina raspršivanja svjetlosti LED dioda i običnih žarulja, [40]

Naime LED rasvjeta omogućava izuzetnu efikasnost i kontrolu emitirane svjetlosti jednako kao i visokotlačne fluo i pobojene svjetiljke. Dodatne prednosti su male dimenzije, te izuzetno jednostavno upravljanje i regulacija. Ujedno s obzirom da su temperaturno invertne, nisu podložne kvarovima uslijedi niskih temperatura, a noviji sustavi imaju vrlo dugu trajnost – 60 000 sati za 50% održanja svjetlosnog toka. Uz navedeno iskoristivosti energije rasvjeta u tehnologiji svjetlećih dioda je znatno bolja jer žarulje imaju balon u kojem je vakuum ili neki inertni plin pa žarna nit koja se usijava na taj način svijetli. Iskoristivost svjetlosnog dijela žarulje samo je 5%, a 95% otpada na toplinu dok LED rasvjeta ima efikasnost veću od 95%. To znači da žarulja od 100W ima istu efikasnost kao dioda od 6W. Ušteda energije je pri tome je iznimna.

Prednost izrade i primjene prometnih znakova je i u sustavu mogućih kvarova ili oštećenja, vidljivosti u odnosu na doba dana i intenzitetu vanjskog osvjetljenja, izmjeni simbola znaka u odnosu na prometne i vremenske uvjete te mehaničkog oštećenja.

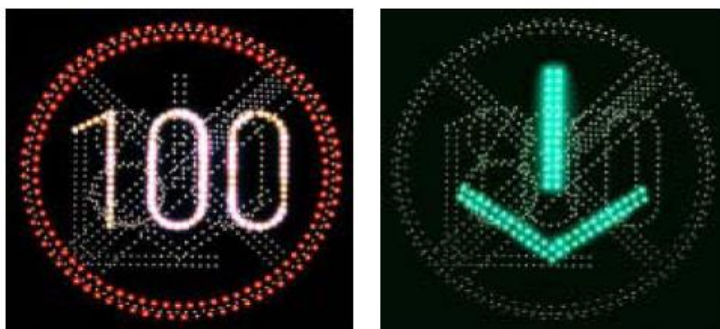
Naime, prometni znakovi i oprema koja kod kojih se upotrebljavaju standardne žarulje, u slučaju kvara žarulje prometni znak nema funkciju i nije prepoznatljiv dok kod prometnog znaka sa LED tehnologijom u slučaju kvara jedne diode osnovni simboli i dalje ostaje prepoznatljiv, a podatak o nastalom kvaru postoji mogućnost dojava kvara znaka i kontrolu izvršenja upravlja.

Ujedno takvi znakovi opremljeni su i sa senzorima za automatsku regulaciju intenziteta osvjetljenja s čime intenzitet simbola znaka prilagođavaju uvjetima vidljivosti u odnosu na doba dana ili meteorološke uvjete. Znakovi moraju biti opremljeni i modularno izvedbom u slučaju bilo kakvog mehaničkog oštećenja a njihova radna temperaturnih granica treba biti od – 40 do + 70 °C uz relativnu vlažnost zraka od 95 % i (slika 55).



Slika 55. Vidljivost simbola prometnog znaka izrađenog u LED tehnologiji, [41]

Prednost prometnih znakova izrađenih u LED tehnologiji sadržana je u činjenici da se u jedno kućište prometnog znaka može integrirati više oblika i simbola (slika 56). S time se omogućava i adaptivno upravljanje u realnom vremenu i trenutnom prometnom opterećenju odnosno stanju u prometu.



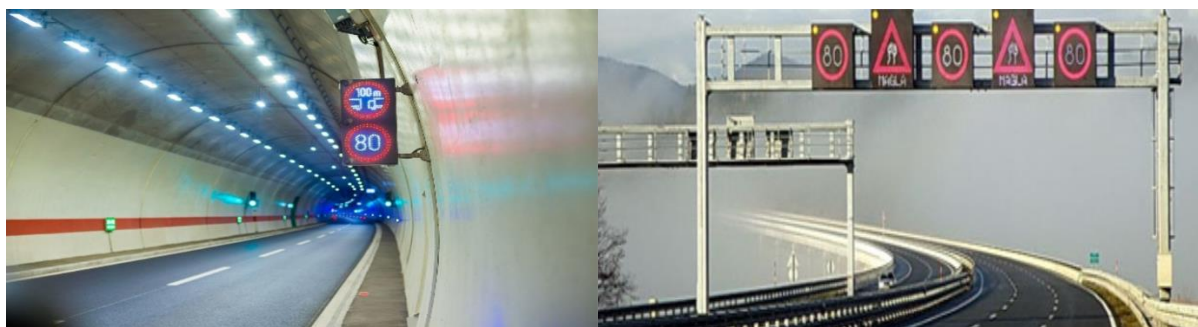
Slika 56. Mogućnost izmjena osnovni i posebnih simbola prometnog znaka, [42]

5.2. Promjenjiva prometna signalizacija

Pravovremeno uočavanje i prepoznavanje simbola i značenja prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama između ostalog u ovisnosti je i od brzine kretanja vozila. Suvremen automobili opremljeni su snažnijim pogonskim agregatima zbog čega se povećala i njihova brzina kretanja. Zbog toga se ukazala potreba za novom odnosno učinkovitijom prometnom signalizacijom u smislu pravovremenog uočavanja, promjenom simbola u ovisnosti od uvjeta na cesti odnosno mogućeg pravovremenog adaptivnog upravljanja prometnim tokom u atipičnim uvjetima. U tu svrhu upotrebljava se promjenjiva prometna signalizacija.

Promjenljivu prometnu signalizaciju čine znakovi kojima se sadržaj prema potrebama prometnoga toka može mijenjati ili se mogu isključiti. Promjenjivi znakovi se upotrebljavaju se na mjestima gdje postoji potreba za prilagodbom na promjenjive vremenske ili prometne uvjete u prometu. Kao što je navedeno prednost promjenjive signalizacija je u dobroj vidljivost u bilo koje doba dana i u svim vremenskim uvjetima (kiša, magla, itd.). Uz to, kombinacija simbola prometnoga znaka definira se na osnovi zahtjeva pojedine lokacije što bi značilo da najčešće kombinacije simboli upozorenja i zabrana. Prema [8] prometni znakovi značajno mogu doprinijeti pravovremenom uočavanju opasnosti u prometu na cesti ili određenom dijelu ceste, na sposobnost zamjećivanja mjesta ograničenja, obaveza ili zabrana te potrebnih obavijesti za sigurno sudjelovanje u prometu. Na prometnim znakovima na kojima se simbol i

oblik ne mogu se mijenjati ukoliko na cesti nastanu iznenadna oštećenja kolnika, promjene atmosferski ili drugih uvjeta, mogući su poremećaji koji mogu utjecati na sigurno i normalno odvijanje prometa. Zbog toga se u novije vrijeme na cestama postavljaju prometni znakovi koji prema tehničkim obilježjima imaju mogućnost promjene simbola i sadržaja i dio su telematičkog sustava za upravljanje prometom i prometnom signalizacijom [7]. Prednost obilježavanja cesta sa takvim prometnim znakovima je u tome što se na njima automatski uključuju signalni pojmovi vezani uz nastalu promjenu odnosno vrstu opasnosti, s čime vozači mogu pravovremeno reagirati i prilagoditi vožnju takvim uvjetima (slika 57).



Slika 57. Primjena prometnih znakova sa promjenljivim simbolima, [18]

5.3. Obilježavanje opasnih mjesta

Pravovremeno uočavanje prometnih uvjeta ili opasnosti na cestama osnovni je preduvjet sigurnosti cestovnog prometa. S obzirom na složenost određivanja kriterija za identificiranje i obilježavanje opasnog mjesta o minimalnom broju prometnih nesreća i potrebom varijabilnog pristupa ovisnog o prometno - tehničkim karakteristikama ceste na kojoj se obavlja identifikacija, predlaže se primjenom novih tehnologija obilježavanje takvih mjesta prema individualnim spoznajama u lokalnim zajednicama. U nastavku predloženo je nekoliko novih tehničko – tehnološka poboljšanja prometnih znakova signalizacije i opreme na cesti uz pomoć kojih je moguće znatno povećati sigurnost cestovnog prometa.

Kao je nepoštivanje prednosti prolaza vozila česti uzrok nastanka prometnih nesreće, u svrhu bolje vizualizacije nailaska na cestu s prednošću prolaska primjenom trepćućeg svjetla iznad prometnog znaka kada vozilo nailazi na raskrižje učinkovita je mjera za povećanje sigurnosti prometa. Naime, nailaskom na raskrižje vozač koji se uključuje na cestu s prednošću prolaza dodatno je sa žutim trepćućim svjetlom izrađenim u LED tehnologiji upozoren na prometni znak odnosno da svoju pozornost sumjeri na prometni znak i postupi po istome (slika 58).



Slika 58: Prometni znak opremljen dodatnim treptačima

Jednako tako veoma je važna i vizualizacija pješačkog prijelaza. Primjenom trepćućih svjetala iznad prometnog znaka koji obilježava pješački prijelaz vozač može pravovremeno uočiti prometni znak i postupiti po njegovom značenju odnosno usmjeriti pozornost na prisustvo pješaka u zoni pješačkog prijelaza ili na samom pješačkom prijelazu (slika 59).



Slika 59. Način obilježavanja pješačkih prijelaza primjenom treptača

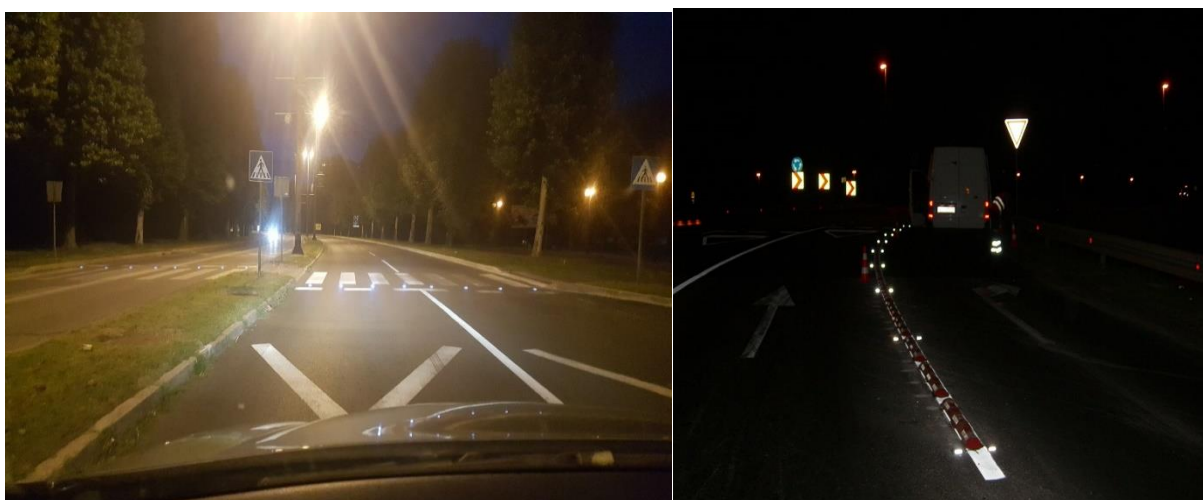
U sustavu novih tehnoloških poboljšanja, obilježavanjem opasnih mjesta primjena prometnog znaka koji obilježava nailazak veoma oštar i neočekivani zavoj znatno se smanjuje mogućnost slijetanja vozila s ceste prilikom ulaska u zavoj (slika 60).



Slika 60. Prometni znak za označavanje opasnog zavoja na cesti
izrađen u LED tehnologiji

Primjenom novih tehnologija izrade prometne opreme znatno se može povećati sigurnost prometa. U nizu tehnoloških inovacija u ovom završnom radu izdvojene su samo neke od njih. Dio prometne oprema uz pomoć koje se može povećati sigurnost prometa na cestama su svjetleći prometni markeri, razdjelnici prometa, protu klizne prometne površine, umjetne izbočine ili uspornici, prometni stupići i svjetleće oznake.

Sa svjetlećim markerima mogu se upotrebljavati za dodatno se označavaju razdjelne crte, rubova kolnika ili pješačkih prijelaza (slika 61). S time vozači dodatno poboljšavaju vizualnu percepciju prometne opreme te mogu pravovremeno postupiti prema njihovom značenju.



Slika 61. Svjetleći markeri

Razdjelnici prometa mogu doprinijeti boljem usmjeravanju prometnih tokova ali i onemogućavanju nekontroliranog prelaska vozila iz trake u traku s čime se izbjegava mogućnost nastanka prometne nesreće (slika 62).



Slika 62. Razdjelnici prometa, [43]

Uz pomoć protu kliznih površina povećava se koeficijent tangencijalnog i radijalnog prijanjanja što doprinosi smanjenju zaustavnog puta posebno u uvjetima intenzivnog kočenja

(slika 63). Takve površine posebno su značajne za vozače mopeda i motocikla. Naime navedena kategorija sudionika u prometu zbog male površine pneumatika s kojim ostvaruje maksimalni koeficijent trenja često zbog nedovoljne hrapavosti kolnika ne ostvaruju maksimalni koeficijent trenja te često izazivaju ili sudjeluju u prometnim nesrećama. Stoga takve površine potrebno je postavljati na mjestima gdje se češće događaju prometne nesreće s mopedima i motociklima ali i drugim motornim vozilima.



Slika 63. Protuklizne prometne površine, [43]

Uz pomoć prometnih stupića dodatno se osigurava sigurnost pješaka, posebno djece i starijih osoba kao i vozača bicikla (slika 64).



Slika 64. Prometni stupići, [43]

Umjetne izbočine odnosno uspornici prometa potrebno je postaviti na mjestima na kojima je nužno usporavanje brzine kretanja vozila radi pješaka u prometu. Postavljanje umjetnih izbočina po čitavoj širini kolnika dokazano učinkovitije povećavaju sigurnost prometa pješaka (slika 65).



Slika 65: Umjetne izbočine ili uspornici, [43]

Sa sve većim tehnološkim napretkom u korištenju solarne energije razvijaju se sustavi povećanja sigurnosti kretanja svih sudionika u prometu kako vozila tako i pješaka i biciklista, jedan od projekta budućnosti su izrada solarnih cesta (slika 66).

U osnovi, solarne ceste planiraju se izrađivati u tri sloja. Površinski sloj osigurava potreban koeficijent prljanjanja, potrebnu prometnu opremu i prometnu signalizaciju i izvor je topline. Središnji sloj akumulira energiju, a treći je sloj distribuira. Prednosti solarnih cesta sadržane su u njihovoj mogućnosti akumuliranja energije koja se može upotrebljavati za topljenje snijega i leda u zimskim uvjetima, punjenja električnih automobila, obavješćavanje vozače o stanju na cesti odnosno da uspore ukoliko se ispred njih nalazi prepreka, i niz drugih mogućnosti. Stoga će budući razvoj prometne opreme i signalizacije zasigurno biti baziran na takvim projektima.



Slika 66. Prikaz solarne ceste

6. ZAKLJUČAK

Razvoj cestovnog prometa i povećanje broja motornih vozila na cestama promijenio je uvjete protočnosti, vremena putovanja, udobnost i sigurnost. Sve veći broj prometnih nesreća u kojima sudionici u prometu zadobivaju teške ozljede ili smrtno stradavaju, bio je uzrokom da znanstvene i stručne institucije započnu sa planiranjem i poduzimanjem mjera koje imaju za cilj smanjenje broja i posljedica tih nesreća.

S obzirom da činjenicu da je u sustavu sigurnosti prometa na cestama prometna signalizacija jedan od čimbenika koji znatno utječe na sigurnost cestovnog prometa, način postavljanja i primjena novih tehnologija prometnih znakova i opreme na cestama treba biti prioritet prilikom planiranja, projektiranja i održavanja cesta. Naime nove tehničko – tehnološke mjere povezane uz bolju vizualizaciju prometnih znakova dokazano su potvrdile da se s njihovom primjenom može znatno poboljšati i sigurnost prometa na cestama, a posebno na opasnim mjestima. Primjenom novih tehničko – tehnoloških i informatičkih rješenja omogućeno je prikupljanje većeg broja podataka i informacija te njihova obrada u vrlo kratkom vremenu a s ciljem pravovremenog, jasnijeg i boljeg informiranja o stvarnome stanju određenog dijela prometne mreže ili dionice ceste.

Jednako tako primjena promjenjive prometne signalizacije uz pomoć koje sudionici u prometu mogu pravovremeno dobivati informacije o svim bitnim promjenama i uvjetima na cestama, a po potrebi se kroz određena ograničenja i upozorenja preventivno upozorava na uvjete koji vladaju na cestama, znatno se povećava razina usluge i kvaliteta odvijanja i sigurnost cestovnog prometa.

S obzirom na stohastiku i dinamiku cestovnog prometnog sustava, razvoj novih tehničko – tehnoloških sustava prometnih znakova i signalizacije na cestama imperativ je kojeg je potrebno uvažavati u procesu planiranja, projektiranja, izgradnje i održavanja cesta. Navedeno je potrebno iz razloga što su do sada ugrađeni i primijenjeni novi sustavi prometnih znakova i signalizacije na cestama, doprinijeli povećanju sigurnosti cestovnog prometa ali i boljoj organizaciji prometnih tokova.

Osim navedenog budući razvoj prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama potrebno je promatrati u kontekstu budućeg razvoja cesta kroz projekte iskorištavanja sunčane energije kao neiscrpnog izvora energetskeg potencijala.

Literatura

1. Legac, I. i koautori ; Gradske prometnice , Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
2. Cerovac, V.; Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
3. Rotim, F.; Elementi sigurnosti cestovnog prometa svezak 2, Zagreb, 1991.
4. Rotim, F.; Elementi sigurnosti cestovnog prometa svezak 3, Zagreb, 1991.
5. Legac, I.; Cestovne prometnice I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
6. Pašagić, S.; Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, 2004.
7. S.Mandžuka: Inteligentni transportni sustavi II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
8. Horvat, R., Ševrović, M., Marijan, D,: *Interchangeable traffic signs in function of traffic safety on motorways*, Tridesetprvi skup o prometnim sustavima s međunarodnim sudjelovanjem AUTOMATIZACIJA PROMETU 2011, Pula - Hrvatska/Croatia, Zbornik radova, 2011., p. 49 – 53,
9. Horvat, R., Slavulj, M., Mekovec, I.: Povećanje razine usluge raskrižja ulica Ozaljska – Vukovarska - Tratinska u Gradu Zagrebu // *Zbornik radova 5. Hrvatskog kongresa o cestama, Hrvatsko društvo za ceste Via vita, Cavtat-Dubrovnik / Rukavina, Tatjana (ur.).Zagreb : Hrvatsko društvo za ceste Via vita, Cavtat-Dubrovnik, 2011., ISBN 978-953-7857-00-4.*
10. Zakon o cestama (Narodne novine 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14).
11. Zakon o sigurnosti prometa na cestama (Narodne novine NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15).
12. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (Narodne novine 155/05, 14/2001).
13. http://www.instruktor-voznje.com.hr/prometni_znakovi/ (15.5.2017.)
14. <http://www.autoskola.com.hr/> (15.5.2017.)
15. <http://www.prometna-zona.com/signalizacija/> (15.5.2017.)
16. [h,https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/11_01_TK_II_UDARI_U_ZASTITNE_OGRADE.pdf](https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/11_01_TK_II_UDARI_U_ZASTITNE_OGRADE.pdf)
17. http://www.prometna-signalizacija.com/wp-content/uploads/2013/05/konzole-i-portali_1.jpg
18. <http://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/promjenjiva-signalizacija/>
19. <http://www.autoskola.com.hr/ucilica-prometni-znakovi-op.shtml>
20. <http://www.prometna-signalizacija.com/oprema-ceste/smirivanje-prometa/> (15.5.2017.)
21. <http://www.vps-prometna-signalizacija.hr/znak/6/446/k-prometna-oprema/trake-za-zvuno-upozoravanje> (15.5.2017.)
22. <http://autoskola-ispiti.com/prometni-znakovi/prometna-oprema-ceste/opticke-bijele-crte-457#downloadLinks> (15.5.2017.)

23. <http://www.prometna-signalizacija.com/zastitne-ograde/odbojne-ograde/>
(15.5.2017.)
24. [http://www.hrvatskeceste.hr/UserDocsImages/Promet%20i%20sigurnost/Metodoloi
a_za_identifikaciju_opasnih_mjesta.pdf](http://www.hrvatskeceste.hr/UserDocsImages/Promet%20i%20sigurnost/Metodoloi
a_za_identifikaciju_opasnih_mjesta.pdf) (15.5.2017.)
25. <http://www.zagreb.hr/> (15.5.2017.)
26. <http://images.24ur.com/media/images/600xX/Jan2014/61381993.jpg?d41d>
27. [http://2.bp.blogspot.com/-4ASqOUk4uWc/UbTx7UtwsCI/AAAAAAAAABWI/-
xeb_i44Pqk/s1600/75.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-4ASqOUk4uWc/UbTx7UtwsCI/AAAAAAAAABWI/-
xeb_i44Pqk/s1600/75.jpg)
28. <http://www.prometna-signalizacija.com/index.php?lang=hr&pid=365>
29. <http://ltable.com/images/stories/clanci/semafor5-pesaci-dva.gif>
30. [http://www.centrumszkla.nazwa.pl/wp-content/uploads/2012/04/06-554
300x281.jpg](http://www.centrumszkla.nazwa.pl/wp-content/uploads/2012/04/06-554
300x281.jpg)
31. <http://www.signal.hr/images/7.jpg>
32. [http://bportal.ba/stravi%C4%8Dna-nesre%C4%87a-u-zenici-18-godi%C5%A1njak-
golfom-udario-u-drvo-foto/](http://bportal.ba/stravi%C4%8Dna-nesre%C4%87a-u-zenici-18-godi%C5%A1njak-
golfom-udario-u-drvo-foto/)
33. <http://werkos.com/upload/zastita-od-zasljepljivanja.pdf>
34. <https://www.colemansfencing.com.au/fencing/pedestrian-fencing.html>
35. <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=56>
36. <http://www.signalinea.hr/en/road-equipment.html>
37. <http://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/karta-rizika-2010-2012>
38. [http://varazdinski.rtl.hr/crna-kronika/teska-nesreca-autom-sletio-s-ceste-i-udario-u-
betonsku-ogradu](http://varazdinski.rtl.hr/crna-kronika/teska-nesreca-autom-sletio-s-ceste-i-udario-u-
betonsku-ogradu)
39. [https://www.24sata.hr/news/tragedija-kod-pozege-u-teskoj-nesreci-poginula-dva-
prijatelja-499865/galerija-463791?page=9](https://www.24sata.hr/news/tragedija-kod-pozege-u-teskoj-nesreci-poginula-dva-
prijatelja-499865/galerija-463791?page=9)
40. Izvor: <http://www.energyplus.hr/>
41. <http://www.zelenaenergija.org/proizvod/inteligentni-prometni-znakovi/5701>
42. <http://www.scribd.com/doc/15618999/Prometna-Sigurnost-u-Cestovnim-Tunelima>
43. <http://www.cestodom.hr/>
44. [http://www.vidi.hr/var/ezflow_site/storage/images/pop-tech/video-solarne-cest-
za-buducnost-energetike/233926-1-cro-HR/VIDEO-Solarne-cest-za-buducnost-
energetike_VIDI/ClanakNaslovna.jpg](http://www.vidi.hr/var/ezflow_site/storage/images/pop-tech/video-solarne-cest-
za-buducnost-energetike/233926-1-cro-HR/VIDEO-Solarne-cest-za-buducnost-
energetike_VIDI/ClanakNaslovna.jpg)

POPIS SLIKA

Slika 1. Prometni znak sa nepromjenljivim simbolima.....	6
Slika 2. Promjenljivi prometni znakovi.....	7
Slika 3. Znakovi opasnosti.....	8
Slika 4. Znakovi izričitih naredbi.....	10
Slika 5. Znakovi obavijesti.....	12
Slika 6. Svjetlosni znak za upravljanje prometom (semafor).....	13
Slika 7. Primjer semafora za tramvaje.....	13
Slika 8. Semafora za pješake.....	14
Slika 9. Isprekidana crta zaustavljanja.....	17
Slika 10. Puna crta zaustavljanja.....	17
Slika 11. Otvaranje i zatvaranje prometnog traka za vozila javnog prijevoza.....	17
Slika 12. Graničnik.....	17
Slika 13. Pješački prijelaz.....	18
Slika 14. Prijelaz biciklističke staze preko kolnika.....	18
Slika 15. Primjeri strelica na kolniku.....	19
Slika 16. Primjeri polja za usmjeravanje prometa.....	19
Slika 17. Autobusno stajalište.....	19
Slika 18. Oznake za obilježavanje parkirnih mjesta.....	19
Slika 19. Smjerokazni stupići.....	20
Slika 20. Smjerokazne i reflektirajuće oznake.....	21
Slika 21. Ploča za označivanje prometnog otoka.....	21
Slika 22. Branici i polubranici.....	22
Slika 23. Prometna zrcala.....	22
Slika 24. Zaštitne odbojne ograde.....	23
Slika 25. Primjer zadržavanja vozila pri udaru u ogradu.....	23
Slika 26. Umjetna izbočina.....	25
Slika 27. Uzdignuta ploha.....	25
Slika 28. Vibracijske trake.....	25
Slika 29. Zvučne trake.....	26
Slika 30. Način obilježavanja prijelaz preko željezničke pruge sa svjetlosnim znakovima.....	27
Slika 31. Vidno polje vozača.....	30
Slika 32. Nepreglednost prometnog znaka.....	30
Slika 33. Nepravilno postavljeni prometni znak.....	31
Slika 34. Prometni znak na desnoj strani kolnika.....	32
Slika 35. Postavljanje prometnog znaka iznad kolnika.....	32
Slika 36. Primjer postavljanja prometnog znaka na lijevoj strani kolnika.....	32
Slika 37. Popisane udaljenosti za postavljanje prometnih znakova.....	33
Slika 38. Varijantna rješenja za postavljanje oprema za vođenje i usmjerivanje prometa u području radova na cesti, nastalih prepreka i oštećenja na kolniku.....	34
Slika 39. Udar vozila u objekt kraj ceste.....	35
Slika 40. Odbojna zaštitna ograda ispred objekta na cesti.....	35

Slika 41. Odbojna zaštitna ograda ispred drvoreda.....	36
Slika 42. Mogući načini zasljepljivanja na cesti u zavoju i pravcu.....	36
Slika 43. Ograda protiv zasljepljivanja.....	37
Slika 44. Pješačka ograda uz kolnik.....	37
Slika 45. Pješačka ograda na raskrižju.....	38
Slika 46. Ublaživači udara.....	38
Slika 47. Euro RAP karta rizika cesta u Republici Hrvatskoj.....	41
Slika 48. Nezaštićeni objekt uz kolnik.....	41
Slika 49. Nezaštićeni odvodni kanal.....	41
Slika 50. Posljedice nesreće zbog nezaštićene ograde.....	41
Slika 51. Posljedice nesreće zbog nezaštićenog odvodnog kanala.....	41
Slika 52. Proces identifikacije i upravljanja opasnim mjestima primjenjiv za Republiku Hrvatsku.....	42
Slika 53. Prometni znakovi izrađeni u LED – (Light Emiting Diode) tehnologiji.....	43
Slika 54. Prikaz jačina raspršivanja svjetlosti LED dioda i običnih žarulja.....	44
Slika 55. Vidljivost simbola prometnog znaka izrađenog u LED tehnologiji.....	45
Slika 56. Mogućnost izmjena osnovni i posebnih simbola prometnog znaka.....	45
Slika 57. Primjena prometnih znakova sa promjenljivim simbolima.....	46
Slika 58. Prometni znak opremljen dodatnim treptaćima.....	47
Slika 59. Način obilježavanja pješačkih prijelaza primjenom treptaća.....	47
Slika 60. Prometni znak za označavanje opasnog zavoja na cesti izrađen u LED tehnologiji.....	47
Slika 61. Svjetleći markeri.....	48
Slika 62. Razdjelnici prometa.....	48
Slika 63. Protuklizne prometne površine.....	49
Slika 64. Prometni stupići.....	49
Slika 65. Umjetne izbočine ili uspornici.....	50
Slika 66. Prikaz solarne ceste.....	50

POPIS TABLICA

Tablica 1: Vrste segmenata ceste pri identifikaciji i pripadajuće duljine pridruživanja nesreća.....	39
--	----



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada
pod naslovom Prometna oprema ceste u funkciji sigurnosti

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

U Zagrebu, 17.7.2017

Student/ica:

Pm M

(potpis)