

Prometna svjetla i svjetlosna prometna signalizacija u funkciji sigurnosti prometa

Bartolić, Vid

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:111596>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Vid Bartolić

**PROMETNA SVJETLA I SVJETLOSNA PROMETNA
SIGNALIZACIJA U FUNKCIJI SIGURNOSTI
PROMETA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 23. ožujka 2017.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3949

Pristupnik: **Vid Bartolić (0135226712)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Prometna svjetla i svjetlosna prometna signalizacija u funkciji sigurnosti prometa**

Opis zadatka:

Prometnim znakovima i signalizacijom sudionici u prometu primaju obavijesti o ograničenjima, zabranama, opasnostima i stanju na cestama kako bi pravovremeno prilagodili način upravljanja vozilom uvjetima i stanju na cestama, te se na taj način smanjili mogućnost nastanka prometne nesreće. U završnom radu potrebno je obrazložiti podjelu, ulogu i utjecaj prometne signalizacije na sigurnost odvijanja prometa, kao i uvođenje novih tehnologija izrade prometnih znakova s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Rajko Horvat

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PROMETNA SVJETLA I SVJETLOSNA PROMETNA SIGNALIZACIJA U FUNKCIJI SIGURNOSTI PROMETA

TRAFFIC LIGHTS AND LIGHT TRAFFIC SIGNALIZATION IN THE CONTEXT OF TRAFFIC SAFETY

Mentor: doc. dr. sc. Rajko Horvat

Student: Vid Bartolić

JMBAG: 0135226712

Zagreb, 2017.

SAŽETAK:

Prometnim svjetlima i svjetlosnom prometnom signalizacijom sudionici u prometu primaju obavijesti o ograničenjima, zabranama, opasnostima i stanju na cestama kako bi pravovremeno prilagodili način upravljanja vozilom, te na taj način povećali sigurnost cestovnog prometa i smanjili mogućnost nastanka prometne nesreće. U svjetlosnu signalizaciju ubrajaju se svjetlosni prometni znakovi i svjetlosne oznake. Osnova ovog rada je analizirati podjelu, ulogu i utjecaj prometnih svjetala i svjetlosne prometne signalizacije na sigurnost odvijanja prometa, kao i uvođenje novih tehnologija izrade prometnih znakova s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

Ključne riječi: svjetlosna signalizacija, sigurnost cestovnog prometa, prometni znakovi, prometne nesreće

SUMMARY:

Traffic lights and traffic light signalling allow the traffic participants to receive notifications about restrictions, prohibitions, dangers, and road conditions in order for the participants to adapt the way of driving the vehicle on time, thus increasing the safety of road traffic and reducing the possibility of traffic accidents. Light signalling includes traffic light signs and light markings. The aim of this paper is to analyze the division, function, and the impact of traffic light and traffic signalling on traffic safety, as well as the introduction of new technologies of creating traffic signs with the goal of increasing road traffic safety.

Key words: light signalling, traffic road safety, traffic signs, traffic accidents

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. RAZVOJ PROMETNE SIGNALIZACIJE.....	3
3. PODJELA PROMETNE SIGNALIZACIJE, UREĐAJA I OPREME NA CESTAMA.....	7
3.1. Prometni znakovi.....	7
3.1.1. Znakovi opasnosti	7
3.1.2. Znakovi izričitih naredaba	8
3.1.3. Znakovi obavijesti.....	8
3.1.4. Dopunske ploče.....	9
3.2. Oznake na kolniku	10
3.2.1. Uzdužne oznake na kolniku.....	11
3.2.2. Poprečne oznake na kolniku	12
3.2.3. Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika.....	13
4. PROMETNA SVJETLA I SVJETLOSNE OZNAKE.....	14
4.1. Svjetlosni znakovi za upravljanjem prometom	14
4.2. Svjetlosni znakovi za upravljanjem prometom namijenjeni samo pješacima	16
4.3. Svjetlosni znakovi za upravljanjem javnim gradskim prometom	17
4.4. Svjetlosni znakovi za obilježavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge.....	17
4.5. Svjetlosni znakovi za obilježavanje radova na cesti i zapreka	18
5. ULOGA I ZNAČAJ PROMETNIH SVJETALA, SVJETLOSNIH ZNAKOVA U VOĐENJU, UPRAVLJANJU I SIGURNOSTI PROMETA	19
6. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA SUSTAVA PROMETNIH SVJETALA I SVJETLOSNE PROMETNE SIGNALIZACIJE U FUNKCIJI SIGURNOSTI PROMETA	28
7. ZAKLJUČAK	31
LITERATURA.....	32

1. UVOD

Važnost cestovnog prometa u suvremenome čovjekovom životu je sve veća. U posljednja dva desetljeća cestovni promet se razvijao jako brzo. Svakodnevni transport velikih količina robe i ljudi dovelo je do povećanja broja motornih vozila, pa je tako poseban problem postala sigurnost na cestama.

Prometna svjetla i svjetlosna prometna signalizacija predstavlja vizualnu odrednicu situacije u prometu i upozorava sudionike u prometu kako se sigurno ponašati, odnosno koja pravila vrijede na određenoj dionici ceste.

Cilj je detaljnije opisati i analizirati ulogu prometnih svjetala i svjetlosne prometne signalizacije u funkciji sigurnosti prometa te primjenu novih tehnologija koje se koriste. Rad je podijeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Razvoj prometne signalizacije
3. Podjela prometne signalizacije, uređaja i opreme na cestama
4. Prometna svjetla i svjetlosne oznake
5. Uloga i značaj prometnih svjetala, svjetlosnih znakova i rasvjete u vođenju, upravljanju i sigurnosti prometa
6. Prijedlog poboljšanja sustava prometnih svjetala i svjetlosne prometne signalizacije u funkciji sigurnosti prometa
7. Zaključak

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

U drugom poglavlju obavljena je analiza razvoja prometne signalizacije u cestovnom prometu.

U trećem poglavlju obavljena je analiza prometnu signalizaciju prema funkcionalnim obilježjima te načinu i mjestu postavljanja.

U četverom poglavlju opisana su prometna svjetla i svjetlosne oznaka prema funkcionalnim obilježjima te načinu i mjestu postavljanja.

U petom poglavlju se opisuje uloga i značaj svjetala, signalizacije i rasvjete u vođenju i upravljanju kroz promet. kao i njihova ulog u sustavu upravljanja prometom.

Šesto poglavlje opisuje osvjetljavanje pješačkih prijelaza korištenjem LED (light-emitting diode) tehnologije, podno osvjetljenih bijelih polja, te prijedlog uvođenja nestandardnog prometnog znaka.

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. RAZVOJ PROMETNE SIGNALIZACIJE

Početak 19. stoljeća započinje povijesni razvoj cestovnih propisa, prometnih znakova i signalizacije. U to doba, u tada najrazvijenijoj zemlji svijeta, u Engleskoj, na cestama se sve češće pojavljuju vozila pogonjena parom, tzv. parni omnibusi. Problemi su počeli 1831. godine u Londonu kada se dogodila prva prometna nesreća. Ubrzo se i u Glasgowu dogodila prometna nesreća u kojoj je parni omnibus s 18 putnika oborio kola i pregazio jednog seljaka. Ljudi su se nakon te tragedije zabrinuli te je nakon mnogih prepirki 1836.godine izglasan zakon pod nazivom “ Locomotive Acts “. Taj zakon može se smatrati prvim prometnim propisom o ograničavanju brzine na cestama. U zakonu je pisalo da svaki vozač na 100 metara ispred vozila ima jahača koji će mahati crvenom zastavom i upozoravati prolaznike na moguću opasnost (slika 1.). Tako je postao poznat i pod nazivom “ Red Flag Acts “ ili “ Zakon crvene zastave “¹. U slučaju bilo kakve nezgode odgovornost je preuzimao vozač parnog vozila.



Slika 1. Zakon crvene zastave [11]

Pojavom prvih motornih vozila početkom 20. stoljeća utvrđuju se prvi međunarodni propisi koji bi ujednačivali prilike na svim cestama. Prva međunarodna Konvencija o cestovnom i automobilskom prometu donesena je u Parizu 1909. Godine, a kasnije su konvencije donesene i u drugim gradovima.

¹ Pašagić S.: Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2004., str. 76.

Najvažniji sporazum o prometnim znakovima koji ujedno čini osnovicu europskog sustava o prometnim znakovima, objavljen je pod okriljem Ujedinjenih naroda 1949. godine u Ženevi. Temeljen je na simbolima, bez uporabi riječi. U konvenciji određene su preporuke da sve države propisuju jednake prometne znakove, zatim da na prometnim znakovima ne bude riječima ispisanih naredaba ili obavijesti jer ih stranci i nepismeni ljudi ne razumiju. U međuvremenu, ustanovljeno je još nekoliko sporazuma, tako da je postojalo više sustava do kraja sedamdesetih godina 20-og stoljeća.

U svijetu je u uporabi nekoliko sustava znakova:

- U SAD-u, u Australiji i Novom Zelandu u uporabi je sustav koji je najviše utemeljen na uporabi pisanih riječi.
- Sustav u Europi, utvrđen Protokolom, uglavnom je utemeljen na simbolima bez uporabe riječi.
- Latinska Amerika, države Srednje Amerike i neke zemlje u Aziji koriste Nacrt konvencije iz 1953. godine. Također se upotrebljavaju simboli, ali na različite načine. Znakovi upozorenja su u obliku romba umjesto trokuta, crvena dijagonalna crta na znakovima isključivo se upotrebljava za zabranu. Znakovi zabrane i dozvole ne mogu se razlikovati na osnovi boje.
- Kanadski sustav najviše koristi simbole, a zasnovan je na Protokolu i Nacrtu konvencije iz 1953. godine i američkom sustavu s nekim novim znakovima.
- U nekom dijelovima istočne i južne Afrike koristi se neka varijanta staroga britanskog sustava, koji je kombinacija simbola iz Protokola i pisanih tekstova. Inače su britanski znakovi u velikom dijelu kombinacija riječi i simbola.⁵

Ujedno 1968. godine usvojen je novi sporazum u Beču kako bi se unificirali i nominirali prometni znakovi na međunarodnoj razini. Nastojalo se uključiti najrašireniji sustav iz Nacrta konvencije iz 1953. i Protokola koji upotrebljava Europa. Ta konvencija je osnova i za naše prometne znakove.¹

¹ Pašagić S.: Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2004., str. 80.

Počeci svjetlosne signalizacije započinju u prometnim granama starijim od cestovnog, poput željezničkog. Stoga nije čudno da je prvi cestovni prometni semafor izumio inženjer stručan za željezničku signalizaciju, J.P. Knight. Bio je sličan željezničkom semaforu s ručkom i crvenim i zelenim svjetlom za noćnu signalizaciju. Imao je pokretne krakove sa značenjem slobodnog kretanja kada su postavljeni visoko, dok je nužnu pozornost pri kretanju značilo u spušenom položaju. Prestali su se upotrebljavati nakon eksplozije uređaja uvjetovana plinom, koji je poslužio kao izvor svjetlosti.¹

Garrettu Morganu je 1913. godine odobren patent za izum prometnog znaka sa tri naredbe koji je bio preteča modernom semaforu. Njegov izum je predstavljao inovaciju već postojećeg semafora koji je imao opciju *Stop* i *Go*. Naime, Morgan je dodao i treću opciju *Warning* kako bi se regulacija prometa odvijala sigurnije.

Konstruiranjem motornih vozila na američkim cestama devedesetih godina 20.stoljeća potaklo je policijskog službenika, Williama Potts da signalni uređaj “pojača” žutom bojom. Godine 1921. Potts usavršava svoj izum i u Detroitu instalira svoj prvi trobojni ručni električni semafor⁶. Današnji modeli semafora u osnovi su Pottsovog dizajna koji zbog svoje jednostavnosti i funkcionalnosti nije mijenjan.



Slika 2. Povijest prometnih svjetala [6]

¹ Pašagić S.: Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2004., str. 78.

⁶ URL: <http://www.poslovni.hr/after5/jednostavan-ureaj-za-reguliranje-kompliciranog-gradskog-krvotoka-22604>

Nakon Drugog svjetskog rata, zbog povećanja broja vozila, započela je modernizacija signalnih uređaja. Izgradnjom i urbanizacijom gradova i naselja razvija se i cestovne mreža što zahtjeva i unaprjeđenje sustava za upravljanje prometom u koje pripadaju i signalni uređaji. Potreba za obradom velikog broja prometnih parametra, optimalizacije upravljačkih naredaba u kratkom vremenskom razdoblju, afirmirale su primjenu procesnih računala u svim signalnim sustavima.

U Republici Hrvatskoj prvi semafor postavljen je ranih 60 – ih godina prošlog stoljeća u Zagrebu na raskrižju Vodnikove ulice i Savske ceste. Prometom je upravljao policajac iz kućice gdje se nalazio uređaj koja je bila postavljena na dovoljno vidljivom mjestu. Prvi signalni uređaj proizveden u Hrvatskoj bio je uređaj poduzeća Nikola Tesla a koji je instaliran 9. rujna 1963. godine. Semafor je proizveden prema licenci tvrtke Ericsson iz Švedske a na temelju poslovne suradnje LM Ericsson – Nikola Tesla¹ (slika 3).



Slika 3. Poduzeće “ Nikola Tesla “ [12]

Uspostavom proizvodnje, signalni uređaji sve su više bili predmetom potražnje, zbog čega je 1965. godine poduzeće “Nikola Tesla“ vlastitim kapacitetima započelo razvijati i proizvoditi uređaje samostalno, detektorsko i koordinirano upravljanje. Na potezu Ulice braće Kavurića 1965. godine instaliran je prvi "zeleni val" na kojemu su promet regulirali uređaji proizvedeni u navedenom poduzeću. Centrala koja je koordinirala rad uređaja postavljena je u zgradi policije u Đorđićevoj ulici. Proširenjem zone na dva susjedna poteza nastala su dva "zeleni vala" u suprotnom smjeru. Centrala je premještena u Martićevu ulicu⁸.

¹ Pašagić S.: Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2004., str. 79.

⁸ <http://www.prometna-zona.com>

3. PODJELA PROMETNE SIGNALIZACIJE, UREĐAJA I OPREME NA CESTAMA

Uz pomoć prometne signalizacije sudionici primaju vizualne obavijesti o stanju u prometu, o opasnim mjestima na cesti ili drugim važnim informacijama za sigurno i udobno sudjelovanje u cestovnom prometu. Sigurnost, brzina i udobnost kretanja sudionika u prometu je od velike važnosti. Na cestama s kvalitetnim prometnim znakovima, signalizacijom i opremom povećava se sigurnost vozača, a i time i sigurnost prometa.

3.1. Prometni znakovi

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. Zbog toga, prometni znakovi trebaju biti postavljeni sa desne strane u smjeru kretanja vozača. Dimenzije prometnih znakova u pravilu se određuju prema kategoriji ceste. Izvan naseljenih mjesta prometni znakovi trebaju biti postavljeni na visini od 1.2 do 1.4 m, a u naseljenim mjestima na visini od 0.3 do 2.2 m. Udaljenost od ruba kolnika treba biti najmanje 0.3 m. Posebno je važno da se ne postavi preveliki broj znakova jer bi to moglo zbuniti vozača.²

U prometne znakove ubrajaju se:

- znakovi opasnosti
- znakovi izričitih naredaba
- znakovi obavijesti
- dopunske ploče

3.1.1. Znakovi opasnosti

Za obilježavanje dijela ceste ili mjesta na kojem je moguća pojava opasnosti zbog koje sudionici u prometu mogu izazvati prometnu nesreću ili sudjelovati u njoj, upotrebljavaju se znakovi opasnosti. Znakovi opasnosti imaju oblik istostraničnog trokuta. Osnovna boja im je bijela, a rubovi trokuta su crveni. Simboli na znakovima su crne boje. Dimenzije stranica trokuta su 120 cm za autoceste i ceste za motorni pogon; 90 cm na županijskim cestama i glavni gradskim prometnicama; 60 cm na ostalim cestama. Izvan naselja postavljaju se na udaljenosti 150 – 250m, a u naseljima do 150 m ispred opasnog mjesta. Sudionicima u prometu označuju blizinu dijela ceste ili mjesto na kojem prijete opasnost.

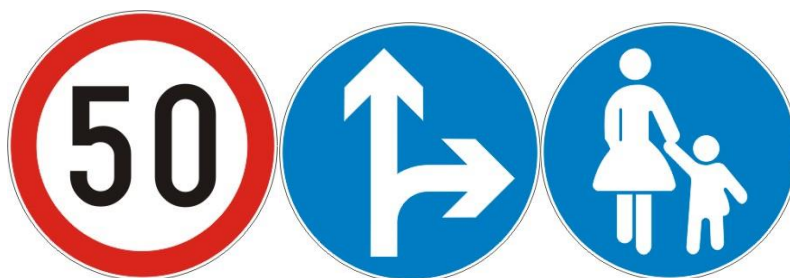
² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 254.



Slika 4. Prometni znakovi opasnosti [4]

3.1.2. Znakovi izričitih naredaba

Znakovi izričitih naredbi upotrebljavaju se kako bi sudionici u prometu pravovremeno bili obaviješteni o zabranama, propisanim ograničenjima i obvezama na cesti po kojoj prometuju. Izrađuju se u obliku kruga osim znaka raskrižje s cestom s prednošću prolaska i prometnog znaka obveznog zaustavljanja. Osnovna boja znakova zabrane i ograničenja je bijela, a simboli i natpisi su crne boje. Na znakovima obveze osnovna boja je plava, a simboli i natpisi su bijeli. Promjer kruga je 90 cm na autocestama i cestama za motorni promet; 60cm na županijskim cestama i glavnim gradskim prometnicama; 40 cm na ostalim cestama. Postavljaju se neposredno ispred mjesta za koje vrijedi naredba.²



Slika 5. Prometni znakovi izričitih naredaba [4]

3.1.3. Znakovi obavijesti

Znakovi obavijesti su prometni znakovi 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 cestovnoj infrastrukturi.

² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 255 - 256.

Izrađuju se u obliku kvadrata ili pravokutnika. Osnovna boja je bijela sa simbolima crne boje, odnosno plava boja sa simbolima i natpisima bijele boje. Dimenzije kvadrata su 90 x 90 cm na autocestama i cestama za motorni promet; 60 x 60 cm na županijskim cestama i glavnim gradskim prometnicama; 40 x 40 cm na ostalim cestama. Dimenzije pravokutnika su 90 x 120 cm na autocestama i cestama za motorni promet; 60 x 90 cm na županijskim cestama i glavnim gradskim prometnicama; 40 x 60 cm na ostalim cestama. Postavljaju se na građevine ili dijelove ceste na koje se znak odnosi.

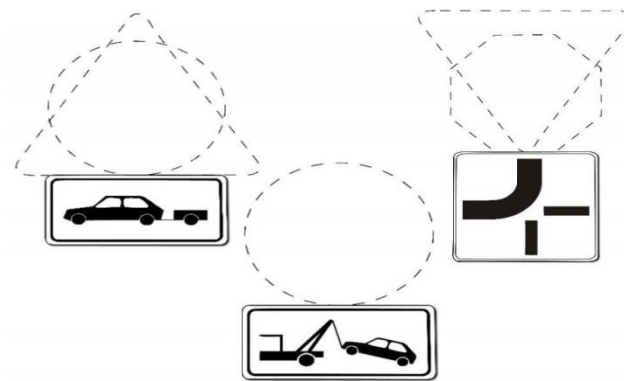


Slika 6. Prometni znakovi obavijesti [4]

3.1.4. Dopunske ploče

Mogu se postaviti uz prometne znakove. Određuju značenje prometnog znaka. Njihova širina ne smije biti veća od širine prometnog znaka, a visina ne smije biti veća od pola širine. Osnovna boja je bijela, a boja natpisa ili simbola crna. Moraju se ukloniti nakon što prestanu razlozi zbog kojih su postavljene. Označuju primjenu zabrane parkiranja ili zaustavljanja vozila do znaka, od znaka odnosno s jedne ili druge strane znaka (slika 7.) itd.²

² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 256.



Slika 7. Dopunske ploče [4]

3.2. Oznake na kolniku

U tlocrtnu signalizaciju spadaju oznake na kolniku. One omogućavaju lakše odvijanje prometa, a nedostatak im je što nisu vidljive za snježnih oborina i što ih treba često obnavljati zbog brzog trošenja.² Bijele su boje (osim žuto za zabrane parkiranja i rubne trake). Postavljaju se samostalno ili u kombinaciji s prometnim znakovima, opremom i svjetlosnom signalizacijom.

Osnovni zadaci oznaka na kolniku su da one:

- Upozoravaju na stanje i situaciju u prostoru ispred vozila koja zahtjeva osobitu pozornost i oprez za nastavak sigurnog upravljanja vozilom
- Vode vozače do njihovog cilja putovanja identificirajući im sigurnu putanju vožnje
- Informiraju vozače o zakonskim ograničenjima
- Pomažu pri reguliranju prometa na optimalan način

Osnovna funkcionalna podjela oznaka na kolniku:

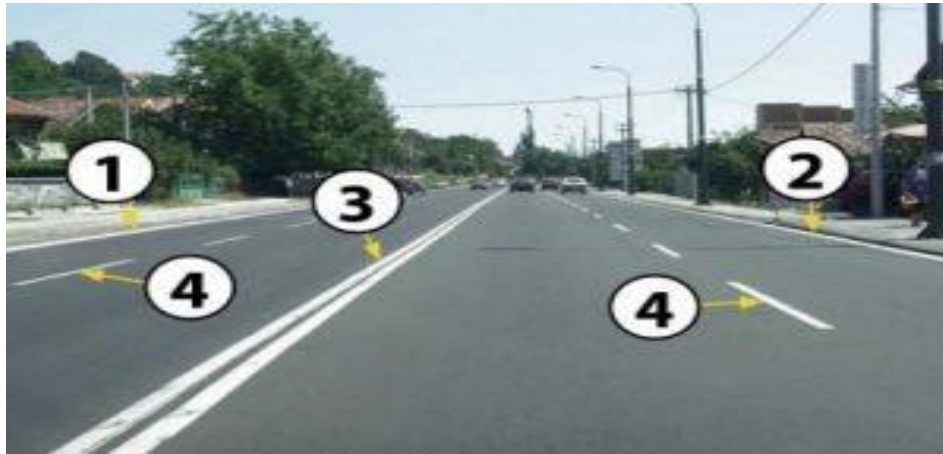
- Uzdužne oznake
- Poprečne oznake
- Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika

Osim ove osnovne podjele, oznake na kolniku se još mogu podijeliti s obzirom na njihovu trajnost, retroreflektivne značajke, vrstu primijenjenog materijala, način njihove aplikacije, koeficijent trenja i dr.

² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 257.

3.2.1. Uzdužne oznake na kolniku

Oznake na kolniku upotrebljavaju se radi kao dopuna prometnih znakova a osnovna im je funkcija da omogućavaju bolje vođenje i upravljanje prometnih tokova. Oznake na kolniku su razdjelne crte, rubne crte, crte upozorenja, crte vodilje, crte za odvajanje trakova za vozila javnog prijevoza putnika...



Slika 8. Uzdužne oznake [13]

Isprekidana uzdužna razdjelna crta (4, slika 8) dijeli kolničku površinu na prometne trake, dok puna uzdužna razdjelna crta (3, slika 8) i rubna (1, slika 8), označuju zabranu prelaska vozila preko te crte ili zabranu kretanja vozila po toj crti. Isprekidana razdjelna crta može biti kratka, široka ili kao crta upozorenja. Široka isprekidana crta služi kao rubna crta za razdvajanje tokova u raskrižju na cestama izvan naselja i najmanje širine 30 cm. Crta upozorenja služi za najavljuvanje blizine pune razdjelne crte. Kratka isprekidana crta služi kao razdjelna crta na prilaznim krakovima raskrižja, kao crta vodilja u samom raskrižju i za odvajanje trakova za vozila javnog prijevoza putnika.

Dvostruka razdjelna crta može biti puna, isprekidana i dvostruko kombinirana i obvezno se označava na kolnicima za dvosmjerni promet vozila i to:

- s dva i više prometnih trakova za svaki smjer
- s neparnim brojem prometnih trakova ako se pretjecanje zabranjuje u oba smjera
- u tunnelima i prilazima tunelu u dužini najmanje 200 m
- aa objektima
- Ako to zahtijevaju prometni i sigurnosni uvjeti ceste ili okoliš ceste.

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

Kombinirano dvostruka crta služi za razdvajanje prometnih trakova na mjestima na kojima su uvjeti preglednosti takvi da dopuštaju pretjecanje samo u jednom smjeru kretanja.

3.2.2. Poprečne oznake na kolniku

Ova kategorija oznaka obuhvaća sve oznake koje se nalaze okomito ili pod malim kutom u odnosu na os ceste:

- Crte zaustavljanja
- Kose crte
- Graničnici
- Pješачi prijelazi
- Prijelazi biciklističke staze preko kolnika

Obilježavaju se punim ili isprekidanim crtama i mogu biti povučene na kolniku tako da zahvaćaju jedan ili više prometnih trakova. S obzirom na kut pod kojim ih vozač vidi, šire su od uzdužnih traka.

Puna crta zaustavljanja označuje mjesto na kojem vozač mora zaustaviti vozilo. Ispred crte može se na kolniku ispisati riječ “ STOP “ . Isprekidana crta zaustavljanja označuje mjesto na kojemu vozač mora zaustaviti vozilo ako je potrebno propustiti vozila koja se kreću cestom s pravom prednosti prolaska. Ispred crte može se ubilježiti trokut upozorenja.

Kose crte označuju mjesto otvaranja izlaznog traka i zatvaranja ulaznog traka na autocesti ili brzjoj cesti.

Graničnik označuje mjesto ulaženja na kojem je potrebno odvojiti dio kolnika na kojem je zabranjen promet

Pješачki prijelaz označuje dio površine kolnika namijenjenog prijelazu pješaka. Na mjestima na kojima se pješачki prijelaz ne može obilježiti bojom, prijelaz se može obilježiti čeličnim ili plastičnim elementima, klinovima ili reflektirajućim oznakama. Pješачki prijelaz mora biti obilježen znakom C02 i A33, osim na mjestima na kojima se promet regulira semaforima. Na kolniku uz pješачki prijelaz koji se nalazi u blizini škole mora stajati natpis “ ŠKOLA “.



Slika 9. “ STOP“ crta, prijelaz biciklističke staze, isprekidana crta zaustavljanja [4]

3.2.3. Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika

Ostale oznake su:

- Strelice
- Polja za usmjerivanje prometa
- Crte usmjerivanja
- Natpisi
- Oznake za označavanje prometnih površina za posebne namjene
- Oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i uzdužne oznake ²

Strelicama se na kolniku obilježava obavezan smjer kretanja vozila. Može se označiti još jedan smjer, dva smjera (kombinirana), prestrojavanje na dva bliža raskrižja gdje se prestrojavanje mora obaviti prije prvoga raskrižja na koje je zabranjeno skretati u naznačenim smjerovima, smjer kretanja u garažama, skretanje prometa, najava završetka pretjecanja itd.

Polja za usmjerivanje prometa označuju površinu na kojoj je zabranjen promet i na kojoj nije dopušteno zaustavljanje i parkiranje vozila i to između dva traka sa suprotnim smjerovima, između dva traka s istim smjerovima, na mjestu otvaranja posebna traka za skretanje, ispred otoka za razdvajanje prometnih tokova, na ulaznom kraku na autocesti i na izlaznom kraku s autoceste.

Crta usmjeravanja označuje mjesto promjene slobodne površine kolnika ispred čvrstih prepreka koje se nalaze na cesti ili na njezinim rubovima.

Natpisi na kolniku daju sudionicima u prometu potrebne obavijesti, nazive mjesta i ograničenje brzine. Mogu biti izvedeni i kao umetnuti prometni znakovi.

Označavanje prometnih površina za posebne namjene služi za:

- Obilježavanje mjesta namijenjenih isključivo za autobusna stajališta (H51, H52, H53)
- Obilježavanje mjesta namijenjenih isključivo za taksi vozila (H54)
- Obilježavanje pješačkog prijelaza u blizini škola (H55)
- Obilježavanje mjesta namijenjenim isključivo osobama s invaliditetom (H56)
- Obilježavanje mjesta na kojim je zabranjeno zaustavljanje i parkiranje (H57 i H58)
- Obilježavanje biciklističkih i pješačkih staza (H59)

Parkiranje uz rub kolnika može biti uzdužno, koso i okomito.

² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 260.

4. PROMETNA SVJETLA I SVJETLOSNE OZNAKE

Uređaji kojima se daju prometni znakovi prometnim svjetlima crvene, žute i zelene boje služe za upravljanje prometom. Prometna svjetla jesu:

- Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom
- Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom namijenjeni samo pješacima
- Svjetlosni znakovi za upravljanje javnim gradskim prometom
- Svjetlosni znakovi za obilježavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge
- Svjetlosni znakovi za obilježavanje radova na cesti i zapreka

Svjetlo upotrijebljeno kao svjetlosni prometni znak može biti postojano (neprekidno) ili trepćuće (prekidano). Svjetlosni prometni znakovi mogu se postaviti na ploči bijele boje s rubom crne boje (kontrastna ploča).⁴

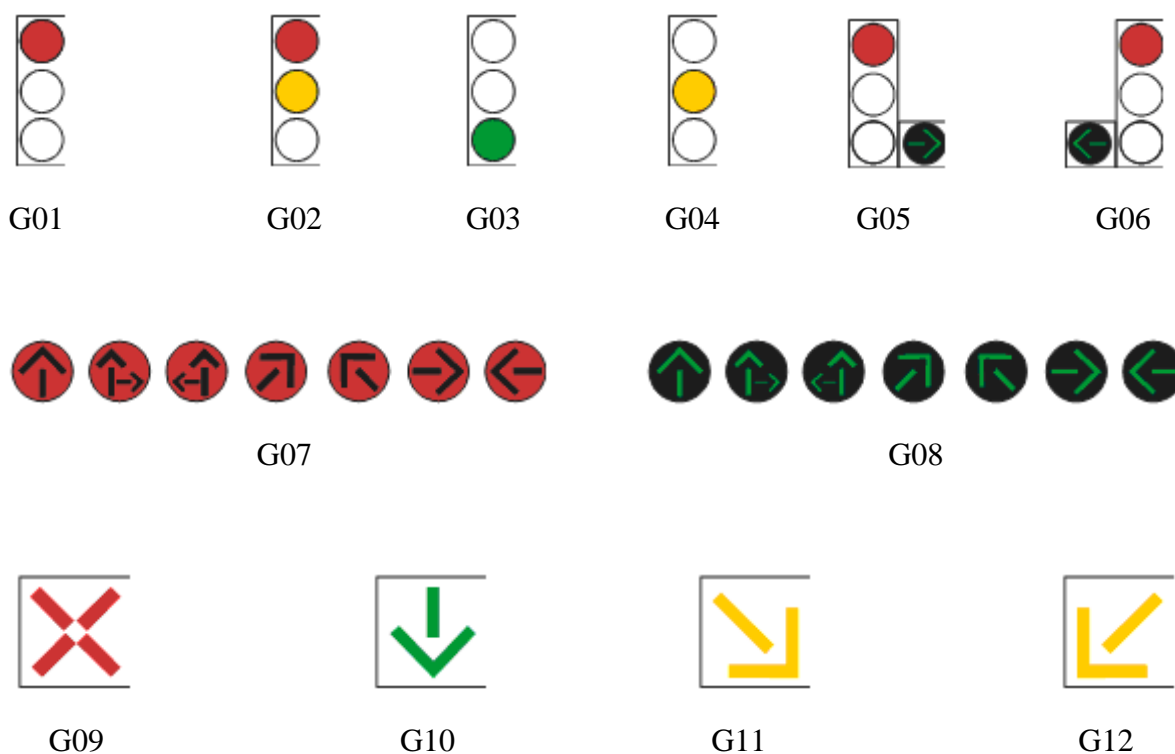
Zadaća svjetlosnih prometnih znakova:

- uspostavljanje pravilnog i urednog toka prometa
- povećanje sigurnosti toka prometa
- uspostavljanje približno kontinuiranog toka prometa
- prekidanje toka prometa u ulicama s velikim opterećenjem radi prolaska pješaka i vozila iz ulica manjeg značenja
- davanje prednosti jednoj vrsti prometa pred drugom
- usmjerivanje prometa u određene pravce i trakove
- upozoravanje vozača na opasna mjesta (prijelaz preko pruge i sl.)

4.1. Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom

Svjetlosni znakovi sa trobojnim svjetlima upotrebljavaju se za upravljanje prometom na više prometnih traka istodobno ili za svaki prometni trak posebno. Ako se uređajem upravlja prometom na svakom traku posebno, svjetlosni su znakovi iznad prometnih traka na koje se odnose. Kad su svjetlosni znakovi upotrijebljeni za upravljanje prometom na više prometnih traka i smjerova kretanja istodobno, svjetlosni su znakovi s desne strane kolnika.

⁴ Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, Narodne novine br. 33/2005, Članak 56.

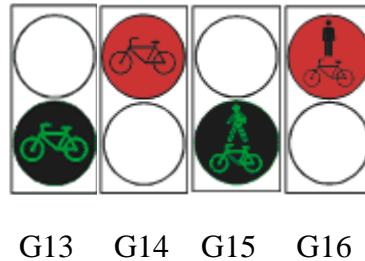


Slika 10. Svjetlosni znakovi za upravljanjem prometom [4]

Na slici 10. pod oznakom G01 crveno svjetlo označuje zabranjen prolazak vozila. Zajedno crveno i žuto svjetlo označuju skori prestanak zabrane prolaza vozila prije pojave zelenog svjetla (G02). Zeleno svjetlo označuje slobodan prolaz vozila te mora biti upaljeno kao samostalno svjetlo (G03). Oznaka G04 prikazuje da žuto svjetlo prije crvenog nagovještava zabranu prolaska, jedino za vozila koja su na maloj udaljenosti i ne mogu se zaustaviti vrijedi slobodan prolaz. Dopunska svjetleća strelica označuje slobodan prolaz vozila u smjeru označenom zelenom svjetlećom strelicom za vrijeme dok je upaljeno crveno ili žuto svjetlo (G05 i G06). Na oznakama G07 i G08 se vide oblici crvenih i zelenih strelica. Prekrižena crta crvene boje (G09) signalizira zabranu toka prometa uzduž prometnog traka iznad kojeg se znak nalazi. Za razliku od crvene, zelena strelica vrhom okrenutim nadolje označuje slobodan tok prometa uzduž prometnog traka iznad kojeg se znak nalazi (G10). Zadnje dvije žute strelice okrenute jedna prema desnoj, dok druga prema lijevoj strani označuju skretanje toka prometa s prometnog traka iznad kojeg se znak nalazi (G11 i G12).⁴

⁴ Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, Narodne novine br. 33/2005, Članak 57.

Za upravljanjem prometom pješaka i biciklista ili kombinirano posebnim se uređajima daju izmjenično svjetlosni znakovi zelenim i crvenim svjetlom. Zeleno svjetlo označuje slobodan prolaz za bicikliste (G13) i kombinirano (G15), dok crveno svjetlo označuje zabranjen prolaz biciklistima (G14) i kombinirano (G16).

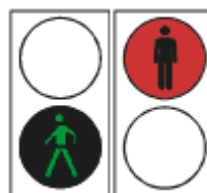


Slika 11. Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom biciklista i pješaka [4]

4.2. Svjetlosni znakovi za upravljanje prometom namijenjeni samo pješacima

Upravljanje prometom pješaka s posebnim uređajima, u skladu sa Zakonom o sigurnosti prometa na cestama, daju se izmjenično svjetlosni znakovi zelenim i crvenim svjetlom. Zeleno svjetlo može biti namješteno tako da se u određenom vremenskom razmaku, prije nego što se ugasi, najavljuje i kao trepćuće zeleno svjetlo. Crveno i zeleno svjetlo ne mogu biti upaljeni istodobno. Svjetleća silueta pješaka na tamnoj podlozi označuje:

- Slobodan prolaz za pješake (G17)
- Zabranjen prolaz za pješake (G18)⁴



G17 i G18

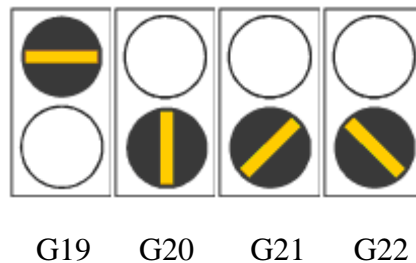
Slika 12. Svjetlosni znakovi za upravljanjem prometom namijenjeni samo pješacima [4]

⁴ Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, Narodne novine br. 33/2005, Članak 59.

4.3. Svjetlosni znakovi za upravljanje javnim gradskim prometom

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 znači zabranu prolaza tramvaju i postavlja se po okomitoj osi gore, a uspravna i kosa crta slobodan prolaz tramvaju u odgovarajućem smjeru i postavlja se dolje. Crtama se označuje:

- Zabrana prolaza tramvaja (G19)
- Slobodan prolaz tramvaja u smjeru ravno (G20)
- Slobodan prolaz tramvaja u smjeru desno (G21)
- Slobodan prolaz tramvaja u smjeru lijevo (G22)⁴



Slika 13. Svjetlosni znakovi za tramvajskim prometom [4]

4.4. Svjetlosni znakovi za obilježavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge

Na prijelazu ceste preko željezničke pruge u istoj razini postavlja se poseban znak s prometnim svjetlima. Znak ima oblik istostraničnog trokuta s vrhom okrenutim prema gore, a dva crvena prometna svjetla kružnog oblika na znaku moraju se nalaziti jedno pored drugoga u vodoravnoj osi. Znakovni dio ove kombinacije upozorava vozača motornog vozila da nailazi na prijelaz ceste preko željezničke pruge u istoj razini, a kada se upale dva crvena svjetla, vozač mora zaustaviti vozilo pred prijelazom, odnosno pred branicima ili polubranicima. Dva crvena prometna svjetla na znaku izmjenično se pale i gase.

⁴ Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, Narodne novine br. 33/2005, Članak 60.

Sami branici, odnosno polubranici, moraju biti opremljeni refleksnim staklima ili presvučeni crveno reflektirajućom tvari po cijeloj svojoj dužini. Dodatno i na njima moraju biti crvena, treptava prometna svjetla. Branici i polubranici opremljeni su treptavim crvenim svjetlima radi bolje uočljivosti.



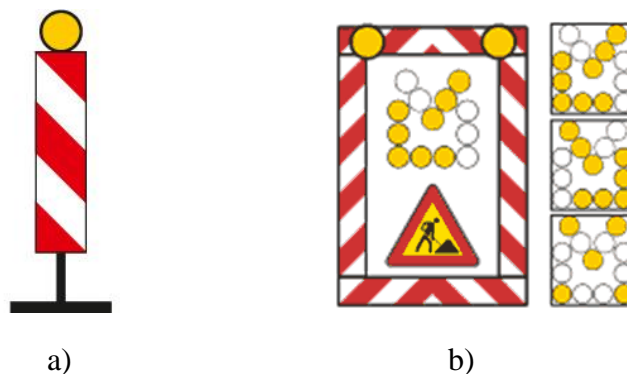
Slika 14. Znak G23 [4]

Ovo prometno svjetlo najavljuje približavanje vlaka, odnosno spuštavanje branika ili polubranika ili obavještava sudionike u prometu na cesti da je branik ili polubranik u zatvorenom položaju.

4.5. Svjetlosni znakovi za obilježavanje radova na cesti i zapreka

Svjetlosni znakovi za obilježavanje radova na cesti i zapreka mogu biti:

- ploča za označivanje zapreka s treptačem
- pokretna ploča s treptačima i znakovima
- privremeni uređaji za davanje znakova prometnim svjetlima radi naizmjeničnog propuštanja vozila iz suprotnih smjerova.⁴



Slika 15. Svjetlosni znakovi za obilježavanje radova na cesti i zapreka [4]

⁴ Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, Narodne novine br. 33/2005, Članak 66.

5. ULOGA I ZNAČAJ PROMETNIH SVJETALA, SVJETLOSNIH ZNAKOVA U VOĐENJU, UPRAVLJANJU I SIGURNOSTI PROMETA

Svjetlosni znakovi i prometna svjetla imaju ulogu povećanja sigurnosti i poboljšanja kakvoće odvijanja prometa na cesti. Na križanjima gdje se promet regulira pojedinačnim svjetlosnim signalima, koji rade izolirano za svako križanje, može se upravljati: ručno po fazama, vremenski ustaljeno, poluovisno i ovisno o prometu.

Na cestama s dopuštenom brzinom većom od 60 km/h promjer svjetlosnoga polja treba biti 300 mm. Promjena s vremena propuštanja vozila (zeleno svjetlo) na vrijeme zatvaranja prolaska (crveno svjetlo) prikazuje se prijelaznim žutim svjetlom.³

Trajanje žutoga svjetla se određuje prema dopuštenoj maksimalnoj brzini za privoz na kojega se odnosi i to:

- 3 s za brzinu 50 km/h
- 4 s za brzinu 60 km/h
- 5 s za brzinu 70 km/h

Signalni uređaji semafora se postavljaju na stupove, konzole i, u određenim slučajevima, na portale. Jednom odabranu konstrukciju trebalo bi zadržati unutar poteza ceste. Minimalni razmak između osi stupa i ruba kolnika je:

- 1,00 m za ceste s dopuštenom brzinom 60 km/h i većom
- 0,75 m za ceste s dopuštenom brzinom manjom od 60 km/h

Donji rub signala treba biti na visini od najmanje:

- 2,10 m iznad pjašačkoga hodnika
- 2,20 m iznad biciklističkoga puta kretanja
- 4,50 m iznad kolnika

Upravljački semaforski uređaj smješta se u PVC ormarić, kakvoće zaštite IP (International Protection) 54, koji treba zaštititi od štetnih naslaga prašine te biti otporan na ultraljubičasto zračenje.

³ Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, 2001 - KNJIGA VI., str. 9-26.

Signali kojima se upravlja prometom su:

- Signali za upravljanje motornim prometom
 - s fiksnim vremenom
 - kontakti
- Signali za pješake i bicikliste
- Posebni signali
 - signali za vozila javnog gradskog prometa
 - trepćući signali
 - brzinski signali
 - direkcijski signali
 - signali za pojedine trakove

U Republici Hrvatskoj još uvijek nema propisanih kriterija i način postavljanja semafora i svjetlosne prometne signalizacije. Zbog tog nedostatka u praksi su prihvaćeni i primjenjuju se opći i posebni kriteriji a 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

Od posebnih kriterija za postavljanje svjetlosnih signala na raskrižjima primjenjuju se američke i europske norme.²

S obzirom na geoprometnu specifičnost Hrvatske najčešće se primjenjuju europske norme prema kojima se signali postavljaju u slučaju:

- Ako broj vozila koja dolaze na križanja iznosi najmanje 400 – 500 u satu po smjeru ili promatranom traku tijekom osam sati
- Ako broj pješaka koji prelaze glavnu ulicu iznosi 250 u satu za bilo kojih osam sati prosječnog dana
- Ako je prosječna brzina na prilazima križanja najmanje 25 km/h

Osnovni pojmovi kod svjetlosnih signala su ciklus, faza i interval. Pod pojmom ciklus smatramo vrijeme od početka paljenja jedne kombinacije signalnih pojmova do ponovnog paljenja te iste kombinacije. Faza je dio ciklusa u kojemu jedna ili više skupina vozila ili pješaka ima slobodan prolaz. Interval je vrijeme trajanja bilo kojega svjetlosnog pojma.

² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 269.

Na svakom raskrižju se mora težiti da se postigne kontinuirani prometni tok, a to zahtjeva sinkronizirani rad signala. Koordinacijom signala postiže se:

- Veća propusna moć
- Veći stupanj sigurnosti prometa
- Mogućnost davanja prednosti, prema potrebi, određenom smjeru vožnje
- Određena brzina kretanja vozila
- Mogućnost presijecanja iz poprečnih pravaca

Duljina signala intervala koji se aktiviraju prometom, odnosno kontakti signali ovise o trenutačnim potrebama prometa. Uloga detektora je da upravlja radom tih signala. Postavljaju se na svim prilazima ili samo na pojedinim prilazima križanju. Detektore dijelimo u dvije skupine:

- Detektori koji broje osovine
- Detektori koji broje vozila

Detektori osovina su žični, hidraulični, pneumatski i kabelski, a detektori vozila su induktivni, geomagnetski, ultrazvučni, radarski te fotočelije. Najznačajniji su pneumatski, ultrazvučni i induktivni detektor s petljom jer se najviše upotrebljavaju.²



Slika 16. Pneumatski i ultrazvučni detektori te induktivna petlja [14]

² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 284.

Duljina ciklusa i razdioba unutar samog ciklusa ovise o potrebama prometa. Signale kojima upravljaju sudionici u prometu treba postaviti:

- Kad zbog relativnog malog broja vozila na križanju nema opravdanja za postavljanje signalizacije s fiksnim vremenom
- Zbog prevelikog broja vozila na glavnom smjeru, vozila iz sporednih ulica se ne mogu uključiti
- Kada je potrebno posebno upravljati prometom tijekom vršnog sata
- Ako je velik broj pješaka koji prelaze glavni smjer
- Prilikom događanja velikog broja nesreća, a da nisu zadovoljeni uvjeti za postavljanje signala s višefaznim sustavom

Postoje razni načini upravljanja prometom na križanjima pa tako postoji ručno po fazama, vremenski ustaljeno, poluovisno i ovisno o prometu. Sinkroniziranjem signala može se obaciti pri razmaku križanja od 280 do 750 metara. Optimalni razmak križanja je 360 do 380 metara. Kod razmaka većih od 380 metara val se rasipa (skupina vozila u kretanju). Za sinkroniziranje rada signala primjenjuju se:

- Alternativni sustav
- Simultani sustav
- Progresivni sustav
- Fleksibilno progresivni sustav

Kod alternativnog sustava susjedni signali ili skupina signala istodobno pokazuju suprotne pojmove. Primjenjuju se pri jednakom ili približno jednakom razmaku križanja. Alternativni sustav može biti jednostruk ili dvostruk. Kada je riječ o jednostrukom, svaki uzastopni signal istodobno pokazuje suprotni pojam. Kod dvostrukog, dva ili više susjednih signala pokazuju jedan pojam, a signalna svjetla susjednog para pokazuju suprotni pojam. Smatra se da je jednostruk sustav pogodniji jer je bolje vođenje vala.

Zbog dosta nedostataka simultani sustav se rijetko primjenjuje. Ovaj sustav se isto kao i alternativni primjenjuje pri jednakom ili približno jednakom razmaku između križanja. Signali na svim križanjima pokazuju isti pojam.

Pri nejednolikom razmaku između križanja primjenjuje se progresivni sustav. Isti pojmovi na pojedinim križanjima se pomiču na izvjesno vrijeme (fazni pomak). Duljina ciklusa je tada jednaka za sva križanja, ali je njegova razdioba različita.

Fleksibilno progresivni sustav djeluje kao i progresivni. Razlika je u tome što je jedino moguća izmjena duljine ciklusa te je pogodan u gradovima gdje je promet reguliran na načelu zelenog vala.²

² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 278.

U situacijama kada se semaforizirana raskrižja nalaze relativno blizu poželjno je koordinirati zelena vremena tako da se omogući efikasno kretanje vozila kroz niz semaforiziranih raskrižja. Nema smisla da vozači čekajući na zeleno svjetlo gledaju kako se na nizvodnom semaforu bespotrebno troši zeleno svjetlo ili da vozila na nizvodni semafor dolaze na početak crvenog svjetla.



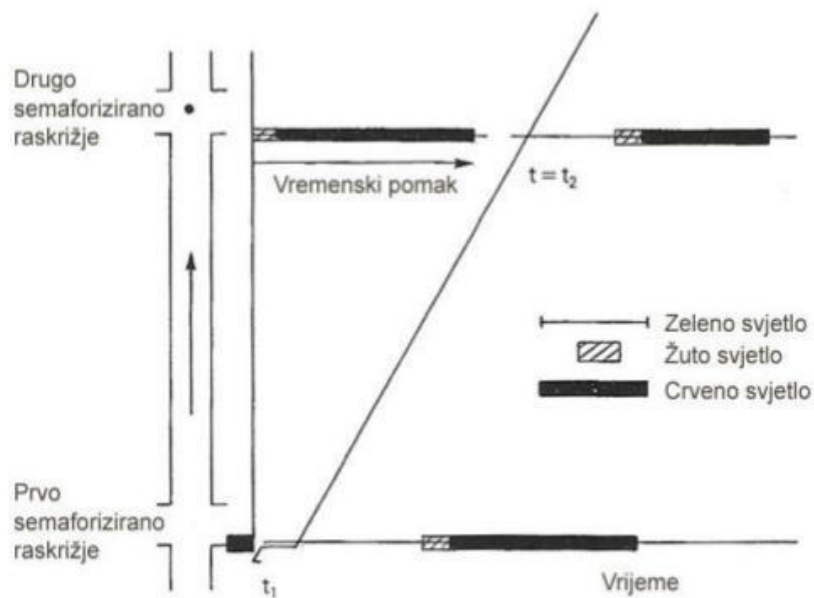
Slika 17. Semaforizirano raskrižje [9]

Postoje 4 glavna faktora o kojima se mora voditi računa kada se razmišlja o koordinaciji (sinkronizaciji) semafora:

- Prednosti
- Svrha sustava semaforiziranih raskrižja
- Nedostaci
- Iznimke iz koordinatnog sustava

Kod sinkroniziranja semafora svi moraju imati istu duljinu ciklusa. Jednaka duljina ciklusa može dovesti do situacije da neka semaforizirana raskrižja ne funkcioniraju optimalno sa stanovišta lokalnih potreba raskrižja (s obzirom na funkcioniranje kao izolirana raskrižja). Može se zaključiti da ako svrha koordinacije nije optimiziranje sustava ulica onda ona nije ni potrebna.

Osnovni pojam kod koordinacije rada semafora je pomak (offset) koji predstavlja razliku vremena započinjanja zelenih faza susjednih raskrižja, mjerenu kao razliku početka zelenog vremena na prvom raskrižju u odnosu na početak zelenog vremena na drugom raskrižju (slika 18).



Slika 18. Koordinacija semafora [9]

Prednosti su:

- Razina usluge prikazana kao kombinacija broja zaustavljanja i prosječnog zakašnjenja na privozima raskrižja
- Očuvanje energije
- Zaštita okoliša
- Održavanje željene brzine
- Sprečavanje zagušenja kratkih blokova

Sustav sinkroniziranih raskrižja uvjetovan je fizičkim rasporedom i geometrijom mreže ulica i raskrižja. Prvo što se mora razmotriti je tip sistema ulica koji se koristi: jesu li to jednosmjerne ili dvosmjerne ceste ili mreža glavnih gradskih ulica. Slijedeće o čemu se mora voditi računa je koji se smjerovi kretanja žele koordinirati. Ciljevi su postizanje minimalnih zakašnjenja, minimalnog broja zaustavljanja, maksimalne širine zelenog vala (bandwidth).

Nedostaci su:

- Nedostatni kapacitet ulice
- Postojanje bočnih smetnji (npr. brojni manevri parkiranja na privozima raskrižja)
- Komplicirana raskrižja s višefaznim sustavima
- Varijabilnost brzina na mreži ulice
- Mali razmak raskrižja
- Veliki promet s ili na koordiniranu ulicu

U današnjem sustavu automatskog upravljanja koriste se tri koncepcije:

- Centralizirana
- Decentralizirana
- Kombinirana

Lokalni signalni uređaj u centraliziranoj koncepciji ima samo izvršnu ulogu i sadrži samo sklopove za upravljanje prometnim signalima. Glavna centrala određuje signalni plan (trajanje svjetlosnih signalnih pojmova za jednu određenu prometnu situaciju). Potrebno je vrlo malo podataka pa ona traži jaku programsku podršku u glavnoj centrali. U decentraliziranoj koncepciji upravljanja mnoge su funkcije prepuštene lokalnim signalnim uređajima, ali su oni povezani u mrežu s glavnom centralom. Pri prekidu veza s glavnom centralom, lokalni uređaji rade prema lokalnom algoritmu te se ne postiže optimum, jer svaki lokalni uređaj radi prema kriteriju pojedinačnog upravljanja. Kombinirana koncepcija upravljanja objedinjuje samo dobre značajke centraliziranog i decentraliziranog funkcioniranja sustava. Pri projektiranju kombinirane koncepcije polazi se od pretpostavke da su pojedine prometne zone ili prometni potezi bitni za odvijanje prometa.. Stoga je kombinirana koncepcija najraširenija i gotovo je idealno rješenje za primjenu bilo koje strategije ².

² Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 282.

Semaforizirana raskrižja u osnovi su opasna za bicikliste, ali su nužna na prijelazima gustih prometnih tokova. Raskrižja bi trebala biti projektirana tako da bicikliste čine uočljivima, pojednostavne im kretanje i skrate im vrijeme čekanja. Primjeri dobro projektiranih raskrižja su dopunska traka za desno skretanje i postavljene zaustavne linije. Na glavnim tokovima biciklističke mreže, odvojeni semafori za bicikliste, ili podešavanje postojećih, mogu im dati prednost pred motornim prometom.

U pogledu sigurnosti, raskrižja sa svjetlosnom signalizacijom nisu najbolje rješenje za bicikliste. Četverokraka raskrižja jako su opasna i u pravilu ih treba izbjegavati pri projektiranju. Praksa je u Nizozemskoj pokazala da su kružni tokovi znatno sigurniji od četverokrakih raskrižja reguliranih semaforima (pri gustoći prometa od 10000 do 20000 osobnih jedinica automobila dnevno), te se općenito preporučuju kao najbolje rješenje⁹. Svjetlosna signalizacija primjenjuje se na raskrižjima koja moraju brzo propuštati velike količine motornog prometa. U nekim je slučajevima svjetlosna signalizacija poželjna na biciklističkim tokovima. Evo nekih primjera:

- Važniji biciklistički tok uzduž prometne glavne ceste prelazi preko druge glavne ceste (gustoća prometa na obje ceste je veća od 1000 osobnih jedinica automobila na sat)
- Sporedan biciklistički tok prelazi preko iznimno prometne glavne ceste (otprilike 1500 osobnih jedinica automobila na sat). Može se raditi o samostalnoj biciklističkoj stazi ili lokalnoj cesti

Pri gustoćama prometa većim od 1500 osobnih jedinica automobila na sat preporučljiv je tunel za bicikliste. U pravilu se na prometnijim cestama biciklisti kreću odvojenim stazama ili barem trakama.

Semafori su najčešće podešeni tako da propuštaju motorna vozila u velikom broju, dok se biciklistima i pješacima ostavlja malo vremena za prijelaz, na koji moraju dugo čekati. Biciklističke kolone i „čepovi“ nisu problem, jer se to vrlo rijetko događa (tek kada trakom prolazi više od jednog biciklista u sekundi). Problem je dugo vrijeme čekanja i kašnjenje. Brzina kretanja i vremensko trajanje putovanja ključni su za kvalitetnu biciklističku mrežu, pogotovo kada se radi o glavnim tokovima unutar mreže. Što je manje čekanja za bicikliste, to biciklizam kao metoda prijevoza bolje konkurira drugim vrstama prometa. Ključna je mjera skratiti trajanje jednog semaforiskog ciklusa koliko god je to moguće⁹.

⁹http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/08_PRESTO_Infrastruktura_SEMAFORIZIRANA_RASKRI% C5%A2JA.pdf

Odvojena svjetlosna signalizacija za bicikliste može se primijeniti na razne načine kako bi im se skratilo vrijeme čekanja i produljilo trajanje zelenog svjetla:

- Za bicikliste može biti predviđena posebna faza zelenog svjetla za kretanje u svim pravcima
- Biciklistička signalizacija koja se aktivira pritiskom na tipku može se koristiti u slučajevima gdje samostalna biciklistička staza prelazi preko glavne ceste
- Biciklistima se može izaći u susret i dinamičkim sustavom detekcije prometa
- U uređaje za signalizaciju može se ugraditi sustav odbrojavanja koji pokazuje vrijeme preostalo do paljenja zelenog svjetla

Postojeća signalizacija može se prilagoditi biciklistima i bez ugradnje odvojenih svjetala:

- Ako su česta skretanja ulijevo, semaforska faza može grupirati sva vozila koja skreću ulijevo, uključujući bicikle
- Biciklistički tokovi ponekad teže određenom smjeru. U takvim je slučajevima poželjno za taj smjer dati zeleno svjetlo dvaput u jednom ciklusu
- Svjetlosna signalizacija može biti međusobno usklađena na više raskrižja u nizu, kako bi se stvorio „zeleni val“ za bicikliste⁹



Slika 19. Zeleno svjetlo biciklistima [9]

⁹http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/08_PRESTO_Infrastruktur_SEMAFORIZIRANA_RASKRI% C5%A2JA.pdf

6. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA SUSTAVA PROMETNIH SVJETALA I SVJETLOSNE PROMETNE SIGNALIZACIJE U FUNKCIJI SIGURNOSTI PROMETA

Posljednjih godina postotak broja stradalih osoba u Republici Hrvatskoj se smanjuje, ali je i dalje velik u odnosu na druge razvijenije zemlje u Europi. Prema statističkim podacima iz 2013. godine zabilježeno je 34 021 prometnih nesreća, a od toga 11 038 nastradalih. Strukturu prometnih nesreća činile su 1 % nesreće s poginulima, 32 % nesreće s ozlijeđenima i 66 % nesreće s materijalnom štetom. Prema policijskim podacima zabilježeno je znatno smanjenje broja smrtnog stradavanja mopedista i motociklista te putnika u automobilima, no stradalo je više pješaka¹⁰. Najviše poginulih ovih godina bilo je u lipnju, srpanju i kolovozu. U deset mjeseci 2016. poginulo je dvoje djece i to kao pješaci. U prometnim nesrećama sa stradalim pješacima uglavnom su bili krivi vozači, no uzroke treba tražiti i u smanjenoj vidljivosti. S ciljem povećanja sigurnosti pješaka osvjetljenje pješačkih prijelaza bi trebalo pomoći u smanjenju stradalih. Za prijedlog poboljšanja svjetlosne prometne signalizacije kod osvjetljavanja pješačkog prijelaza naveden je prelazak pješaka preko podno osvjetljenog pješačkog prijelaza i uvođenje nestandardnog znaka sa LED (light-emitting diode) prometnim svjetlima.

Sve do danas, LED (light-emitting diode) rasvjetni sustavi su se koristili pretežno u auto-industriji ili elektro industriji kao indikatori, odnosno u čisto dekorativnoj rasvjetnoj funkciji. Međutim, stalni napredak u razvoju LED (light-emitting diode) tehnologije, koji obuhvaća veliko poboljšanje performansi same diode, ali i odgovarajuće optike, pruža neslućene mogućnosti rasvjetnih rješenja. Kao najbitnije ističemo:

- Znatno manja potrošnja električne energije
- Prosječni vijek trajanja 10-15 godina rada
- Otpornost na mehanička oštećenja i vibracije
- Nema UV ili IR zračenja
- Ne sadrži opasne tvari (živa, olovo, štetni plinovi)
- Trenutno paljenje, nema strobo efekta
- Veoma male dimenzije
- Izrazita efektivnost – RGB – 16 000 000 boja
- Smanjeni troškovi održavanja do 90%
- Energetski daleko učinkovitija od konvencionalnih žarulja (lm/W)⁷

¹⁰ URL: https://www.mup.hr/UserDocsImages/Publikacije/2016/bilten_promet_2015_2.pdf

⁷ URL: http://www.energetika.potrosac.hr/images/pdf/led_tehnologija.pdf



Slika 20. Osvjetljenje pješačkog prijelaza [5]

Potencijalne prednosti navedene mjere su:

- Povećanje vidljivosti pješačkog prijelaza (ne samo noću, nego i u uvjetima smanjene vidljivosti)
- Bolja uočljivost pješaka
- U zavojima gdje je ograničena preglednost LED (light-emitting diode) prometna svjetla pravovremeno obavještavaju vozače o nailasku na pješački prijelaz
- Stvaranje osjećaja sigurnosti za pješake prilikom prelaska
- Povećanje atraktivnosti
- Povećanje svijesti vozača o postojanju pješačkih prijelaza

Analizirajući podatke zaključuje se da je potrebno posvetiti više pažnje sigurnosti pješačkog prometa kroz uvođenje dodatnih mjera koje imaju za cilj povećati sigurnost. Da bi se izbjegle restriktivne metode rješavanja navedenog problema, IBM (International Business Machines) je razvio pješački prijelaz koji ima podno osvijetljena bijela polja ⁵.

⁵ J. Janjatović, D. Pilepić, V. Pevalek: Utjecaj pješačkih prijelaza na poboljšanje... Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 3 (2015), No. 1, pp. 205-220.



Slika 21. Prelazak pješaka preko podno osvjetljenog pješačkog prijelaza [5]

Bijela polja na kolniku (slika 21.) počnu svijetliti kada se pješak nalazi u poziciji s koje kreće u prelazak na drugu stranu ulice te tako pješački prijelaz postaje vidljiviji vozačima i naglašava namjeru pješaka. Nakon što je pješak prešao na drugu stranu ulice, bijela polja pješačkog polja se gase te na neki način prelaze u stanje mirovanja, dok se ponovno ne detektira prisutnost pješaka koji ima namjeru prijeći ulicu ⁵.

Zbog prevelike brzine vožnje, umora ili vožnja u lošim vremenskim uvjetima (u magli, po kiši, gustom snijegu) vozačima je teže primjećivati standardne znakove koji se koriste za obilježavanje pješačkih prijelaza u RH, trebalo bi uvoditi nestandardne znakove kao što je žuti znak u obliku romba s dodanim LED (light-emitting diode) bljeskalicama koje bi sa svojom jačinom svjetlosti pomogle u uočavanju prometnog znaku i pješaka (slika 22.).



Slika 22. Obilježavanje pješačkog prijelaza sa nestandardnim znakom i LED prometnim svjetlima [5]

⁵ J. Janjatović, D. Pilepić, V. Pevalak: Utjecaj pješačkih prijelaza na poboljšanje... Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 3 (2015), No. 1, pp. 205-220.

7. ZAKLJUČAK

Ključna odrednica cestovnog prometa svake države je i sigurnost u prometu. U svakoj ljudskoj aktivnosti prisutan je rizik, no daleko najveći je upravo u cestovnom prometu, u kojem sudjeluje praktički svaki čovjek. Postepeno razvijanje prometa i povećanje broja motornih vozila na cestama mijenja vrijeme putovanja i uvjete protočnosti što dovodi do porasta prometnih nesreća. Cilj je poduzimanje mjera za smanjenjem broja i posljedica tih nesreća.

Nakon pojedinih znanstvenih i stručnih istraživanja i analiza, dokazano je da cesta, oprema na cesti i vozilo imaju značajan utjecaj na posljedice koje nastaju u prometnim nesrećama. Kvalitetno projektirana i vođena svjetlosna signalizacija može pridonijeti sigurnosti, ublažiti posljedice i smanjiti broj prometnih nesreća. Cestovni prometni sustav u današnje vrijeme je otvoren, brz i kompleksan, pa iz tog razloga su do sada ugrađeni i primijenjeni novi sustavi prometnih znakova i svjetlosne prometne signalizacije na cestama, koji su doprinijeli povećanju sigurnosti cestovnog prometa

Povećanju sigurnosti cestovnog prometa u velikoj mjeri pridonose i nove tehnologije kao i što je navedeno u ovome radu, LED (light-emitting diode) tehnologija svojim osobinama je uvelike poboljšala izradu i eksploataciju svjetlosne prometne signalizacije, a pravovremeno prepoznavanje potencijala tih tehnologija može imati velik doprinos povećanju sigurnosti u prometu.

LITERATURA

- [1] Pašagić S.: Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2004.
- [2] Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [3] Institut Građevinarstva Hrvatske, Zagreb.: *Opći tehnički uvjeti za radove na cestama*, 2001 - KNJIGA VI.
- [4] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, Narodne novine br. 33/2005
- [5] J. Janjatović, D. Pilepić, V. Pevalek: *Utjecaj pješačkih prijelaza na poboljšanje*.: Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 3. 2015.
- [6] <http://www.poslovni.hr> (rujan, 2017.)
- [7] <http://www.energetika.potrosac.hr> (rujan, 2017.)
- [8] <http://www.prometna-zona.com> (rujan, 2017.)
- [9] <http://www.rupprecht-consult.eu/home.html> (rujan, 2017.)
- [10] <https://www.mup.hr> (rujan, 2017.)
- [11] <http://www.samyoungh.co.nz/2015/12/what-might-2016-hold-think-transport.html> (rujan, 2017.)
- [12] <https://www.ericsson.hr/osnutak> (rujan, 2017.)
- [13] <http://www.autoskolapavlin.com/oznake-na-kolovozu/> (rujan, 2017.)
- [14] <https://www.ealati.hr/> (rujan, 2017.)



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 svjetla i svjetlosna prometna signalizacija u funkciji
sigurnosti prometa "**

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

U Zagrebu, 6.9.2017 _____

Student/ica:

Vid Bartolić

(potpis)