

Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti opasnih raskrižja primjenom prometne signalizacije

Tokić, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:119:054302>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Josip Tokić

PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI
OPASNIH RASKRIŽJA PRIMJENOM PROMETNE
SIGNALIZACIJE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Zagreb, 19. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**
Predmet: **Prometna signalizacija**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 3308

Pristupnik: **Josip Tokić (0135221417)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti opasnih raskrižja primjenom prometne signalizacije**

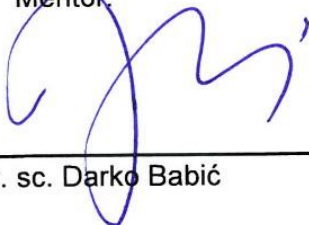
Opis zadatka:

Opasna raskrižja se mogu eliminirati pomoću prometne signalizacije, odnosno kvalitetnije prometne signalizacije od trenutno postojeće. Pomoću novije prometne signalizacije može se poboljšati sigurnost u samoj zoni križanja, odnosno smanjiti broj i nastanak prometnih nesreća, a samim time pravilno vođenje i upravljanje vozača u zoni raskrižja. To se može postići raznom horizontalnom i vertikalnom signalizacijom, te novim tehnologijama za poboljšanje vizualizacije prometnih znakova i oznaka na kolniku.

Zadatak Diplomskog rada je identificirati opasna križanja, odnosno na njima analizirati prometne nesreće te definirati grupe opasnih čimbenika na raskrižjima. Zatim argumentirano analizirati nedostatak te pristupiti iznalaženju mogućih, sigurnijih rješenja. Nakon provedene analize utvrditi na kojim elementima je moguće poboljšati prometnu signalizaciju, čime bi se vjerojatno smanjio broj prometnih nesreća, odnosno povećala sigurnost i olakšalo kretanje sudionika u prometu u samoj zoni križanja.

Zadatak uručen pristupniku: 4. ožujka 2016.

Mentor:



doc. dr. sc. Darko Babić

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI OPASNIH RASKRIŽJA PRIMJENOM PROMETNE SIGNALIZACIJE

PROPOSED CRITERIA FOR SAFETY ENHANCEMENT OF DANGEROUS CROSSROADS BY IMPLEMENTING TRAFFIC SIGNALIZATION

Mentor: doc. dr. sc. Darko Babić

Student: Josip Tokić, 0135221417

Zagreb, rujan 2016.

SAŽETAK

Ovim diplomskim radom je razrađena problematika opasnih raskrižja primjenom prometne signalizacije, u svrhi kako bi se broj prometnih nesreća smanjio a samim time se povećala sigurnost odvijanja prometa. Analizom prometnih nesreća je utvrđeno koliko je uistinu odabrano raskrižje opasno te koje su mjere najprihvatljivije da bi se opasnosti otklonile. Podaci o prometnim nesrećama su dobiveni iz Ministarstva unutarnjih poslova (MUP) u razdoblju od 01.01.2013. do 01.06.2016. godine te su podijeljene na: posljedice prometnih nesreća, posljedica sudionika prometnih nesreća i svojstva ozlijeđenih sudionika prometnih nesreća. Na temelju evidentiranih prometnih nesreća, vidljivo je koji su čimbenici utjecali na smanjenje sigurnosti cestovnog prometa, odnosno zbog čega je došlo do prometne nesreće. Glavni cilj ovog rada je identificirati rizike na opasnim raskrižjima te pomoću kvalitetnije prometne signalizacije povećati sigurnost na odabranim raskrižjima.

KLJUČNE RIJEČI: opasna raskrižja; prometna signalizacija; analiza prometnih nesreća; sigurnost prometa; čimbenici utjecaja na sigurnost prometa.

SUMMARY

With this thesis, the problematic of dangerous crossroads by applying traffic signalization, in order to reduce the number of traffic accidents and thus increase the safety of traffic, was elaborated. The analysis of traffic accidents has found how truly the crossroad is dangerous, and what actions were the most acceptable to remove the danger. The data about traffic accidents were given by the Ministry of Internal Affairs (MIA), in the period from January 1st 2013. to June 1st 2016. The data was divided into: 1. Traffic accident consequences; 2. The consequences of participants of traffic accidents; 3. The properties of injured participants of traffic accidents.

Based on the record of traffic accidents, it is visible which factors infected in reducing traffic safety, that is, what caused the traffic accident. The main aim of this theses is to identify the risks on dangerous crossroads, and by using quality traffic signalization increase safety on chosen crossroads.

KEY WORDS: Dangerous crossroads; traffic signalization; traffic accident analysis; traffic safety; the factors infecting traffic safety.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PODJELA PROMETNE SIGNALIZACIJE	3
2.1. Prometni znakovi.....	3
2.1.1. Znakovi opasnosti	4
2.1.2. Znakovi izričitih naredbi.....	5
2.1.3. Znakovi obavijesti.....	7
2.1.4. Znakovi obavijesti za vođenje.....	8
2.1.5. Dopunske ploče.....	9
2.1.6. Turistička signalizacija.....	10
2.1.7. Promjenjivi prometni znakovi	11
2.1.8. Prometna svjetla i svjetlosne oznake	12
2.2. Oznake na kolniku i drugim površinama	13
2.2.1. Uzdužne oznake na kolniku	14
2.2.2. Poprečne oznake na kolniku	15
2.2.3. Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika	16
2.3. Prometna oprema na cesti	17
3. ČIMBENICI UTJECAJA NA SIGURNOST U CESTOVNOM PROMETU	19
3.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa	20
3.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa.....	21
3.2.1. Aktivni elementi sigurnosti vozila	21
3.2.2. Pasivni elementi sigurnosti vozila.....	23
3.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa	25
3.4. Čimbenik promet na cesti.....	28
3.5. Incidentni čimbenik	28

4. DEFINICIJA OPASNIH MJESTA U CESTOVNOM PROMETU	30
4.1. Opasna mjesta u Republici Hrvatskoj	32
4.2. Određivanje opasnih mjesta u pojedinim zemljama Europe	33
4.2.1. Određivanje opasnih mjesta u Austriji	34
4.2.2. Određivanje opasnih mjesta u Belgiji	35
4.2.3. Određivanje opasnih mjesta u Danskoj	35
4.2.4. Određivanje opasnih mjesta u Mađarskoj	36
4.2.5. Određivanje opasnih mjesta u Norveškoj	36
4.2.6. Određivanje opasnih mjesta u Njemačkoj	37
4.2.7. Određivanje opasnih mjesta u Portugalu	37
4.2.8. Određivanje opasnih mjesta u Švicarskoj	39
4.3. EuroRAP projekt	39
5. ANALIZA STATISTIČKIH PODATAKA NA ODABRANIM PROMETNIM RASKRIŽJIMA	42
5.1. Raskrižje Avenija Gojka Šuška – Ulica Dragutina Mandla – Avenija Dubrava – Maksimirska cesta	42
5.2. Raskrižje Ulica kralja Zvonimirova – Heinzelova ulica	47
5.3. Raskrižje Poljanice I – Poljanice III	50
6. PRIJEDLOZI MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI OPASNIH RASKRIŽJA PRIMJENOM PROMETNE SIGNALIZACIJE	54
6.1. Prijedlog mjera na raskrižju Avenija Gojka Šuška – Ulica Dragutina Mandla – Avenija Dubrava – Maksimirska cesta	54
6.2. Prijedlog mjera na raskrižju Ulice kralja Zvonimira – Heinzelove ulice	56
6.3. Prijedlog mjera na raskrižju Poljanice I – Poljanice III	58
7. ZAKLJUČAK	60
8. LITERATURA	61

9. POPIS KRATICA.....	62
10. POPIS SLIKA	63
11. POPIS TABLICA.....	64

1. UVOD

U odvijanju prometa i svakom sudioniku prometa, najvažniji element je sigurnost, ali u današnjici je taj element teško održavati na visokoj kvaliteti, jer je suvremeno okruženje bez putovanja, odnosno bez uporabe osobnih automobila gotovo ne zamisliv. Samim time kako je ljudima potrebno osobno vozilo, ili drugi oblik prijevoza, povećava se potražnja za razno raznim putovanjima što povećava rizik nastanku nesreće, tj. smanjuje sigurnost odvijanja prometa, jer se broj sudionika u prometu svakodnevno povećava, a posebno brojem osobnih vozila. Da bi se kvalitetno i sigurno odvijao promet na prometnicama i raskrižjima, potrebno je postaviti odgovarajuću horizontalnu i vertikalnu signalizaciju, kako bi vozačima osobnih automobila i ostalih sudionika u prometu olakšalo, a samim time i poboljšalo kretanje samom prometnicom.

Glavni cilj diplomskog rada je analizirati prometne nesreće na odabranim raskrižjima te na temelju analiza utvrditi koji su glavni problemi pojave prometnih nesreća u toj zoni raskrižja, a zatim na adekvatan način donesti mjere kojima bi se poboljšala sigurnost u samoj zoni raskrižja pomoću razne horizontalne i vertikalne signalizacije nego li što je već postavljena. Naslov diplomskog rada je: **Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti opasnih raskrižja primjenom prometne signalizacije**. Materija je podijeljena u 7 cjelina:

1. Uvod
2. Podjela prometne signalizacije
3. Čimbenici utjecaja na sigurnost u cestovnom prometu
4. Definicija opasnih mjesta u cestovnom prometu
5. Analiza statističkih podataka na odabranim raskrižjima
6. Prijedlozi mjera za povećanje sigurnosti opasnih raskrižja primjenom prometne signalizacije
7. Zaključak

U drugom poglavlju obrađena je podjela prometne signalizacije, kakva sve prometna signalizacija postoji, koja je to horizontalna signalizacija, a koja vertikalna te šta sve spada u prometnu opremu na cesti.

Treće poglavlje govori o tome koji čimbenici utječu na sigurnost u cestovnom prometu, tko je najveći krivac dešavanju prometnih nesreća, odnosno koji čimbenik utječe najviše na kvalitetno odvijanje prometa na prometnicama. U glavnu skupinu čimbenika spadaju čovjek, vozilo i cesta, a tu još postoje čimbenici promet na cesti i incidentni čimbenici sigurnosti.

Četvrto poglavlje predstavlja definiciju opasnih mjesta u cestovnom prometu, točnije govori o tome kako se definira opasno mjesto u Republici Hrvatskoj i kada je neko raskrižje opasno za sudionika u prometu te kako se definira opasno mjesto u pojedinim zemljama u Europi.

U petom poglavlju provodi se analiza prometnih nesreća na odabranim raskrižjima i sam prikaz lokacije tih raskrižja te glavnu problematiku svakog od raskrižja što ga čini opasnim.

Šesto poglavlje govori na koji način bi se problematično raskrižje dalo poboljšati raznom prometnom signalizacijom, i mišljenja kako će takvo novo uređeno raskrižje pridonijeti kvaliteti sigurnosti odvijanja prometa.

2. PODJELA PROMETNE SIGNALIZACIJE

Prometna signalizacija služi radi opće sigurnosti prometa, vođenja i nesmetanog odvijanja prometa. Signalizacija sudionike u prometu upozorava na opasnosti, određuje ograničenja, zabrane i obveze, daje obavijesti. Signalizacija u prometu mora biti jednostavna, jasna i čitljiva, vidljiva, istoznačna, univerzalna, kontinuirana, odgovarajućeg dizajna i postavljena u odgovarajućem opsegu. Prometnu signalizaciju možemo podijeliti u dvije skupine, a to su vertikalna i horizontalna prometna signalizacija. Pod vertikalnu signalizaciju se ubrajaju prometni znakovi različitih značenja i tumačenja, dok u horizontalnu signalizaciju spadaju oznake na kolniku i drugim površinama, a to su: uzdužne oznake na kolniku, poprečne oznake na kolniku i ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika.

2.1. Prometni znakovi

Zbog sigurnosti svih sudionika u prometu, veće propusne moći i protočnosti prometa, svaka prometnica mora biti obilježena propisanim prometnim znakovima. Tako bi sudionicima prometa olakšali vođenje i upravljanje prometnicama te ih upozoravali na opasnosti koje im mogu zaprijetiti na određenoj cesti ili dijelu ceste, različita ograničenja, zabrane ili obveze kojih se sudionici u prometu moraju pridržavati.

Prometni znakovi postavljaju se izvan naseljenih mjesta na visini 1,2 do 1,4 metra, a u naseljenim na visini od 0,3 do 2,2 metra. Horizontalna udaljenost prometnog znaka od ruba kolnika mora biti najmanje 0,3 metra.[1] Ako se prometni znak postavlja iznad kolnika, onda je udaljenost od donjeg ruba znaka do gornje površine kolnika najmanje 4,5m. U prometne znakove pripadaju sljedeći znakovi, a to su: znakovi opasnosti (A), znakovi izričitih naredbi (B), znakovi obavijesti (C), znakovi obavijesti za vođenje prometa (D), dopunske ploče (E), promjenjivi prometni znakovi (F), te prometna svjetla i svjetlosne oznake (G).

2.1.1. Znakovi opasnosti

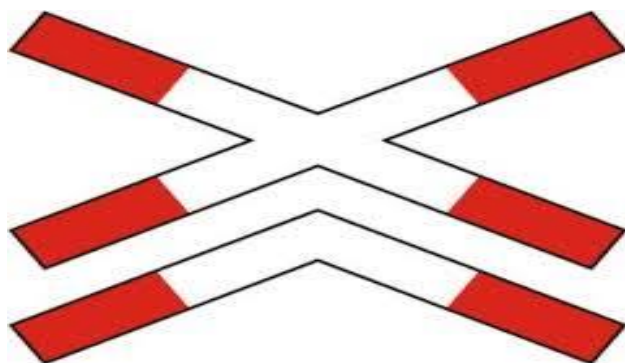
Ovi znakovi označuju blizinu dijela ceste ili mjesto na kojem sudionicima u prometu prijeti određena opasnost. Simbol na znaku opasnosti ili dopunska ploča uz znak, sudionicima prometa ukazuju na kakvu opasnost nailazi. Imaju oblik istostraničnog trokuta čija se jedna stranica nalazi u vodoravnom položaju, a vrh nasuprot njoj okrenut je prema gore. Osnovna boja znakova opasnosti je bijela, a rubovi trokuta su crveni (osim npr. znakova koji upozoravaju na radove na cesti koji imaju osnovnu boju narančastu), a simboli na znakovima su crne boje. Neki od prometnih znakova opasnosti odstupaju od uobičajenog oblika istostraničnog trokuta koji obilježava cijelu skupinu prometnih znakova opasnosti. To su znakovi na prijelazu ceste preko željezničke pruge *Andrijin križ* (prikaz Andrijinog križa na slici 1.) koji ima oblik jednog ili dva prekrivena kraka, a i znakovi približavanja prijelazu ceste preko željezničke pruge s branicima, odnosno bez branika koji imaju oblik pravokutnika.

Znakovi opasnosti se postavljaju, u pravilu, izvan naselja na udaljenosti 150 do 250 m ispred opasnog mjesta na cesti. Ako sigurnost prometa zahtijeva, a posebno brzina kojom se vozila kreću ili nepreglednost ceste, ti će se znakovi opasnosti postaviti i na udaljenosti manjoj od 150 m, odnosno većoj od 250 m ispred opasnog mjesta na cesti. Na takvim znakovima, koji su postavljeni na udaljenosti manjoj od 150 m ili većoj od 250 m, moraju biti pridružene i dopunske ploče na kojima se označuje udaljenost od opasnog mjesta zbog kojeg se ti znakovi postavljaju.[2]

Prometni znak može biti postavljen neposredno na mjestu opasnosti, kao npr. prometni znak radovi na cesti, a koji se postavljaju neposredno ispred mjesta na kojem se izvode radovi, prometni znak promet u oba smjera koji se postavlja upravo na mjestu na kojem počinje promet u oba smjera, kao i prometni znak koji upozorava na prijelaz ceste preko željezničke pruge (Andrijin križ).

Veličina prometnog znaka opasnosti, odnosno duljina stranice istostraničnog trokuta ovisi o vrsti ceste na kojoj je postavljen, tj. duljina stranice prometnog znaka opasnosti funkcija je brzine vožnje na pojedinoj cesti i mogućnosti uočavanja i prepoznavanja prometnog znaka opasnosti. Na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara, stranica istostraničnog trokuta je 120 cm; na cestama širine kolnika pet do sedam metara i glavnim gradskim prometnicama je 90 cm; na svim ostalim cestama i gradskim ulicama te kad se znakovi opasnosti postavljaju u tunelima ili galerijama je 60

cm, a kad se upotrebljavaju kao umetnuti znakovi na pločama bijele podloge duljina stranice je minimalno 40 cm.[2]



Slika 1. Prometni znak opasnosti – Andrijin križ A48

Izvor: http://autoskola-formula.hr/znakovi-opasnosti/autoznakovi/a48_andrijin_kriz (26.4.2016)

2.1.2. Znakovi izričitih naredbi

Znakovi izričitih naredbi sudionicima prometa stavljaju do znanja različite zabrane, ograničenja ili obveze. Imaju oblik kruga. Osnovna boja znakova koji u prometu na cesti izriču određenu zabranu odnosno ograničenje je bijela, a rubna traka kruga te ravne ili kose crte (na znakovima izričitih naredba na kojima postoje) crvene su boje. Simboli i natpisi na znakovima zabrane, odnosno ograničenja, crne su boje. Osnovna boja znakova koji obvezuju vozače je plava s bijelim simbolom.[2]

Osim kruga, drugi oblici znakova izričitih naredbi mogu biti znakovi koji se postavljaju na raskrižju s cestom s prednošću prolaska, oni imaju oblik istostraničnog trokuta s vrhom okrenutim prema dolje te znak obaveznog zaustavljanja, koji ima osmerokutni oblik (prikaz na slici 2.). Neki od znakova izričitih naredbi odstupaju i od uobičajenih boja za tu skupinu znakova.

Ovi znakovi postavljaju se neposredno na mjesto na kojemu za sudionike u prometu počinje zabrana, ograničenje ili obveza. Ako zbog slabe preglednosti ceste ili zbog nekog drugog razloga sigurnosti, sudionike prometa potrebno je unaprijed obavijestiti o izričitoj naredbi. Znak izričite naredbe može biti postavljen i na odgovarajućoj udaljenosti ispred mjesta od kojega naredba vrijedi. Takvi znakovi moraju se ponovno postaviti nakon svakoga raskrižja ako izričita naredba

vrijedi i poslije tog raskrižja. Ako se znak koji može biti izražen znakom zabrane i ograničenja ili znakom obveze, postavi na ulazu u naselje na istom stupu na kojem je postavljen i znak za obilježavanje naseljenog mjesta, onda ta izričita naredba vrijedi na području cijelog naselja, jedino ako na pojedinim cestama ili dijelovima ceste u naselju nije drugim prometnim znakom izražena druga izričita naredba.

Veličina prometnog znaka izričitih naredbi, odnosno promjer kruga znaka zabrane, ograničenja ili obveze ovisi o vrsti ceste na kojoj je postavljen, tj. promjer kruga prometnog znaka izričite naredbe funkcija je brzine vožnje na pojedinoj cesti i mogućnosti uočavanja i prepoznavanja prometnog znaka. Dok na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara, promjer kruga je 90 cm; na cestama širine kolnika pet do sedam metara i glavnim gradskim prometnicama te kad se znakovi izričitih naredbi postavljaju u tunelima ili galerijama je 60 cm; na svim ostalim cestama i gradskim ulicama je 40 cm, a kad se upotrebljavaju kao umetnuti znakovi na pločama bijele podloge duljina stranice je minimalno 40 cm.[2]



Slika 2. Prometni znak obavezno zaustavljanje [3]

2.1.3. Znakovi obavijesti

Oni pridonose sudionicima prometa potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću, nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenosti do tih mjesta, prestanku važenja znakova izričitih naredbi te druge obavijesti koje im mogu koristiti. Imaju oblik pravokutnika, kvadrata ili kruga. U pravilu osnovna boja znakova je žuta sa simbolima i natpisima crne boje, plava sa simbolima i natpisima bijele i crne boje te zelena sa simbolima i natpisima bijele boje.

Postavljaju se tako da sudionicima u prometu daju prethodne obavijesti, obavijesti o prestrojavanju, postupanju ili sl., obavijesti o smjeru kretanja te da označe objekt, teren, ulicu, ili dijelove ceste na koje se odnose. U pravilu znakovi obavijesti stoje na mjestu same obavijesti, odnosno na mjestu postupanja prema informaciji na znaku. Znak može biti postavljen i prije toga mjesta, ali onda na njemu ili dopunskoj ploči mora biti napisana udaljenost do toga mjesta.

Same veličine ovih znakova su različite kao što su i različiti oblici u ovoj skupini znakova. A veličina prometnog znaka ovisi o vrsti ceste na kojoj je postavljen. Veličina stranica znaka u obliku pravokutnika na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara je 90 x 135 cm; na cestama širine pet do sedam metara i glavnim gradskim prometnicama te kad se postavljaju u tunelima ili galerijama je 60 x 90 cm; na svim ostalim cestama i gradskim ulicama i kada se upotrebljavaju kao umetnuti znakovi na pločama bijele podloge, duljina stranice je minimalno 40 x 60 cm.[2]

Veličina stranice znaka obavijesti u obliku kvadrata, odnosno veličina promjera znaka obavijesti u obliku kruga je na autocestama, cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i na cestama koje nisu ulice, širine kolnika sedam i više metara 90 cm; a na cestama širine kolnika pet do sedam metara i na glavnim gradskim prometnicama te kad se postavljaju u tunelima ili galerijama je 60 cm; na svim ostalim cestama i gradskim ulicama i kada se upotrebljavaju kao umetnuti znakovi na pločama bijele podloge, duljina stranice je minimalno 40 cm. U najbrojnijoj skupini znakova, znakovima obavijesti, osim najvećeg broja različitih oblika i dimenzija znakova ima i najveći broj iznimaka znakova koji oblikom, bojom i veličinom odstupaju od najvećeg broja znakova obavijesti.[2] Na slici 3. prikazan je prometni znak koji označuje mjesto na cesti na kojemu se nalazi obilježeni prijelaz biciklističke staze.



Slika 3. Prometni znak – obilježen prijelaz biciklističke staze

Izvor: <http://www.tisak-dada.hr/wp-content/uploads/2013/09/c03.png> (26.04.2016.)

2.1.4. Znakovi obavijesti za vođenje

Znakovi za vođenje prometa obavještavaju sudionike prometa o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu ciljeva i vođenju prometa prema tim ciljevima te o raskrižjima, čvorištima i odmorištima na određenom smjeru ceste. Pravokutnog su oblika, u pravilu osnovna boja znakova obavijesti za vođenje prometa je žuta sa simbolima i natpisima crne boje (slika 4.), plava sa simbolima i natpisima bijele i crne boje te zelena sa simbolima i natpisima bijele boje. Iznimno, narančasta boja može biti upotrijebljena kod privremenog usmjeravanja prometa na znakovima raskrižja, predputokaznim i obavijesnim pločama.

Ako se ovi znakovi postavljaju na autocestu, moraju imati polje zelene boje s rubom bijele boje, a boja slova je bijela. A ako se odnose na brze ceste, imaju polje plave boje s rubom bijele boje, a simboli i natpisi na njima bijele su boje, ako se odnose na ostale ceste onda imaju polje žute boje s rubom crne boje, a slova su crne boje. Boja polja za nazive dijela naselja je bijele boje, a rub i natpisi crne su boje. Na istom znaku mogu se na osnovnu podlogu umetnuti podloge odgovarajućih boja, ovisno o vrsti ceste koja vodi do naznačenog odredišta.[2]



Slika 4. Znak obavijesti za vođenje prometa

Izvor: <http://www.sirovica.hr/upload/big/vodenje3.jpg> (25.04.2016.)

U pravilu ovi znakovi stoje na mjestu same obavijesti o vođenju prometa. Znak može biti postavljen i prije tog mjesta, ali onda na njemu ili na dopunskoj ploči mora biti napisana udaljenost do tog mjesta. Veličine znakova obavijesti za vođenje prometa o visini i broju pojmova na znaku. Naravno njihova je veličina izravna funkcija vidljivosti i čitljivosti pojmova napisanih na znaku. Minimalne visine pojmova ispisanih na znaku obavijesti za vođenje prometa postavljenom na autocesti iznad kolnika iznosi 35 cm, a za znak postavljen sa strane kolnika 28 cm. Za brze ceste 28 cm, za priključne ceste na autoceste i brze ceste 21 cm, a za ostale državne i županijske ceste 17,5 cm.[2]

2.1.5. Dopunske ploče

Zadaća dopunski ploča je da pobliže odredi značenje prometnog znaka uz koji su postavljene. Postavljene mogu biti uz prometni znak opasnosti, izričite naredbe ili obavijesti. Imaju pravokutan oblik, osnovna boja im je bijela, s crnim rubom i crnim simbolom ili natpisom. Iznimno simbol dopunske ploče može biti i druge boje, npr. plave, kojom se označuje dionica ceste koja u specifičnim atmosferskim okolnostima može biti poplavljena. Dopunske ploče koje su dodane znaku kojim se označavaju radovi na cesti, prepreke i oštećenja kolnika ili kod privremenog usmjeravanja prometa, osnovnu boju imaju narančastu, a simboli i natpisi su crne boje.[2]

Veličinom ne smiju prelaziti dimenzije prometnog znaka uz koji su postavljene. Širina dopunske ploče postavljene uz znak na cesti ne smije biti veća od dužine one stranice znaka uz koji se dopunska ploča postavlja, odnosno od projekcije krajnjih točaka znaka. Visina dopunske ploče ne smije, u pravilu, iznositi više od polovice njezine dužine. Dopunske ploče postavljaju se zajedno s prometnim znakovima na koje se odnose kako je prikazano na slici 5, i to ispod donjeg ruba prometnog znaka. Iznimno na autocestama i brzim cestama, dopunske ploče mogu biti postavljene i iznad gornjeg ruba prometnog znaka.



Slika 5. Dopunske ploče [4]

One mogu biti privremene važnosti i postavljaju se za vrijeme obavljanja radova na održavanju cesta, npr. čišćenje snijega i iscrtavanja oznaka na kolniku, a mogu se postaviti privremeno u slučaju teške prometne nesreće kada se uvodi privremena regulacija prometa. Dopunske ploče moraju se ukloniti nakon što prestanu razlozi zbog kojih su postavljeni.

2.1.6. Turistička signalizacija

Turistička i ostala signalizacija je namijenjena obavješćavanju sudionika u prometu o kulturnim, povijesnim, prirodnim i turističkim znamenitostima te ostalim objektima i sadržajima u naselju.

Turističku signalizaciju na cestama čine [5]:

- Znakovi obavijesti o kulturnim, povijesnim, prirodnim i turističkim znamenitostima,
- Znakovi za usmjeravanje prema kulturnim, povijesnim, prirodnim i turističkim znamenitostima,
- Znakove za pružanje turističkih i drugih informacija

Na znakovima turističke i ostale signalizacije mogu se koristiti simboli koji se upotrebljavaju na prometnim znakovima iz skupine znakova obavijesti. Mjesta postavljanja, visina i položaj moraju biti takvi da: ne zaklanjaju postavljane prometne znakove, ne odvrćaju pozornost vozača od postavljenih prometnih znakova, ne ugrožavaju kretanje pješaka, nisu zaklonjena pješacima ili parkiranim vozilima, obavijesni putokazi mogu se postavljati na cestama u naselju, u pravilu, na udaljenosti najmanje 100 m ispred raskrižja.

2.1.7. Promjenjivi prometni znakovi

Kada je to potrebno zbog prometne sigurnosti ili prometno-tehničkih zahtjeva, prometni znakovi u cijelosti ili djelomično mogu biti izvedeni kao promjenjivi znakovi. Prometni znakovi izvedeni kao promjenjivi ne smiju se razlikovati od prometnih znakova stalnog značenja. Promjenjivi prometni znakovi mogu se izvesti u tehnologiji optičkih vlakana (fiber – optics), svjetlosnih polja dodanih na obične znakove, svjetlećih dioda (LED – Light-Emitting Diode) ili tekućih kristala (LCD – Liquid Crystal Display). Kada se svjetlosni prometni znakovi izvedu u tehnologiji optičkih vlakana, svjetlosnih polja, svjetlećih dioda i tekućih kristala značenje simbola mora biti jasno vidljivo s udaljenosti od najmanje 150 m, simbol mora biti potpuno čitljiv na udaljenosti manjoj od 150 m, a svjetlosni intenzitet svjetlosnog prometnog znaka mora se prilagoditi svjetlosnim uvjetima okoliša te mora biti omogućen noćni model rada.[1] Promjenjivi prometni znak ili dio znaka u slučaju kvara jednog dijela znaka ili pregaranja izvora svjetlosti ne smije promijeniti svoje značenje, odnosno mora biti u nultom stanju. Prikaz promjenjivog prometnog znaka na slici 6.



Slika 6. Promjenjivi prometni znak

Izvor: https://c1.staticflickr.com/3/2860/13758118503_21f0bcb425_b.jpg (25.04.2016)

2.1.8. Prometna svjetla i svjetlosne oznake

Za upravljanje prometom upotrebljavaju se uređaji kojima se daju prometni znakovi trobojnim prometnim svjetlima crvene, žute i zelene boje (prikazano slikom 7). Na tim uređajima za davanje znakova trobojnim prometnim svjetlima, svjetla se postavljaju po okomitoj osi, jedno ispod drugoga, i to: crveno gore, žuto u sredini, a zeleno dolje. Ako je ovaj uređaj postavljen i iznad prometne trake, svjetla mogu biti postavljena po vodoravnoj osi, jedno pokraj drugoga i to: crveno lijevo, žuto u sredini, a zeleno desno. Ta svjetla su u obliku kruga, a zeleno svjetlo može biti u obliku jedne strelice ili više strelica smještenih u krugu crne boje. Na uređajima za davanje znakova trobojnim prometnim svjetlima crveno i zeleno ne smiju biti upaljena istovremeno, žuto svjetlo može biti upaljeno kao samostalno svjetlo u vremenskim razmacima od prestanka zelenog do pojave crvenog svjetla ili istovremeno s crvenim svjetlom – prije pojave zelenog svjetla, dok zeleno svjetlo mora biti upaljeno kao samostalno svjetlo. Promjena zelenog svjetla u žuto može se označiti treptanjem zelenog svjetla tri puta.



Slika 7. Prikaz signala za motorna vozila i oblika strelica [4]

Uređaju za davanje znakova trobojnim prometnim svjetlima može se dodati dopunsko prometno svjetlo u obliku zelene svjetleće strelice ili više takvih znakova, a smješta se s odgovarajuće strane prometnog svjetla i to na visini na kojoj se nalazi zeleno svjetlo. U prometna svjetla se ubrajaju [2]:

- 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.

2.2. Oznake na kolniku i drugim površinama

Oznake na kolniku služe za upravljanje prometom na cestama i za obavještanje i vođenje sudionika u prometu. Mogu se postaviti same ili uz druge prometne znakove ako je potrebno da se značenje tih znakova jače istakne, odnosno potpunije odredi ili objasni. Oznake čine crte, strelice, natpisi i duge oznake, a mogu imati i reflektirajuća svojstva. Postavljaju se na suvremene kolnike, na način tako da se ucrtavaju, lijepe, ugrađuju ili utiskuju u kolnički zastor i ne smiju povećavati skliskost kolnika. Ne smiju biti više od 0,6 cm iznad razine kolnika i moraju imati utvrđena reflektirajuća svojstva. Iznimno mogu biti viši od 0,6 cm iznad razine kolnika ako se označuje središnja ili rubna crta na objektima ili devijacijama te njihova visina ne smije biti viša od 2,0 cm iznad razine kolnika. Oznake na kolniku su bijele boje, a iznimno žutom bojom obilježavaju se[2]:

- Oznake mjesta na kolniku i nogostupima na kojima je zabranjeno parkiranje
- Isprekidana crta za odvajanje traka za kretanje vozila javnog gradskog prijevoza putnika
- Oznake kojima se obilježavaju mjesta za određene namjene (autobusna stajališta, taxi-vozila, biciklističke i pješačke trake,i dr.)
- Naprave za smirivanje prometa
- Narančaste su boje oznake kojima se obilježavaju privremene opasnosti na cesti (privremena regulacija)

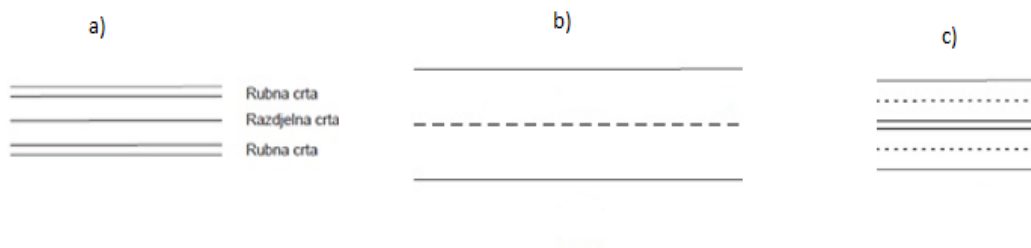
Pod oznake na kolniku spadaju:

1. Uzdužne oznake,
2. Poprečne oznake,
3. Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika

2.2.1. Uzdužne oznake na kolniku

Uzdužne oznake na kolniku su pune, isprekidane i dvostruke crte. Širina uzdužnih crta na kolniku iznosi najmanje 10 cm, a razmak između usporednih uzdužnih dvostrukih crta je 10 cm. Širina središnje razdjelne crte ovisi o širini prometnog traka. Za prometni trak širine preko 3,5 m, širina središnje razdjelne crte iznosi 20 cm, iznimno 15 cm. Za prometni trak širine od 3,0 m do 3,5 m, širina središnje razdjelne crte iznosi 12 cm, a za prometni trak širine od 2,5 m do 3,0 m širina razdjelne crte iznosi 10 cm.[2]

Puna uzdužna crta može biti razdjelna i rubna. Razdjelna crta služi za razdvajanje dvosmjernih kolničkih površina prema smjerovima kretanja. Rubna crta označuje rub vozne površine kolnika. Puna uzdužna crta označuje zabranu vozila preko te crte ili zabranu kretanja vozila po toj crti, dok isprekidana uzdužna crta može biti isprekidana razdjelna crta (slika 8), crta upozorenja, kratka i široka crta. Isprekidana razdjelna crta dijeli kolničku površinu na prometne trakove.



Slika 8. Prikaz a) pune crte; b) isprekidane crte; c) dvostruke crte [4]

Kratka isprekidana crta služi kao razdjelna crta na prilaznim krakovima raskrižja, kao crta vodilja u samom raskrižju i za odvajanje trakova za vozila javnog gradskog prijevoza putnika kada se upotrebljava samo u određenim vremenskim intervalima tijekom dana.

Dvostruka puna crta služi za razdvajanje dvosmjernih kolničkih površina prema smjerovima kretanja, a izvodi se na kolnicima za dvosmjerni promet:

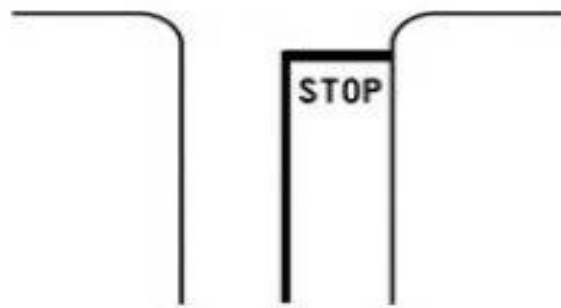
- S dva i više voznih trakova za svaki smjer
- S neparnim brojem voznih trakova, ako se pretjecanje zabranjuje u oba smjera
- U tunelima
- Na objektima
- Ako to zahtijevaju prometni i sigurnosni uvjeti ceste ili okolina ceste.

2.2.2. Poprečne oznake na kolniku

Na kolniku obilježavaju punim ili isprekidanim crtama i mogu biti povučene na kolniku tako da zahvaćaju jedan ili više prometnih trakova. Poprečne su oznake, s obzirom na kut pod kojim ih vozač vidi, šire od uzdužnih oznaka.

Pod poprečne oznake na kolniku pripadaju:

- Crta zaustavljanja (slika 9)
- Kose crte
- Graničnici
- Pješački prijelazi
- Prijelazi biciklističke staze preko kolnika



Slika 9. Prikaz zaustavne crte [4]

2.2.3. Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika

Pod ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika su strelice, polja za usmjerivanje prometa, crte usmjerivanje, natpisi, oznake za označivanje prometnih površina za posebne namjene, oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i uzdužne oznake (oznake na predmetima uz rub kolnika).

Strelicama se na kolniku obilježava obavezan smjer kretanja vozila, ako su obilježena u prometnom traku obrubljeni punom crtom, njima se obavještavaju vozači o namjeni prometnih trakova – ako su obilježene u traku obrubljenom isprekidanom crtom. Pomoću strelica može se označiti: -jedan smjer; - dva smjera (kombinirana); - prestrojavanje na dva bliža križanja gdje se prestrojavanje mora obaviti prije prvog križanja na koje je zabranjeno skretati u naznačenim smjerovima; - smjer kretanja u garažama; - skretanje prometa.

Polja za usmjerivanje prometa označuju površinu na kojoj je zabranjen promet i na kojoj nije dopušteno zaustavljanje i parkiranje vozila [2]:

- Između dva traka sa suprotnim smjerovima,
- Između dva traka s istim smjerovima,
- Na mjestu otvaranja posebne trake za skretanje
- Ispred otoka za razdvajanje prometnih tokova
- Na ulaznom kraku na autocesti,
- Na izlaznom kraku s autoceste

Crta usmjerivanja označuje mjesto promjene slobodne površine kolnika ispred čvrstih prepreka koje se nalaze na cesti ili na njezinim rubovima. One se mogu nalaziti ispred otoka za prestrojavanje vozila javnog prijevoza putnika, za oblikovanje prepreke na rubu ceste te za označivanje promjene korisne površine kolnika.

Natpisi na kolniku pridonose sudionicima u prometu potrebne obavijesti, na primjer, riječi : STOP, BUS, ŠKOLA, TAXI, VLAK, a i nazive mjesta, ograničenje brzine, itd., prikazano je slikom 10.



Slika 10. Natpisi na kolniku [4]

Obilježavanje mjesta za parkiranje vozila služi za označivanje prostora za parkiranje. Parkiranje u odnosu na rub kolnika može biti uzdužno, koso i okomito.

2.3. Prometna oprema na cesti

Dobrom opremom povećava se sigurnost vozača što je posebno važno pri velikim brzinama i velikim gustoćama. U prometnu opremu na cestama spadaju [1]:

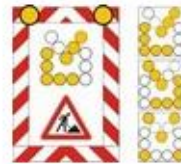
- oprema za označavanje ruba kolnika
- oprema za označavanje vrha prometnog otoka
- oprema, znakovi i oznake za označavanje radova, zapreka i oštećenja kolnika
- svjetlosni znakovi za označavanje radova, drugih zapreka i oštećenja kolnika
- oprema za vođenje i usmjeravanje prometa u zoni radova na cesti, zapreka i oštećenja kolnika
- branici i polubranici
- prometna zrcala
- zaštitne ograde
- ograde protiv zaslepljivanja
- zaštitne žičane ograde
- pješačke ograde
- ublaživači udara
- oznake za ručno upravljanje prometom



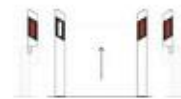
REFLEKTIRAJUĆE OZNAKE



PLOČA ZA OBILJEŽAVANJE
MJESTA IZVOĐENJA RADOVA NA
CESTI ILI OŠTEĆENJA KOLNIKA



POKRETNNA PLOČA S TREPTAČIMA
I ZNAKOVIMA



SMJEROKAZNI STUPIĆ



POKRETNNA PLOČA S TREPTAČIMA
I ZNAKOVIMA



POKRETNNA PLOČA S TREPTAČIMA
I SVJETLEĆIM STRELICAMA,
USMJERENIMA PREMA DOLJE, I
PROMETNIM ZNAKOM



NIZ ŽUTIH SVJETALA



POKRETNNA SIGNALNA PLOČA S
PROMJENJIVIM SADRŽAJEM

Slika 11. Prometna oprema na cesti [6]

3. ČIMBENICI UTJECAJA NA SIGURNOST U CESTOVNOM PROMETU

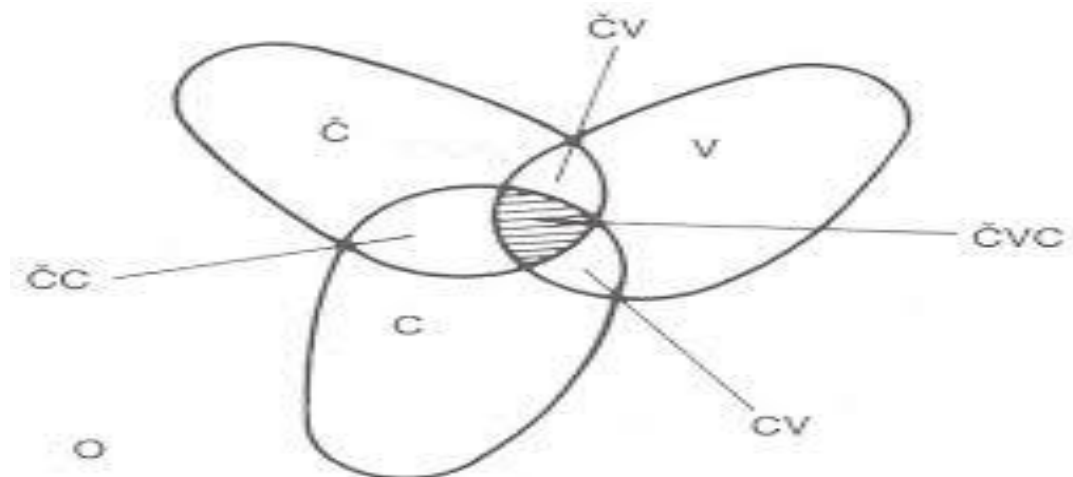
Promet predstavlja vrlo složenu pojavu koja dovodi do mnogih opasnih situacija. Kako bi sigurnost prometa bila na visokoj razini, potrebno je provesti mnogobrojne mjere, čiji je zadatak otkloniti rizik od nastanka opasnosti. Na sigurnost cestovnog prometa najviše utječu ovi čimbenici, a to su: čovjek, vozilo i cesta (okolina).[7]

Prilikom djelovanja navedenih čimbenika, mogu se predložiti Vennovim dijagramom (prikaz na slici 12.). Njime se predloži međusobna zavisnost podsustava čovjek – vozilo – cesta. Navedeni podsustavi ne obuhvaćaju sve elemente koji mogu utjecati na stanje sustava, kao što su npr. upravljanje i kontrola prometa, kretanje prometa na cesti, a samim tim je potrebno izdvajanje četvrtog čimbenika koji se zove promet na cesti.

Čimbenici sigurnosti: čovjek, cesta, vozilo i promet na cesti, pojavljuju se uvijek u sustavu ako postoji promet vozila i pješaka na prometnicama. Ti čimbenici podliježu određenim pravilnostima, ali ne obuhvaćaju druge elemente koji se pojavljuju neočekivano i nesustavno a utječu na stanje sustava. Tu se uglavnom misli na atmosferske prilike ili druge elemente, npr. kamenje na cesti, ulje i blato na kolniku i sl. Stoga se uočava potreba za uvođenjem još jednog čimbenika u kojemu bi bili sadržani svi elementi. Taj se čimbenik može nazvati incidentni čimbenik kako bi se istaknulo njegovo nesustavno i neočekivano pojavljivanje. Na taj način opasnost od nastanka prometnih nesreća postaje funkcija pet čimbenika koji čine sustav. To su[7]:

- Čovjek
- Vozilo
- Cesta
- Promet na cesti
- Incidentni čimbenik

Na temelju analize statističkih podataka o nesrećama u Hrvatskoj, može se zaključiti da su tri najčešća uzroka prometnih nesreća: vozač (oko 88%), vozilo (3-4%) i cesta (7-9%). [7]



Slika 12. Vennov dijagram [7]

3.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa

Čovjek svojim osjetilima, u prometu, zaprima razne obavijesti vezane za događaje koji se pojavljuju na cesti te gledajući s obzirom na postavljene prometne propise i vozilo određuju postupak i način kretanja vozila. Razmatrajući sve čimbenike, utjecaj ovog čimbenika je najvažniji, zbog toga što je vozač, odnosno čovjek, dio sustava koji pomoću svojih osjeta zaprima obavijesti te donosi određene odluke i upravlja na svoj način kretanje vozilom. Čovjek kao čovjek je sam po sebi specifičan gledajući sa aspekta ponašanja, jer svaki čovjek ima različito ponašanje, a posebice u različitim situacijama. A ponajviše ovisi o zdravstvenom stanju, njegovoj starosti, stupnju obrazovanja, moralu, temperamentu, inteligenciji, ako je pod utjecajem alkohola ili drugih opojnih sredstava i sl. Na čovjekovo ponašanje kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu[7]:

- Osobne značajke vozača – pod ovu skupinu podrazumijeva se organizacija svih osobina u cjelini, kao i svojstva i ponašanja kojima se svaka ljudska individualnost izdvaja od svih drugih pojedinaca određene društvene zajednice. U užem smislu pojma osobe mogu se obuhvatiti ove psihičke osobine: sposobnost, stajališta, temperament, osobne crte, karakter.
- Psihofizička svojstva – znatno utječu na sigurnost prometa. Prilikom upravljanja vozilom do izražaja dolaze sljedeće psihofizičke osobine: funkcije organa osjeta (najvažniji osjeti za upravljanje vozilom su: vid, sluh, ravnoteža, mišićni, mirisa),

psihomotoričke sposobnosti (brzina reagiranja, brzina izvođenja pokreta rukom, sklad pokreta i opažanje, oni omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad raznih mišića), mentalne sposobnosti (mišljenje, pamćenje, inteligencija, učenje i sl.).

- **Obrazovanje i kultura** – važan čimbenik u međuljudskim odnosima u prometu, jer sa stjecanjem obrazovanja u prometu vozači poštuju prometne propise i odnose se ozbiljno prema ostalim sudionicima u prometu. Pod obrazovanje u prometu najviše se odnosi na: poznavanje zakona i propisa o reguliranju prometa, poznavanje kretanja vozila, poznavanje vlastitih sposobnosti.

3.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa

Pomoću vozila, koje je prijevozno sredstvo, mogu se prevoziti ljudi i teret, a njegovo kretanje može biti pravocrtno i krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzano ili usporeno. Kako je već prije navedeno smatra se da je za 3 - 5% prometnih nesreća uzrok tehnički nedostatak na vozilu, ali taj postotak je znatno veći jer pri očevidu nakon prometne nesreće se ne mogu do kraja očitati pojedini parametri vozila kao uzročnika prometne nesreće, već se samo uzimaju u obzir jasno izraženi kvarovi, kao npr. potpuno otkazivanje uređaja za zaustavljanje, prijelom nekog dijela.

Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne. U aktivne elemente sigurnosti mogu se ubrojiti ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće, dok se u pasivne elemente mogu ubrojiti rješenja koja imaju zadaću, u slučaju nastanka prometne nesreće, ublažiti njezine posljedice.[7]

3.2.1. Aktivni elementi sigurnosti vozila

Pod aktivne elemente sigurnosti vozila mogu se ubrojiti[7]:

- Kočnice
- Upravljački mehanizam
- Gume

- Svjetlosni i signalni uređaji
- Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača
- Konstrukcija sjedala
- Usmjerivači zraka
- Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila
- Vibracije vozila
- Buka

Kočnice služe za kvalitetno i sigurno usporavanje kretanja vozila ili za potpuno zaustavljanje. Jedan je od najvažnijih uređaja na vozilu, bitan za sigurnost prometa i sudionicima u prometu. Samo vozilo mora sadržavati dvije potpuno nezavisne kočnice: ručnu (parkirnu) i nožnu. Važnija je nožna kočnica jer djeluje na sve kotače neposredno, čime je veća sigurnost prometa nego li sa ručnom kočnicom.

Upravljački mehanizam jedan je od mogućnosti koji može biti krivac od nastanka prometnih nesreća, odnosno njegova neispravnost. Takva neispravnost može se dogoditi u slučaju ako ima velike zračnosti u pojedinim elementima upravljačkog mehanizma, zbog loma nekih dijelova ili zbog neispravnosti sigurnosne brave upravljačkog volana, koja može sama od sebe zaključati volan i zakočiti njegovo okretanje.[7]

Gume imaju zadaću za postizanje što boljeg prianjanja između podloge i kotača. Za što veću sigurnost u vožnji, bitno je da guma ima dobar gazni sloj odnosno dobar narez. Dubina nareza ne smije biti manja od jednog milimetra za osobna vozila i dva milimetra za teretna vozila i autobuse. Postoje dvije vrste guma, a to su: radijalne i dijagonalne, gdje se prednost daje radijalnim gumama jer se za vrijeme vožnje manje griju, pridonose bolju stabilnost vozilu, kraći je put kočenja i mnoge druge prednosti.

Svjetlosni i signalni uređaji nam omogućuju osvijetljenost ceste pred vozilom, označuju vozilo na kolniku ceste odnosno njegov položaj i daju se odgovarajući signali. Prednja strana vozila sadrži duga svjetla, kratka svjetla, svjetla za maglu, prednja svjetla za označavanje vozila i pokazivače smjera, dok se na stražnjoj strani nalazi stop svjetla, stražnja svjetla za označavanje vozila, pokazivači smjera, svjetlo za osvijetljivanje registarske pločice i za vožnju unatrag.[7]

Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača su oni uređaji koji vozačima nesmetano omogućuju neometan pogled na okolinu izvan vozila. U te uređaje se ubrajaju: prozorska stakla na vozilu, brisači i perači vjetrobrana, vozačka zrcala (retrovizori). Prozorska stakla, točnije vjetrobranska i bočna stakla, moraju biti prozirna i ne smiju iskrivljivati sliku. A u lošim vremenskim uvjetima nužna je uporaba brisača.

Konstrukcija sjedala, tijekom vožnje vozač i putnici izloženi su djelovanju vertikalnih i horizontalnih sila (neravnine na cestama, ugibljenje, ubrzanje ili usporenje) te djelovanju bočnih sila (centrifugalna sila), pa tako ima veliku ulogu kod pridržavanja vozača u zavoju dok na vozilo djeluje centrifugalna sila i nastoji vozilo izbaciti iz zavoja. Dobro riješeno automobilsko sjedalo mora zadovoljiti dva osnovna zahtjeva: - mora pružiti pouzdan oslonac tijelu vozača (ako je prilagođeno anatomiji tijela), - mora biti tako izvedeno da ne izaziva dodatno njihanje tijela.[7]

Usmjerivači zraka to su dijelovi školjke koja im je osnovna zadaća smanjivanje otpora zraka te povećavanje stabilnosti vozila pri većim brzinama. Samim smanjenjem otpora zraka povećava se brzina vozila, a potrošnja goriva se smanjuje. Težina prednjeg dijela vozila se smanjuje pri velikim brzinama, a ugradbom usmjerivača zraka zrak pritišće na prednji dio školjke.

Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila vrlo je važno radi vozačevih sposobnosti, a time i za sigurnost svih sudionika u prometu. Pri temperaturi nižoj od 13°C i višoj od 30°C radna sposobnost čovjeka opada. A uređaji za grijanje u većini su vozila izvedeni tako da istovremeno služe i za provjetravanje i za hlađenje.

Buka djeluje na živčani sustav i na unutarnje organe, a izaziva glavobolju, vrtoglavicu i razdražljivost te smanjuje radnu sposobnost vozača. Djelovanje buke iznad 80 dB štetno je za organe sluha, a u prostoru za putnike buka ne bi smjela prelaziti 70 dB.[8]

3.2.2. Pasivni elementi sigurnosti vozila

Pod pasivne elemente sigurnosti vozila mogu se ubrojiti [7]:

- Školjka (karoserija)
- Vrata
- Sigurnosni pojasevi

- Nasloni za glavu
- Vjetrobranska stakla i zrcala
- Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora
- Odbojnik
- Sigurnosni zračni jastuk

Školjka je namijenjena za smještaj vozača i putnika, a pričvršćena je za okvir. Sastavljena je od velikog broja dijelova koji su od tehnološki različitog materijala, mora biti elastična, čvrsta, otporna na udare, savijanje i lom te aerodinamičnog oblika. Sastoji se od tri dijela: prednjeg dijela - koji služi za smještaj pogona motora, srednjeg dijela - koji služi za smještaj putnika te stražnjeg dijela – koji služi za smještaj prtljage.

Vrata moraju spriječiti savijanje školjke i izdržati sve vrste udarnog opterećenja. Moraju imati ugrađen sustav blokiranja protiv otvaranja u trenutku udara koji će istovremeno omogućiti lako otvaranje vrata radi spašavanja ozlijeđenih.

Sigurnosni pojasevi - poznato je kako je pojas jedan od najboljih suvremenih izuma na području sigurnosti u vozilima. Korištenje pojasa je propisano i zakonom, a svakako je potrebno ljude svakodnevno informirati o potrebi korištenja sigurnosnog pojasa čak i na kraćim gradskim relacijama kao i o posljedicama nekorištenja. Pri sudaru oni sprječavaju udar glavom u vjetrobransko staklo i prsnim košem u upravljačko kolo ili u ploču s instrumentima.

Naslioni za glavu su jako korisni prilikom sudara u stražnji dio vozila, jer pri udaru, glava se pokreće unatrag te može doći do ozljede vrata i vratnih kralježaka. Zbog toga se u vozila ugrađuju nasloni za glavu, čija je uloga da podupiranjem glave i vrata rastereti vratne kralješke.

Vjetrobranska stakla i zrcala većinski su uzrok svih ozljeda glave i to oko 90%. Prilikom konstrukcije vozila, treba nastojati povećati razmak između putnika i vjetrobranskog stakla. Nosači vjetrobranskog stakla trebali bi biti lakše konstrukcije kako bi se u slučaju naleta vozača ili putnika lako deformirali i na taj način smanjili mogućnost nastanka ozljeda, a prilikom loma stakla, prednost imaju kaljena i višeslojna stakla, jer se kaljeno staklo razbije u sitne komadiće s više tupih rubova.

Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora - najbolje rješenje položaja motora je u prednjem dijelu jer u sudaru motor preuzima najveći dio kinetičke energije te na taj

način štiti srednji dio gdje se nalaze putnici, a ako je motor u stražnjem djelu onda spremnik za benzin obično je u prednjem. Dok je rezervni kotač najbolje smjestiti u prednji dio jer smanjuje oštećenje motora i štiti srednji dio vozila, a akumulator ne smije biti u istom prostoru sa spremnikom za gorivo jer je samozapaljiv.

Odbojnik, njegova je zadaća da pri sudaru apsorbira dio kinetičke energije. Postavljaju se na prednju i stražnju stranu vozila, a trebali bi biti opremljeni gumenim elementima. Odbojnici sa ugrađenim amortizerima mogu ostati nedeformirani pri čeonim sudarima do brzine 20 km/h.

Sigurnosni zračni jastuk uz sigurnosne pojaseve najvažniji je element pasivne sigurnosti automobila (ne sprječava nesreće, nego umanjuje njihove posljedice). Djeluje automatski u trenutku sudara. Nekoliko milisekundi nakon sudara, na temelju signala senzora dinamičkog udara, upravljački modul aktivira inicijalnu kapsulu s osam grama plastičnog eksploziva. Eksplozija pali specijalnu smjesu u generatoru plina, čijim se izgaranjem oslobađa dušik, koji puni zračni jastuk. Nakon što se napuše i amortizira udarac vozača, zračni jastuk se prazni, a cijeli ciklus traje 150 milisekundi.[7]

3.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok nastanka prometnih nesreća, a oni mogu nastati pri projektiranju cesta i pri njihovoj izvedbi. Cestu kao čimbenik sigurnosti prometa obilježuju:

1. Trasa ceste – ona određuje smjer i visinski položaj, a sastoji se od pravaca, zavoja i prijelaznih krivulja. Ti elementi trebaju biti izabrani tako da omogućuju sigurno kretanje vozila pri određenoj računskoj brzini. Duljine pravaca i zavoja treba međusobno uskladiti, a potrebno je osim tehničke sigurnosti osigurati i psihološku sigurnost koja ovisi o tome kako na vozača djeluje okolni teren.[7]
2. Tehnički elementi ceste važni su čimbenici sigurnosti prometa. Nepropisna širina kolnika velika je opasnost za sigurnost prometa, naročito pri prolasku teretnih vozila. Na cestama za mješoviti promet biciklisti izazivaju veliki broj prometnih nesreća. Stoga je potrebno predvidjeti biciklističke staze u predjelima gdje je razvijen biciklistički promet. Povećanjem širine bankine znatno se smanjuje broj

prometnih nesreća. Objavljena su ispitivanja pokazala kako je maksimalna duljina ceste u pravcu ovisna o sigurnosnoj sposobnosti vozača, a kreće se od 2 do 4 km. Isto tako, istraživanja su pokazala da se broj prometnih nesreća naglo povećava u zavojima čiji je polumjer manji od 150 m. Preveliki uzdužni nagib također utječe na sigurnost prometa, a mora biti takav da ne zahtijeva čestu promjenu brzine.[7]

3. Stanje kolnika ima znatan utjecaj na sigurnost sudionika u prometu. Značajan broj prometnih nesreća se događa upravo zbog lošeg stanja kolnika, odnosno zbog smanjenog koeficijenta trenja između kotača i kolnika i/ili zbog oštećenja gornje površine kolnika. Ukoliko kolnik ima dobro prijanjanje, takav kolnik znatno sprječava klizanje vozila. Na prijanjanje između kotača i kolnika utječe: vodeni klin, mokar zastor, onečišćen i blatan zastor, led, snijeg, i sl. Prema istraživanjima u Belgiji, na cestama s koeficijentom trenja manjim od 0,40 broj nesreća je dvadeset puta veći nego na cestama sa hrapavim i suhim zastorom. U proljeće se pojavljuju veća oštećenja kolnika, a izrazito nakon jakih i dugotrajnih zima, nakon naglo odmrznutih podloga, cesta pod teretom teških vozila upada u zemljani trup te se drobi i puca cestovni zastor. Ovisno o postotku oštećenja kolnika, analizira se jeli potrebno obnoviti čitav kolnik ili ga je potrebno popraviti, odnosno ako je kolnik oštećen više od 15% onda je potrebno obnoviti čitav kolnik, a ako je oštećen manje od 15% potrebno ga je samo popraviti.[8]
4. Oprema ceste povećava sigurnost vozača, što je znatno važno pri velikim brzinama i velikoj gustoći prometa. Opremu ceste sačinjavaju: prometni znakovi, kolobrani, ograde, živice, smjerokazi, mačje oči, kilometarske oznake, snjegobrani i vjetrobri. Najvažniji element opreme ceste su prometni znakovi, koji se postavljaju prema elaboratu o opremi i signalizacije ceste. Prilikom njihovog postavljanja mora se voditi računa da ne bude ugrađen veliki broj znakova s neopravdanim i pretjeranim ograničenjima te svaki znak mora pokazati realnu situaciju i upozoravati na eventualnu situaciju na tom dijelu ceste. Kilometarske oznake obavješćuju vozača o njegovu položaju na cesti, dok smjerokazni stupići, koji se postavljaju na razmaku od 50 metara, služe za bolje označavanje smjera ceste pomoću reflektirajućih stakala koja u smjeru vožnje daju crveni odsjaj, a iz suprotnog smjera vožnje sivo bijeli.

5. Rasvjeta ceste nam je potrebna kako bi se promet noću odvijao na siguran način, odnosno da sudijelovatelj u prometu noću ima sigurnu vožnju. Dobrom rasvjetom povećava se udobnost vožnje, smanjuje umor, a prometno opterećenje raspoređuje jednoliko tijekom 24 sata, a na duljim dijelovima ceste smanjuje se broj prometnih nesreća 30-35% u usporedbi s prometnicama koje nisu osvijetljene ili su slabo osvijetljene. Da bi sigurnost prometa bila što veća na opasnim dijelovima ceste i noću, potrebno je osigurati što bolju vidljivost, što veću jednoličnost svjetlosne razine, sam izvor svjetlosti mora biti izvan vidnog polja vozača te trebaju biti postavljene što više iznad kolnika, a žarulje koje blješte treba isključiti.[7]
6. Križanja predstavlja najopasniji element ceste, jer se veliki broj prometnih nesreća događa na križanjima i priključnim cestama, a taj broj prometnih nesreća se kreće oko 40 – 50 % ukupnog broja nesreća. Provedena istraživanja pokazala su da se pri preglednosti na križanju smanjenoj tri puta sigurnost prometa smanjuje 10 puta. Posebna opasnost na križanjima su vozila koja skreću ulijevo te ih pri reguliranju treba posebno odvojiti.
7. Utjecaj bočne zapreke u blizini ruba kolnika nepovoljno utječu na sigurnost prometa. Sam razlog toga je što otprilike trećina vozača pogine zbog udara u stalne zapreke koje se nalaze na bankinama. Na cestama sa četiri traka za vožnju, utvrđeno je da gdje kolnici nisu fizički odvojeni, blizina stalne zapreke utječe tako da je broj nezgoda šest puta veći ako je zapreka na udaljenosti 0,3-1,5 m od ruba kolnika. Pa se zbog toga na smije na bankinama postavljati stalne ili povremene zapreke, kao što su npr. ograde, drveća, telefonski stupovi, reklamne ploče, i sl.[7]
8. Održavanje ceste, a samim time i radovi na održavanju ceste moraju se obavljati redovito i brzo tijekom cijele godine. Pod radove održavanje ceste pripadaju popravci kolničkog zastora, zemljanog trupa ceste, potpornih i obloženih zidova, mostova i propusta, čišćenje kolnika, čišćenje odronjenog kamena, zaštita kosina nasipa, usjeka i zasjeka, čišćenje odvodnih kanala, i sl. Vozila koja se priključuju sa priključnih cesta često površine zastora blate zemljom, a izrazito za vrijeme jesenskih poljskih radova. To blato, a i lišće koje pada u jesen, treba odmah ukloniti sa zastora kako ne bi uzrokovalo klizanje vozila zbog smanjenog otpora trenja između kolnika i kotača. Prilikom redovitog održavanja izvode se svi potrebni

popravci zastora, čišćenje odvodnih kanala, zamjena dotrajale signalizacije i uređuju se kosine zemljanog trupa.

3.4. Čimbenik promet na cesti

Ovaj čimbenik obuhvaća podčimbenike: organizacija, upravljanje i kontrola prometa. Organizacija prometa obuhvaća propise i tehnička sredstva za organizaciju prometa, dok upravljanje prometom obuhvaća način i tehniku upravljanja cestovnim prometom, a kontrola prometa obuhvaća način kontrole prometa te ispitivanje i statistiku prometnih nesreća. Kontrola prometa obavlja se na temelju Zakona o sigurnosti prometa na cestama. Zakon i propisi moraju biti jedinstveni, jasni i jednako tumačeni na cijelom području za koje vrijede. Za provedbu uspješne kontrole prometa potrebni su odgovarajući stručnjaci i sredstva za kontrolu.[7]

3.5. Incidentni čimbenik

Čimbenici čovjek, vozilo i promet na cesti podliježu određenim pravilnostima koje se mogu predvidjeti. Međutim, tim čimbenicima nisu obuhvaćene atmosferske prilike ili neki drugi elementi, npr. trag ulja na kolniku, nečistoća, divljač i sl. koji su zapreka sigurnom odvijanju prometa. Zbog toga je bitno uvođenje još jednog čimbenika, tzv. incidentnog čimbenika, čije se djelovanje pojavljuje na neočekivan i neustavan način. Nepovoljno djelovanje atmosferskih prilika na sigurnost prometa očituje se u smanjenju vidljivosti i smanjenju svojstva prianjanja između guma i kolnika.

U atmosferske utjecaje koji djeluju na sigurnost prometa mogu se ubrojiti: kiša, poledica, snijeg, magla, vjetar, atmosferski tlak, visoke temperature i sl. Kiša djeluje nepovoljno na sigurnost prometa, a najopasnija je prva kiša koja zajedno s prašinom i blatom stvara tanki skliski sloj između kotača i kolnika koji smanjuje koeficijent prianjanja između gume i kolnika.

Poledica također djeluje nepovoljno na sigurnost prometa jer se smanjuje koeficijent prianjanja između kotača i kolnika. Snijeg otežava kočenje vozila i smanjuje vidljivost. Magla smanjuje vidljivost i zamagljuje vjetrobranska stakla. Vozači moraju prilagoditi brzinu uvjetima vidljivosti

kako bi na vrijeme mogli zaustaviti vozilo i izbjeći nesreću. Promjene atmosferskog tlaka utječu na ponašanje vozača, a uvjetovane su brzim i jakim promjenama vremena. Prema provedenim ispitivanjima ustanovljeno je da postoji povezanost između povećanog broja prometnih nesreća i ciklona. [7]

4. DEFINICIJA OPASNIH MJESTA U CESTOVNOM PROMETU

Opasno mjesto na nekoj lokaciji ili dionice ceste predstavlja velik broj prometnih nesreća, odnosno veći broj nesreća od prosjeka. Definicija opasnih mjesta ima više značenja, tj. tumačenja, jer nekoliko autora je definiralo opasno mjesto koji je definirao da pojam opasnog mjesta da su to dijelovi ceste na kojima se događa veći broj prometnih nesreća s ljudskim žrtvama i većom materijalnom štetom, dok drugo tumačenje glasi da opasne cestovne lokacije ili "crne točke" su mjesta na cesti na kojima je rizik od prometnih nesreća značajno veći nego na drugim cestovnim lokacijama.

Sanacija opasnih mjesta u cestovnom prometu jedan je od načina povećavanja sigurnosti sudionika u cestovnom prometu. Dokaz tome su i provedbe prošlih Nacionalnih programa sigurnosti cestovnog prometa koji su kao jedan od posrednih ciljeva imali detekciju i saniranje opasnih mjesta, što se pokazalo učinkovitim načinom smanjenja prometnih nesreća. U prilog tome ide i podatak da je u novom Nacionalnom programu sigurnosti cestovnog prometa 2011. – 2020., kao jedan od područja djelovanja za ostvarenje cilja, navedena i detekcija te saniranje opasnih mjesta.

Klasifikacija opasnih mjesta na cestama u Republici Hrvatskoj može se podijeliti u dva dijela [9]:

a) mjesta gomilanja prometnih nesreća (izrazito opasna mjesta) ili tzv. crne točke. Crnom točkom smatra se lokacija na kojoj se dogodilo dvanaest i više prometnih nesreća s ozljedama i poginulima na duljini 100 m od raskrižja ili 300 m odsječka ceste u proteklih pet godina. Ako je duljina dionice između dvaju raskrižja manja od 250 m, u dionicu se uključuju i raskrižja. Samom raskrižju, kao opasnom mjestu, pripisuju se i one prometne nesreće koje se događaju 20 m izvan sjecišta rubova kolnika krajnjih prometnih trakova (ulijevanja, izlivanje). Raskrižja se uglavnom ispituju odvojeno od dionice ceste. Velika denivelirana raskrižja su kompleksna i mogu se sastojati od dionica i dijelova raskrižja

b) opasna mjesta su ona na kojima se događa natprosječan broj prometnih nesreća, ali manje nego na mjestima gomilanja prometnih nesreća. Takva opasna mjesta mogu se svrstavati na različite načine, odnosno prema različitim kriterijima.

Dok se u svijetu koristi nekoliko načina za definiranje opasnog mjesta, odnosno da je pojam opasnog mjesta potrebno definirati s obzirom o načinu identifikacije opasnog mjesta te da ne postoji standardna definicija opasnog mjesta već da postoje tri vrste definicije opasnih mjesta, a to su:

- Brojčane definicije;
- Statističke definicije i
- Definicije temeljene na predviđanju prometnih nesreća.

Za brojčanu definiciju opasnog mjesta može se istaknuti službena norveška definicija koja glasi [9]: „Opasno mjesto je bilo koja lokacija maksimalne dužine od 100 metara na kojoj su zabilježene barem četiri nesreće s ozlijeđenim osobama u periodu od pet godina“. Problem s ovom definicijom je u tome što se ne uzima u obzir gustoću prometa niti specificira tip same lokacije. Zbog toga je primjerenija definicija koja je vezana uz stopu nesreća, a mogla bi glasiti: „Opasno mjesto je bilo koja lokacija, raskrižje, dionica ili zavoj, gdje broj nesreća s ozlijeđenima, na milijun vozila, u periodu od četiri godine, prelazi vrijednost od 1,5“.

Sama statistička definicija crnih točaka se uspoređuje između zabilježenih i uobičajenih negativnih događanja, tj. prometnih nesreća na cesti. Točnije, npr. određena lokacija ili mjesto će biti proglašeno kao opasno mjesto ako je zabilježen broj prometnih nesreća u određenom periodu znatno veći nego uobičajeni broj nesreća na tim lokacijama.

Definicije na temelju predviđanja obuhvaćaju razne modele predviđanja nastanka prometnih nesreća. Ovakvi modeli zahtijevaju velike količine podataka o karakteristikama lokacija koje se promatraju te se na temelju očekivanog broja nesreća pokušavaju identificirati opasna mjesta.[10]

Opasno mjesto je objektivno utvrđena incidentna cestovna lokacija na kojoj događanje prometnih nesreća nije posljedica slučaja, već sustavnog nedostatka u prometnom okruženju. Ovakvo mjesto treba prepoznati, analizirati uzroke, odrediti mjere i postupke za smanjenje broja i težine prometnih nesreća te pristupiti sanaciji.

4.1. Opasna mjesta u Republici Hrvatskoj

Za identifikaciju opasnih mjesta u Republici Hrvatskoj postoji samo jedna dostupna metodologija koju upotrebljava tvrtka Hrvatske ceste d.o.o. na svim državnim cestama. Istraživanjem o prometnim nesrećama na određenom mjestu ili lokaciji, može se ustanoviti koliko je ta lokacija opasna za sudionike u prometu te koje su najkvalitetnije mjere za sanaciju tog opasnog mjesta samim time i povećanja sigurnosti u prometu. Prilikom prikupljanja podataka o prometnih nesrećama, prometnom opterećenju, regulaciji prometa, cesti i okolini ceste, mora se utvrditi na kojim se mjestima često događaju prometne nesreće, koji je uzrok prometnih nesreća i koje se mjere čine prikladnim za otklanjanje uočenih izvora opasnosti.

Identifikacija opasnog mjesta na Hrvatskim cestama, odnosno opasnim mjestom se definira raskrižje ili odsječak ceste duljine do 300 m, tj. opasnom dionicom može se nazvati dio ceste duljine od 300 do 1000 m. Mjesto na cesti ulazi u kategoriju opasnog ako ispunjava ova tri kriterija [10]:

- u prethodne tri godine dogodilo 12 ili više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama;
- 15 prometnih nesreća bez obzira na posljedice u tri godine;
- ako su se dogodile tri ili više istovrsnih prometnih nesreća, u kojima su sudjelovale iste skupine sudionika, s istim pravcima kretanja, na istim konfliktnim površinama i dr.

Najviše od svih opasnih mjesta, najviše pažnje bi trebalo posvetiti:

- Na onim područjima gdje je visok stupanj nazočnosti pješaka
- Ceste s povećanim intenzitetom biciklista, tj. presijecanje ceste s biciklističkim stazama
- Ceste ili dionice cesta s prevelikom razinom brzine
- Na stajalištima javnog gradskog prijevoza
- Sjecišta prilaznih puteva školama u neposrednoj blizini škole, dječjih vrtića sa cestom

Hrvatske ceste d.o.o. do sada su obradili 336 lokacija na državnim cestama na kojima bi se broj nesreća, a time i broj stradalih osoba, mogao smanjiti građevinsko-tehničkim ili drugim prometnim mjerama sanacije. Prikaz opasnih lokacija u Hrvatskoj je prikazano slikom 13.

Usporedbom podataka o prometnim nesrećama koje su evidentirane u trogodišnjem razdoblju prije i u istom razdoblju nakon sanacije opasnih mjesta, utvrđeno je ukupno smanjenje broja prometnih nesreća za 76,2%, broj poginulih osoba za 90,3%, teško ozlijeđenih za 75,3% i broj lakše povrijeđenih za 72,3%.[11]



Slika 13. Prikaz opasnih cesta, lokacija, u RH

Izvor: <http://www.24sata.hr/media/img/e6/e7/143353bdaace2fc03d10.jpeg>(16.5.2016)

4.2. Određivanje opasnih mjesta u pojedinim zemljama Europe

Svaka zemlja u Europi ima svoj način određivanja opasnih mjesta na cesti, što nam govori da ne postoji standardizirana metoda identifikacije opasnih mjesta koja je primjenjiva za sve zemlje Europe. U nastavku su prikazane metode koje se koriste u pojedinim zemljama, u kojem su uključene samo metode koje identificiraju opasna mjesta.[12]

4.2.1. Određivanje opasnih mjesta u Austriji

Opasnim mjestom u Austriji smatra se svako mjesto koje ispunjava jedan od dva kriterija:

1. Tri ili više sličnih prometnih nesreća sa ozlijeđenim u roku od tri godine i koeficijent rizika R_k od najmanje 0,8. Vrijednost koeficijenta rizika računa se na sljedeći način:

$$R_k = \frac{U}{0,5 + 7 \times 10^{-5} \times PGDP} \quad (1)$$

gdje je:

U – broj prometnih nesreća s nastradalima u periodu od tri godine:

$PGDP$ – prosječni godišnji dnevni promet [vozila/dan]

2. Pet ili više prometnih nesreća (uključujući i one samo s materijalnom štetom) sličnog tipa tijekom jedne godine.

Kritična vrijednost koeficijenta rizika od 0,8 bit će postignuta ako su zabilježene:

- tri prometne nesreće u tri godine i $PGDP$ do 10700 [vozila/dan],
- četiri prometne nesreće u tri godine i $PGDP$ do 16700 [vozila/dan],
- pet prometnih nesreća u tri godine i $PGDP$ do 22600 [vozila/dan],
- šest prometnih nesreća u tri godine i $PGDP$ do 28600 [vozila/dan].

Upravljanje crnim točkama na cestovnoj mreži u Austriji sastoji se od sljedećih koraka:

- statistička analiza crnih točaka koja obuhvaća vrste nesreća, vrijeme i stanje na cestama tijekom nesreće, sudionike, te težinu nesreća;
- lokalna procjena crnih točaka uključuje detaljniju ocjenu okoliša, prilaznih prometnica, usmjeravanja prometa, osvjetljenja tijekom noći, sumraka...);
- predlaganje mjera na osnovu analize i lokalne procjene trebaju se ogledati prema cestovnoj mreži, brzini kretanja, instalaciji javne rasvjete, ugradnji pješačkih tipkala i dr.;
- mjere se provode u skladu s mogućim raspoloživim financijskim sredstvima;

- nakon provedbe mjera promatra se pojava prometnih nesreća kako bi se ocijenilo smanjenje broja i težina nesreća, ako to nije slučaj poduzimaju se daljnje mjere.

4.2.2. Određivanje opasnih mjesta u Belgiji

Dok se za razliku od Austrije u Belgiji mjesto naziva opasnim na kojem su u posljednje tri promatrane godine zabilježene tri ili više prometnih nesreća. Osim navedenog, svako mjesto smatra se opasnim ako je njegova prioriteta vrijednost (P) jednaka ili veća od 15, a koja se dobiva prema izrazu:

$$P = X + 3 \times Y + 5 \times Z \geq 15 \quad (2)$$

gdje je:

X – ukupan broj lakše ozlijeđenih,

Y – ukupan broj teško ozlijeđenih,

Z – ukupan broj smrtno stradalih.

Smatra se da su osobe koje su provele u bolnici više od 24 sata, zadobile teške ozljede, a smrtonosnim ozljedama se smatraju ozljede od kojih je žrtva preminula u roku od 30 dana od posljedica te prometne nesreće. Za identifikaciju se koristi razdoblje od tri godine, a dužina lokacije nije veća od 100 m. U Belgiji se pokušava uzimati u obzir težina nesreće. Dakle, mjesto na kojem su se dogodile dvije prometne nesreće sa smrtnim posljedicama i jedna s teško ozlijeđenima, dobiva prioriteta vrijednost 14, dok mjesto na kojem je došlo do deset prometnih nesreća s lakše ozlijeđenima, dobiva vrijednost od 10 bodova.

4.2.3. Određivanje opasnih mjesta u Danskoj

Danska određuje opasna mjesta na cestama oslanjajući se na dosta detaljnu klasifikaciju sustava cesta, na različite tipove dionica i raskrižja. U identificiranju se koristi test baziran na Poissonovoj raspodjeli. Prema toj raspodjeli broj prometnih nesreća u nekom vremenskom razdoblju može varirati između mjesta što se može objasniti razlikama u karakteristikama pojedine

lokacije te je kao takav široko prihvaćen kao najbolji model. Minimalan broj prometnih nesreća da bi se neko mjesto smatralo opasnim je četiri nesreće u periodu od pet godina. Ocjene normalnog broja prometnih nesreća dobivaju se primjenom modela za predviđanje. Pretpostavlja se da je normalan broj nesreća na nekom mjestu ocijenjen kroz vrijednost 2,8 (tijekom 5 godina), a da je registrirano pet nesreća.

4.2.4. Određivanje opasnih mjesta u Mađarskoj

Opasnim mjestima izvan naselja u Mađarskoj smatraju se ona na kojima su najmanje četiri prometne nesreće registrirane tijekom tri godine na dionici ceste ne dužoj od 1000 m. Unutar naselja, opasnim mjestom smatra se lokacija s najmanje četiri registrirane prometne nesreće tijekom tri godine na dionici ceste od 100 m. Nakon što su identificirana opasna mjesta, vrše se daljnja istraživanja te se na osnovi ukupnih rezultata provode preventivne mjere.

4.2.5. Određivanje opasnih mjesta u Norveškoj

Kod njih se opasnim mjestom smatra svaka dionica ceste dužine ne veće od 100 m sa najmanje četiri prometne nesreće sa ozlijeđenima registrirane u prethodnih pet godina. Pored toga opasnim mjestom smatra se svaka dionica ceste ne duža od 1000 m sa najmanje deset prometnih nesreća sa ozlijeđenima registriranih u prethodnih pet godina. Nakon identificiranja, opasna mjesta se rangiraju prema procjeni troškova nesreća, procjeni očekivanog broja nesreća i troška svih nesreća za slična opasna mjesta.

Detaljna istraživanja provode se za mjesta koja su visoko rangirana koje obuhvaća detaljnu analizu prometnih nesreća, izlazak na mjesto nesreće radi obavljanja prometno kriminalističkih pokusa zbog provjere okolnosti koje su uzrokovale nesreću, promatranja ponašanja korisnika na rizičnim dionicama. Na temelju detaljne analize predlažu se mjere za poboljšanje sigurnosti, procjenjuju troškovi i učinci već provedenih.

4.2.6. Određivanje opasnih mjesta u Njemačkoj

Opasna mjesta u Njemačkoj se određuju pomoću mapa prometnih nesreća. Smatra se da je opasno mjesto ako se na određenoj lokaciji dogodi veliki broj prometnih nesreća na vrlo malom dijelu ceste u cestovnoj mreži. U identifikaciji se koristi period od jedne ili tri godine. Ukoliko se koristi jedna godina, mjesto se klasificira kao opasno, ako je na njemu registrirano pet prometnih nesreća sličnog tipa na duljini dionice od 100 m. Pri tome se u obzir ne uzima težina prometnih nesreća ni materijalna šteta.

Ako se koristi razdoblje od tri godine, opasnim mjestom smatra se svako mjesto na kome je registrirano pet ili više nesreća sa lakše ozlijeđenima ili tri i više nesreća sa teško ozlijeđenima. Mjesta za djelovanje u preventivno-represivnom smislu su rangirana na jednostavna i složena. Jednostavna opasna mjesta (ona na kojima se bilježi u jednoj godini pet prometnih nesreća sličnog tipa) rangirana su prema broju usporedivih nesreća, a složena prema gustoći teških ozljeda, odnosno broju prometnih nesreća sa teškim ozljedama po kilometru ceste godišnje.

4.2.7. Određivanje opasnih mjesta u Portugalu

U Portugalu se opasno mjesto definira kao dionica ceste maksimalne dužine od 200 m s pet ili više prometnih nesreća i težinom pokazatelja većom od 20 u jednoj godini provedene analize. Indeks težine izračunava se prema izrazu:

$$PZ = 100 \times So + 10 \times To + Lo \quad (3)$$

gdje je:

So – broj smrtno stradalih

To – broj teško ozlijeđenih

Lo – broj lakše ozlijeđenih

Većina modela za određivanje opasnih mjesta ne obuhvaća sve čimbenike koji sustavno proizvode varijacije u broju nesreća. Portugal je jedina zemlja koja djelomično implementira primjenu modela procjene empirijskim *Bayesovim* (EB) *pristupom*. Prema empirijskoj Bayesovoj

metodi najbolja procjena sigurnosti na promatranom dijelu cestovne mreže dobiva se kombinacijom dva izvora podataka i to rekordnog broja prometnih nesreća na određenom mjestu i predviđanja nesreća pokazujući kako različiti faktori utječu na pojavu nesreća. Najbolja procjena očekivanog broja nesreća za određeno mjesto dobiva se jednadžbom:

$$E\left(\frac{\lambda}{r}\right) = \alpha \times \lambda + (1 - \alpha) \times r \quad (4)$$

gdje je:

$E(\lambda/r)$ – očekivani broj prometnih nesreća

λ – normalan, očekivani broj nesreća prema procjeni modela predviđanja,

α – parametar težine,

r – zabilježeni broj prometnih nesreća

Metoda koju Portugal koristi uzima u obzir različite karakteristike cesta svojstvene pojedinom području na kojem je locirana crna točka. Kada su u pitanju kolnici s jednim prometnim trakom razmatra se duljina od 250 m, a u slučaju kolnika s dvije prometne trake 500 m te se identifikacija provodi zasebno za svaki trak. Cestovna mreža je podijeljena na klase cesta, prema broju kolničkih traka (jedna ili dvije), širina prometnice (ispod ili jednak 6,00 m a ne veće od 7,00 m ispod ili jednaka 7,75 m a veće od 7,75 m i broju voznih trakova u svakom kolniku. Za promatranje se uzima razdoblje od pet godina. Ta metoda temelji se na sljedećoj jednadžbi:

$$E(\lambda) = \beta_1 \times ADT^{\beta_2} \times CW^{\beta_3} \times e^{(\beta_4 \times \frac{ADT}{100})} \quad (5)$$

gdje je:

$E(\lambda)$ – očekivani broj prometnih nesreća u petogodišnjem razdoblju,

β – parametar procjene,

ADT – prosječni dnevni promet,

CW – širina trake.

4.2.8. Određivanje opasnih mjesta u Švicarskoj

Opasnim mjestom u Švicarskoj se smatra svako mjesto sa registriranim brojem prometnih nesreća značajno iznad srednjeg broja prometnih nesreća na sličnim mjestima. Slična mjesta se definiraju klasificiranjem cesta na različite tipove dionica i križanja. U svakoj grupi se ocjenjuju stope prometnih nesreća. Na temelju dobivenih stopa definiraju se kritične vrijednosti za minimalan registrirani broj prometnih nesreća u periodu od dvije godine da bi mjesto bilo klasificirano kao opasno. Na autocestama je kritičan broj deset za sve prometne nesreće, četiri za nesreće sa ozlijeđenima i dvije za nesreće sa poginulima. Na izvangradskim cestama je kritična vrijednost osam za sve nesreće, četiri za nesreće sa ozlijeđenima i dvije za nesreće sa poginulima. Na raskrižjima u naseljenim mjestima kritična vrijednost je deset za sve nesreće, šest za nesreće sa ozlijeđenima i dvije za nesreće sa poginulima. Dužina opasnih mjesta na cestama, izuzev kada su u pitanju križanja, kreće se između 100 m i 500 m, ovisno o obujmu prometa. Švicarska kao metodu koristi fiksno segmentiranje ceste.

4.3. EuroRAP projekt

EuroRAP je međunarodna neprofitna udruga iz Bruxellesa formirana od strane autoklubova i cestovnih vlasti, i jedan je važnijih alata da se unaprijedi cestovna infrastruktura, odnosno da se smanji broj stradalih na hrvatskim cestama. Temeljni je cilj za unapređenje sigurnosti prometa u domeni cestovne infrastrukture. EuroRAP trenutno okuplja 50 članica iz 30 zemalja, a sustav je osmišljen u Europi ali je ubrzo usvojen na svim kontinentima.

Ovaj sustav funkcionira tako da se detektiraju dionice cesta sa najvećim rizikom, odnosno mapa rizika temeljem volumena prometa u korelaciji sa brojem poginulih i teško ozlijeđenih. Zatim se obavlja snimanje najrizičnijih dionica specijalno opremljenim vozilom koje detektira nedostatke infrastrukture s aspekta sigurnosti. Pojedininim se dionicama dodjeljuju zvjezdice, gradacija od 1 do 5, kao oznaka dostignuta nivoa sigurnosti. Temeljem obavljenog snimanja izdaju se preporuke nadležnima za održavanje cesta vezane uz aktivnosti i potrebne mjere za sanaciju stanja. Provođenje aktivnosti u sustavu EuroRAP dovelo je do određenih značaja, kao što su[13]:

- Senzibiliziranje nadležnih vlasti i šire javnosti (korisnici) o potrebi poduzimanja mjera za povećanje nivoa sigurnosti;
- Smanjenje broja nesreća, poginulih i ozlijeđenih u prometnim nesrećama;
- Poticanje organizacija koje su zadužene za održavanje cesta na poduzimanje mjera za povećanje nivoa sigurnosti;
- Uvođenje standardiziranih i opće prihvaćenih metoda vezanih uz procjenu sigurnosti cestovne infrastrukture

Hrvatska postaje dio sustava EuroRAP 2005. godine, kada je HAK pristupio sustava EuroRAP kao punopravna članica. Uloga HAK-a je prikupljanje potrebnih podataka o prometnim nesrećama i cestama temeljem kojih se izrađuju potrebni proračuni. Ti proračuni služe kao baza za izradu potrebnih mapa. Jednako važno djelovanje HAK-a odnosi se na senzibiliziranje javne vlasti, državnih organa i tijela te stručne javnosti za proaktivno djelovanje na poboljšanju sigurnosti cestovnog prometa, odnosno cestovne infrastrukture implementacijom EuroRAP metodologije. 2007. godine HAK postaje nositelj licence EuroRAP koja mu omogućava obnašanje poslova ocjene kvalitete cestovne infrastrukture s aspekta sigurnosti. U tu namjenu je 2009. godine osnovano međuresorno Povjerenstvo za praćenje provedbe projekta EuroRAP koje se danas sastoji od članova iz relevantnih institucija vezanih za sigurnost prometa u Republici Hrvatskoj. U radu Povjerenstva pod vodstvom HAK-a sudjeluju predstavnici Ministarstva unutarnjih poslova, Ministarstva mora, prometa i infrastrukture, Hrvatskih cesta, Hrvatskih autocesta, Autoceste Rijeka – Zagreb, Fakulteta prometnih znanosti i Instituta prometa i veza. Projekt se financira iz sredstava Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa.

Prva karta rizika za sve autoceste i državne ceste izrađena za razdoblje 2007. do 2009. godine, a 2009. obavljeno snimanje najkritičnijih dionica na državnoj cesti D2 od graničnog prijelaza sa Slovenijom do graničnog prijelaza sa Srbijom (335 km). Značaj i utjecaj cestovne infrastrukture na sigurnost prometa na cestama višeznačno je određen Direktivom 2008/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća o sigurnosti cestovne infrastrukture.[13]

Direktivom se konstatira da zajednička odgovornost cestovne infrastrukture, uz vozače i vozila, u svrhu ostvarivanja 50-postotnog smanjenja broja poginulih u prometnim nesrećama kao temeljnog cilja Europskog akcijskog programa za sigurnost cestovnog prometa predstavlja treći stup politike sigurnosti cestovnog prometa. Također se konstatira da u području sigurnosti

cestovne infrastrukture ima mjesta za poboljšanja pa je od velikog značaja uspostavljanje i definiranje odgovarajućih postupaka za ocjenjivanje sigurnosti mreže cesta i informiranje vozača o dionicama cesta s povećanim brojem prometnih nesreća. U tu svrhu potrebno je obaviti rangiranje i ocjenjivanje dionica s velikim brojem prometnih nesreća u odnosu na intenzitet prometa.

Tijekom 2014. godine snimljena je Jadranska turistička cesta – državna cesta broj 8 te su obrađeni podaci po kvaliteti sigurnosti ceste (RPS - Road Protection Score) metodologiji. EuroRAP projekt s ovakvim stanjem cesta nameće se kao nužda. Nakon izrade mape rizika - a to je tek prva faza - sljedeći korak trebao bi biti kontrola i snimanje stanja prometno-tehničkih i sigurnosnih obilježja cesta posebno opremljenim vozilom. Rezultati bi bili u obliku vrlo jasnih preporuka, na primjer što konkretno promijeniti na nekoj dionici na Jadranskoj magistrali kako bi vozači bili sigurniji.

Na temelju specijalnog softvera za analizu podataka ViDA bilo je moguće identificirati opasne, odnosno visoko rizične segmente državne ceste D8. Rezultati tih analiza su zabrinjavajući, te je cesta ocijenjena izrazito opasna za motocikliste, pješake, vozače i putnike u vozilu. Ovakvi poražavajući nedvosmisleno ukazuju na nužnost hitnog investiranja u provođenju odgovarajućih mjera sanacija utvrđenih u investicijskom planu za povećanje razine sigurnosti cestovne infrastrukture.

Procijenjeni troškovi sanacije svih opasnih mjesta na Jadranskoj magistrali iznose 311.222.011.00 kn. Ukoliko se provedu definirane protumjere nadogradnje i rekonstrukcije promatrane cestovne mreže, predviđeno je da će se tijekom 20 godina spriječiti ukupno 2082 prometne nesreće sa smrtnim i teškim ozljedama.[13] Na Jadranskoj magistrali posebno su opasne dionice od Rijeke do Senja, od Karlobaga do Starigrada, od Šibenika do Trogira, a dio od Splita do Ploča je također u “crnom” ili je tek nijansu bolji. Osim državne ceste broj 8, u Hrvatskoj postoji više opasnijih dionica, kao što su: cesta D23 od Duge Rese do Josipdola, D6 do slovenske granice, dio D5 od Daruvara do Pakraca te od Virovitice do mađarske granice, cesta D7 od Belog Manastira do mađarske granice, dio ceste do Metkovića.[13] U Hrvatskoj EuroRAP predlaže uvođenje više od 70 mjera koje su se dokazale kao učinkovite u spašavanju života. Te mjere kreću se od jednostavnih mjera kao što je kvalitetno iscrtavanje horizontalne signalizacije pa do najskupljih mjera kao što su rekonstrukcija raskrižja ili gradnja drugog kolnika na najopasnijim dionicama.

5. ANALIZA STATISTIČKIH PODATAKA NA ODABRANIM PROMETNIM RASKRIŽJIMA

Analiza statističkih podataka je najefikasnija metoda pri odlučivanju koliko je neko raskrižje sigurno za sudionike u prometu te se iz tih podataka može iščitati koji su glavni uzroci događanju prometnih nesreća. Glavni cilj istraživanja sigurnosti prometa na cestama je detektirati opasna mjesta te prometnim rješenjima ih eliminirati. U diplomskom radu je razrađena analiza prometnih nesreća na sljedećim raskrižjima, od kojih se sva tri nalaze u Gradu Zagrebu: Avenija Gojka Šuška – Ulica Dragutina Mandla – Avenija Dubrava – Maksimirska cesta, Ulica kralja Zvonimira – Heinzelova ulica te Poljanice I – Poljanice III.

5.1. Raskrižje Avenija Gojka Šuška – Ulica Dragutina Mandla – Avenija Dubrava – Maksimirska cesta

Ovo odabrano četverokrako raskrižje se nalazi u gradskoj četvrti Dubrava, u istočnom dijelu Zagreba u blizini bolnice KB Dubrava. Prikaz makrolokacije raskrižja na slici 16. Na raskrižju se promet upravlja prometnim svjetlima (semaforom), horizontalnom i vertikalnom signalizacijom. Samo raskrižje je jako prometno te kroz njega prometuju osobni automobili, teretna vozila i javni gradski prijevoz. U samoj blizini raskrižja nalazi se okretište tramvaja, što predstavlja veću frekvenciju tramvaja kroz odabrano raskrižje. Prilikom uključivanja vozila iz Avenije Dubrava u Ulicu Dragutina Mandla, isto tako vozila iz Avenije Gojka Šuška u Ulicu Dragutina Mandla omogućeno im je pomoću dvije prometne trake. Pri napuštanju vozila iz raskrižja, lijeva prometna traka nestaje te se vozači iz lijeve trake moraju prestrojiti u desnu prometnu traku. Zbog velikog kapaciteta prometa i loše prometne signalizacije koja slabo najavljuje vozačima na prestanak lijeve prometne trake, dolazi često do sudara prilikom prestrojavanja vozila iz lijeve prometne trake u desnu. A do toga dolazi zato što vozači u lijevoj prometnoj traci počinju razvijati brzinu motornog vozila te zbog ne adekvatne prometne signalizacije kasno uočavaju da traka prestaje, pa se naglim pokretima i slabom provjerom sigurnosti prestrojavaju u desnu traku prometa, čime ugrožavaju sebe i druge sudionike u prometu. Glavna problematika ovog raskrižja je prikazana slikom 14.



Slika 14. Prikaz problematike raskrižja 1

Izvor: Izradio autor

Prikazano, izvedeno raskrižje navodi vozače da se pod rizikom uključuju u desnu prometnu traku, što povećava rizik o nastanku prometnih nesreća, točnije smanjuje sigurnost u samoj zoni raskrižja.

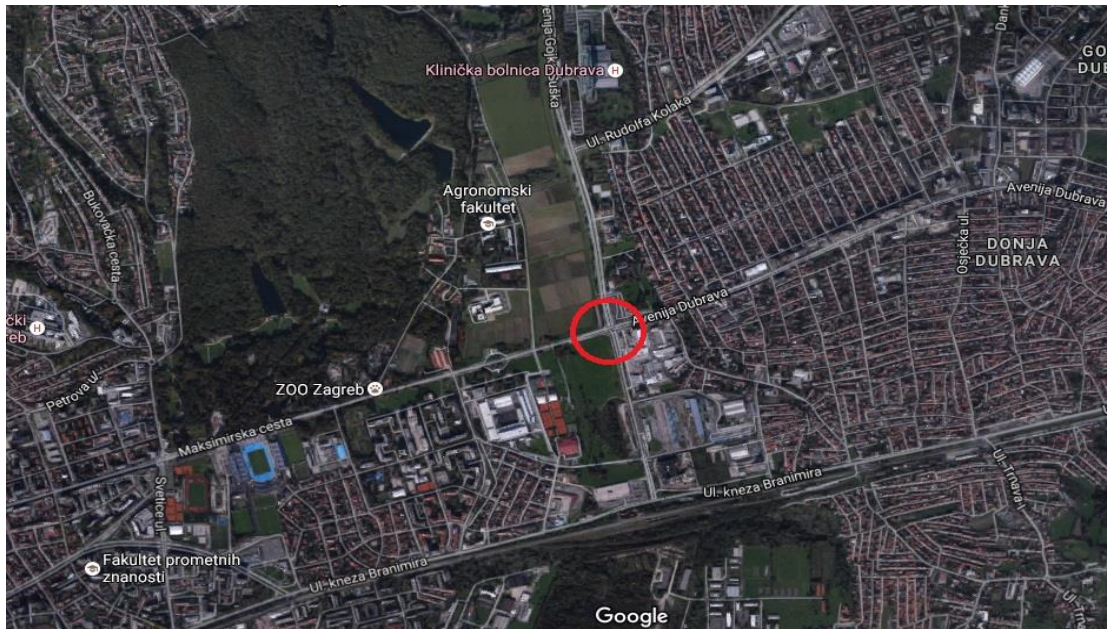
Na ovom raskrižju je još na nekim mjestima ugrožena sigurnost vozača i samih putnika. Jedno od njih je kada vozači iz Maksimirske ulice žele skrenuti desno u Ulicu Dragutina Mandla, često znaju zalutati po tračnicama koje su namijenjene tramvajima, čime povećavaju rizik od nastanka prometne nesreće.



Slika 15. Prikaz problematike raskrižja 2

Izvor: Izradio autor

Do takve situacije dolazi zbog nepoštivanja oznaka na kolniku ili ne uočljivosti oznaka na kolniku od strane vozača, koja je označena sa žutom linijom namijenjena samo za javni gradski prijevoz. Prikaz problematike tog skretanja je prikazano slikom 15.



Slika 16 Prikaz makrolokacije raskrižja Avenija Gojka Šuška - Ulica Dragutina Mandla - Avenija Dubrava - Maksimirska cesta [14]

Avenija Dubrava povezuje Maksimirsku cestu i sam centar grada sa Dubravom i Sesvetama. Preko Avenije Gojka Šuška cijeli kvart Dubrava ima nesmetan dolazak do bolnice KB Dubrava, dok Ulica Dragutina Mandla povezuje promatrano raskrižje sa Branimirovom ulicom.

U tablici 1 je prikazan broj prometnih nesreća koji se dogodio u toj zoni raskrižja u razdoblju od 1.1.2013. pa do 1.6.2016. godine. Navedeni podaci su dobiveni iz MUP-a.

Tablica 1. Broj prometnih nesreće na odabranom raskrižju

Posljedice prom. nesreća	2013	2014	2015	2016	Ukupno
Broj nesreća s poginulima	0	0	0	0	0
Broj nesreća s ozlijeđenima	1	12	3	2	18
Broj nesreća s mat. štetom	10	10	9	5	34
Ukupno:	11	22	12	7	52

Izvor: [15]

Iz tablice je vidljivo da se ukupno na odabranom raskrižju dogodile 52 prometne nesreće, od kojih su 18 prometnih nesreća bilo sa ozlijeđenima, a dok su 34 prometne nesreće bile s materijalnom štetom. U tablici 2. je prikazano posljedice sudionika prometnih nesreća.

Tablica 2. Posljedice sudionika prometnih nesreća

Posljedice - sudionici	2013	2014	2015	2016	Ukupno
Broj poginulih	0	0	0	0	0
Broj teško ozlijeđenih	0	1	0	1	2
Broj lako ozlijeđenih	1	13	4	1	19
Ukupno ozlijeđenih:	1	14	4	2	21

Izvor: [15]

U navedenom razdoblju na ovom raskrižju ni jedan sudionik u prometnoj nesreći nije poginuo, dok su dva sudionika teško ozlijeđena, jedan u 2014. a drugi u 2016. godini, a dok ih je 19 lakše ozlijeđeno gdje ih je bilo najviše u 2014.godini. Tablicom 3 su prikazana svojstva sudionika koji su ozlijeđeni, odnosno je li nastradao vozač, putnik ili pješak.

Tablica 3. Svojstva ozlijeđenih sudionika

Svojstva sudionika	2013		2014		2015		2016		Ukupno	
	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.
Vozači	0	1	0	9	0	2	0	0	0	12
Putnici	0	0	0	2	0	2	0	1	0	5
Pješaci	0	0	0	3	0	0	0	1	0	4
Ukupno:	0	1	0	14	0	4	0	2	0	21

Izvor: [15]

Tablicom je prikazano da je jedan ozlijeđeni sudionik u 2013. godini bio vozač, a u 2014.godini je bilo 9 ozlijeđenih vozača, 2putnika i 3 pješaka. U 2015. godini su se ozlijedila dva vozača i dva putnika, dok je u 2016. godini do sada ozlijeđen jedan putnik i jedan pješak.

5.2. Raskrižje Ulica kralja Zvonimirova – Heinzelova ulica

Radi se o četverokrakom semaforiziranom raskrižju u Zagrebu, koje se nalazi u blizini Kvaternikovog trga i Trga žrtava fašizma, točnije u samome centru grada, kako je prikazano slikom 17.

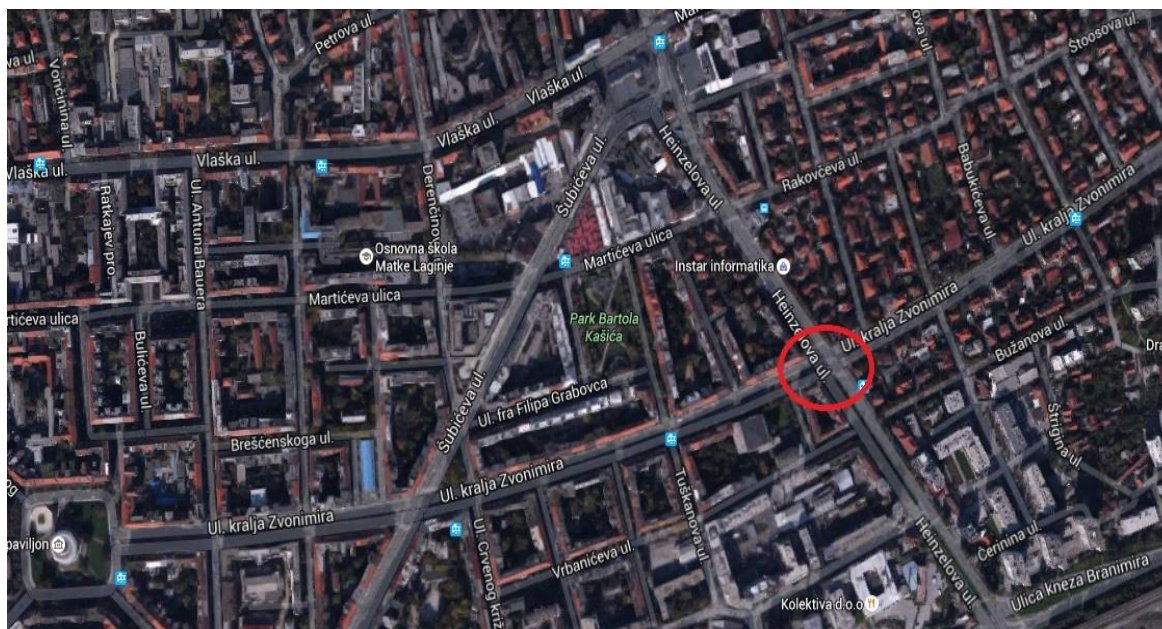


Slika 17. Prikaz problematike raskrižja

Izvor: Izradio autor

Problematika ovog raskrižja pojavljuje se kada se vozači iz Heinzelove ulice sa smjera jugo-istok žele skrenuti lijevo u Ulicu kralja Zvonimira, pa tako isto i vozači koji žele skrenuti iz Heinzelove ulice smjera sjevero-zapad ulijevo, točnije iz smjera od Kvaternikovog trga, u Ulicu kralja Zvonimira. Na tom privozu osim lijeve trake postoje dvije trake za ravno i jedna traka za desno. Prilikom približavanja zoni preglednosti, vozači koji skreću na semaforu ulijevo ne mogu se odlučiti, odnosno nemaju odgovarajuću preglednost i procjenu pravovremenog odlučivanja o skretanju u Ulicu kralja Zvonimira, jer skretači iz suprotnog smjera koji skreću ulijevo smanjuju preglednost, a pogotovo ako se na tom skretanju nalazi veće vozilo nego li je osobni automobil te se tako vozač ne može uvjeriti kada može sa sigurnošću obaviti svoje namjere, tj. skrenuti ulijevo.

No to nije jedini problem, brzina kretanja vozila u zoni raskrižja je ograničena na 60 km/h, ali većina vozača se toga ne pridržava te kroz raskrižje prođu sa većim brzinama nego li je dopušteno, što otežava uključivanje lijevih skretača u Ulicu kralja Zvonimira te zbog toga dolazi do: nalijetanja na vozilo koje skreće, nepoštivanja prednosti prolaza, nepoštivanja svjetlosnih znakova, nepropisanih skretanja, itd. Na slici 18 je prikazana makrolokacija problematičnog raskrižja.



Slika 18. Prikaz makrolokacije raskrižja Ulice kralja Zvonimira – Heinzelove ulice [14]

Ovo raskrižje je jedno od najproblematičnijih raskrižja u Zagrebu. Tablicom 4. je prikazan broj prometnih nesreća koji se dogodio na ovom prometnom raskrižju u razdoblju od 1.1.2013. do 1.6.2016. godine.

Tablica 4. Broj prometnih nesreće na raskrižju Ulice kralja Zvonimira – Heinzeloze ulice

Posljedice prom. nesreća	2013	2014	2015	2016	Ukupno
Broj nesreća s poginulima	0	0	0	0	0
Broj nesreća s ozlijeđenima	1	3	4	1	9
Broj nesreća s mat. štetom	10	6	7	4	27
Ukupno:	11	9	11	5	36

Izvor: [15]

Na promatranom raskrižju iz gore priložene tablice, dobivene od MUP-a, vidljivo je da se dogodilo ukupno 36 prometnih nesreća, u kojima nitko nije poginuo, dok je broj nesreća s ozlijeđenima bio 9, a 27 nesreća se dogodilo sa materijalnom štetom. Posljedice sudionika prometnih nesreća je prikazano tablicom 5.

Tablica 5. Posljedice sudionika prometnih nesreća na raskrižju Ulice kralja Zvonimira – Heinzeloze ulice

Posljedice - sudionici	2013	2014	2015	2016	Ukupno
Broj poginulih	0	0	0	0	0
Broj teško ozlijeđenih	0	0	1	0	1
Broj lako ozlijeđenih	2	6	4	1	13
Ukupno ozlijeđenih:	2	6	5	1	14

Izvor: [15]

Iz navedene tablice se vidi da je jedan sudionik teško ozlijeđen, dok je 13 sudionika lakše ozlijeđeno. Svojstva sudionika koji su ozlijeđeni, odnosno da li je nastradao vozač, putnik ili pješak prikazano je tablicom 6.

Tablica 6. Svojstva ozlijeđenih sudionika na raskrižju Ulice kralja Zvonimira – Heinzelve ulice

Svojstva sudionika	2013		2014		2015		2016		Ukupno	
	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.
Vozači	0	0	0	4	0	2	0	0	0	6
Putnici	0	2	0	2	0	2	0	1	0	7
Pješaci	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ukupno:	0	2	0	6	0	5	0	1	0	14

Izvor: [15]

Na promatranom raskrižju 2 putnika su se ozlijedila u 2013. godini, a u 2014. godini je isto bilo 2 ozlijeđena putnika uz to još 4 ozlijeđena vozača. U 2015.godini bilo je ozlijeđeno po 2 putnika i 2 vozača te jedan pješak, a do sada u 2016. godini se ozlijedio jedan putnik. Zbog ovakvih drastičnih podataka o prometnim nesrećama, ovo raskrižje je izrazito opasno gledano sa aspekta sigurnosti prometa.

5.3. Raskrižje Poljanice I – Poljanice III

Raskrižje se nalazi u istočnom dijelu grada Zagreba, u blizini Avenije Dubrava i gradske četvrti Dubec. Riječ je o četverokrakom raskrižju na kojemu se promet upravlja prometnim znakovima i horizontalnom signalizacijom. Sama zona raskrižja je iznimno nesigurna sa stajališta sigurnosti prometa (slika 19.)

Naime, prilikom približavanja prometnom raskrižju, zbog neprikladne i neuočljive prometne signalizacije, a i same preglednosti vozači koji upravljaju motornim vozilima, a prilaze sporednim privozima (istočni i zapadni) često zaustavljaju ili neadekvatno pozicioniraju u samom raskrižju ili se ne pridržavaju tj. ne prilagođavaju kretanja svojih motornih vozila prema obilježenoj prometnoj signalizaciji.

prometnih nesreća kojih se dogodilo na ovom raskrižju, u razdoblju od 1.1.2013. do 1.6.2016. godine.

Tablica 7. Broj prometnih nesreća na raskrižju Poljanice I – Poljanice III

Posljedice prom. nesreća	2013	2014	2015	2016	Ukupno
Broj nesreća s poginulima	0	0	0	0	0
Broj nesreća s ozlijeđenima	0	1	0	0	1
Broj nesreća s mat. štetom	1	1	2	1	5
Ukupno:	1	2	2	1	6

Izvor: [15]

Dobivenim podacima iz MUP-a, u navedenom razdoblju, na ovom raskrižju dogodilo se 6 prometnih nesreća, od kojih je u jednoj prometnoj nesreći bilo ozlijeđenih, dok je na ostalih 5 bila materijalna šteta, a poginulih nije bilo. Tablicom 8 je prikazano posljedice sudionika prometnih nesreća.

Tablica 8. Posljedice sudionika prometnih nesreća na raskrižju Poljanice I – Poljanice III

Posljedice - sudionici	2013	2014	2015	2016	Ukupno
Broj poginulih	0	0	0	0	0
Broj teško ozlijeđenih	0	0	0	0	0
Broj lako ozlijeđenih	0	6	0	0	6
Ukupno ozlijeđenih:	0	6	0	0	6

Izvor: [15]

U toj jednoj prometnoj nesreći koja se dogodila u 2014. godini bilo je 6 lako ozlijeđenih osoba. Tablicom 9 su prikazana svojstva sudionika koji su ozlijeđeni, odnosno da li je nastradao vozač, putnik ili pješak.

Tablica 9. Svojstva ozlijeđenih sudionika na raskrižju Poljanice I – Poljanice III

Svojstva sudionika	2013		2014		2015		2016		Ukupno	
	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.	Pog.	Ozlj.
Vozači	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Putnici	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
Pješaci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno:	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6

Izvor: [15]

Od navedenih 6 lako ozlijeđenih osoba na ovom raskrižju, dvoje ih je bilo vozača, a čak četvero su bili putnici.

6. PRIJEDLOZI MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI OPASNIH RASKRIŽJA PRIMJENOM PROMETNE SIGNALIZACIJE

Analiziranjem prometnih nesreće na odabranim raskrižjima, a time su ustanovljeni pojedini nedostaci na samim raskrižjima, donesene su mjere s kojima bi se ta problematična raskrižja poboljšala gledano s aspekta sigurnosti prometa. Te mjere su provedene pomoću razne prometne signalizacije, koje bi svojom simbolikom i značenjem sigurnije vodile sudionike u prometu, a i uklonile dosadašnje probleme.

6.1. Prijedlog mjera na raskrižju Avenija Gojka Šuška – Ulica Dragutina Mandla – Avenija Dubrava –Maksimirska cesta

Na temelju prethodnih podataka o prometnim nesrećama, vidljivo je da je riječ o opasnom raskrižju, koje sudionicima u prometu ugrožava sigurnost kretanja tom zonom raskrižja. Iz analize o prometnim nesrećama, utvrdilo se da jedan od glavnih problema ovog raskrižja predstavlja ne adekvatna prometna signalizacija, točnije prometni znak koji je postavljen. To je prometni znak koji nam naglašava opasnost od suženja ceste s lijeve strane (A16), a time vozačima ne daje točno stanje kakvo je na kolniku.

Takav prometni znak upozorava vozače da u lijevoj prometnoj traci dolazi do sužavanja samog traka, ali ni u kojem smislu ne govori o prestanku trajanja lijevog prometnog traka, što znači da je ovaj prometni znak postavljen na krivom mjestu te vozačima prenosi krivu poruku o stanju na kolniku.

Ova problematika raskrižja najadekvatnije bi se poboljšala postavljanjem prometnog znaka obavijesti o zatvaranju prometnog traka (C92) umjesto znaka A16 (prikazana slikom 21), koji bi vozače upozoravao pravovremeno o zatvaranju lijevog prometnog traka. Ovakav prometni znak bi vozačima pravovremeno prenosio jasnu poruku o pružanju ceste i stvarnom stanju kolnika nakon prometnog znaka te bi tako vozačima povećali sigurnost a samim time i smanjili broj prometnih nesreća.



Slika 21. Postavljen prometni znak C92 umjesto postojećeg znaka A16

Izvor: Izradio autor

Da bi se sigurnost prometa na ovom mjestu još povećala, potrebno je postaviti horizontalnu signalizaciju u lijevu prometnu traku, odnosno postavljanjem strelica na kolnik koje bi vozače upozoravale na promjenu korisne površine kolnika (H37), kako je prikazano slikom 22.



Slika 22. Crte usmjeravanja za označavanje promjene korisne površine kolnika (H37)[3]

Problematika broj 2 ovog raskrižja poboljšala bi se postavljanjem prometnog znaka, za zabranu prolaska svim vozilima u oba smjera, uz dopunsku ploču na kojoj piše osim TRAM (tramvaja), na nogostup. Prikaz postavljenog znaka zabrane na slici 23.



Slika 23. Prijedlog poboljšanja sigurnosti prometa

Izvor: Izradio autor

6.2. Prijedlog mjera na raskrižju Ulice kralja Zvonimira – Heinzelve ulice

Iz navedenih podataka o prometnim nesrećama, ustanovljeno je da je riječ vrlo opasnom raskrižju, na kojemu su prometne nesreće učestale te su potrebne određene mjere za poboljšanje stanja, odnosno mjere kojima bi se smanjio ili eliminirao broj prometnih nesreća. Na ovom raskrižju problem su lijevi skretači koji se kreću sa Heinzelve u Zvonimirovu ulicu. Prilikom

kretanja vozila Heinzelovom ulicom kroz raskrižje, sva vozila imaju istu fazu zelenog svjetla, odnosno zeleno svjetlo stoji isto upaljeno i za vozila koja idu ravno i desno te i za vozila koja skreću ulijevo.

Glavni problem predstavljaju lijevi skretači, koji nepravilnim pozicioniranjem i samim njima loše preglednosti prilikom skretanja, dovode sebe a i druge sudionike u prometu u opasnost od nastanka prometne nesreće. Uvođenjem zasebne strelice za lijeve skretače u potpunosti bi povećalo sigurnost uključivanju vozila u Zvonimirovu a samim time bi smanjio broj prometnih nesreća. Vozači bi se nesmetano, bez ikakvih nepravilnih pozicioniranja, kretali zonom raskrižja te i dalje prisutna nepreglednost ne bi utjecala na sigurnost sudionika u prometu, jer bi uvođenjem dodatne lijeve strelice (slika 24.) odvojilo lijeve skretače u zasebnu fazu od vozila koja idu ravno ili skreću desno.



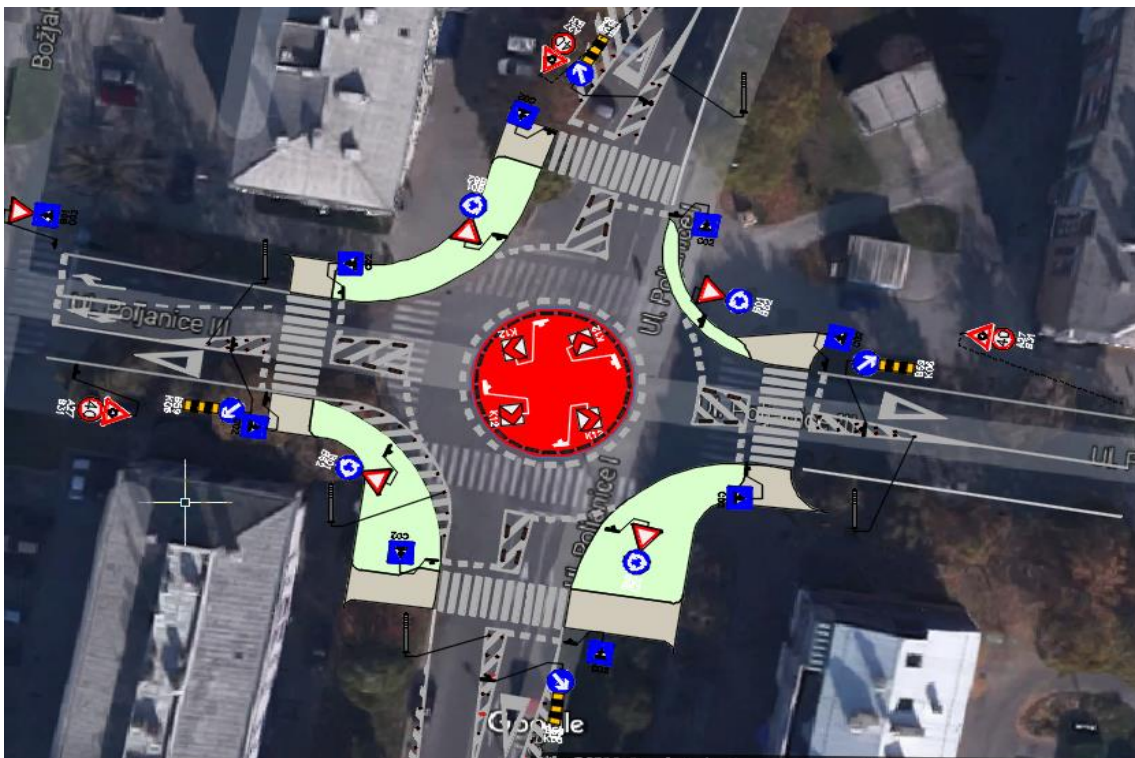
Slika 24. Prikaz dopunske lijeve strelice

Izvor: Izradio autor

6.3. Prijedlog mjera na raskrižju Poljanice I – Poljanice III

Shodno navedenom predmetno raskrižje odabrano je za uređenje, odnosno za poboljšanje sigurnosti zbog problematičnog uključivanja motornih vozila sa zapadnog (sporednog) privoza na glavni prometni tok čime su ugroženi potrebni minimalni uvjeti za sigurno kretanje motornih vozila. Pozicija uključivanja vozila sa sporednog privoza problematična je sa percepcije raskrižja zbog nepreglednog kuta pozicioniranja vozila prilikom uključivanja na glavni prometni tok, motorna vozila koji se kreću sa sjevera prema jugu. Dakle, prilikom uključivanja vozila, vozač se mora nepotrebnim kretnjama, koje iziskuju vremenske gubitke, uvjeriti u sigurno uključivanje na glavni prometni tok.

Sukladno iznesenoj analizi postojećeg stanja i prometnim nesrećama, raskrižje sa stajališta sigurnosti smatra se ne sigurnim te se predlaže izmjena raskrižja Ulice Poljanice I i ulice Poljanice III izvedenog kao četverokrako raskrižje u razini u montažno raskrižje s kružnim tokom prometa, prikazano slikom 25.



Slika 25. Prikaz montažnog raskrižja s kružnim tokom prometa

Izvor: Izradio autor

Prikazano raskrižje je izvedeno raznom prometnom signalizacijom, što je 30% jeftinije od građevinskog raskrižja s kružnim tokom prometa. Od prometne signalizacije na predmetnom raskrižju koristilo se: zaustavna linija u zonama pješačkih prijelaza, zaštitna isprekidana linija oko centralnog otoka na radijusu $R = 8,6$ m, izvođenje centralnog otoka radijusa $R = 7,6$ m od termoplastike crvene boje, ploča za označavanje zavoja na cesti u centralnom dijelu raskrižja s kružnim tokom prometa, delineatori na obod centralnog otoka i na obod polja za usmjeravanje prometa, zaštitni elastični stupići na obod polja za usmjeravanje prometa na svim privozima, te odgovarajući prometnih znakovi. Sama širina kružnog kolnika je 5,3 m.

Ovakvim predmetnim raskrižjem znatno će se povećati sigurnost prometa, tj. manji broj konfliktnih točaka za razliku od postojećeg stanja, ne postoje preplitanja, razvijaju se manje brzine u samoj zoni raskrižja pri čemu ukoliko i dođe do eventualnog sudara umanjiti će se posljedice prometnih nesreća (npr. nema čeonih sudara i sudara pod pravim kutom).

Predloženim rješenjem poboljšat će se protočnost prometnih tokova, smanjiti će se vremena čekanja na prilazima što je zasigurno dobro rješenje kao mjera za smirivanje prometa u urbanim sredinama. Primjer ovakvog sličnog raskrižja s kružnim tokom prometa je izveden na raskrižju Vončinine ulice i Voćarske ulice u Zagrebu, što je prikazano slikom 26.



Slika 26. Montažno RKT - om prometa Vončinina ulica - Voćarska ulica

Izvor: Izradio autor

7. ZAKLJUČAK

Odvijanje prometa bez prometne signalizacije u današnjici je ne zamisliv, jer bez prometne signalizacije svaki sudionik u prometu bio bi pod velikom opasnosti od nastanka prometne nesreće. Povećanim brojem motornih vozila na prometnicama dovodi do problema sigurnosti na cestama.

Najčešći uzroci prometnih nesreća koje završavaju sa smrtnim posljedicama ili teško ozlijeđenima su neispravna vozila, neprilagođenost ceste zahtjevima suvremenog prometa i ne dovoljan broj prometnih znakova. Postavljanjem horizontalne i vertikalne signalizacije, omogućava sudionicima u prometu kvalitetno vođenje, upravljanje te ih pravovremeno obavještava o kretanju prometnicom.

Prilikom postavljanja prometne signalizacije mora se voditi računa da ne zbunjuje sudionike u prometu, već da mu pruža jasne i uočljive informacije koje mu prijete na prometnici. No prilikom samog postavljanja prometne signalizacije ponekad dolazi do propusta od nekih potrebnih prometnih oznaka i znakova te se postavi samo najosnovnija prometna signalizacija.

Potrebnom analizom statističkih podataka, a time uočavanjem u propuste zbog kojih se događaju prometne nesreće, saniranje tih propusta tj. opasnih mjesta važan je faktor u podizanju sigurnosti cestovnog prometa. Zbog toga se istražuju područja identifikacije opasnih mjesta, kako bi se ustanovilo zbog čega je navedeno mjesto opasno i kako smanjiti njihov rizik nastanka. Nakon same analize opasnog mjesta primjenom kvalitetnije, adekvatnije, prometne signalizacije i opreme na cesti poboljšati sigurnost same zone. U odabranim raskrižjima koji su poboljšani sa prometnom signalizacijom u smislu povećanja sigurnosti prometa, vidljivo je kako bi odabrana prometna signalizacija znatno smanjila rizik od nastanka prometne nesreće, a da nam nije potrebna znatno veća rekonstrukcija raskrižja.

Osnovna zadaća prometne signalizacije je omogućiti sigurno kretanje svih sudionika u prometu: vozača, pješaka, biciklista te povećati protok i brzinu prometnih tokova na raskrižjima cestovnih prometnica.

Shodno svemu navedenom evidentno je kako kvalitetnim pristupanjem uočenim nedostacima na raskrižjima uz minimalna ulaganja u prometnu signalizaciju, moguće je osigurati brže i sigurnije odvijanje prometa.

8. LITERATURA

1. Divić, A.: Leksikon cestovnog prometa. Zagreb : Hrvatsko društvo za ceste - Via Vita, 2013.
2. Zuber, N.: Prometni znakovi, oprema i signalizacija na cestama, Zagreb : HAK - usluge, 2003.
3. Signalizacija d.o.o. Dostupno na: <http://www.signalizacija.org>
4. Pismorad d.d. Dostupno na: <http://www.pismorad.hr>
5. Predavanja iz kolegija: Prometna signalizacija, ak. godina 2015/2016
6. Signalizacija – Prometna zona. Dostupno na: <http://www.prometnnazona.com>
7. Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2011.
8. Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2007.
9. Brlek, P.: Metode centralne projekcije prometne signalizacije na cestama, Magistarski znanstveni rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Hrvatska (2004)
10. Divić, A., M. Gledec: Metodologija pristupa sigurnosti prometa.
11. Hrvatske ceste d.d. Dostupno na: <http://www.hrvatske-ceste.hr>
12. Sørensen, M.: Grey Road Sections on Main Roads in Rural Areas-Development, application and assessment of a Category Based Identification Method, Selected paper from the annual transport conference at Aalborg University 2006.
13. Hrvatski autoklub. Dostupno na : www.hak.hr
14. Google Maps. Dostupno na: www.maps.google.com
15. MUP –Policajska uprava Zagrebačka

9. POPIS KRATICA

LED (Light-Emitting Diode) – svjetleće diode

LCD (Liquid Crystal Display) – tekući kristali

MUP – Ministarstvo unutarnjih poslova

HAK – Hrvatski autoklub

PGDP – Prosječni godišnji dnevni promet

EuroRAP (European Road Assessment Programme) – Međunarodna neprofitna udruga za unaprijeđenje sigurnost prometa na europskim cestama

BSN (Black spot management) – Upravljanje crnim točkama

ADT (Average Daily Traffic) – Prosječni dnevni promet

RPS (Road Protection Score) – Kvaliteta sigurnosti ceste

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Prometni znak opasnosti – Andrijin križ A48	5
Slika 2. Prometni znak obavezno zaustavljanje	6
Slika 3. Prometni znak – obilježen prijelaz biciklističke staze	8
Slika 4. Znak obavijesti za vođenje prometa	9
Slika 5. Dopunske ploče	10
Slika 6. Promjenjivi prometni znak	11
Slika 7. Prikaz signala za motorna vozila i oblika strelica	12
Slika 8. Prikaz a) pune crte; b) isprekidane crte; c) dvostruke crte	14
Slika 9. Prikaz zaustavne crte	15
Slika 10. Natpisi na kolniku	17
Slika 11. Prometna oprema na cesti	18
Slika 12. Vennov dijagram	20
Slika 13. Prikaz opasnih cesta, lokacija, u RH	33
Slika 14. Prikaz problematike raskrižja 1	43
Slika 15. Prikaz problematike raskrižja 2	44
Slika 16. Prikaz makrolokacije raskrižja Avenija Gojka Šuška - Ulica Dragutina Mandla - Avenija Dubrava - Maksimirska cesta	45
Slika 17. Prikaz problematike raskrižja	47
Slika 18. Prikaz makrolokacije raskrižja Ulice kralja Zvonimira – Heinzlove ulice	48
Slika 19. Prikaz raskrižja sa, sporedne, zapadne ceste	51
Slika 20. Prikaz makrolokacije raskrižja Poljanice I - Poljanice III	51
Slika 21. Postavljen prometni znak C92 umjesto postojećeg znaka A16	55
Slika 22. Crte usmjeravanja za označavanje promjene korisne površine kolnika (H37)	55
Slika 23. Prijedlog poboljšanja sigurnosti prometa	56
Slika 24. Prikaz dopunske lijeve strelice	57
Slika 25. Prikaz montažnog raskrižja s kružnim tokom prometa	58
Slika 26. Montažno RKT - om prometa Vončinina ulica - Voćarska ulica	59

11.POPIS TABLICA

Tablica 1. Broj prometnih nesreće na odabranom raskrižju	45
Tablica 2. Posljedice sudionika prometnih nesreća	46
Tablica 3. Svojstva ozlijeđenih sudionika[10].....	46
Tablica 4. Broj prometnih nesreće na raskrižju Ulice kralja Zvonimira – Heinzelve ulice.....	49
Tablica 5. Posljedice sudionika prometnih nesreća na raskrižju Ulice kralja Zvonimira – Heinzelve ulice.....	49
Tablica 6. Svojstva ozlijeđenih sudionika na raskrižju Ulice kralja Zvonimira – Heinzelve ulice	50
Tablica 7. Broj prometnih nesreća na raskrižju Poljanice I – Poljanice III	52
Tablica 8. Posljedice sudionika prometnih nesreća na raskrižju Poljanice I – Poljanice III	52
Tablica 9. Svojstva ozlijeđenih sudionika na raskrižju Poljanice I – Poljanice III.....	53

METAPODACI

Naslov rada: Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti opasnih raskrižja primjenom prometne signalizacije

Student: Josip Tokić

Mentor: doc. dr. sc. Darko Babić

Naslov na drugom jeziku (engleski): Proposed Criteria for Safety Enhancement of Dangerous Crossroads by Implementing Traffic Signalization

Povjerenstvo za obranu:

- prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec predsjednik
- doc. dr. sc. Darko Babić mentor
- dr. sc. Luka Novačko član
- prof. dr. sc. Mario Šafran zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za prometnu signalizaciju

Vrsta studija: diplomski

Studij: Promet

Datum obrane diplomskog rada: 27.09.2016.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski 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 _____ diplomskog rada
pod naslovom **Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti opasnih raskrižja**
primjenom prometne signalizacije

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

U Zagrebu, 10.09.2016 _____

Student/ica:

Josip Rakić
(potpis)