

Prometne nezgode na semaforiziranim raskrižjima

Ožegović, Zvonimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic Nikola Tesla in Gospić / Veleučilište Nikola Tesla u Gospiću**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:107:024998>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-06**



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic Nikola Tesla in Gospić - Undergraduate thesis repository](#)



VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Zvonimir Ožegović

**PROMETNE NEZGODE NA SEMAFORIZIRANIM RASKRIŽJIMA
TRAFFIC ACCIDENTS AT TRAFFIC LIGHTHOUSES**

Završni rad

Gospić, 2022.

VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Prometni odjel

Preddiplomski stručni studij Cestovni promet

**PROMETNE NEZGODE NA SEMAFORIZIRANIM RASKRIŽJIMA
TRAFFIC ACCIDENTS AT TRAFFIC LIGHTHOUSES**

Završni rad

MENTOR

Mr.sc Josip Burazer-Pavešković, pred.

STUDENT

Zvonimir Ožegović

JMBAG: 1219057042

Gospić, siječanj 2022.

Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću

Prometni odjel

U Gospiću, 16. ožujka. 2021.

Z A D A T A K

za završni rad

Pristupniku Zvonimir Ožegović, JMBAG:1219057042, studentu preddiplomskog stručnog studija cestovnog prometa izdaje se tema završnog rada pod nazivom:

Prometne nezgode na semaforiziranim raskrižjima

Sadržaj zadatka :

Nesavršenost i pogrešno ponašanje sudionika u prometu, tehnička nesavršenost i neispravnost vozila, kao i tehnička nesavršenost i neispravnost prometne infrastrukture.

Osnovna obilježja ceste kao čimbenika sigurnosti u prometu su trasa, tehnički elementi ceste, stanje kolnika, oprema ceste, rasvjeta, raskrižja, utjecaj bočne zapreke i održavanja ceste

Završni rad izraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću.

Mentor: mr.sc. Josip Burazer Pavešković zadano: 16. ožujka 2021.,

Pročelnik odjela: Josip Burazer Pavešković predati do: 31. siječanj 2022.,

Student: Zvonimir Ožegović primio zadatak: 16. ožujka 2021.,

Dostavlja se:

- mentoru
- studentu
- evidenciji studija – dosje student



Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Zvonimir Ožegović** izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je moj završni rad naslova: **Prometne nezgode na semaforiziranim raskrižjima** isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

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

U Gospiću, 5. siječanj 2022.

Student:
Zvonimir Ožegović



Izjava o pohrani diplomskog rada u Digitalni repozitorij

Odjel: Cestovni prometni odjel

Student: Zvonimir Ožegović

Vrsta rada: završni rad

Ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog završnog rada i da sadržaj njegove elektroničke inačice u potpunosti odgovara sadržaju obranjenog rada.

Slažem se da se rad pohrani u javno dostupnom institucijskom repozitoriju Veleučilišta "Nikola Tesla" u Gospiću i javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, NN br. 123/03, 198/03, 105/04, 174/04, 02/07, 46/07, 45/09, 63/11, 94/13, 139/13, 101/14, 60/15) i bude u

rad u otvorenom pristupu

rad dostupan nakon _____

rad dostupan svim korisnicima iz sustava znanosti i visokog obrazovanja RH

rad dostupan samo djelatnicima i studentima Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću

U Gospiću, 5. siječanj 2022.

Student:
Zvonimir Ožegović

SAŽETAK

Cestovni promet je jedna od grana prometa koja služi za prijevoz osoba ili tereta s jednog mjesta na drugo, i kao takav predstavlja značajnu ulogu u svakodnevnom životu ljudi. Bez prometa je gotovo nezamislivo normalno funkcioniranje društva. Negativne i neželjene strane cestovnog prometa su prometne nesreće. Sigurnost sudionika u prometu veća je što je manje prometnih nezgoda i njihovih štetnih posljedica. Raskrižje je površina na cestovnoj mreži gdje se spajaju dvije ili više cesta gdje su postupci i radnje znatno složenije u odnosu na otvorene dijelove trase, pa se stoga zbog velikog broja konfliktnih točaka u raskrižjima događa najveći broj prometnih nesreća. Zbog toga se u raskrižjima nalaze semafori, koji služe signalizaciju i regulaciju prometa.

Ključne riječi: Cestovni promet, prometne nesreće, sigurnost, raskrižje, semafor.

A B S T R A C T

Road transport is one of the branches of transport that serves to transport people or goods from one place to another, and as such represents a significant role in people's daily lives. Without traffic, the normal functioning of society is almost unthinkable. The downsides and side effects of road traffic are traffic accidents. The safety of traffic participants is greater the fewer traffic accidents and their harmful consequences. An intersection is an area on the road network where two or more roads join where procedures and action are much more complex compared to open parts of the route, and therefore due to large number of points of conflict at intersections most traffic accidents occur. That is why there are traffic lights at intersections, which serve as signalization and traffic regulation.

Keywords: Road traffic, traffic accidents, safety, intersection, traffic lights.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PROMETNE NEZGODE	2
2.1. POJAMI I ZNAČAJ.....	2
2.2. OSNOVNA PODJELA PROMETNIH NESREĆA.....	5
2.3. PROMETNE NEZGODE S OBZIROM NA UZROKE I GREŠKE.....	5
2.4. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA.....	6
2.5. SUBJEKTIVNI FAKTORI KOJI UZROKUJU PROMETNU NESREĆU.....	8
3. SEMAFORI	9
3.1. KRITERIJI ZA POSTAVLJANJE SEMAFORA.....	9
3.2. OSNOVNI POJMOVI.....	10
3.3. PREDNOSTI SEMAFORA.....	11
3.4. MANE SEMAFORA.....	12
3.5. DIJELOVI SEMAFORA.....	13
3.6. DETEKTORI.....	14
4. RASKRIŽJA	14
4.1. PROMET U RASKRIŽJU.....	17
4.2. VRSTE PROMETNIH TOKOVA U RASKRIŽJU.....	17
4.3. PROMETNE RADNJE I KONFLIKTNE TOČKE.....	18
4.4. BRZINE VOZILA U RASKRIŽJU.....	19
4.5. OSNOVE ZA KONCIPIRANJE RASKRIŽJA.....	20
4.6. OKVIRI I NAČELA.....	20
4.7. OPĆI ZAHTJEVI ZA RASKRIŽJE.....	20
5. OPREMA I UREĐENJE RASKRIŽJA	23
6. STATISTIČKA ANALIZA PROMETNIH NEZGODA NA RASKRIŽJIMA	27
7. ZAKLJUČAK	29
8. LITERATURA	30
9. POPIS TABLICA	31
10. POPIS SLIKA	32
11. POPIS GRAFIKONA	33

1. UVOD

Dobro razvijen prometni sustav i konstruirana prometna mreža su podloga za gospodarski rast i razvoj svakog grada i države. Cestovni promet kao najvažniji i najzastupljeniji od svih prometnih grana svoj ubrzan razvoj je započeo povećanjem broja motornih vozila što je dovelo do povećanja broja prometnih nesreća. Sve veći broj prometnih nesreća bio je znak da većina svjetskih i europskih zemalja razvija različite strategije i modele kako bi se broj takvih nesreća smanjio. Jedna od takvih ideja je bilo postavljanje semafora na ceste koje su se međusobno križale i činile raskrižje. Postavljanjem semafora smanjile su se prometne nezgode na raskrižjima, iako ih i dalje ima zbog nepoštivanja prometnih pravila unutar raskrižja.

2. PROMETNE NEZGODE

2.1. POJAM I ZNAČAJ

Nepoželjne pojave cestovnog prometa su prometne nesreće. Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (ZOSPNC, NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20 - na snazi od 08.04.2020.) prometna nesreća se definira kao događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu, i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta (ZOSPNC: čl. 2. st. 86.).

Nije prometna nesreća kada je radno vozilo, radni stroj, motokultivator, traktor ili zaprežno vozilo, krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu, sletjelo s nerazvrstane ceste ili se prevrnulo ili udarilo u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta (ZOSPNC: čl. 2. st. 86.).

Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. – 2020. godine, (Nacionalni program, NN 59/11) objavio je kako svake godine u svijetu u prometnim nesrećama pogine 1.300.000 ljudi, a 50.000.000 ih bude ozlijeđeno (Nacionalni program: 7). Predviđa se da će do 2030. prometne nesreće postati peti uzrok smrtnosti, odnosno, da će poginuti 2.400.000 osoba, ako se nastave sadašnji trendovi (Nacionalni program: 7).

Svake godine od ukupnog broja smrtno stradalih osoba u svijetu, 90 % ih stradava u prometnim nesrećama u nisko i srednje razvijenim zemljama, dok istovremeno u tim zemljama ima samo 48 % registriranih vozila. Prema predviđanjima do kraja 2020. udio tih zemalja u ukupnom broju vozila u svijetu trebao je porasti na 60 %, dok će se broj vozila u cijelome svijetu udvostručiti (Nacionalni program: 7).

Podaci o stradavanju u prometu po našem iskustvu ne zabrinjavaju ljude jer se radi o postupnom i kontinuiranom stradavanju na koje su ljudi navikli, dok zabrinutost izazivaju teške nesreće s velikim brojem žrtava odjednom, iako se one događaju mnogo rjeđe (Medved, Sindik i Vukosav: 124). Rizik vožnje avionom puno je umanjniji nego rizik vožnje automobilom, ali broj poginulih u jednoj avionskoj nesreći je velik. Ta činjenica stvara odbojnost kod ljudi, kao

i strah od nesreća u kojima može biti veći broj mrtvih. Naime, kod ljudi prevladava stav da su svakodnevne nezgode koje se događaju u prometu, događaji koji se njih ne tiču, pa iz tog razloga bezbrižno sjedaju za upravljač automobila.

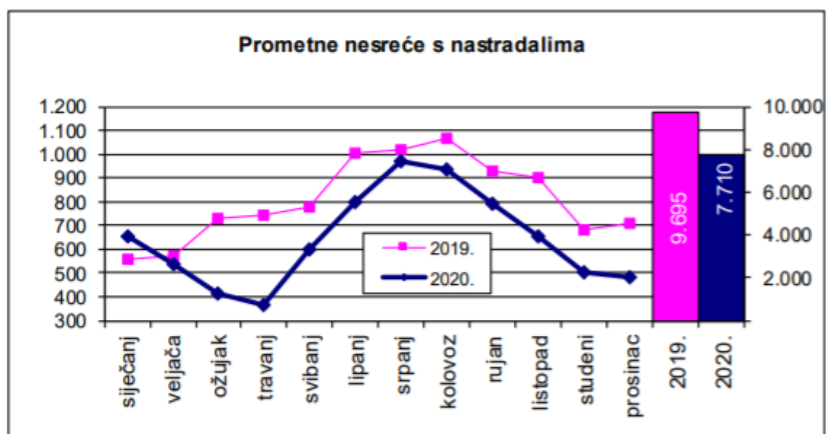
Tablica 1 - Pregled osnovnih pokazatelja sigurnosti prometa na cestama u RH – od 2010. – 2019.

Osnovni pokazatelji	Godina										Prosjek
	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	
Prometne nesreće	44.394	42.443	37.065	34.021	31.432	32.571	32.757	34.368	33.440	31.367	35.386
+ - %	-11,9	-4,4	-12,7	-8,2	-7,6	+3,6	+0,6	+4,9	-2,7	-6,2	-4,5
S nastradalim osobama:	13.272	13.228	11.773	11.225	10.607	11.038	10.779	10.939	10.450	9.695	11.301
S poginulima	402	385	355	328	284	317	279	307	297	279	323
S ozlijeđenima	12.870	12.843	11.418	10.897	10.323	10.721	10.500	10.632	10.153	9.416	10.977
S materijalnom štetom	31.122	29.215	25.292	22.796	20.825	21.533	21.978	23.429	22.990	21.672	24.085
Ozliježene i poginule osobe:	18.759	18.483	16.403	15.642	14.530	15.372	14.903	14.939	14.306	13.182	15.652
+ - %	-16,5	-1,5	-11,3	-4,6	-7,1	+5,8	-3,1	+0,2	-4,2	-7,9	-5,0
Poginuli	426	418	393	368	308	348	307	331	317	297	351
Teško ozlijeđeni	3.182	3.409	3.049	2.831	2.675	2.822	2.747	2.776	2.731	2.492	2.871
Lakše ozlijeđeni	15.151	14.656	12.961	12.443	11.547	12.202	11.849	11.832	11.258	10.393	12.429

Izvor: Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Pregled osnovnih sigurnosnih pokazatelja javne sigurnosti u republici hrvatskoj 2010. – 2019., Zagreb, 2020., str. 22.

U 2020. dogodilo se 26.074 prometnih nesreća. U tim je nesrećama poginulo 237 osoba, 2.295 osoba je teško ozlijeđeno, a 7.740 osoba lakše je ozlijeđeno. U odnosu na podatke za isto prošlogodišnje (2019.) razdoblje, prometnih nesreća manje je za 16,9 posto (za 5.293 prometne nesreće manje), poginulih osoba manje je za 20,2 posto (60 osoba manje), lakše ozlijeđenih manje je za 25,5 posto (2.653 osobe manje) i teško ozlijeđenih osoba manje je za 7,9 posto (197 osoba manje) (Statistički pregled: 18-19).

Grafikon 1 – Prometne nesreće s nastradalima (2019./2020.)

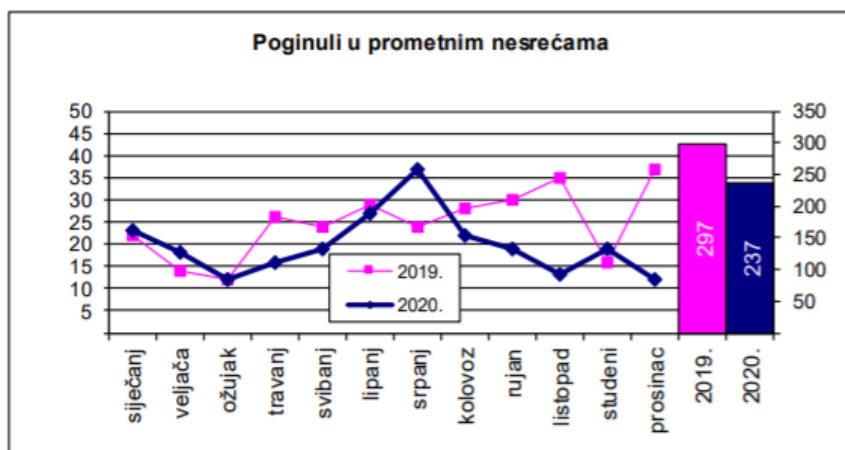


Izvor: Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Statistički pregled: Temeljnih sigurnosnih pokazatelja i rezultata rada u 2020. godini, Zagreb, 2021., str. 19.

Brzina neprimjerena uvjetima na cesti najčešća je pogreška vozača zbog koje se događaju prometne nesreće sa smrtnim ishodom (Statistički pregled: 19). Da bi se stanje sigurnosti u cestovnom prometu podignulo na višu razinu, društvo mora uložiti znatno više napora u poboljšanje i održavanje prometne infrastrukture ali i razvitak prometne kulture (Bilten: 1). Mjere kojima se do 2020. broj poginulih trebao smanjiti za 50% u odnosu na proteklo desetogodišnje razdoblje provodile su se na poljima djelovanja (Bilten: 9):

- promjeni ponašanja sudionika u prometu;
- boljoj cestovnoj infrastrukturi;
- sigurnijim vozilima;
- učinkovitoj medicinskoj skrbi nakon prometnih nesreća;
- ostalim poljima djelovanja.

Grafikon 2 – Poginuli u prometnim nesrećama (2019./2020.)



Izvor: Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Statistički pregled: Temeljnih sigurnosnih pokazatelja i rezultata rada u 2020. godini, Zagreb, 2021., str. 20.

2.2. OSNOVNA PODJELA PROMETNIH NESREĆA

Osnovna podjela prometnih nesreća dijeli se prema slijedećim vrstama:

- Prometne nezgode s obzirom na uzroke i greške
- Prometne nezgode prema nastalim posljedicama
- Prometne nezgode prema vrstama

2.3. PROMETNE NEZGODE S OBZIROM NA UZROKE I GREŠKE

Prometne nezgode mogu izazvati mnogi uzroci i greške koje čine vozači u vožnje. U prometu dolazi do mnogih nezgodnih situacija koje su česte pojave u današnje vrijeme, a koje znatno izazivaju prometne nezgode. Kada bi se pravila statistika koji od čimbenika najviše uzrokuje prometnu nezgodu nedvojbeno se da zaključiti da je to čovjek, zapravo u 53 % prometnih nezgoda krivac je vozač, zatim cesta 3% , te vozilo 2%.

Prometne nesreće s obzirom na uzroke i greške dijeli se na (Stajčić Ž. (2017.): Nesreće prilikom uključivanja vozila u promet):

- Prometne nesreće prilikom uključivanja vozilom u promet
- Prometne nesreće kod kojih se postavlja pitanje strane kretanja sudionika
- Nalet na parkirana ili zaustavljena vozila
- Nalet na biciklistu
- Prometne nesreće kod kojih se jedan od sudionika kretao lijevom stranom kolnika
- Skretanje na lijevu stranu kolnika bez stvarnih potreba - Alkoholiziranost vozača - Bolest - Srčani udar - Gubitak svijesti uslijed anemije - Toplotni udar - Lijekovi - Trudovi kod trudnica
- Razmak pri kretanju

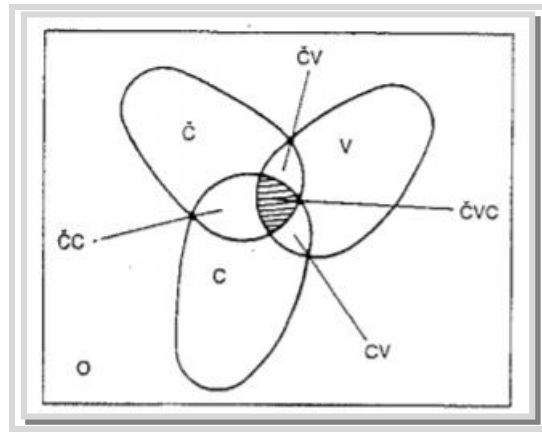
2.4. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

Pod čimbenicima koji utječu na sigurnost u prometu, ima i značajnu ulogu kao uzrok prometne nezgode, se može podijeliti:

- čovjek
- vozilo
- cesta
- incidentni čimbenici

Na Slici 1 prikazana je međusobna zavisnost podsustava čovjek (č) – vozilo (v) – cesta (c). Okolica je također vrlo utjecajan čimbenik u sigurnost prometa. Sve što se nalazi oko nas utječe i na naše ponašanje u prometu.

Slika 1 – Venov dijagram



Izvor: Cerovac, V., Tehnika i sigurnost prometa, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 23.

Čimbenici kao što su čovjek, vozilo, cesta te incidentni čimbenici zaključno je da utječu na sigurnost prometa. Kada je u pitanju čovjek kao čimbenik sigurnosti, vrlo je važno da svaki vozač bude savjestan i spretan u vožnji, odnosno da poštuje zakone i propise te ostale radnje kao što su:

- brzina (prekoračenje brzine, velika brzina na pješačkom prijelazu)
- pretjecanje i obilaženje
- mimoilaženje
- prvenstvo prolaza
- vožnja unazad, skretanje
- zaustavljanje i parkiranje (nepropisno parkiranje i zaustavljanje)
- nepažnja pješaka (prelaženje na nedozvoljenim mjestima, zadržavanje na kolniku)
- greške putnika (uskakanje i iskakanje putnika u vozilo)
- psihofizičko stanje vozača (alkohol, lijekovi, umor)

Zatim, vozilo kao čimbenik sigurnosti, odnosno kao uzrok nezgode također ima svoje aktivne i pasivne elemente koji utječu, a to su:

- aktivni elementi: kočnice, sustav za upravljanje i stabilnost, svjetlosni i signalni uređaj, gume, uređaj za povećanje vidnog polja vozača, klimatizacija vozila, vibracije i buka

- pasivni elementi : karoserija, vrata, sigurnosni pojas, zračni jastuci, naslon za glavu, vjetrobranska stakla i zrcala , položaj motora, akumulator, spremnik, odbojnik, sjedala te unutarnja oprema.

Cesta također može izazvati velike prometne nezgode što podrazumijeva da oprema ceste ima dosta nedostataka odnosno nepravilno postavljanje prometnih znakova i oznaka, zatim mogu biti nepropisno i postavljeni sigurnosni elementi ceste kao što su bankina, ograde, smjerokazi. Također, veoma bitna stavka jest da jako loše stanje kolnika doprinosi nastanku prometne nezgode koje je ponajprije loše kvalitete, rijetkim neodržavanjem. Incidentni čimbenici koji su također jako bitni, pored tri čimbenika koja su nabrojana, uglavnom obuhvaćaju atmosferske prilike (kiša, sunce, tlak), poledica, blato, ulje na kolniku, snijeg.

2.5. SUBJEKTIVNI FAKTORI KOJI UZROKUJU PROMETNU NESREĆU

U današnje vrijeme su veoma prisutni subjektivni rizični uzroci prometnih nezgoda u koje se najčešće ubrajaju : dob vozača, umor, droga i alkohol. Ovi subjektivni uzroci utječu na vozačevu procjenu, odnosno smanjuju procjenu vozača koja povećava rizik prometnih nezgoda, što također smanjuje sigurnost vozača i ostalih sudionika u prometu.

Umor predstavlja vozačevu nedovoljnu sposobnost u procjeni brzine, razmaka i udaljenosti između vozila, smanjena procjenu u izvođenju aktivnosti, te nedovoljna svijest o mogućnosti nastanka opasnosti na cesti. Nastanak umora najčešće uzrokuje neispavanost vozača kao i duljina trajanja putovanja koje je izmorilo vozača, te se tako smanjuje brzina reakcije. Isto tako, ako se vožnja odvija noću, postoji veća mogućnost nastanka prometne nezgode jer tada također utječe i smanjena vidljivost u vožnji.

Nakon spomenutog umora, bitno je napomenuti da i lijekovi koje vozač koristi može slično utjecati kao umor, pogotovo ako se lijekovi uzimaju istodobno s alkoholom i u kombinaciji s drugim lijekovima. Refleksi i koncentracija vozača su umanjeni. S obzirom na alkohol, on je najprisutniji rizični subjektivni uzrok koji je više prisutan kod mladih i neiskusnih vozača, nego kod starijih i iskusnih vozača.

3. SEMAFORI

U normalnom, uobičajenom razgovoru riječ semafor predočava raskrižje na kojem se obavlja regulacija prometa trobojnim promjenjivim signalima (crveno, žuto, zeleno).

Semafori predstavljaju jedan od najvažnijih oblika kontrole prometa na raskrižju.

U nastojanju da se osigura primjena semafora samo u određenim okolnostima razvijen je niz kriterija koji definiraju minimalne prometne uvjete koji moraju postojati na analiziranoj lokaciji prije nego se uopće krene u razmatranje potrebe za uvođenjem semafora.

Općenito je prihvaćeno načelo kako uopće ne treba razmatrati za postavljanje semafora ako nije ni jedan kriterij zadovoljen.

3.1. KRITERIJI ZA POSTAVLJANJE SEMAFORA

Prema europskim normama signali, odnosno semafori, se postavljaju (Rukavina S. (2015.) Upravljanjem prometom na raskrižju pomoću prometnih svjetala):

- ako broj vozila koja dolaze na križanje iznosi najmanje 400 – 500 u satu po smjeru ili prometnom traku tijekom osam sati (od ukupno 24 sata)
- ako broj pješaka koji prelaze glavnu ulicu iznosi 250 u satu za bilo kojih osam sati prosječnog dana
- ako iz glavne ulice ulazi na križanje najmanje 600 vozila u satu tijekom istih osam sati
- ako je prosječna brzina na prilazima križanju najmanje 25 km/h

Postavljanje semafora na križanjima gdje nema dovoljno prometnog opterećenja može imati negativno djelovanje. Nakon što ih je nekoliko puta zaustavilo na semaforu, a istodobno iz drugih smjerova nema prometa vozila, vozači često smatraju da je nepotrebno zadržavanje pa prolaze i kroz crveno svijetlo. To još češće čine i pješaci.

3.2. OSNOVNI POJMOVI

Ciklus (G. Horvat: Tehnika i Sigurnost Cestovnog i Gradskog Prometa) – je vrijeme od početka paljenja jedna kombinacije signalnih pojmova do ponovnog paljenja takve iste kombinacije, tj. vrijeme u kojemu se izmijene sve faze u ciklusu.

Faza (K. Grbić (2015.): Značajke svjetlosne signalizacije u cestovnom prometu) – je dio ciklusa u kojemu se jedna ili više skupina vozila ili pješaka ima slobodan prolaz. Trajanje određene faze ne smije biti kraće od 15 sekundi.

Signalna grupa – upravljačke naredbe namijenjene sudionicima u prometu koje imaju iste zahtjeve u prometnom procesu.

Pri dvofaznom reguliranju svaki ciklus traje od 40 do 60 sekundi; pri trofaznom od 60 do 90, a pri četverofaznom od 80 do 120 sekundi.

Interval – je vrijeme trajanja bilo kojeg svjetlosnog pojma.

Redoslijed paljenja semafora – crveno, crveno-žuto, zeleno, žuto, crveno.

Odnos između zelenog vremena i ukupne daljine trajanja ciklusa vrlo je važan za održavanje propusne moći raskrižja.

Slika 2 – Ciklus rada semafora



3.3. PREDNOSTI SEMAFORA

Kada su semafori ispravno postavljeni na odgovarajućoj lokaciji oni mogu donijeti mnoge koristi. S druge strane, ako ne postoje dovoljni uvjeti za njihovo uvođenje oni mogu imati značajne negativne posljedice.

Semafori koji su pravilno oblikovani, postavljeni, programirani i održavani mogu imati slijedeće prednosti:

Omogućavaju pravilno hijerarhijsko kretanje prometnih tokova.

- Povećavaju kapacitet raskrižja u slučajevima kada su postavljeni na pravim lokacijama s odgovarajućim geometrijama raskrižja te ako se faze ciklusa ažuriraju barem jedanput u dvije godine tako da je osigurano zadovoljenje trenutnih prometnih zahtjeva.

- Smanjuju učestalost i ozbiljnost posljedica određenih vrsta sudara, naročito se to odnosi na sudare pod pravim kutom (bočni sudar).
- Mogu biti koordinirani što omogućuje gotovo kontinuiran tok u prioritetnom smjeru zadanom brzinom u uvjetima visokog komfora.
- Mogu prekinuti intenzivne prometne tokove omogućavajući sporednim tokovima vozila i pješaka da pređu cestu.

3.4. MANE SEMAFORA

Čak i u slučaju kada postoje prometni i geometrijski preduvjeti za njihovo postavljanje, semafori, mogu negativno utjecati na slijedeće elemente prometnih tokova na raskrižju:

- Mogu povećati prosječno zakašnjenje vozila, naročito u glavnom toku.
- Mogu dovesti do povećanja učestalosti pojedinih vrsta sudara (nalet).
- Mogu ograničiti slobodu korisnika da sami kontroliraju svoje napredovanje.
- Mogu dovesti do nepoštivanja signala.
- Mogu dovesti do povećane upotrebe manje adekvatnih dionica cestovne ili ulične mreže.

Prometne nezgode su uvrštene i u prednosti i mane postavljanja semafora - uvođenjem semafora javlja veći broj naleta. Smatra se da ova vrsta sudara ima manje štetne posljedice od drugih vrsta.

3.5. DIJELOVI SEMAFORA

Tri osnovna dijela semafora:

- Semaforški uređaj,
- Konzola,
- Semaforški stup,
- Semaforška laterna

U složenijem semaforском sustavu mogu se još dodati i senzori za detekciju vozila.

Semaforški uređaj koristi se za upravljanje prometom. Suvremeni semaforški uređaji su izrađeni u mikroprocesorskoj tehnologiji i podržavaju informatičke tehnologije poput bluetooth, gps, wireless, usb pristupa. U sprezi s detektorima mogu klasificirati vozila po dužini, brojati promet, mjeriti brzinu, itd. Semaforški uređaji komunikacijskim protokolima mogu se spajati s nadzornim centrom te sa udaljene lokacije moguće je upravljati njima.

Semaforški stupovi najčešće su visine 2.9 – 3.45 metra i postavljaju se u neposrednoj blizini pješačkog prijelaza ili zaustavne linije. Konzole služe kao krak semaforском stupu da bi se mogla omogućiti montaža laterni iznad prometnog traka.

Portali su objekti koji služe za postavljanje semaforških laterni i vertikalne signalizacije, a sastoje se od dva, međusobno spojena, stupa s konzolom.

Semaforške laterne su promjenjiva prometna svjetla. Izvode se kao halogena (žarulja) varijanta ili kao varijanta s led diodama. Led diode imaju daleko veću vidljivost na cesti i štede električnu energiju.

Semaforške laterne se mogu podijeliti prema broju svjetala na (Prometna zona: Portal posvećen prometu i prometnoj znanosti):

- na trostruke,
- dvostruke,
- jednostruke.

3.6. DETEKTORI

Jedan od značajnih elemenata u modernim semaforским instalacijama su detektori. U prošlosti su se koristili detektori u obliku induktivne detektorske petlje. Namotaj bakrene žice koji se postavlja u kolnik i na principu promjene induktiviteta registrira kada vozilo prođe preko nje. Ti detektori su jeftino i pouzdano rješenje jer imaju visoku preciznost i imaju mnoge mogućnosti kao što su mjerenje brzine, detekcija prisutnosti vozila, brojanje prometa, klasifikacija vozila, najava vozila. Negativna strana induktivne detektorske petlje je ta što je potrebno rezanje asfalta što za sobom povlači potrebu za zaustavljanjem prometa na nekoliko sata ili dana.

U posljednje vrijeme postavljaju se detektori ili drugačije rečeno senzori na principu infracrvene zrake, doppler efekta, video detekcije, radar...

Takve detektore dijelimo na:

- infracrveni detektori,
- mikrovalni detektori,
- radar detektori,
- video detektori

Prednost navedenih detektora je da nije potrebno pilati asfalt što smanjuje troškove zbog provođenja kabelaške kanalizacije, ne stvaraju se gužve zbog radova, i što je najbitnije, lakše je zamijeniti takve detektore nego induktivnu petlju.

4. RASKRIŽJA

Cestovna čvorišta ili raskrižja su mjesta u cestovnoj mreži na kojima se povezuju dvije ili više cesta, dok se prometni tokovi se križaju, prepliću, spajaju ili razdvajaju.

Osnovni kriteriji za projektiranje i gradnju čvorišta:

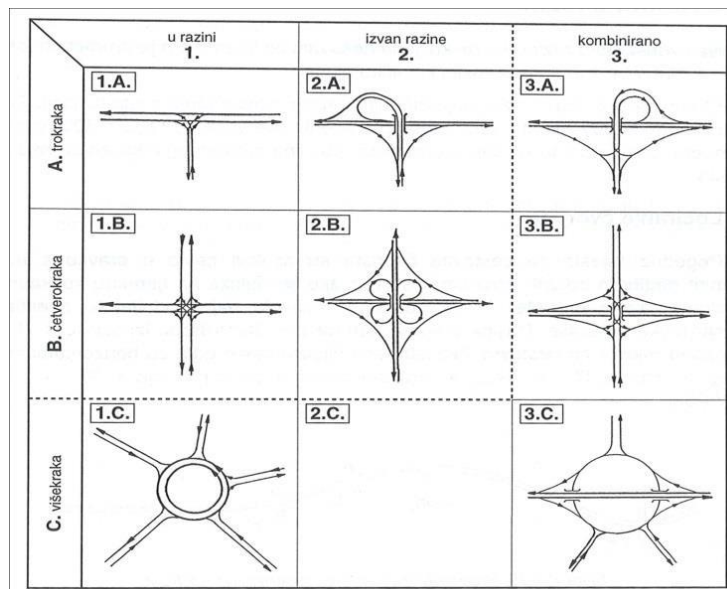
- sigurnost vožnje,
- kapacitet (propusna moć),
- ekonomičnost,
- prepoznatljivost i estetski izgled,

- uklapanje u standard šire cestovne mreže.

Podjela čvorišta:

- Na temelju građevinskog oblikovanja čvorišta:
 - čvorišta u jednoj razini (raskrižja),
 - u dvije ili više razina,
 - dijelom u razini, dijelom izvan razine,
- Prema broju krakova:
 - Trokraka,
 - četverokraka,
 - višekraka,
- Prema načinu kretanja prometnih tokova:
 - izravno kanalizirana,
 - kružna.

Slika 3 – Razine raskrižja



Raskrižja u razini:

- najrašireniji način povezivanja cestovnih prometnica,

- zadovoljavaju ako prometno opterećenje prometnice nije veće od 800 voz/sat odnosno ako je vremenska praznina prometnog toka veća od 6s,
- os sporedne ceste potrebno je radi bolje preglednosti i uvjeta oblikovanja što okomitije priključiti ili križati s glavnom cestom.

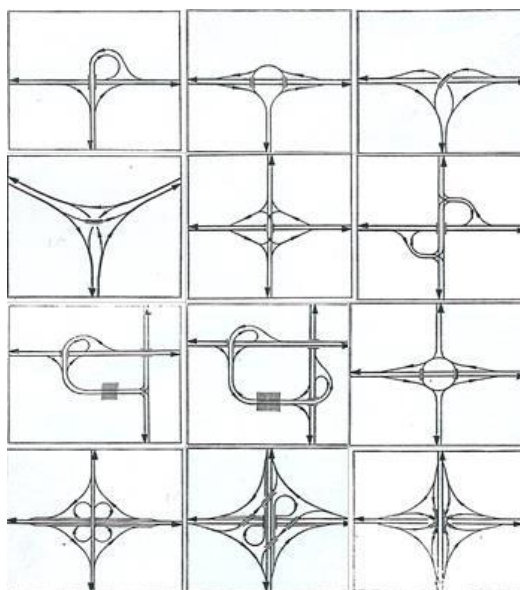
Slika 4 – raskrižja u razini

	osnovni oblik	priključak	križanje
I.	priključak ili križanje dvije dvotračne ceste		
II.	priključak ili križanje ceste s dva kolnika i dvotračne ceste (u pravilu sa svjetlosnim uređajima)		
III.	priključak ili križanje dvije ceste s dva kolnika (sa svjetlosnim uređajima)		
IV.	križanje djelomice izvan razine dvije dvotračne ili dvije ceste s dva kolnika		
V.	križanje dvije dvotračne ceste (kombinirano rješenje)		
VI.	odmaknuti priključak ili križanje s najmanje jednom cestom s dva kolnika		
VII.	raskrižje s kružnim tokom na dvotračnim cestama ili na cestama s dva kolnika		

Raskrižja izvan razine:

- Građevine koje omogućuju povezivanje konfliktnih prometnih tokova uz najveći stupanj sigurnosti i protočnosti
- Primjenjuju se u uvjetima gdje ukupna prometne opterećenja glavnog i sporednog smjera prelaze 12.000 vozila/dan

Slika 5 – raskrižja izvan razine



4.1. PROMET U RASKRIŽJU

U području cestovnih raskrižja znatno su kompliciraniji postupci i događanja od sličnih na otvorenim dijelovima ceste. Zbog čestih promjena smjera kretanja vozila smanjuje se sigurnost prometa i propusna moć raskrižja. Načini kretanja u području raskrižja određeni su prometno - oblikovnim parametrima: vrstom raskrižja, načinom upravljanja prometom, oblikom trasiranja i presjekom prometnica, smjerom i jačinom prometnih tokova, brzinom vozila u raskrižju, veličinom preglednosti itd.

4.2. VRSTE PROMETNIH TOKOVA U RASKRIŽJU

U načinu vođenja prometnih tokova u području raskrižja najbitniji je činitelj koji kontrolira različitost u prometnim radnjama. Prometni tokovi se razlikuju po svojoj prirodi odvijanja i po zoni raskrižja dijele na:

- neprekinute prometne tokove
- prekidane prometne tokove.

Neprekinuti prometni tok – s uvjetima vožnje pod kojima se vozilo u prijelazu prometnog traka ili dionice ceste mora zaustaviti samo zbog čimbenika unutar prometnog toka. U ovakvim se slučajevima prometni tokovi ili dionice ceste dijele ili sjedinjuju s podjednakim brzinama pod oštrim kutom, bez zaustavljanja. U slučajevima ovih prometnih tokova ili dionica cesta povećavaju se zahtjevi u pogledu obučenosti i sposobnosti vozača. Činjenica je, da su zbog velikih brzina i dugačkih putanja vozila, ovi potezi neprikladni za uvođenje svjetlosnih

signalnih uređaja. Za potrebnu razinu sigurnosti prometa moraju se osigurati dovoljne preglednosti uz pomoć dobro odmjerenih projektnih elemenata.

Prekidani prometni tok – s uvjetima vožnje pod kojima vozilo na dionici ceste ili prometnog traka, mora obavezno stati ispred raskrižja zbog prometnih znakova ili signala. Ovi prometni tok odnosno dionica ceste može se definirati kao onaj koji se ispliće, upliće ili križa te prolazi zonom konflikta malom brzinom ili se zaustavlja pod što okomitijim kutovima i uz zahtjev jasnog reguliranja prednosti. U primjeni prekidanih prometnih tokova za jače 3 opterećena raskrižja zapinju sporedni prometni tokovi, a potrebne vremenske praznine veće su oko dva puta od onih za neprekinute prometne tokove.

4.3. PROMETNE RADNJE I KONFLIKTNE TOČKE

Osnovne prometne radnje (koje uzrokuju konfliktne situacije različitih stupnjeva) nastaju najprije zbog promjene smjera, ali i brzine jednog ili više vozila. Na raskrižjima ulica i cesta događaju se brojne prometne radnje koje uzrokuju sukobe prometnih tokova.

U takve radnje se ubrajaju:

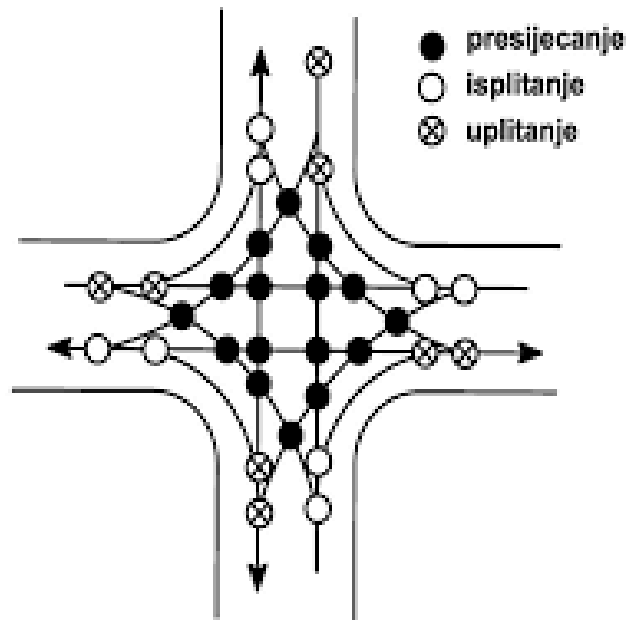
- izlivanje (dijeljenje promatranog toka na dva ili više tokova – lijevo i desno isplitanje; kod autocesta obično govorimo o izlivanju obzirom na vrlo oštar kut dijeljenja prometnih tokova);
- ulijevanje (spajanje odnosno sjedinjavanje promatranog toka i nekog drugog toka; kod autocesta obično govorimo o ulijevanju obzirom na vrlo oštar kut spajanja prometnih tokova);
- preplitanje (promjena odnosno izmjena prometnih trakova – događa se najčešće kod autocesta);
- presijecanje (međusobno križanje/presijecanje prometnih trakova).

U odvijanju prometa na raskrižju stvaraju se mjesta ugrožene odnosno smanjene sigurnosti i smanjenje protočnosti. Prije svega, to su mjesta presijecanja prometnih tokova na kojima postoji mogućnost sudara vozila sa velikom konfliktnom energijom (konfliktne točke). Isto tako, na mjestima ulijevanja i izlivanja javljaju se konfliktne točke preplitanja dionica ceste. Konfliktna situacija može se definirati kao zbroj svih konfliktnih točaka koje su uzrokovane prometnim radnjama izlivanja, ulijevanja, preplitanja i presijecanja prometnih tokova odnosno dionicama ceste na površini raskrižja.

Broj konfliktnih točaka ovisi samo o vrsti i obliku raskrižja, a stvaran broj konflikata u znatnoj mjeri ovisan je o geometrijskom oblikovanju, o slobodnoj vidljivosti, o prometnom opterećenju

i sl. Najveći broj konfliktnih točaka sadrže raskrižja u razini, dok ih je manje u raskrižjima izvan razine te u raskrižjima s kružnim tokom.

Slika 6 - Konfliktni točke na klasičnom četverokrakom raskrižju



4.4. BRZINE VOZILA U RASKRIŽJU

Najveće dopuštene brzine u užim i širim područjima raskrižja ovise o obliku i tipu raskrižja, strukturi i veličini prometnih tokova, okolnoj izgrađenosti, širem prometnom režimu i itd..

Ovisno o vrsti prometnog toka i očekivanom funkcionalnom rješenju, logično je da se kod raskrižja u jednoj razini mogu očekivati brzine $V_k \approx 0-40$ km/h (za lijeva skretanja) do blizu $V_k \leq V_r$ (za glavni tok) pa do brzine $V_k \leq 30$ (40) km/h na privozima kod kružnog toka i do visokih brzina na raskrižjima izvan razina ($V_k = 80-120$ km/h).

Navedene brzine imaju točno definirana značenja i postupke određivanja, a približan opis je sljedeći:

- projektna brzina V_p (km/h) – najveća brzina, za koju je zajamčena potpuna sigurnost u slobodnom prometnom toku pod optimalnim vremenskim uvjetima i uz dobro održavanje ceste;
- računski brzina V_r (km/h) – najveća očekivana brzina sigurne vožnje u slobodnom prometnom toku u skladu s prihvaćenim modelom njezina utvrđivanja, te ovisno o tlocrtnim i visinskim elementima toga dijela ceste;
- 85 percentilna brzina V_{85} (km/h) – brzina koja je dosegnuta od 85% vozila;

- brzina u raskrižju V_k (km/h) – brzina mjerodavna za određivanje bitnih oblikovnih elemenata raskrižja;
- dopuštena brzina V_{dop} (km/h) – brzina mjerodavna za određivanje svojstava prometnog toka, oblikovne elemente i razmak raskrižja.

4.5. OSNOVE ZA KONCIPIRANJE RASKRIŽJA

Raskrižja možemo opisati i kao mjesta u cestovnoj mreži gdje se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se razdvajaju, križaju, spajaju ili prepliću.

Na raskrižjima su izrazito naglašeni problemi propusnosti i sigurnosti prometa zbog prometnih radnji i konflikata, kojih nema na otvorenim dijelovima ceste. U mreži javnih cesta raskrižja se pojavljuju u više oblikovnih modaliteta, a općenito ih možemo razvrstati na raskrižja u jednoj ili više razina, odnosno raskrižja s kružnim tokom i kombinirana raskrižja.

U našoj se praksi priključci reguliraju kao posebna podvrsta raskrižja u jednoj razini. Javne ceste su na osnovi regulatornih i zakonskih akata podijeljene na autoceste i pet razreda cesta, a po općoj funkcionalnoj klasifikaciji se dijele na daljinske, vezne, pristupne i sabirne ceste.

4.6. OKVIRI I NAČELA

Pri koncipiranju raskrižja potrebno je utvrditi najbitnije parametre i polazišta. Osnovna načela i okvire pri koncipiranju raskrižja možemo promatrati kao:

- glavna cesta,
- projektna brzina u raskrižju,
- razmaci raskrižja,
- položaj raskrižja.

4.7. OPĆI ZAHTJEVI ZA RASKRIŽJE

Pri izboru mjesta i načina rješavanja raskrižja važno je svaki slučaj dobro proučiti, jer je loše koncipirano i oblikovano raskrižje opasnost za sigurnost prometa.

Visoki zahtjevi u pogledu projektiranja i uporabe raskrižja trebaju se provjeriti uz pomoć osnovnih mjerila, a to su:

- sigurnost prometa,
- kvaliteta odvijanja prometa,
- utjecaj raskrižja na okoliš,
- ekonomičnost rješenja.

Sigurnost prometa - Osmišljena i dobro koncipirana raskrižja udovoljit će uvjetima sigurne vožnje ako u cijelosti ili pretežito udovoljavaju bitnim zahtjevima kao što su:

- Pravovremena prepoznatljivost mora biti omogućena sa svih privoza, a vozači trebaju biti pripremljeni i spremni za sve prometne situacije koje su pred njim; 7 Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.3 10
- Preglednost raskrižja podrazumijeva dobro i pravovremeno uočavanje najbitnijih oblikovnih detalja te raskrižja u cjelini;
- Shvatljivost će biti zadovoljena u uvjetima kada je svim učesnicima jasno na koju stranu skrenuti, tko i kako se treba razvrstati, gdje su mogući konflikti itd;
- Dostatna provoznost bit će osigurana za ona rješenja raskrižja u kojima su oblikovna svojstva usklađena s voznodinamičkim, odnosno voznogeometrijskim osobinama vozila.

U rubnim područjima naselja potrebno je polučiti najviši stupanj sigurnosti prometa, posebno za ugroženije učesnike (biciklisti, pješaci, invalidi) budući da se od njih ne može očekivati stalna opreznost, pravovremeno zapažanje i očekivane reakcije.

Brzine vozila su od bitnog značenja za sigurnost prometa o kojima ovise moguća ponašanja i posljedice, pa se mogu isteći određene pretpostavke za postizanje razine sigurnosti:

- vozaču je neophodno razjasniti odnos poželjne brzine i prometnih događanja;
- ne smije se zahtijevati ni očekivati od učesnika u prometu više od dvije istovremene mogućnosti odlučivanja;
- potrebno je promicati smanjenje brzine u izgrađenim područjima već na stupnju prometnog koncepta mreže i raskrižja;
- u fazi projektiranja i oblikovanja treba predvidjeti dostatnu preglednost i vizualni kontakt između motoriziranih i nemotoriziranih učesnika u prometu;
- pred naseljima potrebno je prikladno rasvijetliti raskrižja.

Kvaliteta odvijanja prometa - Dostatna kvaliteta odvijanja prometnih tokova odnosno dionica cesta trebala bi biti uvijek osigurana, posebno u slučajevima kad su prisutne nemotorizirane vrste prometa.

Na raskrižjima s pješačkim i biciklističkim prometom miješaju se nestandardni prometni tokovi odnosno dionice ceste, pa je veća opasnost od prometnih konflikata i nesigurniji promet u cjelini.

Na cestama pred naseljima isto tako treba biti osigurana dovoljna propusna moć, tako da u vršnim opterećenjima nema duljih čekanja, kako na produžnim smjerovima tako i na smjerovima u skretanju.

Uz pomoć svjetlosne signalizacije može se, unatoč manjem produljenju čekanja, povećati propusna moć prometnog čvora. Usklađivanjem ITS usluga u susjednim raskrižjima, može se znatnije poboljšati kvaliteta odvijanja prometa i sama sigurnost sudionika u prometu.

Uređaji za svjetlosnu signalizaciju također mogu biti potrebni iz razloga odvijanja prometa na raskrižjima s nižim standardom izgradnje. S obzirom na slučajeve nenadanog ispadanja ili isključenja svjetlosnih uređaja, uvijek se treba predvidjeti regulacija bez svjetlosne prometne signalizacije.

Stoga se raskrižja bez ili sa svjetlosnom signalizacijom trebaju što manje razlikovati unutar svoga projektiranog standarda. U pogledu propusne moći ili kapaciteta raskrižja, općenito se može istaći visoka zahtjevnost, kako u uvjetima visokih prosječnih opterećenja, tako i u ekstremnim prilikama.

Za fazu modeliranja propusne moći i kvalitetne razine usluge, te za razradu pojedinih faza proračuna i višedisciplinarnih projekata, na raspolaganju je više metodologija i programskih paketa.

Propusna moć raskrižja izvan razine ovisna je o propusnosti spojnih cesta, a kritična propusna moć za prolazni prometni trak procjenjuje se na oko 1800 voz/h. Najviša opterećenja uvoznih i izvoznih vrhova te poteza preplitanja, podrazumijevaju nedostatnu kvalitetu prometnog toka u raskrižju.

Utjecaj raskrižja na okoliš - Raskrižja se trebaju tako koncipirati da budu što manje štetna za prostor i okoliš, što se često sukobljava s cijenom izvedbe, odnosno ekonomičnošću rješenja. Za procjenjivanje prilagodljivosti raskrižja okolišu potrebno je uzeti u obzir stupanj narušavanja krajolika, buka i onečišćenje zraka, i okupiranost i rascjepkanost zemljišta.

Slike krajolika i prirodne vizure bit će manje narušene ako su zadovoljena sljedeća načela:

- raskrižja se u postupku lociranja moraju prilagoditi okolišu;
- građevine u sklopu i pred raskrižjem moraju se dobro komponirati i uklopiti u okolinu;
- trebaju se uvažavati povijesne znamenitosti;
- nastojati ozeleniti površine raskrižja, ali tako da ne ugrožava preglednost i opću sigurnost;
- potrebno je vertikalnu signalizaciju i ostale oznake racionalno postaviti u prometno – sigurnosnom pogledu.

Buka i onečišćenje zraka od prometa mogu se smanjiti ako se ispune pretpostavke: - smanjiti izrazita ubrzanja u raskrižju;

- smanjiti broj zastoja i „stani – kreni“ vožnju;
- dobro uskladiti rad svjetlosne signalizacije s prometnom potražnjom;
- smanjiti nagib trase s raskrižjem već u studijsko – projektnoj fazi;
- uskladiti izbor zastora sa zahtjevima dobre hvatljivosti i smanjene bučnosti.

Okupiranost i razdvajanje površina zemljišta trebaju se predvidjeti u razumnim okvirima tako što će se zadržati racionalni odnos između prostorne i uporabne komponente rješenja, predvidjeti mjesta poprečnih prijelaza te racionalno trošiti površine zemljišta (posebno u blizini naselja).

Ekonomičnost rješenja - Uslijed složenog iznalaženja što kvalitetnijeg projektnog rješenja, često je zapostavljeno kompariranje i procjenjivanje varijanti raskrižja putem kvantificiranja troškova izgradnje i troškova korisnika.

Elementi za postupak vrednovanja su troškovi građenja i održavanja, vremenski i eksploatacijski troškovi, troškovi prometnih nesreća itd. Kako se uvijek mora zahtijevati dostatna sigurnost rješenja, nezaobilazno je odrediti odnos troškova i prometno – sigurnosne komponente.

Isto tako je potrebno iznaći koji je trošak primjeren i dostatan za određeni kvalitet prometnog toka. Strategije koje su troškovno usmjerene (npr. oprema i održavanje, veličina investicija, minimizacija korištenja zemljišta) mogu biti jako važne i često odlučne u izboru projektnog rješenja raskrižja.

5. OPREMA I UREĐENJE RASKRIŽJA

Oprema raskrižja u širem smislu čine:

prometni znakovi, signalizacija i oprema na cestama;

- rasvjeta;
- krajobrazno uređenje;
- ostala oprema.

Prometna signalizacija sastoji se od vertikalne i horizontalne signalizacije i opreme ceste te ima veliki značaj za sve sudionike u prometu. Pomoću signalizacije sudionik u prometu odabire željeni put i smjer kretanja, poduzima odgovarajuće radnje u prometu i prilagođava svoje ponašanje.

Prometna signalizacija na raskrižju postavlja se na način da bude jasna te da ne zbunjuje vozače pri prolasku kroz raskrižje. Broj prometnih znakova ovisi o stvarnom stanju na terenu i cesti, ali ih se ne treba postavljati puno jer se može postići suprotan učinak koji će zbunjivati vozače. Osnovni uvjet prilikom krajobraznog uređenja raskrižja je osigurati sigurno odvijanje prometa odnosno preglednost te ih istovremeno naglasiti u oblikovnom smislu.

Projekt krajobraznog uređenja trebao bi biti glavni dio projekta raskrižja, kako na razini državnih cesta, tako i na razini ostalih gradskih odnosno javnih ulica.

Krajobrazno uređenje treba biti projektirano tako da se poveća učinkovitost i sigurnost prometovanja u raskrižju, a istovremeno djeluje i na poboljšanje estetike na širem području.

Prometni znakovi, signalizacija i oprema u cijelosti moraju biti usuglašeni s važećim pravilima, te postavljeni na osnovi ovjerenog prometnog projekta.

U velikoj skupini navedene opreme su:

- prometni znakovi;
- prometna svjetla i svjetlosne oznake;
- oznake na kolniku i drugim površinama;
- prometna oprema cesta;
- signalizacija i oprema za smirivanje prometa;
- turistička i ostala signalizacija.

Prometna signalizacija mora biti jednostavna, jasna i čitljiva, vidljiva, istoznačna, univerzalna, kontinuirana, odgovarajućeg dizajna i postavljena u odgovarajućem opsegu. Signalizacija se može podijeliti na vertikalnu, horizontalnu i svjetlosnu.

Horizontalna signalizacija (oznake na kolniku) može se podijeliti na:

- uzdužne oznake (pune, isprekidane i dvostruke crte);
- poprečne oznake (crte zaustavljanja, pješački prijelazi, prijelazi biciklističkih staza preko kolnika);
- ostale oznake na kolniku (strelice, polja za usmjerivanje prometa, natpisi).

U **vertikalnu signalizaciju** se ubrajaju:

- znakovi opasnosti;
- znakovi izričitih naredbi;
- znakovi obavijesti;
- dopunske ploče, ostali znakovi i oznake.

Uloga vertikalne i horizontalne signalizacije je poboljšanje stupnja sigurnosti i olakšanja u prometnim operacijama, te u podizanju razine propusnosti i prometne usluge.

Ova vrsta signalizacije obavezna je na cestama razreda A i B, a na cestama razreda C u manjoj mjeri ili po potrebi.

Putokazni znakovi su namijenjeni za vođenje prometa, a isto tako služe za usmjeravanje prometnih tokova uz otoke i razdjelnike te za ograničenje dopuštenih brzina i zabranu pretjecanja u zoni raskrižja.

Rasvjeta uvijek mora biti predviđena za raskrižja cesta unutar ili na rubu naselja, a za javne ceste višeg razreda i s većim brzinama u raskrižju rasvjeta treba biti u iznimnim slučajevima.

Budući da na križanjima u naselju nastaje više od 50% prometnih nesreća, posebnu pažnju treba obratiti na rasvjetu križanja u razini a pri tome treba:

- zadržati iste kriterije kvalitete javne rasvjete kao i na ostalim dijelovima ceste;
- razinu rasvjete na posebno važnim križanjima treba povećati do 50% u odnosu na ostali dio prometnice;
- zadržati istu visinu postavljanja i kut nagiba svjetiljke;
- zadržati isti izvor svjetla, tip svjetiljke i raspored;
- rasvijetliti dionice ceste najmanje 150 m na obje strane od središta križanja na nerasvijetljenim cestama;
- odrediti raspored stupova na križanju a zatim na ostalom dijelu prometnice te uskladiti položaj stupova s vertikalnom signalizacijom.

Projekt krajobraznog uređenja ima za cilj uređenje svih krajobraznih struktura u razmjeni doprinosu planski uređenoj uporabi prostora, djelotvornijoj zaštiti i kvalitetnijem uređenju prostora.

Projekt krajobraznog uređenja je nadogradnja projektnog raskrižja i ima dvije osnovne zadaće:

- estetska zadaća oplemenjivanja raskrižja sadržajima i podizanje vrijednosti prostora, odnosno povećanje funkcionalne, prometne i svake druge vrijednosti raskrižja;
- sigurnosna zadaća – stvaranje preduvjeta za osiguranje preglednosti kroz podrezivanje, uklanjanje ili premještanje nasada koji ometaju zahtjevima preglednosti.

Uređaji za davanje svjetlosnih prometnih znakova za upravljanje prometom na križanjima mogu se postavljati na stupu pokraj kolnika u visini 2,0 do 3,5 metra.

Ako su postavljeni iznad kolnika, visina od donjeg ruba uređaja do gornje površine kolnika ne smije biti manja od 4,5 metra.

6. STATISTIČKA ANALIZA PROMETNIH NEZGODA NA RASKRIŽJIMA

Uzroci prometne nesreće mogu biti različiti: vozila, pješaci, životinje, duljina puta, očuvanost prometne infrastrukture, vrijeme te različite ometanosti kao što su mobiteli i slično.

Analiza općih podataka o prometnim nezgodama bit će prikazana pomoću tablica. Prikazati će se struktura prema nekom od parametara i karakteristikama ceste odnosno raskrižja.

Tablica 2 – Prometne nesreće po značajkama ceste u 2019. godini

Križanje	Značajke ceste						Ukupno
	T-križanje	Y-križanje	Četverokrako križanje	Kružni tok	Ostala križanja	Čvor u više razina	
Ukupno	3.804	574	3.210	503	544	26	8.661
%	12,1	1,8	10,2	1,6	1,7	0,1	27,6
S poginulim osobama	10		18		4		32
%	3,6		6,5		1,4		11,5
S ozlijeđeni m osobama	1.328	184	1.306	131	136	11	3.096
%	14,1	2,0	13,9	1,4	1,4	0,1	32,9

Iz tablice broj 2, uočava se da se najviše prometnih nezgoda dogodilo na T – raskrižju tj. 3.804, a zatim slijedi četverokrako raskrižje sa 3.210 prometnih nezgoda, dok su Y – raskrižje, ostala raskrižja i kružni tok u maloj razlici, te čvor u više razina ima najmanje prometnih nezgoda.

Tablica 3 – Nastradale osobe u prometnim nesrećama prema značajkama ceste u 2019. godini

	Značajke ceste						
Križanje	T- križanj e	Y- križanj e	Četverokrak o križanje	Kružn i tok	Ostala križanj a	Čvor u više razin a	Ukupn o
Poginule	10	0	20		4		34
%	3,4		6,7		1,3		11,4
Teško ozlijeđeni m	285	44	236	13	34	3	615
%	11,4	1,8	9,5	0,5	1,4	0,1	24,7
Lakše ozlijeđene	1.473	203	1.608	140	141	11	3.576
%	14,2	2,0	15,5	1,3	1,4	0,1	34,4

Iz tablice broj 3, primjećujemo da poginulih osoba najviše ima na četverokrakom raskrižju, teško ozlijeđenih osoba na T – križanju, te lakše ozlijeđenih osoba također na četverokrakom križanju.

7. ZAKLJUČAK

Analiza prometnih nesreća na semaforiziranim raskrižjima u Republici Hrvatskoj je neophodna za podizanje razine prometne kulture i povećanje sigurnosti sudionika i vozača u prometu. Prema dosadašnjim istraživanju može se zaključiti da najčešći uzrok nastalih prometnih nezgoda je čovjek, zatim prometna infrastruktura, vozilo, te ostala okolina. Istraživanja pokazuju da su najčešće posljedice materijalna šteta, zatim ozlijeđene osobe kojih je znatno manje, evidentno je da se trebaju smanjiti i jedna i druga posljedica.

Kao najčešće vrste prometnih nezgoda na semaforiziranim raskrižjima su oduzimanje prednosti prolaska i prolasci kroz crveno. Naravno, vozači se također ne pridržavaju propisane brzine, odnosno voze brzinom koja nije primjerena uvjetima vožnje na ovakvim vrstama raskrižja, a gdje bi se inače trebali kretati manjom brzinom. Također, jedna od čestih grešaka koju vozači čine je vožnja na nedovoljnoj udaljenosti koja je isto tako jedna od važnijih značajki koje bi se trebali vozači pridržavati, a održavanje dovoljnog razmaka između vozila je također bitno za povećanje sigurnosti u prometu.

Prema posljedicama su izvučena najopasnija semaforizirana raskrižja koja je potrebno sanirati, odnosno prema potrebi uvesti razne mjere prevencije, raznih varijantnih rješenja koja bi sveukupno podigla sigurnost na veću razinu. Naravno, u detaljnost problematike navedenih opasnih semaforiziranih raskrižja trebaju sudjelovati državna tijela Republike Hrvatske koja se bave sigurnosti u prometu, projektiranjem funkcionalnih rješenja, vještačenjem u prometu te ostalih strukovnih područja koja mogu doprinijeti boljem i efikasnijem razvijanju prometne sigurnosti i smanjenju broja prometnih nezgoda.

8. LITERATURA

1. Cerovac, V., Tehnika i sigurnost prometa, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
2. Horvat, R., Policija i sigurnost cestovnog prometa - Uloga i prekršajno kažnjavanje, Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu (Zagreb), vol. 12, broj 2/2005, str. 541-572.
3. Legac, I., Cestovne prometnice i javne ceste, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
4. Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
5. Luburić, G., Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
6. Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2018., (dalje: Bilten), Zagreb, 2019.
7. <https://www.prometna-zona.com/semafor/>
8. <http://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/prometnice/DSG%20Prometna%20tehnika/Prometna%20tehnika.pdf>
9. <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A167/datastream/PDF/view>

9. POPIS TABLICA

Tablica 1 - Pregled osnovnih pokazatelja sigurnosti prometa na cestama u RH – od 2010. – 2019

Tablica 2 - Prometne nesreće po značajkama ceste u 2019. godini

Tablica 3 – Nastradale osobe u prometnim nesrećama prema značajkama ceste u 2019. godini

10.POPIS SLIKA

Slika 1 – Venov dijagram

Slika 2 – Ciklus rada semafora

Slika 3 – Razine raskrižja

Slika 4 – Raskrižja u razini

Slika 5 – Raskrižja izvan razine

Slika 6 - Konfliktne točke na klasičnom četverokrakom raskrižju

11. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1 – Prometne nesreće s nastradalima (2019./2020.)

Grafikon 2 – Poginuli u prometnim nesrećama (2019./2020.)