

SAOBRAĆAJNO TEHNIČKA ANALIZA ULIČNE MREŽE NA PODRUČJU TRSTENIKA I MERE ZA UNAPREĐENJE NU SIGNALISANIH RASKRSNICA

Branimir Milosavljević¹⁾, Radoš Pantić¹⁾, Saša Babić¹⁾, Ismet Derdemež²⁾

Kategorija rada:

AFILIJACIJA/ADRESA:

STRUČNI RAD

1) Visoka tehnička mašinska škola strukovnih studija Trstenik

2) Tehnička škola Tutin

Rezime: U složenom organizmu kakav je jedan savremen grad obezbeđen efikasnom i bezbednom prevozom ljudi i materijalnih dobara je osnovni zadatak transportnog sistema. Da bi se to postiglo potrebno je precizno utvrditi potrebe, razviti metode da se potrebe zadovolje i uvažavaju i pri tome društvene i ekonomske kriterijume, utvrditi i predložiti na in situ za praktično zadovoljenje zahteva i najzad osigurati praćenje kako bismo blagovremeno mogli uočiti odstupanja i sprovesti nužne korekcije. Radi sagledavanja celokupne transportne i saobraćajne politike u gradu Trsteniku je obavljeno više istraživanja na samom terenu. U poslednjih 15 godina nije vršeno snimanje opterećenja kritičnih raskrsnica i ulica. Proračunom vremenskih gubitaka na prilazima semaforisanih raskrsnica, utvrđeno je trenutno stanje i mere koje će isto unaprediti.

ključne reči: ulična mreža, Trstenik, nivo usluge, svetlosna raskrsnica

1. UVOD

Saobraćajni sistem je vrlo kompleksan zbog svoje stohastičnosti, dinamičnosti i mnoštvo faktora koji ga definišu i na njega vrše uticaj. Ako smo u prošlosti kao dominantan zadatak u prvi plan isticali probleme sposobnosti transportnog sistema da realizuje zahteve, odnosno pitanja kako da se obezbedi najveća mobilnost uz najmanje troškove, danas u prvi plan postavljamo zahtev da se u znatnoj meri eksplicitno u obzir uzimaju socijalni, ekonomski i faktori efektivnosti. Došlo je do znatno veće participacije javnog mnjenja pri odlučivanju i formiranju transportne politike. Planerski proces se ne može svesti na sveobuhvatno definisanje elemenata iz koga proizilazi samo saobraćajna mreža za individualni motorni saobraćaj, a transportna potražnja ostalih uesnika postaje ostatak posle procene automobilskih putovanja. Zato se ne sme izgubiti iz vida da je transportni sistem ipak samo deo šireg urbanog ili regionalnog sistema i da pri tome svaka promena u transportnom sistemu ima veliki uticaj na celokupno okruženje.

2. TEHNIČKA ANALIZA GRADSKOG SAOBRAĆAJNOG SISTEMA I POVEZANOST SA SPOLJNOM PUTNOM MREŽOM

Saobraćajna veza Trstenika sa sadržajima u širem okruženju ostvaruje se preko tri ulivno-izlivna pravca vangradske putne mreže na koje se vezuju gradske saobraćajnice. Dnevne migracije putnika i tereta na saobraćajnoj mreži Trstenika se pojavljuju sa tri ulazno-izlazna pravca i to pravac Kruševac koji dolazi sa jugoistočne strane, pravac Vrnjaka Banja, odnosno Kraljeva koji dolazi sa zapadne strane i pravac Grabovac koji dolazi sa severa preko mosta na Moravi. S obzirom da se magistralne saobraćajnice (put i željeznička pruga) pojavljuju tangencijalno u odnosu na grad (desna obala Morave), iste predstavljaju osnovne nosioce kako tranzitnog tako i lokalnog saobraćaja. Kontakt magistralnog puta sa gradskom mrežom na istoku ostvaruje se na saobraćajnom vorištu pod nepovoljnim uglom. Saobraćajni tokovi skreću u sa magistralnog puta preko željezničke pruge i nastavljaju Ulicom cara Dušana do gradskog centra. U zapadnom delu grada Ulica cara Dušana skreće u blagom luku izlaze i iz gradskog jezgra u pravcu jugozapada preko željezničke pruge i u naselju

Osaonica, zapadno od grada, uključuje se na magistralni put. Kontakt gradskih saobraćajnica sa mrežom puteva na levoj obali Morave, ostvaruje se u visini gradskog centra iz Ulica cara Dušana, dr. Milunovića preko starog mosta na Moravi nastavlja do Grabovca gde se ukršta sa regionalnim putem R-217 (Ugljarevo-Konjuh) i dalje produžava kao put R-219 u pravcu Rekovca.

Druga saobraćajna veza Trstenika sa levom obalom Morave je preko Rajevičevih ulica, pored hale sportova i preko Vojnjaka, na Manastirskom ključu u se vezuju na regionalni put R-217. Severni ulivno-izlivni pravci, celokupan saobraćaj severne gravitacione zone, ulava e u gradsko tkivo i ostvaruju vezu sa pojedinim funkcionalnim zonama Trstenika kao i kontakt sa magistralnim saobraćajnicama na jugu. Ova 4 ulivno-izlivna pravca prihvataju celokupno saobraćajno opterećenje koje ima svoje izvorno-ciljno kretanje u samom Trsteniku, kao i celokupnu dnevnu migraciju koja je uslovljena rasporedom mreža saobraćajnica i mrežom naselje.

Saobraćajne potrebe iskazane kroz broj putovanja na posmatranom području Opštine Trstenik, sa injavaju potrebe koje generišu stalno nastanjeni stanovnici. Oni svojom mobilnošću u opterećenju lokalnu, regionalnu i magistralnu mrežu, dok putnici koji su u tranzitu kao i turisti u značajnoj meri opterećenju magistralu M-5. Problem koji se javlja u praksi je što ne postoje izgrađene pešačke staze pored magistrale, a prisutni su značajni pešački i biciklistički tokovi (povratak i odlazak na posao). Upravo se i pokazalo da je taj deo magistrale (deonika Trstenik (ulaz) - Trstenik (izlaz)) po broju nezgoda kritičan. Severno od grada nalaze se dva putna pravca Trstenik-Grabovac-Ugljarevo i Trstenik - Bogdanje - Medveća. Geometrijske karakteristike na pojedinim deonicama R-217 nisu zadovoljavajuće sa aspekta potrebne preglednosti, poprečnog i uzdužnog nagiba kao i poluprečnika krivina i širine kolovoza. Zbog ovakvog stanja, javljaju se uska grla, najviše ispred mosta na pravcu Trstenik-Grabovac-Ugljarevo. Ovakvu situaciju dodatno opterećenje injenica da osim ova dva mosta na navedenim putnim pravcima ne postoje drugi u blizini. Zapadno to je most u naseljenom mestu Stubal, Opština Vrnjaka Banja na udaljenosti od 12 km, a isto no most u naseljenom mestu Jasika, Opština Kruševac na udaljenosti od 26 km.

3. ULI NA MREŽA GRADA TRSTENIKA, KARAKTERISTIKE, REGULISANJE I FUNKCIONALNOST

Pod regulisanjem saobraćaja podrazumeva se uspostavljanje hijerarhijskog sistema na mreži saobraćajnica, uz pomoć primene elemenata upravljanja (vertikalne, horizontalne i svetlosne signalizacije) i građevinskih elemenata (saobraćajna ostrva, fizičke prepreke, a to sve u cilju iznalaženja rešenja problema koji se javljaju na mreži saobraćajnica.

Osnovni ciljevi upravljanja saobraćajem su maksimalno iskorišćenje postojećih mreža od strane svih korisnika, bez obzira na način kretanja, uz prihvatljiv nivo usluge, maksimalna efikasnost postojećeg sistema, korišćenje savremenih metoda tehnika saobraćaja, poštovanje interesa svih korisnika, povećanje efikasnosti u saobraćajnom procesu (kapacitet raskrsnice), smanjenje rizika od nezgoda, zaštita glavnog pravca

Trstenik pripada tipu naselja sa dve naseljske grupacije: uže gradsko jezgro, smešteno između željeznice i desne obale reke Morave na koje se nadovezuju industrijske zone severno i južno; i šire gradsko područje u okviru naselja Grabovac, Prnjavor, Osaonica i Sairi. Dužina putne mreže u obuhvatu najnovijeg prednacrt GUP-a iz 2003. godine je:

Tabela 1 - Dužina putne mreže u obuhvatu GUP-a Trstenik

Red. broj	Naziv puta	Dužina		Širina		Stanje kolovoza	Vrsta kol. zastora
		Kolovoz	Trotoar	Kolovoz	Trotoar		
1.	M-5	7,36	*	7,0	*	zadovoljava	asfalt
2.	R-217	3,60	*	5,0	*	zadovoljava	asfalt
3.	R-219	3,40	*	5,0	*	zadovoljava	asfalt
4.	Lokalni: Trstenik-Odžaci	1,47	*	5,0	*	zadovoljava	asfalt
		15,83	*	*	*	*	*

Glavnu gradsku transferzalnu predstavlja Ulica cara Dušana koja počinje od raskrsnice sa regionalnim putnim pravcem R-219, prolazi obodom gradskog jezgra sa severne strane sve do gradskog centra, zatim se u blagom luku vodi priobaljem Z. Morave i dalje preko željeznice pruge uključuju i se ponovo na magistralni put.

Ulice Radoja Krstića, Svetog Save, Vuka Karadžića, Rajevića i Damljana Maksića su saobraćajnice gradskog jezgra. Prve dve imaju pravac pružanja istok-zapad, a ostale su ortogonalnog pravca u odnosu na prethodne. Navedene saobraćajnice predstavljaju primarne saobraćajnice gradskog jezgra, povezuju i vitalne tačke grada: mikrocentar, objekte zdravstva, kulture, školstva i pojedine stambene zone. Na saobraćajni sistem gradskog jezgra nadovezuju se saobraćajnice namenjene za komunikaciju između gradskog jezgra i pojedinih mikro-urbanističkih celina sa određenim funkcijama, industrijskog, rekreativnog, stambenog i drugog karaktera.

Od raskrsnice Ulice cara Dušana i Živadina Apostolovića, počinje Ulica kneginje Milice koja povezuje različite gradske sadržaje kao što je rad, stanovanje sa gradskim centrom. Od Skupštine Opštine, pa do pijace opasana je drvoredom, pa tako ne postoji mogućnost parkiranja na trotoaru, već samo na kolovoznoj traci. Pravac pružanja ove ulice je pored

glavnih generatora rada, obrazovanja i stanovanja (naselje "Kolonija", staro groblje, gradska pijaca, OŠ "Živadina Apostolovi", hala sportova, crkva, Skupština Opštine), tako da takva situacija uslovljava velike, kako motorne, tako i pešačke tokove. Od raskrsnice ove ulice sa Ulicom Damljana Maksića, Ulica kneginje Milice dobija na širini i postoji realna mogućnost za parkiranje jednog reda vozila i to samo sa desne strane, u pravcu Kruševca. Broj vozila koja se na ovakvo na in mogu parkirati je 117. Ovaj potez je izrazito stambenog karaktera i nosi naziv "Kolonija". Da bi se naglasilo značaj ove ulice, poznato je da u bivšoj SFRJ većina gradova je za svoje glavne, najprometnije ulice uzimala imena Maršala Tita, što je i u Trsteniku bio slučaj sa ovom ulicom. Ono što je karakteristično za nju je postojanje 7 znakova II-34, koji se ne poštuju, naročito za vreme vikenda (izlazak na pijacu, dovoz robe) i u vreme vršnih opterećenja (dolazak i odlazak na posao). Regulativnim i režimskim merama, zabranjen je ulazak teškog teretnog i autobusnog saobraćaja u ovu ulicu i to sa zapadne strane grada.

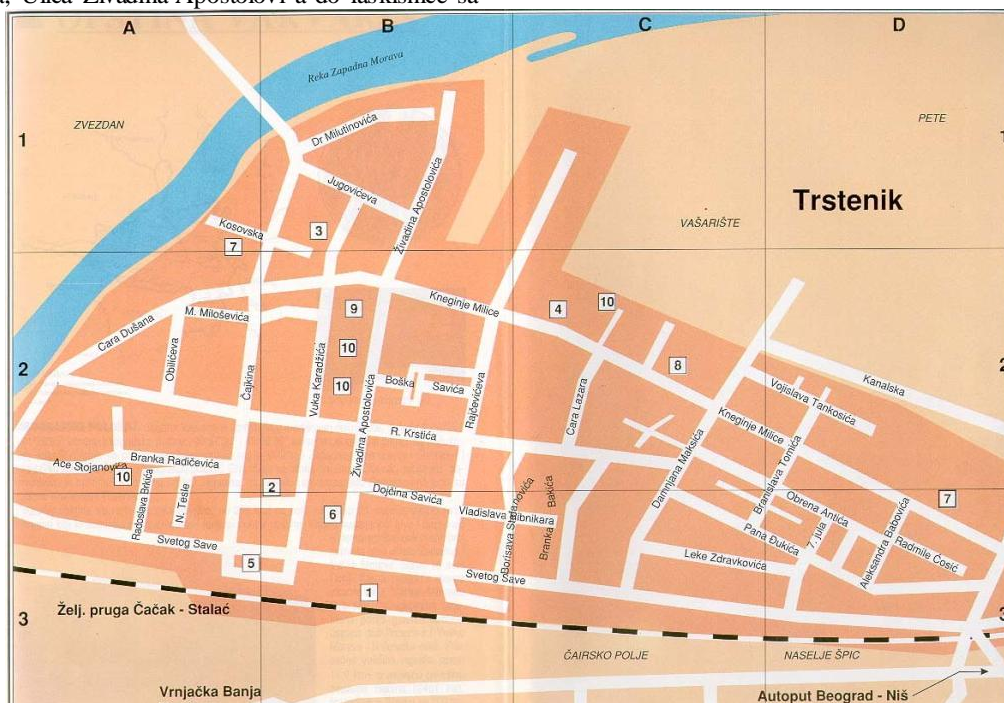
Ulična mreža I reda uključuje one saobraćajnice koje omogućavaju nastavak saobraćaja sa magistralnih i regionalnih putnih pravaca. To su ulice: Svetog Save, deo Ulice cara Dušana do raskrsnice sa Ulicom Svetog Save, deo Ulice cara Dušana od raskrsnice sa Ulicom Živadina Apostolovića do Ulice kneginje Milice, Ulica kneginje Milice, deo Ulice Živadina Apostolovića a od raskrsnice sa Ulicom cara Dušana do Jugovićeve ulice, Jugovićeve ulica i Rajevićeva. Od svih nabrojanih ulica u ovoj grupi, po svojoj funkciji se izdvaja Ulica Svetog Save. Ona je longitudinalnog pravca pružanja i povezuje nekoliko važnih funkcija grada. Visoka koncentracija stanovanja, blizina autobuske, željezničke stanice, stovarišta građevinskog materijala, mali privredni objekti, prodavnice, uslovljavaju da geometrijski elementi ove ulice budu najveći i na području cele ulične mreže grada.

Ova ulica mora da prihvati sve kategorije vozila. Zato se na njoj i razvijaju najveće brzine kretanja, što ima za posledicu da je u zadnjih 7 godina to najugroženija ulica po broju nezgoda. Takođe se i ovde javlja problem nepravilno parkiranih vozila, koji je sigurno delom zaslužan za ovakvo stanje bezbednosti, iako postoje nekoliko znakova II-34 i u blizini imamo izgrađeno nekoliko parkirališta dovoljnog kapaciteta. Ova ulica je predmet velikih pešačkih tokova, jer sa jedne strane imamo fabriku "P. Petoletka" kao velikog generatora kretanja ljudi i autobusku stanicu koja se takođe nalazi u ovoj ulici (samo u toku jednog sata u vreme vršnih opterećenja na njoj se u pravcu Kruševca kreće 29 autobusa, dok u pravcu novog mosta (put R-217) ukupno 14 autobusa). Stanje kolovoznog zastora je dobro, bez udarnih rupa. Najveći problem ove saobraćajnice je nepostojanje dobrih transvezalnih veza sa centrom grada, jer se saobraćaj sa istim obavlja samo preko dve ulice: Ulica Rajevićeva i Ulica Vuka Karadžića. To je direktna posledica režima jednosmernih saobraćajnica.

Ulice II reda imaju zadatak da vode saobraćajne tokove sa saobraćajnica nižeg ranga (sabirnih i stambenih) ka primarnim i magistralnim saobraćajnicama. To su ulice: deo Ulice cara Dušana od raskrsnice sa Ulicom Svetog

Savod Obilježev ulice, Ulica Radoja Kistića, Ulica Vuka Karadžića, Ulica Živadina Apostolovića do raskrsnice sa

Ulicom cara Dušana i Ulica Damljana Maksića.



Slika 1. Ulična mreža grada Trstenika

Postoje i režim saobraćaja se može oceniti kao veoma loš, neuređen, nedosledan i vrlo haotičan. Nejasan je motiv za egzistenciju režima saobraćaja za koji se stiče utisak da je nastao stihijski, sa željom da nekog zbuni i stvori problem u saobraćaju. Obzirom da su profili svih unutar gradskih ulica u krugu obuhvaćenom ulicama: cara Dušana, Jugovičeva, kneginje Milice i Svetog Save veoma komforni, sa širokim kolovozima, drvodredima i trotoarima nejasna je potreba da se neke od ulica pomenutog kruga budu jednosmerne.

Raskrsnica (Ulica Rajčevića i Radoja Kistića) je opremljena svetlosnom signalizacijom, jer je ovo mesto na uličnoj mreži predmet velikih saobraćajnih tokova. Na udaljenosti od 152 m se nalazi još jedna raskrsnica opremljena svetlosnom signalizacijom i upravo su one najnebezbednije raskrsnice na području ulične mreže. Razlog ovakvog stanja je u nesinhronizovanosti rada, velikih vremenskih gubitaka na njihovim prilazima i kao možda najveći, što oprema zadužena za njihov bezbedan rad je dotrajala i esto u sistemu žutog signalnog pojma. S obzirom da se na njima odvijaju veliki saobraćajni tokovi kao i koridori za usmeravanje teško teretnog i autobusnog saobraćaja, potrebno je hitno preduzeti mere za otklanjanje ovakvog stanja.

Područje centralne zone grada oivičavaju i seku 6 ulica ukupne dužine 1,47 km. Od tog broja na jednosmerne ulice otpada 610 m, s tim što se na ovaj broj mogu dodati i pešačke ulice u dužini od 200 m. To praktično znači da od 1,27 km ulica u centru grada, 610 m je u jednosmernom režimu, što čini 48%.

Jednosmerne ulice su: Ulica Jugovičeva od Ulice Živadina Apostolovića do Ulice Vuka Karadžića (smer od istoka ka zapadu); Ulica Živadina Apostolovića je jednosmerna ka severu od raskrsnice sa Ulicom cara Dušana do Jugovičev ulice, a od Ulice cara Dušana do Ulice Radoja Kistića je jednosmerna u smeru ka jugu; Ulica Vuka Karadžića je jednosmerna ka jugu od raskrsnice sa Ulicom

cara Dušana do Jugovičev ulice, a od Ulice cara Dušana do Ulice Radoja Kistića je jednosmerna u smeru ka severu; Čajkova ulica je jednosmerna u smeru ka jugu od Ulice M. Miloševića do Ulice Svetog Save; Obilježeva ulica je jednosmerna u smeru ka severu i Ulica cara Lazara je jednosmerna ka jugu.

Ulica cara Dušana od raskrsnice sa Ulicom Vuka Karadžića do raskrsnice sa Obilježevom ulicom je pešačka. Izdvojene površine za pešačku kretanja postoje samo u gradskom jezgri. Trotoari su realizovani u okviru saobraćajnog profila glavnih saobraćajnica u dužini od 1 km i zahvataju površinu od 2,5 ha. Ako se tome dodaju kolsko-pešački prelazi, pešačke staze i trgovi, površina za kretanje pešaka se udvostručuje.

Industrijske zone uglavnom imaju izdiferencirane površine za pešačku kretanja. Naselje Grabovac, Prnjavor, Airi i Osaonica nisu izdvojila posebne površine za kretanje pešaka od kolovoza. Na području Trstenika nema rešenih terminala za teretna vozila u tranzitu. Ista se zaustavljaju na kolovozu, bankinama i zelenim površinama. Ukrštanje gradskih saobraćajnica sa železničkom prugom vrši se na dva mesta u nivou bez odgovarajućeg obezbeđenja putno-pružnih prelaza i to sa Ulicom cara Dušana i Ulicom kneginje Milice. Ne postoje razdvojeni tokovi motornog saobraćaja i pešačkih kretanja u većem delu grada. Za prelaz pešaka preko železničke pruge, koristi se pešački podvožnjak koji je postavljen u nivou Ulice Branka Bakića. Podužni profili ulica su uslovljeni konfiguracijom terena i nemaju veliki nagib. Kolovozni zastor zahteva rehabilitaciju, naročito na perifernim delovima ulične mreže, dok određeni broj ulica nema savremen kolovozni zastor.

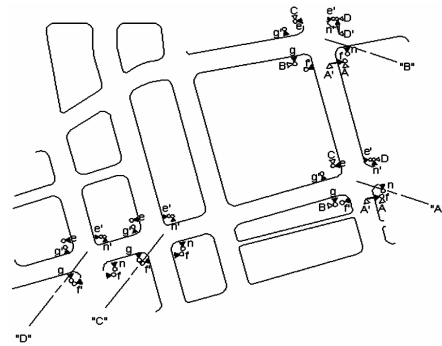
3.1. Ocena stanja saobraćajnog sistema i saobraćajne infrastrukture

Saobraćajni položaj Trstenika je veoma povoljan, jer je naselje uključeno u integralni sistem najvažnijih

zemaljskih puteva i željeznica i preko njih ostvaruje veze sa svim važnim centrima u zemlji. Kvalitetne i kvalitativne karakteristike saobraćajne mreže su iznad proseka regiona i Republike. Ono što se odmah može reći za putnu mrežu na teritoriji Opštine Trstenik je da razvoj putne mreže ne prati u dovoljnoj meri i razvoj motorizacije. Povećanjem broja motornih vozila povećava se i intenzitet i obim saobraćaja na putnoj mreži, što prouzrokuje da postojeća putna mreža nema dovoljnu propusnost, moć da propusti veliki obim saobraćaja, naročito u periodima vršnih opterećenja (povratak i odlazak na posao).

Prvi i osnovni problem jeste stanje kolovoznog zastora. Oštećenja na kolovozu pojavljuju se gotovo na svim putevima u Opštini Trstenik, kako na vangradskoj mreži, tako i u pojedinim delovima gradske. Stanje kolovoznog zastora u velikoj meri utiče na bezbedno odvijanje saobraćaja, a pored toga i na stanje vitalnih delova automobila, što dodatno pogoršava situaciju. Održavanje putne mreže na teritoriji opštine obavlja preduzeće "Niskogradnja". Oni imaju nadležnost na svim putnim pravicima na gradskoj uličnoj mreži, osim na magistralnom putu M-5, za čije održavanje je zaduženo preduzeće "Kruševac put". Ova dva preduzeća, u skladu sa izdvojenim sredstvima održavaju regionalnu putnu mrežu, a ona obzirom da je u lošem stanju, nije u takvom zbog loše izvedenih radova, već zbog izdvojenih sredstava. Čak se može reći da preduzeće "Niskogradnja" kvalitetnije izvodi dodeljene radove od preduzeća iz Kruševca, a najbolji primer za to jesu radovi na uličnoj mreži u zadnjih 10 godina.

Ponovo se dolazi do razloga ovakvog stanja, jer se ne može očekivati da preduzeće samoinicijativno preduzmu određene radove, a da takvu odluku nije, na zahtev stanovništva ili na zahtev OUP-a, inspekcijske službe, donela opština. Tako se dolazi u situaciju da se kasnije sa sanacijom udarnih rupa, održavanju bankina, sistema za odvodnjavanje kolovoza, zamenom i postavljanjem odgovarajuće zaštitne opreme na mestima gde je dotrajala, uništena ili ne postoji, postavljanjem i održavanjem saobraćajne signalizacije. Ulica Svetog Save je primarna gradska ulica, mada svojim profilom od 9,1 m može biti okarakterisana i kao gradska magistrala, ali to nije uinjeno, jer u velikoj meri nema obezbeđen prilaz, celom svojom dužinom je opterećena peškim tokovima i ušes autobuskog i teško teretnog saobraćaja je znatno veće nego i jedna druga u gradu. Ona na sebe preuzima znatan deo autobuskog i teretnog saobraćaja, a i deo tranzitnog koji prolazi kroz grad. Problem ove ulice pre svega leži u njenom profilu, jer samom geometrijom i položajem koji zauzima u gradu omogućava ostvarivanje velikih brzina vozila. U ovoj ulici je smeštena autobuska i željeznička stanica kao i zdravstveni i tržišni centar, koji nemaju jasno i kapacitivno uređen prostor za parkiranje. Druga ulica koja se izdvaja iz gradske ulične mreže jeste Ulica kneginje Milice, ranga Regionalnog puta R-219, mada po svemu ona to ne bi smela da bude, već Ulica Svetog Save. U ovoj ulici se nalazi zelena pijaca koja pijanim danima proizvodi velike zahteve za parkiranjem korisnika, a koji se najčešće realizuju na samom kolovozu. Takvo stanje je, neobjašnjivo, jer u istoj postoji 7 znakova II-34.



Slika 2. Postojeća i predložena pozicija svetlosne signalizacije

Poseban je i problem ukrštanje iste sa Ulicom Rajevom zbog stalnog kvara semafora, a baš ona je predmet najvećih saobraćajnih tokova u gradu. U ovoj ulici je smeštena i OŠ "Živadin Apostolovi" i mesto (emiter) značajnih peških tokova. Od dela ulice kada prestaje ukrštanje sa Ulicom Damnjana Maksimovom, karakteristično je jedno rešenje problema parkiranja, jer se u tom delu ulica dodatno proširuje 0,5m, pa je dozvoljeno ulično parkiranje sa desne strane, u pravcu Kruševca. Ovo rešenje nije dalo dobre rezultate, jer ga najviše koriste stanovnici grada koji u blizini stanuju, tako da je vreme parkiranja dugotrajno, a posledice su izražene kroz pogoršano funkcionisanje saobraćaja tokom vikenda. Ulica Rajeva je ranga primarne gradske saobraćajnice, a zanimljiva je zbog važne uloga koju obavlja u gradskoj mreži. Ta uloga je već navedena u obradi ulične mreže, kao i Ulica Radoja Kristića. Jasno je da one predstavljaju glavne arterije grada i da se regulisanje odvijanja saobraćaja mora pristupiti sa dosta pažnje i stručnosti. Zbog toga i prethodno navedenog trebalo bi što pre pristupiti izradi saobraćajne studije koja je osnovni preduslov za kvalitetnije, dugotrajno i celovito sagledavanje i rešavanje stanja saobraćaja u Trsteniku.

4. OCENA STANJA SVETLOSNE SIGNALIZACIJE NA GRADSKOM PODRUČJU TRSTENIKA

Svetlosni signali više vremensku raspodelu prava korišćenja površine raskrsnice na konkurentne (konfliktne) saobraćajne tokove u skladu sa izabranim kriterijumom upravljanja. Svetlosni signali predstavljaju najviši hijerarhijski nivo regulisanja saobraćaja na raskrsnici. Niži nivoi upravljanja su *pravilo desne strane* (u sistemima gde se vozi desnom stranom kolovoza), *primena vertikalne signalizacije* (znakovi prioriteta) i *regulisanje pomoću žive sile* (saobraćajni policajac u središtu raskrsnice, mada zakonske upravljačke naredbe policajca imaju prioritet nad indikacijom signala pri eventualnoj simultanoj primeni)

Nivo usluge iskazuje se jednim od slovnih simbola (A/B/C/D/E/F) i predstavlja JEZGROVIT KVALITATIVAN OPIS USLOVA U SAOBRAĆAJNOM TOKU SA ASPEKTA OPSLUGE KORISNIKA. Ovaj koncept potiče iz američke literature (HCM – *Highway Capacity Manual*) i inženjerske prakse. Za različite elemente saobraćajne mreže i karakter saobraćajnog procesa na njima različiti su parametri i procedure na osnovu kojih se određuju pripadajući nivoi usluge. Kod raskrsnica upravljane svetlosnim signalima nivoi usluge se određuju na osnovu

vremenskih gubitaka vozila tokom stanja u redu pred signalom. HCM preporučuje eksperimentalno utvrđivanje gubitaka ili predviđanja njihovog proračuna prema modifikovanom obrascu:

$$d = PF \cdot d_1 + d_2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

Prvi član obrasca posvećen je vremenskim gubicima pod pretpostavkom uniformnog nailaska vozila na prilazu raskrsnice, a drugi predstavlja korekciju (uvećanje) vrednosti gubitaka usled slučajnog karaktera nailaska vozila. Rezultati koji se dobijaju primenom obrasca smatraju se prihvatljivim pri stepenu zasićenja manjim od jedinice ($X < 1,0$), a u tolerantnim slučajevima i pri zasićenju stanja do nivoa $X = 1,2$ i kraćem trajanju zasićenja (do 15 minuta tokom razmatranog sata). Pošto nailasci vozila na urbanim mrežama nisu sasvim slučajni već zavise od rada signala na susjednim raskrsnicama (bez obzira da li su raskrsnice u koordinisanom radu ili su im samo ciklusi jednaki), uticaj ovih se uzima u obzir preko faktora progresije PF (*Progression Factor*).

Tabela 2 - Kvalitet "koordinacije" signala

Stepen zasićenja $X = Q/K$	Kvalitet "koordinacije" signala				
	1	2	3	4	5
$X < 0,6$	1,85	1,35	1,00	0,72	0,53
$0,6 < X < 0,8$	1,50	1,22	1,00	0,82	0,67
$0,8 < X < 1,0$	1,40	1,18	1,00	0,90	0,82

Kako susjedna signalisana raskrsnica, na prilazu razmatrane, šalje vozila u ritmu rada signala, ove koncentrisane grupe vozila mogu nailaziti na signal u različitim trenucima (fazama njegovog ciklusa). Najnepovoljniji slučaj je kada nailaze na početku crvenog intervala i tada je faktor progresije najveći, što značajno povećava gubitke na vozilu. U najpovoljnijem slučaju vozila nailaze na početak zelenog intervala i tada faktor uzima vrednosti manje od jedinice i umanjuje procenjenju vrednost gubitaka vozila na prilazu. U sledećoj tabeli dat je različit kvalitet koordinacije predstavljen različitim numeričkim ocenama, pri čemu ocena "3" znači "bez izrazitih efekata" i primerena je individualnim raskrsnicama na kojima ne postoji uticaj susjednih signala, "1" označava izrazito lošu "koordinaciju", a "5" veoma kvalitetnu usaglašenost rada signala na susjednim raskrsnicama:

$$d = PF \cdot 0,38 \cdot C \cdot (1 - z/C)^2 / (1 - (z/C) \cdot x) + 173 \cdot x^2 \cdot (x - 1) + ((x - 1)^2 + 16 \cdot x/K)^{1/2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

gde je, d – prosečni vremenski gubici po vozilu na traci (grupi traka); C – trajanje ciklusa [sec]; z/C – udeo efektivnog zelenog trake u ciklusu; x – stepen zasićenja na traci ($Q/(z/C) \cdot S$); S – zasićenje saobraćajni tok trake [voz/sec]; Q – protok vozila na traci [voz/sec]; K – kapacitet saobraćajne trake ili grupe traka ($S \cdot z/C$) [voz/sec];

y – iskoristivost idealnog kapaciteta (Q/S); $Sopt$ – idealna vrednost saobraćajnog toka

U gradu Trsteniku postoje dve raskrsnice upravljane svetlosnim signalima. Raskrsnica "A" se nalazi na ukrštanju Ulice Radoja Krišića i Ulice Rajeviće. Raskrsnica "B" se nalazi na ukrštanju ulice Rajeviće i Ulice kneginje Milice. Obzirom na nepostojanje kvalitetno nanosene horizontalne signalizacije po pitanju usmeravanja saobraćajnih tokova na smerove, tokovi vozila se grupišu u mešovite trake za sve smerove. Usled takvog stanja, analiza nivoa usluge raskrsnice upravljane svetlosnim signalima je u sledećoj tabeli:

Tabela 3 - Ulazni podaci za utvrđivanje NU raskrsnice A

Br. trake	z	C	y	Q	z/C	Sopt	S	K	x	PF
1.	24	60	0,190	162	0,4	1.250	847	339	0,475	1,00
2.	24	60	0,085	72	0,4	1.250	843	338	0,213	1,35
3.	24	60	0,112	94	0,4	1.250	838	335	0,280	1,00
4.	24	60	0,160	138	0,4	1.250	856	342	0,400	1,00

U tabeli je dato poređenje sa Websterovim i modifikovanim Websterovim obrascem (formulisano u našim uslovima (S. Vukanović)) sa HCM-ovim obrascem, ali pošto su ove dve raskrsnice na međusobnom rastojanju od 170 [m], najbolje je zbog PF uzeti HCM-ov obrazac kao merodavni. Nivo usluge je zadovoljavajući, ali za takvo stanje treba najviše zahvaliti relativno malim saobraćajnim protocima u vreme vršnih opterećenja. Ukupan NU na celoj raskrsnici je $NU = B$.

Tabela 4 - Vremenski gubici po trakama i NU po trakama za raskrsnicu A

Broj trake	d			NU		
	Webster	Mod. Webster	HCM	Webster	Mod. Webster	HCM
1.	12,71	12,11	10,95	B	B	B
2.	11,24	10,72	16,65	B	B	C
3.	11,58	11,05	9,36	B	B	B
4.	12,25	11,68	10,19	B	B	B

Tabela 5 - Ulazni podaci za utvrđivanje NU raskrsnice B

Br. trake	z	C	y	Q	z/C	Sopt	S	K	x	PF
1.	23	60	0,17	147	0,37	1.250	852	315	0,47	0,72
2.	23	60	0,298	181	0,37	1.250	607	225	0,81	1,00
3.	23	60	0,125	93	0,37	1.250	743	275	0,34	1,00
4.	23	60	0,326	221	0,37	1.250	677	251	0,88	1,00

Kao i u prethodnoj tabeli dato je poređenje, ali obzirom da HCM-ov obrazac daje bolje rezultate pri većim stepenima zasićenja, ukupan $NU = C$, ima nezadovoljavajuću vrednost, moraju se preduzeti neophodne mere za poboljšanje.

Tabela 6 - Vremenski gubici po trakama i NU po trakama za raskrsnicu B

Broj trake	d			NU		
	Webster	Mod. Webster	HCM	Webster	Mod. Webster	HCM
1.	12,97	12,47	8,102	B	B	B
2.	15,31	14,75	23,41	C	B	C
3.	12,26	11,82	10,41	B	B	B
4.	15,90	15,37	29,27	C	C	D

5. MERE ZA POBOLJŠANJE NU NA SIGNALISANIM RASKRSNICAMA

Kao najkritičnija raskrsnica na uličnoj mreži grada, ista se raskrsnica "B" (Ulica Kneginje Milice i Ulica Rajeviće). Da bi se stanje popravilo potrebna je hitna promena rada signalnih grupa, prvenstveno ako ne smanjenje ciklusa, onda povećanje zelenog vremena za faze kojima je takvo povećanje potrebno, a u cilju smanjenja vremenskih gubitaka i povećanja NU raskrsnice.

Od ukupno 28 raskrsnica sa područja grada, po broju saobraćajnih nezgoda ona je na visokom drugom mestu i to najviše zahvaljujući estimis padima iz rada semafora, pa ova "semaforisana" raskrsnica postaje kristalna nesignalisana. Kao rezultat promene zelenih intervala za saobraćajne grupe koje su kritične, dobija se novi, znatno bolji $NU = B$. U tabeli 7 je prikazana ta promena.

Analizom rada raskrsnice "A", utvrđeno je $NU = B$, što predstavlja za ovakvo opterećenje u vršnim periodima od 466 [voz/h] povoljan rezultat. Razlog najvećeg broja saobraćajnih nezgoda na ovoj raskrsnici od svih 28, ne treba tražiti u pogrešnom dimenzionisanju rada svetlosnih signala, već u tome što OUP - Trstenik ne posvećuje dovoljnu pažnju istoj. Tome u prilog ide i