

Analiza uslova odvijanja saobraćaja nakon rekonstrukcije raskrsnice Bulevar Nemanjića i ulice Vojvode Mišića u Nišu

*Stefan Mihajlović, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Niš,
stefan.mihajlovic@akademijanis.edu.rs*

Nenad Ruškić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, nruskic@uns.ac.rs

*Jovan Mišić, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Niš,
jovan.misic@akademijanis.edu.rs*

Rezime: Kružne raskrsnice koje spadaju u površinske raskrsnice, predstavljaju sve učestalije rešenje za smanjenje saobraćajnih gužvi u gradu. U radu je analizirano stanje pre i nakon rekonstrukcije semaforisane raskrsnice Bulevara Nemanjića i ulice Vojvode Mišića u Nišu. U radu su uzeti u obzir pešački tokovi koji mogu dodatno otežati uslove odvijanja saobraćaja na kružnim raskrsnicama i dati su vremenski gubici, kao i nivo usluge na oba tipa ukrštanja.

Ključne reči: kružna raskrsnica, semaforisana raskrsnica, vremenski gubici, nivo usluge

1 UVOD

Tendencija zamene signalisanih raskrsnica kružnim, sve je učestalija u današnje vreme iz nekoliko razloga. Neki od razloga su manji broj konfliktnih tačaka, sam tim i veća bezbednost u saobraćaju, manje posledice pri saobraćajnih nezgoda, manji troškovi održavanja raskrsnice, brži prolazak kroz samu raskrsnicu i dr. Ta zamena se nije pokazala uvek opravdanim, jel se obično „favorizuju“, prednosti kružnih raskrsnica i zaboravlja na loše strane tih raskrsnica, kao i uslovi koji bi se trebali ispuniti.

Grad Niš polako, ali sigurno postaje vodeći grad na jugu Srbije koji primenjuje tendenciju zamene signalisanih raskrsnica kružnim ili izgradnju novih kružnih raskrsnica u gradu. Sve kružne raskrsnice su izgrađene sa po dve trake u kruženju i po dve trake na svakom prilazu. Većina kružnih raskrsnica u Nišu su opravdale njihovu izgradnju i funkcionišu na prihvatljivom nivou, i uglavnom se radi o trokrakim kružnim raskrsnicama ili manjim četvorokrakim raskrsnicama. Jedna od kružnih raskrsnica u gradu koja nije opravdala očekivanja izgradnjom (zamenom), jeste četvorokraka kružna raskrsnica Bulevar Nemanjića i ulice Vojvode Mišićam iz razloga nastanka velikih saobraćajnih gužvi u vršnom periodu dana, samim tim i velikih vremenskih gubitaka i lošeg nivou usluge na raskrsnici.

Problemi prilikom projektovanja i izgradnje kružne raskrsnice su u tome što projektanti često ne uzimaju u obzir objektivni kapacitet kružne raskrsnice i ukrštanje kolskih i pešačkih tokova koji itekako utiču i na vremenske gubitke i na nivo usluge raskrsnice.

U okviru ovog rada je izvršena analiza saobraćajnog toka na kružnoj raskrsnici Bulevara Nemanjića i ulice Vojvode Mišića, kao i uporedna analiza sadašnjeg stanja sa stanjem kad je na tom mestu bila semaforisana raskrsnica. Uz pomoć softverskog paketa Synhro 12, određeni su vremenski gubici vozila u oba slučaja, kao i nivo usluge na analiziranoj raskrsnici.

2 KARAKTERISTIKE ANALIZIRANE RASKRSNICE

Analizirana raskrsnica nalazi se na području grada Niša, u široj centralnoj zoni grada i mesto je ukrštanja Bulevara Nemanjića i ulice Vojvode Mišića (slika 1). Raskrsnica je udaljena oko 1,2 km od centra grada vazdušnom linijom. Ova raskrsnica predstavlja frekventniju raskrsnicu u gradu s obzirom da se nalaze na lokaciji koja povezuje atraktivne zone grada.



Slika 1: Izgled analizirane raskrsnice

U neposrednoj blizini raskrsnice nalaze se stambeni višespratni blokovi, veliki tržni centar „Delta Planet”, Dom zdravlja, zgrada Vatrogasnog doma i Saobraćajne policije, obdanište za decu, benzinska pumpa, kao i reka Nišava.

Radi lakše analize i razumevanja opisa pojedinačnih prilaza, prilazi raskrsnice su definisani i obeleženi prema „stranama sveta”.

- Južni prilaz - ulica Vojvode Mišića (iz pravca Doma Zdravlja prema „Delta Planetu”);
- Zapadni prilaz - Bulevar Nemanjića (iz pravca dečijeg obdaništa prema „Delta Planetu”);
- Severni prilaz - ulica Vojvode Mišića (iz pravca „Delta Planeta” prema Domu Zdravlja);
- Istočni prilaz – (iz pravca „Delta Planeta” prema dečijem obdaništu).

Ukrštanje bulevara Nemanjića i ulice Vojvode Mišića u nivou obrazuje četvorokraku kružnu raskrsnicu sa dve trake u kruženju i na prilazima, izuzev južnog i severnog prilaza koji se sastoji iz tri traka, gde desna ivična ima ulogu „by-pass trake” na mestu ukrštanja.

Satelitski snimak analizirane kružne raskrsnice prikazan je na slici 2.



Slika 2: Satelitski snimak analizirane raskrsnice sa obeleženim prilazima

3 ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA

Zbog velike atraktivnosti područja u kome se nalazi raskrsnica, učešća velikog broja motorizovanog i nemotorizovanog saobraćaja stvara se zagušenje u saobraćaju koje prouzokuje vremenske gubitke na raskrsnici. Na severoistoku raskrsnice nalazi se tržni centar „Delta Planet” koji predstavlja jednu od glavnijih atrakcija u području. Na jugozapadu raskrsnice nalazi se dečije obdanište, ispred kog se stvara zastoj u prepodnevnom i popodnevnom časovima iz razloga dolaska i odlaska dece iz obdaništa koje se obavlja u ulozi pešaka. Na južnom delu raskrsnice se nalazi Dom zdravlja, u kome ljudi uglavnom dolaze kolima i svoja vozila parkiraju u neposrednoj blizini, u nekom od stambenih blokova. U neposrednoj blizini svih prilaza raskrsnice nalaze se stambeni višespratni blokovi, čime se stvara dodatna gužva oko uključivanja i isključivanja iz saobraćaja.

Analizirana kružna raskrsnica je snimljena iz vazduha uz pomoć bespilotnih letelica (dronova). Za snimanje raskrsnice korišćena su dve bespilotne letelice DJI Mavic 3 i DJI 2 mini.

Ranijim posmatranjem i praćenjem saobraćajnog opterećenja utvrđen je vršni period dana na analiziranoj raskrsnici i to je vremenski period od 16-18 časova, kada je snimanje i obavljeno. Nakon završetka snimanja, izbrojane su sve kategorije vozila koje su se u tom periodu saobraćale analiziranom raskrsnicom.

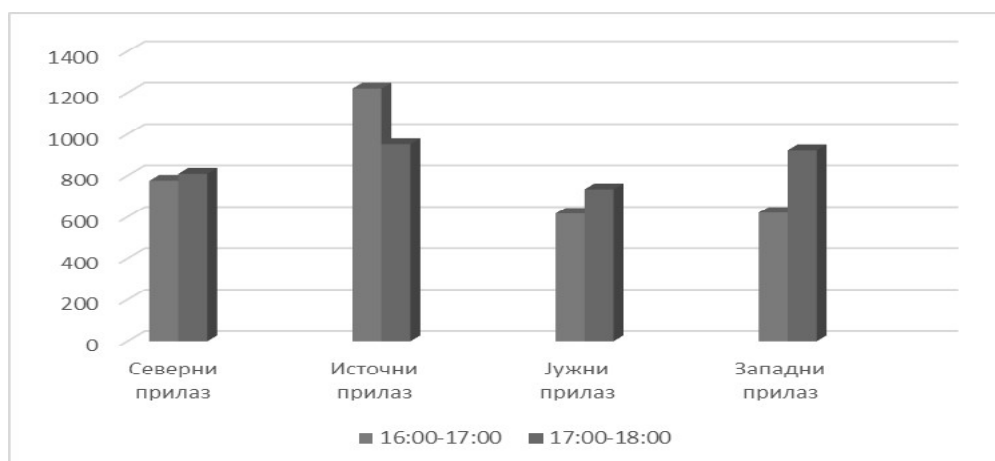
Podaci prikupljeni tokom brojanja na posmatranoj raskrsnici su prikazani tabelarno i grafički u intervalima od jednog časa. U tabeli 1 je označen sat u kome je zabeležen najveći protok.

Od ukupnog protoka po prilazima, uočava se da južni prilaz ima najmanji protok, zatim zapadni prilaz i severni prilaz, dok je na istočnom prilazu protok najveći. Ukupno saobraćajno opterećenje, za 2 sata snimanja i kasnije brojanja iznosi 8795 vozila.

Svi podaci o broju i strukturi saobraćajnog toka, obrađeni su i prikazani grafički. Časovna distribucija sa brojem vozila data je na slici 3.

Tabela 1: Časovna distribucija protoka po ulivnim grlima za kružnu raskrslu

Време	Северни прилаз		Источни прилаз		Јужни прилаз		Западни прилаз		Укупно	
	ВОЗ	ПАЈ	ВОЗ	ПАЈ	ВОЗ	ПАЈ	ВОЗ	ПАЈ	ВОЗ	ПАЈ
16:00-17:00	776	925	1220	2061	616	803	620	966	3232	4755
17:00-18:00	809	868	952	1286	731	716	923	1170	3415	4040
Укупно	1585	1793	2172	3347	1347	1519	1543	2136	6647	8795



Slika 3: Časovna distribucija protoka na kružnoj raskrsnici izražena u vozilima

Pre izgradnje kružne raskrsnice, na tom mestu se nalazila semaforisana raskrsnica, koja je funkcionisala relativno dobro, sa ne preterano velikim vremenskim gubicima. To je bilo pre izgradnje tržnog centra „Delta Planet“. Semaforisana raskrsnica je radila u režimu „zelenog talasa“ u kome su bile povezane prethodna i naredna semaforisana raskrsnica na bulevaru Nemanjića.

Uz pomoć softverskog paketa Synhro 12 izvršili smo rekonstrukciju prethodnog izgleda raskrsnice, kada je bila semaforisana.

Rekonstruisana raskrsnica Bulevara Nemanjića i ulice Vojvode Mišića predstavljala je četvorokraku raskrsnicu u nivou regulisanu svetlosnom saobraćajnom signalizacijom i znacima prioriteta. Zapadni i Istočni prilaz, odnosno Bulevar Nemanjića predstavljao je prioritetni putni pravac što je bilo određeno saobraćajnim znakom „put sa prvenstvom prolaza“ (III-3). Ostala dva prilaza, ulica Vojvode Mišića bi bila obeležena saobraćajnim znakovima „ukrštanje sa putem sa prvenstvom prolaza“ (II-1).

4 REZULTATI

U tabeli 2 je prikazano saobraćajno opterećenje, vremenski gubici i nivo usluge za postojeću kružnu raskrslu dobijeni pomoću softverskog paketa Synhro 12.

Tabela 2: Saobraćajno opterećenje, vremenski gubici i nivo usluge na kružnoj raskrsnici u postojećem stanju

Intersection											
Intersection Delay, s/veh	93.2										
Intersection LOS	F										
Approach	EB		WB		NB		SB				
Entry Lanes	2		2		2		2				
Conflicting Circle Lanes	2		2		2		2				
Adj Approach Flow, veh/h	950		1296		646		907				
Demand Flow Rate, veh/h	993		1335		664		936				
Vehicles Circulating, veh/h	1226		476		1193		946				
Vehicles Exiting, veh/h	504		1032		1026		865				
Ped Vol Crossing Leg, #/h	665		782		564		757				
Ped Cap Adj	0.787		0.706		0.834		0.729				
Approach Delay, s/veh	203.2		72.8		34.8		48.9				
Approach LOS	F		F		D		E				
Lane	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Bypass	Left	Right	Bypass	
Designated Moves	LT	TR	LT	TR	LT	TR	R	LT	TR	R	
Assumed Moves	LT	TR	LT	TR	LT	TR	R	L	TR	R	
RT Channelized	Yield										
Lane Util	0.470	0.530	0.470	0.530	0.470	0.530		0.514	0.486	Yield	
Follow-Up Headway, s	2.667	2.535	2.667	2.535	2.667	2.535		2.667	2.535		
Critical Headway, s	4.645	4.328	4.645	4.328	4.645	4.328	349	4.645	4.328	152	
Entry Flow, veh/h	467	526	627	708	148	167	482	403	381	825	
Cap Entry Lane, veh/h	437	501	871	948	450	515	0.980	565	635	0.980	
Entry HV Adj Factor	0.957	0.958	0.972	0.970	0.967	0.966	342	0.980	0.952	149	
Flow Entry, veh/h	447	504	609	687	143	161	394	395	363	590	
Cap Entry, veh/h	329	378	597	649	363	415	0.869	404	441	0.253	
V/C Ratio	1.357	1.334	1.020	1.059	0.394	0.389	50.6	0.978	0.823	9.4	
Control Delay, s/veh	211.0	196.3	68.2	76.8	18.2	16.0	F	71.7	40.3	A	
LOS	F	F	F	F	C	C	9	F	E	1	
95th %tile Queue, veh	22	24	16	19	2	2		12	8		

U tabeli 3 je prikazano saobraćajno opterećenje, vremenski gubici i nivo usluge na raskrsnici sa semaforom dobijeni pomoću softverskog paketa Synchro 12.

Tabela 3: Saobraćajno opterećenje, vremenski gubici i nivo usluge na raskrsnici sa semaforom

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations	↖	↗	↘	↖	↗	↘	↖	↗	↘	↖	↗	↘
Traffic Volume (veh/h)	145	546	183	398	385	409	59	221	315	363	334	137
Future Volume (veh/h)	145	546	183	398	385	409	59	221	315	363	334	137
Initial Q (Qb), veh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ped-Bike Adj(A_pbT)	0.90		1.00	0.94		1.00	0.86		1.00	0.81		1.00
Parking Bus, Adj	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Work Zone On Approach	No			No			No			No		
Adj Sat Flow, veh/h/in	1870	1811	1870	1870	1826	1870	1870	1841	1870	1870	1826	1870
Adj Flow Rate, veh/h	158	593	0	433	418	0	64	240	0	395	363	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Percent Heavy Veh, %	2	6	2	2	5	2	2	4	2	2	5	2
Cap, veh/h	393	1426		328	1437		350	1249		390	1239	
Arrive On Green	0.41	0.41	0.00	0.41	0.41	0.00	0.36	0.36	0.00	0.36	0.36	0.00
Sat Flow, veh/h	868	3441	1585	771	3469	1585	875	3497	1585	928	3469	1585
Grp Volume(v), veh/h	158	593	0	433	418	0	64	240	0	395	363	0
Grp Sat Flow(s),veh/h/in	868	1721	1585	771	1735	1585	875	1749	1585	928	1735	1585
Q Serve(g_s), s	10.4	8.5	0.0	20.5	5.6	0.0	4.0	3.3	0.0	21.7	5.3	0.0
Cycle Q Clear(g_c), s	16.0	8.5	0.0	29.0	5.6	0.0	9.2	3.3	0.0	25.0	5.3	0.0
Prop In Lane	1.00		1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	1.00		1.00
Lane Grp Cap(c), veh/h	393	1426		328	1437		350	1249		390	1239	
V/C Ratio(X)	0.40	0.42		1.32	0.29		0.18	0.19		1.01	0.29	
Avail Cap(c_a), veh/h	393	1426		328	1437		350	1249		390	1239	
HCM Platoon Ratio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Upstream Filter(I)	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
Uniform Delay (d), s/veh	19.0	14.5	0.0	28.0	13.7	0.0	19.5	15.5	0.0	27.0	16.2	0.0
Incr Delay (d2), s/veh	3.1	0.9	0.0	163.6	0.5	0.0	1.1	0.3	0.0	48.6	0.6	0.0
Initial Q Delay(d3),s/veh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%ile BackOfQ(50%),veh/in	0.8	0.5	0.0	16.7	0.3	0.0	0.3	0.3	0.0	7.2	0.5	0.0
Unsig. Movement Delay, s/veh												
LnGrp Delay(d),s/veh	22.0	15.4	0.0	191.5	14.2	0.0	20.6	15.9	0.0	75.6	16.8	0.0
LnGrp LOS	C	B		F	B		C	B		F	B	
Approach Vol, veh/h	751		A		851		A		304		A	
Approach Delay, s/veh	16.8				104.4				16.9		47.4	
Approach LOS	B				F				B		D	
Timer - Assigned Phs	2		4		6		8					
Phs Duration (G+Y+Rc), s	33.0		37.0		33.0		37.0					
Change Period (Y+Rc), s	8.0		8.0		8.0		8.0					
Max Green Setting (Gmax), s	25.0		29.0		25.0		29.0					
Max Q Clear Time (g_c+I1), s	11.2		18.0		27.0		31.0					
Green Ext Time (p_c), s	1.8		4.4		0.0		0.0					
Intersection Summary												
HCM 6th Ctrl Delay	53.5											
HCM 6th LOS	D											

5 ZAKLJUČAK

Rekonstrukcije raskrsnica u cilju poboljšanja nivoa usluge su sve češće na našim prostorima. Predloženo rešenje je često kružna raskrsnica, koja ima ograničen kapacitet, bez obzira na broj traka na prilazima i u kruženju. U okviru ovog rada izvršena je analiza stanja pre i nakon rekonstrukcije semaforisane raskrsnice u kružnu. Rezultati su pokazali da su vremenski gubici na kružnoj raskrsnici veći, a nivo usluge lošiji (93,2s, nivo usluge F) nego na semaforisanoj raskrsnici pre rekonstrukcije (53,5s, nivo usluge D). Vremenski gubici su skoro duplo manji kod semaforisane raskrsnice iz razloga razdvajanja kolskih i pešačkih tokova po fazama na prilazu, što u mnogome smanjuje zadržavanje vozila u raskrsnici.

Bez obzira u mnogobrojne prednosti kružnih raskrsnica, na datoj raskrsnici se pokazalo da je pre rekonstrukcije (dok je raskrsnica bila semaforisana) nivo usluge bio bolji, a vremenski gubici manji nego nakon rekonstrukcije u kružni tok.

LITERATURA

- [1] Kuzović, Lj., Bogdanović, V. (2010). Teorija saobraćajnog toka. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [2] Gracanin, D., Ruškić, N., Pavlica, T., Marić, M., Ćirić Lazić, D. (2023). SIMULATION MODELLING OF PEDESTRIANS INFLUENCE ON THE ROUNDABOUT CAPACITY. International Journal of Simulation Modelling 22(3): 474-484
- [3] Ruškić, N. (2013). Model proračuna kapaciteta nestandardnih nesignalisanih raskrsnica. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [4] Mihajlović, S. (2022). Vrednovanje predloga rešenja za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici Bulevar Nemanjića i ulice Vojvode Mišića u Nišu. Master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [5] <https://www.cubic.com/transportation/synchro-studio>

SUMMARY

Analysis of traffic conditions after the reconstruction of the intersection of Bulevar Nemanjića Street and Street Vojvode Mišića in Niš

Abstract: Roundabouts, which belong to surface intersections, are an increasingly common solution for reducing traffic congestion in the city. The paper analyzes the condition before and after the reconstruction of the traffic lighted intersection of Bulevar Nemanjić Street and Vojvoda Mišić Street in Niš. The paper takes into account pedestrian flows, which can further complicate traffic conditions at roundabouts, and time losses are given, as well as the level of service at both types of intersections.

Key words: roundabout, traffic lighted intersection, time losses, level of service