

ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICI ULICA MARŠALA TITA, PETEFI BRIGADE I GLAVNE U BAČKOJ TOPOLI SA PREDLOGOM VARIJANTNIH REŠENJA**ANALYSIS OF TRAFFIC CONDITIONS AT THE INTERSECTION OF MARŠALA TITA, PETEFI BRIGADE AND GLAVNA STREETS IN BAČKA TOPOLA WITH A PROPOSAL FOR ALTERNATIVE SOLUTIONS**

Atila Horvat, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici ulica Maršala Tita, Petefi brigade i Glavne u Bačkoj Topoli i dat je izbor optimalnog varijantnog rešenja kao i predlozi rešenja poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja u planskom periodu od 20 godina.

Ključne reči: Raskrsnica, Nivo usluge, Funkcionalno vrednovanje

Abstract – In this paper, an analysis of the traffic conditions at the intersection of Maršala Tita, Petefi brigade and Glavna streets in Bačka Topola was performed and the optimal solution was selected. In addition, suggestions for improving the traffic conditions in the planning period of 20 years were made.

Keywords: Intersection, Level of service, Functional evaluation

1. UVOD

Vremenski gubici signalisane raskrsnice zavise od brojnih faktora od kojih su najznačajniji kvalitet progresije, dužina ciklusa, odnos g/C (odnos trajanja zelenog intervala i ciklusa) i stepen zasićenosti [1].

Vremenski gubici i kapacitet zavise i od tipa raskrsnice. Kružne raskrsnice pružaju veći kapacitet i manje vremenske gubitke, posebno pri većim vrednostima protoka i udela levih skretanja. Najbolje performanse kružne raskrsnice postižu se pri stepenu zasićenosti od oko 85%. U slučajevima kada je zahtev za protokom jednak ili veći od kapaciteta, vremenski gubici su veći nego kod signalisane raskrsnice [2].

U ovom radu izvršena je analiza zahteva za protokom i karakteristika saobraćajnog toka na raskrsnici ulica Maršala Tita, Petefi brigade i Glavne u Bačkoj Topoli. Na osnovu trenutnih i prognoziranih zahteva za protokom izvršena je analiza uslova odvijanja saobraćaja u baznoj godini (2022.) i petogodišnjim presecima (2027, 2032, 2037. i 2042. godini). U skladu sa utvrđenim uslovima odvijanja saobraćaja dati su predlozi mera za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja na predmetnoj raskrsnici.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, red. prof.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Predmetna raskrsnica je četvorokraka signalisana raskrsnica koja se nalazi u centralnoj zoni naselja Bačka Topola, i predstavlja ukrštanje državnog puta IIA-105 (ulica Petefi brigade), državnog puta IIA-100 (ulica Maršala Tita) i ulice Glavna. Na slici 1. prikazan je ortofoto snimak raskrsnice.



Slika 1. Ortofoto prokaz raskrsnice

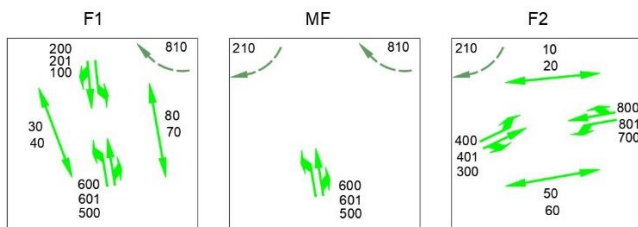
Na analiziranoj raskrsnici, na svakom prilazu, postoje izdvojene saobraćajne trake za levo skretanje i zajedničke saobraćajne trake za pravo i desno skretanje.

Sva četiri izlivna grla sastoje se iz jedne saobraćajne trake. Na kolovozu su obeležene neisprekidane razdelne linije, isprekidane razdelne linije, strelice za jedan smer (levo), za dva smera (pravo i desno) i neisprekidane linije zaustavljanja.

Na sva četiri prilaza raskrsnici postoji obeležen pešački prelaz širine 4 metara sa prelazima biciklističke staze sa obe strane pešačkih prelaza.

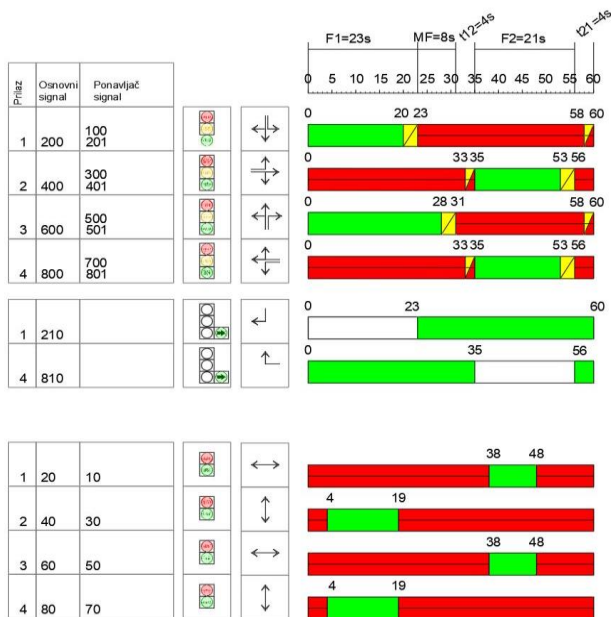
2.1. Način regulisanja saobraćaja na raskrsnici

Saobraćaj na raskrsnici regulisan je svetlosnom saobraćajnom signalizacijom. Rad svetlosnih signala se odvija u dve faza sa jednom međufazom. Na severnom i istočnom prilazu postoje direkcione lanterne za desno skretanje koje su upaljene kada je upaljeno crveno svetlo na prilazima na koje se odnose. Fazni plan prikazan je na slici 2.



Slika 2. Fazni plan u postojećem stanju

Trajanje ciklusa u postojećem stanju je 60s i sastoji se od dve faze i jedne međufaze trajanja F1=23s, MF=8s i F2=21s. Postojeći plan tempiranja prikazan je na slici 3.



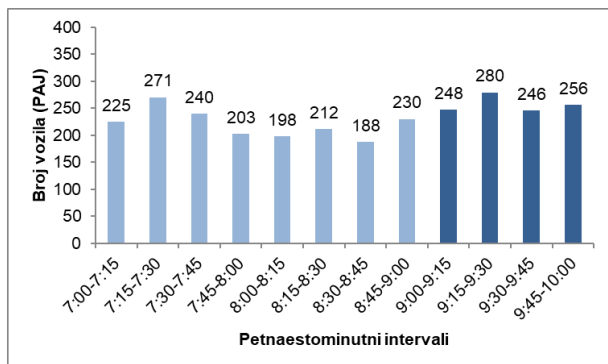
Slika 3. Plan tempiranja u postojećem stanju

2.2. Analiza zahteva za protokom i karakteristika saobraćajnog toka

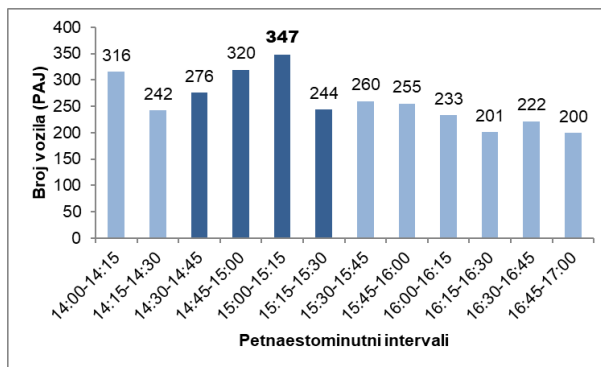
Bazni zahtevi za protokom utvrđeni su na osnovu brojanja sprovedenog u utorak 1.3.2022.

Brojanje je vršeno u jutarnjem vršnom periodu od 07:00 do 10:00 časova i u poslepodnevnom vršnom periodu od 14:00 do 17:00 časova. Za brojanje je bilo angažovano četiri brojača tako da jedan brojač broji vozila na jednom prilazu.

Raspodela broja vozila po petnaestominutnim intervalima data je na slikama 4. i 5. Na graficima (Slike 4 i 5) tamnijom bojom su označeni jutarnji i poslepodnevni vršni časovi.



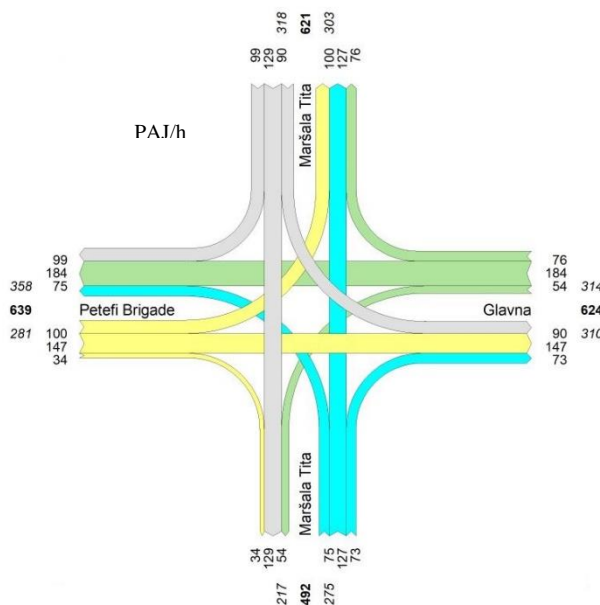
Slika 4. Raspodela broja vozila na raskrsnici po petnaestominutnim intervalima u periodu 7-10h



Slika 5. Raspodela broja vozila na raskrsnici po petnaestominutnim intervalima u periodu 14-17h

Maksimalna vrednost časovnog protoka u toku dana postiže se u popodnevnom vršnom času od 14:30 do 15:30 i iznosi 1187 PAJ/h.

Na slici 6. dat je grafički prikaz opterećenosti tokova što je prikazano proporcionalno prema debljini linija uz pomoć programa Strodio.



Slika 6. Distribucija tokova na raskrsnici po smerovima kretanja u popodnevnom vršnom času od 14:30 do 15:30

Sa slike 6. se vidi da ni jedan prilaz nije nesrazmerno opterećen u odnosu na ostale prilaze. Kretanje pravo sa istočnog prilaza predstavlja najopterećeniji manevar u popodnevnom vršnom satu sa 184 PAJ/h. Najveći protok za desna skretanja ostvaren je na severnom prilazu sa 99 PAJ/h, a najopterećenije levo skretanje je sa zapadnog prilaza sa 100 PAJ/h. Najopterećenije ulivno grlo je severni prilaz sa 318 PAJ/h, dok je najopterećenije izlivno grlo na zapadnom prilazu sa 358 PAJ/h.

3. ANALIZA VARIJANTNIH REŠENJA

Pre izbora varijantnog rešenja potrebno je izvršiti prognozu saobraćajnog opterećenja u planskom periodu (od 2022. do 2042. godine).

3.1. Prognoza saobraćajnog opterećenja

U ovom radu primenjen je model za prognozu budućeg saobraćaja koji se bazira na pretpostavci da je porast

saobraćajnog opterećenja na raskrsnicama u naseljenim mestima u direktnoj vezi sa porastom BDP-a

U tabeli 1. prikazan je prognoziran protok na raskrsnici po petogodišnjim preseccima od 2022. do 2042. godine.

Tabela 1. Prikaz prognoziranog protoka po petogodišnjim preseccima

Godina	2022	2027	2032	2037	2042
Protok (voz/h)	1137	1373	1631	1890	2191

3.2. Izbor varijante raskrsnice

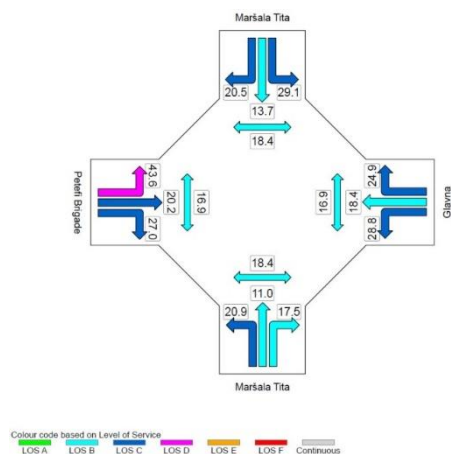
Jedan od osnovnih ciljeva ovog rada je da se na osnovu postojećih geometrijskih ograničenja predlože i analiziraju varijante tipa raskrsnice, kako bi se našlo optimalno rešenje za datu raskrsnicu za planski period. Predložene varijante tipa raskrsnice su:

Varijanta 1 – četvorokraka signalisana raskrsnica (postojeći način regulisanja);

Varijanta 2 – kružna raskrsnica sa jednom trakom na svim prilazima i jednom trakom u kruženju.

Za utvrđivanje performansi rada raskrsnice u planskom periodu korišćen je programski alat SIDRA Intersection.

Performanse rada signalisane i kružne raskrsnice prikazane su u tabelama 2 i 3.



Slika 7. Vremenski gubici i nivo usluge po manevrima u postojećem stanju

Na slici 7. prikazani su vremenski gubici i nivo usluge po manevrima u postojećem stanju. Ova vrsta prikaza predstavlja jedan od osnovnih izlaznih rezultata analize programom SIDRA.

Upoređivanjem pokazatelja uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici za dva varijantna rešenja uočava se da su uslovi odvijanja saobraćaja do 2027. godine bolji na kružnoj raskrsnici nego na signalisanoj raskrsnici sa postojećim signalnim planom. Od 2032. godine prosečni vremenski gubici signalisane raskrsnice postaju manji nego kod kružne raskrsnice i do kraja planskog perioda ta razlika postaje izraženija. Vremenski gubici najlošijeg manevra signalisane raskrsnice su veći u svakoj godini planskog perioda i vremenom rastu puno brže nego kod kružne raskrsnice, ali s obzirom da je razlika između prosečnih vremenskih gubitaka i vremenskih gubitaka najlošijeg manevra jako velika, smatra se da se intervencijama poput promene signalnog plana i manjih rekonstrukcija uslovi odvijanja saobraćaja mogu značajno poboljšati. To nije slučaj sa kružnom raskrsnicom, gde se naknadnim intervencijama nije moguće značajnije poboljšati uslove odvijanja saobraćaja izmenom geometrije jer postoje prostorna ograničenja lokacije.

Na osnovu prethodno navedenog kao definitivno rešenje usvaja se **da se zadrži postojeća signalisana raskrsnica** uz predlog mera za optimizaciju načina rada svetlosnih signala.

4. PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA U PLANSKOM PERIODU

Analizom su utvrđene mere za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja po petogodišnjim preseccima.

Da bi se poboljšali uslovi odvijanja saobraćaja na raskrsnici 2022. i 2027. godine, potrebno je primeniti dvofazni ciklus trajanja 60s. Optimalnim signalnim planom 2022. godine moguće je smanjiti prosečne vremenske gubitke raskrsnice sa 22,2s na 18,8s i vremenske gubitke najlošijeg manevra sa 43,6s na 28,3s u odnosu na postojeći signalni plan. 2027. godine prosečni vremenski gubici se smanjuju sa 30s na 21,8s a vremenski gubici najlošijeg manevra sa 97,8s na 36,1s.

Tabela 2. Performanse rada signalisane raskrsnice – Varijanta 1

Godina	Prognoziran protok (voz/h)	Ukupni zahtevi za protokom (voz/h)	Stepen zasićenosti	Kapacitet (voz/h)	Prosečni vremenski gubici (s)	Vremenski gubici za najlošiji manevar (s)	Nivo usluge (pros.vrem. gub.raskrs.)	Nivo usluge (najlošiji manevar)
2022	1137	1512	0,64	2351	22,2	43,6	C	D
2027	1373	1825	0,99	1850	30	97,8	C	F
2032	1631	2166	1,62	1339	58,6	345,9	E	F
2037	1890	2515	2,17	1158	93,4	591,7	F	F
2042	2191	2913	2,51	1162	143,1	740,4	F	F

Tabela 3. Performanse rada kružne raskrsnice – Varijanta 2

Godina	Prognoziran protok (voz/h)	Ukupni zahtevi za protokom (voz/h)	Stepen zasićenosti	Kapacitet (voz/h)	Prosečni vremenski gubici (s)	Vremenski gubici za najlošiji manevar (s)	Nivo usluge (pros.vrem. gub.raskrs.)	Nivo usluge (najlošiji manevar)
2022	1137	1512	0,62	2444	13,1	19,5	B	B
2027	1373	1825	0,85	2134	23,7	34,8	C	C
2032	1631	2166	1,15	1876	66,4	114,3	E	F
2037	1890	2515	1,42	1764	129,3	226,8	F	F
2042	2191	2913	1,67	1747	206	331	F	F

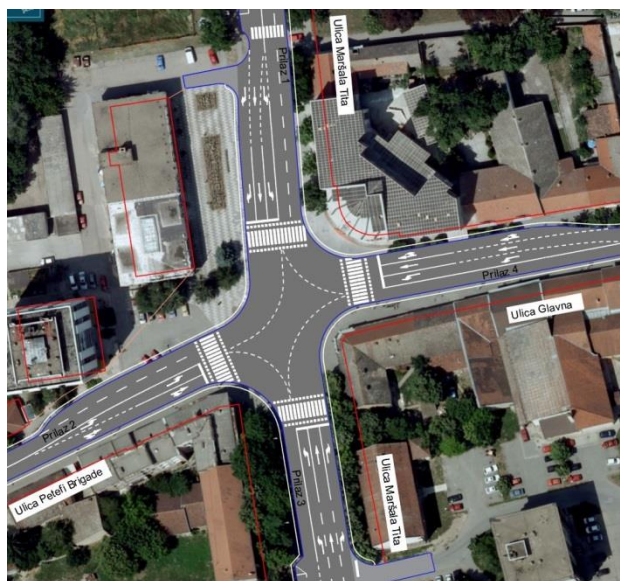
Signalni plan koji omogućava najoptimalnije uslove odvijanje saobraćaja 2032. godine predstavlja ciklus od 70s sa dve faze i jednom međufazom. U međufazi pravo prolaza kroz raskrsnicu imaju sva vozila sa zapadnog prilaza.

Uz optimizaciju signalnog plana, 2037. godine vrši se rekonstrukcija raskrsnice dogradnjom trake za desna skretanja na ulivnom grlu istočnog prilaza i jedne trake na izlivnom grlu severnog prilaza (Rekonstrukcija 1), što je prikazano na slici 8. Zahvaljujući optimizaciji i rekonstrukciji, 2037. godine prosečni vremenski gubici se smanjuju sa 93,4s na 28,4s a vremenski gubici najlošijeg manevra sa 591,7s na 48,3s.



Slika 8. Izgled raskrsnice nakon Rekonstrukcije 1

2042. godine vrši se dodatna rekonstrukcija prilikom koje se dograđuje po jedna traka za desna skretanja na ulivnim grlima severnog i južnog prilaza, kao i jedna traka na izlivnom grlu zapadnog prilaza (Rekonstrukcija 2), što je prikazano na slici 9. Uz ciklus od 85s sa jednom međufazom postiže se smanjenje prosečnih vremenskih gubitaka sa 143,1s na 27,5s, dok se vremenski gubici najlošijeg manevra smanjuju sa 740,4s na 42,2s.



Slika 9. Izgled raskrsnice nakon Rekonstrukcije 2

Prosečni vremenski gubici raskrsnice i vremenski gubici najlošijeg manevra, kao i nivo usluge baziran na ovim vrednostima prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Vremenski gubici i nivo usluge raskrsnice za postojeći i optimizovan signalni plan

		Prosečni vremenski gubici (s)	Vremenski gubici za najlošiji manevar (s)	Nivo usluge (pros.vrem. gub.raskrs.)	Nivo usluge (najlošiji manevar)
2022	Post.	22,2	43,6	C	D
	Opt.	18,8	28,3	B	C
2027	Post.	30	97,8	C	F
	Opt.	21,8	36,1	C	D
2032	Post.	58,6	345,9	E	F
	Opt.	29,6	48	C	D
2037	Post.	93,4	591,7	F	F
	Opt.	28,4	48,3	C	D
2042	Post.	143,1	740,4	F	F
	Opt.	27,5	42,2	C	D

5. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj ovog rada jeste izbor načina regulisanja saobraćaja koji će na najoptimalniji način opslužiti saobraćajna opterećenja koja će se javiti na predmetnoj raskrsnici u planskom periodu od 20 godina. Jedan od osnovnih zadataka jeste da se na osnovu postojećih geometrijskih ograničenja predlože i analiziraju varijante tipa raskrsnice, kako bi se našlo optimalno rešenje za datu raskrsnicu za planski period. Upoređivanjem parametara rada postojeće signalisane raskrsnice sa postojećim signalnim planom (Varijanta 1) i kružne raskrsnice sa jednom trakom u kruženju i jednom trakom na ulivnim grlima (Varijanta 2) došlo se do zaključka da se usvaja da se zadrži postojeća signalisana raskrsnica uz predlog mera za optimizaciju načina rada svetlosnih signala.

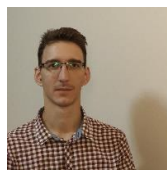
Analizom karakteristika saobraćajnog toka došlo se do zaključka da postojeći način regulisanja saobraćaja na raskrsnici neće moći da odgovori na prognoziranje zahteve za protokom u čitavom planskom periodu.

Analizom su utvrđene regulativne i rekonstruktivne mere kojima se postižu značajno bolji uslovi odvijanja saobraćaja u planskom periodu u odnosu na scenario da se zadrži postojeći način regulisanja saobraćaja u planskom periodu.

6. LITERATURA

- [1] Transportation Research Board of The National Research Council, Highway Capacity Manual, Washington, D.C., 2000.
- [2] I. Ištoka Otković i I. Dadić, „Comparison of Delays at Signal-Controlled Intersection and Roundabout,“ Promet - Traffic&Transportation, t. 21, br. 3, pp. 157-165, 2009.

Kratka biografija:



Atila Horvat rođen je u Novom Sadu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj i transport – Projektovanje i organizacija odbranio je 2022. god. kontakt: atilahorvat12@gmail.com