

PRIJEDLOG POBOLJŠANJA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICI MAGISTRALNIH PUTEVA M17 I M4

mr Dragan Lukić, dipl. inž. saob., Doboj
mr Darko Đuraš, dipl. inž. saob., Derventa
Milan Šljuka, dipl. inž. saob., Brod

Rezime: Za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja postoje raznovrsne mjere od regulacijskih do manjih i većih građevinskih zahvata u prostoru, ali bez obzira da li se radi o poboljšanju postojećeg stanja ili pak o projektovanju nove saobraćajnice, postojanje različitih mogućih rješenja uvijek dovodi do pitanja koje je od njih najefikasnije. Kao posljedica potrebe za vrednovanjem pojedinog rješenja do danas su razvijeni različiti modeli za analizu funkcionisanja i ocjenu kvaliteta odvijanja saobraćajnih tokova. Kako korištenje računarskih simulacija u svijetu ima sve veću ulogu u projektovanju i vrednovanju pojedinih rješenja, u ovom radu prikazana je praktična primjena simulacija pri analizi uslova odvijanja saobraćaja na posmatranoj raskrsnici magistralnih puteva M17 i M4 u Doboju i dat je prijedlog za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja na pomenutoj raskrsnici.

Ključne riječi: Uslovi odvijanja saobraćaja, simulacije saobraćajnih tokova, nivo usluge

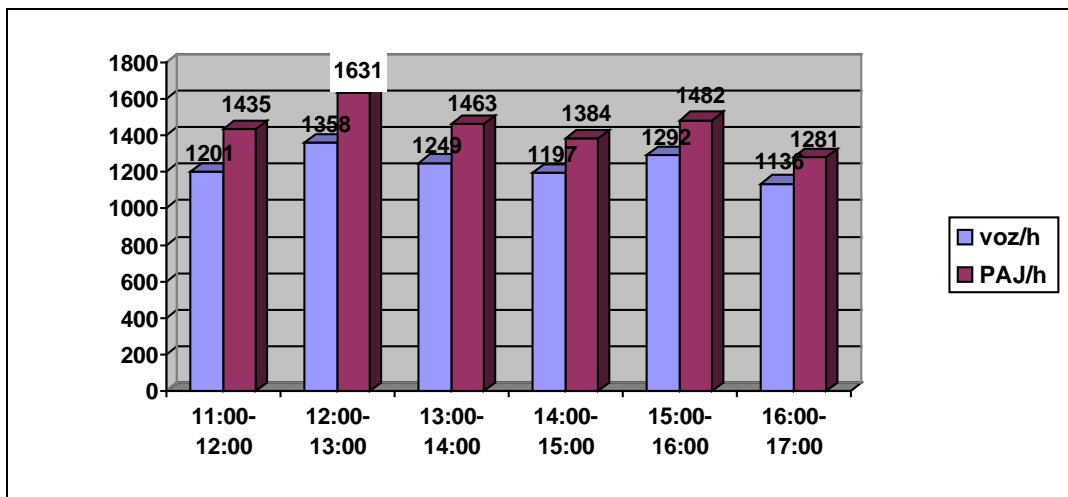
1. UVOD

Najveći uticaj na kvalitet odvijanja saobraćajnih tokova ima projektno rješenje raskrsnica u smislu geometrijskog oblika i načina regulisanja saobraćaja jer su upravo raskrsnice lokacije gdje se stvaraju zagušenja i veći zastoji na putnoj mreži. Danas se u svijetu koriste različite metode koje služe za određivanje kvaliteta odvijanja saobraćaja izražene preko nivoa usluge. Nivo usluge u opštem značenju predstavlja kvalitativnu mjeru uslova odvijanja saobraćaja na posmatranom funkcionalnom dijelu mreže drumskih saobraćajnica.

U okviru ovog rada primjenom simulacija izvršiće se analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici magistralnih puteva M17 i M4 u Doboju, gdje veoma često dolazi do povećanja saobraćajnih opterećenja, a samim tim i do zastoja saobraćaja. Osnovna svrha izrade ove analize predstavlja odgovor na pitanje hoće li i u kolikoj mjeri pojedini predloženi ili planirani zahvat u prostoru uticati na poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja u neposrednom okruženju.

2. KARAKTERISTIKE SAOBRAĆAJNOG TOKA NA RASKRSNICI MAGISTRALNIH PUTEVA M17 I M4

Utvrđivanje karakteristika saobraćajnog toka na raskrsnici magistralnih puteva M17 i M4 zasnovano je na rezultatima brojanja saobraćaja koje je vršeno u periodu od 11:00 - 17:00 h. Ovaj period izabran je jer se na osnovu podataka sa postavljenih automatskih brojača iz 2009. godine (časovne raspodjele), utvrdilo da se taj period pojavljuje kao najopterećeniji za sve posmatrane ulazno-izlazne pravce na magistralnom putu M17.



Grafikon 1. Raspodjela broja vozila na raskrsnici magistralnih puteva M17 i M4 za period od 11:00 do 17:00 časova

Tabela 1. Faktor vršnog časa na raskrsnici magistralnih puteva M17 i M4

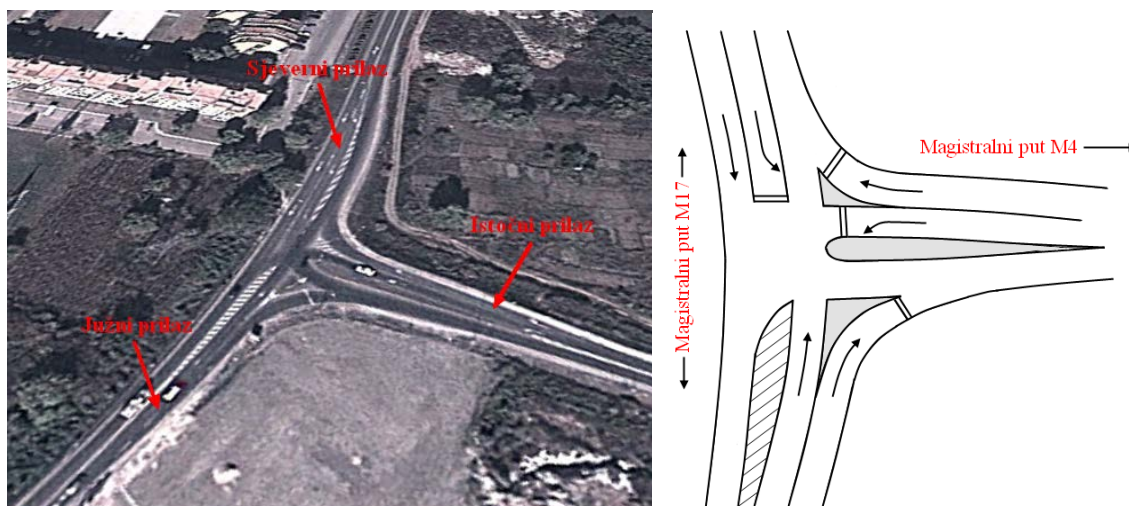
PRILAZ	FVČ
Sjeverni prilaz	0,96
Istočni prilaz	0,95
Južni prilaz	0,94

3. ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICI MAGISTRALNIH PUTEVA M17 I M4

Analiza uslova odvijanja saobraćaja zasniva se na primjeni softvera SimTraffic kako bi se utvrdio kvalitet odvijanja saobraćajnih tokova na posmatranoj raskrsnici.

Početak sprovođenja analize podrazumijeva prikupljanje ulaznih podataka o geometrijskim uslovima na raskrsnici posmatranjem, kao i utvrđivanje postojećih saobraćajnih uslova na samoj raskrsnici brojanjem saobraćaja. Na osnovu toga u geometrijsku analizu se unose ulazni podaci koji konkretno podrazumijevaju broj, namjenu i širine saobraćajnih traka na svim prilazima raskrsnici, prisutno kanalisanje tokova, uzdužni nagib i stanje kolovoza na svim prilazima. Za saobraćajnu analizu brojanjem saobraćaja na svim prilazima prikupljaju se podaci o intenzitetu, strukturi i raspodjeli saobraćajnih tokova po smjerovima vožnje kao osnovnih parametara odvijanja saobraćaja na raskrsnici.

Raskrsnica magistralnih puteva M4 i M17 je pravilna trokraka raskrsnica regulisana znacima prioriteta. Na ovoj raskrsnici, magistralni put M17 predstavlja prioritetni pravac na čijim prilazima postoje saobraćajni znaci III-4 (put sa prvenstvom prolaza), a magistralni put M4 predstavlja sporedni pravac i na njegovom prilazu postoji saobraćajni znak II-2 (obavezno zaustavljanje).



Slika 1. Postojeće stanje raskrsnice magistralnih puteva M4 i M17

Na osnovu podataka dobijenih brojanjem saobraćaja u vremenskom periodu od 11 do 17 časova na raskrsnici magistralnih puteva M4 i M17 ustanovljeno je da je raskrsnica najviše opterećena u vremenskom periodu od 12 do 13 časova, a saobraćajni tok izmjeren u tom vremenskom periodu prikazan je u narednoj tabeli i uzet je za dalju analizu nivoa usluge na ovoj raskrsnici.

Tabela 2. Proračun saobraćajnog toka na raskrsnici magistralnih puteva M17 i M4

Prilaz	Manevar	Izmjereni saobraćajni tok		Mjerodavni protok pri analizi nivoa usluge (PAJ/h)	
		Tok na prilazu (PAJ/h)	FVČ	manevara	prilaza
Sjeverni prilaz	lijevo	200	0,96	208	630
	pravo	405	0,96	422	
Istočni prilaz	lijevo	161	0,95	169	435
	desno	253	0,95	266	
Južni prilaz	pravo	397	0,94	422	651
	desno	215	0,94	229	













Na slici 2. je prikazana raskrsnica magistralnih puteva M4 i M17 u simulacijskom softveru Synchro sa unesenim protocima za svaki prilaz.



Slika 2. Prikaz raskrsnice magistralnih puteva M4 i M17 u softveru Synchro













U narednoj tabeli (Lane settings) prikazane su informacije koje se odnose prvenstveno na namjenu saobraćajnih traka, kao i određene geometrijske informacije neophodne za analizu uslova odvijanja saobraćaja na ovoj raskrsnici.

Tabela 3. Podešavanje traka (Lane settings)

LANE SETTINGS	 WBL	 WBR	 NBT	 NBR	 SBL	 SBT
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	169	266	422	229	208	422
Street Name						
Link Distance (m)	460.3	—	120.0	—	—	190.6
Links Speed (km/h)	60	—	60	—	—	60
Set Arterial Name and Speed	WB	—	NB	—	—	SB
Travel Time (s)	27.6	—	7.2	—	—	11.4
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.5	3.2	3.2	2.8	3.2	3.2
Grade (%)	0	—	0	—	—	0
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>
Storage Length (m)	0.0	60.0	—	50.0	70.0	—
Storage Lanes (#)	—	1	—	1	1	—
Right Turn Channelized	—	None	—	Stop	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	15.0	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	0	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	1.000	0.850	1.000	0.850	1.000	1.000
Left Turn Factor (prot)	0.950	1.000	1.000	1.000	0.950	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	1587	1265	1636	1314	1449	1621
Left Turn Factor (perm)	0.950	1.000	1.000	1.000	0.950	1.000
Right Ped Bike Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Left Ped Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	1587	1265	1636	1314	1449	1621
Right Turn on Red?	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—
Saturated Flow Rate (RTOR)	0	0	0	0	0	0

U tabeli 4. prikazane su informacije o intenzitetu saobraćaja. U odgovarajućoj ćeliji (polju), uneseni su intenziteti saobraćaja na sat, za svako kretanje i to kao broj vozila po satu.

Tabela 4. Podešavanje intenziteta (Volume settings)

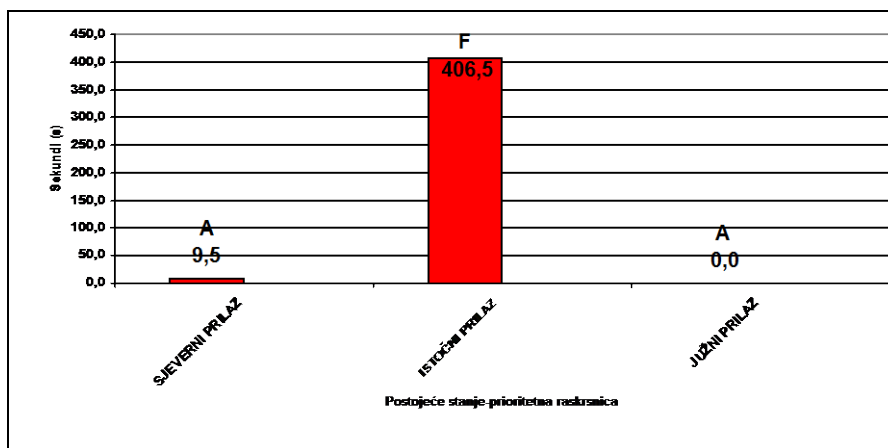
VOLUME SETTINGS	 WBL	 WBR	 NBT	 NBR	 SBL	 SBT
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	169	266	422	229	208	422
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	—	0	0	—
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	0	—	—
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	12	22	11	12	19	12
Bus Blockages (#/hr)	1	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	0	—	—	0
Link OD Volumes	—	—	NB	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	184	289	459	249	226	459
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	184	289	459	249	226	459

Pored navedenog u tabeli 4. prikazan je i uneseni procenat teških vozila jer takođe i ova vrijednost utiče na tempo zasićenja toka. Default za ovo polje je 2%. U Simtraffic-u, intenzitet dva ili više teških vozila za svako kretanje jednak je intenzitetu pomnoženog sa procentom teških vozila. Intenzitet više lakih vozila jednak je preostalom intenzitetu. Saobraćaj više teških vozila biće dodijeljen jednom od 4 vrste teških vozila ili autobusa. Saobraćaj više lakih vozila biće dodijeljen vozilu ili nekoj vrsti vozila koju koristi više ljudi (carpool).

Tabela 5. Podešavanje signala na raskrsnici i drugih podataka značajnih za analizu raskrsnice

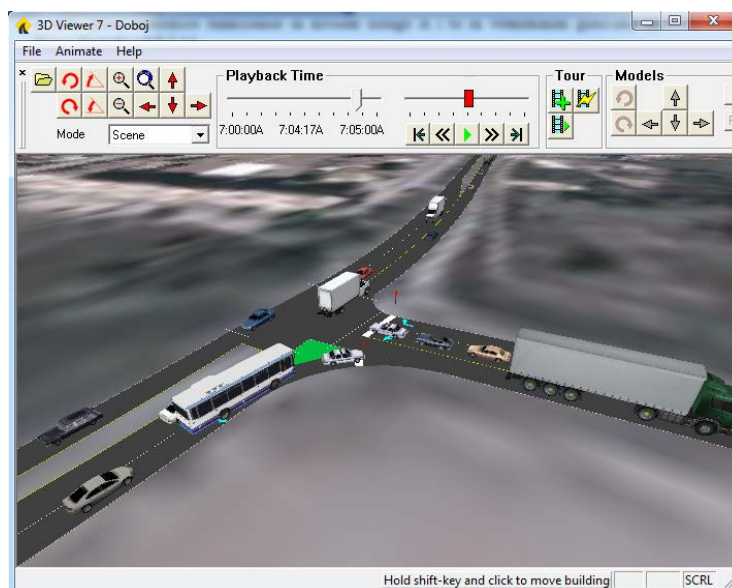
SIGNING SETTINGS	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lanes and Sharing (#RL)	1	1	2	2	2	2
Traffic Volume (vph)	169	266	422	229	208	422
Sign Control	Stop	—	Free	—	—	Free
Median Width (m)	3.5	—	3.2	—	—	3.2
TWLT Median	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>
Right Turn Channelized	—	None	—	Stop	—	None
Critical Gap, tC (s)	6.5	6.4	—	—	4.3	—
Follow Up Time, tF (s)	3.6	3.5	—	—	2.4	—
Volume to Capacity Ratio	1.80	1.80	0.27	0.15	0.22	0.27
Control Delay (s)	406.5	406.5	0.0	0.0	9.5	0.0
Level of Service	F	F	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	254.5	254.5	0.0	0.0	6.8	0.0

U prethodnoj tabeli prikazan je nivo usluge za svaki prilaz raskrsnice. Dakle, uz primjenu ovog softvera ustanovljeno je da istočni prilaz raskrsnice funkcionira sa nivoom usluge F i to sa vremenskim gubicima od 406,5 s, južni prilaz raskrsnice funkcionira sa nivoom usluge A i sjeverni prilaz raskrsnice funkcionira sa nivoom usluge A i to sa vremenskim gubicima za lijeva skretanja od 9,5 s.



Grafikon 2. Uporedni prikaz vremenskih gubitaka i nivoa usluge po prilazima za postojeće stanje raskrsnice magistralnog puta M4 i magistralnog puta M17

Na slici 3. prikazano je postojeće stanje odvijanja saobraćaja na raskrsnici magistralnih puteva M4 i M17 uz primjenu softvera SimTraffic.



Slika 3. Simulacijski prikaz odvijanja saobraćaja na raskrsnici magistralnih puteva M4 i M17

4. PRIJEDLOG RJEŠENJA RASKRSNICE MAGISTRALNIH PUTEVA M17 I M4

Na prolazu kroz ovu raskrnicu sva vozila sa sporednog pravca (magistralni put M4) i vozila koja skreću lijevo sa glavnog pravca (sjeverni prilaz magistralnog puta M17) moraju se zaustaviti pred ulazom u raskrnicu, kako bi sačekala pojavu odgovarajuće vremenske praznine (prihvatljiv interval slijeđenja) u tokovima (kretanjima) koja imaju prioritet. Tokovi (kretanja) koji imaju prioritet na prolazu kroz raskrnicu predstavljaju konfliktne tokove za kretanja sa sporednog pravca (magistralni put M4).

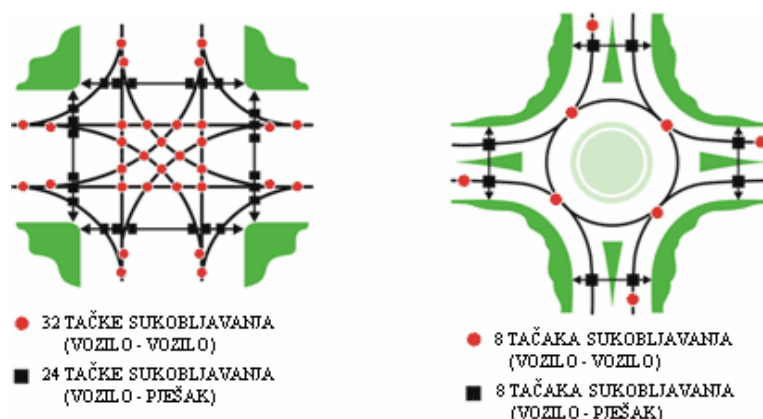
Upravo iz tih razloga raskrsnica magistralnih puteva M4 i M17 trenutno radi sa neprihvatljivim vremenskim gubicima i nivoom usluge. Prilazi na magistralnom putu M17 koji imaju prioritet u odnosu na M4 funkcionišu sa nivoom usluge A, međutim prilaz na magistralnom putu M4 funkcioniše sa vremenskim gubicima čak od 406,5 s i nivoom usluge F.

Predloženo rješenje je trokraka kružna raskrsnica, što u potpunosti odgovara saobraćajnim zahtjevima koji se javljaju na ovoj raskrsnici. Kružne raskrsnice daju bolje rezultate na raskrsnicama sa grubo rečeno sličnim protokom saobraćaja, to jest kada je protok saobraćaja uravnotežen, što ne znači da sva kretanja treba da budu istog intenziteta, već da se dominantno kretanje „razbije“ kružnim saobraćajem. Ovim je omogućeno stvaranje intervala koji koriste vozila koja čekaju na susjednim krakovima kružne raskrsnice da uđu u nju, bez velikih vremenskih gubitaka.

Posebno važan segment primjene kružnih raskrsnica je činjenica što su kružne raskrsnice značajno bezbjednije za njihove korisnike od klasičnih raskrsnica.

Povećana bezbjednost savremenih raskrsnica sa kružnim tokom javlja se kao posljedica smanjenja broja konfliktnih tačaka u odnosu na klasične raskrsnice, kao i smanjenja brzine kako pri ulasku, tako i tokom vožnje kroz raskrnicu, koje je uslovljeno geometrijskim oblikom raskrsnice. Smanjenje broja konfliktnih tačaka odnosi se kako na konfliktne tačke između vozila, tako i na konfliktne tačke između vozila i pješaka.

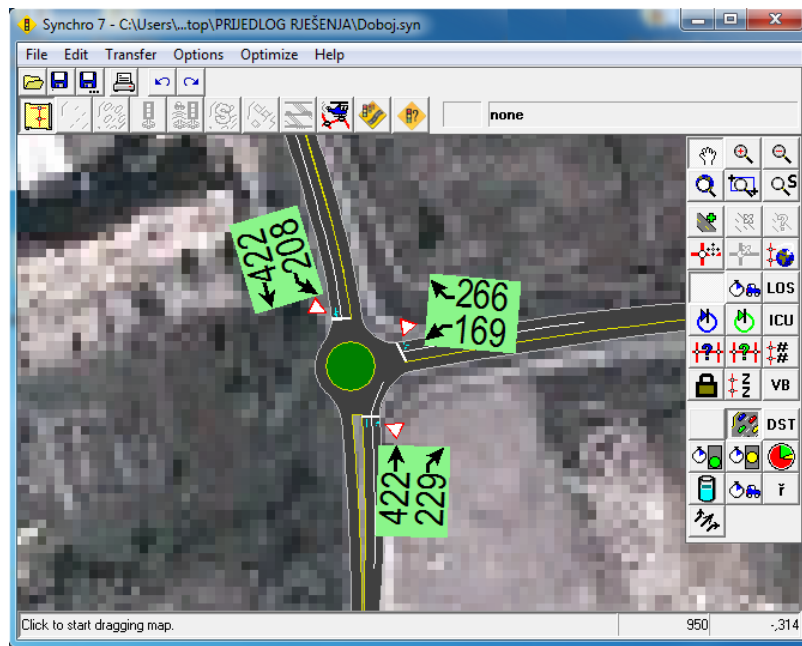
Na slici 4. dat je uporedni prikaz klasične raskrsnice koja ima 32 konfliktne tačke, od čega 8 tačaka izlivanja, 8 tačaka ulivanja, te 16 tačaka ukrštanja. Nasuprot tome kružna raskrsnica ima ukupno 8 konfliktnih tačaka, od čega 4 tačke izlivanja, 4 tačke ulivanja, ali bez tačaka ukrštanja.



Slika 4. Konfliktne tačke kod "klasične" i raskrsnice sa kružnim tokom (Boračić, 2009)

Kod klasične raskrsnice, može se uočiti po 6 konfliktnih tačaka između vozila i pješaka na svakom pješačkom prelazu što čini ukupno 24 konfliktne tačke između vozila i pješaka, dok je kod kružnih raskrsnica taj broj samo 8.

Na slici 5. je prikazano predloženo rješenje magistralnih puteva M4 i M17 u simulacijskom softveru Synchro sa unesenim protocima za svaki prilaz.



Slika 5. Prikaz predloženog rješenja za raskrsnicu magistralnih puteva M4 i M17 u softveru Synchro

U tabeli 6. predstavljene su pojedine informacije dobijene nakon izrade simulacionog modela, a prikazuju određene karakteristike predloženog rješenja za raskrsnicu magistralnih puteva M4 i M17.

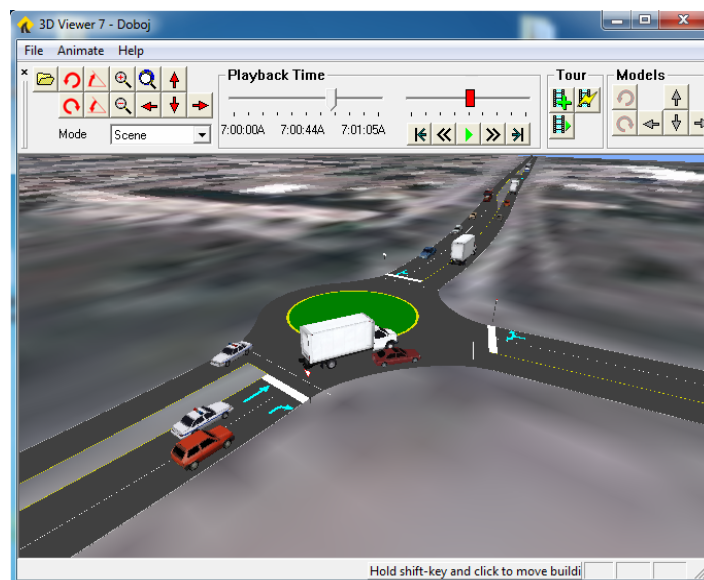
Tabela 6. Podešavanje čvora (Node settings)

NODE SETTINGS	
Node #	11
Zone:	
X East (m):	882.8
Y North (m):	-360.5
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Roundabout
Max v/c Ratio:	0.57
Intersection Delay (s):	—
Intersection LOS:	—
ICU:	0.53
ICU LOS:	A
Inside Radius (m):	8.4
Outside Radius (m):	12.0
Roundabout Lanes (#):	1
Circle Speed (km/h):	30
Inside Color:	
Transparent Circle:	<input type="checkbox"/>

Iz prethodne tabele se vidi da je sa predloženim rješenjem postignuta iskorišćenost kapaciteta raskrsnice, tj. ICU nivo usluge A i iznosi 0,53. Takođe iz prethodne tabele se vidi da je odnos intenziteta i kapaciteta tj. v/c odnos manji od 1,0 i iznosi 0,57, što znači da zahtjevi za protokom u analiziranom periodu ne prevazilaze kapacitet raskrsnice.

Novim predloženim rješenjem, tj. sa kružnom raskrsnicom postižu se znatno povoljniji uslovi za odvijanje saobraćaja, jer su smanjeni vremenski gubici, takođe poboljšan je nivo usluge i povećan je kapacitet, a pored toga poboljšano je i stanje bezbjednosti učesnika u saobraćaju.

Na slici 6. dat je 3D prikaz odvijanja saobraćaja na novoj predloženoj raskrsnici magistralnih puteva M4 i M17 u softveru SimTraffic.



Slika 6. Simulacijski prikaz odvijanja saobraćaja na predloženoj raskrsnici magistralnih puteva M4 i M17

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu se na konkretnom primjeru, analizom karakteristika saobraćajnog toka uz primjenu simulacijskog softvera došlo da zaključka da postojeći način regulisanja saobraćaja na posmatranoj raskrsnici magistralnog puta M17 ne odgovara opterećenjima koja se javljaju na njoj. Nakon analize postojećeg stanja primjenom simulacijskog modela na temelju brojčanih podataka i animacije saobraćajnih tokova predloženo je i određeno projektno rješenja za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja.

Novim projektnim rješenjem na posmatranoj raskrsnici postignuti su znatno povoljniji uslovi za odvijanje saobraćaja jer su smanjeni vremenski gubici, poboljšan je nivo usluge, povećan je kapacitet, a poboljšano je i stanje bezbjednosti učesnika u saobraćaju.

Dakle, ovaj rad je imao za cilj da se ukaže na postojeće probleme na posmatranoj raskrsnici magistralnog puta M17 u Doboju, kao i mogućnosti rješavanja iste primjenom određenih projektnih mjera, a čija je opravdanost analizirana uz primjenu simulacijskog softvera.

LITERATURA

Anonymous, (2008), *Synchro and SimTraffic*, Training Course, Version 7.0, s.l.: Trafficware University

Boračić, R., (2009), *Prometna signalizacija i tehnika vožnje u kružnim raskrižjima*, 2. BH kongres o cestama, Sarajevo: s.n.

Čavar, I., (2012), *Simulacije u prometu*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti

Kuzović, Lj., Bogdanović, V., (2010), *Teorija saobraćanog toka*, Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka

Vukanović, S., (2010), *Regulisanje saobraćajnih tokova*, Doboj: Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj

Simulacijski softver Synchro i SimTraffic