

Izmena režima saobraćaja na Kamenom mostu iz motorizovanog u pešački u naselju Ivanjica

Predrag Samardžija, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, predrag.samardzija@adomne.rs

Miodrag Počuč, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, miodrag.pocuc@adomne.rs

Igor Vukobratović, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, igor.vukobratovic@adomne.rs

Mira Iličić Tomić, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, mira.ilicictomic@adomne.rs

Goran Kalamanda, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, goran.kalamanda@adomne.rs

Nikolina Stošić, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, nikolina.stosic@adomne.rs

Rezime: Izgradnja infrastrukturnih objekata, bez prethodnih planiranja može biti investicioni promašaj ukoliko ne rešavaju probleme zbog kojih su izgrađeni. Kako bi se smanjila mogućnost greške vrše se simulacije saobraćajnog toka na mreži. Simulacije saobraćajnih tokova omogućavaju testiranje varijantnih rešenja uz minimalne troškove investiranja i daju nam mogućnost izbora najboljeg rešenja. Istraživanjem sprovedenim na terenu izvršeno je sakupljanje socio-ekonomskih podataka na centralnom prostoru naseljenog mesta Ivanjica. Primenom odgovarajućih softvera izvršena je analiza varijantnih rešenja kako bi se obezbedili najbolji uslovi za odvijanje saobraćaja u naselju. Cilj rada je da se nađe odgovarajuće saobraćajno rešenje kako bi zatvaranjem „Kamenog mosta” u naselju Ivanjica uslovi odvijanja saobraćaja ostali isti ili dodatno poboljšani. Varijantna rešenja obuhvataju izmenu režima saobraćaja iz motorizovanog u pešački saobraćaj na mostu, a primenom drugih mera da se poboljšaju i nadoknade efekti zatvaranja mosta. Varijantna rešenja analizirati kroz odgovarajuće softverske alate kako bi se ustanovili parametri saobraćajnog toka.

Ključne reči: simulacija, saobraćaj, nivo usluge

1 UVOD

Svedoci smo da u poslednje vreme u Srbiji dolazi do povećanja broja registrovanih vozila u gotovo svim opštinama, što neminovno dovodi do povećanja intenziteta saobraćaja na glavnim putnim pravcima i državnim putevima ali i na mreži lokalnih saobraćajnica. Gradovi sa nasleđenom uličnom mrežom iz prethodnog perioda, kao što je Ivanjica mogu se suočiti sa saobraćajnim problemima usled povećanja broja vozila na gradskim saobraćajnicama. Kako bi održali nivo odvijanja saobraćaja naročito u centralnom delu naselja Ivanjica potrebno je izvršiti predlog i vrednovanje različitih varijantnih rešenja kako bi se povećao nivo usluge kao i bezbednost za sve učesnike u saobraćaju.

Izrada ovog rada inicirana je potrebom za poboljšanjem uslova odvijanja saobraćaja na prostoru naselja Ivanjica. Planom detaljne regulacije i Prostornim planom opštine Ivanjica prikazana je lokacija planiranog mosta koji bi preko Moravice spojio ulice Branislava Nušića i ul. 13 Septembra.

Postojeći most predstavlja najveći jednolučni most na Balkanu, izgrađen po principu klinova, bez upotrebe veznih materijala. Most, napravljen od velikih kamenih blokova, izgradili su italijanski majstori tokom 1904.-1906. godine.

U cilju očuvanja mosta Opština Ivanjica sprovodi aktivnosti kojima bi se izvršila zabrana motornog saobraćaja preko mosta. Neophodno je ispitati uticaj takve mere i naći varijantno rešenje koje bi smanjilo negativne efekte zatvaranja mosta. Saobraćajna analiza je urađena pomoću modelskih simulacija saobraćaja, odnosno korišćenjem softvera za mikrosimulacije saobraćajnih tokova PTV VISSIM.

2 PREGLED LITERATURE

Organizacija planerskog postupka je početna karika u lancu planerskog posla. Od procesa prikupljanja podataka, njihove analize i izvlačenja odgovarajućih zaključaka, zavisi i kvalitet celog daljeg toka pa i predloga rešenja. Opasnosti u ovom delu procesa su mnogobrojne i potrebno je i pored adekvatne obuke i značajna doza savesnosti i umetnosti.[1]

Brojanjem saobraćaja se utvrđuje intenzitet i struktura saobraćaja u određenim vremenskim intervalima i/ili periodima i na određenim prostorno definisanim lokacijama. Brojanje kolskog saobraćaja se sprovodi na određenim mestima na osnovnoj putnoj i uličnoj mreži. Najčešće su to važnije raskrsnice, ulični preseci na primarnoj uličnoj mreži, ili preseci na mreži ulaznih puteva. Brojanje saobraćaja na putnoj i uličnoj mreži može biti automatsko i ručno. [2]

U teoriji saobraćajnog toka, kapacitet predstavlja maksimalan protok, odnosno maksimalan broj vozila koji u jedinici vremena može proći preko definisanog preseka puta. Maksimalan protok, odnosno kapacitet svakog putnog objekta, ostvaruje se u režimu zasićenog toka pod određenim uslovima, što znači da promene putnih ili saobraćajnih uslova neminovno dovode do promene kapaciteta [3].

Nivo usluge predstavlja kvalitativni pokazatelj efikasnosti saobraćajnog procesa na deonici puta ili raskrsnici. Kvalitet saobraćajnog procesa odnosno uslova u saobraćajnom toku, definisan je šestostepenom skalom nivoa usluge (A, B, C, D, E, F).

U sledećoj tabeli date su odgovarajuće vrednosti nivoa usluge (A, B, C, D, E i F) prema ostvarenim gubicima po vozilu [4]

Tabela 1: Nivo usluge (HCM 2000)

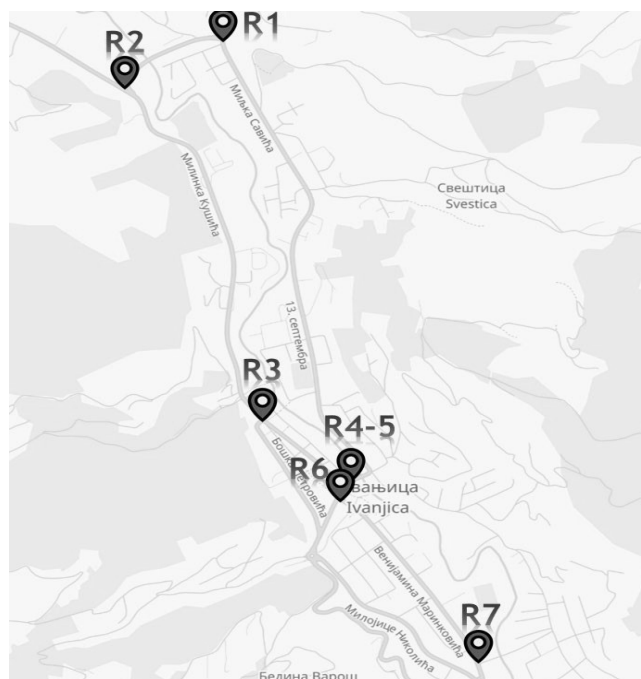
Nivo usluge	Vremenski gubici po vozilu
A	<10
B	10-20
C	20-35
D	35-55
E	55-80
F	>80

3 SAOBRAĆAJNE ANALIZE I PROGNOZE

Izvršeno je saobraćajna istraživanja na terenu sa ciljem analize postojećeg stanja i dijagnostikovanja problema. Takođe je proučena i važeća planska dokumentacija koja se odnosi na prostorni i vremenski obuhvat analize. Istraživanje uslova odvijanja saobraćaja za potrebe rada izvršeno je na sedam lokacija i to:

- Lokacija R1 – Državni put IIA-180 i ulica Miljka Savića
- Lokacija R2 – Državni put IB-21 i IIA-180
- Lokacija R3 – Čvor odseka (2132.1)
- Lokacija R4 – Ulica Branislava Nušića i Javorska
- Lokacija R5 – Državni put IB-21 i Javorska ulica
- Lokacija R6 – Državni put IB-21 i Venijamina Marinkovića
- Lokacija R7 – Ulica Kirila Savića i Venijamina Marinkovića

Prostorna raspodela lokacija prikazana je na sledećoj slici.



Slika 1 : Prostorna raspodela lokacija

Brojanje saobraćaja je izvršeno u sredu 10.04.2024. godine, na svih 7 lokacija u ukupnom trajanju od 2 sata i bilo je podeljeno u dva vremenska perioda, i to:

- Jutarnji vršni sat od 8:00 do 9:00h (1 sat),
- Popodnevni vršni sat od 14:00 do 15:00h (1 sat).

Brojanje saobraćaja je sprovedeno uz pomoć video snimaka sačinjenih dronom, gde je zabeležen broj vozila na pomenutim raskrsnicama, a kasnije snimljeni materijal obrađen uz pomoć softvera *DataFromSky*.

Na osnovu projektnog zadatka odlučeno je da se analiziraju i vrednuje lokacije u postojećem stanju i 3 varijantna rešenja, tako da u nastavku egzistiraju ukupno 4 varijantna rešenja i to:

- *Varijanta V₀* - Postojeće stanje
- *Varijanta V₁* - Promena režima saobraćaja na Kamenom mostu u pešačku zonu
- *Varijanta V₂* - Promena režima saobraćaja na Kamenom mostu u pešačku zonu i izgradnja novog mosta.
- *Varijanta V₃* - Promena režima saobraćaja na Kamenom mostu u pešačku zonu i izgradnja novog mosta sa semaforizacijom dve raskrsnice



Slika 2: Prikaz lokacije postojećeg Kamenog mosta i novog mosta, preuzeto iz Plana generalne regulacije

4 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati saobraćajnih parametara svih razmatranih varijanti su sistematizovani i prikazani tabelarno u nastavku. Primenom softverskog programa VISSIM nakon unošenja i kalibracije saobraćajnog opterećenja izvršeno je očitavanje rezultata dobijenih simulacijom saobraćajnih tokova za različita varijantna rešenja u nastavku će biti prikazana tabela za svako varijantno rešenje.

Tabela 2: Podaci korišćeni za vrednovanje na predmetnim lokacijama - Varijanta V₀

Lokacija	Qlen	QlenMax	Veh	LOS	Veh Delay	StopDelay
R1	1,23	79,36	932	A	3,99	0,91
R2	0,94	36,62	1044	A	2,21	0,40
R3	5,03	106,01	1020	B	14,94	6,64
R4	3,97	50,04	438	C	21,23	12,14
R5	9,08	80,99	913	A	8,06	4,07
R6	42,63	139,63	975	F	62,89	29,00
R7	1,20	26,88	668	A	3,34	0,51

U postojećem stanju, na osnovu rezultata dobijenih simulacijom tokova na mreži, raskrsnica R6 ima nivo usluge F sa vremenskim gubicima od 62,89 sekundi što ujedno predstavlja najlošiji nivo usluge od svih posmatranih raskrsnica. Nešto lošiji uslovi dobijaju se i na raskrsnici R4 na kojoj je nivo usluge C sa vremenskim gubicima od 21,23 sekunde. Najduži redovi čekanja stvaraju se na R6 (139,63m) i R3 (106m). Na raskrsnicama R1, R2, R5 i R7 u postojećem stanju ostvaruju se minimalni vremenski gubici i samim tim nivo usluge na raskrsnicama je A.

Tabela 3: Podaci korišćeni za vrednovanje na predmetnim lokacijama - Varijanta V₁

R	Qlen	QLenMax	Veh	LOS	Veh Delay	StopDelay
R1	5,95	79,82	1219	A	8,98	3,45
R2	3,28	69,93	1239	A	5,24	1,07
R3	14,64	166,61	1168	C	24,48	10,33
R4	1,46	24,80	94	B	12,82	3,66
R5	11,05	79,72	709	A	7,84	4,09
R6	47,14	139,60	806	F	84,74	39,99
R7	15,38	95,13	974	C	15,98	2,33

U varijanti V1 gde je izvršeno zatvaranje Kamenog mosta za motorizovani saobraćaj i izvršena promena namene u pešački most, najveće promene u odnosu na postojeće stanje dešavaju se na raskrsnicama R1, R2, R3 i R7 koje se nalaze na alternativnim putnim pravcima koji bi spojili dve strane naselja. Raskrsnice R1 i R2 zadržavaju nivo usluge kao u postojećem stanju s tim što se neznatno povećavaju vremenski gubici. Usled povećanja saobraćaja na prilazu 1 na raskrsnici R3 povećavaju se i vremenski gubici na raskrsnici i narušava se nivo usluge sa B na C. Na raskrsnici R7 uslovi odvijanja saobraćaja su nešto lošiji u odnosu na postojeće stanje odnosno vremenski gubici se povećavaju na 15,98 sekundi po vozilu što nas dovodi do nivoa usluge C.

Tabela 4: Podaci korišćeni za vrednovanje na predmetnim lokacijama - Varijanta V₂

R	Qlen	QLenMax	Veh	LOS	Veh Delay	StopDelay
R1	1,23	79,36	932	A	3,99	0,91
R2	0,94	36,62	1044	A	2,21	0,40
R3	4,88	135,82	943	B	13,74	6,06
R4	0,04	9,81	216	A	3,06	0,78
R5	7,35	69,59	804	A	3,94	1,98
R6	47,81	223,18	920	F	63,85	32,08
R7	1,19	26,87	668	A	3,32	0,50

Izgradnjom mosta uslovi na raskrsnicama R1, R2, R3 i R7 vraćaju se u postojeće stanje usled korišćenja novog mosta. Najlošiji uslovi odvijanja saobraćaja u ovoj varijanti su na raskrsnici R6 gde je nivo usluge F sa vremenskim gubicima od 63,85 sekundi po vozilu uz maksimalne dužine reda čekanja od 223,18m. Na ostalim raskrsnicama ostvaruje se nivo usluge A ili B što predstavlja povoljne uslove odvijanja saobraćaja.

Tabela 5: Podaci korišćeni za vrednovanje na predmetnim lokacijama - Varijanta V₃

R	Qlen	QLenMax	Veh	LOS	Veh Delay	StopDelay
R1	1,23	79,36	932	A	3,99	0,91
R2	0,94	36,62	1044	A	2,21	0,40
R3	4,91	135,82	943	B	14,62	6,72
R4	2,60	73,83	202	B	14,17	8,80
R5	6,47	65,89	819	A	4,03	1,94
R6	29,71	220,86	947	D	49,77	29,66
R7	1,19	26,87	668	A	3,32	0,50

Ukoliko pored izgradnje novog mosta izvršimo semaforizaciju raskrsnica R5 i R6, na kojima se izvrši sinhronizacija signalnih planova može se očekivati poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici R6 gde se ostvaruju uštede od 14 sekundi po vozilu u odnosu na varijantu bez semafora. Implementacijom ove mere dobijamo nivo usluge D i

vremenski gubici od 49,77 sekundi po vozilu. Na raskrsnici R5 nema promene uslova odvijanja saobraćaja ali zbog semaforizacije R6 i dobijanja veće protočnosti ove raskrsnice predlaže se semaforizacija i raskrsnice R5.

Tabela 6: Podaci korišćeni za vrednovanje na predmetnim varijantama - prosečni

Var	Delay Avg	StopsAVG	SpeedAvg	DelayStopAvg
V0	65,34	4,36	9,48	28,15
V1	67,57	4,30	9,42	27,36
V2	60,07	3,70	10,00	26,27
V3	65,22	2,91	9,67	36,00

Ako sagledamo celokupnu mrežu koja je obuhvaćena radom nešto lošiji parametri se dobijaju postojećim stanjem kao i varijantom V₁ kada se samo izvrši zatvaranje Kamenog mosta. varijantom V₃ vozila se prosečno manje zaustavljaju nego u drugim varijantama (2,91) i samim tim ostvaruje se ukupno 6873 zaustavljanja. Prosečna brzina kretanja vozila na mreži je u svim varijantama u proseku približno 9,5km/h.

Tabela 7: Podaci korišćeni za vrednovanje na predmetnim varijantama - Ukupni

Var	StopsTot	DelayStopTot	VehAct
V0	10251	66115,89	110
V1	11567	73657,15	112
V2	8599	60989,15	113
V3	6873	85138,38	161

Najlošiji izlazni rezultati simulacije saobraćajnih tokova prema usvojenim varijantnim rešenjima su u Varijanti V₁ kada se izvrši izmena režima saobraćaja na Kamenom mostu iz motorizovanog u pešački saobraćaj. Izgradnjom mosta izvršice se dopuna saobraćajne ponude i uslovi odvijanja saobraćaja biće približno jednaki postojećem stanju. Najveći uticaj ovom varijantom ostvaruje se na raskrsnicama R4, R5 i R6. S obzirom da je na raskrsnici R4 izvršno zatvaranje pojedinih prilaza (Prilaz sa Kamenog mosta), ukupni vremenski gubici su manji u odnosu na postojeće stanje ali u pojedinim momentima dolazi do kraćih nakupljanja u ulici Branislava Nušića koja predstavlja vezu sa novim mostom. Kako bi se ostvarile dodatne uštede u vremenskim gubicima a samim tim povećao nivo usluge potrebno je izvršiti semaforizaciju raskrsnica R5 i R6. Semaforizacijom raskrsnica postiže se naizmenično propuštanje konfliktnih tokova što omogućava vozilima sa sporednih pravaca lakše kretanje i smanjuje vremenske gubitke.

5 ZAKLJUČAK

S obzirom na stanje Kamenog mosta kao i na njegov istorijski značaj, neophodno je njegovo zatvaranje i rasterećenje prebacivanjem u pešačku zonu. Kako se ne bi narušilo stanje odvijanja saobraćaja neophodna je izgradnja novog mosta i samim tim održalo sličan nivo postojećem stanju (Varijanta V₂).

Kako bi se izvršilo unapređenje odvijanja saobraćaja u centralnom delu naselja osim izgradnje novog mosta potrebno je izvršiti i semaforizaciju raskrsnica R5 i R6 (Varijanta V₃). Na ovaj način dobijaju se bolji parametri saobraćajnog toka a samim tim i veći nivo usluge na pomenutim raskrsnicama.

Vrednovanjem rezultata mikrosimulacija najlošiji izlazni rezultati prema usvojenim varijantnim rešenjima su u Varijanti V₁ kada se izvrši izmena režima saobraćaja na Kamenom mostu iz motorizovanog u pešački saobraćaj.

Izgradnjom mosta izvršiće se dopuna saobraćajne ponude i uslovi odvijanja saobraćaja biće približno jednaki postojećem stanju. Najveći uticaj ovom varijantom ostvaruje se na raskrsnicama R4, R5 i R6. S obzirom da je na raskrsnici R4 izvršno zatvaranje pojedinih prilaza (Prilaz sa Kamenog mosta), ukupni vremenski gubici su manji u odnosu na postojeće stanje ali u pojedinim momentima dolazi do kraćih nakupljanja u ulici Branislava Nušića koja predstavlja vezu sa novim mostom.

Zaključak ove saobraćajne analize je da je zatvaranjem Kamenog mosta za motorizovani saobraćaj neophodna izgradnja novog mosta, kako bi se zadržali postojeći uslovi odvijanja dok bi semaforizacijom raskrsnica R5 i R6 obezbedili bolji uslovi odvijanja saobraćaja na ovim raskrsnicama.

LITERATURA

- [1] N. Jovanović, Planiranje saobraćaja, Beograd: Saobraćajni fakultet, 1990.
- [2] R. B. B. Vračarević, Metode istraživanja indikatora u saobraćaju, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2015.
- [3] V. Bogdanović, Prilog poučavanju kapaciteta i nivoa usluge na trokrakim i kružnim prioritetnim raskrsnicama po novom kapacitetu, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2005.
- [4] D. N. Čelar, S. Stanković i J. Kajalić, Osnove upravljanja svetlosnim signalima, Beograd: Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, 2018.

SUMMARY

Modification of traffic regime on the Kameni Most from motorized to pedestrian in the Ivanjica town

Abstract: The construction of infrastructure projects without prior planning can be an investment failure if they do not address the problems they were intended to solve. To reduce the possibility of errors, traffic flow simulations on networks are conducted. Traffic flow simulations allow for testing of alternative solutions with minimal investment costs and provide the opportunity to select the best solution. A field study was conducted to collect socio-economic data in the central area of the town of Ivanjica. Using appropriate software, the analysis of alternative solutions was carried out to ensure optimal traffic conditions in the settlement. The aim of this work is to find a suitable traffic solution to ensure that, with the closure of the "Kameni most" in Ivanjica, traffic conditions remain the same or are further improved. The alternative solutions include changing the traffic mode from motorized to pedestrian traffic on the bridge, and implementing other measures to improve and compensate for the effects of the bridge closure. Alternative solutions are analyzed using appropriate software tools to establish traffic flow parameters.

Key words: simulation, traffic, level of service