

## ANALIZA I UPOREDBA VARIJANTNIH RJEŠENJA GRADSKE RASKRSNICE U TUZLI

Zahid Bašić<sup>1</sup>  
Nedim Suljić<sup>2</sup>

UDK:625.739(497.15Tuzla)

DOI:10.14415/konferencijaGFS2017.054

**Rezime:** Ovim radom se prezentuju varijantna rješenja gradske saobraćajnice na spoju magistralne ceste M4 i transferzale T8 u Tuzli.

Varijanta 1. je definisana na planiranoj rekonstrukciji magistralne ceste M4 na ovoj dionici, s obzirom da se ista nalazi u horizontalnoj krivini. Rekonstrukcijom magistralnog puta M4 predviđa se nadogradnja dvije saobraćajne trake i korekcija elemenata horizontalne geometrije kao i nivelete u dužini od 800 m. Transferzala T8 bi sa svjetlom visinom od 4,50 m prolazila ispod rekonstruisanog magistralnog puta M4, odnosno, magistralni put bi prelazio u nadvožnjaku preko pomenute raskrsnice. Veza denivelisanih saobraćajnica bila bi omogućena izgradnjom dvije rampe jedna uzlazno-silazna, i jedna uzlazna. Varijanta 2. je definisana na istom konceptu kao i varijanta 1, ali bez dodatnih intervencija na magistralnom putu M4 izuzev korekcija koje se odnose na obezbjeđenje neophodne visine svijetlog otvora između denivelisanih saobraćajnica. Takođe, veza T8 i M4 se ostvaruje izgradnjom dvije rampe jedna silazna i jedna uzlazna kao i preko rekonstruisane dvosmjerne ceste na sjevernoj strani. Varijanta 3. je definisana kao dvotračna kružna raskrsnica sa jednotračnim ulazima/ izlazima širine 4/5 metara na magistralnom putu M4, i dvotračnim ulazima/izlazima širine 4/5 metara sa zadržavanjem središnjeg ostrva na dijelu transferzale T8 jer se na ovaj način ne ugrožava komforan poprečni profil transferzale. Horizontalna geometrija je projektovana kako bi se zadovoljila prohodnost mjerodavnog vozila. Kružni tok je spušten južno po pravcu transferzale T8 kako bi se dobio odgovarajući prostor, kao i da bi se izbjegli problemi sa uklapanjem u postojeće stanje tj. da se ne bi ugrozili stambeni objekti sa sjeverne strane. Radom su prikazani elementi plana i elementi profila po varijantama kao i troškovi građenja uključujući i troškove eksploatacije.

**Ključne riječi:** magistralni put, transferzala, raskrsnica, nadvožnjak, kružni tok

### 1. UVOD

Predmet ovog rada je rekonstrukcija raskrsnice na ukrštanju transferzale T8 i magistralnog puta M4.

<sup>1</sup>Prof.dr. Zahid Bašić, Univerzitet u Tuzli, Tihomila Markovića br.1, Tuzla, Bosna i Hercegovina, e-mail: mido\_basic@hotmail.co.uk

<sup>2</sup> Prof.dr. Nedim Suljić, Univerzitet u Tuzli, Tihomila Markovića br.1, Tuzla, Bosna i Hercegovina

Izvršena je analiza potencijalnih rješenja koja podrazumijevaju rekonstrukciju predmetne raskrsnice u cilju povećanja nivoa bezbjednosti nivoa usluge i integrisanja sa već postojećim i planiranim rješenjima shodno razvojnim konceptima Grada Tuzle. [1] [4] Obzirom da se radi o rekonstrukciji postojeće trokake raskrsnice, što predstavlja zahtjevniji tehnički poduhvat, za primijenjene varijante prije svega, sagledani su prostorni uslovi postojećeg stanja.

Trokaka raskrsnica u postojećem stanju je regulisana vertikalnom, horizontalnom i svjetlosnom signalizacijom u pogledu saobraćajnog uređenja.

Poprečni profil magistralnog puta se sastoji od ukupno dvije saobraćajne trake, odnosno sa po jednom trakom za svaki smjer, dok je poprečni profil transferzale T8 od ukupno pet traka, dvije po smjeru i jedna za lijeva skretanja u zoni raskrsnice. [1]

## 2. ELEMENTI PLANA I PROFILA PO VARIJANTAMA

	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3
<b>Kružni tok</b>	-	-	
Vanjski radijus (m)	-	-	28.5
Unutrašnji radijus (m)	-	-	17
Širina kolovoza (m)	-	-	10
Širina Aprona (m)	-	-	1.5
<b>Krak 1 – M4 zapad</b>			
Dužina (m)	540	180	101
Širina kolovoza (m)	14	7	8.1
Širina ulaza (m)	-	-	4
Širina izlaza (m)	-	-	5
Ulazni radijus (m)	-	-	14.5
Izlazni radijus (m)	-	-	19.5
Ostrvo (dužina x širina na kraju)	Ostrvo čitavom dužinom 1.5 m širine		23 x 5.5
Dužina nadvožnjaka (m)	24	21	
<b>Krak 2 – M4 istok</b>			
Dužina (m)	177	170	50
Širina kolovoza (m)	14	7	7.4
Širina ulaza (m)	-	-	4
Širina izlaza (m)	-	-	5
Ulazni radijus (m)	-	-	14.5
Izlazni radijus (m)	-	-	19.5
Ostrvo (dužina x širina na kraju)	Ostrvo čitavom dužinom 1.5 m širine		16.5 x 4.5
<b>Krak 3 – T8 jug</b>			
Dužina (m)	307	242	40
Širina kolovoza (m)	14	7	17.1
Širina ulaza (m)	-	-	8
Širina izlaza (m)	-	-	9

Ulazni radijus (m)	-	-	19.5
Izlazni radijus (m)	-	-	24.5
Ostrvo (dužina x širina na kraju)	Ostrvo čitavom dužinom 2m širine	Ostrvo čitavom dužinom 2m širine	Ostrvo čitavom dužinom
Dužina potpornih zidova (m)	-	80	-
Širina ulazno/silaznih rampi	4.5/4.5	4.5; 3.5/3.5	-
	<b>Varijanta 1</b>	<b>Varijanta 2</b>	<b>Varijanta 3</b>
Površina kolovoza (m <sup>2</sup> )	15976	8115	3666
Površina trotoara (m <sup>2</sup> )	3980	2741	1086
Površina zelenila (m <sup>2</sup> )	1395	-	908
Površina ostrva (m <sup>2</sup> )	-	-	186
Površina aprona (m <sup>2</sup> )	-	-	167
Dužina potpornih zidova (m)	140	80	-
Dužina nadvožnjaka (m)	24	21	-

Tabela 1. Elementi plana i profila

### 3. ANALIZA NIVOVA USLUGE

Analizom nivoa usluge obuhvaćene su tri varijante raskrsnice. Za analizu je korišten aplikativni softver iz oblasti saobraćajnog inženjerstva Synchro v8.0 koji je prilagođen metodologiji HCM –a 2010 (Highway Capacity Manual). [2]

#### HCM Unsignalized Intersection Capacity Analysis

5:

28.1.2014

	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Movement						
Lane Configurations		↑	↑↑		↑↑	
Sign Control		Yield	Yield		Yield	
Volume (vph)	0	150	400	0	550	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Hourly flow rate (vph)	0	163	435	0	598	0
Direction, Lane #	EB 1	WB 1	WB 2	SE 1	SE 2	
Volume Total (vph)	163	217	217	299	299	
Volume Left (vph)	0	0	0	299	299	
Volume Right (vph)	0	0	0	0	0	
Hadj (s)	0.03	0.17	0.17	0.53	0.53	
Departure Headway (s)	6.7	6.8	6.8	6.8	6.8	
Degree Utilization, x	0.30	0.41	0.41	0.56	0.56	
Capacity (veh/h)	518	513	515	510	508	
Control Delay (s)	12.5	13.2	13.2	17.1	17.1	
Approach Delay (s)	12.5	13.2		17.1		
Approach LOS	B	B		C		
<b>Intersection Summary</b>						
Delay			15.0			
HCM Level of Service			C			
Intersection Capacity Utilization			35.5%	ICU Level of Service	A	
Analysis Period (min)			15			

Slika 1. Izvještaj iz programa Synchro 8. sa proračunatim nivoom usluge za varijantu 1.

Prilikom analiziranja Varijanti 1 i 2, gdje se planira produžetak Transverzale 8 na sjever, veličine saobraćajnih tokova sa sjevernog prilaza su aproksimirane na osnovu ranije izvršenih brojanja na susjednim raskrscima, te na osnovu prethodnih planerskih iskustava u gradovima veličine kao što je Grad Tuzla.

Varijanta 1. je definisana na planiranoj rekonstrukciji magistralne ceste M4 na ovoj dionici, s obzirom da se ista nalazi u horizontalnoj krivini. Rekonstrukcijom magistralnog puta M4 predviđa se nadogradnja dvije saobraćajne trake i korekcija elemenata horizontalne geometrije kao i nivelete u dužini od 800 m. Transferzala T8 bi sa svjetlom visinom od 4,50 m prolazila ispod rekonstruisanog magistralnog puta M4, odnosno, magistralni put bi prelazio nadvožnjakom preko pomenute raskrsnice. Veza denivelisanih saobraćajnica bila bi omogućena izgradnjom dvije rampe jedna uzlazno-silazna, i jedna uzlazna. [1]

**Preliminarnom analizom varijante raskrsnice utvrđena je iskorištenost kapaciteta od 35.5% i nivo usluge za varijantu 1 je C. [2]**

Varijanta 2. je definisana na istom konceptu kao i varijanta 1, ali bez dodatnih intervencija na magistralnom putu M4 izuzev korekcija koje se odnose na obezbjeđenje neophodne visine svijetlog otvora između denivelisanih saobraćajnica. Takođe, veza T8 i M4 se ostvaruje izgradnjom dvije rampe jedna silazna i jedna uzlazna kao i preko rekonstruisane dvosmjernе ceste na sjevernoj strani. [1]

### Lanes, Volumes, Timings

3:

28.1.2014

	↔	→	↔	←	←	↔	↔
Lane Group	EBU	EBT	EBR	WBL	WBT	NWL	NWR
Lane Configurations		↔			↔	↔	↔
Volume (vph)	150	400	0	0	200	250	150
Satd. Flow (prot)	0	1820	0	0	1844	1808	1439
Flt Permitted		0,840				0,950	
Satd. Flow (perm)	0	1520	0	0	1844	1457	1278
Satd. Flow (RTOR)							159
Lane Group Flow (vph)	0	598	0	0	217	272	163
Turn Type	Perm	NA			NA	NA	Perm
Protected Phases		4				2	
Permitted Phases	4				8		2
Total Split (s)	20.0	20.0	0.0	0.0	20.0	20.0	20.0
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Act Effct Green (s)		16.0			16.0	16.0	16.0
Actuated g/C Ratio		0.40			0.40	0.40	0.40
v/c Ratio		0.98			0.29	0.42	0.27
Control Delay		50.5			9.6	5.1	1.6
Queue Delay		0.0			0.0	0.0	0.0
Total Delay		50.5			9.6	5.1	1.6
LOS		D			A	A	A
Approach Delay		50.5			9.6	3.8	
Approach LOS		D			A	A	
<b>Intersection Summary</b>							
Cycle Length: 40							
Actuated Cycle Length: 40							
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2.NWL and 6., Start of Green							
Control Type: Pretimed							
Maximum v/c Ratio: 0.98							
Intersection Signal Delay: 27.2				Intersection LOS: C			
Intersection Capacity Utilization 63.7%				ICU Level of Service B			
Analysis Period (min) 15							

Slika 2. Izvještaj iz programa Synchro 8, sa proračunatim nivoom usluge za varijantu 2.

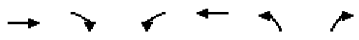
**Preliminarnom analizom varijante raskrsnice utvrđena je iskorištenost kapaciteta od 63.7% i nivo usluge za varijantu 2 je C. [2]**

Varijanta 3. je definisana kao dvotračna kružna raskrsnica sa jednotačnim ulazima/izlazima širine 4/5 metara na magistralnom putu M4, i dvotračnim ulazima/izlazima širine 4/5 metara sa zadržavanjem središnjeg ostrva na dijelu transferzale T8 jer se na ovaj način ne ugrožava komforan poprečni profil transferzale. Horizontalna geometrija je projektovana kako bi se zadovoljila prohodnost mjerodavnog vozila. Kružni tok je spušten južno po pravcu transferzale T8 kako bi se dobio odgovarajući prostor, kao i da bi se izbjegli problemi sa uklapanjem u postojeće stanje tj. da se ne bi ugrozili stambeni objekti sa sjeverne strane. [1]

Lanes, Volumes, Timings

1: Transverzala 8 & M4-ka centru/M4-ka S.Hanu

28.1.2014



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↗			↖	↘	↙
Volume (vph)	400	350	125	275	75	425
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.5	4.5
Grade (%)	2%			2%	4%	
Storage Length (m)		0.0	0.0		0.0	0.0
Storage Lanes		0	0		1	1
Taper Length (m)			7.5		7.5	
Satd. Flow (prot)	1666	0	0	1752	1804	1614
Flt Permitted				0.985	0.950	
Satd. Flow (perm)	1666	0	0	1752	1804	1614
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	128.1			100.3	60.7	
Travel Time (s)	9.2			7.2	4.4	
Lane Group Flow (vph)	815	0	0	435	82	462
Sign Control	Yield			Yield	Yield	

Intersection Summary	
Area Type:	Other
Control Type:	Roundabout
Intersection Capacity Utilization	87.3%
ICU Level of Service	E
Analysis Period (min)	15

Slika 3. Izvještaj iz programa Synchro 8, sa proračunatim nivoom usluge za varijantu 3

Preliminarnom analizom varijante 3 – kružna raskrsnica utvrđena je iskorištenost kapaciteta od 87.3% i nivo usluge za varijantu 3 je E. [2]

#### 4. TROŠKOVI EKSPROPRIJACIJE I TROŠKOVI GRAĐENJA

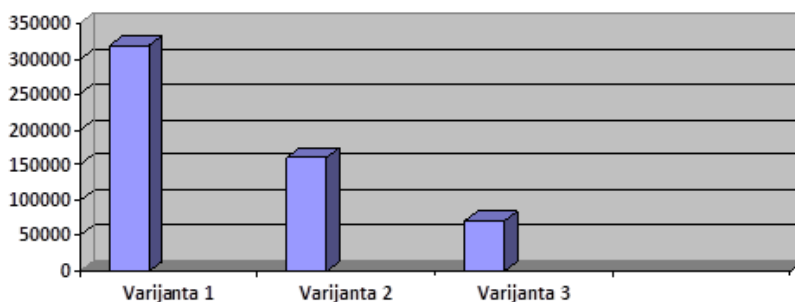
	VARIJANTA 1	VARIJANTA 2	VARIJANTA 3
<b>UKUPNA POVRŠINA ZA IZUZIMANJE (m<sup>2</sup>)</b>	15937,3	7983	3579,60
<b>JEDINIČNA CIJENA (KM/m<sup>2</sup>)</b>	20	20	20
<b>UKUPNA CIJENA</b>	318746	159660	71592

## 5. МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА

Савремена достигнућа у грађевинарству 21. април 2017. Суботица, СРБИЈА

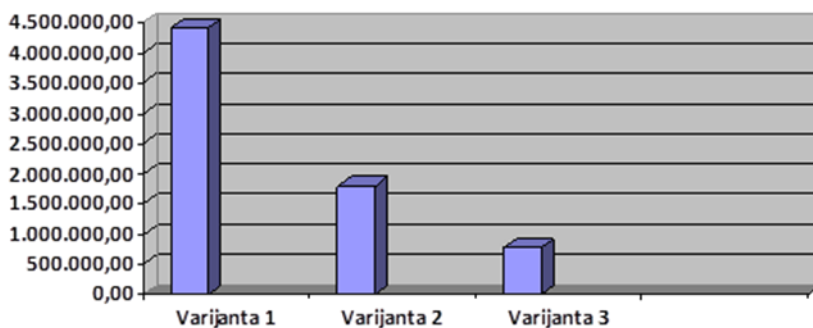
BROJ PARCELA	488, 489, 1139, 502, 500, 495, 496, 3291/2, 3291/1, 3290,2, 3290/1, 3294/1, 3295, 3297/4, 3300/24, 112, 12, 466, 476/2, 476/1, 473, 470, 483, 485, 487, 114	488, 485, 487, 466, 112, 12, 494, 114	488
--------------	---	---	-----

Tabela 2. Ukupna cijena eksproprijacije



Slika 4. Grafčki prikaz cijena eksproprijacije

### 5. PRIKAZ I UPOREĐIVANJE RAZMATRANIH VARIJANTI



Slika 5. Grafčki prikaz ukupne cijene građenja

## 6. ZAKLJUČAK

Radom su prezentovana varijantna rješenja gradske saobraćajnice na spoju magistralne ceste M4 i transferzale T8 u Tuzli.

Prikazani su i razrađeni elementi plana i elementi profila po varijantama kao i troškovi građenja uključujući i troškove eksproprijacije.

Isto tako urađena je i analiza nivoa usluge za varijantna rješenja raskrsnice. Za analizu je korišten aplikativni softver iz oblasti saobraćajnog inženjerstva Synchro v8.0 koji je prilagođen metodologiji HCM –a 2010 (Highway Capacity Manual).

Prilikom analiziranja i traženja optimalnog rješenja raskrsnice na spoju magistralne ceste M4 i transferzale T8 u Tuzli, za svaku od varijanti je urađen i predmjer radova sa uključenim cijenama radova i radne snage kako bi svi elementi koji utiču na konačan izbor optimalne varijante bili uključeni.

Na osnovu višekriterijumske analize razmatranih varijanti, usvojena je varijanta 1 kao optimalno tehničko rješenje. Iako najskuplja, varijanta 1 predstavlja nasloženiji i najobimniji tehnički poduhvat od priloženih varijanti, ali sa aspekta društvenog interesa kao i po pitanju sinhronizacija sa prostorno planskim rješenjima koje Grad Tuzla planira da realizuje, ova varijanta predstavlja optimalan koncept.

Rad predstavlja osnovu za daljnja istraživanja i može poslužiti kao dobra osnova za rješavanje problematike vezane za gradske saobraćajnice i raskrsnice.

## LITERATURA

- [1] IDEJNI PROJEKAT NASTAVKA „JUŽNE SAOBRAĆAJNICE“ U TUZLI, DIONICA ŠI SELO – SLAVINOVIĆI, L=cca 1KM, Institut za građevinarstvo „IG“ d.o.o. Banja Luka, 2014.
- [2] Synchro Studio 8, Warrants 8, & TripGen 2013., Version 8 (Updated December 18, 2014)
- [3] Topologija gradskih saobraćajnica, Nadzor i regulisanje cestovnog saobraćaja, Fakultet za Saobraćaj i Komunikacije, Sarajevo 2013.
- [4] Autorizovana predavanja Dr. sc. Zahid Bašić, Gradske saobraćajnice i raskrsnice, Univerzitet u Tuzli, Tuzla 2015.

## ANALYSIS AND COMPARISON OF ALTERNATIVES CITY CROSSROADS IN TUZLA

**Summary:** *This work presents alternative solutions city road at the junction of the main road M4 and transversal T8 in Tuzla.*

*Option 1, is defined by the planned reconstruction of the main road M4 at this stage, given that it is located in a horizontal curve. The reconstruction of the main road M4 predicted upgrade two traffic lanes and correction elements horizontal geometry and the vertical alignment over a length of 800 m. Transversal to T8 with bright height of 4.50 m passing beneath the reconstructed highway M4, respectively, the main road to crossing the*

*overpass over the mentioned intersection. Connection leveled roads would be enabled by building two ramps one ascending-descending, and one upward. Option 2, is defined on the same concept as the variant 1, but without further intervention on the highway M4 except for corrections relating to the provision of the necessary clear height between grade separated junctions. Also, the connection T8 and M4 is achieved by building two ramps one downward and one upward and over the reconstructed two-way road on the north side. Option 3, is defined as a two-lane roundabout with a single-lane entryway /outputs width of 4.5 meters on the main road M4, and two-lane entryway /outputs width of 5.4 meters with the retention of the central islands of the transversal T8 because in this way does not compromise comfort cross section transferzale. The horizontal geometry is designed to meet the mobility of the relevant vehicle. Round about is down south along the direction transversal T8 to obtain adequate space, as well as to avoid problems with fitting in the current situation, ie. so as not to jeopardize the residential buildings on the north side. The paper presents elements of the plan and profile elements by variants as well as construction costs including the cost of expropriation.*

**Keywords:** highway, transversal, cross roads, flyover, roundabout