



ANALIZA PROPUSNE MOĆI I IDEJNO RJEŠENJE RASKRIŽJA „DRVENI MOST“ U ZENICI

Doc. dr. sc. **Ivan Lovrić**, dipl. ing. građ.
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru
Marko Bošnjak, magistar građevinarstva
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

Sažetak: Kroz ovaj rad izvršena je analiza raskrižja „Drveni most“ u gradu Zenici. Na temelju postojećeg prometnog opterećenja, te planiranih rekonstrukcija na makro nivou cestovne gradske mreže izvršena je prognoza prometnog opterećenja za plansko razdoblje do 2020. godine. Za slučaj postojećeg i planiranog prometnog opterećenja je provedena analiza propusne moći, te temeljem provedenih analiza istražena optimalna varijanta rekonstrukcije raskrižja s aspekta građevinsko-prometnog kriterija. Usvojena varijanta jeste jednotračni rotor koji je projektiran na razini idejnog rješenja.

Ključne riječi: analiza propusne moći, prometno opterećenje, optimalna varijanta, jednotračni rotor

CAPACITY ANALYSIS AND CONCEPTUAL DESIGN OF THE "WOODEN BRIDGE" INTERSECTION IN ZENICA

Abstract: Analysis of the intersection "Wooden Bridge" in the town of Zenica was carried out through this paper. Based on the existing traffic volume and planned reconstructions at the macro level of urban road network, traffic volume forecast was conducted for the planning period to 2020. Capacity was analyzed for cases of existing and planned traffic volumes, and based on conducted analyses we investigated the optimal variant of reconstruction of the intersection in terms of construction-traffic criterion. The adopted variant is a single-track roundabout that is designed at the level of conceptual design.

Key words: capacity analysis, traffic volume, optimal variant, single-track roundabout



1. UVOD

Promatrano semaforizirano raskrižje se nalazi na ulazu u centralno gradsko područje Zenice, što je vidljivo na slici 1.



Slika 1. Položaj raskrižja

Pravcem sjever-jug proteže se ulica Obalni Bulevar kao dvotračna prometnica (1+1), te ista ima dodatni trak za lijeva skretanja pred samim raskrižjem. Sa zapada u raskrižje se priključuje ulica Lonđa, također kao dvotračna (1+1), sa dodatnim trakom za lijeva skretanja pred samim raskrižjem. Iz pravca istoka prema raskrižju je ulica 1. Zeničke Brigade, te se ista nalazi na „Drvenom mostu” također kao dvotračna (1+1), bez dodatnih trakova.

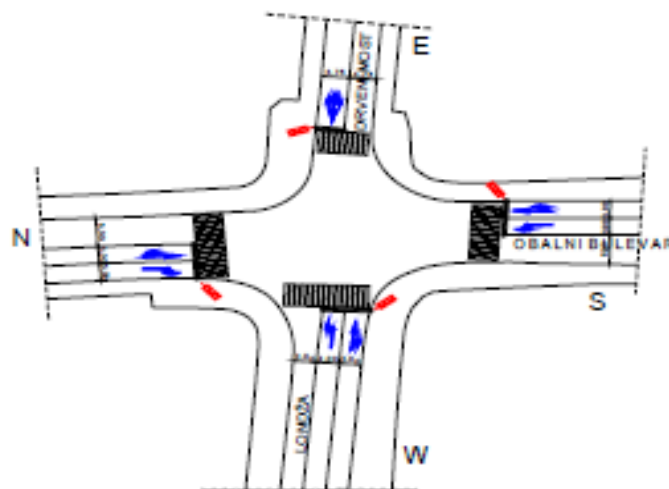
Pravac istok-zapad prometno je opterećeniji od pravca sjever-jug. Kontrola prometa vrši se svjetlosnom signalizacijom dvofaznog sustava.

Širina istočnog privoza koji se nalazi na Drvenom mostu je 7.4 m (2*3.7 m), sa pješačkim stazama 2*2.5 m.

Zapadni privoz ima širinu 6 m, s tim da pred samim raskrižjem ima širinu od 9 m (3*3 m), sa pješačkim stazama 2*4.5 m.

Širina privoza koji se pruža pravcem sjever-jug je 11 m, i cijelom svojom duljinom je iste širine, sa pješačkim stazama 2*3 m.

Svi privozi prikazani su na slici 2.



Slika 2. Prikaz postojećih privoza na raskrižju „Drveni most“



Ideja za izradu rada potiče od kritičkog osvrt na postojeća razmišljanja, te problema koji se javljaju na spomenutom raskrižju. Naime, ključni metodološki nedostatak postojećih razmišljanja leži u činjenici da se rade projekti za nešto što unaprijed nije analizirano i dokazano da će uistinu donijeti poboljšanje i time se često izlaže nepotrebnim troškovima, koji u dosta slučajeva ne donesu tražena poboljšanja. Spomenuto raskrižje predstavlja jedan od najvećih prometnih problema grada Zenica, jer se nalazi na ulazu u centralno gradsko područje, a isto je locirano na „Drvenom mostu“ koji povezuje desnu i lijevu obalu rijeke Bosne (Slika 3.). Prostorna razdioba kretanja pokazuje da je izvor i cilj kretanja centralna zona i radna zona Željezare Zenica koje se nalaze na lijevoj strani rijeke Bosne.



Slika 3. Izgled raskrižja

2. ANALIZA PROMETNOG OPTEREĆENJA

2.1. Prometno opterećenje raskrižja „Drveni most“ u 2012. godini

Na promatranom raskrižju izvršeno je brojanje prometa u svrhu dobivanja podataka o veličini, raspodjeli i strukturi prometnog opterećenja, te snimanje faznog sustava na semaforima.

Brojanje je izvršeno u vršnim satima: od 07.00-08.00 te od 15.00-16.00 sati. Zbog većeg prometnog opterećenja u poslijepodnevni satima, to opterećenje je uzeto kao relevantno (Tablica 1.).

Tablica 1. Prikupljeni podaci o prometnom opterećenju na raskrižju „Drveni most“, 2012.g.

PRILAZ	lijevo			pravo			desno		
	PA	TA+BUS (%)	Σ	PA	TA+BUS (%)	Σ	PA	TA+BUS (%)	Σ
N - S	228	20 (8)	248	52	4 (7)	56	16	0	16
W - E	16	0	16	576	0	576	64	0	64
S - N	12	0	12	36	0	36	124	20 (14)	144
E - W	64	8 (11)	72	352	8 (2)	360	208	8 (4)	216



Postotak teških vozila (TA+BUS) dat je u zgradama. Kako variranja intenziteta toka unutar sata mogu biti značajno različita u smislu propusne moći funkcionalnog elementa ceste ili promjene kvalitete odvijanja tokova u odnosu na uprosječene satne vrijednosti, u pravilu se po HCM-u iz 15-minutnog intervala izvodi ekvivalentno satno opterećenje na osnovi maksimalno izmjerenog unutar manjeg intervala od jednog sata.

Dakle, ekvivalentno satno opterećenje ćemo dobiti pomoću faktora vršnog sata (PHF). Dobiveni PHF nalaze se u tablici 2.

Tablica 2. Faktori vršnog sata razvrstani prema privozima i smjerovima

PRIVOZ	lijevo	pravo	desno
EB	0,61	0,93	0,78
WB	0,61	0,90	0,74
NB	0,91	0,82	0,84
SB	0,61	0,93	0,90

U isto vrijeme, dok je vršeno brojanje vozila, registrirali su se i pješaci koji prelaze preko određenog privoza, tako da podatke o pješacima nalazimo u tablici 3. Prosječna brzina za pješaka uzimana je 1,2 m/s.

Tablica 3. Opterećenje u vidu pješaka

PRIVOZ	br.pješaka
EB	357
WB	222
NB	329
SB	404

Podatke o svjetlosnoj signalizaciji, dobili smo mjerenjem faza na semaforima. Na raskrižju „Drveni most” imamo dvofazni sustav ukupnog trajanja od 62 s.

Zelenu fazu u trajanju od 30 s ima privoz E-W, dok privoz N-S ima trajanje od 22 s.

Duljina žutog signala je 3 s, dok sigurnosni signal „svi crveno” ima trajanje od 2 s.

2.2. Prometno opterećenje raskrižja „Drveni most” u 2020. godini

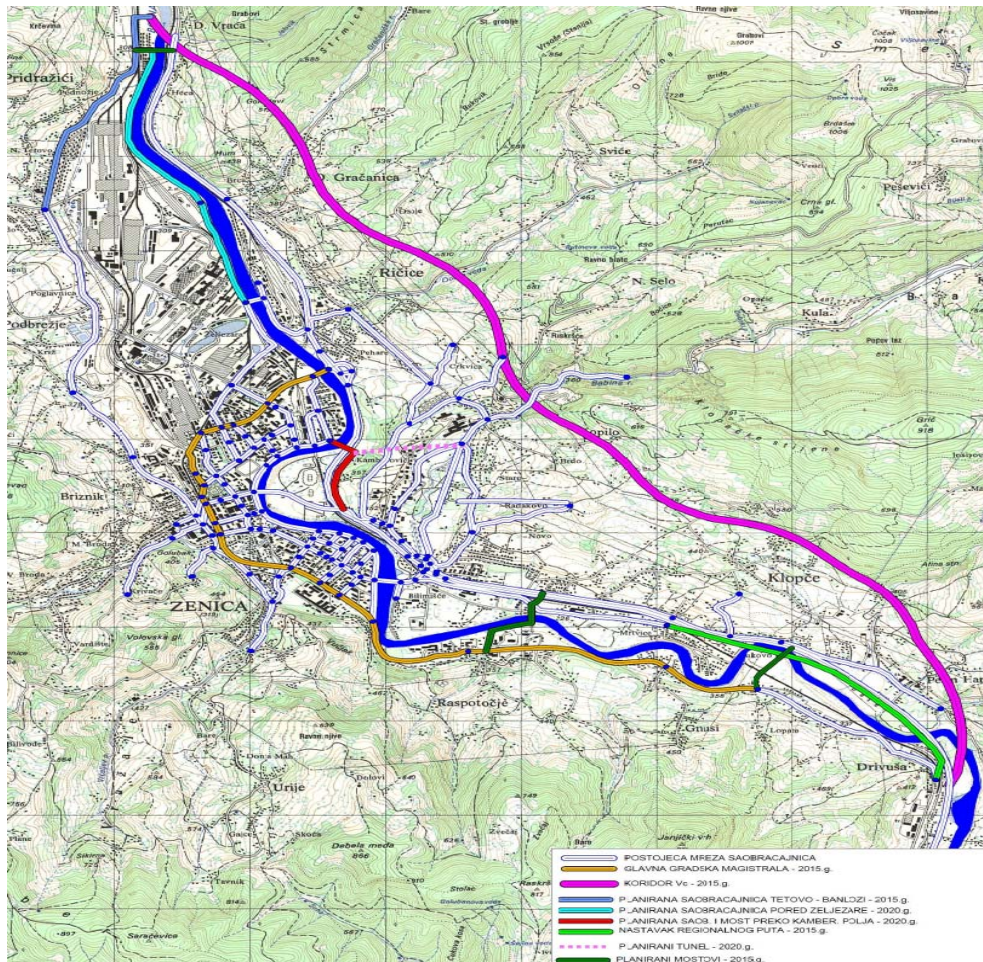
Promatrano raskrižje ne može se promatrati izolirano, nego kao sastavni dio složenog prometnog rješenja grada Zenice. Imajući u vidu navedeno, kompletnu analizu prometnog opterećenja za planski period, promatrat ćemo na makronivou cestovne gradske mreže (Slika 4.).

Do kraja 2020. godine, planirano je da se (preuzeto iz „Studija sistema saobraćajne mreže grada Zenica sa analizom i prognozom saobraćaja“):

- formira kružni prsten oko grada izgradnjom GGM-a (glavne gradske magistrale), koja obuhvata lijevu i desnu obalu rijeke Bosne (trenutno je u fazi izgradnje i rok za završetak radova je kraj 2015.godine). Ovo je visokokapacitativna prometnica
- izmještanje autoceste izvan užeg gradskog područja i njegovo uklapanje u transeuropski koridor V-C, čime bi sadašnja magistralna cesta M-17, postala brza gradska prometnica koja bi činila dio kružnog prstena GGM-a i postala bi glavna longitudinalna veza za realizaciju izvorno-ciljnog i lokalnog prometa. Obzirom na njen dobar položaj (longitudinalan razvoj Zenice upravo uz ovu prometnicu), omogućit će brzo kretanje u pravcu istok-zapad



- postepeno smanjenje opterećenja na pojedinim raskrižjima, izgradnjom novih mostova te integriranjem grada na lijevoj i desnoj obali rijeke Bosne
- oslobađanje gradskog centra od mehaniziranih kretanja, što stvara mogućnost formiranja pješačkih koridora
- kvalitetno opsluživanje svih dijelova grada linijama javnog gradskog prijevoza



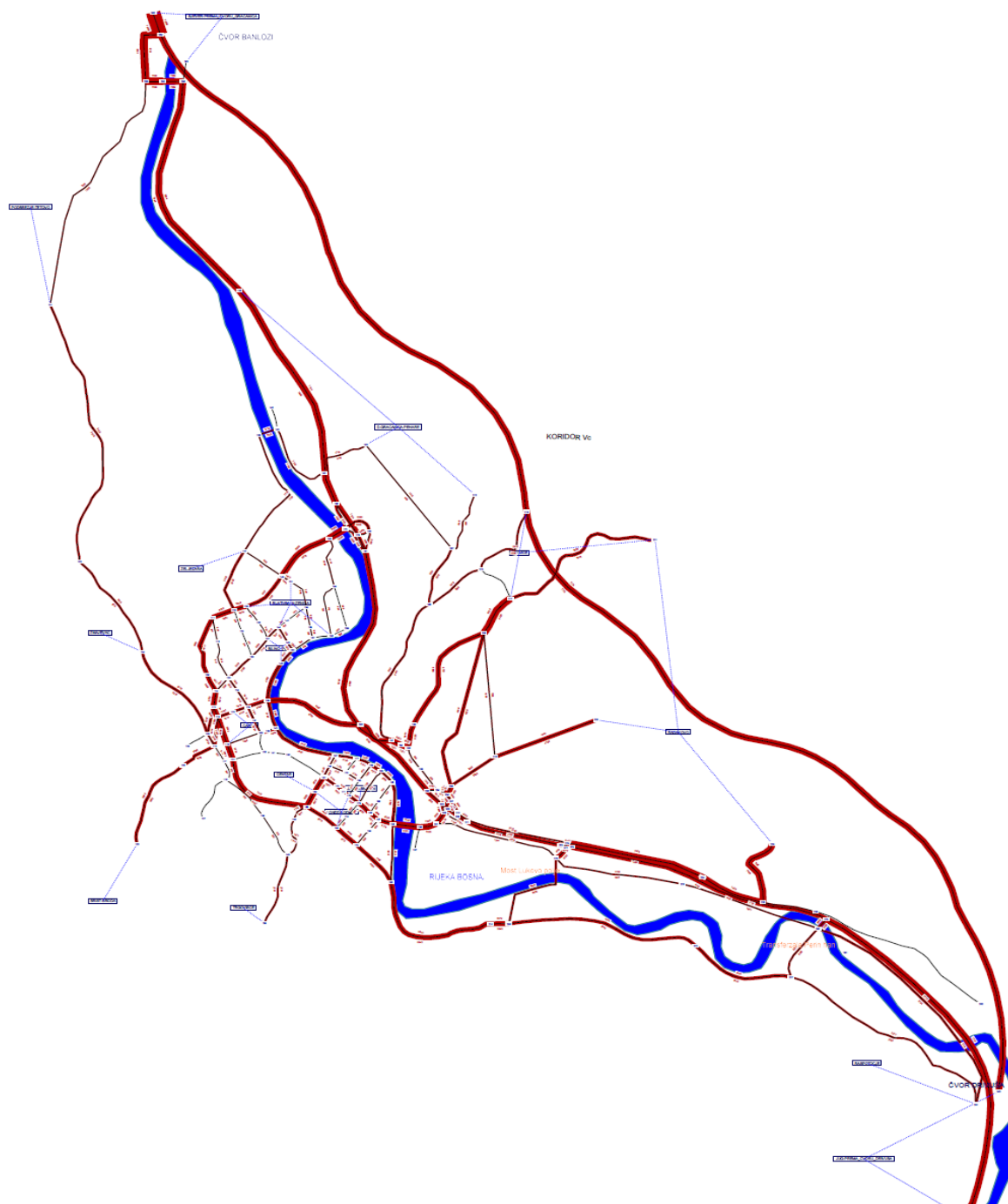
Slika 4. Planirana mreža prometnica grada Zenica

Na osnovu prometnog planiranja, napravljen je model gradske mreže sa prometnim opterećenjem po čvorovima te mreže.

Opći postupak prometnog planiranja, možemo raščlaniti u sljedeće korake:

- definiranje problema
- stvaranje statističko-dokumentacijske osnove
- predviđanje društveno-ekonomskog razvoja
- predviđanje prijevozne potražnje (stvaranje putovanja, razdioba putovanja, izbor prijevoznog sredstva, pripisivanje putovanja na mrežu prometnica)
- izrada varijantnih rješenja
- donošenje odluke

Pripisivanje putovanja na planiranu mrežu prometnica se može iskazati u broju putnika ili broju vozila (Slika 5.).



Slika 5. Intenzitet prometa na planiranoj cestovnoj mreži 2020. godine

Na slici 6. imamo izdvojeno raskrižje „Drveni most” sa PGDP u 2020.godini.



Slika 6. Raskrižje „Drveni most” sa PGDP u 2020. godini

Mjerodavno prometno opterećenje, koje je nama potrebno odredit ćemo preko faktora n-tog sata (FNS) i prosječnog godišnjeg dnevnog prometa (PGDP).

$$Q_{\text{mjer}} = \text{FNS} * \text{PGDP} \text{ (voz/h)}$$

Raspodjelu po skretanjima i postotcima teških vozila (HV), računali smo u postotcima iz prometnog opterećenja u 2012. godini, tako da smo za planirano prometno opterećenje u 2020. godini dobili (Tablica 4.):

Tablica 4. Prometno opterećenje na raskrižju „Drveni most” u 2020. Godini

PRILAZ	lijevo	pravo	desno
	Σ	Σ	Σ
N - S	277	63	18
W - E	13	455	51
S - N	11	33	133
E - W	80	402	241

3. ANALIZA PROPUSNE MOĆI

3.1. Analiza propusne moći postojećeg raskrižja

Analiza propusne moći za postojeće stanje provedena je prema metodologiji HCM, za popodnevni vršni sat. Prikaz unosa veličine i raspodjele prometnog opterećenja po trakovima, te podataka o svjetlosnoj signalizaciji u HCS 2000, prikazan je na slici 7. i 8.



Analizom propusne moći postojećeg stanja raskrižja „Drveni most“ došli smo do rezultata da je razina usluge (RU) za prometno opterećenje iz 2012. godine F, što se smatra neprihvatljivim, i pravi velike prometne probleme na navedenom raskrižju.

HCS2000 Signals - [I.drveni most - postojeće stanje]

File Edit View Window Help

Input Quick Jump Report Quick Jump

SIGNALIZED INTERSECTIONS OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Marko Bošnjak Intersection: Drveni most

Agency/Co.: GFMO Area Type: CBD or Similar

Date: 03.05.2012. Units: U. S. Metric Jurisdiction:

Analysis Time Period: 15-16 Analysis Year: 2012

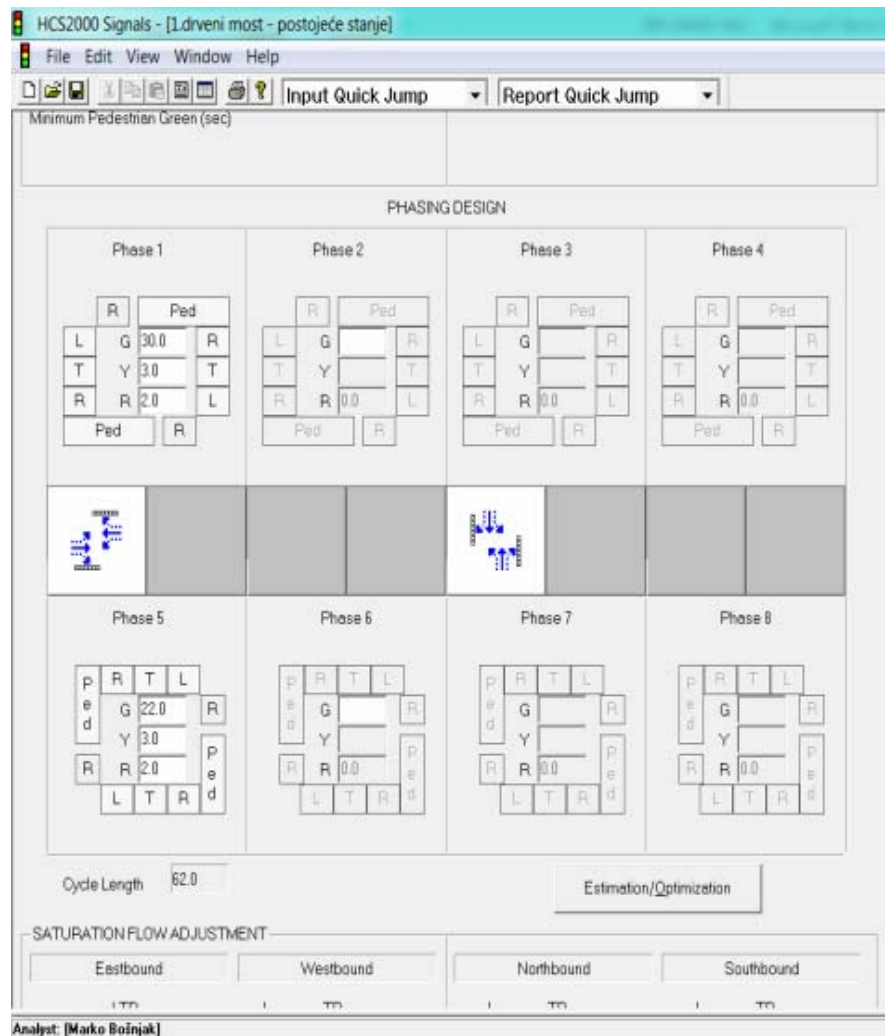
Project Description: Stvarno (postojeće) stanje

East/West Street Name: I. Zeničke Brigade North/South Street Name: Obalni Bulevar

GEOMETRY and VOLUME Quick Entry

Eastbound			Westbound			Northbound			Southbound		
Left	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Thru	Right
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
Shared			Shared			Shared			Shared		
LTR			L TR			L TR			L TR		
Receiving Lanes: 1			Receiving Lanes: 1			Receiving Lanes: 1			Receiving Lanes: 1		
Volume (vph), Increment All: 10 %						Duration: 0.25 hours					
72	360	216	16	576	64	248	56	16	12	36	144
Peak Hour Factor, PHF, All: 0.90											
0.61	0.93	0.78	0.61	0.90	0.74	0.91	0.82	0.84	0.61	0.93	0.90
Peak-15 Minute Volume (v)											
30	97	69	7	160	22	68	17	5	5	10	40
Right Turns on Red (vph)											

Slika 7. Prikaz veličine i raspodjele prometnog opterećenja u software-u HCS 2000



Slika 8. Prikaz podataka o svjetlosnoj signalizaciji u software-u HCS 2000

3.2. Analiza propusne moći postojećeg raskrižja uz optimizaciju i promjenu faza svjetlosnih signala

U software-u HCS 2000 imamo mogućnost, da za unesene podatke o svjetlosnoj signalizaciji, izvršimo optimalizaciju ciklusa, tj. HCS optimalno određuje trajanje pojedine faze i ukupnog ciklusa, kako bi postigli najbolje rezultate, odnosno razinu usluge (RU). Optimizacijom, duljina ciklusa se povećala sa prijašnjih 62 s na 73 s, te smo istočnom i sjevernom privozu dodali dodatnu fazu (dodatna zelena vremena), jer su imali najlošije rezultate, no ni ovim „zahvatom“ nismo uspjeli riješiti problem, mada se još uvijek radi o prometnom opterećenju iz 2012. godine.

3.3. Analiza propusne moći raskrižja uz rekonstrukcije na mostu i dodatnu optimizaciju svjetlosnih signala

Ovom analizom pokušat ćemo poboljšati stanje na raskrižju, tako što bi istočnom privozu dodali dodatni trak za lijeva skretanja, a nakon toga izvršili optimizaciju svjetlosne signalizacije za kompletno raskrižje.



Sadašnje stanje je takvo, da je cesta dvotračna (1+1) i pred samim raskrižjem na ovom privozu nemamo dodatnih trakova, dakle svo prometno opterećenje treba da kanalizira jedan prometni trak.

Ideja je da se desna pješačka staza mosta koja je trenutno široka 2,5 m ukine i iskoristi kao dodatni prostor kojim bi uspjeli napraviti trak za lijeva skretanja, jer je sadašnja vozna širina na mostu 7,4 m. Dakle sa ovim proširenjem, imali bi 3 traka po 3,30 m.

Ovo ako bi prošlo sa aspekta propusne moći, trebalo bi ispitati i analizirati konstruktivnu mogućnost ojačavanja mosta (kao npr. ojačavanje sa karbonskim trakama), s obzirom da bi došlo do povećanja korisnog opterećenja, te ispitati financijsku isplativost same investicije.

Ovom analizom došli smo do poboljšanja razine usluge na raskrižju, tako da je sad D, uz zakašnjenje od 51,9 s sa prijašnjih 79 s. Duljina ciklusa je također produžena na 93 s, uz dodatne faze za istočni i sjeverni privoz.

3.4. Analiza propusne moći jednotračnog rotora

Obzirom da nijedno od navedenih poboljšanja nije zadovoljilo, analizirat ćemo propusnu moć jednotračnog rotora, jer za njega postoje prostorne mogućnosti da se izgradi.

Roundabouts - Unsignalized Intersections Worksheet

Page 1 of 1

ROUNDBABOUTS - UNSIGNALIZED INTERSECTIONS WORKSHEET					
General Information			Site Information		
Analyst	Marko Bošnjak		Intersection	Drveni most	
Agency/Co.	GFMO		Jurisdiction		
Date Performed	06.05.2012		Analysis Year	2012	
Time Period	15-16				
Project Description Analiza propusne moći sa jednotračnim rotorom					
Volume Adjustments					
		EB	WB	NB	SB
LT Traffic	Volume, veh/h	72	16	248	12
	PHF	0.61	0.61	0.91	0.61
	Flow rate, veh/h	118	26	272	19
TH Traffic	Volume, veh/h	360	576	56	36
	PHF	0.93	0.90	0.82	0.93
	Flow rate, veh/h	387	640	68	38
RT Traffic	Volume, veh/h	216	64	16	144
	PHF	0.78	0.74	0.84	0.90
	Flow rate, veh/h	276	86	19	160
Approach Flow Computation					
Approach Flow (veh/h)			Va (veh/h)		
V _{ae}			781		
V _{aw}			752		
V _{an}			359		
V _{as}			217		
Circulating Flow Computation					
Approach Flow (veh/h)			Vc (veh/h)		
V _{ce}			83		
V _{cw}			458		
V _{cn}			524		
V _{cs}			938		
Capacity Computation					
		EB	WB	NB	SB
Capacity	Upper bound	1297	965	915	654
	Lower bound	1082	782	738	510
v/c Ratio	Upper bound	0.60	0.78	0.39	0.33
	Lower bound	0.72	0.96	0.49	0.43

HCS2000™

Copyright © 2003 University of Florida, All Rights Reserved

Version 4.1d

Slika 9. Analiza RU (prometno opterećenje iz 2012. godine)

Iz navedenog vidimo da smo dobili poboljšanja, što ćemo zornije prikazi tabelarno, gdje će se vidjeti usporedba sa prethodnim varijantama (Tablica 5.).



Intervencija na raskrižju	RU (odnos $x = q / c$; prosječno zakašnjenje)			
	EB	WB	NB	SB
1. Postojeće stanje	1,99 F 470,4 s/voz	0,89 C 27,3 s/voz	1,21 F 117 s/voz	0,68 C 27,8 s/voz
2. Postojeće stanje i optimizacija svjetlosne signalizacije	1,08 E 73,9 s/voz	0,80 C 20,7 s/voz	1,02 E 72,1 s/voz	1,60 F 308,4 s/voz
3. Dodatni trak za lijevo skretanje na mostu + optimizacija svj. signalizacije	0,88 D 48,2 s/voz	0,97 D 51,8 s/voz	0,95 E 59,1 s/voz	0,83 D 53,7 s/voz
4. Jednotračni rotor	0,72	0,96	0,49	0,43

Tablica 5. Prikaz usporedbe različitih varijanti

Usporedbom u tabelarnom prikazu vidimo da je jednotračni rotor s aspekta propusne moći najbolje rješenje, međutim znajući da kod rotora teorijski nije preporučljivo da odnos $x = q / c$ prelazi vrijednost 0,8 ovaj rotor ćemo provjeriti i za prometno opterećenje iz 2020. godine, da vidimo opravdanost njegove izgradnje, s obzirom da ne postoje prostorne mogućnosti za izgradnju „turbo-rotora“. Dvotračni rotor kao mogućnost također ne dolazi u obzir zbog nepostojanja prostora za njegovu izgradnju, te zbog priključnih cesta koje su sve dvotračne. Inače, problem kod dvotračnih rotora su dodatne konfliktne situacije, koje se javljaju na ulazima i izlazima iz jedne u drugu traku u rotoru, zbog čega i jesu patentirani „flower-rotori sa bypasom“ da bi se to izbjeglo, međutim ni za njega ne postoje prostorne mogućnosti.

U nastavku je prikazan izlazni file iz HCS 2000 za prometno opterećenje iz 2020.godine:

Roundabouts - Unsignalized Intersections Worksheet Page 1 of 1

ROUNDBABOUTS - UNSIGNALIZED INTERSECTIONS WORKSHEET					
General Information			Site Information		
Analyst	Marko Bošnjak		Intersection	Drveni most	
Agency/Co.	GFMJ		Jurisdiction		
Date Performed	08.07.2012.		Analysis Year	2012	
Time Period	15-16				
Project Description Jednotračni rotor-opterećenje iz 2020.god.					
Volume Adjustments					
		EB	WB	NB	SB
LT Traffic	Volume, veh/h	80	13	277	11
	PHF	0.61	0.61	0.91	0.61
	Flow rate, veh/h	131	21	304	18
TH Traffic	Volume, veh/h	402	455	63	33
	PHF	0.93	0.90	0.82	0.93
	Flow rate, veh/h	432	505	76	36
RT Traffic	Volume, veh/h	241	51	18	133
	PHF	0.78	0.74	0.84	0.90
	Flow rate, veh/h	308	68	21	147
Approach Flow Computation					
Approach Flow (veh/h)			Va (veh/h)		
Vas			871		
Vaw			594		
Van			401		
Vas			200		
Circulating Flow Computation					
Approach Flow (veh/h)			Vc (veh/h)		
Vcs			74		
Vcw			511		
Vcn			581		
Vcs			830		
Capacity Computation					
		EB	WB	NB	SB
Capacity	Upper bound	1307	925	874	715
	Lower bound	1090	747	702	562
v/c Ratio	Upper bound	0.67	0.64	0.46	0.28
	Lower bound	0.80	0.80	0.57	0.36

HCS2000™ Copyright © 2003 University of Florida, All Rights Reserved Version 4.10

Slika 10. Analiza propusne moći jednotračnog rotora za sadašnje i planirano prometno opterećenje



	RU (odnos $x = q / c$)			
	EB	WB	NB	SB
1.Jednotračni rotor (opterećenje iz 2012. godine)	0,72	0,96	0,49	0,43
2.Jednotračni rotor (opterećenje iz 2020. godine)	0,80	0,80	0,57	0,36

Tablica 6. Prikaz usporedbe rezultata rotora u 2012. i 2020. god.

Iz izlaznih rezultata za opterećenje iz 2020. godine vidimo da najlošije rezultate imamo za istočni i zapadni privoz gdje je odnos $x = q / c = 0,8$ dakle na teorijskoj granici, no ukupno gledajući ipak imamo neznatna poboljšanja, s obzirom da se radi o planiranom opterećenju. Zorniji prikaz propusne moći jednotračnog rotora za sadašnje i opterećenje u 2020. godini može se vidjeti u tablici 6.

Analizu propusne moći jednotračnog rotora, radili smo i u „trial“ verziji software-a SIDRA INTERSECTION 5.1, s ciljem da napravimo detaljniju analizu ovog raskrižja, jer ovaj software pruža neke dodatne mogućnosti kod analize rotora, a također se zasniva na važećoj metodologiji HCM.

Jednotračni rotor (sadašnje opterećenje)	RU (odnos $x = q / c$; prosječno zakašnjenje)			
	EB	WB	NB	SB
1.HCS 2000	0,72	0,96	0,49	0,43
2.SIDRA INTERSECTION 5.1	0,69 A 3,7 s/voz	0,93 C 23,4 s/voz	0,505 B 10,1 s/voz	0,506 B 16,4 s/voz

Tablica 7. Razlike izlaznih rezultata HCS-a 2000 i SIDRA INTERSECTION 5.1 za sadašnje opterećenje

Jednotračni rotor (planirano opterećenje)	RU (odnos $x = q / c$; prosječno zakašnjenje)			
	EB	WB	NB	SB
1.HCS 2000	0,80	0,80	0,57	0,36
2.SIDRA INTERSECTION 5.1	0,752 A 3,7 s/voz	0,788 B 14,1 s/voz	0,591 B 12,5 s/voz	0,398 B 11,3 s/voz

Tablica 8. Razlike izlaznih rezultata HCS-a 2000 i SIDRA Intersection 5.1 za planirano opterećenje

U tablici 7. i 8. vide se razlike između software-a HCS 2000 i SIDRA INTERSECTION 5.1 na primjeru jednotračnog rotora za sadašnje opterećenje i planirano opterećenje.



3.5. Komentar na analizu propusne moći

Iz svega dosad izloženog, možemo zaključiti da jednotračni rotor s aspekta propusne moći zadovoljava u pogledu kapaciteta i propusnosti, za prometna opterećenja do 2020. godine. S obzirom da postojeće stanje raskrižja predstavlja „usko grlo“ na ulazu u centar grada, i prostorne mogućnosti ne dozvoljavaju da se vrše neke druge intervencije (turbo rotor, flower rotor, izgradnja drugog mosta...), ovo trenutno predstavlja „jedino i najbolje“ rješenje da se problem ovog raskrižja riješi.

4. IDEJNO RJEŠENJE JEDNOTRAČNOG ROTORA „DRVENI MOST“ U ZENICI

4.1. Tehničko izvješće

UVOD

Predmet projektnog zadatka je izrada projektne dokumentacije na nivou Idejnog rješenja za raskrižje „Drveni most“ u Zenici. Izradi projektne dokumentacije prethodila je prometna analiza, kojom su detektovani problemi na predmetnoj lokaciji. Sadašnja razina usluge za navedeno raskrižje je F.

U početnoj fazi, izvršeno je iskolčenje osovina, snimljena geodetska situacija i poprečni profili. Pripremljene podloge u AutoCAD - u poslužile su za izradu grafičkih priloga ovog projekta.

OPIS POSTOJEĆEG STANJA

Raskrižje „Drveni most“ Zenica ne može se posmatrati izolirano, nego kao sastavni dio složenog prometnog rješenja grada Zenice. Postojeće raskrižje je četverokrako regulirano uz pomoć svjetlosne signalizacije. Svi privozi su dvotračni. Imajući u vidu podatke prikupljene u Prometnoj studiji grada Zenice, prometnim analizama u software-ima HCS 2000 i SIDRA INTERSECTION 5.1 analizirani su kapaciteti navedenog raskrižja. Na osnovu više isprobanih varijantnih rješenja za sadašnje i prometno opterećenje u 2020. godini, kao najoptimalnija varijanta, istražena je mogućnost da se raskrižje kod Drvenog mosta riješi projektiranjem jednotračnog rotora. Mnogobrojne su prednosti kružnih raskrižja u odnosu na ostale tipove raskrižja u razini od kojih su samo neke: veća sigurnost, neprekinuti tok, redukcija brzine, veći protok, estetski element prostornog uređenja u gradskim centrima, itd.

OPIS PROJEKTIRANOG RJEŠENJA

Projektirano kružno raskrižje spada u kategoriju srednjih urbanih kružnih raskrižja vanjskog promjera 32 m, približnog kapaciteta 20.000 voz/dan. Projektiranje je izvedeno u skladu sa Smjernicama za projektiranje, građenje, održavanje i nadzor na putevima BiH (DDC 2005.), knjiga 1.1 – 4 Funkcionalni elementi i površine puta.

Po broju trakova ovo kružno raskrižje spada u jednotračna kružna raskrižja, širine voznog dijela od 8 m.

Geometrijski elementi usvojeni su prema Smjernicama, što uključuje širine, duljine, kuteve i polumjere primjenjene pri projektiranju. Središnji prometni otok je promjera 12 m.



Širine traka na ulazu su 4,0 m a na izlazu 4,50 m, kao i ulazni polumjer 12 m i izlazni polumjer 15 m.

Uz središnji otok koji se zasijava travom, uz mogućnost hortikulturnog uređenja, zbog malog polumjera rotora projektirana je proвозna površina za TTV-a širine 2,0 m, ograničena od voznog dijela kružnog toka oborenim rubnjakom 18/24.

Razdjelni otoci projektirani su tako da osiguraju nesumnjivo vođenje prometnih tokova i spriječe pogrešno skretanje vozila. Također u skladu sa Smjernicama, širina razdjelnog otoka omogućuje smještaj potrebne prometne signalizacije, a ujedno i štiti pješake koji se nađu na prijelazu određenog privoza.

Raskrižje je smješteno u gradskoj zoni složenih postojećih odnosa prilaznih prometnica, te postojećom izgradnjom okolnih objekata, što je i otežalo projektiranje raskrižja i prilaza.

Naime, raskrižje se nalazi na samom izlazu sa postojećeg Drvenog mosta koji je niveletski diktirao položaj kružnog raskrižja, što znači da visinu kružnog raskrižja nije bilo moguće niti podizati, niti značajno spuštati.

Raspoloživi terenski uvjeti diktirali su nagibe priključnih prometnica koji su u skladu sa dozvoljenim nagibima.

Poprečni nagib u kružnom toku projektiran je tako da je cijelo kružno raskrižje u horizontali sa poprečnim nagibom od 2,5% prema središnjem otoku. Odvodnja kolničke konstrukcije riješila bi se ugradnjom slivnika, koji bi se vodili do revizionog okna.

Dodatno usložnjavanje predstavljaju pješački tokovi koji su vođeni projektiranjem pločnika uz kružno raskrižje širine minimalno 2,10 m (dva reda pješaka 1,60 m + sigurnosna širina 0,50 m).

Na prilaznim krakovima projektirani su pješački prelazi širine 5,00 m, dovoljnim odmicanjem od prometnih traka u kružnom toku. Omogućeno je da vozila nakon prelaska preko pješačkog prijelaza imaju dovoljnu duljinu za uključivanje na prilaznoj cesti.

Na prilaznom kraku iz pravca „Drveni most – Obalni Bulevar“ je zbog postojanja autobusnog stajališta izvršena rekonstrukcija na većoj duljini zajedno sa rekonstrukcijom postojećeg autobusnog stajališta. Na dijelu iza autobusnog stajališta je izvršeno proširenje trotoara na širinu od 3,0 m. Sa lijeve strane istog prilaza predviđena je širina pješačke staze od 2,1 m. Na prilazu su predviđene dvije vozne trake širine 3,70 m. Naime, u ovom privozu je zbog velike širine dvotračne prometnice poželjno izvesti suženje u svrhu boljeg i sigurnijeg vođenja vozila, a sve pomoću razdjelnog otoka zasijanog travom.

Na prilaznom kraku prema „Lonđi – Centru“ predviđena su dva vozna traka širine 3,70 m uz zatvaranje jednog postojećeg traka gdje bi bio izmješten taxi štand koji se trenutno nalazi na lijevom pločniku. Taxi štand bi imao širinu od 5,20 m. Ovim privozom zabranjuje se promet teretnim vozilima. Na lijevoj strani predviđeno je izmještanje dva kioska te izgradnja AB zidića sa klupom za sjedenje, čija je funkcija fizičko odvajanje postojećeg parkinga i zelene površine od pješačke staze.

Na prilaznom kraku prema „Bojinom Viru - spoju sa GGM-om“, predviđene su dvije vozne trake širine 3,70 m, dok su zadržane postojeće širine pločnika. I ovaj privoz je poželjno rekonstruirati u vidu da mu se izgradi razdjelni otok zasijan travom, s obzirom da je sadašnja širina prometnice velika za dvotračnu prometnicu. Razdjelni otoci zasijani travom su estetski element prostornog uređenja u gradskim centrima, a ujedno omogućuju bolje i sigurnije vođenje vozila.

Na prilaznom kraku prema naselju „Crkvice – I.Zeničke Brigade“, tj. postojećem mostu izvršeno je uklapanje do postojeće dilatacije mosta. Zadržane su postojeće širine prometnice i pločnika. Ovdje je izvršeno maksimalno prilagođavanje postojećoj situaciji, s obzirom na složene terenske uvjete. Tako su razdjelni otoci projektirani u manjoj širini nego na ostala tri privoza.

Središnji proвозni dio otoka se predviđa sa betonskim popločanjem korištenjem betonskih elemenata debljine 8,0 cm, pravokutnog oblika dimenzija 10/20 cm koji su postavljeni na sloj pijeska debljine 2,5 – 3,0 cm na uvaljanu tamponsku podlogu. Nakon slaganja obavezno izvršiti zasipanje betonskih elemenata pijeskom i vibriranjem.



Pločnici se predviđaju sa betonskim popločanjem korištenjem betonskih elemenata. Elementi pravokutnog oblika dimenzija 10/20 cm postavljaju se na sloj pijeska debljine 2,5 – 3,0 cm na uvaljanu tamponsku podlogu. Nakon slaganja potrebno je izvršiti zasipanje betonskih elemenata pijeskom i vibriranjem.

Odvodnja posteljice rješava se drenažom do revizionih okana. U slučaju da se prilikom izvođenja iskopa registrira kameni, vodopropusni materijal drenažu nije potrebno raditi.

Mogućim izvođačima potrebno je skrenuti pažnju prilikom izvođenja radova zbog mogućnosti postojanja podzemnih instalacija u trupu prometnice, radi eventualnog izmještanja pojedinih instalacija.

Prometno rješenje kružnog raskrižja projektirano je tako da omogući kanaliziranje prometnih tokova i orijentaciju sudionika u prometu. Posebna pažnja posvećena je aspektu sigurnosti, kako pješaka tako i vozila.

5. ZAKLJUČAK

U radu su prikazane osnovne karakteristike postojećeg četverokrakog raskrižja „Drveni most” u Zenici, i svi njegovi nedostaci u pogledu prometne funkcionalnosti.

Problemi koji se javljaju na navedenom raskrižju, rezultat su neusklađenog rada semafora, nedostatka traka za lijevo i desno skretanje, te velikog prometnog opterećenja.

Naime, izgradnjom glavne gradske magistrale (GGM), sav teretni a i dio „lakog” prometa, trebao bi se preusmjeriti, tako da u tom pogledu će doći do rasterećenja prometnog opterećenja.

Pored toga, jedan od osnovnih ciljeva razvoja transportnog sustava jest unapređenje i proširenje javnog gradskog prijevoza, čime bi se smanjile gužve od osobnih automobila.

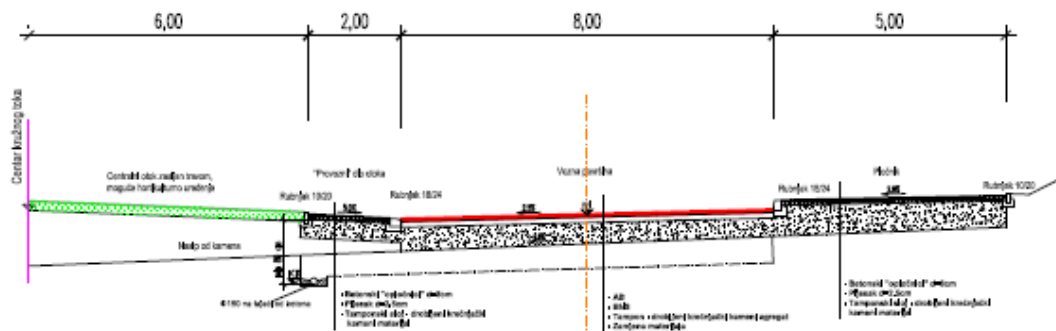
Opisane su moguće mjere rekonstrukcije:

- semaforizirano raskrižje s optimizacijom svjetlosne signalizacije
- semaforizirano raskrižje s poboljšanim elementima u vidu dodatnog traka za lijeva skretanja na mostu i optimizacijom svjetlosne signalizacije
- jednotračni rotor

Nakon izvršene analize propusne moći varijantnih rješenja pomoću software-a HCS 2000 i SIDRA INTERSECTION 5.1 (u skladu sa važećim normama za projektiranje HCM 2000), za period od 2012. do 2020. godine, te uvida u prostorne i ostale mogućnosti, došlo se do zaključka da optimalne rezultate pruža jednotračni rotor.

Kružna raskrižja su posljednjih dvadesetak godina postala najčešći primjenjivani oblik raskrižja na cestama mnogih Europskih zemalja. Popularnost ovih raskrižja objašnjava se velikim smanjenjem broja nesreća te relativno velikom propusnom moći. Prednost kružnih raskrižja su također manji troškovi održavanja i mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor.

Dakle, na osnovu planirane mreže prometnica u gradu Zenica (do 2020. godine), i određene rekonstrukcije raskrižja, prema istraživanjima, raskrižje „Drveni most” u obliku jednotračnog rotora pokazuje se kao optimalno rješenje.



Slika 13. Karakteristični poprečni profil u rotoru

LITERATURA

1. Kružne raskrsnice-rotori - priručnik za projektiranje, Zoran Kenjić, Sarajevo 2009.
2. Smjernice za projektiranje, građenje, održavanje i nadzor na putevima, Direkcija cesta FBiH i JP Putevi RS, Sarajevo/Banja Luka 2005.
3. Planiranje i projektovanje saobraćajnica u gradovima, Mihailo Maletin, Beograd 2009.
4. Tehnička uputstva za projektovanje površinskih raskrsnica, Mihailo Maletin, Beograd 2010.
5. Prometna tehnika, Dražen Cvitanić, Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split
6. Teorija prometnog toka, Dražen Cvitanić, Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split
7. Smjernice za projektiranje i opremanje raskrižja kružnog oblika – rotora, Institut prometa i veza, Zagreb 2002.
8. Studija razvoja cestovnih saobraćajnica grada Zenica, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu – Institut za saobraćajnice, Sarajevo 2012.
9. Studija sistema saobraćajne mreže grada Zenica sa analizom i prognozom saobraćaja, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu – Institut za saobraćajnice, Sarajevo 2007.

KORIŠTENI SOFTWARE U IZRADI RADA:

HCS 2000
 SIDRA INTERSECTION 5.1
 AUTO CAD 2007
 MS OFFICE 2010