

DEFINISANJE SIGNALNIH PLANOVA U SKLADU SA POTREBAMA BICIKLISTIČKOG SAOBRAĆAJA

Vuk Bogdanović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, vuk@uns.ac.rs

Nemanja Garunović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, garunovic@uns.ac.rs

Valentina Mirović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, plast@uns.ac.rs

Rezime: Zadnjih godina u Srbiji, kao i u mnogim gradovima regiona, primetno je povećanje upotrebe bicikla za realizaciju potrebe mobilnosti. U nekim gradovima kao što je Novi Sad, učešće bicikla u vidovnoj raspodeli veća od 10%. Zbog nasleđene urbane strukture, odnosno nedostatka biciklističke infrastrukture, biciklistički saobraćaj se na većem delu ulične mreže odvija u uslovima mešovitog saobraćajnog toka. Signalni planovi na semaforisanim raskrsnicama se po pravilu definišu u skladu sa potrebama i karakteristikama motornog saobraćaja, što se odnosi i na elemente signalnih planova koji su presudni za bezbednost svih učesnika u saobraćaju. U okviru ovog rada analizirane su saobraćajne situacije u kojima bezbednost biciklista na semaforisanim raskrsnicama objektivno može biti ugrožena ukoliko se elementi signalnog plana definišu isključivo u skladu sa karakteristikama motornog saobraćaja. U skladu sa rezultatima analize dati su predlozi za definisanje elemenata signalnog plana, kao i druge mere, koje mogu uticati na poboljšanje bezbednosti biciklističkog saobraćaj na semaforisanim raskrsnicama.

Ključne reči: biciklistički saobraćaj, motorni saobraćaj, semaforisane raskrsnice, signalni plan, bezbednost

1. UVOD

Upravljanje saobraćajem u urbanim sredinama praktično je nemoguće sprovesti bez primene svetlosne signalizacije za regulisane saobraćaja na raskrsnicama. Ovo se posebno odnosi na vršne periode u kojima je potrebno usaglasiti pravo prolaska kroz središte raskrsnice sa veličinom zahteva za protokom. Naime, svi drugi načini regulisanja saobraćaja na raskrsnicama u uslovima kada zahtevi za protokom prevazilaze kapacitet ne mogu uspostaviti funkcionalne i održive uslove odvijanja saobraćaja na raskrsnicama. Pravilno projektovani elementi signalnog plana, pored funkcionalnosti moraju pre svega da obezbede bezbedne uslove odvijanja saobraćaja za učesnike u saobraćaju na raskrsnicama, odnosno za vozila i pešake.

U skladu sa uobičajenom praksom, koja je zasnovana na činjenici da većina građana u našem regionu potrebe mobilnosti pored pešačenja zadovoljava korišćenjem automobila ili javnog prevoza, planovi tempiranja na semaforisanim raskrsnicama projektuju se prema veličini i karakteristikama motornih vozila i pešaka [1]. Prvi korak u procesu projektovanja rada svetlosnih signala podrazumeva definisanje konfliktnih tokova i proračun zaštitnih vremena za vozila i pešake [2]. Programiranjem rada svetlosnih signala u skladu sa projektovanim matricama konfliktnih tokova i zaštitnih vremena, obezbeđuje se bezbedan saobraćaj pešaka i vozila na raskrsnicama. Iz tog razloga, pravilno projektovanje matrica zaštitnih vremena za učesnike u saobraćaju, jednako je važno na svim raskrsnicama i pri primeni bilo kog sistema upravljanja radom svetlosne signalizacije. Matrice zaštitnih vremena su implementirane u programe rada svetlosnih signala na izolovanim raskrsnicama, linijskim i mrežnim sistemima koordinacije, detektorskog rada, odnosno prilikom delimične ili potpune primene adaptibilnog sistema upravljanja radom svetlosnih signala.

U zadnjim dekadama prošlog veka započeo je globalni proces planiranja i sprovođenje mera za povećanje korišćenja bicikala, kao održivog i pre svega zdravog načina prevoza, koji u urbanim sredinama na efikasan način omogućava zadovoljavanje potreba mobilnosti [3]. U većini zemalja i gradova poboljšana je biciklistička infrastruktura, a tržište je ponudilo vrlo široku lepezu bicikala prilagođenih različitim potrebama i fizičkim sposobnostima korisnika. Sve to doprinelo je ekspanziji upotrebe bicikala u urbanim sredinama, praktično u čitavom svetu, pa i u gradovima Srbije.

Bez obzira na ekspanzivan razvoj biciklističke infrastrukture izgradnjom biciklističkih staza, ili odvajanjem signalizacijom dela kolovoza ili trotoara za biciklističke trake, u većini gradova Srbije i regiona biciklistički saobraćaj se i dalje, uglavnom odvija u uslovima mešovitog saobraćajnog toka. Povećano učešće bicikala u mešovitom saobraćajnom toku na prilazima semaforisanih raskrsnica zahteva analizu elemenata signalnog plana na kako bi se onemogućio konflikt između bicikala i vozila, kao i bicikala i pešaka prilikom promene faza. Analiza potencijalno mogućih konflikata bicikala i vozila i bicikala i pešaka, i definisanje elemenata signalnih planova na način da se oni onemoguće, neophodna je da bi se zadržao potreban nivo bezbednosti, a projektant zaštitio od odgovornosti u slučaju saobraćajne nezgode.

2. ANALIZA POTENCIJALNO MUGUĆIH KONFLIKTNIH SITUACIJA

Prema pravilima struke, zaštitna vremena za vozila računaju se prema sledećim relacijama:

$$T_{z(vozX,vozY)} = \frac{l_X}{30 (km/h)} - \frac{l_Y}{50 (km/h)} + 1 \quad (1)$$

Zaštitna vremena za pešake na početku pešačke faze računaju se prema sledećoj relaciji:

$$T_{z(voz,peš)} = \frac{l_{voz}}{30 (km/h)} + 1 \quad (2)$$

Zaštitna vremena za pešake na kraju pešačke faze računaju se prema sledećoj relaciji:

$$T_{z(peš,voz)} = \frac{l_{peš}}{4 (km/h)} + 1 \quad (3)$$

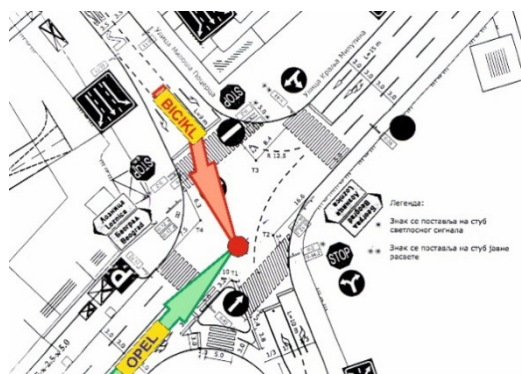
Ukoliko se bicikl kreće u mešovitom saobraćajnom toku, odnosno ukoliko na ulivnom grlu koristi i deli kolovoz sa motornim vozilima, za bicikl važe ista pravila prolaska kroz središte raskrsnice kao i za druga vozila.

Zbog činjenice da prosečan biciklista na prosečnom biciklu veoma teško može realizovati ubrzanje i brzinu kao prosečno motorno vozilo, isključuje se mogućnost potencijalnog konflikta bicikla (Y) na početku faze sa vozilima koja zbog promene svetlosnog signala gube pravo prolaska kroz središte raskrsnice (X). Naime, u gradskim uslovima vožnje, bicikl (Y) u mešovitom saobraćajnom toku, objektivno ne može ostvariti maksimalnu projekttnu brzinu za vozila od 50 km/h, koja se koristi u proračunu zaštitnih vremena na početku faze, čak i u situaciji kada u letećem startu ulazi u središte raskrsnice. Zbog istih razloga, nije moguće da bicikl na kraju faze ostvari konflikt sa pešacima koji gube pravo prelaska kolovoza na pešačkom prelazu.

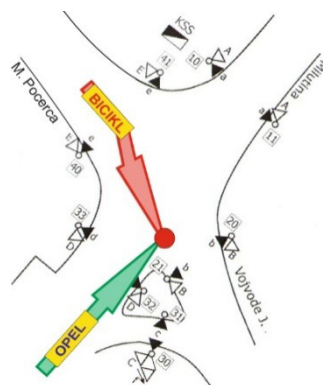
Međutim, na kraju faze zaštitna vremena se najčešće proračunavaju tako da se za vozila (X) iz faze koja gube prvenstvo prolaza usvaja brzina od 30 km/h. S obzirom na veoma heterogenu strukturu, prosečan biciklista (X) veoma teško može dostići prosečnu brzinu prolaska kroz središte raskrsnice od 30 km/h. U takvim okolnostima ne može se isključiti mogućnost kontakta bicikala sa vozilima (Y) i pešacima koja dobijaju pravo prolaska raskrsnicom u situaciji kada učesnici u središte raskrsnice uđu za vreme trajanja zelenog svetla za njihov smer kretanja.

2.1. Primer konflikta bicikla i vozila na semaforisanoj raskrsnici u mešovitom saobraćajnom toku

Saobraćajna nezgoda u kojoj je došlo do kontakta vozila i bicikla u situaciji kada su oba učesnika u središte raskrsnice ušla za vreme trajanja zelenog svetla za njihov smer kretanja, dogodila se u Šapcu na raskrsnici ulica Miloša Pocerca sa ulicom Kralja Milutina. Na slikama 1 i 2 prikazani su geometrija raskrsnice sa planom horizontalne i vertikalne signalizacije i dispozicijom svetlosnih signala sa označenim smerovima kretanja učesnika nezgode.



Slika 1: Situacioni plan raskrsnice u Šapcu



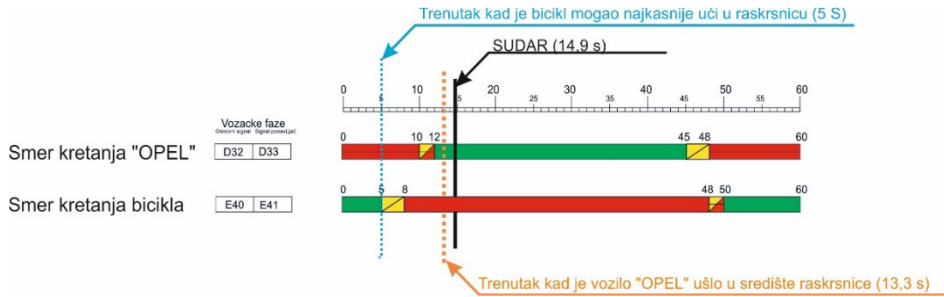
Slika 2: Dispozicija svetlosnih signala

U skladu sa geometrijom raskrsnice i brzinama vozila i pešaka prema relacijama prikazanih u prethodnoj tački izvršen je proračun i formirana matrica zaštitnih vremena, koja je prikazana je u narednoj tabeli [4].

Tabela 1: Matrica zaštitnih vremena, M. Pocerca – Kralja Milutina, Šabac

zaštitno vreme (s)	signalna grupa koja dobija pravo prolaza (Y)										
	A	B	C	D	E	a	b	c	d	e	
SG koja gubi pravo prolaza (X)	A	-	6	-	-	4	2	-	-	6	-
	B	1	-	-	3	-	-	2	-	-	-
	C	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-
	D	-	3	-	-	3	6	-	-	2	-
	E	4	-	3	4	-	-	5	-	-	2
	a	11	-	-	9	-					
	b	-	12	-	-	10					
	c	-	-	5	-	-					
	d	9	-	-	11	-					
	e	-	-	-	-	14					

Analizom je utvrđeno da se sudara dogodio u središtu raskrsnice, te da se u momentu sudara automobil "OPEL" kretao brzinom od 30,0 km/h, a bicikl brzinom od 10,0 km/h. Analizom plana tempiranja, zaključeno je da je moguće, kako to navode svedoci nezgode, da su i automobil "OPEL" i bicikl u središte raskrsnice ušli u trenutku kada je za njihov smer kretanja bilo uključeno zeleno svetlo.

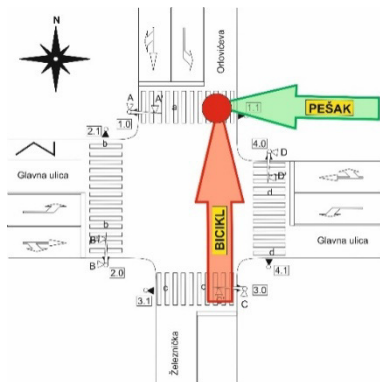


Slika 3: Prikaz karakterističnih vremena u okviru plana tempiranja

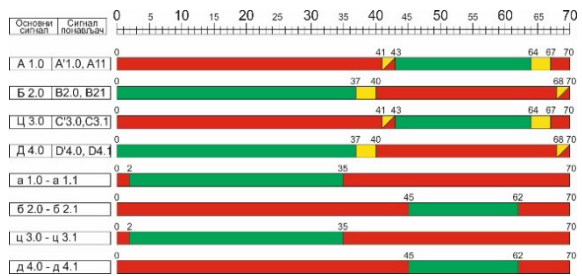
2.2. Primer konflikta bicikla i pešaka na semaforisanoj raskrsnici u mešovitom saobraćajnom toku

Saobraćajna nezgoda u kojoj je došlo do kontakta bicikla i pešaka u situaciji kada su oba učesnika u središte raskrsnice ušla za vreme trajanja zelenog svetla za njihov smer kretanja, dogodila se u Rumi na raskrsnici ulica Glavna –Železnička, Orlovićeva.

Geometrija raskrsnice sa planom horizontalne i vertikalne signalizacije sa dispozicijom svetlosnih signala i označenim smerovima kretanja učesnika nezgode, kao i sa planom tempiranja signala prikazani su na narednoj slici[5].



Slika 4: Situacioni plan raskrsnice u Rumi



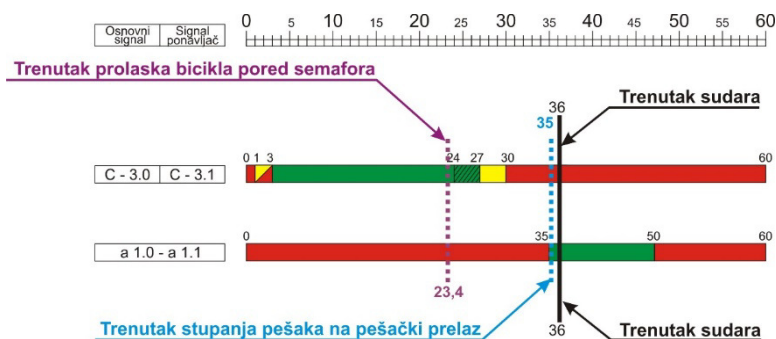
Slika 5: Plan tempiranja signala

U skladu sa geometrijom raskrsnice i brzinama vozila i pešaka prema relacijama prikazanih u prethodnoj tački izvršen je proračun i formirana matrica zaštitnih vremena, koja je prikazana je u narednoj tabeli.

Tabela 2: Matrica zaštitnih vremena Glavna – Železnička, Ruma

zaštitno vreme (s)	signalna grupa koja dobija pravo prolaza (Y)								
	A	B	C	D	a	b	c	d	
signalna grupa koja gubi pravo prolaza (X)	A	-	3	-	3	5	-	5	-
	B	3	-	3	-	-	5	-	5
	C	-	3	-	3	5	-	5	-
	D	3	-	3	-	-	5	-	5
	a	8	-	8	-				
	b	-	8	-	8				
	c	8	-	8	-				
	d	8	-	8	-				

Analizom je utvrđeno da je bicikl, koji se kretao iz Železničke u smeru Orlovićeve ulice, naleteo na pešaka, odmah nakon što je pešak stupio na pešački prelaz na severnom prilazu raskrsnice. odnosno u Orlovićevoj ulici. U momentu naleta na pešaka bicikl se kretao brzinom od 10,0 km/h, a brzina pešaka prilikom prelaska pešačkog prelaza iznosila je 5,0 km/h.



Slika 6: Prikaz karakterističnih vremena u okviru plana tempiranja

Analizom plana tempiranja, zaključeno je da je moguće, kako to navode svedoci i učesnici nezgode, da je bicikl ušao u središte raskrsnice kada je za njegov smer kretanja bilo uključeno zeleno svetlo, a da je pešak stupio na pešački prelaz kada su se na pešačkim semaforima uključila zelena svetla.

3. MERE ZA SPREČAVANJE MOGUĆNOSTI KONFLIKTA BICIKALA SA VOZILIMA I PEŠACIMA

Najjednostavniji način sprečavanja potencijalno opasnih saobraćajnih situacija na semaforisanim raskrsnicama za biciklistički saobraćaj u mešovitom saobraćajnom toku na prilazima, je usklađivanje elemenata signalnog plana sa karakteristikama vožnje biciklom, odnosno sa prosečnim brzinama bicikala. Korekcije signalnih planova zahtevaju projektovanje novih matrica zaštitnih vremena i planova tempiranja. Zbog mogućeg povećanja vremenskih gubitaka, ovu meru je potrebno primeniti samo u situacijama kada nije moguće biciklističke saobraćaj usmeriti uz pešačke prelaze, odnosno kada nije moguće projektovati prelaz biciklističke staze preko kolovoza korišćenjem oznake „prelaz biciklističke staze preko kolovoza i pešački prelaz“ (V-6). Pored toga, potrebno je razmotriti i mogućnost izgradnje posebnih biciklističkih staza na prilazima raskrsnica, kako bi se izvršila segregacija biciklističkog saobraćaja u odnosu na saobraćaj motornih vozila, a u skladu sa prostornim mogućnostima, odnosno uličnim profilima.

4. ZAKLJUČAK

U okviru rada prikazani i analizirani problemi koji se mogu javiti u situacijama kada se saobraćaj bicikala odvija u realnom, mešovitom saobraćajnom toku na prilazima semaforisanih raskrsnica. U takvim saobraćajnim situacijama moguće je da elementi signalnih planova, projektovani prema karakteristikama isključivo motornog i pešačkog saobraćaja, ne mogu obezbediti potpuno bezbedne uslove za saobraćaj bicikala. Naime, zbog brzine bicikala postoje potencijalno moguće konfliktne saobraćajne situacije za bicikle u slučaju kada faze koje koriste bicikle gube pravo prvenstva prolaza kroz raskrsnicu. U takvim saobraćajnim situacijama, kada bicikl u središte raskrsnice ulazi na

kraju faze, moguće je da se dogodi sudar sa vozilima ili pešacima koji dobijaju pravo prolaska kroz raskrnicu. Da bi se otklonile potencijalne konfliktne situacije, potrebno je izvršiti korekcije signalnih planova ili projektovati vođenje biciklističkog saobraćaja uz pešačke prelaze.

ZAHVALNICA

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja projekta "Razvoj inovativnih rešenja u funkciji unapređenja saobraćaja i transporta", osnovanog od strane Departmana za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

LITERATURA

- [1] Vukanović, Smiljan. (2009). Regulisanje saobraćajnih tokova. Beograd: Saobraćajni Fakultet.
- [2] Institute of Transportation Engineers (2009), Traffic Signal Timing Manual, Washington, DC
- [3] White Paper SEC 359, 358, 391 (2011) Brussels: Eupropean Commission,
- [4] Projekat rada svetlosnih signala na raskrsnici Krlja Milutina - Vojvode Janka Stojčevića i Miloša Pocerca u Šapcu (2007), Beograd: Institut saobraćajnog fakulteta
- [5] Plan tehničkog regulisanja na području Rume (2006) Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka,

SUMMARY

DEFINING SIGNAL PLANS BY THE NEEDS OF BICYCLE TRAFFIC

Abstract: In recent years, in Serbia, as well as in many cities of the region, the use of bicycles to realize the need for mobility has been a noticeable increase. In some cities, such as Novi Sad, the share of bikes in the modal split distribution exceeds 10%. Due to the inherited urban structure, i.e. the lack of bicycle infrastructure, bicycle traffic on most of the street network occurs in mixed traffic flow conditions. As a rule, signal plans at signalized intersections are defined in accordance with the characteristics of motor vehicle traffic, which also refers to the elements of signal plans that are crucial for the safety of all road users. Within this work, traffic situations were analyzed in which the safety of cyclists at traffic-lighted intersections can objectively be threatened if the elements of the signal plan are defined exclusively in accordance with the characteristics of motor vehicle traffic. In accordance with the results of the analysis, proposals were made for defining the elements of the signal plan, as well as other measures, which can affect the improvement of the safety of bicycle traffic at signalized intersections.

Key words: bicycle traffic, motor traffic, signalized intersections, signaling plan, safety.