

Analiza uslova odvijanja saobraćaja na četvorokrakoj raskrsnici državnog puta IB-22 sa ulicom Branka Ćopića u Novom Pazaru nakon optimizacije saobraćajnog toka

Milana Šarenac, GMP GRAMONT-NS, Novi Sad, milana.sarenac@gmpns.co.rs

Aleksandar Petrić, GMP GRAMONT-NS, Novi Sad, aleksandar.petric@gmpns.co.rs

Rezime: Predmet rada je analiza uslova odvijanja saobraćaja na četvorokrakoj raskrsnici državnog puta IB reda broj 22 (ulica Kej skopskih žrtava) sa ulicom Branka Ćopića u Novom Pazaru nakon optimizacije saobraćajnog toka. Optimizacija saobraćajnog toka izvršena je promenom načina regulisanja saobraćaja na raskrsnici postavljanjem semafora, odnosno semaforizacijom predmetne raskrsnice. U radu su prikazani podaci dobijeni brojanjem saobraćaja mobilnim brojačima pre i posle semaforizacije raskrsnice, pri čemu su analizirani protok vozila i vremenski gubici u oba slučaja kako bi se procenio efekat promene načina regulisanja saobraćaja na saobraćajni tok. Takođe su upoređeni podaci o stvarnim vremenskim gubicima na raskrsnici sa podacima o vremenskim gubicima dobijenim simulacijom. Rezultati analize pokazuju značajno poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja, pri čemu su vremenski gubici na sporednim prilazima značajno smanjeni, što ukazuje na efikasnije upravljanje saobraćajem, veću bezbednost i smanjenje redova čekanja. Ističe se pozitivan rezultat i ishod optimizacije saobraćajnog toka na analiziranoj raskrsnici, kako sa aspekta uslova odvijanja saobraćaja i bezbednosti saobraćaja, tako i sa ekonomskog aspekta.

Ključne reči: saobraćajna analiza, brojanje saobraćaja, semaforizacija raskrsnice, Novi Pazar, vremenski gubici

1 UVOD

U savremenom urbanom okruženju, efikasno upravljanje saobraćajem predstavlja ključni faktor za poboljšanje kvaliteta života građana i unapređenje bezbednosti saobraćaja. Raskrsnice, kao ključne tačke saobraćajnog mrežnog sistema, često predstavljaju izazove zbog kompleksnosti i dinamičnosti saobraćaja. Predmet ovog rada je analiza uslova odvijanja saobraćaja na četvorokrakoj raskrsnici državnog puta IB-22 (ulica Kej skopskih žrtava) i ulice Branka Ćopića u Novom Pazaru, s posebnim akcentom na efekat optimizacije saobraćajnog toka semaforizacijom te raskrsnice.

Semaforizacija raskrsnica je jedna od najčešće korišćenih metoda za regulisanje saobraćaja, koja može značajno uticati na saobraćajni tok i bezbednost saobraćaja. Analizom protoka vozila i vremenskih gubitaka pre i posle semaforizacije utvrđena je efikasnost promene načina regulisanja saobraćaja. Takođe, upoređeni su stvarni vremenski gubici sa vremenskim gubicima dobijenim simulacijom.

Rezultati analize ukazuju na značajno poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja smanjenjem vremenskih gubitaka na sporednim prilazima, što doprinosi efikasnijem upravljanju saobraćajnim tokom.

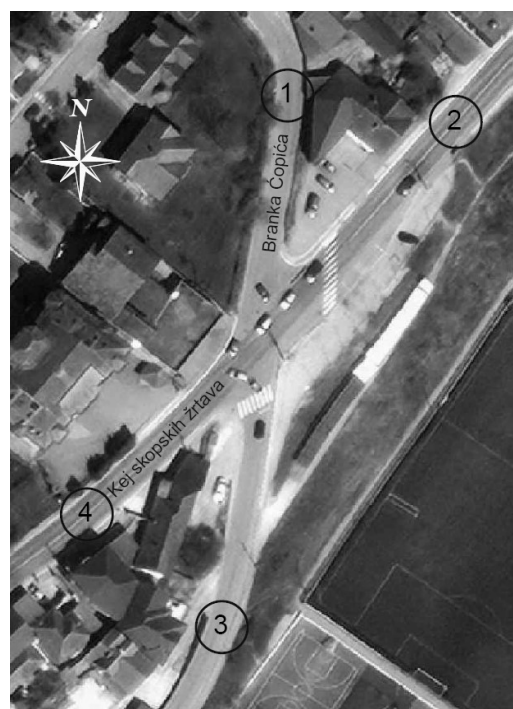
2 LOKACIJA I GEOMETRIJA PREDMETNE RASKRSNICE

U radu je analizirana raskrsnica državnog puta IB-22 (deonica broj 02234 Novi Pazar (Brđani) - Ribariće) – ulica Kej skopskih žrtava sa ulicom Branka Ćopića u Novom Pazaru na km 258+931,42 (slika 1). Ulica Kej skopskih žrtava je glavni putni pravac, a ulica Branka Ćopića je sabirna ulica i predstavlja sporedni putni pravac. Raskrsnica se nalazi u jugozapadnom delu grada Novog Pazara, u naselju, u gradskom građevinskom području.

Raskrsnica je četvorokraka nestandardnog tipa, odnosno nepravilne geometrije (slika 2). Na svim prilazima raskrsnice postoji jedna ulivna i jedna izlivna saobraćajna traka i omogućen je pun program veza. Na južnom (prilaz 3) i severoistočnom prilazu (prilaz 2) obeležen je pešački prelaz. U postojećem stanju, raskrsnica je regulisana saobraćajnim znacima. Na izlivnoj saobraćajnoj traci prilaza 2 u zoni raskrsnice nalazi se niša autobusnog stajališta.



Slika 1: Lokacija predmetne raskrsnice



Slika 2: Geometrija predmetne raskrsnice

Analizom sa aspekta bezbednosti saobraćaja utvrđeno je da se u periodu od 2017. do 2021. godine na predmetnoj raskrsnici dogodilo 17 saobraćajnih nezgoda (1 sa poginulim licima, 12 sa povređenim licima i 4 sa materijalnom štetom) [1]. Zaključna razmatranja iz procene uticaja puta na bezbednost saobraćaja pokazala su da je optimalno rešenje semaforizacija raskrsnice, sa aspekta bezbednosti saobraćaja i efikasnosti saobraćajnih tokova [1].

3 METODOLOGIJA PRIKUPLJANJA I OBRADJE PODATAKA O SAOBRAĆAJNOM TOKU

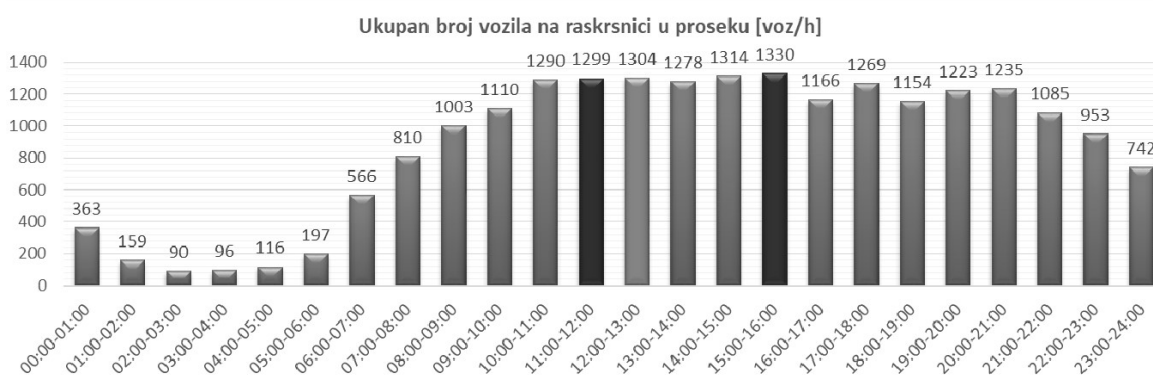
Za optimizaciju saobraćajnog toka na predmetnoj raskrsnici primenjena je semaforizacija, koja je zahtevala prikupljanje podataka o saobraćajnom toku za podešavanje rada semafora i analizu uslova odvijanja saobraćaja. Za tu svrhu izvršeno je brojanje saobraćaja

mobilnim brojačima od utorka 11.07.2023. do četvrtka 13.07.2023. godine tokom 24 časa. Mobilni brojači objedinjuju podatke o protoku i vremenu sleđenja vozila, brzini, strukturi i gustini toka, temperaturi i vlažnosti podloge [2]. Za obradu snimljenih podataka sa brojača korišćen je softver HDM (*Highway Data Management*) [2]. Dodatnim brojanjem određena je procentualna raspodela toka po smerovima, metodom evidentiranja u standardne obrasce po petnaestominutnim intervalima i uobičajenoj strukturi kategorija vozila. Uslovi odvijanja saobraćaja utvrđeni su prema kriterijumu prosečnih vremenskih gubitaka na prilazima po metodologiji HCM 2000. Dalja analiza toka u vršnom času pre i posle semaforizacije izvršena je u softveru *Trafficware Synchro*, koji je korišćen za proračun plana tempiranja semafora, simulaciju vremenskih gubitaka, broja zaustavljanja vozila i dužinu reda čekanja nakon semaforizacije.

Brojanje je ponovljeno mobilnim brojačima nakon postavljanja semafora, i to od utorka 18.06.2024. do petka 21.06.2024. godine, a podaci su obrađeni na isti način kao za prethodno brojanje. Za dobijanje podataka o distribuciji saobraćajnog toka i stvarnim vremenskim gubicima na raskrsnici, izvršeno je snimanje raskrsnice dronom tokom petnaestominutnog intervala u poslepodnevnom vršnom času, a podaci su obrađeni na platformi *Data from sky*.

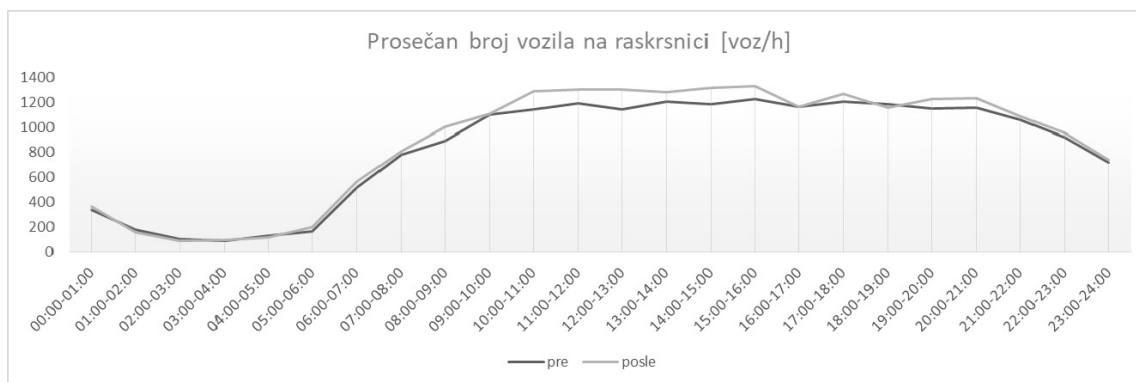
4 ANALIZA SAOBRAĆAJNOG TOKA PRE I POSLE SEMAFORIZACIJE RASKRSNICE

Analizom prosečne časovne rapodele toka na mreži semaforizovane raskrsnice, za tri dana kontinualnog brojanja, utvrđeno je da se prepodnevi vršni čas javlja u periodu od 11:00 do 12:00 časova, a poslepodnevni vršni čas u periodu od 15:00 do 16:00 časova (slika 3). Takođe, brojanjem saobraćaja i pre i posle semaforizacije, evidentiran je vršni period u trajanju od 09:00 do 21:00 časova, kada je saobraćajno opterećenje na raskrsnici približno jednakog intenziteta.



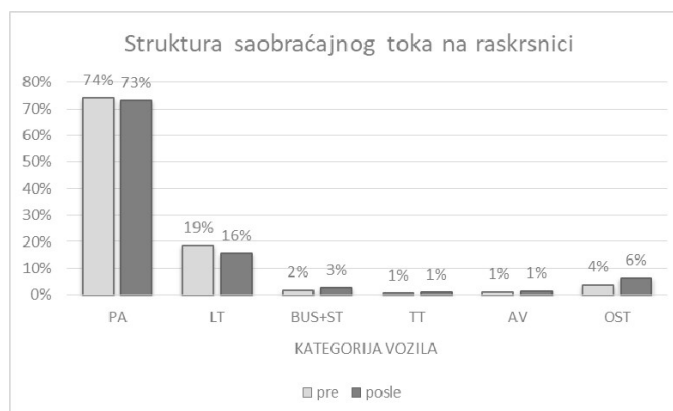
Slika 3: Prosečna časovna raspodela saobraćajnog toka na mreži semaforizovane raskrsnice

Poređenjem intenziteta saobraćajnog toka pre i posle semaforizacije, evidentno je povećanje protoka vozila nakon semaforizacije, a posebno tokom vršnog perioda (slika 4). To ukazuje na pozitivne efekte semaforizacije u pogledu povećanja kapaciteta predmetne raskrsnice.



Slika 4: Prosečna časovna raspodela toka na mreži pre i posle semaforizacije raskrsnice

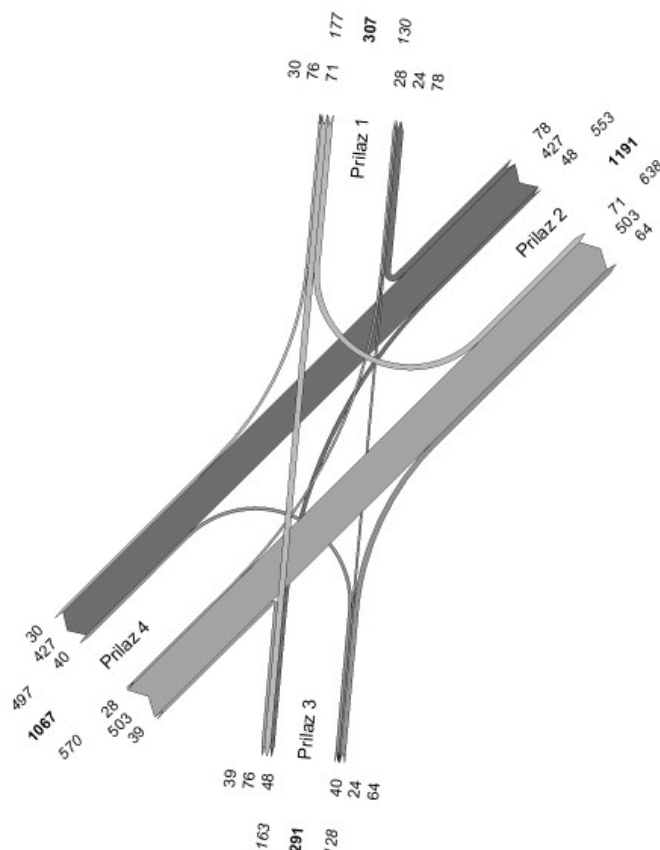
Struktura saobraćajnog toka je slična kao i pre semaforizacije (slika 5). U toku su najviše zastupljeni putnički automobili (73%), zatim laka teretna vozila (16%). Procenat komercijalnih vozila u toku je povećan sa 3,5% na 5%. Prilikom brojanja, evidentiran je određeni broj nekategorisanih vozila (ostala vozila), u procentu od 6% vozila.



Slika 5: Struktura saobraćajnog toka na raskrsnici pre i posle semaforizacije

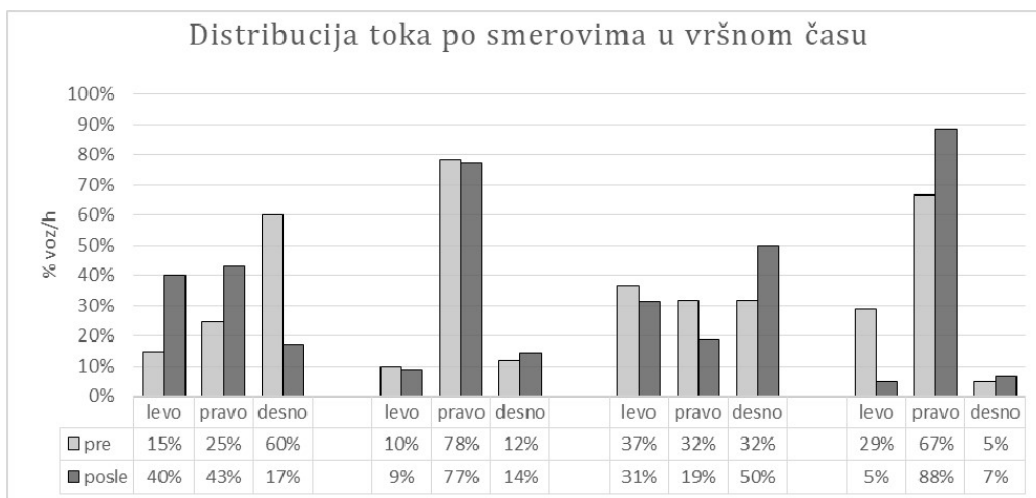
Za dalju analizu toka i uslova odvijanja saobraćaja posmatran je merodavni dan i poslepodnevni vršni čas (15-16 h). Za merodavni dan je usvojena sreda, zbog najmanjeg odstupanja vrednosti protoka od prosečnih vrednosti [3].

Analizom distribucije saobraćajnog toka na semaforizovanoj raskrsnici u vršnom času utvrđeno je da je smer za pravo najopterećeniji na svim prilazima osim na prilazu 3, gde je najopterećeniji smer za desno (slika 6). Distribucija toka na glavnim prilazima je slična kao i pre semaforizacije, dok se značajnije promene u distribuciji toka mogu uočiti na sporednim prilazima.



Slika 6: Dijagram distribucije saobraćajnog toka na semaforizovanoj raskrsnici u vršnom času

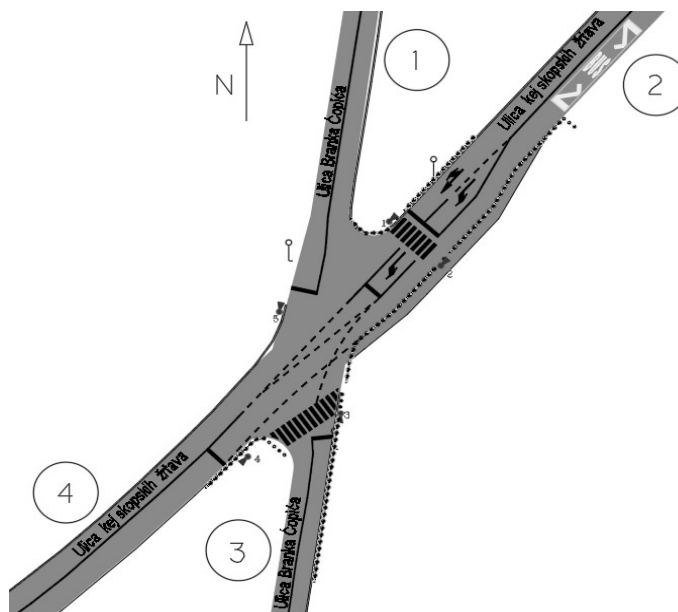
Poređenjem distribucije toka pre i posle semaforizacije, na prilazu 4 evidentirano je značajno smanjenje broja levih skretanja (za 24%) i povećanje toka za pravo (za 21%) (slika 7). Na sporednim prilazima evidentirane su značajnije promene u pogledu povećanja levih skretanja (za 25%) i smanjenja desnih skretanja (za 43%) na prilazu 1; i na prilazu 3 smanjenja levih skretanja (za 6%) i povećanja desnih skretanja (za 18%) koja iznose čak 50% od ukupnog toka na tom prilazu (slika 7).



Slika 7: Distribucija saobraćajnog toka po prilazima u vršnom času pre i posle semaforizacije

5 ANALIZA VREMENSKIH GUBITAKA NA RASKRSNICI

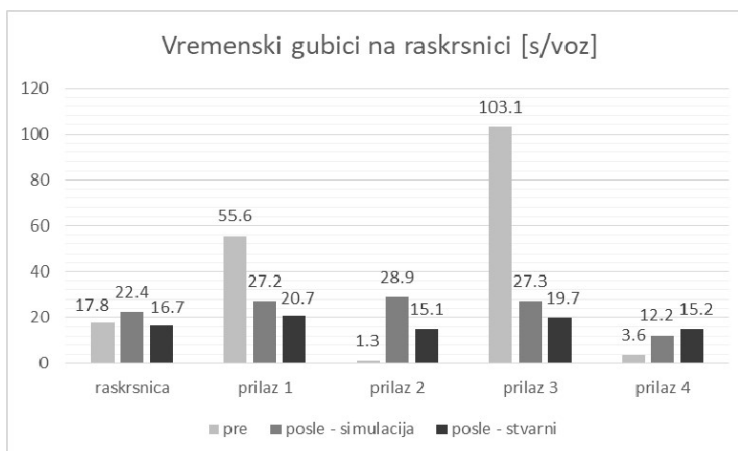
Analiza uslova odvijanja saobraćaja na nesignalisanoj raskrsnici pokazala je da se u vršnom času javljaju nepovoljni uslovi odvijanja saobraćaja na sporednim prilazima i to: sa prosečnim vremenskim gubicima od 55,6 s/voz na prilazu 1 i 103,1 s/voz na prilazu 3 [3]. To je posledica intenzivnog saobraćajnog toka na glavnim prilazima, i nepostojanja adekvatnog kritičnog intervala sleđenja u glavnom toku za uključivanje vozila iz sporednog toka. U cilju optimizacije saobraćajnog toka na predmetnoj raskrsnici izvršena je semaforizacija uz reorganizaciju prilaza 2 – izmeštanjem autobusnog stajališta iz zone raskrsnice, čime je omogućeno obeležavanje saobraćajne trake za leva skretanja na tom prilazu (slika 8) kako bi prostor bio optimalnije iskorišćen.



Slika 8: Šematski prikaz novoprojektovane predmetne raskrsnice [3]

Za optimalno rešenje usvojena je varijanta dvofaznog ciklusa u trajanju od 60 s, sa međufazom za tokove sa prilaza 4, koja je formirana zadržkom zelenog vremena na suprotnom prilazu (prilazu 2) [3]. Simulacijom uslova odvijanja saobraćaja na semaforizovanoj raskrsnici, predviđeno je smanjenje vremenskih gubitaka na sporednim prilazima, što je uslovljeno povećanjem vremenskih gubitaka na glavnim prilazima. U vršnom času prosečni vremenski gubici bi iznosili 27,2 s/voz na prilazu 1 i 27,3 s/voz na prilazu 3, čime bi se poboljšali uslovi odvijanja saobraćaja na sporednim prilazima. Prosečni vremenski gubici na celoj raskrsnici bi iznosili 22,4 s/voz.

Nakon semaforizacije izvršena je ponovna analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici, kako bi se utvrdili stvarni efekti semaforizacije. Podaci o vremenskim gubicima pre semaforizacije su upoređeni sa vrednostima dobijenim proračunom i simulacijom za semaforizovanu raskrsnicu, kao i sa stvarnim vrednostima nakon semaforizacije (slika 9).



Slika 9: Vremenski gubici na predmetnoj raskrsnici pre i posle semaforizacije

Vremenski gubici na sporednim prilazima su semaforizacijom smanjeni, čak i više od očekivanog, i to za 63% na prilazu 1 (sada iznose 20,7 s/voz) i za 81% na prilazu 3 (sada iznose 19,7 s/voz). Na glavnim prilazima je došlo do povećanja vremenskih gubitaka, kao što je predviđeno simulacijom, s tim da je to povećanje na prilazu 2 manje od očekivanog. Vremenski gubici na prilazu 2 sada iznose 15,1 s/voz i na prilazu 4 iznose 15,2 s/voz. Poređenje vremenskih gubitaka na raskrsnici pre i posle semaforizacije, ukazuje na značajan pozitivan uticaj semaforizacije na uslove odvijanja saobraćaja, nivo usluge i kapacitet raskrsnice. Iako je simulacijom predviđeno povećanje ukupnih vremenskih gubitaka na raskrsnici, došlo je do smanjenja istih za 6%, i sada iznose 16,7 s/voz. Rezultati analize ukazuju da su efekti semaforizacije na predmetnoj raskrsnici čak i bolji od predviđenih simulacijom i proračunom.

6 ZAKLJUČAK

Analizom uslova odvijanja saobraćaja na četvorokrakoj raskrsnici državnog puta IB-22 i ulice Branka Ćopića u Novom Pazaru, pre i posle semaforizacije, utvrđeno je da je optimizacija saobraćajnog toka značajno unapredila efikasnost i bezbednost saobraćaja na ovoj raskrsnici. Promenom načina regulisanja saobraćaja, značajno su smanjeni vremenski gubici na sporednim prilazima, što je omogućilo ravnomerniju raspodelu saobraćajnog opterećenja na raskrsnici, čime su stvoreni bolji uslovi za vozila na sporednim prilazima, dok je, kao što je i predviđeno, došlo do blagog povećanja vremenskih gubitaka na glavnim prilazima. Ipak, ukupni vremenski gubici na raskrsnici smanjeni su za 6%, što ukazuje na efikasnije upravljanje saobraćajnim tokom.

Na primeru predmetne raskrsnice, semaforizacija se pokazala kao uspešna metoda za optimizaciju saobraćajnog toka, a očigledni su i pozitivni efekti na kvalitet života građana, kroz smanjenje saobraćajnih zastoja i povećanje bezbednosti na putevima.

LITERATURA

- [1] *Projekat procene uticaja puta na bezbednost saobraćaja na raskrsnici državnog puta IB-22 i ulice Branka Ćopića u Novom Pazaru*, investitor JP Putevi Srbije, konsultant Novius

- [2] Petrić, A., Đokić, G., Krnjajac, M. (2022). *Praktična primena mobilnih brojača saobraćaja u cilju planiranja saobraćajne mreže*. Zbornik radova XIII konferencije sa međunarodnim učešćem o Tehnikama saobraćajnog inženjerstva (TESi), Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, str. 152-157.
- [3] Petrić, A., Krnjajac, M. (2023). *Analiza saobraćajnog toka na raskrsnici državnog puta IB-22 (deonica 02234 Novi Pazar (Brđani) – Ribariće) – ulica Kej skopskih žrtava sa ulicom Branka Ćopića u Novom Pazaru na km 258+931,42*. Prilog projekta saobraćaja i saobraćajne signalizacije za izgradnju semafora na raskrsnici državnog puta IB-22 (deonica 02234 Novi Pazar (Brđani) – Ribariće) i ulice Branka Ćopića u Novom Pazaru na km 258+931,42, GMP GRAMONT-NS

SUMMARY

Traffic conditions analysis at the four-way intersection of state road IB-22 and Branko Ćopić Street in Novi Pazar after traffic flow optimization

Abstract: This paper focuses on the traffic conditions analysis at the four-way intersection of State Road IB-22 (Kej Skopskih Žrtava Street) and Branko Ćopić Street in Novi Pazar following the traffic flow optimization. The optimization was achieved by changing the traffic regulation method at the intersection through the installation of traffic lights. The paper presents data obtained from traffic counting with mobile counters before and after the installation of the traffic lights, analyzing vehicle flow and time losses in both cases to assess the effect of the traffic regulation change on traffic flow. Additionally, actual time loss data at the intersection were compared with time loss data obtained through simulation. The analysis results show a significant improvement in traffic conditions, with time losses at secondary approaches being notably reduced, indicating more efficient traffic management, increased safety, and reduced waiting lines. The positive outcome and result of the traffic flow optimization at the analyzed intersection are highlighted, both from the perspective of traffic conditions and safety as well as from an economic standpoint.

Key words: traffic analysis, traffic counting, signalized intersection, Novi Pazar, time losses