



UPOREDNA ANALIZA VREMENA PUTOVANJA KORISNIKA U SISTEMU JAVNOG PREVOZA PUTNIKA SA DRUGIM VIDOVIMA PREVOZA

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TRAVEL TIME OF USERS IN THE PUBLIC PASSENGER TRANSPORT SYSTEM WITH OTHER MODES OF TRANSPORT

Jovan Rašković, Pavle Pitka, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO

Kratka sadržaj – U prvom delu rada date su osnovne karakteristike vidova prevoza i vremena putovanja. Opisan je svaki vid prevoza, pri čemu su istaknute određene karakteristike svakog od njih u Novom Sadu. Vreme putovanja je predstavljeno u vidu formula koje podrazumevaju osnovne karakteristike svakog vida prevoza. U drugom delu rada opisana je metodologija istraživanja, odnosno područje istraživanja, način prikupljanja i obrade podataka i obuka radnog tima. Na kraju su prikazani rezultati istraživanja za svaki dan i diskusija. Rezultati su prikazani u formi Excel grafika, koji su izvučeni iz aplikacije „GPS Logger“. Na taj način dobijeni su pojedinačni i zbirni grafici.

Ključne reči: Javni prevoz, putnički automobil, bicikl

Abstract – In the first part of the paper, the basic characteristics of the modes of transport and travel time are given. Each mode of transportation is described, along with a description of certain characteristics in Novi Sad. Travel time is presented in the form of formulas that include the basic characteristics of each mode of transportation. In the second part of the paper, the research methodology is described, where the research area, the method of data collection and processing, and the training of the work team are described. At the end, the research results for each day and a discussion are presented. The results are shown in the form of Excel graphics, which are extracted from the "GPS Logger" application. In this way, individual and collective graphs were obtained.

Keywords: public transport, passenger car, bicycle

1. UVOD

Česta zagušenja saobraćaja na uličnoj mreži negativno se odražavaju na sve vrste saobraćaja. Pod vidovno-način-skom raspodelom podrazumeva se način realizacije putovanja (pešačenje, javni prevoz, putnički automobil, bicikl i sl.). Vremenski gubici koji nastaju usled disbalansa ponude i potražnje u saobraćajnom sistemu grada značajno utiču na vreme putovanja korisnika. Udeo vremenskih gubitaka u strukturi vremena putovanja razlikuje se u zavisnosti od vida saobraćaja, trase kretanja, doba dana i drugih faktora.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistakao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Pitka, vanr. prof.

Negativni efekti povećanja obima saobraćaja najčešće se ističu i kvantifikuju preko emisija štetnih gasova, potrošnje energije, komunalne buke, bezbednosti saobraćaja, zauzimanja prostora i vremena u ionako ograničenim urbanim sredinama, smanjujući mogućnosti za obavljanje drugih delatnosti [1].

U ovom radu sprovedeno je istraživanje vremena putovanja i vremenskih gubitaka za različite vrste prevoza u Novom Sadu. Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja, izvršena je uporedna analiza karakteristika vremena putovanja javnog gradskog putničkog prevoza (JGPP) sa drugim vidovima prevoza (putnički automobil, taksi, bicikl, pešačenje). Cilj rada bio je da se utvrdi konkurentnost sistema javnog prevoza putnika u odnosu na druge vrste prevoza u Novom Sadu.

Vreme putovanja putnika u JGPP-u je prema svojoj strukturi kompleksno. U dobro organizovanim sistemima JGPP-a najveći broj putnika realizuje svoje putovanje bez presedanja, samo sa jednim vozilom, što predstavlja prosta putovanja [2].

Prosta putovanja u sistemu JGPP-a sastoje se od [3]:

- vreme pristupa sistemu (vreme pešačenja od izvora do pristupnog stajališta),
- vreme čekanja na dolazak vozila JGPP-a,
- vreme vožnje,
- vreme pešačenja do cilja.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Snimanje vremena putovanja za sve načine transporta je vršeno na jednoj relaciji (Bulevar kralja Petra I, broj 85 – Trg slobode) u Novom Sadu. Snimanje je izvršeno za pet različitih načina transporta: putnički automobil (PA), bicikl, taksi, pešačenje, autobuski podsistem JGPP-a.

Istraživanje na terenu rađeno je 11. oktobra 2022. godine, u poslepodnevnom vršnom periodu između 14. i 15. časova. Vremenske prilike u toku istraživanja bile su bez padavina, a temperatura je bila oko 20°C.

Obuka radnog tima u istraživanju se obavila dan pre početka istraživanja, kada se tim upoznao sa aplikacijom, načinom čuvanja podataka i slanjem podataka.

Prikupljanje podataka za istraživanje izvršeno je mobilnom aplikacijom „GPS Logger“ koja je pomoću globalnog navigacionog satelitskog sistema (GNSS) beležila tačnu lokaciju putnika, odnosno geografsku

širinu, dužinu i nadmorsku visinu. Takođe, aplikacija je beležila i trenutnu brzinu kretanja i vreme putovanja. Osvežavanje parametara je vršeno na svaku sekundu, odnosno sa frekvencijom od 1 Hz.

Podaci iz aplikacija prebacivani su na računar u .GPX i .KML formatima. „Google Earth pro“ aplikacija je korišćena za rad sa .KML fajlovima i na osnovu nje se dobijala trasa kretanja.

MS Excel je korišćen za rad sa .GPX fajlovima. Iz tabele su preuzeti sledeći podaci: koordinate (lon i lat), vreme, nadmorska visina i brzina.

Greška merenja iznosi, ± 7 m, što predstavlja standardno odstupanje jednodimenzionalnog GNSS sistema bez dodatnih ispravki.

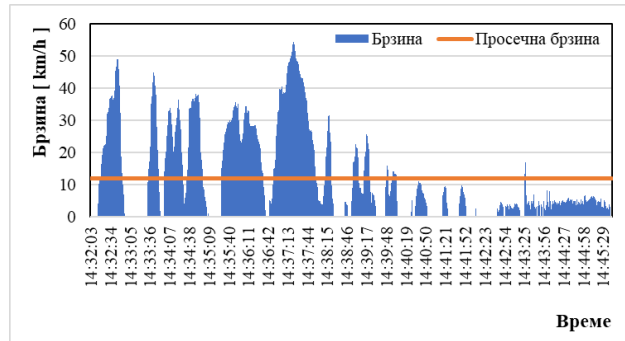
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja su dati grafičkim prikazima rastojanje – vreme i brzina – vreme.

3.1. Putnički automobil

Trasa kretanja korisnika PA u toku istraživanja je obuhvatala sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Braće Jovanović – Žitni trg – Vojvode Bojovića – Jovana Subotića – Šafarikova – Uspenska – Bulevar Mihajla Pupina – Trg slobode.

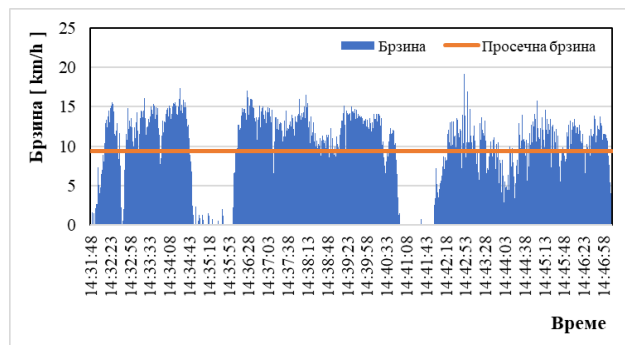
Ukupno vreme kretanja korisnika PA iznosi 13 minuta i 40 sekundi, uz pređeno rastojanje od 3010 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 54,3 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 12 km/h.



Slika 1. Grafički prikaz brzina – vreme, PA

3.2. Bicikl

Trasa kretanja korisnika bicikla u toku istraživanja obuhvatala je sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Kisačka – Trg Marije Trandafil – Nikole Pašića - Zmaj Jovina – Trg slobode.



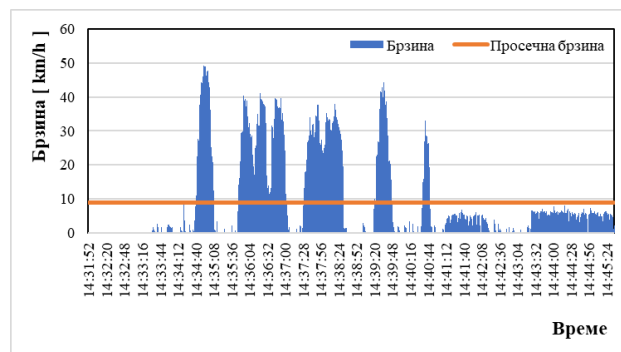
Slika 2. Grafički prikaz brzina – vreme, bicikl

Ukupno vreme kretanja korisnika bicikla iznosi 15 minuta i 25 sekundi, uz pređeno rastojanje od 2507 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 19,2 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 9,4 km/h.

3.3. Taksi

Trasa kretanja korisnika taksija u toku istraživanja je obuhvatala sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Braće Jovanović – Žitni trg – Vojvode Bojovića – Jovana Subotića – Šafarikova – Uspenska – Trg slobode.

Ukupno vreme kretanja korisnika taksija iznosi 13 minuta i 43 sekunde, uz pređeno rastojanje od 2239 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 49,1 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 9 km/h.

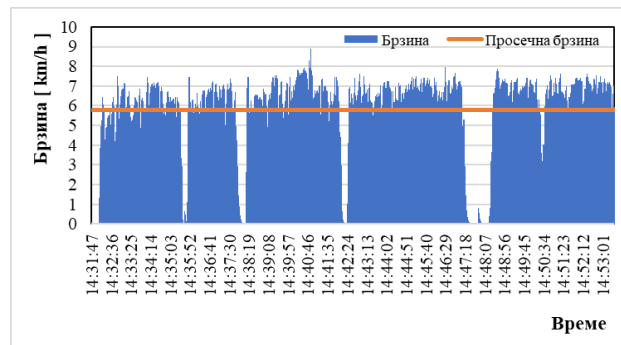


Slika 3. Grafički prikaz brzina – vreme, taksi

3.4. Pešačenje

Trasa kretanja pešaka je obuhvatala sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Braće Jovanović – Žitni trg – Vojvode Bojovića – Svetozara Miletića – Trifkovićevo trg – Laze Telečkog – Mite Ružića – Trg slobode .

Ukupno vreme kretanja pešaka iznosi 21 minut i 42 sekunde, uz pređeno rastojanje od 2240 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 8,9 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 5,8 km/h.



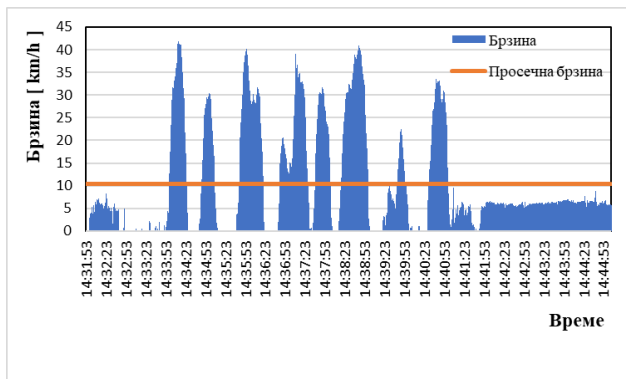
Slika 4. Grafički prikaz brzina – vreme, pešak

3.5. JGPP

Trasa kretanja korisnika JGPP-a je obuhvatala sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Braće Jovanović – Žitni trg – Vojvode Bojovića – Jovana Subotića – Šafarikova – Uspenska – Trg slobode .

Linija JGPP-a koja se koristila u toku istraživanja je linija broj 3, smer Detelinara – Petrovaradin, ulazno stajalište je bilo Bulevar kralja Petra I – Sajam, a izlazno Uspenska – Šafarikova.

Ukupno vreme kretanja korisnika JGPP-a iznosi 13 minuta i 11 sekundi, uz pređeno rastojanje od 2385 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 41,8 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 10,4 km/h.



Slika 5. Grafički prikaz brzina – vreme, JGPP

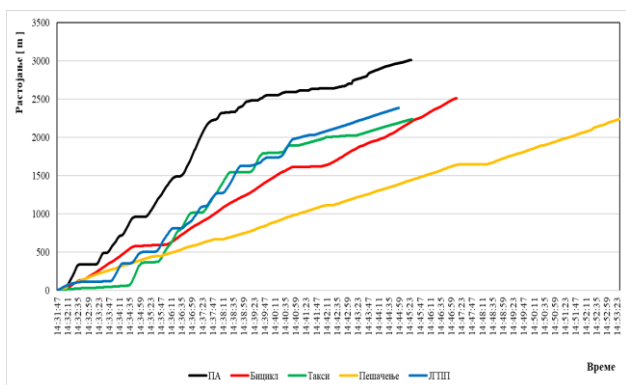
4. UPOREDNA ANALIZA

Dužine pređenog puta se razlikuju u zavisnosti od načina transporta, usled različitih trasa kretanja prevoznih sredstava. Najduži put je prešao korisnik PA i on iznosi 3010 m, a najkraći put su prešli korisnik taksi usluga i pešak u dužini od 2238 m i 2240 m, respektivno. Dužina putovanja korisnika JGPP-a iznosi 2384 m, što je neznatno duže u odnosu na dužinu putovanja taksi prevozom.

U prvom delu putovanja korisnik PA realizuje putovanje najbrže, ali od 2300 m do 2700 m prevozna brzina značajno opada, budući da je ovaj deo trase korisnik PA tražio slobodno parking mesto.

Poslednjih 300 m, nagib krive korisnika PA je isti kao i kod pešaka. Kriva kretanja pešaka je linearna (slika 6).

Korisnik javnog prevoza je kraće čekao na uslugu u odnosu na korisnika taksi prevoza. Kretanje korisnika ovim sistemima u užem gradskom jezgru ima slične karakteristike (slika 6).



Slika 6. Zajednički grafički prikaz rastojanje – vreme

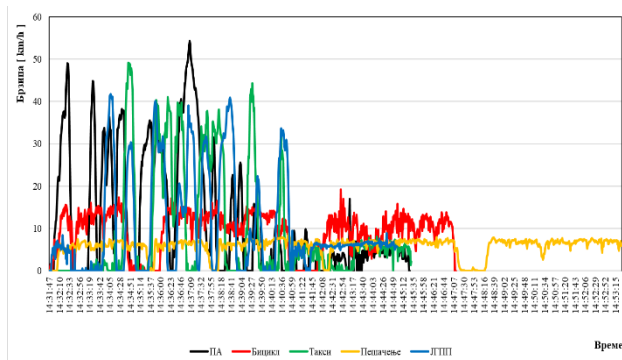
S obzirom na to da je u pitanju kraća relacija, vremena putovanja različitih vidova su slična.

Najkraća vremena putovanja su imali korisnici JGPP-a, taksi prevoza, PA i ona iznose 13,2 min, 13,7 min, 13,7 min, respektivno. Putovanje biciklom je bilo neznatno duže 15,4 min, dok je vreme putovanja pešačenjem iznosilo 21,7 min.

Karakteristike brzine kretanja se razlikuju prema načinu transporta. Sa grafika (Slika 7) može se uočiti da su

najveća odstupanja u trenutnoj brzini prevoza po vremenu za motorizovane načine transporta (PA, JGPP, taksi).

Najmanja odstupanja u prevoznj brzini ima pešak. Ako se izuzme pešačenje, prosečna brzina putovanja je slična za sve načine transporta i iznosi od 9,0 km/h za taksi prevoz do 12 km/h za putnički automobil.

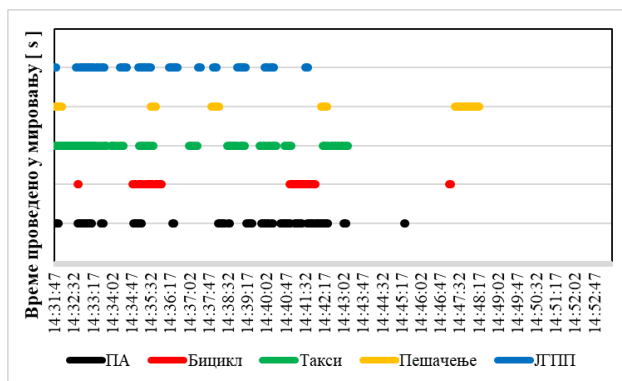


Slika 7. Zajednički grafički prikaz brzina – vreme

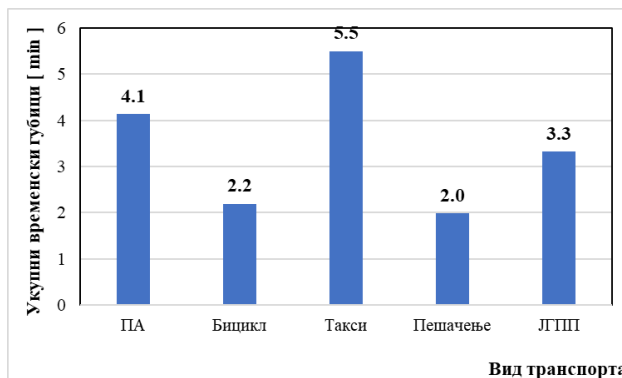
Maksimalne brzine imali su korisnici putničkog automobila 54,3 km/h i korisnici taksi prevoza 49,1 km/h, dok je maksimalna brzina kod pešaka iznosila 8,9 km/h.

Kod taksi prevoza i JGPP-a je karakteristično vreme čekanja na uslugu, tako da je za očekivati da su opšti vremenski gubici najveći kod ova dva načina transporta. Javni gradski prevoz ima daleko manje vremenske gubitke u odnosu na taksi prevoz, što je posledica istovremenog dolaskog putnika i vozila na stajalištu (slika 8).

Ukupni vremenski gubici za taksi prevoz su najveći i iznose 5,5 min, zatim za putnički automobil 4,1 min. Najmanji su za pešačenje i bicikl i iznose 2,0 min i 2,2 min, respektivno (slika 9).



Slika 8. Grafički prikaz vremena provedenog u mirovanju

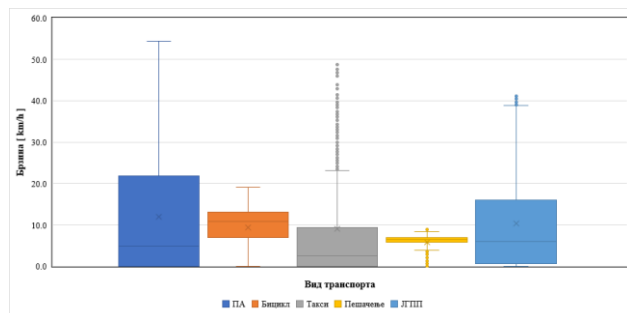


Slika 9. Ukupni vremenski gubici po vidu transporta

Medijana kod motorizovanih vidova prevoza je ispod prosečne brzine, tako da se može zaključiti da putnici koji koriste motorizovane vrste prevoza veliki deo vremena provode u mirovanju, a pešak i biciklista u kretanju (slika 10).

Ovo je najizraženije kod taksi prevoza gde su vremenski gubici dodatno izraženi zbog velikih maksimalnih brzina koje kratko traju i dugog vremena čekanja na uslugu.

Vremenski gubici bi posebno došli do izražaja da je istraživanje izvršeno za vreme loših vremenskih uslova (kiše, snega), kada je potražnja za taksi uslugom daleko veća od ponude, pa je vreme čekanja na uslugu daleko duže od vremena zabeleženog istraživanjem.



Slika 10. Boks plot prikazan po vidovima transporta

5. ZAKLJUČAK

Na maksimalne brzine putovanja najveći uticaj imaju tehničke karakteristike vozila i uslovi u saobraćaju, tako da najveće maksimalne brzine postižu PA i taksi prevoz. Međutim maksimalne postignute brzine na nekom delu trase nisu imperativ, jer su za merenje kvaliteta usluge bitne ostvarene prosečne brzine putovanja, budući da od njih zavisi i vreme putovanja [4]. U gradskim uslovima, na prosečne brzine putovanja u mnogo većoj meri utiču vremenski gubici, odnosno vreme koje prevozna sredstva ili pešaci provedu u mirovanju na raskrscima, u saobraćajnim gužvama, na stajalištima i sl.

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da prosečna brzina putovanja bicikla ili JGPP-a može da bude konkurentna sa putničkim automobilom i taksi prevozom. Glavni problem za konkurentnost JGPP-a su vremenski gubici koje putnik ostvaruje čekajući na stajalištu. Istraživanje je pokazalo da kada putnik JGPP-a realizuje putovanje sa minimalnim vremenom čekanja autobusa (po dolasku na stajalište dolazi i vozilo JGPP-a), vreme putovanja je na nivou taksi prevoza i blisko putničkom automobilu.

Bicikl je jedna od ekoloških alternativa putničkom automobilu, ali i svim motorizovanim načinima transporta (PA, JGPP, taksi). Vremenski gubici bicikla su najmanji u poređenju sa ostalim načinima transporta. Kada se uzima u obzir vreme putovanja, odnosno prosečna brzina putovanja, bicikl predstavlja konkurentan vid prevoza. Ako su maksimalne zabeležene brzine bicikla ispod 50% brzine putničkih automobila (PA i taksi), zbog malih vremenskih gubitaka prosečna brzina je veća od motorizovanih vrsta prevoza. Kod putovanja realizovanih biciklom i pešačenjem odstupanja trenutnih brzina u vremenu su najmanja.

6. LITERATURA

- [1] Simeunović, M., Mirović, V., Pitka, P., Mitrović-Simić, J. *Development of alternative transport systems in the function of improving cities transportation, 5. Towards a humane city*, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 5-6 November, 2015.
- [2] Simeunović, M., Pitka, P., Simeunović, M. *Zbirka zadataka iz javnog transporta putnika*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2021.
- [3] Banković, R. *Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [4] Gladović, P. *Sistem kvaliteta u drumskom transportu*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:



Jovan Rašković rođen je u Sremskoj Mitrovici 1996. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti saobraćaja odbranio je 2022. god.
kontakt: raskovicjovan96@gmail.com



Pavle Pitka rođen je u Šašincima 1983. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. god., a od 2022. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast interesovanja su sistemi javnog prevoza.