

OPTIMIZACIJA TAKSI MESTA I ODRŽIVA URBANA MOBILNOST / OPTIMIZATION OF TAXI PLACES AND SUSTAINABLE URBAN MOBILITY

Jovan Mišić¹, Pavle Gladović², Milan Stanković¹, Vladimir Popović¹

¹Akademija tehničko – vaspitačkih strukovnih studija, Aleksandra, Aleksandra Medvedeva 20,
18000 Niš, Srbija,

²Inženjerska Akademija Srbije, 11000 Beograd, Srbija,
e-mail: jovanmsc60@gmail.com, anaipavle@gmail.com, milanst08@gmail.com,
msv.popovic@gmail.com

Pregledni članak
<https://www.doi.org/10.58952/zr20251401479>
UDK / UDC 656.13:711.73:519.86(497.11)

Sažetak

Veliki uticaj na pristupačnost odnosno dostupnost korisnicima taksi transporta putnika ima broj taksi stajališta kao i njihov prostorni razmeštaj na teritoriji grada. Lokacije taksi stajališta na teritoriji svakog Grada određuju se od strane Gradskog veća Grada. Kako bi se odredila optimalna lokacija i broj taksi stajališta na nekom području, u radu je predložena metodologija za određivanje lokacija i broja taksi stajališta. Izvršena je analiza lokacija i funkcionalnosti taksi stajališta na studiji slučaja na teritoriji Grada Leskovca, i na osnovu sprovedenih istraživanja dat je predlog metodologije za određivanje optimalnog broja i kapaciteta taksi stajališta sa funkcijom prostornog raspoređivanja taksi stajališta na nekom području

Ključne reči: taksi stajalište, metodologija, obim stacionarnosti, determinante stacionarnosti
JEL klasifikacija: R41

Abstract

The number of taxi stands as well as their spatial distribution on the territory of the city have a great influence on the accessibility, i.e. the availability to users of taxi transport of passengers. The locations of taxi stands on the territory of each City are determined by the City Council of the City. In order to determine the optimal location and number of taxi stands in an area, the paper proposes a methodology for determining the location and number of taxi stands. An analysis of the location and functionality of taxi stands was performed on a case study in the territory of the City of Leskovac, and based on the conducted research, a methodology proposal was made for determining the optimal number and capacity of taxi stands with the function of spatial distribution of taxi stands in an area.

Keywords: taxi stands, methodology, extent of stationarity, determinants of stationarity
JEL classification: R41

UVOD

Zakonom o prevozu putnika u drumskom saobraćaju Republike Srbije, je definisao taksi stajalište prema prostoru kao mesto na javnoj saobraćajnoj ili drugoj posebno uređenoj površini, prema funkcionalnosti kao mesto određeno i uređeno za pristajanje taksi vozila, čekanje i prijem putnika, i prema obeležavanju u prostoru obeleženo saobraćajnom signalizacijom, kako bi bilo prepoznato kao takvo i sa strane korisnika, a i taksi vozača.

Taksi stajalište, kako je definisano navedenim Zakonom ima dvojaku ulogu posmatrano sa planerskog aspekta, jer sa jedne strane zauzima prostor koji bi mogao biti iskorišćen kao parking prostor na kome se vrši naplata parkiranja, ili sa nekom drugom namenom u zavisnosti od zahteva posmatranog područja, a sa druge strane predstavlja interaktivnu vezu sa korisnicima taksi usluge koja treba da bude na mestu, koje je sa aspekta bezbednosti saobraćaja, garantuje sigurnost za ukrcavanje putnika i prtljaga, ili iskrcavanje putnika i prtljaga (Popović, 2019).

Kako bi se odredila optimalna lokacija i broj taksi stajališta na nekom području, u radu je predložena metodologija za određivanje lokacija i broja taksi stajališta. Izvršena je analiza lokacija i funkcionalnosti taksi stajališta na studiji slučaja na teritoriji Grada Leskovca, i na osnovu sprovedenih istraživanja dat je predlog metodologije za određivanje optimalnog broja i kapaciteta taksi stajališta sa funkcijom prostornog raspoređivanja taksi stajališta na nekom području (Xianyuan Zhan, 2013) .

1. ANALIZA LOKACIJA KAPACITETA I FUNKCIONALNOSTI TAKSI STAJALIŠTA – STUDIJA SLUČAJA LESKOVAC

Lokacije taksi stajališta na teritoriji Grada Leskovac određene su Rešenjem Gradske skupštine o broju i nazivu taksi stajališta na teritoriji Grada Leskovca i nalaze se na sledećim lokacijama (Tabela 1.). Analizom pozicija postojećih taksi stajališta, utvrđeno je da su pojedina taksi stajališta postavljena tako da taksi vozilo nema dovoljno prostora za manevar, a da pri tome ne ometa ostale učesnike u saobraćaju. Takođe, uočen je i smanjen kapacitet stajališta, pa su vozači taksi vozila primorani da stacioniraju svoje vozilo van stajališta, tj. na površini koja nije predviđena i propisno obeležena kao taksi stajalište.

Tabela 1. Postojeće stanje taksi stajališta na teritoriji Grada Leskovca

NAZIV TAKSI STAJALIŠTA	BROJ OBELEŽENIH MESTA	POZICIJA STAJALIŠTA	TEHNIČKA OPREMLJENOST
1. Minjon (ul. Ivana Milutinovića)	9	Na kolovozu	Obeleženo i vertikalnom i horizontalnom saobraćajnom signalizacijom
2. "Hotel ABC" (Bulevar Oslobođenja)	(7)	Vanulično parkiralište (prostor)	Obeleženo vertikalnom ali nedostaje horizontalna saobraćajna signalizacija
3. "Glavna autobuska stanica" (ul. Vilema Pušmana)	9	Vanulično parkiralište (prostor)	Obeleženo i vertikalnom i horizontalnom saobraćajnom signalizacijom
4. "Klizalište" (ul. Masarikov Trg)	4	Na kolovozu	Obeleženo i vertikalnom i horizontalnom saobraćajnom signalizacijom
5. "Suva Reka" (ul. Južnomoravskih brigade)	(4)	Na kolovozu	Obeleženo vertikalnom ali nedostaje horizontalna saobraćajna signalizacija
UKUPNO:	33		

2. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠENJE FUNKCIONALNOSTI TAKSI STAJALIŠTA NA TERITORIJI GRADA LESKOVCA

Ukupan broj mesta za stacioniranje taksi vozila, kao i njihov prostorni razmeštaj je od velikog značaja za sve učesnike u sistemu taksi prevoza putnika. Svaka izabrana lokacija za taksi stajalište ne sme biti udaljena od atraktivnih gradskih zona, jer vozači takva stajališta dosta ređe ili uopšte ne koriste. Strategija u obezbeđenju broja mesta za taksi vozila, treba da bude takva da se poveća izmena, odnosno da se boljom organizacijom postigne da vozila više vremena provode u vožnji, a ne u čekanju na stanicama. Prilikom tehničkog regulisanja taksi mesta na izabranim frontovima u gradu treba poštovati sledeće grupe kriterijuma (Zhaowei Qu, Wang, Xianmin Song, Zhaotian Pan and Haitao Li, 2019).

U prvu grupu spadaju kriterijumi na osnovu kojih se vrši globalna prostorna ocena izvodljivosti dimenzionisanja i/ili organizacija taksi mesta i to:

- ✓ U ulicama sa intenzivnim dinamičkim saobraćajem u kojima se dozvoljava stajanje regulisati taksi mesta pod uglom manjim od 90° u odnosu na podužnu osu kolovoza;
- ✓ U ulicama sa jednosmernim saobraćajem minimalna širina kolovoza po kome se odvija dinamički saobraćaj mora da iznosi 3,50 m;
- ✓ U ulicama sa dvosmernim saobraćajem minimalna širina kolovoza mora da iznosi najmanje 5,50 m;
- ✓ Minimalna širina pešačke komunikacije (trotoara) na svakom uličnom frontu mora da iznosi najmanje 1,60 metara;
- ✓ Taksi stajalište mora biti udaljeno najmanje 15 metara od autobuskog stajališta.

U drugu grupu spadaju kriterijumi koji se odnose na ograničenja kod podužnog dimenzionisanja uličnog fronta sa taksi mestima:

- ✓ U potpunosti se moraju ispoštovati dosadašnja prostorna ograničenja u podužnim profilima ulica (stubići, bašte, kiosci, stajališta javnog gradskog prevoza, hidranti, šahtovi, stubovi rasvete, i sl.);
- ✓ U svim ulicama ne može se predvideti regulisanje taksi stajalište u dužini od 5,00 m od pešačkog prelaza na kolovozu i trotoaru;
- ✓ U ulicama, ukoliko nema pešačkog prelaza ne može se predvideti taksi stajalište u dužini 5,00 m od ugla na početku i od ugla na kraju ulice gledano u smeru kretanja vozila;
- ✓ Na delu uličnog fronta u dužini od 8,00 m u zoni kolskog ulaza, odnosno po 4,00 m levo i desno od ose kolskog ulaza, takođe ne može se predvideti obeležavanje taksi stajališta.

Taksi stajališta moraju da ispunjavaju saobraćajne uslove sa gledišta bezbednosti saobraćaja, jer su taksi vozila ravnopravni učesnici u saobraćaju i moraju da se ponašaju isto kao i ostali učesnici u saobraćaju prema Zakonu o bezbednosti u saobraćaju na putevima.

Potrebno je uraditi Projekat saobraćaja i saobraćajne singalizacije za obeležavanje taksi stajališta na teritoriji grada Leskovca, koji će jasno definisati potrebnu saobraćajnu signalizaciju, oznake na kolovozu, predmer i predračun signalizacije i izvršiti postavljanje i obeležavanje iste na terenu u skladu sa njim.

3. DETERMINANTE STACIONIRANJA TAKSI VOZILA NA STUDIJI SLUČAJA – LESKOVAC

U cilju utvrđivanja osnovnih karakteristika stacionarnosti saobraćaja na odabranim taksi stajalištima u centralnoj zoni grada Leskovca izvršeno je snimanje zahteva za stacioniranjem taksi vozila na taksi stajalištima, u periodu od 07:00-19:00 h. Snimanje je izvršeno u sredu 20.03.2024. godine. U okviru snimanja evidentirani su ulasci i izlasci taksi vozila sa taksi stajalištima u petnaestominutnim intervalima, a identifikacija taksi vozila vršena je prema njihovim registarskim oznakama.

3.1. OBIM STACIONARNOSTI TAKSI STAJALIŠTA

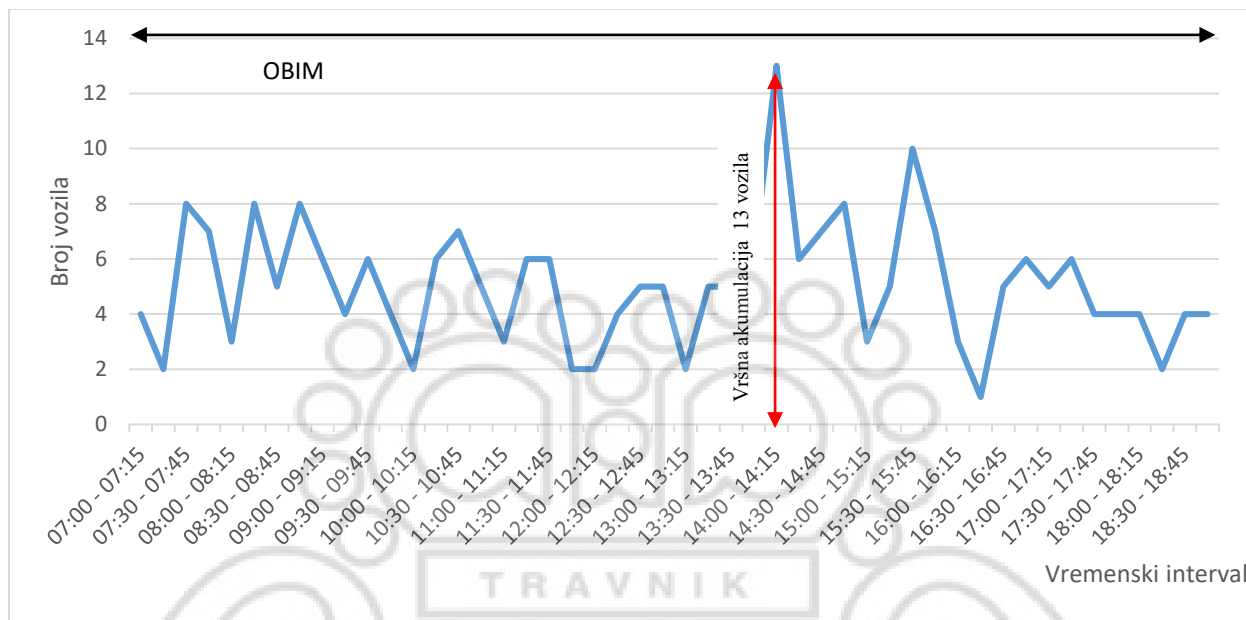
Obim stacionarnosti je karakteristika koncentracije stacionarnog saobraćaja definiše se kao broj taksi vozila koji se pojavljuju na posmatranom taksi stajalištu u toku dana, a izražava se u taksi vozila/dan. Brojanjem ulazaka i izlazaka taksi vozila za svaku od lokacija obuhvaćenih istraživanjima utvrđen je obim stacionarnosti taksi stajališta. U tabeli 2. dat je obim stacionarnosti po taksi stajalištima, odnosno tabelarno je prikazan broj taksi vozila koji se u periodu istraživanja pojavio na svakoj od istraživanih lokacija.

Tabela 2. Obim stacionarnosti taksi vozila dat po lokacijama koje su obuhvaćene istraživanjima

R.b.	Taksi stajališta	Ukupno taksi vozila	Ukupno ušli-izašli
1.	Minjon	76	71
2.	Hotel ABC	49	43
3.	Glavna autobuska stanica	61	57
4.	Klizalište	44	42
5.	Suva Reka	48	44
UKUPNO		278	257

Karakteristika koja je na osnovu analize rezultata brojanja uočena gotovo na svim lokacijama obuhvaćenih istraživanjima je da je broj taksi vozila koji se na njima pojavljuje veći od kapaciteta (legalni broj mesta).

Zaključak koji se može dati na osnovu analize rezultata istraživanja je da u posmatranoj zoni istraživanja taksi stajališta na području Leskovca postoje višestruko veći zahtevi za stacionarnost taksi vozila nego što to postojeći uslovi omogućavaju. Na oko 33 taksi stajališta na kojima je izvršeno brojanje, ukupan broj taksi vozila je iznosio 278 za period obuhvaćen istraživanjem. Imajući u vidu činjenicu da je u istom periodu na posmatranim lokacijama ušlo i izašlo 257 taksi vozila, jasno se može uočiti da je značajan broj taksi vozila morao biti stacioniran van površina namenjenih taksi vozilima.. Obim parkiranja za jednu od istraživanih lokacija prikazan je na slici 1.



Slika 1. Obim parkiranja za jednu od istraživanih lokacija (Taksi stajalište „Suva Reka“)

3.2. TRAJNOST STACIONARNOSTI TAKSI VOZILA

Vreme zadržavanja taksi vozila na taksi stajalištu naziva se trajnost stacionarnosti. Vreme zadržavanja taksi vozila na taksi stajalištima u Leskovcu utvrđeno je na 5 lokacija zone istraživanja. Za svaku od lokacija obuhvaćenih snimanjem. Časovnom distribucijom vremena zadržavanja vozila na taksi stajalištu, obuhvaćena su samo ona taksi vozila koja su ušla i izašla sa taksi stajališta tokom vremena trajanja snimanja. Vozila koja su na taksi stajalištu ostala preko dva sata, zbog prirode pojave, klasifikovana su u jednu klasu (zadržavanje preko 2 sata).

3.3. OBRT STACIONARNOSTI TAKSI STAJALIŠTA

Obrt stacionarnosti taksi vozila predstavlja odnos između broja korisnika taksi stajališta i njegovog raspoloživog kapaciteta. U konkretnoj analizi, sagledan je dnevni obrt stacionarnosti taksi stajališta, odnosno obrt vezan za period snimanja. Obrt stacionarnosti taksi stajališta zavisi od više faktora, kao što su lokacija taksi stajališta, zahtev za taksi uslugom, kao i od regulativnih mera kao što su vreme zadržavanja, cena komunalne takse i sl. Obrt taksi stajališta utvrđen je na osnovu odnosa ukupnog broja taksi vozila koja su u periodu brojanja ušla na taksi stajalište i kapaciteta *tabela 3.).

Tabela 3. Obrt taksi stajališta prikazan po lokacijama, za period istraživanja

R.b.	Taksi stajališta	Ukupno taksi vozila	Kapacitet taksi stajališta	OBRT
1.	Minjon	76	9	8,44
2.	Hotel ABC	49	7	7
3.	Glavna autobuska stanica	61	9	6,77
4.	Klizalište	44	4	11
5.	Suva Reka	48	4	12
UKUPNO		278	33	8,42

3.4. NAKUPLJANJA I ZAHTEVI ZA TAKSI STAJALIŠTEM

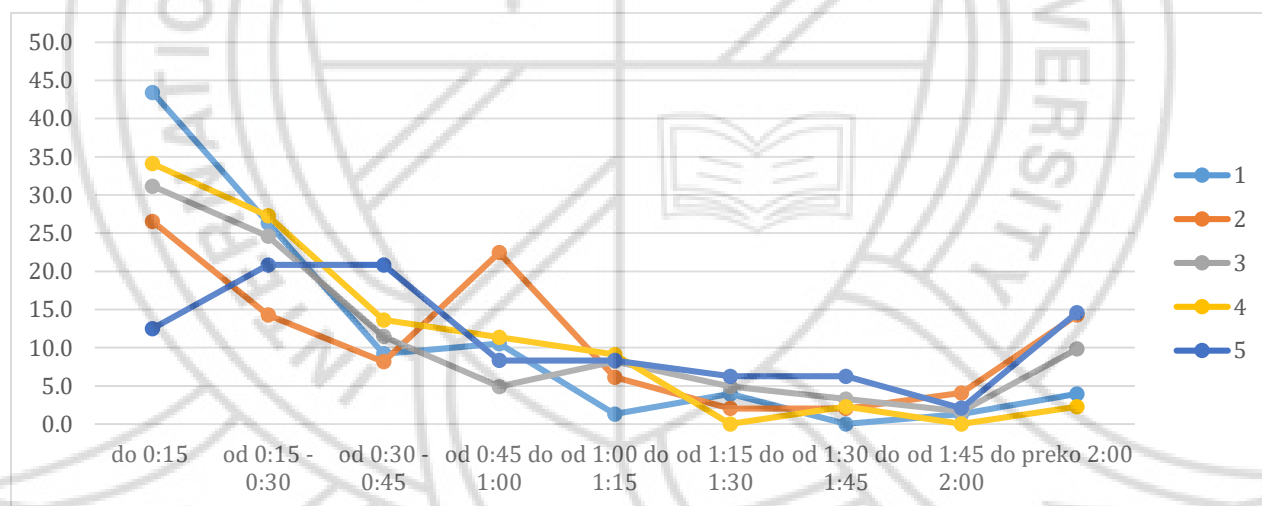
Koncentracija nakupljanja predstavlja broj taksi vozila stacioniranih na taksi stajalištu u određenom vremenskom periodu. Podaci vezani za koncentraciju stacionarnosti predstavljaju osnovu za sagledavanje budućih zahteva za stacioniranjem taksi vozila. Vršne akumulacije za svako od taksi stajalište međusobno se manje ili više razlikuju, a sve to zbog njihovih karakteristika i lokacija.

3.5. VREMENSKA I PROSTORNA DISTRIBUCIJA

Analiza vremenske i prostorne distribucije stacionarnosti izvršena je za sva taksi stajališta na kojima je vršeno istraživanje. Najznačajnije razlike između karakteristika stacionarnosti taksi vozila se ogledaju u vremenu zadržavanja taksi vozila i zauzetosti taksi stajališta posmatrano u istim vremenskim intervalima. Bitne razlike posmatrano po lokacijama javljaju se u delu kratkotrajnih zadržavanja, zadržavanja do 15 minuta.

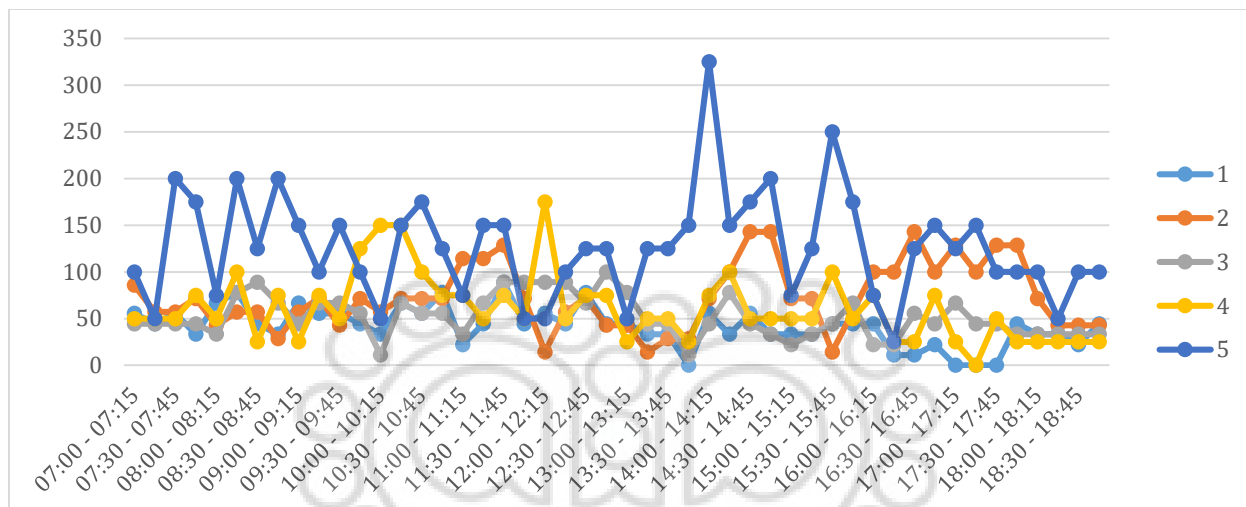
Na slici 2. dat je prikaz vremenske distribucije vremena zadržavanja taksi vozila na posmatranim taksi stajalištima obuhvaćena istraživanjem u Leskovcu, u relativnom odnosu. Za svako od taksi stajalište, dat je prikaz vremena zadržavanja po petnaestominutnim intervalima. Na osnovu ovog prikaza može se uočiti trend zadržavanja taksi vozila na taksi stajalištima.

Generalni zaključak koji se može izvesti na osnovu prikazane slike 2. je da su kratkotrajna zadržavanja (do 15 min) najdominantnija. Takođe, značajan procenat taksi vozila se zadržava od 15 do 30 minuta, u proseku 22,7 % taksi vozila, od 30 do 45 minuta, u proseku 12,7 minuta taksi vozila i od 45 minuta do 1 sata, prosečno 11,5 % taksi vozila. Mora se napomenuti da su zadržavanja taksi vozila koja su duža od 2:00 sata, konfiguriraju u zadržavanju sa 9,0 % taksi vozila.



Slika 2. Prikaz vremena zadržavanja taksi vozila po lokacijama i vremenskim intervalima

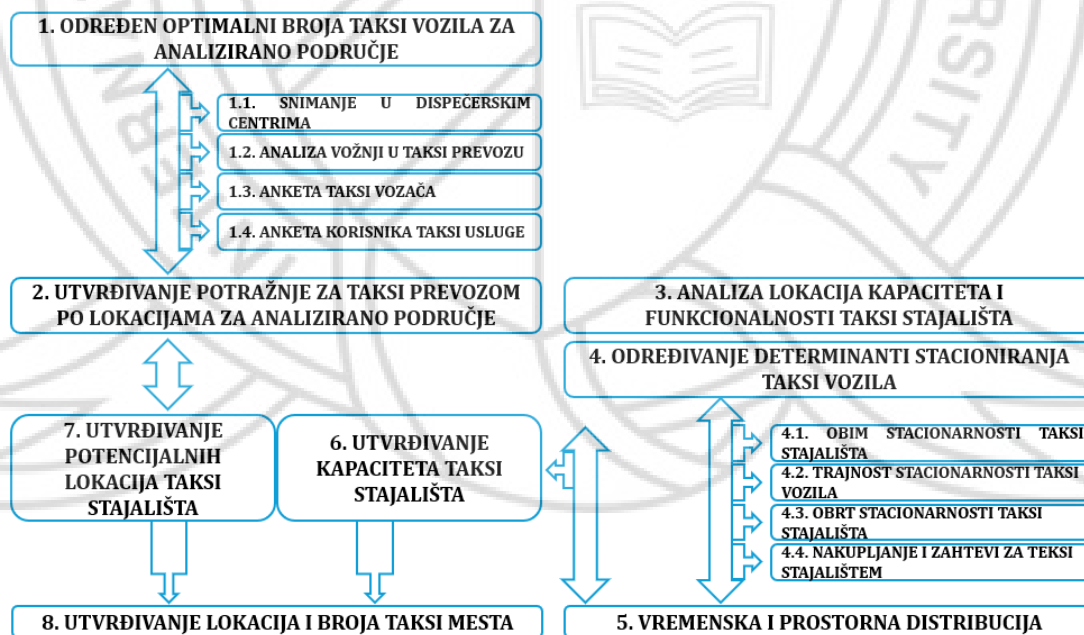
Zaključak koji se može isvesti na osnovu ukupne analize zauzetosti taksi stajališta u Leskovcu je da su zahtevi za određenim taksi stajalištima značajno veći od raspoloživih kapaciteta u datim uslovima organizacije sistema taksi sistema u pojedinim vremenskim intervalima u toku dana. Međutim, posmatrano prosečno po vremenskim intervalima od 08:15 do 08:30 prosečna zauzetost svih taksi stajališta je 103 %, od 10:15 do 10:30 prosečna zauzetost taksi stajališta je 101 %, od 11:30 do 11:45 prosečna zauzetost taksi stajališta je 106 % i od 14:00 do 14:15 prosečna zauzetost taksi stajališta u sistemu taksi prevoza je 114 % (slika 3.).



Slika 3. Iskorišćenje (zauzetost) taksi stajališta posmatrana u istim vremenskim intervalima za sve lokacije koje su obuhvaćene istraživanjem

4. PREDLOG METODOLOGIJE ZA ODREĐIVANJE LOKACIJE I OPTIMALNOG BROJA TAKSI MESTA

Kako bi se na nekom području istraživanja za koji je određen optimalan broj taksi vozila odgovorilo na planerski zahtev, odnosno koliko i gde bi trebalo postaviti kakvog kapaciteta taksi stajališta, napravljena je metodologija za određivanje optimalnog broja taksi mesta koja je prikazana na slici 4.



Slika 4. Metodologija za određivanje lokacije i optimalnog broja taksi mesta

Preduslov za korišćenje Metodologije za određivanje lokacije i optimalnog broja taksi mesta jeste da je na posmatranom području već određen optimalan broj taksi vozila koji obavlja transportni rad na analiziranom području. Ono što je jako bitno, jeste da se izvrši istraživanje koje se odnosi na snimanje u dispečerskim centrima, analiza vožnje u taksi prevozu, anketa taksi vozača i anketa korisnika taksi usluge (Xiao Liang, Gonçalo Homem, 2017.).

Nakon određivanja potražnje za taksi prevozom, potrebno je odrediti potencijalne lokacije taksi stajališta, odnosno lokacije sa kojih za analizirano područje postoji najveći broj zahteva od strane korisnika taksi usluge. Takođe, treba uzeti u obzir i element koji se odnosi na vreme čekanja na sledeću vožnju. U ovom delu bi trebalo za posmatrano područje razraditi model traženja vožnje, gde bi vozilo nakon iskrcavanja putnika ostalo određeni vremenski period, kako bi sačekalo sledeću vožnju sa lokacije gde je završilo poslednje iskrcavanje putnika, a sve u cilju minimiziranja neproduktivnih kilometara.

Sa druge strane, potrebno je izvršiti analizu lokacija kapaciteta i funkcionalnosti taksi stajališta u postojećem sistemu taksi prevoza. Nakon toga, potrebno je izvršiti određivanje determinante stacioniranja taksi vozila, pre svega se misli na obim, trajnost, obrt i akumulaciju stacionarnosti. Na osnovu determinanti stacionarnosti moguće je analizirati trenutno iskorišćenje taksi mesta, kao i potrebe za povećanjem ili smanjenjem kapaciteta taksi stajališta (Szeto W.Y., Wong R.C.P., Wong S.C. i Yang H, 2013).

Nakon toga potrebno je izvršiti vremensku i prostornu distribuciju, kako bi se utvrdilo vreme zadržavanja taksi vozila po lokacijama i vremenskim intervalima, kao i iskorišćenje (zauzetost) taksi stajališta posmatrana u istim vremenskim intervalima za sve lokacije koje su obuhvaćene istraživanjem(Wong R.C.P., Szeto W.Y., Wong S.C., 2014).

Na osnovu prosečne zauzetosti taksi stajališta od strane optimalnog broja taksi vozila na nekom području moguće je utvrditi potreban kapacitet taksi stajališta. Ako na posmatranom području ne funkcioniše optimalan broj taksi vozila, moguće je iz odnosa taksi vozila koja rade za vreme istraživanja i određenog optimalnog broja taksi vozila odrediti prosečnu zauzetost taksi stajališta.

Pознавајући капацитет такси стајаишта са потенцијално одређеним локацијама за такси стајаишта, доводи до одређивања локација такси стајаишта и броја такси места по такси стајаишту.

ZAKLJUČAK

U radu je urađena analiza kapaciteta i funkcionalnosti na 33 taksi mesta na teritoriji grada Leskovac, gde je dat predlog mera za poboljšanje taksi stajališta. Nakon izvršene analize kapaciteta i funkcionalnosti taksi stajališta na teritoriji grada Leskovca na osnovu prikupljenih podataka izvršeno je merenje determinanti stacioniranja taksi vozila. Nakon obima stacionarnosti, razmatrana je trajnost stacionarnosti taksi vozila na svih pet taksi stajališta. Opšti zaključak je da se taksi vozila u najvećem procentu na taksi stajalištima zadržavaju do 1 sata.

Pored obima i trajnosti na taksi stajalištima razmatran je i obrt stacionarnosti taksi stajališta, prvo po svakom stajalištu, a onda i ukupno za sva taksi stajališta, gde se došlo do vrednosti od 8,42 taksi vozila/taksi mestu Vremenska i prostorna distribucija imaju veliku ulogu u dimenzionisanju kapaciteta taksi stajališta na nekom području.

Nakon analize determinanti dat je predlog Metodologije za određivanje lokacije i optimalnog broja taksi mesta, kao i to na osnovu kojih ulaznih podataka treba biti zasnovana pomenuta metodologija. Pomenuta metodologija treba da odgovori na pomenuta planerska pitanja gde i kog kapaciteta trebaju biti locirana taksi stajališta na nekom području.

Optimalni broj taksi mesta povećava urbanu mobilnost pošto doprinosi atraktivnosti korišćenja ovog sistema i utiče na smanjenje korišćenja putničkih vozila u gradovima.

LITERATURA

- [1] Vladimir Popović, Razvoj modela za organizaciju taksi transporta putnika, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2019.
- [2] Xianyuan Zhan, Xinwu Qian and Satish V. Ukkusuri, Measuring the Efficiency of Urban Taxi Service System, 2013.
- [3] Zhaowei Qu, Xin Wang, Xianmin Song, Zhaotian Pan and Haitao Li, Location optimization for urban taxi stands based on taxi GPS trajectory big data, IEEE Access, 2019.
- [4] Xiao Liang, Gonçalo Homem de Almeida Correia and Bart van Arem, An optimization model for vehicle routing of automated taxi trips with dynamic travel times, Transport Research Procedia, 2017.
- [5] Szeto W.Y., Wong R.C.P., Wong S.C. i Yang H., A time-dependent logit-based taxi customer-search model, International Journal of Urban Sciences, 2013, v. 17 n. 2, p. 184-198, 2013.
- [6] Wong R.C.P., Szeto W.Y., Wong S.C., A cell-based logit-opportunity taxi customer-search model, Transportation Reserch Part C: Emerging Technologies, 2014, v. 48, p. 84-96, 2014