

IZBOR LOKACIJA ZA INSTALACIJU PAKETOMATA PRIMJENOM FUCOM-MARCOS MODELA

Željko Stević¹, Eldina Huskanović¹, Kristijan Lukić², Vladimir Simić³

¹ Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj,
zeljko.stevic@sf.ues.rs.ba, eldina.mahmutagic@sf.ues.rs.ba

² X-Express, Banja Luka, kristijanlukic@x-express.ba

³ Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd, vsima@sf.bg.ac.rs

Rezime: *Svjesni činjenice da je brzina života uticala na povećanje zahtjeva krajnjih potrošača, odnosno na potrebu da kupcu roba bude isporučena u što kraćem roku i na adresi koja mu odgovara u datom trenutku, sve veći broj brzih pošta se odlučuje na postavljanje i aktiviranje paketomata. U ovom radu, prikupljeni su podaci potrebni za izbor lokacije za postavku paketomata kompanije X Express na području Banja Luke. Nakon definisanih kriterijuma i alternativa, ocjenu istih od strane rukovodioca, primjenjene su metode VKO (višekriterijumskog odlučivanja). FUCOM (Full Consistency method) metoda je primjenjena za određivanje težina kriterijuma, potom MARCOS (Measurement Alternatives and Ranking According to the Compromise Solution) metoda za rangiranje potencijalnih lokacija. Cilj rada je da se odabere najbolja lokacija za postavku paketomata, a rezultati pokazuju da postoje dvije lokacije sa najboljim performansama.*

Ključne reči: *brza pošta, paketomat, VKO, FUCOM, MARCOS*

1. Uvod

Iako su brze pošte omogućile svojim klijentima da kroz praćenje narudžbe vide kakav je to logistički proces i koje komponente moraju biti povezane, korak dalje svim brzim poštama jeste postavljanje paketomata kao i razvoj tehnologije koja će moći ispratiti takve isporuke. Značaj brze pošte posebno je primijećen u doba globalne pandemije 2020. godine, kada su fizičke kupovine bile gotovo nemoguće, te su tada primat preuzele online narudžbe, samim time i isporuke dostavnim vozilima brze pošte.

Na području BiH postoji nekoliko kompanija koje se bave brzim dostavom, među kojima je jedna od najuspješnijih X Express. Kompanija X Express je osnovana 2016. godine, te za svojih 8 godina postojanja kroz 17 distributivnih centara i 6 poslovnih centara, sa više od 600+ vozila isporučuje pošiljke na teritoriji cijele Bosne i Hercegovine. Savremena tehnološka rješenja koja primjenjuju svakodnevno su unaprijedili sigurnost i efikasnost te distribucijske mreže. O tome svjedoči kvalitet dostave od preko 98% i izuzetno važno, zadovoljstvo više od 19.000 korisnika.

Brze pošte zbog velikog broja zahtjeva za isporukom robe imaju probleme kod lociranja adresa, propuštenih isporuka, saobraćajne gužve kao i uticaja na okoliš. Iz tog razloga smatra se da su paketomati efikasno rješenje. Odabir lokacije za postavku paketomata zahtjeva ozbiljan pristup i što veći broj podataka, te je tako kreiran upitnik u kojem je definisano devet kriterijuma (za svrhu početne studije korišteno sedam od kreiranih devet) i 12 alternativa odnosno potencijalnih lokacija za postavljanje paketomata čije ocjenjivanje su vršili rukovodioci kompanije X-Express. Alternative predstavljaju 12 najatraktivnijih lokacija na području grada Banja Luka.

Nakon prikupljenih podataka, korištene su metode višekriterijumskog odlučivanja kako bi se primjenio model za izbor lokacije postavljanja paketomata. U ovom radu primjenjene su FUCOM i MARCOS metoda. FUCOM metoda se koristi za proračun težina kriterijuma, dok je MARCOS metoda primjenjena za rangiranje potencijalnih lokacija za postavljanje paketomata.

2. Pregled literature

U poslovnom svijetu su dva načina razmjene, jedan od načina razmjene jeste sa drugim poslovnim korisnicima B2B (business-to-business) poslovanje. Drugi vid razmjene odnosi se na razmjenu sa pojedincima ili domaćinstvima i njega nazivamo B2C (business-to-customer) poslovanje. U B2C poslovanju od sve većeg značaja su kompanije koje se bave brzom dostavom [1-5]. Korisnička služba i logističke aktivnosti su lanac međusobno zavisnih aktivnosti koje se međusobno nadopunjuju kako bi olakšale protok informacija, robe i gotovine unutar lanca vrijednosti [6]. Ukoliko pogledamo ekspresnu industriju u Kini i njen razvoj, može se uočiti i značaj brzih dostava u tako velikim sistemima [7]. Također, možemo vidjeti značaj online kupovine i brzih dostava koje su doživjele nagli rast u posljednje dvije decenije [8]. Sa velikim razvojem ekspresne industrije i brzih dostava, dolazi do prevelikih opterećenja kurira koji su zaposleni u takvim kompanijama [9]. Kako bi se smanjila opterećenja zaposlenih zbog prevelikog broja isporuka, većina kompanija se odlučuje za postavljanje paketomata, kako bi kupci tokom 24 sata mogli preuzeti svoju narudžbu [10]. Tako je već u Francuskoj, Velikoj Britaniji i Holandiji primijećen značaj paketomata i samim time smanjen broj neisporučених pošiljki [11]. Kako se tržište e-trgovine nastavlja povećavati, mreže paketomata doprinose rješavanju logističkih problema. Oni mogu biti korisni za gradove, smanjenjem gradskih logističkih tokova, iskorištavanjem mogućnosti konsolidacije; logističkim prijevoznicima, smanjenjem broja neuspjelih isporuka i broja vozila i dostavljača potrebnih za pokrivanje geografskog područja; trgovcima, nudeći pogodne lokacije za dostavu za svoje potrošače, a za potrošače, nudeći fleksibilnost u vremenu prikupljanja, sigurnosti i uštedi u poređenju sa redovnom dostavom na kućnu adresu [12,13]. U radu [14] istražen je odnos između ekoloških stavova i ponašanja generacije Y i njihove sklonosti da kupuju preko interneta i prikupljaju ih pomoću paketomata. Kako bi paketomati imali pravu svrhu i dali doprinos efikasnosti cijelog logističkog lanca, potrebno je napraviti pravi izbor prilikom odabira lokacije za postavljanje paketomata. Vrlo je bitno definisati faktore koji utiču na postavljanje paketomata [15]. U novim izazovima logistike koji se odnose na pravilan izbor lokacije za postavljanje paketomata od velikog su značaja metode višekriterijumskog odlučivanja. Paketomati nude efikasno rješenje za rješavanje problema isporuke klijentima, ali odabir odgovarajuće lokacije je od vitalnog značaja kako bi se osigurala optimalna usluga i poboljšale ukupne logističke performanse. U radu [16] primjenom

metoda SFAHP (*Spherical Fuzzy Analytic Hierarchy Process*) definisana je strategija i izbor lokacija za postavljanje paketomata u Dublinu, Irska. Metodama VKO također je izabrana optimalna lokacija za postavljanje paketomata u jednom dijelu Istanbula (Beşiktaş) u Turskoj [17].

3. Metodologija rada

Primjenjena metodologija se sastoji od tri faze i to: prva faza rada jeste definisanje kriterijuma i alternativa za odabir lokacije paketomata te formiranje upitnika za prikupljanje podataka od rukovodioca. Druga faza rada podrazumijeva primjenu FUCOM metode za određivanje težina kriterijuma, a potom primjenu MARCOS metode za rangiranje. Posljednja faza rada jeste rezultat primjenjenog modela i verifikacioni testovi.

3.1. FUCOM

FUCOM metod su razvili Pamučar, Stević i Sremac za određivanje težina kriterijuma. FUCOM daje mogućnost da se izvrši validacija modela tako što se proračunava veličina greške za dobijene vektore težina, kroz određivanje stepena konzistentnosti [18-20]. U narednom tekstu predstavljen je FUCOM algoritam uključujući korake ove metode [21]

Korak 1. U prvom koraku rangiraju se kriterijumi iz unaprijed definisanog skupa kriterijuma na osnovu značaja kriterijuma.

$$C_{j(1)} > C_{j(2)} > \dots > C_{j(k)} \quad (1)$$

gdje k predstavlja rang posmatranih kriterijuma. U slučaju da postoje dva ili više kriterijuma sa istim značajem, izrazu (1) umjesto znaka „>” stavlja se znak jednakosti.

Korak 2. U drugom koraku vrši se upoređivanje rangiranih kriterijuma i definišu se vrijednosti komparativnih prioriteta ($\varphi_{k/(k+1)}$, $k = 1, 2, \dots, n$; gdje k predstavlja rang kriterijuma). Uporedni prioritet vrednovanja kriterijuma ($\varphi_{k/(k+1)}$) je prednost kriterijuma ranga $C_{j(k)}$ u odnosu na kriterijum $C_{j(k+1)}$. Tako se dobijaju vrijednosti vektora upoređenih prioriteta kriterijuma, kao što se može vidjeti u jednačini (2):

$$\varphi = (\varphi_{1/2}, \varphi_{2/3}, \dots, \varphi_{k(k+1)}) \quad (2)$$

gdje $\varphi_{k/(k+1)}$ predstavlja značaj kriterijuma $C_{j(k)}$ u odnosu na kriterijum $C_{j(k+1)}$ poređenih u rang.

Korak 3. U trećem koraku izračunate su konačne vrijednosti težinskih koeficijenata posmatranih kriterijuma (W_1, W_2, \dots, W_n)^T. Konačne vrijednosti težinskih koeficijenata treba da ispunjavaju dva uslova:

Da je odnos težinskih koeficijenata jednak komparativnom prioritetu posmatranih kriterijuma ($\varphi_{k/(k+1)}$) definisanom u 2. koraku ove metode:

$$\frac{W_k}{W_{k+1}} = \varphi_{k/(k+1)} \quad (3)$$

Pored uslova (3) konačne vrijednosti težinskih koeficijenata treba da ispunjavaju i sljedeće matematičke tranzicije, $\varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)}$. Na osnovu $\varphi_{k/(k+1)} = \frac{W_k}{W_{k+1}}$ i $\varphi_{(k+1)/(k+2)} = \frac{W_{k+1}}{W_{k+2}}$ dobija se $\frac{W_k}{W_{k+1}} \otimes \frac{W_{k+1}}{W_{k+2}} = \frac{W_k}{W_{k+2}}$. Na osnovu navedenog dobija se još jedan uslov koji konačne vrijednosti težinskih koeficijenata treba da ispunje:

$$\frac{W_k}{W_{k+2}} = \varphi_{\frac{k}{k+1}} \otimes \varphi_{\frac{k+1}{k+2}} \quad (4)$$

Potpuna konzistentnost, odnosno minimalna vrijednost DFC (X) zadovoljena je samo ako se u potpunosti poštuje tranzitivnost kriterijuma, odnosno kada su ispunjeni uslovi $\frac{W_k}{W_{k+1}} = \varphi_{k/(k+1)}$ i $\frac{W_k}{W_{k+2}} = \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)}$.

$$\begin{aligned} \left| \frac{W_{j(k)}}{W_{j(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| &\leq X; \forall j \\ \left| \frac{W_{j(k)}}{W_{j(k+2)}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| &\leq X; \forall j \\ \sum_{j=1}^n W_j &= 1, W_j \geq 0, \forall j \end{aligned} \quad (5)$$

3.2. MARCOS

MARCOS metoda bazira se na definisanju odnosa između alternative i referentnih vrijednosti (idealnih i anti-idealnih alternativa). Najbolja alternativa je ona koja je najbliža idealnoj i istovremeno najudaljenija od anti-idealne referentne tačke. MARCOS metoda se realizuje kroz sljedeće korake [22,23].

Korak 1: Formiranje početne matrice odlučivanja.

Korak 2: Formiranje proširene početne matrice. U ovom koraku vrši se proširenje početne matrice kroz definisanje idealnog (AI) i antiidealnog (AII) rješenja.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} AAI \\ A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \\ AI \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{aa1} & x_{aa2} & \dots & x_{aan} \\ x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{22} & \dots & x_{mn} \\ x_{ai1} & x_{ai2} & \dots & x_{ain} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (6)$$

Antiidealno rješenje (AAI) predstavlja najlošiju alternative dok idealno rješenje (AI) predstavlja alternative sa najboljom karakteristikom:

$$AAI = \min_j x_{ij} \text{ ako } j \in B \text{ i } \max_j x_{ij} \text{ ako } j \in C \quad (7)$$

$$AI = \max_j x_{ij} \text{ ako } j \in B \text{ i } \min_j x_{ij} \text{ ako } j \in C \quad (8)$$

Gdje B predstavlja benefit grupu, dok C predstavlja troškovnu grupu kriterijuma.

Korak 3: Normalizacija proširene početne matrice (X) primjenom izraza:

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \text{ ako } j \in C \quad (9)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \text{ ako } j \in B \quad (10)$$

Korak 4: Određivanje otežane matrice $V = [v_{ij}]_{m \times n}$.

$$v_{ij} = n_{ij} \times w_j \quad (11)$$

Korak 5: Proračun stepena korisnosti alternative K_i .

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (12)$$

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (13)$$

Gdje S_i ($i=1,2,\dots,m$) predstavlja sumu elemenata otežane matrice V , izraz

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (14)$$

Korak 6: Određivanje funkcije korisnosti alternative $f(K_i)$.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1-f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1-f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (15)$$

Gdje $f(K_i^-)$ predstavlja funkciju korisnosti u odnosu na anti-idealno rješenje, dok $f(K_i^+)$ predstavlja funkciju korisnosti u odnosu na idealno rješenje.

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (16)$$

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (17)$$

Korak 7: Rangiranje alternative.

4. Primjena FUCOM-MARCOS modela za izbor lokacije za postavljanje paketomata

U ovom radu prikazana je početna studija slučaja koja se odnosi na određivanje lokacija za instalaciju paketomata na području grada Banja Luka, kao jedne od najvećih urbanih sredina u BiH. Bitno je naglasiti da je potrebno izvršiti lociranje mjesta za instalaciju paketomata u svim sredinama gde kompanija X Express ima svoje distributivne centre, a njih je ukupno 17 čija je mapa prikazana na slici 1.



Slika 1. Mapa distributivnih centara u BiH, kompanije X Express

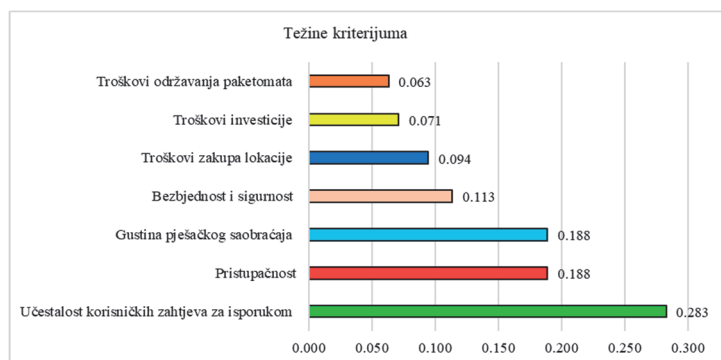
Međutim, ovaj rad se fokusira na samo jedan distributivni centar. Proučavanjem literature i relevantnih svjetskih izvora koji se bave ovom problematikom, te

konsultovanjem sa rukovodiocima u kompaniji za koju se vrši projektni zadatak, definisano je ukupno devet kriterijuma prikazanih i objašnjenih u Tabeli 1.

Tabela 1. Opis kriterijuma koji su definisani za lociranje paketomata

	Opis kriterijuma
K1	Dostupnost - mogućnost za prikupljanje i isporuku paketa 24 h svih 7 dana u sedmici.
K2	Pristupačnost - podrazumijeva lagan i neometan pristup paketomatima pješke, biciklom ili privatnim automobilom.
K3	Troškovi zakupa lokacije (ovo može podrazumijevati određene partnerske ugovore, pa samim tim cijena je nula, ali igra važnu ulogu, jer će partnerska lokacija imati bolju karakteristiku po ovom kriterijumu u odnosu na one koje naplaćuju zakup).
K4	Troškovi investicije - troškovi instalacije paketomata sa svim pratećim karakteristikama.
K5	Troškovi održavanja paketomata (ovaj kriterijum može biti približno isti za mnoge lokacije, pa potencijalno može biti isključen, ali svakako zavisi od vrste paketomata ili njegove veličine da određenoj lokaciji).
K6	Bezbjednost i sigurnost - podrazumijeva poštovanje privatnosti korisnika tokom preuzimanja pošiljke, osvijetljenost, video nadzor 24/7 i njegovu povezanost sa eventualno policijskom stanicom ili kod nas što je popularno sa security kompanijama.
K7	Gustina pješačkog saobraćaja u kraćem radijusu lokacije, poželjno što veći pješački saobraćaj i da korisnici mogu preuzimati pakete usputno tj. obavljajući svoje svakodnevnne aktivnosti.
K8	Učestalost korisničkih zahtjeva za isporukom - podrazumijeva istorijske podatke o korisnicima koji su prethodno zahtjevali isporuku robe. Lokacije sa gustim zahtjevima korisnika su poželjnije.
K9	Rizik od prirodnih katastrofa i rizik od pojave nezgode.

Ukupno je definisano 12 potencijalnih lokacija na području grada Banja Luka koji neće biti detaljno prikazani zbog poslovnih razloga kompanije i konkurencije na tržištu. Nakon postavke viškriterijumskog problema, najprije je primjenjena FUCOM metoda na osnovu definisanih preferencija rukovodioca u kompaniji koja je predmet istraživanja. Težine kriterijuma dobijene sa FUCOM algoritmom date su na slici 2.



Slika 2. Težinski koeficijenti nakon primjene FUCOM metode

Rezultati pokazuju da je učestalost korisničkih zahtjeva za isporukom najvažniji parametar što je na jedan način i očekivano. Ovdje je potrebno objasniti da su dva kriterijuma (dostupnost i rizik od prirodnih katastrofa i rizik od pojave nezgode) eliminisani, jer za ovu urbanu sredinu sve lokacije imaju jednake vrijednosti, a samim tim nemaju nikakvog uticaja i ne uzimaju se u obzir.

Sljedeći korak podrazumijeva primjenu koraka MARCOS metode na osnovu kojih se vrši vrednovanje potencijalnih lokacija i izbor najboljih. Rezultati nakon primjene MARCOS metode dati su u Tabeli 2.

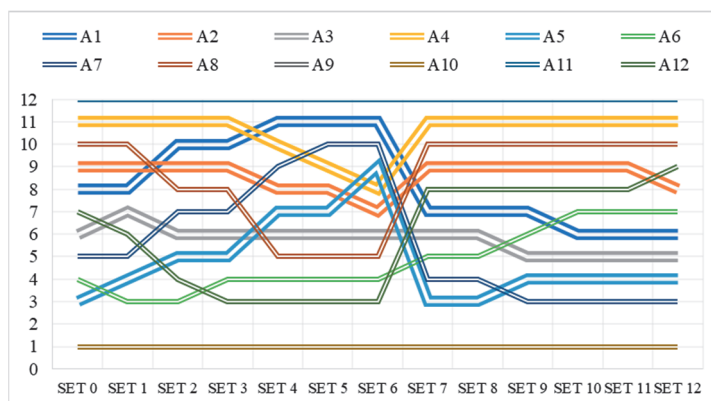
Tabela 2. Rangovi potencijalnih lokacija dobijeni sa MARCOS metodom

	Si	Ki-	Ki+	fK-	fK+	Ki	Rang
AAI	0.592						
A1	0.825	1.394	0.825	0.372	0.628	0.676	8
A2	0.812	1.371	0.812	0.372	0.628	0.665	9
A3	0.852	1.439	0.852	0.372	0.628	0.698	6
A4	0.771	1.303	0.771	0.372	0.628	0.632	11
A5	0.877	1.481	0.877	0.372	0.628	0.719	3
A6	0.874	1.475	0.874	0.372	0.628	0.716	4
A7	0.865	1.462	0.865	0.372	0.628	0.709	5
A8	0.798	1.348	0.798	0.372	0.628	0.654	10
A9	0.973	1.644	0.973	0.372	0.628	0.797	1
A10	0.973	1.644	0.973	0.372	0.628	0.797	1
A11	0.696	1.176	0.696	0.372	0.628	0.571	12
A12	0.836	1.413	0.836	0.372	0.628	0.685	7
AI	1.000		1.000				

Može se naglasiti da postoje dvije lokacije (A9 i A10) koje predstavljaju najpogodnije lokacije za implementaciju paketomata s obzirom na razmatrani skup podataka i izvršeno ocjenjivanje unutar kompanije X Express.

5. Analiza osjetljivosti i komparativna analiza

U ovom dijelu rada pristupljeno je krearanju analize koja podrazumijeva promjenu težinskih koeficijenata kroz dva najznačajnija kriterijuma (K7 i K1) u intervalu 15-90%. Rezultati analize promjene uticaja dva najvažnija faktora data su na slici 3, dok je uporedna analiza sa drugim VKO metodama predstavljena na slici 4.



Slika 3. Rezultati nakon promjene težina dva najznačajnija kriterijuma

Posmatrajući dobijene rezultate može se zaključiti da nema promjena u smislu dvije najbolje lokacije, a da su u rangovima drugih varijanti one prisutne i da je model osjetljiv na promjenu vrijednosti najvažnijih kriterijuma. Ovo može biti posljedica nedovoljno kvalitetnog inicijalnog poređenja kriterijuma od strane donosioca odluke, što može biti razlog za dublju analizu u ocenjivanju istih za druge teritorije na kojima funkcioniše kompanija X express.



Slika 4. Rezultati uporedne analize

Rezultati uporedne analize pokazuju veliku korelaciju početnih rangova, osim sa MABAC i CoCoSo metodama kada se javlja manji korelacioni odnos, što je posljedica različitih metodoloških principa.

6. Zaključak

U ovom radu je primijenjen integrisani FUCOM-MARCOS model da bi se izvršilo vrednovanje i rangiranje lokacija za postavku paketomata u Banja Luci, što predstavlja samo jedan segment istraživanja odnosno projekta utvrđivanja pogodnih lokacija za instalaciju paketomata na čitavoj teritoriji BiH. Rezultati pokazuju da dvije lokacije zaslužuju prednost u postavci paketomata, a verifikacioni testovi da postoji osjetljivost na promjenu težina dva najvažnija kriterijuma. Naredne faze istraživanja podrazumijevaju definisanje lokacija na nivou područja urbanih sredina u kojima su locirani distributivni centri, te njihovo vrednovanje i dobijanje jedne kompletne mape za postavljanje paketomata na teritoriji čitave države, a u vlasništvu kompanije X Express.

Literatura

- [1] Gulc A (2021) Multi-stakeholder perspective of courier service quality in B2C e-commerce. *PLoS ONE* 16(5): e0251728. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251728>
- [2] SEGHEZZI, A. (2020). Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2c e-commerce.
- [3] Vakulenko, Y., Shams, P., Hellström, D., & Hjort, K. (2019). Online retail experience and customer satisfaction: the mediating role of last mile delivery. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 29(3), 306-320.

- [4] Lim, S. F. W., Jin, X., & Srari, J. S. (2018). Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(3), 308-332.
- [5] Borsenberger, C. (2016). The European parcel delivery market: A contestable market. In *23rd Conference on Postal and Delivery Economics* (Vol. 1).
- [6] Ling, T. K., Lee, C. K., & Ho, W. (2009). The analysis and case studies of successful express logistics companies. *International Journal of Value Chain Management*, 3(1), 20-35.
- [7] Wang, X., Zhang, J., Yang, T. (2015). Improved SWOT Approach for Strategic Constructing in China Worldwide Express Mail Service. In: Zhang, R., Zhang, Z., Liu, K., Zhang, J. (eds) LISS 2013. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40660-7_203
- [8] Morganti, E., Dablanc, L., & Fortin, F. (2014). Final deliveries for online shopping: The deployment of pickup point networks in urban and suburban areas. *Research in Transportation Business & Management*, 11, 23-31
- [9] Wu, C., Wu, J., Wu, Y., Wu, Q., Lin, X., & Xiong, N. N. (2019). Design and analysis of the task distribution scheme of express center at the end of modern logistics. *Electronics*, 8(10), 1141.
- [10] Vakulenko, Y., Hellström, D., & Hjort, K. (2018). What's in the parcel locker? Exploring customer value in e-commerce last mile delivery. *Journal of Business Research*, 88, 421-427.
- [11] Kedia, A., Kusumastuti, D., & Nicholson, A. (2017). Acceptability of collection and delivery points from consumers' perspective: A qualitative case study of Christchurch city. *Case Studies on Transport Policy*, 5(4), 587-595.
- [12] Deutsch, Y., & Golany, B. (2018). A parcel locker network as a solution to the logistics last mile problem. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 251-261.
- [13] Lachapelle, U., Burke, M., Brotherton, A., & Leung, A. (2018). Parcel locker systems in a car dominant city: Location, characterisation and potential impacts on city planning and consumer travel access. *Journal of Transport Geography*, 71, 1-14.
- [14] Moroz, M., & Polkowski, Z. (2016). The last mile issue and urban logistics: choosing parcel machines in the context of the ecological attitudes of the Y generation consumers purchasing online. *Transportation Research Procedia*, 16, 378-393.
- [15] Lagorio, A., & Pinto, R. (2020, April). The parcel locker location issues: An overview of factors affecting their location. In *Proceedings of the 8th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain: Interconnected Supply Chains in an Era of Innovation, ILS* (pp. 414-421).
- [16] Moslem, S., & Pilla, F. (2023). A hybrid decision making support method for parcel lockers location selection. *Research in Transportation Economics*, 100, 101320.
- [17] Kavus, B. Y., Ayyildiz, E., Tas, P. G., & Taskin, A. (2022). A hybrid Bayesian BWM and Pythagorean fuzzy WASPAS-based decision-making framework for parcel locker location selection problem. *Environmental Science and Pollution Research International*, 1.
- [18] Pamučar, D., Stević, Ž., Sremac, S., (2018), A new model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (fucom), *Symmetry*, 10(9), 393.

- [19] Durmić, E., Stević, Ž., Chatterjee, P., Vasiljević, M., Tomašević, M., (2020), Sustainable supplier selection using combined FUCOM–Rough SAW model, *Reports in Mechanical Engineering*, 1(1), 34-43.
- [20] Đalić, I., Stević, Ž., Erceg, Ž., Macura, P., Terzić, S., (2020), Selection of a distribution channel using the integrated FUCOM-MARCOS model, *International Review*, (3-4), 91-107.
- [21] Pamučar, D., Lukovac, V., Božanić, D., & Komazec, N. (2018), Multi-criteria FUCOM-MAIRCA model for the evaluation of level crossings: case study in the Republic of Serbia. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 1(1), 108-129.
- [22] Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., Chatterjee, P., (2020), Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to Compromise solution (MARCOS), *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231.
- [23] Puška, A., Stević, Ž., Stojanović, I., (2021). Selection of Sustainable Suppliers Using the Fuzzy MARCOS Method, *Current Chinese Science*, 1(1).

Abstract: *Aware of the fact that the speed of life has influenced the increase in the demands of end consumers, i.e. the need for the goods to be delivered to the customer in the shortest possible time and at the address that suits him at the given moment, an increasing number of express mail services decided to install and activate parcel locker. In this work, the data necessary for the selection of the location for setting up the X-Express package locker in the Banja Luka area were collected. After the defined criteria and alternatives, the evaluation of them by the manager, the MCDM method (multi-criteria decision-making) was applied. The FUCOM (Full Consistency method) method was used to determine the weights of the criteria, then the MARCOS (Measurement Alternatives and Ranking According to the Compromise Solution) method was used to rank potential locations. The aim of the work is to choose the best location for setting up the parcel locker, while results show that there are two locations with the best performances.*

Keywords: *express mail service, parcel locker, MCDM, FUCOM, MARCOS*

PARCEL LOCKERS LOCATION SELECTION USING FUCOM-MARCOS MODEL

Željko Stević, Eldina Huskanović, Kristijan Lukić, Vladimir Simić