

UPOREDNA ANALIZA IZBORA LOKACIJE PRIMENOM METODA ZA VIŠEATRIBUTIVNO ODLUČIVANJE**COMPARATIVE ANALYSIS OF LOCATION SELECTION USING MULTI-ATTRIBUTE DECISION-MAKING METHODS**Nikola Petrović, Nenad Medić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – *Upotreba metoda višeatributivnog odlučivanja, koje se koriste u različitim istraživačkim oblastima za procenu i prioritizaciju alternativa koristeći unapred definisane kriterijume, podrazumeva i prisustvo određenih problema. Jedan od problema podrazumeva da različite metode mogu generisati različite rezultate pri rangiranju alternativa zbog subjektivnosti u procesu odlučivanja. Ovaj rad ima za cilj da pokaže da ove razlike u rezultatima mogu postojati čak i kada se subjektivnost u procesu odlučivanja minimizira. Rezultati ovog rada sugerišu da bi donosioci odluka trebali dublje da razumeju u specifičnosti različitih metoda za višeatributivno odlučivanje kako bi doneli pouzdanije odluke prilagođene specifičnostima problema koji rešavaju.*

Ključne reči: *Teorija odlučivanja, Višeatributivno odlučivanje, Evaluacija, Uparedna analiza*

Abstract – *The use of multi-attribute decision-making methods, which are used in various research areas for the evaluation and prioritization of alternatives using pre-defined criteria, implies the presence of certain problems. One of the problems implies that different methods can generate different results when ranking alternatives due to subjectivity in the decision-making process. This paper aims to show that these differences in results can exist even when subjectivity in the decision-making process is minimized. The results of this thesis suggest that decision-makers should have a deeper understanding of the specifics of different methods for multi-attribute decision-making in order to make more reliable decisions adapted to the specifics of the problems they are solving.*

Keywords: *Decision theory, Multi-attribute decision-making, Evaluation, Comparative analysis*

1. UVOD

Donošenje odluka je sveobuhvatan i komplikovan kognitivni proces koji utiče na ljudsko ponašanje i oblikuje pravac razvoja pojedinaca, organizacija i društva kao celine. Jedan od važnih elemenata koji utiče na odlučivanje su emocije, koje su veoma često sastavni deo procesa donošenja odluka i često služe kao faktor koji

komplikuje i čini odlučivanje neizvesnim. Emocionalno nabijene odluke mogu biti vođene strahom, uzbuđenjem ili željom, a ponekad mogu dovesti do neoptimalnih ishoda. Interakcija razuma i emocija u donošenju odluka je tema opsežnih istraživanja, čija je uloga da se objektivni i subjektivni faktori odlučivanja iskoriste na racionalan način, a sve sa ciljem da se unapredi kvalitet donesenih odluka [1]. Upravo ovom tematikom se bavio Herbert Simon, dobitnik Nobelove nagrade za ekonomiju i istaknuta ličnost u oblasti ekonomije, kognitivne psihologije i menadžmenta, koji je uveo koncepte racionalnog izbora i ograničene racionalnosti. Ove ideje pružaju vredan uvid u procese ljudskog donošenja odluka [2].

Teorija racionalnog izbora je temeljni koncept u ekonomiji i teoriji odlučivanja. Polazi od toga da pojedinci donose odluke pažljivo odmeravajući sve dostupne opcije, uzimajući u obzir sve relevantne informacije i birajući opciju koja maksimizira njihovu očekivanu korisnost ili zadovoljstvo. U ovom okviru, pretpostavlja se da su donosioci odluka savršeno racionalni, da imaju potpuno i tačno znanje o svojim izborima i da su sposobni da donose dosledne odluke. Ključni principi teorije racionalnog izbora uključuju [3]:

- Potpunost: pojedinci mogu rangirati svoje preferencije za sve moguće ishode ili izbore.
- Tranzitivnost: ako osoba preferira opciju A u odnosu na opciju B i opciju B u odnosu na opciju C, onda bi trebalo da preferira opciju A u odnosu na opciju C.
- Doslednost: racionalni pojedinci donose izbore koji su u skladu sa njihovim preferencijama i ne pokazuju kontradikcije u donošenju odluka.

Donošenje odluka je višestruki i dinamičan proces koji leži u srži ljudskog postojanja. Razumevanje složenosti donošenja odluka osposobljava pojedince i organizacije sa alatima za donošenje informisanih, racionalnijih i odgovornijih izbora, na kraju oblikujući tok njihovih života i sveta oko njih [4].

2. VIŠEATRIBUTIVNO ODLUČIVANJE

U cilju rešavanja problema višekriterijumskog donošenja odluka, postoje određeni koraci koji se moraju sprovesti. Prvi korak je adekvatna identifikacija problema i definisanje atributa, odnosno kriterijuma na osnovu kojih će se rešiti problem. Zatim je potrebno prikupiti odgovarajuće podatke ili informacije na osnovu kojih će donosilac odluke jasno moći da izrazi svoje preferencije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Nenad Medić.

Nakon toga, treba utvrditi skup mogućih alternativa ili strategija koje omogućavaju postizanje ciljeva. Na kraju, potrebno je utvrditi odgovarajuće metode koje će obezbediti adekvatan izbor među alternativama.

U okviru višekriterijuskog donošenja odluka, problemi se mogu svrstati u dve glavne kategorije na osnovu različite svrhe primene i vrste podataka:

- Višeatributno donošenje odluka
- Višeciljno donošenje odluka

Višeatributno donošenje odluka primenjuje se u procesu evaluacije, gde postavka problema podrazumeva ograničen broj unapred definisanih alternativa i kriterijuma na osnovu kojih se donosi odluka. Višeciljno donošenje odluka primenjuje se kada je krajnji cilj postizanje optimalnih ili željenih ciljeva uzimajući u obzir različite interakcije unutar datih ograničenja [3].

Generalno govoreći, procedura metoda za donošenje odluka kada se suočavamo sa problemima koji podrazumevaju veći broj alternativa koje je potrebno uporediti na osnovu više različitih i po pravilu suprotstavljenih kriterijuma može se predstaviti u sledećih pet koraka [5]:

- Definisanje prirode problema
- Konstruisanje hijerarhijske strukture za evaluaciju problema,
- Odabir odgovarajućeg modela za evaluaciju,
- Utvrđivanje relativne težine svakog atributa u odnosu na svaku alternativu,
- Utvrđivanje redosleda alternativa prema preferencijama donosioca odluke.

Trebalo bi napomenuti da standardne metode višekriterijuskog donošenja odluka podrazumevaju potpunu izvesnost u procesu donošenja odluka u vezi sa dostupnim podacima, što može predstavljati ograničenje u realnim situacijama gde postoji određeni stepen neizvesnosti. Zbog toga se u proces donošenja odluka uvodi primena fazi logike kako bi se rešio problem neizvesnosti u procesu donošenja odluka [6].

U različitim istraživanjima su korišćene brojne metode za višekriterijusko odlučivanje u zavisnosti od potreba samog istraživanja.

U nastavku će biti predstavljeno nekoliko standardnih metoda koje su najzastupljenije u istraživanjima, kako bi se stekao utisak kakvi sve problemi i na koji način mogu da se rešavaju primenom metoda za višekriterijusko odlučivanje. Metode koje su predstavnici različitih pristupa u rešavanju problema koje će biti predstavljene u ovom delu istraživanja su [7]:

- AHP (Analytic Hierarchy Process / ANP (Analytic Network Process))
- TOPSIS (Technique for Order Preferences by Similarity to an Ideal Solution)
- VIKOR (Višekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)
- PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHods for Enrichment Evaluations).

3. METODOLOGIJA

Na osnovu pregleda literature, zaključeno je da metode za višeatributivno odlučivanje predstavljaju standardni alat u istraživanjima koja uključuju procese evaluacije, rangiranja ili sortiranja. Iako se AHP metoda često koristi kao pojedinačna metoda, posebno dobija na značaju u kontekstu hibridnih metoda za višekriterijusko odlučivanje koje kombinuju više metoda [7]. AHP metoda se obično primenjuje za rešavanje problema koji su kvalitativno izraženi, pa se često kombinuje sa drugim metodama kako bi se iskoristile prednosti različitih metoda na najbolji mogući način. AHP metoda se najčešće koristi u kombinaciji sa metodama PROMETHEE, TOPSIS i VIKOR [8]. Ipak, u ovom slučaju će AHP metoda biti korišćena kao nezavisna metoda za rešavanje problema, s obzirom na to da je cilj utvrđivanje rezultata identičnog problema primenom različitih metoda za višeatributivno odlučivanje. Takođe, i preostale metode će koristiti težinske koeficijente dobijene pravo primenom metode AHP, jer one u okviru svoje procedure nemaju predviđen taj segment odlučivanja, kao što je i navedeno u nedostacima ovih metoda.

TOPSIS i VIKOR su metode koje spadaju u grupu višeatributivnih metoda zasnovanih na kompromisnom rangiranju i namenjene su rešavanju problema izbora najprihvatljivije alternative na osnovu udaljenosti od idealnog rešenja. S druge strane, PROMETHEE metoda pripada grupi metoda višeg reda i bazira se na upoređivanju alternativa u parovima po svakom kriterijumu, sa osnovnim ciljem utvrđivanja dominacije među alternativama [3].

4. REZULTATI I DISKUSIJA

U okviru ovog rada će biti analiziran problem izbora lokacije prodavnice primenom različitih metoda za višeatributivno odlučivanje, sa ciljem da se utvrde eventualne sličnosti i različitosti u rangiranju alternativa prouzrokovanim isključivo primenom drugačijih metoda, odnosno njihovih algoritama za rešavanje problema.

U okviru ovog problema, pretpostavićemo da kompanija razmatra različite lokacije za otvaranje nove prodavnice. Konkretno, kompanija razmatra pet mogućih lokacija, koje ćemo generički definisati kao: Lokacija A, Lokacija B, Lokacija C, Lokacija D, Lokacija E. Potrebno je izvršiti procenu, odnosno rangiranje ovih lokacija na osnovu šest kriterijuma, sa ciljem izbora najprihvatljivije lokacije za otvaranje prodavnice. Kriterijumi koji će biti uzeti u razmatranje su: broj prolaznika, troškovi zakupa, konkurencija, potencijal za rast, lokacija, blizina dobavljača.

U Tabeli 1 predstavljene su sve lokacije sa atributima koji ih opisuju po svakom od posmatranih kriterijuma.

U nastavku je data sveobuhvatna analiza rezultata koja poredi rezultate dobijene svakom od korišćenih metoda u radu. U Tabeli 2 su predstavljene sumirani rezultati, odnosno rang alternativa primenom svake od upotrebljenih metoda u ovom radu.

Tabela 1. Parametri za izbor lokacije

	Broj prolaznika	Troškovi zakupa	Konkurencija	Potencijal za rast	Lokacija	Blizina dobavljača
Lokacija 1	500	1000	9	9	7	500
Lokacija 2	200	600	3	3	3	2000
Lokacija 3	800	1100	5	5	9	700
Lokacija 4	300	300	1	3	5	1800
Lokacija 5	700	900	9	9	5	900

Možemo primetiti da rang alternativa nije isti kod svake od primenjenih metoda. Međutim, ono što je možda i najbitnije, Lokacija 4 je rangirana kao najprihvatljivija kod svake od metoda. Takođe, najlošije rangirana alternativa je u svakom od slučajeva Lokacija 1.

Praktično, varijacije u rangovima alternativa desile su se isključivo na drugoj, trećoj i četvrtoj poziciji. U tom smislu, možemo reći da je rang alternativa relativno stabilan, bez obzira na metodu koju smo primenili.

Tabela 2. Rang alternativa

	AHP	PROMETHEE	TOPSIS	VIKOR
Lokacija 1	5	5	5	5
Lokacija 2	3	4	2	2
Lokacija 3	2	2	4	4
Lokacija 4	1	1	1	1
Lokacija 5	4	3	3	3

Rezultati ukazuju na činjenicu da u ovom konkretnom slučaju algoritam različitih metoda nije imao uticaj na izbor najprihvatljivije alternative. Ipak, varijacije u rangovima nekih alternativa u zavisnosti od metode koja se koristi, ukazuju da različiti pristupi mogu da utiču na dobijene rezultate.

Postavlja se pitanje da li postoji najbolja metoda da rešimo neki problem. Suštinski, odgovor je da ne možemo. To u svakom slučaju zavisi od kapaciteta metode. Odnosno, s obzirom na to kakav problem imamo pred sobom, metoda može imati kapacitet da uzme u obzir i obradi neka pitanja, ali ne sva, što znači da ima samo delimičan kapacitet. Druge metode mogu možda uzeti u obzir neki drugi deo problema, ali opet verovatno ne sve. Na ovaj način se već nagoveštava da nije lako odrediti koji je metod najprikladniji, posebno što rešavanje problema koji podrazumevaju izbora između više alternativa ima i još jednu komponentu, a to je sam projekat ili scenario, odnosno njegova kompleksnost i značajnost. Donosilac odluke može odlučiti da koristi

određenu metodu jednostavno zato što je upoznat sa njom, ili zato što ima odgovarajući softver i ne želi da ulaže ni sredstva ni vreme da nauči novi metod. Zatim, moguće je da donosilac odluke bira metod koji će koristiti jer je pronašao sličan slučaj u literaturi koji se čini primenljivim za njegov problem, bez da dodatno analizira da li izbor metode na taj način zaista ima smisla.

Analizirajući rezultate prikazane u ovom radu, možemo zaključiti da složene odluke koje razmatraju evaluaciju velikog broja alternativa koje se procenjuju na osnovu skupa konfliktnih kriterijuma mogu biti zavisne od metoda koji se koriste za rešavanje problema. To implicira da se različiti zaključci mogu generisati samo na osnovu metode koja je odabrana za rešavanje određenog problema. Važno je naglasiti da razlike u rezultatima prikazanim različitim metodama ne znače da treba dati prednost jednom pristupu u odnosu na drugi. To jednostavno implicira da je važno da se donosioci odluka upoznaju sa različitim metodama za višeatributivno odlučivanje i njihovim specifičnostima kako bi mogli da

primene odgovarajući metod za rešavanje problema na osnovu svojih preferencija, jer na početku procesa odlučivanja, donosilac odluka nije svestan mogućeg ishoda i stoga svaki rezultat može biti potencijalno prihvatljiv.

5. ZAKLJUČAK

Istraživanje o kojem se govori u ovom radu se fokusira na primenu i analizu različitih metoda za višeatributivno odlučivanje, koje se koriste za donošenje složenih odluka koje uključuju više faktora. Konkretno, rad se bavi značajnim problemom u ovoj oblasti, a to je tendencija da različite metode za višeatributivno odlučivanje daju različite rezultate kada se primenjuju na isti problem donošenja odluka. Analiza problema koji je predstavljen u ovom radu, ističe da četiri najčešće korišćene metode za višeatributivno odlučivanje (AHP, PROMETHEE, TOPSIS i VIKOR), ne daju isti rang alternativa kada se koriste za evaluaciju identičnog problema. Ipak, važno je napomenuti da je u ovom konkretnom slučaju prvorangirana alternativa u svakom slučaju bila ista.

Generalno govoreći, ovaj rad daje dva glavna doprinosa postojećem korpusu znanja u oblasti višeatributivnog odlučivanja:

- **Identifikacija problema u oblasti koji još uvek nije rešen na pravi način:** Primarni doprinos ovog rada je da se potvrdi i u određenoj meri analizira jedan od opšteprisutnih problema. Problem se odnosi na nedosledne rezultate koje generišu različite metode višeatributivnog odlučivanja kada se primenjuju na identične probleme donošenja odluka. Ova nedoslednost može biti zbunjujuća i može dovesti do izazova u procesima donošenja odluka. Ukazivanjem na ovo pitanje, rad naglašava važnost njegovog rešavanja.
- **Preliminarno objašnjenje nedoslednosti:** Rad se ne zaustavlja samo na uočavanju i potvrđivanju da problem postoji, već kroz diskusiju pokušava da pruži neke početne uvide u to zašto se ova nedoslednost javlja.

Osim onoga što je u radu urađeno, važno je napomenuti da ovo istraživanje ima i određena ograničenja. Analiza u ovom radu se primarno fokusira na posmatranje i dokumentovanje neslaganja u rezultatima među različitim metodama višeatributivnog odlučivanja koje se odnose na različitosti u njihovim algoritmima. Analiza ne uzima u obzir, niti obuhvata, druge važne faktore, kao što su promene težine kriterijuma ili parametara koji takođe mogu uticati na rezultate dobijene ovim metodama.

Implikacija ovog ograničenja je da ima još mnogo toga da se istraži u oblasti višeatributivnog odlučivanja. Buduća istraživanja u ovoj oblasti mogla bi da idu dalje od algoritamskih razlika da bi se istražilo kako varijacije u težini kriterijuma, podešavanjima parametara ili drugim kontekstualnim faktorima mogu dodatno doprineti navedenim nedoslednostima. Razumevanje ove dinamike može pružiti sveobuhvatniju sliku izazova i mogućnosti povezanih sa korišćenjem različitih metoda višeatributivnog odlučivanja, i može pomoći donosiocima odluka da na

kvalitetniji i informisaniji način biraju odgovarajući metod za specifične probleme odlučivanja kojima se bave.

6. LITERATURA

- [1] V. M. Ozernoy, "Choosing the best multiple criteria decision-making method," *INFOR*, vol. 30, no. 2, pp. 159–171, 1992.
- [2] J. C. Hershauer and H. A. Simon, *The New Science of Management Decision*, vol. 3, no. 1. 1978. doi: 10.2307/257591.
- [3] C.-L. Hwang and K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making*, vol. 186. New York, United States: Taylor & Francis Group, 1981. doi: 10.1007/978-3-642-48318-9.
- [4] A. Ishizaka and P. Nemery, *Multi-Criteria Decision Analysis*. 2013. doi: 10.1002/9781118644898.
- [5] D. Dubois and H. Prade, *Fuzzy sets and systems*. New York, United States: Academic Press, 1980.
- [6] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965, doi: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
- [7] A. Mardani, A. Jusoh, K. MD Nor, Z. Khalifah, N. Zakwan, and A. Valipour, "Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014," *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, vol. 28, no. 1, pp. 516–571, 2015, doi: 10.1080/1331677X.2015.1075139.
- [8] A. Mardani, A. Jusoh, and E. K. Zavadskas, "Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications - Two decades review from 1994 to 2014," *Expert Syst Appl*, vol. 42, no. 8, pp. 4126–4148, 2015, doi: 10.1016/j.eswa.2015.01.003.