

## VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA IZBORA NOVOG PROIZVODA METODOM PROMETHEE II

### MULTI CRITERIA ANALYSIS CHOICE OF NEW PRODUCT BY PROMETHEE II METHOD

M.Sc. Željko Stojanović, dipl. inž. maš.  
Partizanska 34/e, 23208 Elemir

M.Sc. Milan Topličević, dipl. inž. maš.  
Milana Stanivukovića 90, 23000 Zrenjanin

M.Sc. Sanja Stanisavljev, dipl. inž. men.  
Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" Zrenjanin



#### REZIME

U radu je razmatran hipotetički slučaj problema izbora novog proizvoda u jednom preduzeću za proizvodnju i promet nameštaja. Pri višekriterijumskom odlučivanju o izboru novog proizvoda, koristila se metoda višekriterijumske analize, tj. metoda PROMETHEE, nakon čega je izvršeno potpuno rangiranje dobijenih alternativa, izvršena analiza dobijenih rezultata i na osnovu toga doneta odluka o osvajanju novog proizvoda. Akcentat je stavljen na osnovne teorijske postavke problema razvoja tehnologija i proizvoda u preduzeću sa posebnim osvrtom na karakteristike procesa osvajanja novog proizvoda. Dobijeni rezultati ukazuju da se metoda PROMETHEE II može vrlo uspješno koristiti u rešavanju problema osvajanja novog proizvoda.

**Ključne reči:** novi proizvod, PROMETHEE II, odlučivanje, tehnološki razvoj

#### SUMMARY

The paper discusses the hypothetical case of problem of choosing a new product in the one company for production and trade of furniture. At multicriteria decision making about the choice of new product, was used multicriteria analysis method, ie. method of PROMETHEE after which made completely ranking obtained alternative, made an analysis of the obtained results and based on that adopted decision about conquest of new product. The accent is placed on basic theoretical assumptions problems of technology and product development and in company with special emphasis on the characteristics the process of conquest a new product. The obtained results indicate that the method PROMETHEE can be very successfully used in solving the problems the conquest new product.

**Keywords:** new product, PROMETHEE II, making a decision, technological development

#### 1. UVOD

Tehnološki razvoj obuhvata razvoj tehnologija i proizvoda, što implicira i odgovarajući razvoj fabrika i društva uopšte.

Razvoj preduzeća integriše u jednu celinu operemsku (tehničko-tehnološku), kadrovsku i prostornu sposobnost preduzeća da realizuje određenu proizvodnju, odnosno da iznedri novi proizvod koji će naći svoje mesto na tržištu (po nameni, funkcionalnosti, kvalitetu i kvantitetu). Model se u tom smislu može prikazati preko grupe pitanja koja određuje sve elemente modela. Na ta pitanja se moraju naći, dati i materijalno-detajlno obrazložiti odgovori-uz prethodnu detaljnu vrednosnu analizu. Ta pitanja su:

[1] GDE? – podrazumeva lokaciju i objekte u kojima se odvija razvoj nove proizvodnje; SA ČIME? NA ČEMU? – podrazumeva raspoloživu opremu, alate, uređaje, instrumente, i sl. kojima se obrađuje – proizvodi i kontroliše kvalitet novog proizvoda; KAKO? – kojom tehnologijom; OD ČEGA? – podrazumeva sirovine od kojih će se nov proizvod izraditi; KO? – podrazumeva se raspoloživa stručna snaga; KOME? – odnosi se na korisnika proizvoda – potrošača i ŠTA? – odnosi se na definisanje proizvoda. Šta proizvesti?

U prilagođavanju tržišnim zahtevima, proizvođači, uporedo sa povlačenjem starih proizvoda, rade na osvajanju i lansiranju novih proizvoda. U eksperimentalnoj fazi treba posebno voditi računa o tome

---

---

da li se novi proizvod može izrađivati na postojećim uređajima ili su potrebna dodatna ulaganja u opremu. Od toga zavisi brzina osvajanja tržišta i cena koštanja novih proizvoda.

Lansiranje novih proizvoda predstavlja u izvesnoj meri rizik za preduzeće. Iz ovih razloga je od velikog značaja da se još u razvojnoj fazi novog proizvoda utvrdi: da li će novi proizvod imati funkciju koju mu je namenilo preduzeće, da li je kupac toga proizvoda u stanju da podnese njegovu prodajnu cenu i da li će tražnja za novim proizvodom biti dovoljno velika da opravda njegovo osvajanje i lansiranje. [2]

Tekuća proizvodnja – proizvodni program u preduzeću, kao i raspoloživi potencijali u opremi, tehnologijama, prostoru i kadrovima, postavljaju pred razvojne stručnjake osnovnu dilemu u smislu određivanja užeg pravca razvoja.

Ključni element problematike razvoja preduzeća bazira se na osvajanju i kreiranju novog proizvoda. S obzirom da, sa gledišta interesa preduzeća i zahteva tržišta, treba forsirati proizvod koji se najviše prodaje od svih srodnih proizvoda i koji preduzeću donosi najveći prihod, primenjena je metoda PROMETHEE II na hipotetičkom primeru izbora novog proizvoda u jednom preduzeću za proizvodnju nameštaja, nakon detaljno sprovedene koncepcijske faze, odnosno detaljnog istraživanja i analize javnosti, tržišta, prostorne i tehnološke osposobljenosti, materijalnog i kadrovskog stanja, a sa nastojanjem i ciljem da se kupcu isporuči materijalni proizvod takvog nivoa, da on bude 100 [%] zadovoljan, odnosno da budu u potpunosti zadovoljena njegova očekivanja.

**Cilj ovog rada** je doprinos boljem razumevanju uloge i značaja metoda višekriterijumske analize kroz ilustraciju primene PROMETHEE metode na hipotetičkom slučaju izbora novog proizvoda u jednom preduzeću.

## **2. VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA SA OSVRTOM NA METODOLOŠKE OSNOVE PROMETHEE GRUPE METODA**

Pojam odluka i odlučivanje se koriste svakodnevno, a da često oni koji ih izgovaraju nisu u potpunosti sigurni šta je u stvari njihovo pravo značenje. Odluke se donose, a da njihovi donosioci često nisu ni svesni da to zaista čine.

Odlučivanje ili donošenje odluka predstavlja proces izbora jedne od raspoloživih mogućnosti koja ima za krajnji cilj ostvarenje nekog željenog stanja.

Odlučivanje ili donošenje odluka predstavlja rezultat provedene akcije ili strategije u praktičnoj primeni. Brojne su definicije odlučivanja, ali možda najjednostavniju definiciju odlučivanja izrekao je Raiffa Howard 1957. godine: „Odlučivanje je izbor između određenog broja alternativa [3]

Višekriterijumsko odlučivanje i višekriterijumska analiza spadaju u oblast teorije odlučivanja. Teorija odlučivanja je područje u kom se susreću ekonomija, matematika, statistika, psihologija, sociologija, organizaciona teorija, filozofija i ostale nauke. Osnovni termini teorije odlučivanja su odluka, donosilac odluke, donošenje odluke, opšte karakteristike odluka itd. [4]

Prilikom donošenja odluka često se postavlja pitanje izbora najbolje. Pre nego što je višekriterijumska analiza razvijena, problemi izbora i rangiranja različitih odluka obično su se svodili na zadatke optimizacije jednog kriterijuma. Opisna definicija kriterijuma glasi: “Kriterijum je mera kojom se ocenjuju pojedine odluke sa iste tačke gledišta“. [5] Kada je u pitanju izbor alternativa na osnovu samo jednog kriterijuma onda se lako nalazi najbolja alternativa, tako što se bira alternativa koja daje ekstremum kriterijumu optimalnosti. Međutim u praksi se najčešće sreću zadaci gde alternative treba oceniti po više kriterijuma, što čini problem znatno složenijim.

Većina praktičnih problema iziskuje da se odlučivanje sprovodi na osnovu više kriterijuma usled čega je razvijen veliki broj metoda višekriterijumskog odlučivanja. Za sve njih je karakteristično da sadrže određene subjektivnosti. Ove subjektivnosti su naročito izražene u postupku dodeljivanja težinskih koeficijenata za kriterijume koji su identifikovani u datom modelu. [6]

Da bi se donela dobra odluka, potrebno je definisati odgovarajuće alternative i kriterijume. Takođe je potrebno definisati težinske koeficijente za svaki kriterijum, odnosno važnost svakog kriterijuma u odnosu na druge. Težinski koeficijenti su najčešće brojevi koji se subjektivno biraju. Pored toga za svaki kriterijum se određuje da li je potrebno izabrati alternativu tako da kriterijum bude minimalan ili maksimalan (neke treba maksimizirati a neke minimizirati), odnosno šta je priroda tog kriterijuma. Nakon toga se po svakom kriterijumu posebno ocenjuju alternative na bazi egzaktno utvrđenih parametara ili subjektivne procene.

PROMETHEE I (parcijalno rangiranje) i PROMETHEE II (kompletno rangiranje) metode su razvijene od strane J. P. Bransa i prvi put predstavljene 1982. godine na konferenciji organizovanoj na Univerzitetu Laval, Québec, Canada (L'Ingénierie de la Décision. aboration d'instruments d'Aide à la Décision) [7] Iste godine, nekoliko praktičnih primena

ove metode je prezentovao G. Davignon [7], a nekoliko godina kasnije J.P. Brans i B. Mareschal su razvili PROMETHEE III i PROMETHEE IV metode [8]. Isti autori su 1988. godine predložili i vizuelnu interaktivnu modulaciju GAIA, koja predstavlja grafičku interpretaciju PROMETHEE metode, a 1992. i 1995. godine su predložili još dva dodatka – PROMETHEE V i PROMETHEE VI [7]. Brojne uspešne primene PROMETHEE metode u različitim oblastima su evidentne, te su kao takve ove metode našle svoju primenu u [7]: bankarstvu, investicijama, medicini, hemiji, turizmu, itd. Uspeh PROMETHEE metodologije se pripisuje njenim ispravnim matematičkim postavkama i jednostavnosti primene u praksi.

Ova metoda je jedna od najnovijih metoda u oblasti višekriterijumske analize. Metoda daje potpuno rangiranje alternativa. PROMETHEE II analiza u poređenju sa drugim višekriterijumskim analizama ima niz prednosti od kojih su najvažnije sledeće: [9]

- izuzetna jednostavnost,
- parametri koji se koriste imaju svoje ekonomsko objašnjenje i značaj i
- prateći elementi rangiranja su potpuno eliminisani.

Razmatranje metode PROMETHEE sa matematičkog aspekta u ovom radu nije potrebno sprovoditi, s obzirom da je problematika relativno dobro literaturno propraćena (Nikolić, 2009).

### 3. ILUSTRATIVNI PRIMER IZBORA NOVOG PROIZVODA METODOM PROMETHEE II

U ovom radu će se analizirati hipotetički primer izbora novog proizvoda u jednom preduzeću za proizvodnju nameštaja. Top menadžment preduzeća je doneo odluku da se u proizvodni program uvrsti jedan ili više novih proizvoda. Na raspolaganju je bilo pet predloga za nove proizvode. U postupku rangiranja tih pet alternativa, korišćena je metoda PROMETHEE II.

Dakle, ishodište u modeliranju razvoja proizvoda u preduzeću leži u njegovom tehničkom (SAČIME? NA ČEMU?), tehnološkom (KAKO?), prostornom (GDE?) i kadrovskom potencijalu (KO?), jer od njihovog stanja presudno zavisi sposobnost preduzeća da definiše izbor, projektuje i proizvede određen proizvod (ŠTA?). Domet modela određen je tržištem (KOME? ŠTA?) i njegovim granicama (potrebama), a omeđen je različitim uticajima kao što su okruženje, resursi, konkurencija i dr. Između ishodi-

šta i dometa nalazi se nov proizvod koji predstavlja cilj, svrhu i rezultat svih razvojnih procesa u privredi.

Preciznija metoda istraživanja u smislu definisanja novog proizvoda, mora biti zasnovana na detaljnoj analizi postojećih kapaciteta, resursnih mogućnosti i zahteva tržišta. Nov proizvod za jedno preduzeće može da bude poznat proizvod sa svetuskog tržišta koje to preduzeće u svojim razvojnim aktivnostima procenjuje kao atraktivno da uvrsti u svoj proizvodni program. Takav proizvod se osvaja uz sve prethodne analize mogućnosti obezbeđenja materijala, tehnološke osposobljenosti, zahteva tržišta i dr. – uz primenu većeg ili manjeg stepena stručnog i materijalnog (naravno i vremenskog) angažovanja.

Preduzeće za proizvodnju nameštaja namerava da postojećem programu doda novu liniju za proizvodnju novog proizvoda. Prilikom izbora novog proizvoda, donosilac odluke (preduzeće) bira između pet akcija:

- a<sub>1</sub> – Kožna fotelja.
- a<sub>2</sub> – Kompjuter sto.
- a<sub>3</sub> – Aluminijska vrata i prozori.
- a<sub>4</sub> – Ugaona garnitura.
- a<sub>5</sub> – Dušeci „EKONOMIK“.

Da bi se izvršio izbor novog proizvoda, neophodno je definisati uticajne elemente (kriterijume) na izbor novog proizvoda. U ovom radu, izbor se vrši na osnovu šest atributa (kriterijuma):

- k<sub>1</sub> – prostorna sposobnost preduzeća,
- k<sub>2</sub> – postojanje potražnje,
- k<sub>3</sub> – tehnološka osposobljenost (korišćenje postojećih mašina i alata),
- k<sub>4</sub> – osposobljenost kadrova,
- k<sub>5</sub> – mogućnost obezbeđenja materijala,
- k<sub>6</sub> – postojanje konkurencije.

Prilikom izbora novog proizvoda, mogu postojati još neki kriterijumi, kao na primer: radni parametri, kvalitet, produktivnost, kreativni kadar, stručni kadar, energija, domaća i inostrana konkurencija i dr., ali neka je u ovom slučaju donosilac odluke procenio da su mu važni prethodno navedeni kriterijumi.

Nakon identifikacije raspoloživih akcija i relevantnih kriterijuma, prvi naredni zadatak donosioca odluke je formiranje evaluacione tabele 1. U ovom slučaju kriterijumi su definisani tako da se prema njima akcije mogu oceniti samo kvalitativnim ocenama. Prevođenje kvalitativnih ocena u kvantitativne, ovde je izvršeno pomoću skale sa pet vrednosti koje se kreću u intervalu od 1 do 5 (prema Nikolić, 2009).

Tabela 1 – Ocene alternativa u odnosu na svaki kriterijum posebno

	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>	k <sub>6</sub>
a <sub>1</sub>	5	3	4	4	4	4
a <sub>2</sub>	4	4	5	5	5	5
a <sub>3</sub>	3	4	3	2	3	3
a <sub>4</sub>	4	3	5	4	4	4
a <sub>5</sub>	5	4	4	5	5	5

**Korak 1.** Određivanje tipa opšteg kriterijuma, parametara i težina za svaki kriterijum.

Za izabrane kriterijume, određeni su tipovi opšteg kriterijuma sa odgovarajućim parametrima i težine kriterijuma, kao što je prikazano u tabeli 2.

Tabela 2 – Izbor tipa kriterijuma, parametara i težina za sve kriterijume

Tip kriterijuma		k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>	k <sub>6</sub>
Parametri	m	–	–	–	1	1	–
	n	2	2	–	2	2	2
Težine w		0,1	0,25	0,3	0,1	0,15	0,1

**Korak 2.** Određivanje funkcije preferencije

$P_j(a_i, a_s)$ ,  $i, s=1, 2, \dots, 5$ ,  $j=1, 2, \dots, 6$ ,  $i \neq s$

- *Određivanje funkcije preferencije za kriterijum K<sub>1</sub>*

Za kriterijum K<sub>1</sub> usvojena je funkcija III tipa sa parametrom n=2

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x/2, & 0 \leq x \leq 2. \\ 1, & x > 2 \end{cases} \quad (1)$$

Ako se računa P<sub>1</sub>(a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>) biće:

$x=k_1(a_1)-k_1(a_2)=5-4=1$ . Za  $x=1$ , funkcija  $P_1(x) = 0,5$ .

Postupak se nastavlja na isti način za sve parove akcija.

Naravno, x je 0 kada se posmatraju parovi istih akcija i to se ne uzima u obzir. Rezultati funkcija preferencije za prvi kriterijum dati su u tabeli 3.

Tabela 3 – Rezultati funkcija preferencije za kriterijum K<sub>1</sub>

k <sub>1</sub> (a <sub>s</sub> )	$x=k_1(a_1)-k_1(a_s)$	P <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> , a <sub>s</sub> )	$x=k_1(a_2)-k_1(a_s)$	P <sub>1</sub> (a <sub>2</sub> , a <sub>s</sub> )	$x=k_1(a_3)-k_1(a_s)$	P <sub>1</sub> (a <sub>3</sub> , a <sub>s</sub> )	$x=k_1(a_4)-k_1(a_s)$	P <sub>1</sub> (a <sub>4</sub> , a <sub>s</sub> )	$x=k_1(a_5)-k_1(a_s)$	P <sub>1</sub> (a <sub>5</sub> , a <sub>s</sub> )
5	a <sub>1</sub>		-1	0	-2	0	-1	0	0	0
4	1	0,5	a <sub>2</sub>		-1	0	0	0	1	0,5
3	2	1	1	0,5	a <sub>3</sub>		1	0,5	2	1
4	1	0,5	0	0	-1	0	a <sub>4</sub>		1	0,5
5	0	0	-1	0	-2	0	-1	0	a <sub>5</sub>	

- *Određivanje funkcije preferencije za kriterijum K<sub>2</sub>*

Za kriterijum K<sub>2</sub> usvojena je funkcija III tipa sa parametrom n=2

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x/2, & 0 \leq x \leq 2. \\ 1, & x > 2 \end{cases} \quad (2)$$

Ako se računa P<sub>2</sub>(a<sub>3</sub>, a<sub>5</sub>) biće:  $x=k_2(a_3)-k_2(a_5)=4-4=0$ . Za  $x=0$ , funkcija  $P_2(x) = 0$ .

Rezultati funkcija preferencije za drugi kriterijum dati su u tabeli 4.

Tabela 4 – Rezultati funkcija preferencije za kriterijum K<sub>2</sub>

k <sub>2</sub> (a <sub>s</sub> )	$x=k_2(a_1)-k_2(a_s)$	P <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> , a <sub>s</sub> )	$x=k_2(a_2)-k_2(a_s)$	P <sub>2</sub> (a <sub>2</sub> , a <sub>s</sub> )	$x=k_2(a_3)-k_2(a_s)$	P <sub>2</sub> (a <sub>3</sub> , a <sub>s</sub> )	$x=k_2(a_4)-k_2(a_s)$	P <sub>2</sub> (a <sub>4</sub> , a <sub>s</sub> )	$x=k_2(a_5)-k_2(a_s)$	P <sub>2</sub> (a <sub>5</sub> , a <sub>s</sub> )
3	a <sub>1</sub>		1	0,5	1	0,5	0	0	1	0,5
4	-1	0	a <sub>2</sub>		0	0	-1	0	0	0
4	-1	0	0	0	a <sub>3</sub>		-1	0	0	0
3	0	0	1	0,5	1	0,5	a <sub>4</sub>		1	0,5
4	-1	0	0	0	0	0	-1	0	a <sub>5</sub>	

- *Određivanje funkcije preferencije za kriterijum K<sub>3</sub>*

Za kriterijum K<sub>3</sub> usvojena je funkcija I tipa kod koje nema dopunskih parametara.

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases} \quad (3)$$

Ako se računa  $P_3(a_5, a_1)$  biće:  $x=k_3(a_5)-k_3(a_1)=4-4=0$ . Za  $x=0$ , funkcija  $P_2(x) = 0$ .

Rezultati funkcija preferencije za treći kriterijum dati su u tabeli 5.

Tabela 5 – Rezultati funkcija preferencije za kriterijum K<sub>3</sub>

k <sub>3</sub> (a <sub>s</sub> )	x=k <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> )- k <sub>3</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>3</sub> (a <sub>2</sub> )- k <sub>3</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>3</sub> (a <sub>2</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>3</sub> (a <sub>3</sub> )- k <sub>3</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>3</sub> (a <sub>3</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>3</sub> (a <sub>4</sub> )- k <sub>3</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>3</sub> (a <sub>4</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>3</sub> (a <sub>5</sub> )- k <sub>3</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>3</sub> (a <sub>5</sub> ,a <sub>s</sub> )
4	a <sub>1</sub>		1	1	-1	0	1	1	0	0
5	-1	0	a <sub>2</sub>		-2	0	0	0	-1	0
3	1	1	2	1	a <sub>3</sub>		2	1	1	1
5	-1	0	0	0	-2	0	a <sub>4</sub>		-1	0
4	0	0	1	1	-1	0	1	1	a <sub>5</sub>	

- *Određivanje funkcije preferencije za kriterijum K<sub>4</sub>*

Za kriterijum K<sub>4</sub> usvojena je funkcija IV tipa sa parametrima m=1 i n=2.

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ 1/2, & 1 < x < 2. \\ 1, & x \geq 2 \end{cases} \quad (4)$$

Ako se računa  $P_4(a_4, a_1)$  biće:  $x=k_4(a_4)-k_4(a_1)=4-4=0$ . Za  $x=0$ , funkcija  $P_4(x) = 0$ .

Rezultati funkcija preferencije za četvrti kriterijum dati su u tabeli 6.

Tabela 6 – Rezultati funkcija preferencije za kriterijum K<sub>4</sub>

k <sub>4</sub> (a <sub>s</sub> )	x=k <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> )- k <sub>4</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>4</sub> (a <sub>2</sub> )- k <sub>4</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>4</sub> (a <sub>2</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>4</sub> (a <sub>3</sub> )- k <sub>4</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>4</sub> (a <sub>3</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>4</sub> (a <sub>4</sub> )- k <sub>4</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>4</sub> (a <sub>4</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>4</sub> (a <sub>5</sub> )- k <sub>4</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>4</sub> (a <sub>5</sub> ,a <sub>s</sub> )
4	a <sub>1</sub>		1	0	-2	0	0	0	1	0
5	-1	0	a <sub>2</sub>		-3	0	-1	0	0	0
2	2	1	3	1	a <sub>3</sub>		2	1	3	1
4	0	0	1	0	-2	0	a <sub>4</sub>		1	0
5	-1	0	0	0	-3	0	-1	0	a <sub>5</sub>	

- *Određivanje funkcije preferencije za kriterijum K<sub>5</sub>*

Za kriterijum K<sub>5</sub> usvojena je funkcija V tipa sa parametrima m=1 i n=2.

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ \frac{x-1}{2-1}, & 1 < x \leq 2. \\ 1, & x > 2 \end{cases} \quad (5)$$

Ako se računa  $P_5(a_2, a_5)$  biće:  $x=k_5(a_2)-k_5(a_5)=5-5=0$ . Za  $x=0$ , funkcija  $P_5(x) = 0$ .

Rezultati funkcija preferencije za peti kriterijum dati su u tabeli 7.

Tabela 7 – Rezultati funkcija preferencije za kriterijum K<sub>5</sub>

k <sub>5</sub> (a <sub>s</sub> )	x=k <sub>5</sub> (a <sub>1</sub> )- k <sub>5</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>5</sub> (a <sub>1</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> )- k <sub>5</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>5</sub> (a <sub>3</sub> )- k <sub>5</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>5</sub> (a <sub>3</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>5</sub> (a <sub>4</sub> )- k <sub>5</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>5</sub> (a <sub>4</sub> ,a <sub>s</sub> )	x=k <sub>5</sub> (a <sub>5</sub> )- k <sub>5</sub> (a <sub>s</sub> )	P <sub>5</sub> (a <sub>5</sub> ,a <sub>s</sub> )
4	a <sub>1</sub>		1	0	-1	0	0	0	1	0
5	-1	0	a <sub>2</sub>		-2	0	-1	0	0	0
3	1	0	2	1	a <sub>3</sub>		1	0	2	1
4	0	0	1	0	-1	0	a <sub>4</sub>		1	0
5	-1	0	0	0	-2	0	-1	0	a <sub>5</sub>	

- *Određivanje funkcije preferencije za kriterijum K<sub>6</sub>*

Za kriterijum K<sub>6</sub> usvojena je funkcija III tipa sa parametrom n=2

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x/2, & 0 \leq x \leq 2. \\ 1, & x > 2 \end{cases}$$

(6) Ako se računa  $P_6(a_2, a_5)$  biće:  $x=k_6(a_2)-k_6(a_5)=5-5=0$ . Za  $x=0$ , funkcija  $P_6(x) = 0$   
Rezultati funkcija preferencije za šesti kriterijum dati su u tabeli 8.

Tabela 8 – Rezultati funkcija preferencije za kriterijum  $K_6$

$K_6(a_s)$	$x=k_6(a_1)-k_6(a_s)$	$P_6(a_1, a_s)$	$x=k_6(a_2)-k_6(a_s)$	$P_6(a_2, a_s)$	$x=k_6(a_3)-k_6(a_s)$	$P_6(a_3, a_s)$	$x=k_6(a_4)-k_6(a_s)$	$P_6(a_4, a_s)$	$x=k_6(a_5)-k_6(a_s)$	$P_6(a_5, a_s)$
4	$a_1$		1	0,5	-1	0	0	0	1	0,5
5	-1	0	$a_2$		-2	0	-1	0	0	0
3	1	0,5	2	1	$a_3$		1	0,5	2	1
4	0	0	1	0,5	-1	0	$a_4$		1	0,5
5	-1	0	0	0	-2	0	-1	0	$a_5$	

**Korak 3.** Određivanje indeksa preferencija  $IP(a_i, a_s)$ ,  $i, s=1, 2, \dots, 5$

Određivanje indeksa preferencija vrši se prema izrazu:

$$IP(a_i, a_s) = \sum_{j=1}^5 w_j P_j(a_i, a_s), \quad (7)$$

gde su:

$w_j$  – prethodno dodeljene težine kriterijuma,

$P_j(a_i, a_s)$  – funkcije preferencije koje su određene u prethodnom koraku. Izračunati indeksi preferencija upisuju se u tabelu 9.

$$IP(a_1-a_2)=0,1 \cdot 0,5+0,25 \cdot 0+0,3 \cdot 0+0,1 \cdot 0+0,15 \cdot 0+0,1 \cdot 0=0,05$$

$$IP(a_1-a_3)=0,1 \cdot 1+0,25 \cdot 0+0,3 \cdot 1+0,1 \cdot 1+0,15 \cdot 0+0,1 \cdot 0,5=0,55$$

Tabela 9 – Tabela indeksa preferencija

	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$T^+$	$T$
$a_1$	0	0,05	0,55	0,05	0	0,162	-0,106
$a_2$	0,475	0	0,7	0,175	0,3	0,412	0,387
$a_3$	0,125	0	0	0,125	0	0,062	-0,563
$a_4$	0,3	0	0,5	0	0,3	0,275	0,132
$a_5$	0,175	0,05	0,75	0,225	0	0,3	0,15
$T^-$	0,268	0,025	0,625	0,143	0,15		

**Korak 4.** Određivanje ulaznih i izlaznih tokova svih akcija

Pozitivan tok višeg reda (izlazni tok) određuje se prema već navedenom izrazu:

$$T^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} IP(a, x), \quad (8)$$

gde je:

$n$  – broj akcija,

$a$  – fiksirana akcija,

$x$  – akcija iz skupa akcija,  $x \neq a$ .

$$T^+(a_1) = \frac{1}{5-1} (0 + 0,05 + 0,55 + 0,05 + 0) = 0,162$$

Isti postupak se nastavi i za ostale akcije, a rezultati su upisani u tabeli 9.

Negativan tok višeg reda (ulazni tok) određuje se prema već navedenom izrazu:

$$T^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} IP(x, a), \quad (9)$$

gde je:

$n$  – broj akcija,

$a$  – fiksirana akcija,

$x$  – akcija iz skupa akcija,  $x \neq a$ .

$$T^-(a_2) = \frac{1}{5-1} (0,05 + 0 + 0 + 0 + 0,05) = 0,025$$

Isti postupak se nastavi i za ostale akcije, a rezultati su dati u tabeli 9. Nakon Koraka 4. počinju razlike između metoda PROMETHEE I i PRO-

METHEE II. U nastavku će se problem razmatrati primenom metode PROMETHEE II.

**Korak 5.** Određivanje čistog toka akcija (T)

Čisti tok akcija se dobija kao razlika ulaznog i izlaznog toka akcije.

Za četvrtu akciju (a4) čisti tok je:

$$T = T^+ - T^- = 0,275 - 0,143 = 0,132$$

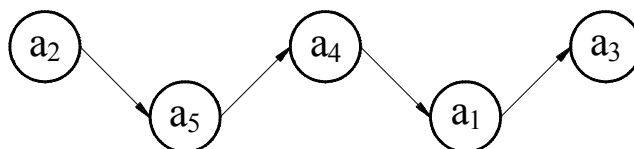
**Korak 6.** Rangiranje akcija prema veličini čistih tokova

Rangiranje akcija prema veličini čistih tokova, prikazano je u tabeli 10. Na ovaj način su akcije rangirane u potpunom poretku.

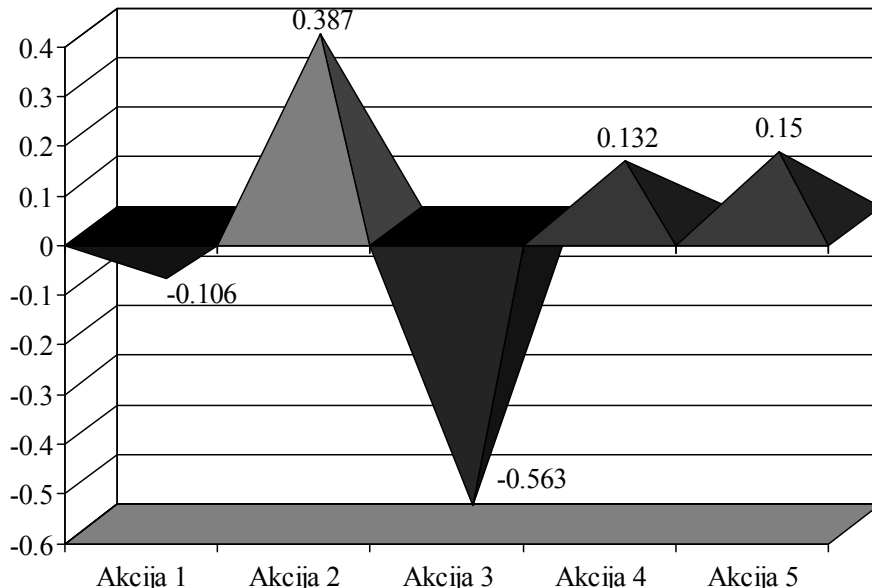
Iz tabele 10 možemo videti da alternativa (akcija) kompjuter sto dominira nad svim ostalim alternativama, i da ona predstavlja najbolji izbor. Na slici 1. prikazano je rangiranje datih akcija po značajnosti.

Tabela 10 – Rangiranje akcija

Akcije	T	Rang
a <sub>1</sub>	-0,106	4
a <sub>2</sub>	0,387	1
a <sub>3</sub>	-0,563	5
a <sub>4</sub>	0,132	3
a <sub>5</sub>	0,15	2



Slika 1 – Graf višeg ranga po metodi PROMETHEE II za razmatrani primer



Slika 2 – Grafički prikaz čistog toka akcija (rezultati prikazani u razmeri)

**4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I DONOŠENJE ODLUKE**

Metode višekriterijumske analize se razvijaju i primenjuju u pravcu omogućavanja što većeg, kreativnog, sistematskog uključivanja donosilaca odluke

u proces donošenja optimalnih odluka. Korišćenjem metoda višekriterijumske analize dobijaju se pouzdaniji rezultati, olakšava rad i štedi vreme.

Grupa PROMETHEE metoda spada u najpoznatije i najčešće korišćene metode u višekriterijumskom odlučivanju. U radu su iznete osnovne teorij-

---

---

ske postavke, a sama primena je ilustrovana na hipotetičkom slučaju problema izbora novog proizvoda u jednom preduzeću za proizvodnju nameštaja.

Na osnovu postavljenog cilja rada i definisanog sadržaja istraživanja, kao i na osnovu obrađenih literaturnih podataka, moguće je zaključiti da se višekriterijumska analiza može uspešno primeniti u rešavanju problema izbora novog proizvoda. Na to je ukazao i primer koji je rešen metodom PROMETHEE. Na ovaj način postiže se objektivnije sagledavanje problema i njegovo efikasnije rešavanje.

Treba naglasiti da je moguće menjati kriterijume i njihov značaj (težinu), u zavisnosti od konkretnih uslova, kao što je naknadno ukazano.

Na osnovu rezultata proračuna, može se uočiti da je akciji  $a_2$ , koja ima najveći čisti tok, dodeljeno prvo mesto (rang), akciji  $a_5$ , čiji je čisti tok nešto niži drugo mesto i tako redom.

Na osnovu dobijenih konačnih rezultata i rangiranja akcija može se zaključiti da je najpovoljnija akcija  $a_2$ . Dakle, odluka glasi: u *proizvodni program treba uvrstiti proizvod  $a_2$ , odnosno KOMPJUTER STO*.

## LITERATURA

- [1] Lambić, M., Čočkalović, D., Inženjerske metode, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" u Zrenjaninu, Zrenjanin, 2007.
- [2] [http://www.poljopartner.rs/index.php?option=com\\_content&task=view&id=6852](http://www.poljopartner.rs/index.php?option=com_content&task=view&id=6852) (preuzeto, dec. 2011).
- [3] Milić, M., Donošenje odluka, Naučni skup sa međunarodnim učešćem Sinergija 2010, Fond za penzijsko i invalidsko osiguranje Republike Srpske.
- [4] Višekriterijumska analiza opterećenja životne sredine 2, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2010.
- [5] Perčević, D., Primena višekriterijumskog rangiranja u izboru DECT mobilnih stanica, Saobraćajni fakultet u Beogradu.
- [6] Nikolić, M., IMK – 14 Istraž. i razv., 8, 1–2, p. 43–48, 2002.
- [7] Prvulović, S., Tolmač, D., Nikolić, Đ., Tehn. dijagnos., 7, 3, p. 23–28, 2008.
- [8] J.P. Brans, Ph. Vincke, B. Mareschal, Europ. Journ. of operation. resea., 24, 2, p. 228–238, 1986.
- [9] Paunović, G., Tržišni model višekriterijumskog rangiranja poštanskih usluga, XXV Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2007, Beograd, 2007.
- [10] Nikolić, M., Metode odlučivanja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu, Zrenjanin, 2009.