

PRILOG RAZVOJU METODOLOGIJE FAZI VIŠEKRITERIJUMSKOG GRUPNOG ODLUČIVANJA

Branka Dimitrijević, Vladimir Simić
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Sadržaj: *U radu je predstavljen razvijeni metod fazi višekriterijumskog grupnog odlučivanja. Takođe, priložen je i numerički primer iz oblasti poštanskog saobraćaja.*

Ključne reči: *višekriterijumsko grupno odlučivanje, neizvesnost.*

1. Uvod

Donošenje odluka je proces rešavanja problema, koji rezultira akcijom. Odlučivanje igra važnu ulogu u menadžmentu, finansijama, ekonomiji, inženjerstvu. (zapošljavanje, otpuštanje, nagrađivanje i sl.), razvoj novih proizvoda i dr. [1].

Da bi preduzeće opstalo na tržištu i dalje se razvijalo, neophodno je konstantno unapređenje procesa poslovanja, odnosno potrebno je brzo i kontinuirano donošenje velikog broja važnih odluka. Kako dostignuti nivo poslovnog razvoja postaje složeniji, tako bivaju sve kompleksnije i odluke koje treba uporedo donositi. Prema tome, često se može dogoditi da obim analizirane problematike daleko premašuje mogućnosti menadžera kao individue, naročito ako donošenje odluke zahteva posedovanje multidisciplinarnih znanja. Iz pomenutih razloga, nastalo je grupno odlučivanje, koje "sabira" znanje svih menadžera koji zajedno učestvuju u procesu donošenja odluke. Generalno, može se zaključiti da grupe prosečno donose bolje odluke od pojedinaca [2]. Međutim, to ne znači da su sve grupne odluke bolje od odluka svih pojedinaca, već da su grupe u stanju da razviju rešenja koja će biti šire prihvaćena zbog prisutnosti većeg broja ljudi.

Menadžerski problemi jako retko imaju samo jedan cilj, poput maksimizacije profita. Donošenje odluka u upravljačkim sistemima često se vrši u prisustvu više, po pravilu, suprotstavljenih kriterijuma. U tim slučajevima donošenje odluka direktno se oslanja na primenu višekriterijumske analize, odnosno analiziranje potencijalnih odluka u svetlu prethodno definisanih raznorodnih ciljeva - kriterijuma.

U većini realnih situacija problemi višekriterijumskog odlučivanja (VKO) podrazumevaju pojave neizvesnosti i nepreciznosti u postupku određivanja kako vrednosti pojedinih kriterijuma, tako i njihove važnosti. Vrsta višekriterijumskog odlučivanja koja uzima u obzir postojanje neizvesnosti naziva se fazi višekriterijumsko odlučivanje (FVKO). Problem FVKO se prožima kroz brojne naučne oblasti, poput

donošenja odluka, menadžmenta i operacionih istraživanja, a u poslednje dve decenije se nalazi u fokusu brojnih istraživača.

U radu je predstavljen razvijeni metod fazi višekriterijumskog grupnog odlučivanja. Ovaj metod posebnu pažnju poklanja analizi neizvesnosti, koja je često prisutna u postupku određivanja najznačajnijih elemenata višekriterijumskog grupnog odlučivanja, kao što su: značaj donosioca odluke, vrednosti alternativa po kriterijumima i značaj samih kriterijuma. Korišćenje predloženog metoda kao svojevrsnog sredstva podrške procesu grupnog donošenja odluka u fazi okruženju ima za cilj da takvo donošenje odluka učini znatno efikasnijim.

U nastavku rad je organizovan na sledeći način. Poglavlje 2 sadrži detaljan prikaz razvijene metode. Numerički primer iz oblasti poštanskog saobraćaja dat je u poglavlju 3, a zaključak u poglavlju 4.

2. Razvijeni metod fazi višekriterijumskog grupnog odlučivanja

Algoritam predložene metode fazi višekriterijumskog grupnog odlučivanja sastoji se iz 13 koraka koji će nadalje biti detaljno opisani.

➤ Korak 1 - Izbor članova grupe

Grupa donosioca odluke broji k članova, pri čemu je $D = \{D_1, D_2, \dots, D_t, \dots, D_k\}$, $k \geq 2$, oznaka skupa donosioca odluke.

➤ Korak 2 - Usvajanje skupa alternativa.

Kada se određeni problem predoči grupi, svaki njen član prvo predlaže moguće alternative, odnosno potencijalna rešenja postavljenog problema. U opštem slučaju, svaki član grupe D_t ($t = 1, 2, \dots, k$) može predložiti m_t alternativa. Neka je sa $A^* = \{A_1^1, A_2^1, \dots, A_{m_1}^1, \dots, A_1^t, A_2^t, \dots, A_{m_t}^t, \dots, A_1^k, A_2^k, \dots, A_{m_k}^k\}$ označen skup potencijalnih alternativa, gde A_i^t predstavlja i -tu alternativa predloženu od strane t -tog donosioca odluke. Kroz diskusiju o predloženim alternativama usvaja se konačni skup alternativa $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, $m \geq 2$, gde je ispunjeno $A \subseteq A^*$ [3].

➤ Korak 3 - Usvajanje skupa kriterijuma.

U opštem slučaju, svaki član grupe D_t ($t = 1, 2, \dots, k$) može predložiti n_t kriterijuma za vrednovanje alternativa. Neka je $K^* = \{K_1^1, K_2^1, \dots, K_{n_1}^1, \dots, K_1^t, K_2^t, \dots, K_{n_t}^t, \dots, K_1^k, K_2^k, \dots, K_{n_k}^k\}$ skup potencijalnih kriterijuma, gde K_j^t označava j -ti kriterijum predložen od strane t -tog člana grupe. Međusobnom komunikacijom članovi grupe usaglašavaju stav oko konačnog skupa kriterijuma $K = \{K_1, \dots, K_n\}$, pri čemu važi $K \subseteq K^*$ [3].

➤ Korak 4 - Određivanje koeficijenata značaja učesnika grupe.

Članove grupe karakteriše nejednak uticaj, znanje i iskustvo. Zbog toga neće biti jednak ni značaj koji oni imaju u procesu odlučivanja. Prema tome, svakom članu grupe potrebno je dodeliti odgovarajući koeficijent značaja, koji je po prirodi stvari teško egzaktno odrediti.

Neka su W_1, \dots, W_k vrednosti koeficijenata značaja pojedinih donosioca odluke, iskazani kroz lingvističke promenljive $W \in \{\text{Malo važan, Važan, Veoma važan, Najvažniji}\}$. Oni se najčešće određuju dijalogom među članovima grupe i/ili od strane višeg upravljačkog nivoa, pre ili na početku procesa odlučivanja. Svaki lingvistički iskaz može se predstaviti fazi brojem [4]. Dalje, neka su W_{D_1}, \dots, W_{D_k} fazi vrednosti koeficijenata značaja pojedinih učesnika grupe, odnosno fazi brojevi koji odgovaraju lingvističkim koeficijentima značaja W_1, \dots, W_k .

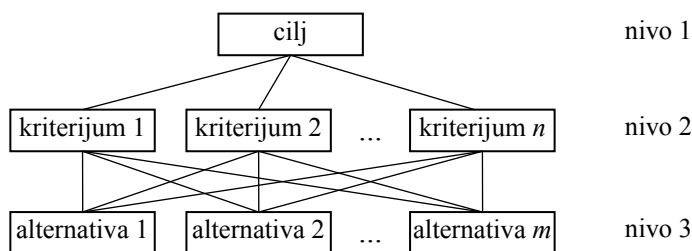
Relativni (normalizovani) koeficijent značaja donosioca odluke $W_{D_t}^*$, izračunava se kao:

$$W_{D_t}^* = W_{D_t} / \sum_{t=1}^k W_{D_t}^D, \quad t=1, \dots, k \quad (1)$$

gde $W_{D_t}^D$ predstavlja desnu granicu fazi broja W_{D_t} .

► **Korak 5** - Formiranje hijerarhije problema fazi višekriterijumskog zadatka grupnog odlučivanja.

Jedan od najvažnijih koraka u procesu donošenja odluka je formiranje hijerarhije analiziranog problema. Primer tronivovske strukture je dat na slici 1.



Slika 1. Hijerarhija problema

► **Korak 6** - Matrično poređenje kriterijuma prema postavljenom cilju.

Svaki donosioc odluke $D_t (t=1, 2, \dots, k)$ iskazuje svoje mišljenje o kriterijumima $K_j (j=1, \dots, n)$, njihovim međusobnim poređenjem i formiranjem matrice poređenja kriterijuma $\Phi^t = \left\| \phi_{jj'}^t \right\|_{n \times n} (t=1, \dots, k)$, čiji su elementi $\phi_{jj'}^t (j, j'=1, \dots, n, j \neq j')$ lingvističke promenljive predstavljene u tabeli 1 (pri čemu važi da je $\phi_{jj}^t = \text{'Jednako važan'}$, $\forall j, t$). I u ovom slučaju, lingvističke promenljive imaju fazi ekvivalente (tabela 1). U skladu sa matricama Φ^t i odgovarajućim fazi ekvivalentima određuju se matrice $R^t = \left\| r_{jj'}^t \right\|_{n \times n}$ (slika 2), čiji elementi $r_{jj'}^t$ predstavljaju odgovarajuće fazi brojeve kojima se izražava značaj kriterijuma j prema kriterijumu j' od strane t -tog člana grupe. Ukoliko donosioc odluke $D_t (t=1, \dots, k)$ iz nekog razloga nije u mogućnosti da izvrši poređenje kriterijuma j i j' , tada elementima $\phi_{jj'}^t$ i $\phi_{j'j}^t$ treba biti dodeljena simbolička vrednost '*'. Inače, ona se pri daljem izračunavanju tretira kao 0 vrednost.

Kako bi se izbegla pojava nekonzistentnosti vrednosti matrica R^t ($t = 1, \dots, k$), treba upotrebljavati *lingvistička pravila zaključivanja* [3]:

♦ *Pozitivno-tranzitivno pravilo:*

$$\left((r_{jj}^t = r_b \ (b=4,5,6,7)) \wedge (r_{jj}^t = r_c \ (c=4,5,6,7)) \right) \Rightarrow (r_{jj}^t = \max(r_b, r_c)) \quad (2)$$

♦ *Negativno-tranzitivno pravilo:*

$$\left((r_{jj}^t = r_b \ (b=3,2,1)) \wedge (r_{jj}^t = r_c \ (c=3,2,1)) \right) \Rightarrow (r_{jj}^t = \min(r_b, r_c)) \quad (3)$$

♦ *Pravilo neizvesnosti I:*

$$\left((r_{jj}^t = r_b \ (b=4,5,6,7)) \wedge (r_{jj}^t = r_c \ (c=3,2,1)) \right) \Rightarrow (r_{jj}^t = a_d, \ \forall c \leq d \leq b) \quad (4)$$

♦ *Pravilo neizvesnosti II:*

$$\left((r_{jj}^t = r_b \ (b=3,2,1)) \wedge (r_{jj}^t = r_c \ (c=4,5,6,7)) \right) \Rightarrow (r_{jj}^t = a_d, \ \forall b \leq d \leq c) \quad (5)$$

Tabela 1. *Lingvističke promenljive i fazi brojevi za predstavljanje značaja kriterijuma poređenja*

<i>Apsolutno manje važan (AMV)</i>	r_1
<i>Mnogo manje važan (MMV)</i>	r_2
<i>Manje važan (MV)</i>	r_3
<i>Jednako važan (J)</i>	r_4
<i>Važniji (V)</i>	r_5
<i>Mnogo važniji (VV)</i>	r_6
<i>Apsolutno važniji (AV)</i>	r_7

$$R^t = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & & K_n \\ \begin{matrix} K_1 \\ K_2 \\ \\ K_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11}^t & r_{12}^t & \cdots & r_{1n}^t \\ r_{21}^t & r_{22}^t & \cdots & r_{2n}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1}^t & r_{n2}^t & \cdots & r_{nn}^t \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Slika 2. *Matrica poređenja kriterijuma prema t-tom članu grupe R^t*

Značaj j -tog kriterijuma prema t -tom donosiocu odluke w_j^t ($j=1, \dots, n$, $t=1, \dots, k$), određuje se primenom prioretizacionog metoda *geometrijska sredina reda*, odnosno tako što se izmnoži n elemenata svakog reda matrice poređenja kriterijuma R^t ($t = 1, \dots, k$), pa potom izračuna njihov n -ti koren.

Relativni značaj j -tog kriterijuma prema t -tom donosiocu odluke W_j^t ($j=1, \dots, n$, $t=1, \dots, k$), određuje se tako što se elementi dobijenih matrica dimenzija $n \times 1$ linearno normalizuju:

$$W_j^t = w_j^t / \sum_{j=1}^n w_j^t D, \quad j = 1, \dots, n, \quad t = 1, \dots, k \quad (6)$$

gde w_{j0}^{tD} predstavlja desnu granicu fazi broja w_j^t .

► **Korak 7 - Matrično poređenje parova alternativa prema kriterijumima.**

Ako je $A = \{A_1, \dots, A_m\}$ skup alternativa, $K = \{K_1, \dots, K_n\}$ skup kriterijuma, a $D = \{D_1, \dots, D_k\}$ skup donosioca odluke, tada treba odrediti $k \times n$ matrica poređenja parova alternativa $P^{tj} = \left\| p_{ii}^{tj} \right\|_{m \times m}$, odnosno:

$$P^{tj} = \begin{matrix} & A_1 & \dots & A_m \\ A_1 & p_{11}^{tj} & \dots & p_{1m}^{tj} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & p_{m1}^{tj} & \dots & p_{mm}^{tj} \end{matrix}, \quad j=1, \dots, n, \quad t=1, \dots, k \quad (7)$$

gde je sa p_{ii}^{tj} ($i, i'=1, \dots, m, j=1, \dots, n, t=1, \dots, k$) označena lingvistička vrednost koju po t -tom članu grupe i j -tom kriterijumu ima alternativa A_i prema alternativu $A_{i'}$. Prema tabeli 2 imamo da $p_{ii}^{tj} \in \{Najniža, Veoma niska, Niska, Srednja, Visoka, Veoma visoka, Najviša\}$, pri čemu važi da je $p_{ii}^{tj} = 'Srednja', \forall i, j, t$. Kako bi se izbegla pojava nekonzistentnosti u matricama P^{tj} ($t=1, \dots, k, j=1, \dots, n$) treba upotrebljavati lingvistička pravila zaključivanja predstavljena jednačinama (2)-(5). U skladu sa matricama P^{tj} formiraju se matrice $\underline{P}^{tj} = \left\| a_{ii}^{tj} \right\|_{m \times m}$ (slika 3), čiji su elementi a_{ii}^{tj} ($i, i'=1, \dots, m, j=1, \dots, n, t=1, \dots, k$) fazi brojevi, koji prema tabeli 2 odgovaraju lingvističkim iskazima p_{ii}^{tj} . Ukoliko donosioc odluke iz nekog razloga nije u mogućnosti da odredi vrednosti p_{ii}^{tj} , tada važi: $p_{ii}^{tj} = p_{i'i}^{tj} = a_{ii}^{tj} = a_{i'i}^{tj} = '**'$. Inače, simbolička vrednost '**' se pri daljem izračunavanju tretira kao 0 vrednost.

Tabela 2. Lingvističke promenljive i fazi brojevi za poređenje parova alternativa

Najniža (VVN)	a_1
Veoma niska (VN)	a_2
Niska (N)	a_3
Srednja (S)	a_4
Visoka (V)	a_5
Veoma visoka (VV)	a_6
Najviša (VVV)	a_7

$$\underline{P}^{tj} = \begin{matrix} & A_1 & \dots & A_m \\ A_1 & a_{11}^{tj} & \dots & a_{1m}^{tj} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & a_{m1}^{tj} & \dots & a_{mm}^{tj} \end{matrix}$$

Slika 3. Matrica fazi vrednosti poređenja parova alternativa

► **Korak 8 - Određivanje vrednosti alternativa prema kriterijumima.**

Vrednost i -te alternative prema j -tom kriterijumu poređenja i t -tom donosiocu odluke b_{ij}^t ($i=1, \dots, m, j=1, \dots, n, t=1, \dots, k$), određuje se na isti način kao i relativni značaj kriterijuma. Prema tome, treba izmnožiti m elemenata svakog reda matrice \underline{P}^{tj} ($j=1, \dots, n, t=1, \dots, k$) i potom izračunati njihov m -ti koren:

$$\rho_i^{tj} = \prod_{i'=1}^m \left(a_{ii'}^{tj} \right)^{1/m}, \quad \forall i, j, t \quad (8)$$

Potom se određuju vrednosti alternativa prema kriterijumima poređenja, tako što se elementi novodobijenih matrica dimenzija $m \times l$ linearno normalizuju:

$$b_{ij}^t = \rho_i^{tj} / \sum_{i=1}^m \rho_i^{tj} D_0, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, n, \quad t=1, \dots, k \quad (9)$$

gde ρ_i^{tjD} predstavlja desnu granicu fazi broja ρ_i^{tj} . Na taj način se odredi k matrica

$\underline{B}^t = \left\| b_{ij}^t \right\|_{m \times n}$, $t=1, \dots, k$, odnosno:

$$\underline{B}^t = \begin{matrix} & K_1 & \dots & K_n \\ A_1 & \left[\begin{array}{ccc} b_{11}^t & \dots & b_{1n}^t \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1}^t & \dots & b_{mn}^t \end{array} \right] & & \\ \vdots & & & & \\ A_m & & & & \end{matrix}, \quad t=1, \dots, k \quad (10)$$

pri čemu važi da je $b_{ij}^t \neq '***', \forall i, j, t$.

► **Korak 9** - Formiranje matrice izbora alternative.

Prvo se izračunavaju vektori $\underline{\psi}^t = (\psi_1^t, \dots, \psi_m^t)$, $t=1, \dots, k$, čiji elementi ψ_i^t ($i=1, \dots, m$, $t=1, \dots, k$) označavaju vrednost koju i -ta alternativa ima prema postavljenom cilju i t -tom donosiocu odluke, odnosno:

$$\psi_i^t = \sum_{j=1}^n (W_j^t \cdot b_{ij}^t), \quad i=1, \dots, m, \quad t=1, \dots, k \quad (11)$$

Potom se od dobijenih vrednosti formira *matrica izbora alternative*

$$\underline{\Psi} = \left\| \underline{\psi}_i^t \right\|_{k \times m} : \begin{matrix} & A_1 & \dots & A_m \\ D_1 & \left[\begin{array}{ccc} \psi_1^1 & \dots & \psi_m^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \psi_1^k & \dots & \psi_m^k \end{array} \right] & & \\ \vdots & & & & \\ D_k & & & & \end{matrix} \quad (12)$$

► **Korak 10** - Formiranje otežanog normalizovanog fazi vektora odlučivanja.

Otežani normalizovani fazi vektor odlučivanja se dobija kao:

$$\underline{Q} = \underline{W}_D^* \cdot \underline{\Psi} \quad (13)$$

gde su $Q_i = \sum_{t=1}^k (W_{Dt}^* \cdot \psi_i^t)$, $i=1, \dots, m$.

► **Korak 11** - Izračunavanje pozitivnih i negativnih rastojanja.

Vrednosti Q_i ($i=1, \dots, m$) su normalizovane kao pozitivni fazi brojevi, koji uzimaju vrednosti iz zatvorenog intervala $[0,1]$. Definišimo *fazi pozitivno-idealno rešenje* ($FPIR, Q^+$) i *fazi negativno-idealno rešenje* ($FNIR, Q^-$) kao: $Q^+ = 1$ i $Q^- = 0$, respektivno. Tada se rastojanje između vrednosti alternative prema postavljenom cilju b_i ($i=1, \dots, m$) i fazi pozitivno-idealnog rešenja Q^+ naziva *pozitivno rastojanje*:

$$d_i^+ = d(Q_i, Q^+), \quad i=1, \dots, m \quad (14)$$

dok se rastojanje između b_i ($i = 1, \dots, m$) i fazi negativno-idealnog rešenja naziva *negativno rastojanje*:

$$d_i^- = d(Q_i, Q^-), \quad i = 1, \dots, m \quad (15)$$

Na primer, mera rastojanja između fazi brojeva $\underline{A} = (a_0^L, a, a_0^D)$ i $\underline{B} = (b_0^L, b, b_0^D)$ (u ovom slučaju Q_i i Q^+ , odnosno Q_i i Q^-), izračunava se kao:

$$d(\underline{A}, \underline{B}) = \int_0^1 \frac{1}{2} \left[(a_\lambda^L - b_\lambda^L)^2 + (a_\lambda^D - b_\lambda^D)^2 \right] d\lambda \quad (16)$$

Jednačina (16) naziva se *funkcijom kvazi rastojanja* između fazi brojeva \underline{A} i \underline{B} . Kada su \underline{A} i \underline{B} numeričke vrednosti, tada Euklidsko rastojanje predstavlja odgovarajuću meru rastojanja.

► **Korak 12** - *Izračunavanje relativnih bliskosti alternativa idealnom rešenju.*

Relativna bliskost alternative idealnom rešenju B_i , izračunava se kao:

$$B_i = d_i^- / (d_i^- + d_i^+), \quad i = 1, \dots, m \quad (17)$$

► **Korak 13** - *Izbor najbolje alternative.*

Rangirati alternative u skladu sa vrednostima B_i u opadajućem redosledu i za najbolju odabrati onu alternativu koju karakteriše najveća vrednost relativne bliskosti idealnom rešenju.

3. Numerički primer

U ovom poglavlju predloženi metod fazi višekriterijumskog grupnog odlučivanja korišćen je za rešavanje problema *izbora najpogodnijeg sistema za automatsku preradu poštanskih paketa*.

Grupu donosioca odluke činilo je 6 članova iz redova nastavnika i asistenata sa smeru za Poštanski saobraćaj i mreže, i Logistika na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

Analizom kompletnog asortimana najznačajnijih proizvođača opreme za poštanske centre, u skup alternativa A^* ušli su sledeći sistemi za automatsku preradu poštanskih paketa:

- A_1 - Sistem sa gurajućim elementom (*GE*),
- A_2 - Demag Rapid Sorter (*DRS*) sistem sa poprečnim kliznim papučicama,
- A_3 - Demag Dynamic Sorter (*DDS*) sistem sa zakretnim platformama i
- A_4 - Demag Crossbelt Sorter (*DCS*) sistem sa poprečnim kaiševima.

Analizirajući razne kriterijume za izbor sistema automatske prerade poštanskih paketa, o kojima se više može pročitati u [5], u skup izabranih kriterijuma K uvršteni su:

- K_1 - *cena sistema prerade*,
- K_2 - *eksploatacioni troškovi*,
- K_3 - *kapacitet prerade poštanskih pošiljaka*,
- K_4 - *fleksibilnost sistema* i
- K_5 - *maksimalna dozvoljena težina paketa*.

Vrednosti koje sistemi za sortiranje poštanskih paketa iz skupa alternativa imaju prema odabranim kriterijuma dati su u tabeli 3.

Tabela 3. Vrednosti alternativa po odabranim kriterijumima poređenja [5]

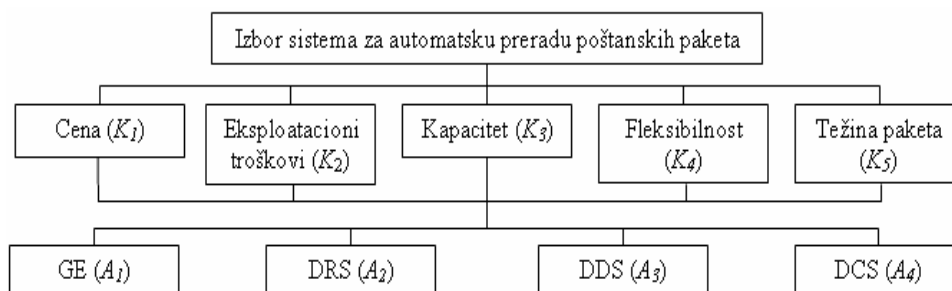
Alternativa Kriterijum	<i>GE</i>	<i>DRS</i>	<i>DDS</i>	<i>DCS</i>
Cena (10^6 €)	oko 1	oko 1,8	oko 1,5	oko 2
Eksploatacioni troškovi (10^3 €/god.)	oko 80	oko 95	oko 90	oko 110
Kapacitet prerade (pak./h)	oko 3000	oko 9000	oko 9600	oko 11040
Fleksibilnost sistema	veoma velika	veoma mala	velika	srednja
Max. težina paketa (kg)	34	50	50	31,5

Koeficijenti značaja pojedinih učesnika grupe, određivani su korišćenjem liste lingvističkih iskaza datih u tabeli 4, kojima odgovaraju sledeći trougaoni fazi brojevi: $\zeta_1 = (0.3, 0.5, 0.7)$, $\zeta_2 = (0.5, 0.7, 0.9)$, $\zeta_3 = (0.7, 0.9, 1.0)$ i $\zeta_4 = (0.9, 1.0, 1.0)$;

Tabela 4. Lingvističke promenljive i odgovarajući fazi skupovi za određivanje koeficijenata značaja učesnika grupe

Lingvistički izraz	Fazi broj
Malo važan (<i>MV</i>)	$\zeta_1 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{16\lambda+9}}{10}, \frac{\sqrt{49-24\lambda}}{10} \right]$
Važan (<i>V</i>)	$\zeta_2 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{24\lambda+25}}{10}, \frac{\sqrt{81-32\lambda}}{10} \right]$
Veoma važan (<i>VV</i>)	$\zeta_3 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{32\lambda+49}}{10}, \frac{\sqrt{100-19\lambda}}{10} \right]$
Najvažniji (<i>NV</i>)	$\zeta_4 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{19\lambda+81}}{10}, 1 \right]$

Hijerarhija problema izbora najpogodnijeg sistema za automatsku preradu poštanskih paketa prikazana je na slici 4.



Slika 4. Hijerarhija problema izbora sistema za automatsku preradu poštanskih paketa

Značaj kriterijuma je određen korišćenjem liste lingvističkih iskaza datih u tabeli 5, kojima su pridruženi sledeći trougaoni fazi brojevi: $r_j = (0, 0, 0.1)$,

$$r_2 = (0, 0.1, 0.3), \quad r_3 = (0.1, 0.3, 0.5), \quad r_4 = (0.3, 0.5, 0.7), \quad r_5 = (0.5, 0.7, 0.9), \\ r_6 = (0.7, 0.9, 1.0) \text{ i } r_7 = (0.9, 1.0, 1.0);$$

Tabela 5. *Lingvističke promenljive i odgovarajući fazi skupovi za poređenje kriterijuma*

Lingvistički izraz	Fazi broj
Apsolutno manje važan (<i>AMV</i>)	$\Gamma_1 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[0, \frac{\sqrt{1-\lambda}}{10} \right]$
Mnogo manje važan (<i>MMV</i>)	$\Gamma_2 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{\lambda}}{10}, \frac{\sqrt{9-8\lambda}}{10} \right]$
Manje važan (<i>MV</i>)	$\Gamma_3 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{8\lambda+1}}{10}, \frac{\sqrt{25-16\lambda}}{10} \right]$
Jednako važan (<i>J</i>)	$\Gamma_4 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{16\lambda+9}}{10}, \frac{\sqrt{49-24\lambda}}{10} \right]$
Važniji (<i>V</i>)	$\Gamma_5 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{24\lambda+25}}{10}, \frac{\sqrt{81-32\lambda}}{10} \right]$
Mnogo važniji (<i>VV</i>)	$\Gamma_6 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{32\lambda+49}}{10}, \frac{\sqrt{100-19\lambda}}{10} \right]$
Apsolutno važniji (<i>AV</i>)	$\Gamma_7 = \bigcup_{\lambda \in [0,1]} \lambda \left[\frac{\sqrt{19\lambda+81}}{10}, 1 \right]$

Za potrebe poređenja alternativa po kriterijumima korišćena je lista lingvističkih iskaza data u tabeli 2. Pomenutoj listi iskaza pridruženi su trougaoni fazi brojevi isti kao i u slučaju određivanja značaja kriterijuma datih u tabeli 5, odnosno važi da je $a_j = r_j, \dots, a_7 = r_7$.

Konačno, dobijene vrednosti odgovarajućih relativnih bliskosti su: $B_1=0,04928$; $B_2=0,03889$; $B_3=0,05476$ i $B_4=0,02499$. U skladu sa tim, došlo se do zaključka da je A_3 najbolja alternativa, dok je konačan rang alternativa sledeći: $A_3 > A_1 > A_2 > A_4$.

Prema tome, **DDS** sistem predstavlja najbolje tehnološko rešenje za sistem automatizovane prerade poštanskih paketa, **DCS** sistem je nešto lošiji, ali opet bolji od **DRS** sistema, dok bi najnepoželjnija bila nabavka sistema koji se bazira na gurajućem elementu.

4. Zaključak

Razvijeni metod je u radu upotrebljen za rešavanje problema izbora sistema automatske prerade poštanskih paketa. Analizom dobijenog ranga alternativa i rezultata datih u [5], tj. $A_3 > A_1 > A_4 > A_2$, zaključeno je da postoji slaganje u pogledu izbora primarnog i sekundarnog tehnološkog rešenja. S druge strane, razloge nepoklapanja u pogledu ranga II i IV alternative, treba pre svega tražiti u značajnoj koncepcijskoj razlici dva metodološka pristupa i neidentičnim skupovima kriterijuma poređenja alterativa.

Grupno donošenje odluka predstavlja ključnu komponentu uspešnog funkcionisanja preduzeća, jer individualne akcije često nisu dovoljne. Zbog važnosti i kompleksnosti procesa grupnog donošenja odluka, a u cilju povećanja njegove efikasnosti, naročito u situacijama kada probleme karakteriše višekriterijalnost i neizvesnost, što je u praksi čest slučaj, neophodno je uspostaviti *sredstvo sistemske podrške* procesu odlučivanja. Predloženi metod je jedan pokušaj u tom smeru, koji bi bilo neophodno i softverski realizovati kako bi rezultat bio napredni DSS¹ alat.

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, kroz projekat TR 15018, za period 2008-2010.

Literatura

- [1] G. Klir, i B. Yuan, *Fuzzy sets and fuzzy logic: Theory and Applications*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.
- [2] F. Adam, i P. Humphreys, *Encyclopedia of Decision Making and Decision Support Technologies - Volume I*, Information Science Reference, London, 2008.
- [3] J. Lu, G. Zhang, D. Ruan, i F. Wu, *Series in Electrical and Computer Engineering Vol. 6: Multi-Objective Group Decision Making Methods, Software and Fuzzy Set Techniques*, Imperial College Press, London, str. 32-33, 2007.
- [4] H. Zimmermann, *Fuzzy set theory and its applications*, Kluwer, Boston, 1991
- [5] A. Čupić, “Primena višekriterijumske analize u izboru opreme za sortiranje paketa”, *Zbornik radova: PosTel 2007*, Beograd, 11-12 decembar, str. 151-160, 2007.

Abstract: *One fuzzy multi-criteria group decision-making method is developed and presented in this paper. Moreover, a numerical example from postal traffic area is enclosed herewith.*

Keywords: *multi-criteria decision-making, uncertainty.*

A CONTRIBUTION TO THE METHODOLOGY OF FUZZY MULTY-CRITERIA GROUP DECISION MAKING

Branka Dimitrijević, Vladimir Simić

¹ DSS - *engl.* Decision Support System