LETOPIS NAUČNIH RADOVA / ANNALS OF AGRONOMY
Vol. 40, No 1, 78-86
UDK: 001.8

Poljoprivredni fakultet
Univerzitet u Novom Sadu

O objektivnim metodima određivanja težina kriterijuma u višekriterijumskim analizama i optimizaciji

Bojan Srđević[a]*, Zorica Srđević[a], Milena Lakićević[b], Laslo Galamboš[c]

[a]Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, Srbija
[b]Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za voćarstvo, vinogradarstvo, hortikulturu i pejzažnu arhitekturu, Novi Sad, Srbija
[c]Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, student doktorskih studija, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad, Srbija
*Autor za kontakt: bojans@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK
U radu je data analiza nekoliko metoda za objektivno određivanje težina kriterijuma po kojima se zatim vrednuju alternative u oblasti višekriterijumskog odlučivanja. Prvo su opisani jednostavniji metodi MW, SD i PSI, a zatim su detaljnije objašnjeni složeniji metodi CRITIC, ENTROPY i FANMA. Komentarisane su prednosti i nedostaci metoda u poređenju sa subjektivnim metodima vrednovanja kriterijuma.

KLJUČNE REČI
odlučivanje, kriterijumi, objektivni metodi vrednovanja kriterijuma

Uvod

Višekriterijumska analiza i optimizacija se u opštem slučaju bave vrednovanjem skupova alternativa prema skupovima kriterijuma. Kada se kriterijumi tretiraju kao atributi alternativa, tada se vrednosti (*utilities*) alternativa često nazivaju rejtinzima. U najvećem broju slučajeva, problem odlučivanja se modelira tako što se formira tabela odlučivanja u kojoj su alternative u vrstama, kolone su kriterijumi, a na preseku vrsta i kolona su 'korisnosti', odnosno rejtinzi ili performansa alternativa za korespodentne kriterijume (atribute).

Vrednovanje aternativa prema kriterijumima moguće je samo kada su poznate težine kriterijuma, obično izražene decimalnim brojevima sa zbirom 1. Ako se tabela odlučivanja tretira kao matrica, a rejtinzi alternativa i težine kriterijuma iskažu u vidu numeričkih vrednosti, višekriterijumsko vrednovanje i rangiranje alternativa može se izvršiti nekim od poznatih metoda. Prvi korak u procesu vrednovanja alternativa je da se definišu težine kriterijuma što se može postići na tri načina. Prvi je da donosilac subjektivno utvrdi težine kriterijuma (npr. poentiranjem ili poređenjem u parovima kao u metodu AHP). Drugi način je da se analizira sadržaj matrice i na osnovu informacije koja je sadržana u rejtinzima alternativa odrede težine kriterijuma. Treći način je da se prethodna dva postupka integrišu, npr. uvođenjem pogodne konstante iz intervala [0,1] i linearnim podešavanjem stepena integracije subjektivnih i objektivnih težina.

Drugi od navedenih načina odgovara slučaju kada nema donosioca odluka koji bi definisao težine kriterijuma, već se težine određuju 'crpljenjem' informacije sadržane u rejtinzima alternativa u matrici odlučivanja. Pored nekoliko jednostavnijih, ovde će biti prikazan jedan od metoda koji se zasniva na statističkoj obradi informacije o rejtinzima alternativa. Odabran je metod CRITIC (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation) (Diakoulaki et al, 1995) koji utvrđuje kontrast kriterijuma korišćenjem standardne devijacije normiranih rejtinga po kolonama i koreliše sve parove kolona. Metod je jednostavan i logičan, a njegove primene opisane su u stranim i domaćim radovima (videti npr. Deng et al, 2000; Srdjevic, 2005; Agarski, 2014).

Takođe je opisan i metod ENTROPY u kome se varira Šenonovo merenje količine informacije u poruci (Shannon and Weaver, 1947), primenom na matricu odlučivanja. Varijacija je da se izmeri 'emitovana poruka' iz alternativa i na taj način definiše 'snaga' kriterijuma kao signal donosiocu odluka koliko je svaki kriterijum važan za vrednovanje alternativa. ENTROPY tretira neodređenost u informacionoj strukturi matrice odlučivanja, poznatu kao Šenonova entropija. Težine kriterijuma generišu se direktno na osnovu rejtinga alternativa i eliminiše se problem subjektivnosti, nekompetentnosti, ili odsustva donosioca odluka.

Koncept entropije je inače korišćen u raznim oblastima višekriterijumske optimizacije sa dobrim rezultatima (npr. Deng et al, 2000; Srdjevic, 2002; Srđević et al, 2003; Srdjevic and Cveticanin, 2004; Agarski et al, 2012).

Kao poslednji, u radu je sažeto prikazan i optimizacioni metod FANMA (Fan, 1996; Ma et al, 1999; Srdjevic, 2005) u kome se na specifičan način iz matrice odlučivanja određuju težine kriterijuma. Metod nema apriorne nedostatke statističkih i entropijskog metoda po pitanju broja kriterijuma kao veličine uzorka. Naime, dobro je poznato da statistika traži veće uzorke, često veće od 20, da bi rezultati bili pouzdani. FANMA se u praktičnim situacijama može pokazati pouzdanijim od ostalih kada je broj kriterijuma mali, a to je slučaj koji svaki donosilac odluka više želi nego kada je broj kriterijuma veliki; u drugom slučaju opravdano se može sumnjati u sposobnost donosioca odluka da demonstrira koncentraciju i kompetentnost dok ocenjuje važnost kriterijuma. Iz psiholoških analiza poznato je da kratkotrajna memorija i kapacitet memorijskih kanala čoveka bitno opadaju kada treba jednovremeno pamtiti i porediti ('diskriminisati') informaciju o više od 9 elemenata (kriterijuma).

Matrica odlučivanja

U višekriterijumskoj analizi i optimizaciji uobičajena je sledeća notacija pri definisanju problema odlučivanja:

- $A = \{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ – skup n alternativa.
- $C = \{C_1, C_2, \ldots, C_m\}$ – skup m kriterijuma.
- $w = (w_1, w_2, \ldots, w_m)^T$ – vektor težinskih vrednosti kriterijuma, pri čemu važi $\sum_{j=1}^{m} w_j = 1$ i $w_j \geq 0$, za svako j.

Za problem se na početku najčešće formira matrica odlučivanja koja se obično naziva rejting-matricom $R = [r_{ij}]_{n\times m}$.

$$
\begin{array}{cc}
 & \begin{array}{ccccc} (w_1 & w_2 & . & . & w_m) \\ C_1 & C_2 & . & . & C_m \end{array} \\
R = \begin{array}{c} A_1 \\ A_2 \\ . \\ . \\ A_n \end{array} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & . & . & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & . & . & r_{2m} \\ . & & & & . \\ . & & & & . \\ r_{n1} & r_{n2} & . & . & r_{nm} \end{bmatrix}
\end{array} \tag{1}
$$

Vrste i kolone matrice odgovaraju alternativama i kriterijumima, svaki element matrice je rejting (vrednost ili korisnost – utility) date alternative u odnosu na dati kriterijum, a vrednosti $(w_1,w_2,...,w_m)$ upisane iznad kolona predstavljaju težinske vrednosti kriterijuma određene objektivnim metodima o kojim je u ovom radu reč, ili subjektivnim ocenjivanjem važnosti kriterijuma od strane donosioca odluka. Zbir ovih težinskih vrednosti je 1.

Svaki element r_{ij} u matrici (1) skalarizacijom ili normalizacijom se može dovesti na vrednosti iz intervala [0,1] da bi svi kriterijumi imali jednak tretman (metriku). Pošto kriterijum može biti maksimizacioni ili minimizacioni, uobičajena skalarizacija elemenata matrice (1) vrši se pomoću relacija:

$$x_{ij} = \frac{r_{ij} - r_j^{\min}}{r_j^{\max} - r_j^{\min}}, \; i = 1,...,n; \; j=1,...,m \text{ (za kriterijume koji se maksimiziraju)} \tag{2a}$$

$$x_{ij} = \frac{r_j^{\max} - r_{ij}}{r_j^{\max} - r_j^{\min}}, \; i = 1, ...,n; \; j =1,...,m \text{ (za kriterijume koji se minimiziraju)} \tag{2b}$$

gde su:

$$r_j^{\max} = \max\{r_{1j}, r_{2j}, \ldots, r_{nj}\} \tag{3a}$$

$$r_j^{\min} = \min\{r_{1j}, r_{2j}, \ldots, r_{nj}\}. \tag{3b}$$

Na taj način svi elementi matrice (1) se skalarizuju u korespodentne elemente matrice $X = [x_{ij}]_{n\times m}$.

$$X = \begin{array}{c} \\ \\ A_1 \\ A_2 \\ . \\ . \\ A_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} (w_1 & w_2 & . & . & w_m) \\ C_1 & C_2 & . & . & C_m \end{array} \\ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & . & . & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & . & . & x_{2m} \\ . & & & & . \\ . & & & & . \\ x_{n1} & x_{n2} & . & . & x_{nm} \end{bmatrix} \end{array} \tag{4}$$

Metodi određivanja objektivnih težina kriterijuma

MW (Iste težine)

Ovo je metod istih težina (ime potiče od Mean Weight, prema Deng et al, 2000) jer određuje težine kriterijuma kao:

$$w_j=1/m,\ \ j=1,...,m. \tag{5}$$

Uvažava se pretpostavka da su svi kriterijumi jednako važni, a koristi se samo kada nema dovoljno informacija po kojim bi se razlikovala važnost kriterijuma. Drugi slučaj je kada nema donosioca odluka, iako za taj slučaj mogu da se koriste i neki od sledećih metoda.

CRITIC

Ovaj metod su predložili Diakoulaki et al (2005). Posle transformacije originalne matrice rejtinga *R* u matricu skalarizovanih vrednosti X, za svaku kolonu X matrice sračunava se standardna devijacija σ_j. Ova vrednost iskazuje intenzitet kontrasta za korespodentni kriterijum. Zatim se korelišu kolone matrice X i formira simetrična matrica $Q = [q_{ij}]_{m\times m}$ koja sadrži sračunate koeficijente korelacije. Ako su (skalarizovani) rejtinzi alternativa prema kriterijumima C_j i C_k diskordantniji (različitiji), korelacioni koeficijent q_{jk} je niži. Zbir vrednosti korelacionih koeficijenata po kriterijumima:

$$g_j = \sum_{k=1}^{m}(1-q_{jk}),\ j=1,2,...,m. \tag{6}$$

predstavlja meru konflikta kriterijuma C_j u odnosu na ostale kriterijume. Što je veća vrednost g_j veći je konflikt kriterijuma C_j u odnosu na ostale kriterijume.

Ako se ima u vidu da je informacija sadržana u skalarizovanoj matrici rejtinga odraz intenziteta kontrasta i konflikta kriterijuma, količina informacije koju 'emituje' kriterijum C_j određuje se pomoću multiplikativne agregacione formule:

$$t_j = \sigma_j g_j,\ j=1,2,...,m. \tag{7}$$

Što je veća vrednost t_j, 'veća' je (značajnija je) informacija koja se emituje od strane kriterijuma C_j donosiocu odluka. Na kraju, objektivne težine kriterijuma se po ovom metodu dobijaju normalizacijom:

$$w_j = t_j \cdot \left[\sum_{k=1}^{m} t_k \right]^{-1}. \tag{8}$$

ENTROPY

Prema Šenonu (Shannon and Weaver, 1947), entropija je pokazatelj (mera) neodređenosti informacije predstavljen diskretnom funkcijom verovatnoće. Logika je da distribucija u vidu 'širokog Gausovog šešira' u sebi sadrži više neodređenosti nego kada je distribucija gusta što bi odgovaralo 'uskom Gausovom šeširu'. Na osnovu metoda kojim je Šenon definisao merenje binarne količine informacije u poruci, kasnije je entropija korišćena da se postavi metod za ustanovljavanje kontrasta među kriterijumima i na direktan način iz matrice odlučivanja izvede saznanje o tome koliko sve alternative jednovremeno putem svog rejtinga emituju informaciju o važnosti kriterijuma. U ovom metodu kriterijumi po kojima su performanse (rejtinzi) alternativa međusobno veoma različite imaju veći značaj za problem odlučivanja jer više utiču na konačno rangiranje alternativa. Obrnuto, ako po datom kriterijumu alternative imaju sličnu performansu (rejting), tada je taj kriterijum manje važan kod konačnog rangiranja.

Određivanje težina kriterijuma w_j (j=1, 2,...,m) po ovom metodu vrši se u tri koraka. U prvom koraku normalizuju se sve kolone matrice rejtinga pomoću relacije:

$$h_{ij} = r_{ij} \left[\sum_{k=1}^{n} r_{kj} \right]^{-1} i=1,2,...,n;\ j=1,2,...,m. \tag{9}$$

Primenom obrasca (9) na sve kolone matrice (1), dobija se normalizovana matrica (10):

$$H = \begin{array}{c} \\ \\ A_1 \\ A_2 \\ . \\ . \\ A_n \end{array} \begin{array}{c} (w_1 \quad w_2 \quad . \quad . \quad w_m) \\ C_1 \quad C_2 \quad . \quad . \quad C_m \\ \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & . & . & h_{1m} \\ h_{21} & h_{22} & . & . & h_{2m} \\ . & & & & . \\ . & & & & . \\ h_{n1} & h_{n2} & . & . & h_{nm} \end{bmatrix} \end{array}. \tag{10}$$

Normalizovani rejtinzi u svakoj koloni ove matrice mogu se razumeti kao informacija koju emituju korespodentni kriterijumi C_j (j=1, 2,...,m). Primenom Šenonove relacije (11) može se za svaki kriterijum definisati entropijska vrednost e_j:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^{n} h_{ij} \ln h_{ij},\ j = 1,2,...,m. \tag{11}$$

Uvođenjem konstante k = $1/\ln n$ sve vrednosti e_j mapiraju se u interval [0,1]. U relaciji (11) koristi se logaritam za osnovu *e* (Neperova konstanta; približno 2,72) što je odstupanje od bazičnog Šenonovog obrasca iz teorije informacija u kome se koristi logaritam za osnovu 2. Ova korekcija u metodu ENTROPY ne unosi značajne greške u merenju količine informacije emitovane iz normalizovane matrice odlučivanja. U drugom koraku se određuje stepen divergencije (f_j) u odnosu na prosečnu količinu informacije sadržanu u svakom emiteru informacije (ovde kriterijumu):

$$f_j = 1 - e_j, \quad j = 1, 2, \ldots, m. \tag{12}$$

Logika je da što je veća divergencija početnog rejtinga r_{ij} alternative A_i u odnosu na kriterijum C_j, vrednost f_j za dati kriterijum je veća i zaključuje se da je važnost tog kriterijuma za dati problem odlučivanja takođe veća (Zeleny,1982). Ako bi sve alternative imale sličan rejting za dati kriterijum, tada se može smatrati da je taj kriterijum manje važan za problem. Logično je takođe da se dati kriterijum može potpuno eliminisati iz procesa odlučivanja ako su rejtinzi svih alternativa isti za taj kriterijum; jednostavno - taj kriterijum ne nudi nikakvu korisnu informaciju donosiocu odluka (Zeleny, 1982).

Vrednost f_j predstavlja istovremeno i intenzitet kontrasta kriterijuma C_j prema ostalim kriterijumima. Zbog toga se u trećem koraku, slično kao kod metoda CRITIC, vrši objedinjavanje pomoću relacije (13). Određuju se relativne 'jačine emitera', a to su u ovom slučaju tražene težine kriterijuma.

$$w_j = f_j \cdot \left[\sum_{k=1}^{m} f_k \right]^{-1} \tag{13}$$

Kao i kod drugih opisanih metoda, težine kriterijuma se i ovde mogu smatrati objektivnim. Naime, težine se određuju samo na osnovu rejtinga alternativa u odnosu na kriterijume, ignoriše se priroda i jednih i drugih, nema analize dominacije niti je važno da li su kriterijumi minimizacioni ili maksimizacioni.

SD (Standarne devijacije)

Metod standardne devijacije SD sličan je prethodnom metodu jer dodeljuje malu težinu kriterijumu ako se rejtinzi alternativa za taj kriterijum malo razlikuju. Metod se sastoji iz dva koraka. Prvo se nađu standardne devijacije za svaku kolonu matrice:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{n}}, \; j = 1,2,\ldots,m \tag{14}$$

U drugom koraku se težine kriterijuma računaju normalizacijom standardnih devijacija po kriterijumima:

$$w_j = \sigma_j \left[\sum_{k=1}^{m} \sigma_k \right]^{-1}, \; j = 1,2,\ldots,m \tag{15}$$

Problem sa ovim metodom je da se, za razliku od metoda ENTROPY, ne vrši prethodna normalizacija rejtinga (videti relaciju (9)), tako da na rezultat utiču moguće velike i različite metrike kriterijuma.

PSI (Indeks preferentnog izbora)

Metod predložen u (Manyia and Bhat, 2010) zasnovan je na veličini varijacije preferenci, a sastoji se u sledećem. Prvo se vrše normiranja za maksimizacione i minimizacione kriterijume:

$$x_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_j^{\max}}, \quad i = 1,\ldots,n; \; j = 1,\ldots,m \; \text{(za kriterijume koji se maksimiziraju)} \tag{16a}$$

$$x_{ij} = \frac{r_j^{\min}}{r_{ij}}, \quad i = 1,\ldots,n; \; j = 1,\ldots,m \; \text{(za kriterijume koji se minimiziraju),} \tag{16b}$$

a zatim računa:

$$\bar{r}_j = \left[\sum_{i=1}^{n} r_{ij}\right] / n, \quad PV_j = \sum_{i=1}^{n} (x_{ij} - \bar{r}_j)^2, u_j = 1 - PV_j, j = 1, 2, \ldots, m \tag{17}$$

i konačno:

$$w_j = u_j \left[\sum_{k=1}^{m} u_k\right]^{-1}, \; j = 1, 2, \ldots, m. \tag{18}$$

Suština metoda je da se težine kriterijuma određuju na osnovu stepena konvergencije rejtinga alternativa za svaki kriterijum. Ovo je suprotno od metoda SD i ENTROPY gde se tretira divergencija rejtinga. Dalje, može se desiti da PV bude veće od 1 za neki kriterijum i da njegova težina bude negativna, što nije dopustivo. Neki autori (npr. Jahan et al, 2012) upozoravaju da treba biti oprezan ako se koristi ovaj metod te da prednost treba dati drugim metodima.

FANMA

Ovo je optimizacioni metod predložen u (Fan, 1996), a zatim skraćeno opisan u (Ma et al, 1999). Ovde se referencira kao FANMA (akronim od prezimena citiranih autora), a opis je skraćen prema (Srdjevic, 2005).

Jednako kao u CRITIC, prvo se skalarizuju rejtinzi alternativa, a zatim se identifikuju tzv. 'idealne tačke' u matrici odlučivanja. Optimizacija se vrši uvođenjem odgovarajućeg Lagranžijana u ciljnu funkciju i koristi se princip rastojanja od idealne tačke.

Prvo se polazna matrica rejtinga $R = [r_{ij}]_{n\times m}$ skalarizuje putem relacija (2a, 2b, 3a i 3b) i dobija matrica odlučivanja $X = [x_{ij}]_{n\times m}$, (videti relaciju 4). Skalarizovana matrica se transformiše u novu, otežanu, matricu $Y = [y_{ij}]_{n\times m}$ gde je:

$$y_{ij} = w_j x_{ij}, \quad i=1, \ldots, n; \; j=1, \ldots, m. \tag{19}$$

U relaciji (19), w_j ($j=1,\ldots, m$) su nepoznate težine kriterijuma koje treba odrediti.

'Idealno rešenje' se definiše kao veštačka alternativa $A^* = \{y_1^*, y_2^*, \ldots, y_m^*\}$, gde je:

$$y_j^* = \max\{w_j x_{1j}, w_j x_{2j}, \ldots, w_j x_{nj}\} = w_j x_j^*, \qquad j=1, \ldots, m \tag{20}$$

U relaciji (20), $x_j^* = \max\{x_{1j}, x_{2j}, \ldots, x_{nj}\}$ predstavlja idealnu vrednost kriterijuma C_j.

Kao mera rastojanja svake alternative u odnosu na idealnu koristi se kvadratno rastojanje:

$$g_i = \sum_{j=1}^{m} (y_j^* - y_{ij})^2 = \sum_{j=1}^{m} w_j^2 (x_j^* - x_{ij})^2, \quad i = 1, \ldots, n \tag{21}$$

Za manje g_i, alternativa A_i je bolja.

Da bi se odredili težinski koeficijenti w_j, definiše se višekriterijumski optimizacioni model:

Min: $G^* = \{g_1, g_2, \ldots, g_n\}$

uz ograničenja: $\boldsymbol{e}^T \boldsymbol{w} = 1$ i $\boldsymbol{w} \geq 0$, (22)

gde je $\boldsymbol{w} = (w_1, w_2, \ldots, w_m)^T$ i $\boldsymbol{e} = (1, 1, \ldots, 1)^T$; vektor $\boldsymbol{e}$ ima dimenziju mx1.

Skalarizacijom vektorske kriterijumske funkcije dobija se jednokriterijumski model:

$$\text{Min: } \sum_{i=1}^{n} g_i = w^T H w$$

$$\text{uz ograničenja: } \boldsymbol{e}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{w} = 1 \text{ i } \boldsymbol{w} \geq 0 \tag{23}$$

gde su $\boldsymbol{w}$ i $\boldsymbol{e}$ vektori kao u prethodnom modelu, a matrica H_{mxm} je dijagonalna sa elementima:

$$h_{jj} = \sum_{i=1}^{n} (x_j^* - x_{ij})^2 , \qquad j = 1, ..., m. \tag{24}$$

Matrica H je invertibilna ako za bilo koje j postoji $\sum_{i=1}^{n} (x_j^* - x_{ij})^2 > 0$, odnosno ako za bilo koje i i j postoji bar jedno $x^*_j \neq x_{ij}$.

Da bi se izvršila minimizacija ciljne funkcije u modelu (23), ograničenje $\boldsymbol{w} \geq 0$ se može ignorisati i definisati Lagranžijan:

$$L = \boldsymbol{w}^{\mathrm{T}} H \boldsymbol{w} + 2\,\lambda\, (\boldsymbol{e}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{w} - 1), \tag{25}$$

gde je λ Lagranžov multiplikator. Diferenciranjem (25), prvo po $\boldsymbol{w}$ a zatim po λ, dobijaju se jednačine:

$$H\boldsymbol{w} + \lambda \boldsymbol{e} = 0, \tag{26a}$$

$$\boldsymbol{e}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{w} = 1 \tag{26b}$$

čijim se rešavanjem dobija:

$$\boldsymbol{w}^* = H^{-1}\boldsymbol{e} / \boldsymbol{e}^{\mathrm{T}} H^{-1} \boldsymbol{e} \tag{27}$$

$$\lambda^* = -1 \,/\, \boldsymbol{e}^{\mathrm{T}} H^{-1} \boldsymbol{e}. \tag{28}$$

Tražene težine kriterijuma konačno se određuju preko relacije

$$w_j^* = \frac{1}{[\sum_{i=1}^{n} (x_j^* - x_{ij})^2][\sum_{j=1}^{m} \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} (x_j^* - x_{ij})^2}]} , \qquad j = 1, ..., m. \tag{29}$$

Svi elementi vektora (29) su pozitivni. Zbog uvođenja Lagranžijana, konačne težine se dobijaju aditivnom normalizacijom tako što se svaki element vektora $\boldsymbol{w}$ sračunat pomoću (29) deli sa zbirom svih elemenata tog vektora.

Zaključak

Metodi za objektivno određivanje težina kriterijuma u višekriterijumskim zadacima predstavljaju alternativu subjektivnim postupcima koje primenjuju realni donosioci odluka. Naravno da je idealno da su objektivno određene težine kriterijuma iste ili slične subjektivnim, ako je donosilac odluka kompetentan i konzistentan u vrednovanjima raspoložive informacije o performansi alternativa u odnosu na zadate kriterijume.

Iako se u novije vreme koriste i metodi za kombinovanje objektivno i subjektivno utvrđenih težina kriterijuma, uloga čoveka, naročito ako se radi o ekspertu, nezamenljiva je kada treba definisati težine kriterijuma i dalje rešavati zadatak odlučivanja. Brojne analize su pokazale da objektivni metodi retko mogu da u potpunosti zamene prosuđivanje iskusnog i konzistentnog donosioca odluka. Iskustvo autora ovog rada u brojnim primenama objektivnih metoda na realnim primerima pokazuje npr. da metodi zasnovani na statistici i entropiji informacije sadržane u rejtinzima alternativa prema kriterijumima (atributima) imaju ograničen kvalitet jer daju zadovoljavajuće rezultate samo u zadacima sa velikim brojem kriterijuma zbog inherentnog zahteva da uzorak (kriterijumi) mora imati kritičnu dužinu da bi statistika uopšte mogla biti validna.

Zahvalnica

Rad predstavlja deo rezultata projekta osnovnih istraživanja OI 174003: Teorija i primena Analitičkog hijerahijskog procesa (AHP) za višekriterijumsko odlučivanje u uslovima rizika i neizvesnosti (individualni i grupni kontekst), ciklus 2011-2016 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

Agarski, B. 2014. Razvoj sistema za inteligentnu višekriterijumsku procenu opterećenja životne sredine kod ocenjivanja životnog ciklusa proizvoda i procesa. (Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu).

Agarski, B., Budak, I., Kosec, B., Hodolic, J. 2012. An Approach to Multi-criteria Environmental Evaluation with Multiple Weight Assignment. Environ Model Assess 17(3): 255-266.

Deng, H., Yeh, C.H., Willis, R.J. 2000. Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights. Comput.Oper. Res. 27: 963-973.

Diakoulaki, D., Mavrotas, G., Papayannakis, L. 1995. Determining objective weights in multiple criteria problems: the CRITIC method. Comput. Oper. Res. 22: 763–770.

Fan, Z.-P. 1996. Complicated multiple attribute decision making: theory and applications, (Ph.D. Dissertation, Northeastern University, Shenyang, PRC).

Ma, J., Fan, Z.-P., Huang, L.-H. 1999. A subjective and objective integrated approach to determine attribute weights. Eur. J.Oper. Res.112: 397-404.

Maniya, K., Bhatt, M.G. 2010. A selection of material using a novel type decision-making method: preference selection index method. Mater. Design 31: 1785-1789.

Jahan, A., Fazal, M., Sapuan, S.M., Yusof, I., Bahraminasab, M. 2012. A framework for weighting of criteria in ranking stage of material selection process.Advanc.Manuf. Techn. 58:411–420.

Shannon, C.E., Weaver, W. 1947. The mathematical theory of communication. The University of Illinois Press, Urbana.

Srđević, B. 2002. Višekriterijumsko vrednovanje namena akumulacije, Vodoprivreda 34: 195-200.

Srđević, B. 2005. Nepristrasna ocena značaja kriterijuma u višekriterijumskoj optimizaciji, Vodoprivreda 37: 53-58.

Srđević, B., Medeiros, Y.D.P., Faria, A.S., Schaer, M. 2003. Objektivno vrednovanje kriterijuma performanse sistema akumulacija. Vodoprivreda 35: 163-176.

Srdjevic, Z., Cveticanin, L. 2004. Entropy compromise programming method for parameter identification in the seated driver biomechanical model. International Journal of Industrial Ergonomics 34. (4): 307-318.

Zeleny, M. 1982. Multiple criteria decision making. McGraw-Hill, New York.

On objective methods for deriving criteria weights in multi-criteria analysis and optimization

Bojan Srđević[a]*, Zorica Srđević[a], Milena Lakićević[b], Laslo Galamboš[c]

[a]University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Water Management, Novi Sad, Serbia
[b]University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Fruit Science, Viticulture, Horticulture and Landscape Architecture, Novi Sad, Serbia
[c]University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, PhD Candidate, Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province, Novi Sad
*Corresponding Author: bojans@polj.uns.ac.rs

ABSTRACT

The paper presents short analysis of several methods aimed at objective deriving criteria weights in multi-criteria evaluations of given set of alternatives. Simple methods MW, SD and PSI, presented firstly, are followed by detailed description of more complex methods CRITIC, ENTROPY and FANMA. Advantages and drawbacks of objective methods against subjective methods are discussed.

KEY WORDS

decision-making; criteria; objective methods for evaluating criteria.

Primljen: 17.11.2016.
Prihvaćen: 09.12.2016.