

Primene metode MABAC u podršci odlu ivanju upotrebe snaga u odbrambenoj operaciji

DARKO I. BOŽANI , Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija, Beograd

DRAGAN S. PAMU AR, Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija, Beograd

SAMED M. KAROVI , Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija, Beograd

Originalni nau ni rad

UDC: 303.732.3:355/359

005:355/359

DOI: 10.5937/tehnika1601129B

U radu je prikazana primena nove metode višekriterijumske komparacije grani nih aproksimativnih oblasti - MABAC. Osnovna postavka metode ogleda se u definisanju udaljenosti kriterijumske funkcije svake posmatrane alternative od grani ne aproksimativne oblasti.

Grani na aproksimativna oblast definiše se posebnim postupkom za svaki kriterijum i zavisi od vrednosti svih alternativa po posmatranom kriterijumu. Metoda je prikazana kroz šest jednostavnih koraka u podršci odlu ivanja upotrebe snaga u odbrambenoj operaciji. Za definisanje kriterijuma i njihovih težinskih koeficijenata iskoriš ena su ranija istraživanja.

Ključne reči: MABAC (Multi-Attributive Border Approximation area Comparison), odlu ivanje, varijanta upotrebe, odbrambena operacija

1. UVOD

Vojska Srbije (VS) i njeni delovi upotrebljavaju se u razli itim vrstama borbenih i drugih operacija [1]. Za upotrebu VS u odbrambenoj i drugim operacijama jedno od najvažnijih pitanja predstavlja donošenje odluke o na inu upotrebe snaga u izvršavanju postavljenog cilja.

Procesu donošenja vojnih odluka poklanja se posebna pažnja, jer se u centru svake odluke nalazi ovek, a ne o ekuje se da e svi ljudi jednako reagovati u situacijama u kojima se na u [21]. No i pored toga, ve i deo odluka nema precizno razra en sistem donošenja (nisu precizirani kriterijumi, težine kriterijuma, metode koje e se upotrebiti i sl.), ve se oslanja na znanje i iskustvo komandanata i njihovih štabova (donosioci odluka u vojsci) i procedure koje u odre enim situacijama nisu odraz realnog operativnog okruženja.

U radu je prikazan ključni segment pripreme odbrambene operacije Kopnene vojske (KoV), kojim se unapre uje proces donošenja odluke o upotrebi snaga - jedinica. Kriterijumi i težinski koeficijenti kriteriju-

ma preuzeti su iz ranijih istraživanja, dok e se za izbor najbolje varijante upotrebe koristiti metoda višekriterijumske komparacije grani nih aproksimativnih oblasti (MABAC – Multi-Attributive Border Approximation area Comparison).

Ova metoda je izabrana, jer u pore enju sa drugim metodama višekriterijumskog odlu ivanja (SAW, COPRAS, MOORA, TOPSIS i VIKOR), daje stabilna (konzistentna) rešenja i predstavlja pouzdan alat za racionalno donošenje odluka, što je detaljno prikazano u [20].

2. OPIS PROBLEMA

Tuma enju pojma operacije pristupa se na razli ite načine. Trenutno, u VS najviše primenjivana definicija, koja oblikuje praksu, data je u Doktrini Vojske Srbije. Pod operacijom se podrazumeva “skup borbenih i/ili neborbenih aktivnosti, pokreta i drugih akcija koje se preduzimaju po jedinstvenoj zamisli, samostalno ili u saradnji s drugim snagama odbrane, radi ostvarivanja opšteg cilja razli itog zna aja“ [6]. „Odrambene operacije su vrsta borbenih operacija koje se primenjuju u slu ajevima kada neprijatelj ima inicijativu i nastoji da zaposedne odre enu teritoriju ili nastoji da se probije u branjeni prostor“ [6]. Bez obzira na koji na in se operacije definišu, stalne promene operativnog okruženja i fizionomije savremenog rata zahtevaju stalno

Adresa autora: Darko Božani , Univerzitet odbrane,
Vojna akademija, Beograd, Pavlja Juriši a šturma 1

Rad primljen: 12.11.2015.

Rad prihva en: 16.11.2015.

razvijanje tehnika, procesa i procedura za unapređenje planiranja, organizovanja i izvođenja operacija [1].

Uputstvom za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije (Uputstvo) [29] razrađeno je proces planiranja vojnih operacija. U suštini, navedenim Uputstvom, ali i onim koji su bili aktuelni pre njega proces planiranja odvija se u tri faze: 1) predviđanje, 2) odlučivanje i 3) izrada planova [25]. Jedan segment procesa planiranja predstavljaju razvoj, analiza i poređenje varijanti upotrebe. U najširem smislu pod varijantom upotrebe se podrazumeva način na koji se misija može izvršiti [28]. Razvojem varijante upotrebe definiše se poletak i završetak aktivnosti, ko izvodi operaciju, gde se izvodi, zašto se izvodi, kako se izvodi i slično [28].

Suština problema je u izboru jedne varijante upotrebe, koju će donosilac odluke (DO) izabrati na osnovu poređenja svih razrađenih varijanti (alternativa). Osnovni problem koji se javlja u zvanim dokumentima je taj što se vrednovanje varijanti upotrebe razlikuje od misije do misije, kao i od lica koja u procesu odlučivanja učestvuju [29]. To stvara prostor za grešku, posebno ako odluku donose manje iskusna lica.

Ako se uzme u obzir da ratna realnost ima svoju differentia specifica, koju je teško sagledati kroz školovanje, usavršavanje, uvežbavanje i sl. [2], primena metoda višekriterijumskog odlučivanja u planiranju operacija se nameće kao potreba.

Jedan opšti pristup izboru varijante upotrebe dat je u [7], gde se kroz proces ratnih igara uočavaju prednosti i nedostaci varijanti upotrebe, odnosno poboljšavaju veće razrađene varijante upotrebe. Sam proces objašnjen je kroz opšte korake, a na DO ostaje definisanje kriterijuma, njihovih težinskih koeficijenata, i sl. Pored pristupa datog u [7], mogu se pronaći i radovi u kojima je prikazan izbor varijanti upotrebe (u različitim vrstama operacija) primenom raznih metoda višekriterijumskog odlučivanja [1, 8, 10, 11, 14].

3. METODA MABAC

Metodu MABAC razvili su Pamučar i Trović [20]. U radu [20] korišćen je hibridni model DEMATEL-MABAC, gde je metoda DEMATEL korišćena za određivanje težinskih koeficijenata kriterijuma, a metoda MABAC za rangiranje alternativa. U ovom radu, težinski koeficijenti kriterijuma preuzeti su iz [14] i iskorišćeni za dalju primenu metode MABAC.

Osnovna postavka metode MABAC ogleda se u definisanju udaljenosti kriterijumske funkcije svake posmatrane alternative od granične aproksimativne oblasti. U narednom delu prikazan je postupak sprovođenja metode MABAC, odnosno njena matematička formulacija, koja se sastoji iz 6 koraka:

Korak 1. Formiranje početne matrice odlučivanja (X). U prvom koraku vrši se evaluacija m alternativa po n kriterijuma. Alternative su prikazane vektorima $A_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$, gde je x_{ij} vrednost i -te alternative po j -tom kriterijumu ($i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$)

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \end{bmatrix} \\ \dots & \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \\ A_m & \begin{bmatrix} x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

gde m označava broj alternativa, n označava ukupan broj kriterijuma.

Korak 2. Normalizacija elemenata početne matrice (X).

$$N = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \end{bmatrix} \\ \dots & \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \\ A_m & \begin{bmatrix} t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

Elementi normalizovane matrice (N) dobijaju se primenom izraza:

a) Za kriterijume benefičnog tipa

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (3)$$

b) Za kriterijume troškovnog tipa

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^+}{x_i^- - x_i^+} \quad (4)$$

gde x_{ij} , x_i^+ i x_i^- predstavljaju elemente početne matrice odlučivanja (X), pri čemu se x_i^+ i x_i^- definišu kao:

$x_i^+ = \max(x_1, x_2, \dots, x_m)$ i predstavlja maksimalne vrednosti posmatranog kriterijuma po alternativama.

$x_i^- = \min(x_1, x_2, \dots, x_m)$ i predstavlja minimalne vrednosti posmatranog kriterijuma po alternativama.

Korak 3. Proračun elemenata otežane matrice (V).

$$V = \begin{matrix} & v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{matrix} \quad (5)$$

Elementi otežane matrice (V) ra unaju se na osnovu izraza (6):

$$v_{ij} = w_i t_{ij} + w_i \tag{6}$$

gde t_{ij} predstavljaju elemente normalizovane matrice (N), w_i predstavlja težinske koeficijente kriterijuma.

Primenom izraza (6) dobija se otežana matrica V koja se druga ije može napisati kao:

$$V = \begin{bmatrix} w_1 t_{11} + w_1 & w_2 t_{12} + w_2 & \dots & w_n t_{1n} + w_n \\ w_1 t_{21} + w_1 & w_2 t_{22} + w_2 & \dots & w_n t_{2n} + w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 t_{m1} + w_1 & w_2 t_{m2} + w_2 & \dots & w_n t_{mn} + w_n \end{bmatrix} \tag{7}$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, m predstavlja ukupan broj alternativa.

Korak 4. Odre ivanje matrice grani nih aproksimativnih oblasti (G). Grani na aproksimativna oblast (GAO) za svaki kriterijum odre uje se prema izrazu (8)

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{1/m} \tag{8}$$

gde v_{ij} predstavljaju elemente otežane matrice (V), m predstavlja ukupan broj alternativa.

Nakon prora una vrednosti g_i po kriterijumima, formira se matrica grani nih aproksimativnih oblasti G (9) formata $n \times 1$ (n predstavlja ukupan broj kriterijuma po kojima se vrši izbor ponu enih alternativna).

$$G = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ g_1 & g_2 & \dots & g_n \end{bmatrix} \tag{9}$$

Korak 5. Prora un elemenata matrice udaljenosti alternativa od grani ne aproksimativne oblasti (Q)

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \tag{10}$$

Udaljenost alternativa od grani ne aproksimativne oblasti (q_{ij}) odre uje se kao razlika elemenata otežane matrice (V) i vrednosti grani nih aproksimativnih oblasti (G).

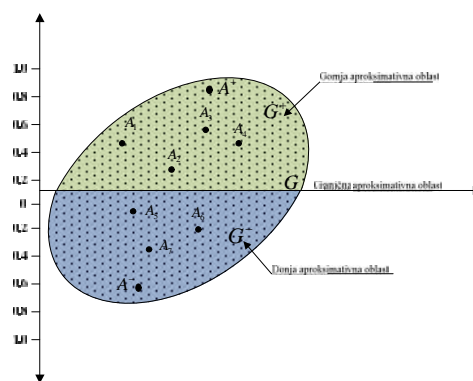
$$Q = V - G \tag{11}$$

što se druga ije može napisati kao:

$$Q = \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & v_{12} - g_2 & \dots & v_{1n} - g_n \\ v_{21} - g_1 & v_{22} - g_2 & \dots & v_{2n} - g_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} - g_1 & v_{m2} - g_2 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} \tag{12}$$

gde g_i predstavlja grani nu aproksimativnu oblast za kriterijum C_i , v_{ij} predstavlja elemente otežane matrice (V), n predstavlja broj kriterijuma, m predstavlja broj alternativa.

Alternativa A_i može da pripada grani noj aproksimativnoj oblasti (G), gornjoj aproksimativnoj oblasti (G^+) ili donjoj aproksimativnoj oblasti (G^-), odnosno $A_i \in \{G \vee G^+ \vee G^-\}$. Gornja aproksimativna oblast (G^+) predstavlja oblast u kojoj se nalazi idealna alternativa (A^+), dok donja aproksimativna oblast (G^-) predstavlja oblast u kojoj se nalazi anti-idealna alternativa (A^-) (slika 1).



Slika 1 - Prikaz gornje (G^+), donje (G^-) i grani ne (G) aproksimativne oblasti [20]

Pripadnost alternative A_i aproksimativnoj oblasti (G , G^+ ili G^-) odre uje se na osnovu izraza (13)

$$A_i \in \begin{cases} G^+ & \text{if } q_{ij} > 0 \\ G & \text{if } q_{ij} = 0 \\ G^- & \text{if } q_{ij} < 0 \end{cases} \tag{13}$$

Da bi alternativa A_i bila izabrana kao najbolja iz skupa potrebno je da po što ve em broju kriterijuma pripada gornjoj aproksimativnoj oblasti (G^+). Ukoliko, npr. alternativa A_i po 5 kriterijuma (od ukupno 6 kriterijuma) pripada gornjoj aproksimativnoj oblasti, a

po jednom kriterijumu pripada donjoj aproksimativnoj oblasti (G^-), to znači da je po 5 kriterijuma alternativa bliska ili jednaka idealnoj alternativni, dok je po jednom kriterijumu bliska ili jednaka anti-idealnoj alternativni. Veća vrednost $g_i \in G^+$ pokazuje da je alternativa A_i bliža idealnoj alternativni, dok manja vrednost $g_i \in G^-$ pokazuje da je alternativa A_i bliža anti-idealnoj alternativni.

Korak 6. Rangiranje alternativa. Proračun vrednosti kriterijumskih funkcija po alternativama (14) dobija se kao suma rastojanja alternativa od granica aproksimativnih oblasti (q_i). Sumiranjem elemenata matrice Q po redovima dobijaju se konačne vrednosti kriterijumskih funkcija alternativa

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}, j = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

gde n predstavlja broj kriterijuma, m predstavlja broj alternativa.

4. REŠENJE PROBLEMA

Rešavanje problema podrške odlučivanju upotrebe snaga u odbrambenoj operaciji odnosno izbora varijante upotrebe odvija se kroz određeni broj koraka kojine taj proces. Obuhvataju: definisanje kriterijuma i težinskih koeficijenata; rangiranje alternativa i analizu osetljivosti izlaznih rezultata.

4.1. Definisanje kriterijuma i težinskih koeficijenata

Definisanje kriterijuma po kojima se vrši vrednovanje alternativa jedan je od najvažnijih segmenata odlučivanja. Za tu potrebu razvijen je veliki broj metoda. U novije vreme sve više se koriste metode grupnog odlučivanja, u kojima se na osnovu stavova i mišljenja DO/eksperta formira jedan stav.

Jedna od najčešće primenjivanih metoda za "usaglašavanje različitih mišljenja eksperata o nekoj pojavi koja će se dogoditi u budućnosti" jeste delphi metoda [18]. Metoda se zasniva na ispitivanju visokokvalifikovanih stručnjaka u jednoj ili više oblasti, uz pomoć anketnih listova, s ciljem da se prikupe informacije koje će se određenom obradom pretvoriti u upotrebljive za analizu ili prognozu [22].

Ispitivanje se obavlja u više krugova, do dobijanja validnih podataka. Na bazi ove metode obavljeno je istraživanje čiji su rezultati objavljeni u [14]. Kroz navedeni rad definisani su merodavni kriterijumi koji utiču na krajnju odluku, kao i težinski koeficijenti kriterijuma. Do težinskih koeficijenata kriterijuma došlo se primenom metode analitičkog hijerarhijskog

proces (AHP), koju je razvio Thomas L. Saaty [23]. Metoda AHP je široko primenjivana metoda i o njoj se može šire pogledati u velikom broju radova, kao što su [3, 5, 9, 12, 14, 16, 19, 23, 26] i dr. Ova metoda pruža dobre uslove za primenu, kako u pojedinačnom tako i u grupnom odlučivanju [27, 31].

Primenom prethodnih metoda došlo se do sledećih kriterijuma koji utiču na izbor varijante upotrebe jedinica u odbrambenoj operaciji, a koji su preuzeti iz [14]:

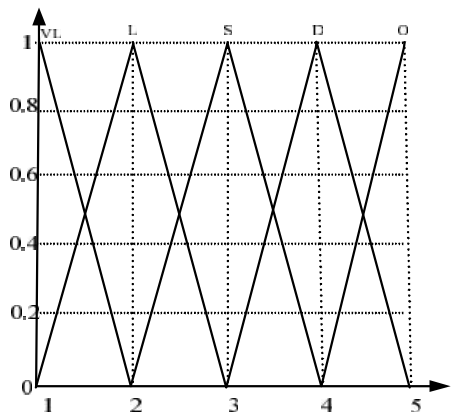
- *Manevar* (K_1) – „umešno korišćenje pokreta i vatre radi dovođenja sopstvenih snaga u povoljniji položaj u odnosu na neprijatelja na strategijskom, operativnom i taktičkom nivou“ [6]. Kada govori o manevarskoj sposobnosti Jovanović [13] isti je manevar vatrom, manevar snagama i manevar sredstvima, što je u okviru ovog kriterijuma integrisano;
- *Vatra* (K_2) – aktivnost kojom se neposredno dolazi do ostvarivanja definisanog cilja [14];
- *Komandovanje* (K_3) – „delatnost usmeravanja sistema ka jedinstvenom cilju povezivanjem i usklađivanjem svih delatnosti“ [7];
- *Obaveštajna delatnost (obezbećenje)* (K_4) – celokupno saznanje o neprijatelju što predstavlja osnovu sopstvenih ideja i postupaka [15];
- *Pokretljivost* (K_5) – sposobnost oružanih snaga u celini ili pojedinih vidova, rodova i jedinica da u različitim zemljišnim, klimatskim i borbenim uslovima savladaju prostor (kopno, more, vazdušni prostor), na bojištu ili van njega [30];
- *Logistika* (K_6) – organizacija materijalnog obezbećenja i zbrinjavanja oružanih snaga u miru i ratu [30];
- *Jednostavnost* (K_7) – kvalitativna sposobnost rukovodilaca da zadatke dobijene od pretpostavljenog starešine realizuju uspešno, u optimalnom vremenu [4];
- *Protivvazduhoplovna dejstva* (K_8) – sadržaj borbenih dejstava kojim se nanose gubici vazduhoplovnim snagama neprijatelja na kopnu, u vazdušnom prostoru i njihovoj infrastrukturi [6].

Tabela 1. Težinski koeficijenti kriterijuma

Kriterijum	Težinski koeficijent kriterijuma
Manevar (K_1)	0.178
Vatra (K_2)	0.284
Komandovanje (K_3)	0.207
Obaveštajna delatnost (obezbećenje) (K_4)	0.100
Pokretljivost (K_5)	0.057
Logistika (K_6)	0.064
Jednostavnost (K_7)	0.044
Protivvazduhoplovna dejstva (K_8)	0.066

Svi prikazani kriterijumi detaljno su razrađeni i prikazani u [14]. Ovi kriterijumi su identični kako za odbrambenu tako i za napadnu operaciju koja je posebno obrađivana u [1]. Osnovna razlika javlja se u težinskim koeficijentima kriterijuma. Težinski koeficijenti kriterijuma u odbrambenoj operaciji preuzeti su iz [14], tabela 1.

Pošto su svi kriterijumi opisnog (lingvističkog) karaktera, vrednosti kriterijuma definišu se preko fuzzy lingvističkih deskriptora, slika 2.



Slika 2 - Graf koji prikazuje fuzzy lingvističke deskriptore

Svaki kriterijum se može opisati sa pet veličina: VL – veoma loše, L – loše, S – srednje, D – dobro i O – odlično. Funkcije pripadnosti fuzzy lingvističkih deskriptora definišu se preko izraza:

$$\tilde{\mu}_{VL} = \begin{cases} 1, & 1 \geq x \\ 2-x, & 1 \leq x \leq 2 \end{cases} \quad (15)$$

$$\tilde{\mu}_L = \begin{cases} x-1, & 1 \leq x \leq 2 \\ 3-x, & 2 \leq x \leq 3 \end{cases} \quad (16)$$

$$\tilde{\mu}_S = \begin{cases} x-2, & 2 \leq x \leq 3 \\ 4-x, & 3 \leq x \leq 4 \end{cases} \quad (17)$$

$$\tilde{\mu}_D = \begin{cases} x-3, & 3 \leq x \leq 4 \\ 5-x, & 4 \leq x \leq 5 \end{cases} \quad (18)$$

$$\tilde{\mu}_O = \begin{cases} x-4, & 4 \leq x \leq 5 \\ 1, & x \geq 5 \end{cases} \quad (19)$$

Defazifikacija fuzzy lingvističkih deskriptora vrši se nekim od poznatih izraza [24]:

$$A = ((t_3 - t_1) + (t_2 - t_1)) / 3 + t_1 \quad (20)$$

$$A = [\lambda t_3 + t_2 + (1-\lambda)t_1] / 2 \quad (21)$$

gde λ predstavlja stepen uverenosti DO (kreće se u intervalu [0,1], zavisno od uverenosti DO u datu tvrdnju, gde $\lambda=1$ odgovara maksimalnoj uverenosti i obrnuto), t_1 levu distribuciju fuzzy broja, t_2 mesto gde

je funkcija pripadnosti fuzzy broja jednaka 1 i t_3 desnu distribuciju fuzzy broja.

4.2. Rangiranje alternativa

Metoda MABAC će biti prikazana na rangiranju pet ilustrovanih alternativa, kroz kriterijume koji su prethodno definisani (stvarni prikaz bi zahtevao postavljanje kompletne taktičke situacije, što je stepenovano vojnom tajnom). Prvi korak u primeni metode MABAC je definisanje početne matrice odlučivanja (X). Do početne matrice odlučivanja došlo se defazifikacijom fuzzy lingvističkih deskriptora po svakom kriterijumu primenom izraza (21).

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
A_1	1.10	3.12	3.89	4.2	2.21	1.03	3.00	5.00
A_2	3.05	3.98	2.96	3.02	4.10	2.99	1.10	4.03
A_3	1.90	4.95	3.01	2.90	4.96	4.06	5.00	1.10
A_4	2.85	3.87	3.12	1.05	2.98	4.89	3.30	4.90
A_5	4.77	3.00	4.87	3.01	1.97	3.99	2.04	4.00

Drugi korak je normalizacija elemenata početne matrice. Pošto su svi kriterijumi benefičnog tipa za izradu normalizovane matrice (N) korišćen je izraz (3).

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
A_1	0.00	0.06	0.49	1.00	0.08	0.00	0.49	1.00
A_2	0.53	0.50	0.00	0.63	0.71	0.51	0.00	0.75
A_3	0.22	1.00	0.03	0.59	1.00	0.78	1.00	0.00
A_4	0.48	0.45	0.08	0.00	0.34	1.00	0.56	0.97
A_5	1.00	0.00	1.00	0.62	0.00	0.77	0.24	0.74

Treći korak je proračun otežane matrice V. Proračun je izvršen primenom izraza (6).

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
A_1	0.18	0.30	0.31	0.20	0.06	0.06	0.07	0.13
A_2	0.27	0.43	0.21	0.16	0.10	0.10	0.04	0.12
A_3	0.22	0.57	0.21	0.16	0.11	0.11	0.09	0.07
A_4	0.26	0.41	0.22	0.10	0.08	0.13	0.07	0.13
A_5	0.36	0.28	0.41	0.16	0.06	0.11	0.05	0.12

Četvrti korak je određivanje matrice granicnih aproksimativnih oblasti (G). Proračun je izvršen primenom izraza (8).

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
G	0.25	0.39	0.26	0.15	0.08	0.10	0.06	0.11

Peti korak je proračun elemenata matrice udaljenosti alternativa od granicne aproksimativne oblasti (Q). Proračun je izvršen primenom izraza (11).

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
A_1	-0.07	-0.08	+0.04	+0.05	-0.02	-0.04	0.000	+0.02
A_2	+0.02	+0.04	-0.06	+0.01	+0.02	0.000	-0.02	+0.01
A_3	-0.03	+0.18	-0.05	+0.01	+0.04	+0.01	+0.03	-0.04
A_4	+0.01	+0.03	-0.04	-0.05	0.000	+0.03	+0.01	+0.02
A_5	+0.11	-0.10	+0.15	+0.01	-0.02	+0.01	-0.01	+0.01

Poslednji korak je rangiranje alternativa primenom izraza (14). Kona ni rezultat i rang alternativa dat je u tabeli 2.

Tabela 2. Rang alternativa

Alternativa	S_i	Rang
A ₁	-0.092	5.
A ₂	0.021	3.
A ₃	0.136	2.
A ₄	-0.001	4.
A ₅	0.154	1.

Rezultati iz tabele dva ukazuju da je alternativa A₅ rangirana kao prva odnosno alternativa A₁ kao poslednja odnosno najnepovoljnija.

4.3. Analiza osetljivosti izlaznih rezultata

Analiza osetljivosti izlaznih rezultata se obično preporučuje kao sredstvo provere stabilnosti rezultata [17]. Analiza osetljivosti izvršena je kroz promenu po etnih težinskih koeficijenata kriterijuma. U tabeli 3. dati su scenariji promene težinskih koeficijenata (devet scenarija), na osnovu kojih je izvršeno rangiranje ve prikazanih alternativa.

Tabela 3. Scenariji promene težina kriterijuma

Kriterijum	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉
K ₁	0.125	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
K ₂	0.125	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
K ₃	0.125	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
K ₄	0.125	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
K ₅	0.125	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1
K ₆	0.125	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1
K ₇	0.125	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1
K ₈	0.125	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3

Rang alternativa nakon primene scenarija dat je u tabeli 4.

U tabeli 4. oseneni su rangovi alternativa koji se poklapaju sa rangovima dobijenim primenom stvarnih težina kriterijuma. Analizom dobijenih rezultata može se zaključiti da postoji značajna stabilnost izlaznih rezultata kod većine scenarija. U prilog tome govori činjenica da su A₃ i A₄ najčešće rangirane kao prva odnosno druga, što je očekivano za stabilan sistem, imaju u vidu da je primenom stvarnih težina kriterijuma razlika u konačnim vrednostima kriterijumskih funkcija veoma mala (0.018). Takođe, A₁ je u većem broju scenarija rangirana kao peta, odnosno treća ili četvrta, te ni u jednom slučaju nije prikazana kao predlog za rešavanje problema.

Tabela 4. Rangovi alternativa primenom različitih scenarija

Alternativa	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉
A ₁	5.	5.	5.	3.	3.	5.	5.	4.	4.
A ₂	4.	4.	3.	5.	4.	2.	4.	5.	3.
A ₃	1.	2.	1.	2.	1.	1.	1.	1.	5.
A ₄	3.	3.	2.	4.	5.	3.	3.	2.	2.
A ₅	2.	1.	4.	1.	2.	4.	2.	3.	1.

5. ZAKLJUČAK

Izlazni rezultati dobijeni primenom metode MABAC, pokazuju da se metoda može koristiti kao podrška odlučivanju upotrebe snaga u odbrambenoj operaciji Kopnene vojske i formulirati strategija odlučivanja. Pored toga ovo istraživanje predstavlja nastavak istraživanja iz kojeg su iskorišteni kriterijumi i njihovi težinski koeficijenti.

Pored praktičnog doprinosa rada, sa teorijske strane, prikazana je postavka nove metode – MABAC i njena uspešna primena u praksi. Jednostavni i detaljno objašnjeni koraci metode obezbeđuju mogućnost njene primene i daljeg istraživanja u pogledu njenog unapređenja, ali i provere kroz primenu sa drugim metodama višekriterijumskog odlučivanja. Novom metodom obogaćen je teorijski fond teorije odlučivanja.

LITERATURA

- [1] Božani D, Karović S. i Pamučar D., Adaptivna neuronska mreža za izbor varijante upotrebe kao preduslov proračuna cene koštanja napadne operacije Kopnene vojske, *Vojno delo*, 66(4), p. 148-162, 2014.
- [2] Božani D, Pamučar D. i Petrović B, Modifikacija metode analitičkog hijerarhijskog procesa i njena primena u donošenju odluka u sistemu odbrane, *Technika*, 68(2), p. 327-333, 2013.
- [3] Čupić M. i Suknović M, Odlučivanje, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2008.
- [4] Danigen Dž. F, Kako voditi rat, VINC, Beograd, 1983.
- [5] Devetak S. i Terzić M, Primena metode analitičkih hijerarhijskih procesa u izboru optimalnog taktičkog radio sistema, *Vojnotehnički glasnik*, 59(1), p. 161-176, 2011.
- [6] Doktrina Vojske Srbije, Medija centar „Obrana“, Beograd, 2010.
- [7] Čorović V, Uvod u operativnu nauku i praktičnu veštinu, Medija centar „Obrana“, Beograd, 2011.

- [8] Gagnon M, COA Modeling with Fuzzy Information, Defence Research and Development Canada, 2002.
- [9] Gajovi V. i Radivojevi G, Menadžment rizicima u osiguranju primenom AHP metode, Tehnika, 69(4), p. 687-693, 2014.
- [10] Göztepe K. i Kahraman C, A New Approach to Military Decision Making Process: Suggestions from MCDM Point of View, Zbornik radova, International Conference on Military and Security Studies, p. 118-122, 2015.
- [11] Göztepe K, Ejder A. i Çaliko lu E, Course of Action (COA) Selection for Special Operations Using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Technique, Zbornik radova, The second international Fuzzy systems symposium FUZZYSS'11, p. 355-359, 2011.
- [12] In i , D, Lukovi , Z, Mu ibabi , S, Model angažovanja jedinica ABH službe prilikom hemijskog ude-sa, Vojnotehni ki glasnik, 62(1), p. 23-41, 2014.
- [13] Jovanovi B, Uvod u teoriju vojnog rukovo enja, Vojnoizdava ki zavod, Beograd, 1984.
- [14] Karovi S. i Pušara M, Kriterijumi za angažovanje snaga u oeracijama, Novi glasnik, (3-4), p- 37-58, 2010.
- [15] Klauzevic K, O ratu, Grafi ko preduze e "Vuk Karadži ", Beograd, 1951.
- [16] Lootsma, F. A, Numerical scaling of human judgment in pairwise-comparison methods for fuzzy multi-criteria decision analysis, Mathematical Models for Decision Support. NATO ASI Series F, Computer and System Sciences, Springer-Verlag, Berlin, Germany, p. 57-88, 1988.
- [17] Meszaros C, Rapcsak T, 1996, On sensitivity analysis for a class of decision systems, Decision Support Systems, 16, pp. 231-240.
- [18] Mu ibabi S, Odlu ivanje u konfliktnim situacija-ma, Vojna akademija, Beograd, 2003.
- [19] Nikoli I. i Borovi S, Višekriterijumska optimiza-cija, Centar vojnih škola VJ, Beograd, 1996.
- [20] Pamučar D. i Petrovi G, The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC), Expert Systems with Applications, 42(6), p. 3016-3028, 2015.
- [21] Pamučar D, Božani D. i Petrovi B, Fuzzy logic in decision making process in the Armed Forces of Serbia, LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 2011.
- [22] Pamučar D, Vasin Lj, Petrovi B. i Lukovac V, Dizajniranje organizacione strukture upravnih organa logistike koriš enjem fuzzy pristupa, Vojnotehni ki glasnik, 60(3), p. 143-167, 2012.
- [23] Saaty, T. L, The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, New York, 1980.
- [24] Seiford L. M, The evolution of the state-of-art (1978-1995), Journal of Productivity Analysis, 7, p. 99-137, 1996.
- [25] Slavkovi R, Talijan M. i Jeli M, Projektovanje voj-nih operacija, Vojno delo, 64(4), p. 129-139, 2012.
- [26] Sr evi B. i Sr evi Z, Vrednovanje kriterijuma i str-ategija koriš enja regionalnog hidrosistema "na-dela" pomo u analiti kog hijerarhijskog procesa, Studija ra ena za J.V.P "Vode Vojvodine", Novi Sad, 2004.
- [27] Sr evi , B, Zoranovi , T, AHP u grupnom odlu-ivanju sa potpunom i nepotpunom informacijom, Zbornik radova SYM-OP-IS 2003, p. 727-730.
- [28] Suvajac M. i Kova M, Plan i koncept vojnih ope-racija, Vojno delo, 64(4), p. 91-101, 2012.
- [29] Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije, GŠVS, Beograd, 2013.
- [30] Vojni leksikon, Vojnoizdava ki zavod, Beograd, 1981.
- [31] Zoranovi T. i Sr evi B, Primer primene AHP u gru-pnom odlu ivanju u poljoprivredi, Zbornik radova SYM-OP-IS p. 723-26, 2003.

SUMMARY

APPLICATION THE MABAC METHOD IN SUPPORT OF DECISION-MAKING ON THE USE OF FORCE IN A DEFENSIVE OPERATION

This paper presents the application of a new method of multicriteria comparison of approximate border areas - MABAC. The basis of the method is reflected in defining a distance of criterion function of each observed alternative from the approximate border area.

A border approximate area is defined by a separate procedure for each criteria and depends on the value of all alternatives according to the observed criteria. The method is shown through six simple steps made in order to support decision-making on the use of force in a defensive operation. Previous studies were used for the definition of criteria and their weight coefficients.

Key words: MABAC (Multi-Attributive Border Approximation area Comparison), decision-making, course of action, defensive operation