Mr Vasilije Mišković,
kapetan I klase, dipl. inž.,

Mr Radomir Đukić,
kapetan I klase, dipl. inž.,

Mr Zmago Kerec,
major, dipl. inž.

Izbor lokacije poljskog skladišta

Uvod

Lokacija za razvoj poljskog skladišta treba da ima određene karakteristike radi smeštaja, transporta i manipulacije i obezbeđenja materijalnih sredstava. Veoma je teško jednim kvantitativnim pokazateljem vrednovati neku lokaciju prema njenoj pogodnosti za razvijanje poljskog skladišta. Te teškoće se ogledaju u nemogućnosti izražavanja pojedinih karakteristika lokacije u nekim mernim jedinicama, pa se najčešće pribegava proceni. Zbog toga se vrši upoređenje lokacija, jedne u odnosu na drugu, odnosno, o lokaciji se odlučuje izborom od više ponuđenih ili mogućih varijanti na osnovu postavljenih kriterijuma.

Međutim, ni ovaj izbor nije jednostavan. Kriterijumi, na osnovu kojih se donosi odluka, često su egzaktno nemerljivi, složeni i međusobno neuporedivi. Za rešavanje ovakvih i sličnih problema mogu se primenjivati metode višekriterijumskog rangiranja, kao što su ELECTRE, PROMETHEE, TOPSIS, itd. Njihova namena nije da donesu odluku, već da donosiocu odluke pomognu pri donošenju odluke. Često će rezultati primene metode potvrditi ono što donosilac odluke na osnovu iskustva i intuicije »vidi i oseća« kao rešenje, ali, isto tako, često se njihovom primenom razotkrivaju i neki drugi odnosi do ko-

jih se zdravorazumskim zaključivanjem ne može doći.

U ovom stručnom radu biće opisane karakteristike lokacije za razvoj poljskog skladišta i na osnovu toga će se postaviti kriterijumi i pokazati primena metode MENOR. Ova metoda ima prednost u odnosu na ostale, za ovu klasu problema, gde su kriterijumi složene strukture. Metoda MENOR je izabrana, jer omogućava razlaganje kriterijuma na teoretski proizvoljan broj nivoa. Na jednom primeru biće pokazana njena primena.

Karakteristike lokacije za razvoj poljskog skladišta i na osnovu njih postavljeni kriterijumi, u ovom radu, neće biti vezivani za neke posebne vrste skladišta, nego će se obraditi lokacija poljskog skladišta uopšte. To znači da za izbor lokacije poljskog skladišta municije, pogonskih sredstava ili neko drugo, kao i za konkretne slučajeve, kriterijumi moraju biti dorađeni i drugačije vrednovani nego što primer u ovom radu pokazuje.

Značaj i uslovi raseljavanja skladišta TMS

Činjenica da će se zemlja braniti nalaže potrebu da se tehničko materijalna sredstva (TMS) skladište tako da ispune svoju funkciju, bez obzira na to sa koje strane agresor dolazi. Pri tome

se uzimaju u obzir i ekonomski pokazatelji koji deluju u vreme mira. U ratu se može pojaviti potreba za određeno pregrupisavanje rezervi TMS i u sasvim različite reone u odnosu na ranija skladišta.

U okviru priprema jedinica i ustanova za prelazak iz mirnodopskog u ratno stanje, u nekim skladištima TMS vrše se pripreme za raseljavanje određenog dela uskladištenih rezervi.

Raseljavanje rezervi TMS je aktivnost koja obuhvata izvlačenje ovih rezervi iz stacionarnih tehničkih skladišta na unapred određene i u potrebnoj meri pripremljene rejone. Na taj način smanjuje se verovatnoća uništenja rezervi TMS.

Pregrupisavanje rezervi TMS radi povoljnijeg rasporeda, približavanja potrošačima ili evakuacije iz ugroženih područja može se vršiti po frontu i u dubinu. Premeštanjem rezervi iz dubine teritorije u reone bliže potrošačima skraćuje se put dotura TMS i obezbeđuje blagovremenost popune potrošača.

Uzimajući u obzir sve uticajne faktore na osnovu plana angažovanja snaga i plana snabdevanja određenim TMS, komande određenog nivoa donose odluku o tome da li će se neko skladište raseljavati ili neće i koje će se rezerve, po vrstama i količinama, raseljavati. Već pri izgradnji skladišta, prema izboru lokacije i vrstama objekata za smeštaj, praktično je predodređeno, u izvesnoj meri, da li će se objekti i koji od njih raseljavati. S vremenom, radi promene situacije, svakako se menjaju prvobitno procenjeni faktori.

Raseljavanje dela uskladištenih TMS može se realizovati u skladu sa planovima, ali pri tome, takođe, može doći i do manjih ili većih odstupanja, zavisno od situacije. Ako se raseljavanje TMS realizuje pre mobilizacije, za vreme povišene borbene gotovosti ili potpune borbene gotovosti za određene delove oružanih snaga, tada raseljavanje dela uskladištenih TMS teče po planovima, bez većih odstupanja.

Oružane snage ili samo pojedini vidovi, rodovi i jedinice, dovode se u stanje povišene i potpune borbene gotovosti u uslovima zaoštrene vojno-političke situacije, kada postoji opasnost od agresije i u vanrednim situacijama. U zavisnosti od procena, može se doneti odluka i narediti raseljavanje skladišta u skladu s pripremama za izvršenje borbenih zadataka jedinica OS.

Ako se raseljavanje skladišta realizuje u toku mobilizacije, situacija je komplikovanija i uslovi izvođenja teži u odnosu na period pre mobilizacije jedinica. Raspoloživi ljudski i materijalni resursi koriste se u skladu sa konkretnim uslovima, infrastrukturom teritorije, posebno komunikacijama. Vreme korišćenja komunikacija je u tom slučaju strogo određeno, pa se planovi moraju, po potrebi, korigovati. Do punog izražaja dolazi samoinicijativa i obučenost starešina i vojnika u rešavanju zadataka u složenim uslovima. Što su planovi raseljavanja kvalitetniji, a obučenost ljudstva veća, to će biti manje problema u realizaciji delimičnog ili potpunog raseljavanja skladišta određenih TMS u toku mobilizacije jedinica.

Najteža situacija za realizaciju raseljavanja TMS je izvršenje ovog zadatka u uslovima agresije. Agresoru je, pre svega, stalo do toga da onemogući mobilizaciju i razvoj oružanih snaga. Zbog svog značaja, skladišta TMS veoma su rentabilan cilj.

Zbog toga, veoma je značajno da se lokacije za raseljavanje skladišta unapred pripreme u miru, kako bi se skratila vremena za pripreme i zadatak raseljavanja što brže izvršio.

Karakteristike lokacije poljskog skladišta

Pri izboru lokacije za poljsko skladište treba razmatrati složen skup uticajnih parametara, pre svega, sa stanovišta mogućnosti realizacije uspešnog funkcionisanja poljskog skladišta.

Za prezentaciju metode uzeti su parametri među kojima su najbitniji:

a) saobraćajne mogućnosti:

— uslovi za direktan pristup transportnih sredstava do tih rejonu radi prevoza TMS i obezbeđenja jednosmernog kružnog toka saobraćaja,

— planirani razmeštaj odeljaka i tehnološka celina skladišta treba da omogućuje korištenje postojeće putne mreže. Ako svi ostali faktori odgovaraju za poljsko skladište, moguće je da se pojavi potreba za izradom novih saobraćajnica,

— teren treba da je pogodan za korištenje motornih vozila veće nosivosti;

b) klimatski, orografski i petrogrfski uslovi rejonu:

— temperaturne promene, padavine, vlažnost vazduha,

— osobine tla, suvo i ocedito,

— konfiguracija terena u odnosu na mogućnost manevra vozilima pri raseljavanju i u toku funkcionisanja skladišta,

— pogodnost terena za prirodno i veštačko maskiranje, neposredno obezbeđenje i odbranu;

c) položaj lokacije u odnosu na ostale elemente infrastrukture teritorije, a u sklopu toga i u odnosu na jedinstvene mere borbenog obezbeđenja poljskog skladišta:

— uslovi snabdevanja vodom,

— uslovi smeštaja ljudi u objekte na teritoriji,

— snabdevanje artiklima hrane i korištenje zdravstvenih kapaciteta.

Na odabranom rejonu, uvek kada je moguće, treba koristiti prirodne objekte za zaštitu TMS od nepovoljnih uticaja okruženja, a u toku priprema lokacije treba izgrađivati i veštačke objekte.

Teritorija za formiranje poljskog skladišta mora biti takve veličine da se mogu rastresiti i bezbedno uskladištiti sva planirana TMS, smestiti ljudstvo, motorna vozila, mehanizacija, da se manipulacija može nesmetano vršiti i da

se uspešno može vršiti utovar i istovar u ratnim uslovima. Teritorija poljskog skladišta deli se na tehnički i opšti deo koji su međusobno udaljeni najmanje 200 metara.

Na osnovu ovih uslova mogu se definisati kriterijumi za izbor lokacije poljskog skladišta.

Definisanje kriterijuma za izbor lokacije poljskog skladišta

Kriterijumi nultog ranga

K_1^0 — Saobraćajne mogućnosti:

K_2^0 — klimatski, orografski i petrogrfski uslovi;

K_3^0 — pogodnost položaja u odnosu na infrastrukturu;

K_4^0 — uslovi za život i rad ljudstva.

Potkriterijumi prvog ranga

K_1^0 — Saobraćajne mogućnosti:

$K_{1,1}^1$ — mogućnost direktnog pristupa transportnih sredstava;

$K_{1,2}^1$ — mogućnost manevra transportnih sredstava;

$K_{1,3}^1$ — mogućnost korištenja postojeće putne mreže;

$K_{1,4}^1$ — pogodnost terena za vozila veće nosivosti;

$K_{1,5}^1$ — povezanost sa glavnim komunikacijama;

K_2^0 — Klimatski, orografski i petrogrfski uslovi:

$K_{2,1}^1$ — pogodnost klime;

$K_{2,2}^1$ — pogodnost tla;

$K_{2,3}^1$ — pošumljenost terena.

K_3^0 — Pogodnost položaja u odnosu na infrastrukturu:

$K_{3,1}^1$ — blizina unosnih ciljeva

$K_{3,2}^1$ — markantni objekti za orijentaciju plavog;

$K_{3,3}^1$ — mogućnost desanta;

$K_{3,4}^1$ — mogućnost rastresitog rasporeda stokova (1—5);

$K_{3,5}^1$ — mogućnost maskiranja;

$K_{3,6}^1$ — mogućnosti borbenog osiguranja lokacije.

K_4^0 — Uslovi za život i rad ljudstva:

- $K_{4,1}^1$ — mogućnost snabdevanja vodom;
 $K_{4,2}^1$ — mogućnosti smeštaja ljudstva u objekte na terenu;
 $K_{4,3}^1$ — mogućnost snabdevanja — hranom;
 $K_{4,4}^1$ — mogućnost korištenja zdravstvenih kapaciteta (1—5).

Potkriterijumi drugog ranga

Kriterijum K_1^0

a) Potkriterijum $K_{1,1}^1$:

- $K_{1,1,1}^2$ — prosečna širina puteva [m];
 $K_{1,1,2}^2$ — prosečni kvalitet puteva [ocena: 1—5].

b) Potkriterijum $K_{1,2}^1$:

- $K_{1,2,1}^2$ — dužina puteva unutrašnjeg transporta [km];
 $K_{1,2,2}^2$ — broj kružnih saobraćajnica [broj];
 $K_{1,2,3}^2$ — broj mesta proširenja [broj];
 $K_{1,2,4}^2$ — broj parkirnih mesta [broj];

c) Potkriterijum $K_{1,3}^1$:

- $K_{1,3,1}^2$ — dužina postojeće putne mreže [km];
 $K_{1,3,2}^2$ — dužina puteva za izgradnju [km].

d) Potkriterijum $K_{1,4}^1$:

- $K_{1,4,1}^2$ — širina puteva [m];
 $K_{1,4,2}^2$ — tvrdoća podloge [ocena: 1—5];
 $K_{1,4,3}^2$ — broj uskih grla koja treba proširiti [broj].

e) Potkriterijum $K_{1,5}^1$:

- $K_{1,5,1}^2$ — broj prilaznih puteva [broj];
 $K_{1,5,2}^2$ — mogućnost protoka vozila [broj vozila na sat];
 $K_{1,5,3}^2$ — prosečna udaljenost od glavnih komunikacija [km].

Kriterijum K_2^0

a) Potkriterijum $K_{2,1}^1$:

- $K_{2,1,1}^2$ — raspon promena temperature [ocena: 1—5];
 $K_{2,1,2}^2$ — relativna vlažnost vazduha [ocena: 1—5];
 $K_{2,1,3}^2$ — maksimalna temperatura [ocena: 1—5];
 $K_{2,1,4}^2$ — minimalna temperatura [ocena: 1—5].

b) Potkriterijum $K_{2,2}^1$:

- $K_{2,2,1}^2$ — tvrdoća tla [ocena: 1—5];
 $K_{2,2,2}^2$ — oceditost [ocena: 1—5].

c) Potkriterijum $K_{2,3}^1$:

- $K_{2,3,1}^2$ — visina drveća [m];
 $K_{2,3,2}^2$ — gustina šume [ocena: 1—5];
 $K_{2,3,3}^2$ — starost šume [godine].

Kriterijum K_3^0

a) Potkriterijum $K_{3,1}^1$:

- $K_{3,1,1}^2$ — broj unosnih ciljeva [broj];
 $K_{3,1,2}^2$ — udaljenost najbližeg cilja [km];
 $K_{3,1,3}^2$ — prosečna udaljenost ciljeva [km].

b) Potkriterijum $K_{3,2}^1$:

- $K_{3,2,1}^2$ — broj markantnih objekata [broj];
 $K_{3,2,2}^2$ — prosečna udaljenost markantnih objekata [km].

c) Potkriterijum $K_{3,3}^1$:

- $K_{3,3,1}^2$ — veličina desantne prostorijske [km²];
 $K_{3,3,2}^2$ — udaljenost od lokacije [km].

d) Potkriterijum $K_{3,4}^1$:

- $K_{3,4,1}^2$ — broj pogodnih prirodnih objekata [broj];
 $K_{3,4,2}^2$ — kvalitet prirodnog masiranja [ocena: 1—5].

e) Potkriterijum $K_{3,5}^1$:

- $K_{3,5,1}^2$ — optimalan broj stražarskih mesta [broj];
 $K_{3,5,2}^2$ — broj angažovanog ljudstva za obezbeđenje [broj].

Kriterijum K_4^0

a) Potkriterijum $K_{4,1}^1$:

$K_{4,1,1}^2$ — prosečna udaljenost do snabdevačkih mesta [km];

$K_{4,1,2}^2$ — prosečan protok vode na snabdevačkim mestima [m^3/h].

b) Potkriterijum $K_{4,2}^1$:

$K_{4,2,1}^2$ — kapacitet objekata za smeštaj ljudstva [broj];

$K_{4,2,2}^2$ — kvalitet objekata za smeštaj ljudstva [ocena: 1—5].

c) Potkriterijum $K_{4,3}^1$:

$K_{4,3,1}^2$ — udaljenost snabdevačkih mesta [km];

$K_{4,3,2}^2$ — kapacitet snabdevačkih mesta [dani rata].

Izbor i opis metode

Donošenje odluke o izboru lokacija poljskih skladišta vezano je sa protivrečnim zahtevima. Obuhvatanje svih relevantnih činilaca istovremeno logičkim i intuitivnim putem veoma je složeno, a negativne posledice pogrešno donetih odluka mogu biti veoma teške.

Razvoj određenih područja operacionih istraživanja omogućuje da se iz oblasti višekriterijumske analize odaberu dosta pouzdane metode za višekriterijumsko odlučivanje (ELECTRE I do IV, IKOR, PROMETHEE I do IV, i dr.). Ove metode su razrađene za jedan nivo rangiranja i ne uvode direktno u model vrednosti parametara složenih karakteristika varijanti, već ih intuitivnim putem objedinjuju (npr. karakteristika varijanti »klimatski uslovi« objedinjuje: temperaturu, vlažnost vazduha, vetrove, padavine i sl.), ili se u modelu javlja prevelik broj kriterijuma (čak i preko 30).

Mada u teorijskom smislu za većinu metoda višekriterijumske analize nije ograničen broj kriterijuma, a savremena informatička tehnologija o-

moćuje brzo dobijanje rezultata, poteškoće nastaju pri vrednovanju uticaja velikog broja kriterijuma i određivanju njihovih relativnih važnosti. Zato se preporučuje da ne bude više od 12 osnovnih kriterijuma [1], što usložava postupak dobijanja rang-liste varijanti prema njihovom kvalitetu.

Ako se definišu osnovni kriterijumi za izbor najpovoljnije varijante, svaki od njih obuhvata niz bitnih karakteristika i parametara. Zato je potrebno sve te parametre, izražene u kvantitativnom ili kvalitativnom obliku, na adekvatan način vrednovati i uključiti u matematički model za određivanje najpovoljnije varijante (ili skupa najpovoljnijih varijanti) po zadanim kriterijumima.

Za rešavanje ovakvih problema može se primeniti METODA NORMALIZACIJE kriterijumskih funkcija na više nivoa (MENOR), koja je nastala iz potrebe da se postupak rangiranja varijanti pojednostavi, kako bi se donosiocima odluka pomoglo u pravilnom izboru najpovoljnije varijante, uz istovremeno uvažavanje velikog broja karakteristika i parametara. U ovakvom pristupu problemu rangiranja javlja se više nivoa. Na svakom nivou se određuju koeficijenti značajnosti kriterijuma, a time i više nivoa rangiranja prema tim kriterijumima — potkriterijumima (preporučuje se da to ne bude više od 3 nivoa). jenti relativnih važnosti kriterijuma — potkriterijuma, koji ispoljavaju svoj uticaj na dalji tok rangiranja.

Za provođenje postupka rangiranja varijanti metodom MENOR formira se početna matrica $C^{(r)}$ sa elementima $c_{ij,s,j,r}^{(r)}$ koji predstavljaju vrednosti potkriterijumskih funkcija na r-tom nivou rangiranja. To su vrednosti bitnih karakteristika i parametara ili ekspertnih ocena kvalitativnih karakteristika varijanti a_i ($i = 1, 2, \dots, m$).

Nivoi rangiranja $d = 0, 1, 2, \dots, k, \dots, r$, određuju se zavisno od vrste, značaja i složenosti karakteristika koje uslovljavaju kriterijumi $K_j^{(o)}$ ($j = 1, 2, \dots, n$) na nultom nivou rangiranja.

Broj nivoa rangiranja ne mora biti isti za sve kriterijume, ali postupak obuhvata sve nivoe.

Relativne važnosti svakog kriterijuma $K_j^{(o)}$ i potkriterijuma $K_{j,s,j,k}^{(k)}$ date su preko koeficijenata relativne važnosti $W_j^{(o)}$ i $W_{j,s,j,k}^{(k)}$ sa pripadnim predznakom »+« ili »-«, zavisno od toga da li je za donosioca odluke povoljnije ako je vrednost kriterijumske — potkriterijumske funkcije veća ili manja.

Indeks » $s_{j,k}$ « ($s_{j,k} = 1, 2, \dots, p_{j,k}$) predstavlja oznaku parametra — potkriterijumske funkcije u okviru kriterijuma $K_j^{(o)}$, gde je:

— $p_{j,k}$ — ukupan broj potkriterijuma $K_{j,s,j,k}^{(k)}$ na k-tom nivou rangiranja. Broj potkriterijuma u početnoj matrici $C^{(o)}$ i matrici $C^{(r)}$ određen je prema ukupnom broju bitnih karakteristika varijanti obuhvaćenih kriterijuma.

Tabela 1

Nivoi kriter. — potkrit.				Alternative		Rel. važ. krit. — potkrit.					
0	1	" " "	r	a_1	" " "	a_m	$W_{i, s_j}^{(r)}$	" " "	$W_{i, s_j}^{(1)}$	$W_j^{(o)}$	
$K_1^{(o)}$	$K_{1,1}^{(1)}$	" " "	$K_{1,1}^{(r)}$	$s_{1,1,1}^{(r)}$	" " "	$c_{m,1,1}^{(r)}$	$W_{1,1}^{(r)}$	" " "	$W_{1,1}^{(1)}$	$W_1^{(o)}$	
			"	"	"	"	"				
			"	"	"	"	"				
		" " "	"	"	"	"	"	" " "	"		
			"	"	"	"	"				
			"	"	"	"	"				
	$K_{1, p_{1,1}}^{(1)}$	" " "	"	"	"	"	"	" " "	$W_{1,p_{1,1}}^{(1)}$		
			"	"	"	"	"				
			"	"	"	"	"				
		" " "	$K_{1, p_{1,r}}^{(r)}$	$c_{1,1, p_{1,r}}^{(r)}$	" " "	$c_{m,1, p_{1,r}}^{(r)}$	$W_{1, p_{1,r}}^{(r)}$	" " "	"		
			"	"	"	"	"				
			"	"	"	"	"				
"	"	" " "	"	"	"	"	"	" " "	"		
"	"	" " "	"	"	"	"	"	" " "	"		
"	"	" " "	"	"	"	"	"	" " "	"		
$K_n^{(o)}$	$K_{n,1}^{(1)}$	" " "	$K_{n,1}^{(r)}$	$c_{1,n,1}^{(r)}$	" " "	$c_{m,n,1}^{(r)}$	$W_{n,1}^{(r)}$	" " "	$W_{n,1}^{(1)}$	$W_n^{(o)}$	
			"	"	"	"	"				
			"	"	"	"	"				
		" " "	"	"	"	"	"	" " "	"		
			"	"	"	"	"				
			"	"	"	"	"				
	$K_{n, p_{n,1}}^{(1)}$	" " "	"	"	"	"	"	" " "	$W_{n, p_{n,1}}^{(1)}$		
			"	"	"	"	"				
			"	"	"	"	"				
		" " "	$K_{n, p_{n,r}}^{(r)}$	$c_{1,n, p_{n,r}}^{(r)}$	" " "	$c_{m,n, p_{n,r}}^{(r)}$	$W_{n, p_{n,r}}^{(r)}$	" " "	"		
			"	"	"	"	"				
			"	"	"	"	"				

Fomalizovani zapis početne matri- ce dat je u tabeli 1, a vizuelni prikaz postupka provođenja metode na slici 1.

Vrednosti potkriterijumskih funkcija izražavaju se različitim mernim jedinicama ili su to ocene kvalitativnih karakteristika.

Sa postojećim vrednostima elementa matrice $C^{(r)}$ metoda MENOR provodi se u četiri osnovna koraka.

1. KORAK

Određuje se matrica $C^{(r)} = [c_{i,j,s}^{(r)}]_{j,r}$ sa elementima koji predstavljaju korigovane vrednosti potkriterijumskih funkcija na r -tom nivou po svim varijantama i kriterijumima — potkriterijumima:

$$c_{i,j,s}^{(r)} = \frac{c_{i,j,s}^{(r)}}{\sum_{i=1}^m c_{i,j,s}^{(r)}} \cdot W_{j,s}^{(r)} \quad (1)$$

Time je izvršena normalizacija kriterijumskih funkcija na r -tom nivou, njihovo svođenje na bezdimenzionalne veličine i korekcija s obzirom na koeficijente relativne važnosti potkriterijuma $W_{j,s}^{(r)}$.

Primenom izraza (1) dobijene su korigovane vrednosti $c_{i,j,s}^{(2)}$, tako da je zadovoljena jednačina:

$$\sum_{i=1}^m c_{i,j,s}^{(r)} = W_{j,s}^{(r)} \quad (2)$$

2. KORAK

Određuje se matrica normalizovanih indeksa $V^{(r)}$ sa elementima čije su vrednosti:

$$v_{i,j,s}^{(r)} = \sum_{s_{j,r}=1}^{p_{j,r}} c_{i,j,s}^{(r)}, \text{ za } s_{j,r} : p_{j,r} > 1 \dots (3)$$

Normalizovani indeksi su elementi skupa realnih brojeva (0, pozitivni ili negativni).

U opštem slučaju, kada je $r = 1$ i $(r-1) = 0$, indeks $s_{j,r-1}$ nije potrebno posebno prikazivati, jer je:

$$s_{j,r-1} = s_{j,1-1} = s_{j,0} = j.$$

S obzirom na to da se rešenje rangiranja varijanti po predloženoj metodi MENOR zasniva na odnosima normalizovanih indeksa $v_i^{(0)}$ i $v_i^{(0)}$ na nultom nivou rangiranja, moguće je od svih

elemenata bilo kog reda matrice $V^{(r)}$ oduzeti proizvoljan realan broj $b_j \leq 0$, čijim se pravilnim izborom dobijaju ne-negativne vrednosti normalizovanih indeksa i olakšava provođenje metode. Ako se izabere da je $b_j = \min v_{i,j,s}^{(r)}_{j,r-1}$

i ta vrednost oduzme od svih vrednosti $v_{i,j,s}^{(r)}_{j,r-1}$ u redu $s_{j,r-1}$ u kojem postoji makar jedna negativna vrednost $v_{i,j,s}^{(r)}_{j,r-1}$, dobije se apsolutna razlika vrednosti svakog elementa i najmanje vrednosti u tom redu. Vrednosti $v_{i,j,s}^{(r)}_{j,r-1}$ u ostalim redovima ostaju nepromenjene ($b_j = 0$), odnosno:

$$v_{i,j,s}^{(r)} = \begin{cases} v_{i,j,s}^{(r)}_{j,r-1}, & \text{za } s_{j,r-1} : v_{i,j,s}^{(r)}_{j,r-1} \geq 0, \\ v_{i,j,s}^{(r)}_{j,r-1} - \min_i v_{i,j,s}^{(r)}_{j,r-1}, & \text{za ostala } s_{j,r-1} \end{cases} \quad (4)$$

Vrednosti potkriterijumskih funkcija na $(r-1)$ nivou rangiranja su:

$$c_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r-1)} = v_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r)} \quad (5)$$

3. KORAK

Koraci 1. i 2. ponavljaju se r puta, uz neznatne razlike. Tako se u sledećem ponavljanju određuju korigovane vrednosti potkriterijumskih funkcija:

$$c_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r-1)} = W_{j,s_{j,r-1}}^{(r-1)} = \frac{c_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r-1)}}{\sum_{i=1}^m c_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r-1)}} = W_{j,s_{j,r-1}}^{(r-1)},$$

gde je:

$$W_{j,s_{j,r-1}}^{(r-1)} \text{ — faktor korekcije.}$$

Njime se postiže ravnomerni uticaj svih kriterijuma — potkriterijuma sa pripadnim relativnim važnostima na rang-varijanti. Onemogućava promenu uticaja na rang alternativa onih kriteriju-

ma — potkriterijuma za koje vredi da je makar jedna vrednost $v_{i,j,s_j,r-1}^{(r)} < 0$. Faktor korekcije ima vrednost:

$$w_{i,s_j,r-1}^{(r-1)} = \begin{cases} 1, & \text{za } s_{j,r-1}: v_{i,j,s_j,r-1}^{(r)} \geq 0, \\ 1 + \frac{\min v_{i,j,s_j,r-1}^{(r)}}{\sum_{i=1}^m v_{i,j,s_j,r-1}^{(r)}}, & \text{za ostala } s \end{cases} \quad (7)$$

Izraz (2) se, takođe, neznatno menja:

$$\sum_{i=1}^m c_{i,j,s_j,r-1}^{(r-1)} = w_{i,s_j,r-1}^{(r-1)} \cdot W_{i,s_j,r-1}^{(r-1)} \quad (8)$$

pa je:

U r -tom ponavljanju koraka 1. i 2. dobiju se vrednosti $v_i^{(0)}$ i $v_i^{(0)'}$ kao osnova za rangiranje varijanti a_i .

Svi izrazi dati za r -ti nivo rangiranja važe i za sve k -te nivoe rangiranja, uvažavajući faktor korekcije, a primenom izraza (4) za $k = 0$ olakšava se grafička interpretacija rezultata rangiranja varijanti.

4. KORAK

Rangiranje varijanti vrši se prema nizu padajućih vrednosti $v_i^{(0)}$. Rang »1« pridružen je alternativni a_i za koju je $v_i^{(0)} = \max v_i^{(0)}$, rang »2« alternativni a_i sa sledećom manjom vrednošću $v_i^{(0)}$ itd., a rang »m« alternativni a_i za koju je $v_i^{(0)} = \min v_i^{(0)}$.

Donosiocu odluke stavljaju se na dalju obradu tri skupa alternativa:

- skup povoljnih alternativa A;
- skup prihvatljivih alternativa B;
- skup nepovoljnih (rizičnih) alternativa C.

Ako se radi o izboru povoljnije alternative iz skupa A, moguće je uraditi još jednu komparativnu analizu sa mogućnošću preispitivanja objektivnosti relativnih važnosti kriterijuma — pot-

kriterijuma ili razmatranjem »dopunskih« kriterijuma (potrebne su i neke nove informacije).

Primena metode

Primena ove metode je dosta komplikovana, jer zahteva veliki broj operacija koje treba izvršiti, naročito kada postoji veći broj kriterijuma i veći broj varijanti za koje se određuje rang. Pravu upotrebnju vrednost ova metoda ima tek kad je automatizovana, odnosno kad se ceo postupak provodi na elektronskom računaru. U tom slučaju, zadatak korisnika je da definiše kriterijume, odredi vrednosti kriterijumskih funkcija po varijantama i proceni relativne važnosti kriterijuma po nivoima. Primenom automatizovane metode MENOR, rešenja se dobijaju veoma brzo.

U ovom radu razmatrane su tri varijante, odnosno tri lokacije za razvijanje poljskog skladišta koje se rangiraju po napred navedenim kriterijumima. Vrednosti kriterijumskih funkcija po varijantama i relativnoj važnosti kriterijuma date su u tabeli 2.

Iz ove tabele se vidi da vrednosti relativne važnosti kriterijuma imaju različite predznake. Predznak težine kriterijuma na određenom nivou određuje se u odnosu na to kako taj kriterijum na tom nivou utiče na neposredno viši kriterijum, a ne prema tome kako se odnosi prema objektu ocenjivanja. Na primer, težina kriterijuma $K_{3,2,1}^2$ — broj markantnih objekata, za orijentaciju plavog, ima pozitivan predznak, jer pozitivno utiče na neposredno viši kriterijum $K_{3,2}^1$, mada smanjuje vrednost same lokacije.

Pri određivanju vrednosti pojedinih kriterijuma mora se pribeći ocenjivanju, bez obzira na to što je za dati kriterijum moguće odrediti kvantitativne pokazatelje — vrednosti kriterijumskih funkcija. Kad se vrednosti kriterijumskih funkcija menjaju tako da je njegov uticaj na neposredno viši kriterijum do određene vrednosti pozitivan,

Rang			Vrednosti varijanti			Težine		
0	1	2	A ₁	A ₂	A ₃	W ₂	W ₁	W ₀
K ₁ ⁰	K _{1,1} ¹	K _{1,1,1} ²	2,6	3,2	2,8	3	2,5	2,5
		K _{1,1,2} ²	2	4	3	1,5		
	K _{1,2} ¹	K _{1,2,1} ²	10	22,5	16	2	2,5	
		K _{1,2,2} ²	1	3	3	2,5		
		K _{1,2,3} ²	3	8	4	1		
		K _{1,2,4} ²	15	60	40	1		
	K _{1,3} ¹	K _{1,3,1} ²	10	22,5	16	2	2	
		K _{1,3,2} ²	4	0	1	—3		
	K _{1,4} ¹	K _{1,4,1} ²	2,6	3,2	2,8	2,5	1,5	
		K _{1,4,2} ²	2	4	3	2		
		K _{1,4,3} ²	8	1	5	—2,5		
	K _{1,5} ¹	K _{1,5,1} ²	1	3	3	2	1,5	
		K _{1,5,2} ²	30	100	70	1,5		
		K _{1,5,3} ²	22	30	17	—1,5		
K ₂ ⁰	K _{2,1} ¹	K _{2,1,1} ²	30	35	31	—1	1,5	1,5
		K _{2,1,2} ²	3	4	4	1		
		K _{2,1,3} ²	5	3	4	2		
		K _{2,1,4} ²	5	2	3	2		
	K _{2,2} ¹	K _{2,2,1} ²	2	3	3	2	2,5	
		K _{2,2,2} ²	4	2	2	3		
	K _{2,3} ¹	K _{2,3,1} ²	10	30	25	2	2	
		K _{2,3,2} ²	2	5	5	1,5		
		K _{2,3,3} ²	15	100	80	2		
K ₃ ⁰	K _{3,1} ¹	K _{3,1,1} ²	1	2	0	3	—2	2,5
		K _{3,1,2} ²	19	21	0	—2,5		
		K _{3,1,3} ²	19	36	0	—2		
	K _{3,2} ¹	K _{3,2,1} ²	2	3	1	2,5	—2	
		K _{3,2,2} ²	7	8	4	—1,5		
	K _{3,3} ¹	K _{3,3,1} ²	2	1	3	2	—2	
		K _{3,3,2} ²	25	14	30	—2		
	K _{3,4} ¹		2	5	4	2,5		
	K _{3,5} ¹	K _{3,5,1} ²	4	3	4	2	2	
		K _{3,5,2} ²	3	4	4	2		
K _{3,6} ¹	K _{3,6,1} ²	6	4	4	—2	1		
	K _{3,6,2} ²	25	18	18	—2			
K ₄ ⁰	K _{4,1} ¹	K _{4,1,1} ²	28	31	40	—2	3	1
		K _{4,1,2} ²	12	15	11	1,5		
	K _{4,2} ¹	K _{4,2,1} ²	60	40	80	1,5	1	
		K _{4,2,2} ²	3	4	2	1		
	K _{4,3} ¹	K _{4,3,1} ²	28	31	35	—1,5	2,5	
		K _{4,3,2} ²	25	35	14	1		
	K _{4,4} ¹		4	5	3	1,5		

a nakon toga negativan, ili obratno, ili da čak tih tačaka promene predznaka ima više, pribegava se oceni.

Za primer čije su vrednosti date u tabeli 2, rezultati dobijeni metodom MENOR nalaze se u tabeli 3. Iz ove tabele se vidi da je varijanta 2 najbolja.

Tabela 3

Tabela normaliziranih indeksa posle
2. ranga

	A1	A2	A3	Težina
K 1	1240	1783	1477	3
K 2	1100	3054	2346	1,5
K 3	0	2915	2047	2
K 4	0	1869	816	2,5
K 5	32	955	1013	1
K 6	1794	899	1307	1
K 7	1833	1417	1750	2
K 8	712	2574	2215	-3
K 9	0	257	878	2,5
K 10	281	618	101	2
K 11	14	0	203	-2,5
K 12	2	5	4	2
K 13	1273	1273	1455	1,5
K 14	0	515	515	-1,5
K 15	282	340	0	-1
K 16	833	778	889	1
K 17	260	348	0	2
K 18	2	5	4	2

Tabela normaliziranih indeksa posle
1. ranga

	A1	A2	A3	Težina
K 1	1136	4599	3419	2,5
K 2	1848	1981	2171	2,5
K 3	1636	1938	0	2
K 4	2146	2934	1147	1,5

Tabela normaliziranih indeksa posle
0. ranga

	A1	A2	A3	Težina
K 1	310	1256	934	2,5
K 2	462	495	543	1,5
K 3	839	995	0	2,5
K 4	345	471	184	1
Ukupno	1956	3217	1661	

Vrednost normalizovanih indeksa

A 2 = 3217 A 1 = 1956
 A 3 = 1661

Varijante

A 2 *****
A 1 *****
A 3 *

Zaključak

U ovom članku predstavljen je postupak izbora lokacije za razmeštaj poljskog skladišta primenom metode MENOR. Definisani kriterijumi su opšteg karaktera, tako da za svaki konkretan slučaj ove kriterijume treba redefinisati. Obrada kriterijuma u konkretnom slučaju mora biti vezana za vrstu poljskog skladišta i njegovu konkretnu namenu. Određivanje relativnih važnosti kriterijuma takođe zavisi od toga koji kriterijum u konkretnom slučaju ima veći značaj za donosioca odluke.

Dobijena rang-lista varijanti metodom MENOR omogućuje donosiocu odluke da se opredeli za jednu ili skup varijanti koje su najbolje u smislu ispunjavanja traženih kriterijuma. Naravno, odluka se uvek prepušta donosiocu, ali on sada ima kao podlogu metodu koja je obuhvatila veliki broj relevantnih činilaca sa njihovim pripadnim relativnim važnostima po nivoima značajnosti. Jasno je da su varijante koje ne ispunjavaju određene »kritične kriterijume« ranije odbačene [2].

Predložena metoda ima te prednosti da se ne zahteva prethodna provera nezavisnosti kriterijuma, olakšava se određivanje relativne važnosti kriterijuma i potkriterijuma, koje donosilac odluke razmatra odvojeno i moguća je jednostavna automatizacija postupka na svim personalnim (naravno i na moćnijim) računarima.

Literatura:

- [1] Borović S., Đukić R.: »Priprema odluke o nabavi tehničkih sredstava primenom metode PROMETHEE«, Vojnotehnički glasnik br. 4/88, TU SSNO, Beograd, 1988.
- [2] Zelenović D.: »Projektovanje proizvodnih sistema«, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
- [3] Martić Lj. (redaktor): »Višekriterijumsko programiranje«, Informator, Zagreb, 1978.
- [4] Đukić R.: »Rangiranje alternativa metodom normalizacije kriterijumskih funkcija na više nivoa«, NTP 6/89, str. 27-32.
- [5] Petreski D.: »Definisanje kriterijuma za izbor lokacije poljskog skladišta«, diplomski rad VVTH Kov JNA, Zagreb, 1989.