Saša Kukilo,
potporučnik, dipl. inž.

Dr Vasilije Mišković,
major, dipl. inž.

IZBOR TRANSPORTNIH VOZILA ZA SNABDEVAČKE JEDINICE

Uvod

Ekonomično korišćenje transportnih sredstava u ratu je od velikog značaja. Zato je potrebno, u skladu sa transportnim zadacima, birati odgovarajuća vozila, puteve i grupisati teret.

Transportna i teretna motorna vozila različitih upotrebnih karakteristika osnova su pokretljivosti jedinica. Namenjena su za prevoz ljudstva, municije, MES i drugih materijala. Od velikog broja tipova motornih vozila koja se mogu koristiti za ove potrebe, treba izabrati ona koja će najbolje da ispune postavljene zahteve za izvršenje transportnih zadataka.

Prikazan je postupak rangiranja vozila za različite snabdevačke jedinice u kojem su osnova za izbor taktičko-tehničke karakteristike, kvalitativne osobine vozila, potrebe jedinica i raspoloživi fond davalaca, odnosno vojni park. Prikazan je način izbora kriterijuma za rangiranje vozila za različite jedinice, određivanje njihove vrednosti i relativne važnosti.

Ovaj postupak može biti primenjen pri izboru transportnih vozila za popunu jedinica ili izboru vozila iz popisnog fonda. On omogućava da se za snabdevačke jedinice biraju vozila primerenih taktičko-tehničkih karakteristika.

Izbor i opis metode za rangiranje vozila

Donošenje odluke o izboru odgovarajućeg transportnog sredstva povezano je sa protivrečnim zahtevima. Obuhvatanje svih značajnih činjenica logičkim i intuitivnim putem je vrlo složeno, a pogrešno donesena odluka može imati teže posledice.

Razvoj određenih područja operacionih istraživanja omogućuje da se iz oblasti višekriterijumske analize odaberu 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 ili se u modelu javlja prevelik broj kriterijuma (čak i preko 30).

Mada u teoretskom pogledu za većinu metoda višekriterijumske analize nije ograničen broj kriterijuma, a savremena informatička tehnologija omogućuje brzo dobijanje rezultata, poteškoće nastaju pri vrednovanju uticaja velikog broja kriterijuma i određivanja njihove relativne važnosti. Zato se preporučuje da ne bude više od 12 osnovnih kriterijuma, što usložava postupak dobijanja rang-liste varijanti prema njihovom kvalitetu [3].

Ako se definišu osnovni kriterijumi za izbor najpovoljnije varijante, svaki od njih obuhvata niz važnih 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 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 odluke pomoglo u pravilnom izboru najpovoljnije varijante, uz istovremeno uvažavanje velikog broja karakteristika i parametara. U ovakvom pristupu problemu rangiranja javlja se više nivoa značajnosti kriterijuma, a time i više nivoa rangiranja prema tim kriterijumima — potkriterijuma (preporučuje se da to ne bude više od 3 nivoa). Na svakom nivou se određuje koeficijent relativne važnosti kriterijuma — potkriterijuma, koji ispoljava svoj uticaj na dalji tok rangiranja.

Za sprovođenje postupka rangiranja varijanti metodom MENOR formira se početna matrica $C^{(r)}$ sa elementima $c_{i,j,s,j,r}^{(r)}$ koja predstavlja vrednosti potkriterijumskih funkcija na r -tom nivou rangiranja. To su vrednosti bitnih karakteristika i parametara ili ekspertnih ocena kvalitativnih karakteristika varijanti a_i ($i=1, 2, 3, \dots, m$).

Nivoi rangiranja $d=0, 1, 2, 3, \dots, k, \dots, r$, određuju se zavisno od vrste značaja i složenosti karakteristika koje uslovljavaju kriterijumi $K_j^{(o)}$ ($j=1, 2, 3, \dots, n$) 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 bolje 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 $C^{(r)}$ i matrici $C^{(r)'}$ određen je prema ukupnom broju bitnih karakteristika varijanti obuhvaćenih kriterijumima.

Formalizovani zapis početne matrice prikazan je u tabeli 1, a postupak sprovođenja metode na slici 1.

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

Sa postojećim vrednostima elemenata matrice $C^{(2)}$ metoda MENOR sprovodi se u četiri osnovna koraka:

1. KORAK

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

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

Time je izvršena normalizacija kriterijumskih funkcija na r -tom nivou, njihovo svodenje na bezdimenzionalne

Nivoi kriter. — potkrit.				Varijante		Rel. važ. krit. — potkrit.				
0	1	...	r	a_1	...	a_m	$W_{j,s_j}^{(r)}$	...	$W_{j,s_j}^{(1)}$	$W_j^{(0)}$
$K_1^{(0)}$	$K_{1,1}^{(1)}$	...	$K_{1,1}^{(r)}$	$c_{1,1,1}^{(r)}$	...	$c_{m,1,1}^{(r)}$	$W_{1,1}^{(r)}$	...	$W_{1,1}^{(1)}$	$W_1^{(0)}$
			$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$			
	$\vdots$	...	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$		
			$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$			
$K_{1,p_{1,1}}^{(1)}$	...	$\vdots$	$K_{1,p_{1,r}}^{(r)}$	$c_{1,1,p_{1,r}}^{(r)}$	...	$c_{m,1,p_{1,r}}^{(r)}$	$W_{1,p_{1,r}}^{(r)}$	...	$W_{1,p_{1,1}}^{(1)}$	
$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
$K_n^{(0)}$	$K_{n,1}^{(1)}$	...	$K_{n,1}^{(r)}$	$c_{1,n,1}^{(r)}$	...	$c_{m,n,1}^{(r)}$	$W_{n,1}^{(r)}$	...	$W_{n,1}^{(1)}$	$W_n^{(0)}$
			$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$			
	$\vdots$	...	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$		
			$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$			
$K_{n,p_{n,1}}^{(1)}$	...	$\vdots$	$K_{n,p_{n,r}}^{(r)}$	$c_{1,n,p_{n,r}}^{(r)}$	...	$c_{m,n,p_{n,r}}^{(r)}$	$W_{n,p_{n,r}}^{(r)}$	...	$W_{n,p_{n,1}}^{(1)}$	

veličine i korekcija s obzirom na koeficijente relativne važnosti potkriterijuma $W_{j,s_{j,r}}^{(r)}$.

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

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

2. KORAK

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

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

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 metodi MENOR zasniva na odnosima normalizovanih indeksa $v_i^{(o)}$ i $v_i^{(o)'}$ na nultom nivou

rangiranja, moguće je od svih elemenata bilo kog reda matrice $v^{(r)}$ oduzeti proizvoljan realan broj $b_j \leq 0$, čiji

se pravilnim izborom dobijaju ne-negativne vrednosti normalizovanih indeksa i olakšava sprovođenje metode.

Sl. 1 — Postupak rangiranja varijanti

Ako se izabere da je $b_j = \min v_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r)}$ i ta vrednost oduzme od svih vrednosti $v_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r)}$ u redu $s_{j,r-1}$ u kome postoji makar jedna negativna vrednost $v_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r)}$, dobija se apsolutna razlika vrednosti svakog elementa i najmanje vrednosti svakog elementa u tom redu. Vrednosti $v_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r)}$ u ostalim redovima ostaju nepromenjene ($b_j=0$), odnosno:

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

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

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

3. KORAK

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

$$c_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r-1)'} = w_{j,s_{j,r-1}}^{(r-1)} \cdot \frac{c_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r-1)}}{\sum_{i=1}^m c_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r)}} \cdot w_{j,s_{j,r-1}}^{(r-1)} \quad (6)$$

gde je:

— $w_{j,s_{j,r-1}}^{(r-1)}$ — faktor korekcije. Njime se postiže ravnomerni uticaj svih kriterijuma — potkriterijuma sa pri-

padnim relativnim važnostima na rang-varijanti i onemogućava promena uticaja na rang-varijante onih kriterijuma — potkriterijuma za koje vredi da je makar jedna vrednost $v_{i,j,s_{j,r-1}}^{(r)} < 0$. Faktor korekcije ima vrednost prema izrazu (7).

Izraz (2) se, takođe, neznatno menja, tako da glasi:

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

U r -tom ponavljanju *karaka 1 i 2* dobijaju se vrednosti $v_i^{(o)}$ i $v_i^{(o)'}$ kao osnova za rangiranje varijanti a_i .

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

4. KORAK

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

Donosiocu odluke stavljaju se na dalju obradu tri skupa varijanti:

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

- skup povoljnih varijanti A
- skup prihvatljivih varijanti B
- skup nepovoljnih (rizičnih) varijanti C

Ako se radi o izboru povoljnije varijante iz skupa A, moguće je uraditi još jednu komparativnu analizu sa mogućnošću preispitivanja objektivnosti relativnih važnosti kriterijuma — potkriterijuma ili razmatranjem »dopunskih« kriterijuma (potrebne su i neke nove informacije).

Izbor i opis kriterijuma

Moguće je definisati veliki broj kriterijuma za ocenu i upoređivanje transportnih motornih vozila. Po kojim kriterijumima će se motorna vozila rangirati zavisi od cilja koji se želi postići rangiranjem. Način prikaza kriterijuma zavisi od izabrane metode za rangiranje. S obzirom na to da je u ovom slučaju izabrana metoda MENOR, a da je cilj rangiranje transportnih motornih vozila za jedinice za snabdevanje municijom, izabrani su sledeći kriterijumi:

- K^0_1 — prilagođenost održavanju
 - $K^{1,1}_1$ — pogodnost održavanja
 - $K^{1,2}_1$ — pouzdanost
- K^0_2 — potrošnja goriva
- K^0_3 — nosivost
 - $K^{1,1}_{3,1}$ — nominalna nosivost
 - $K^{1,2}_{3,2}$ — iskorišćenje nosivosti municije u sanducima
 - $K^{1,3}_{3,3}$ — iskorišćenje nosivosti municije na paletama
 - $K^{1,4}_{3,4}$ — gabariti
 - $K^{2,1}_{3,4}$ — dužina tovarnog sanduka
 - $K^{2,2}_{3,4}$ — širina tovarnog sanduka
 - $K^{2,3}_{3,4}$ — visina tovarnog sanduka

K^0_4 — brzina

- $K^{1,1}_{4,1}$ — puno vozilo
 - $K^{2,1}_{4,1,1}$ — na auto-putu
 - $K^{2,2}_{4,1,2}$ — na magistralnom putu
 - $K^{2,3}_{4,1,3}$ — na makadamu
 - $K^{2,4}_{4,1,3}$ — na zemljanom putu
- $K^{1,2}_{4,2}$ — prazno vozilo
 - $K^{2,1}_{4,2,1}$ — na auto-putu
 - $K^{2,2}_{4,2,2}$ — na magistralnom putu
 - $K^{2,3}_{4,2,3}$ — na makadamu
 - $K^{2,4}_{4,2,4}$ — na zemljanom putu

K^0_5 — prohodnost

- $K^{1,1}_{5,1}$ — koeficijent prijanjanja
 - $K^{2,1}_{5,1,1}$ — asfalt
 - $K^{2,2}_{5,1,2}$ — makadam
 - $K^{2,3}_{5,1,3}$ — zemljani put
- $K^{1,2}_{5,2}$ — klirens
- $K^{1,3}_{5,3}$ — najmanji radijus zaokreta
- $K^{1,4}_{5,4}$ — broj pogonskih točkova
- $K^{1,5}_{5,5}$ — uređaj za centralnu regulaciju pritiska u pneumatcima
- $K^{1,6}_{5,6}$ — stabilnost
 - $K^{2,1}_{5,6,1}$ — maksimalni uspon
 - $K^{2,2}_{5,6,2}$ — maksimalni poprečni nagib

K^0_6 — neophodan manipulativni prostor van objekta

- $K^{1,1}_{6,1}$ — dužina
- $K^{1,2}_{6,2}$ — širina
- K^0_7 — specijalni zahtevi
 - $K^{1,1}_{7,1}$ — atest za prevoz municije
 - $K^{1,2}_{7,2}$ — prilagođenost teretu

Održavanje je skup svih postupaka čiji je zadatak da obezbede ispravan rad tehničkog sistema. Ovako posmatrano, održavanje predstavlja složen funkcionalan sistem, objedinjen jedinstvenim ciljem. Kvalitet održavanja određenog tehničkog sistema zavisi od više faktora. Njihovo sumarno dejstvo ogleda se u vremenu da se sistem iz stanja »u otkazu« dovede u stanje »u radu«.

Konstrukcija tehničkog sistema utiče na njegovo održavanje na više načina. Osobine vozila koje utiču na održavanje su pogodnost za održavanje i pouzdanost.

Pogodnost za održavanje se definiše kao skup konstrukcionih karakteristika koje utiču na vreme otklanjanja otkaza ili vreme obavljanja drugih postupaka održavanja.

Pod pojmom pouzdanosti podrazumeva se verovatnoća da će tehnički sistem uspešno obavljati svoju funkciju u određenom vremenu. Treba imati u vidu i specifičnosti uslova u kojima tehnički sistem radi. Može se odrediti kao odnos između uspešno obavljenih zadataka tehničkog sistema do određenog trenutka »t« i ukupnog broja svih zadataka u određenom vremenu.

Potrošnja goriva, kao kriterijum, značajna je kako sa stanovišta ekonomičnosti tako i sa stanovišta potrebe snabdevanja snabdevačkih jedinica pogonskim sredstvima. Ovde će se za ocenu koristiti specifična potrošnja goriva (g/kW).

Prilikom prevoza municije u sanducima ili paletama, količina koja može da se preveze zavisi od broja, težine, dimenzija sanduka i dimenzija tovarnog sanduka vozila. Zato je bitno da pored nominalne nosivosti vozilo ima i visok koeficijent iskorišćenja nosivosti.

Brzina dotura municije i MES-a veoma je značajna u toku izvođenja borbenih dejstava, a zavisi od: vrste vozila, njegove opterećenosti, vrste puta, uslova na putu, itd.

Prohodnost vozila kao kriterijum može se razložiti na više potkriterijuma. Maksimalna vučna sila koju neko vozilo može da ostvari zavisi od sile prijanjanja pneumatika na podlogu (asfalt, makadam, zemlja), a da tom prilikom ne dođe do proklizavanja.

Što je veći koeficijent prijanjanja to su i mogućnosti vozila za brže kretanje i savlađivanje uspona veće.

Najmanje rastojanje između podloge i najniže tačke na vozilu naziva se klirens. Klirens određuje veličinu neravnina koje vozilo može nesmetano da savlada.

Mogućnost vozila da se okrene na što manjem prostoru povećava njegove manevarske sposobnosti, a samim tim i njegovu prohodnost.

Prilikom kretanja po putevima sa velikim nagibom i po mekim podlogama, gde postoji propadanje vozila, dolazi do povećanja otpora kretanju. Pri ovakvim uslovima obavezno se pojavljuje i proklizavanje. Savlađivanje ovih otpora kretanju postiže se povećanjem broja pogonskih točkova.

Sva novija rešenja transportnih vozila koja se koriste u Vojsci Jugoslavije imaju uređaj za centralnu regulaciju pritiska u pneumaticima. Njime je omogućeno da se u toku kretanja menja pritisak u pneumaticima, što bitno povećava prohodnost po mekim podlogama, a u slučaju da je pneumatik u toku borbenih dejstava probijen, omogućava korišćenje vozila dok se ne dođe na pogodnije mesto radi otklanjanja neispravnosti.

Pod stabilnošću se podrazumeva mogućnost vožnje bez klizanja ili prevrtanja. Razmatraju se uzdužna i poprečna stabilnost. Kada vozilo gubi uzdužnu stabilnost dolazi do prevrtanja oko prednje ili zadnje osovine, ili vozilo klizi u smeru uzdužne ose. Gubitak bočne stabilnosti ogleda se u bočnom klizanju ili bočnom prevrtanju vozila. Bočno klizanje samo jedne osovine je, takođe, gubljenje bočne stabilnosti. Vozila sa većom uzdužnom i bočnom stabilnošću mogu da savlađuju veće uspone, što je važno prilikom dotura municije i minsko-eksplozivnih sredstava na brdskom i planinskom zemljištu.

Manipulativni prostor, kao kriterijum, definisan je prostorom koji je neophodan motornom vozilu za manevar na mestu utovara ili istovara municije i MES-a.

Zbog prevoza specijalnih tereta, kao što su municija i MES, javljaju se i neki specijalni zahtevi koji moraju da se ispune. Jedan od tih zahte-

va je atest za prevoz opasnih materija (municije i MES-a). Isto tako, vozilo mora da bude prilagođeno odgovarajućem teretu.

Tabela 2

Rang			Vrednost kriterijuma po varijantama									
0	1	2	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
K1	K1,1		7	5	5	6	7	7	7	6	6	6
	K1,2		8	6	7	7	8	7	7	6	7	7
K2			190	210	230	250	250	230	230	210	220	220
K3	K3,1		5000	4000	10000	6920	6340	8135	8550	19500	25750	26050
	K3,2		0,675	0,637	0,389	0,50	0,64	0,79	0,943	0,74	0,81	0,83
	K3,3		0,8	0,74	0,55	0,54	0,81	0,82	0,95	0,75	0,84	0,85
	K3,4	K3,4,1	3470	4170	4250	5150	6200	7150	6100	8200	12550	12550
		K3,4,2	1980	2120	2290	2634	2364	2364	2430	2430	2430	2430
		K3,4,3	500	500	400	500	500	500	800	800	800	800
K4	K4,1	K4,1,1	70	80	75	70	70	75	70	65	60	60
		K4,1,2	60	65	70	50	50	55	50	50	50	50
		K4,1,3	30	35	30	30	30	35	30	35	30	30
		K4,1,4	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20
	K4,2	K4,2,1	70	90	80	85	85	90	80	90	90	90
		K4,2,2	50	75	65	70	70	75	70	75	70	70
		K4,2,3	35	50	40	50	50	50	50	50	40	40
		K4,2,4	30	30	30	30	30	30	30	35	30	30
K5	K5,1	K5,1,1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
		K5,1,2	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
		K5,1,3	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	K5,2		268	305	305	258	258	258	258	290	290	290
	K5,3		15,5	15,7	22	15,7	15,7	15,7	15,7	23	20,2	20,2
	K5,4		4	6	6	2	2	2	2	4	2	2
	K5,5		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	K5,6	K5,6,1	48,1	71	60	28	28	39	57	60	39	39
		K5,6,2	30	37	20	10	10	10	13	15	8	8
K6	K6,1		10	12	12	15	18	20	18	25	30	30
	K6,2		25	25	35	25	25	25	25	40	40	40
K7	K7,1		1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	K7,2		7,5	7	6	2	7	8	9	7,5	8	8,5

Rang kriterijuma		Težine kriterijuma																	
		Jedinica 1			Jedinica 2			Jedinica 3			Jedinica 4			Jedinica 5			Jedinica 6		
		W1	W2	W3	W1	W2	W3	W1	W2	W3	W1	W2	W3	W1	W2	W3	W1	W2	W3
0	1	2																	
K1	K1,1		1	1,5		1	1,5		1	1,5		1	1,5		1	1,5		1	1,5
	K1,2		1			1			1			1			1			1	
K2				-1			-1												
K3	K3,1		2			2			3			2			2			3	
	K3,2		2			3			2			2			2			3	
K3	K3,3		1	1		3	2		3	2		3			2	2,5		3	4
	K3,4,1	1						2			2			1			2		
K3,4	K3,4,2	1	1,5			2		2			2			1			2		
	K3,4,3	1	1,5			2		2			2			1			2		
K4,1,1	K4,1,1	1						1,5			1,5			1			1		
	K4,1,2	1						1,5			1,5			1			1,5		
K4,1,3	K4,1,3	1,5	1					1,5			1,5			2			2		
	K4,1,4	2		1				2			2			1,5			1,5		
K4,2,1	K4,2,1	1						1,5			1,5			1			1		
	K4,2,2	1	1					1,5			1,5			1			1,5		
K4,2,3	K4,2,3	1,5	1					1,5			1,5			2			2		
	K4,2,4	2						2			2			1,5			1		
K5,1,1	K5,1,1	1						1			1			1			1		
	K5,1,2	1,5	2					1,5			1,5			1			1		
K5,1,3	K5,1,3	2						2			2			1			1		
			2																
K5,2			2																
K5,3			-2	4			3		-2	2,5									
			2						2										
K5,4																			
K5,5			2						2										
K5,6,1	K5,6,1	3	4					2,5			2,5			2			2		
	K5,6,2	3						2,5			2,5			2			2		
K6,1			1	-1,5			-1,5		1	-2									
			1						1										
K6,2			1						1										
			1						1										
K7,1			1	1					1										
			2						2										
K7,2																			

Kao primer izabrano je deset tipova vozila različitih karakteristika, a vrednosti kriterijuma za njih prikazane su u tabeli 2.

Relativna važnost kriterijuma i rangiranje vozila po jedinicama

Kriterijumi i njihovi potkriterijumi nemaju isti značaj pri rangiranju

vozila. Za donosioca odluke značaj kriterijuma je različit, a menja se i u zavisnosti od jedinice za koju vrši rangiranje. Na primer, pri rangiranju transportnih vozila za potrebe pozadinske baze kriterijum prohodnosti i kriterijum nosivosti nemaju isti značaj. Za donosioca odluke kriterijum nosivosti ima veći značaj ili veću relativnu važnost u odnosu na kriterijum prohodnosti. Kriterijum nosivosti dobija veću

Tabela 4

Jedinice	Vrednost normalizovanih indeksa									
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	573	820	799	499	499	526	574	555	599	606
2	690	785	733	558	641	677	750	677	740	749
3	626	687	669	538	585	620	688	645	707	710
4	730	796	766	623	699	727	797	737	808	816
5	622	710	694	506	583	614	671	647	723	731
6	625	670	655	510	590	623	682	657	740	748
7	724	757	736	630	702	732	803	748	829	837
8	980	889	873	857	974	1041	1151	1133	1293	1309

Tabela 5

Jedinice	Rang varijanti									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	V2	V3	V10	V9	V7	V1	V8	V6	V5	V4
2	V2	V7	V10	V9	V3	V1	V8	V6	V5	V4
3	V7	V2	V3	V10	V9	V8	V1	V6	V5	V4
4	V10	V9	V7	V2	V3	V8	V1	V6	V5	V4
5	V10	V9	V2	V3	V7	V8	V1	V6	V5	V4
6	V10	V9	V7	V2	V8	V3	V1	V6	V5	V4
7	V10	V9	V7	V2	V6	V3	V6	V5	V1	V4
8	V10	V9	V7	V8	V6	V1	V5	V2	V3	V4

relativnu važnost, jer se u ovom slučaju vozila kreću po relativno dobrim putevima, a prevoze se velike količine municije.

Međutim, s obzirom na zadatke, uslove puta i količine tereta koji se prevozi, relativna važnost navedena dva kriterijuma se menja ako se rangiranje transportnih vozila vrši za snabdevačku jedinicu brigade. Odabrano je osam različitih jedinica za čije je potrebe vršeno rangiranje odabranih vozila. Relativna važnost kriterijuma prikazana je u tabeli 3.

Rezultati rangiranja po izabranoj metodi prikazani su:

— u tabeli 4 — vrednosti normalizovanih indeksa vozila za svaku jedinicu posebno,

— u tabeli 5 — rang vozila za svaku jedinicu.

Prema podacima iz tabela 4 i 5 može se zaključiti da se za deo jedinica, kao dominantna, pojavljuju vozila visoke prohodnosti, dok u drugim jedinicama dominiraju vozila velike nosivosti. Prema vrednosti normalizovanih indeksa razlikuju se tri grupe vozila — povoljna, prihvatljiva i nepovoljna vozila.

Umesto zaključka

Osnova u rešavanju problema izbora transportnih vozila za snabdevačke jedinice je pravilno određivanje

kriterijuma, njihove relativne važnosti i izbor metode za određivanje najpovoljnije vrste transportnih sredstava.

Posle izvršene višekriterijumske analize i analize dobijenih rezultata došlo se do zaključka da su varijante grupisane u tri grupe: povoljne, prihvatljive i nepovoljne.

Kriterijumi su uzimani dosta široko, a posebno relativne važnosti kriterijuma, jer se odnose na reprezentativna transportna sredstva i jedinice. U obzir nisu uzimani meteorološki uslovi, konfiguracija terena, mogućnost prekida snabdevačkog lanca, obuka vozača i razlike između jedinica.

Postoje razlike između istih jedinica, npr. između artiljerijskih divizionara, u njihovom položaju u odnosu na liniju dodira u borbi (bliže — dalje), kao i u masi municije (veličina i težina sanduka i broj sanduka) koja se mora transportovati jedinicama iste vrste.

Dobijeni rezultati su uopšteni, tako da se, kada bi se radilo za konkretnu jedinicu na određenom terenu, mogu očekivati drugačiji rezultati.

Prikazani postupak može da se primeni u izboru transportnih vozila iz popisa konkretne jedinice, uz korekciju relativnih važnosti koje bi odgovarale toj jedinici. Prema potrebi, moguće je uvesti i dodatni kriterijum koji je specifičan za jedinicu koja se obrađuje.

Literatura:

- [1] Maksić, R.: Istraživanje organizacijsko-formacijskih struktura jedinica za tehničko snabdevanje operativnih grupacija i operativnih sastava, magistarski rad, CVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1984.
- [2] Kukilo, S.: Izbor i raspored transportnih vozila za snabdevačke jedinice, diplomski rad, VTA VJ, Beograd, 1994.

- [3] Đukić, R.: Rangiranje alternativa metodom normalizacije kriterijumskih funkcija na više nivoa, NTP, Beograd, 1989.
- [4] Vinš, Z.: Programski paket — MENOR, seminarski rad, VVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1990.