

Mr Boban Milošević,  
major  
Dr Vasilije Mišković,  
pukovnik, dipl. inž.

## IZBOR LOKACIJA I TRANSPORTNIH SREDSTAVA ZA RASELJAVANJE

UDC: 355.691 : 355.415.2] : 519.233.6

### Rezime:

U članku se obrađuje problem rangiranja i izbora lokacija i resursa za raseljavanje materijalnih sredstava. Potencijalne lokacije za raseljavanje i raspoloživi resursi imaju različite karakteristike, pa su samim tim manje ili više pogodni za raseljavanje materijalnih sredstava. U vezi s tim, postavlja se pitanje kako ih rangirati i birati. Moguće rešenje je primena metoda višekriterijumskog rangiranja. Međutim, primena ovih metoda podrazumeva relativno dug proces. U uslovima kada se odluka mora doneti u ograničenom vremenu, primena metoda koje zahtevaju dug proces nije pogodna. Zato se u ovom radu predlaže primena jedne ekspertne metode (metoda sume rangova), koja uz unapred sprovedene pripreme brzo dovodi do rešenja. Primena ove metode u osnovnoj varijanti pokazana je na primeru rangiranja lokacija, a od resursa na primeru transportnih sredstava.

*Ključne reči:* lokacija, resursi, raseljavanje, metoda.

---

## CHOICE OF SITES AND MEANS OF TRANSPORT FOR DISLOCATION

### Summary:

Ranking and choice of sites and resources for dislocation of material supplies have been treated. Possible sites for dislocation and available resources are of different characteristics, thus being more or less suitable for dislocation of material supplies. Their ranking and choice are possible with the application of multicriteria ranking methods. However, since these methods are time-consuming, they are not suitable for time-restricted decision making. Therefore, this paper proposes an expert method (rank summing method) which gives fast results after an adequate preparation. Ranking of sites and means of transport is used to illustrate the application of this method.

*Key words:* site, resources, dislocation, method.

---

### Uvod

Rezerve i zalihe materijalnih sredstava u ratu su veoma rentabilan cilj i često predstavljaju objekat napada. Zbog značaja rezervi i zaliha za izvođenje borbenih dejstava nužno je preduzimanje različitih mera i aktivnosti na njihovoj zaštiti. Jedna od mera koje se preduzima-

ju jeste i raseljavanje rezervi i zaliha iz stacionarnih u poljska skladišta. Raseljavanjem se teži da se postigne disperzija rezervi po teritoriji, njihovo usitnjavanje, skrivanje i pogodniji raspored po prostoru u odnosu na krajnje korisnike.

Da bi se obezbedio efikasan rad poljskog skladišta potrebno je izvršiti iz-

bor lokacije za raseljavanje koja svojim prirodnim svojstvima, rasporedom prirodnih i veštačkih objekata treba da obezbedi najpovoljniji smeštaj za raseljavanje materijalna sredstva. Izabrane lokacije treba da zadovoljavaju uslove u pogledu veličine, pogodnosti za rad i smeštaj rezervi i zaliha, komunikativnosti i povezanosti, maskirnosti, mikroklimatskih uslova, pogodnosti za realizaciju procesa raseljavanja i slično. Za realizaciju raseljavanja nužno je po vrstama materijalnih sredstava i lokacija na koje se raseljavaju izabrati neophodne resurse. Organi stručne službe treba da od raspoloživog broja lokacija i resursa za raseljavanje izaberu one koji najbolje ispunjavaju tražene uslove.

Za pomoć u odlučivanju postoje različite metode. Metode koje se mogu primeniti zahtevaju različite ulazne podatke i vreme za primenu, ali i različit stepen jednostavnosti primene i mogućnosti automatizacije primene. Najpoznatije metode su, svakako, metode višekriterijumskog rangiranja, koje za konkretan slučaj nisu i najpogodnije. Brze promene uslova ostavljaju malo vremena za donošenje odluka, a metode višekriterijumskog rangiranja su relativno komplikovane za primenu, zbog složenog određivanja ulaznih podataka.

Radi toga u ovom radu se nudi jednostavnija metoda – metoda sume rangova, koja ima različite pogodnosti primene. Prvo, što je možda i najznačajnije, ovom metodom se može oponašati uobičajeni način rada, primena metode je veoma jednostavna, pogodna je za automa-

tizaciju i pruža mogućnost dobijanja ulaznih podataka za raspored različitih vrsta materijalnih sredstava po lokacijama, kao i resursa po vrstama materijalnih sredstava i lokacijama.

Predmet ovog rada je opis zahteva koje treba da zadovolje lokacije i transportna sredstva za raseljavanje, i primena navedene metode za rangiranje raspoloživih lokacija i raspoloživih transportnih sredstava. Dati opis je na opštem nivou, a svaki pojedinačni slučaj zahteva konkretizaciju. Određeni primeri samo su ilustracija načina primene metode sume rangova.

### **Zahtevane karakteristike lokacija za raseljavanje materijalnih sredstava**

Pri izboru lokacije za raseljavanje materijalnih sredstava mora se voditi računa o njenim karakteristikama koje moraju biti zadovoljene, kako bi se omogućio smeštaj, čuvanje, manipulacija i popuna jedinica materijalnim sredstvima. Izabrana lokacija treba da:

- ima dobre prilazne puteve;
- veličinom omogućava rastresit raspored objekata;
- bude pogodna za maskiranje;
- omogućava kružni tok kretanja vozila;
- ima objekte u kojima će se skladištiti materijalna sredstva, kao i prilazne puteve, sa tvrdom i oceditom podlogom, koja je zaštićena od bujica;
- nema u blizini objekte koji su unosni ciljevi za protivnika;
- u blizini ima dovoljno vode za potrebe ljudstva i gašenje požara;

– pruža povoljne uslove za sprovođenje borbenog obezbeđenja;

– omogućava korišćenje veštačkih ili prirodnih objekata za smeštaj i zaštitu, kao i energetskih izvora, itd.

Sistematizovan i jasan opis ovih karakteristika najbolje je dati kroz definisanje i struktuiranje kriterijuma za rangiranje i izbor lokacija za raseljavanje. Kriterijumi se u konkretnom slučaju mogu korigovati, dopuniti ili menjati, ali u opštem slučaju moguće ih je izdvojiti i opisati. Pri definisanju kriterijuma za rangiranje i izbor lokacija treba uzeti u razmatranje složen skup uticajnih i često kontradiktornih zahteva sa aspekta mogućnosti izvršenja postavljenih zadataka. Kriterijumi koji su prikazani nisu struktuirani sa namerom da se primene metode višekriterijumskog odlučivanja, već je namera da se ukaže na to šta se sve i u kojoj meri mora imati u vidu pri izboru objekata. Kriterijumi mogu biti hijerarhijski struktuirani, kada se radi o postojanju velikog broja kriterijuma, kao u ovom slučaju. Veliki broj kriterijuma uslovljava nastojanje iskazivanja kriterijumskih vrednosti fizički merljivim veličinama. Definisani kriterijumi značajni su za sagledavanje svih relevantnih faktora koji utiču na izbor. Konkretizacija i hijerarhijsko struktuiranje nije neophodno, jer metoda koja se primenjuje za rangiranje i izbor to ne zahteva. Sa ovog stanovišta, osnovni kriterijumi su:

– pogodnost lokacije za skladištenje materijalnih sredstava koja se raseljavaju;

– taktičke karakteristike;

– karakteristike zemljišta;

– saobraćajne mogućnosti;

– organizaciono-tehnološki uslovi;

– klimatski, orografski i petrografski uslovi;

– položaj u odnosu na infrastrukturu na terenu;

– položaj u odnosu na stacionarno skladište;

– uslovi za život i rad ljudstva.

Materijalna sredstva koja se raseljavaju zahtevaju određene uslove skladištenja, čije se karakteristike nalaze u nekom rasponu. Lokacija mora da zadovolji bar minimum tih uslova kako bi se razmatrala kao potencijalna za raseljavanje.

Taktičke karakteristike odnose se na položaj buduće lokacije u odnosu na borbeni raspored jedinica, odnosno mogućnosti izvršenja snabdevanja materijalnim sredstvima tih jedinica. Pored toga, mora se voditi računa o udaljenosti lokacije od objekata koji predstavljaju unosne ciljeve za dejstvo protivnika.

Pri razmatranju izbora lokacija moraju se uzeti u obzir i vidovi borbenih dejstava koje će oružane snage primenjivati, kao i oblike oružane borbe. Lokacija na kojoj se raseljavaju materijalna sredstva treba da bude dovoljno velika da se mogu rastresiti i bezbedno rasporediti materijalna sredstva, ljudstvo, motorna vozila i mehanizacija, i da se manipulacija, utovar i istovar mogu neometano obavljati.

Na odabranoj lokaciji treba koristiti objekte postojeće infrastrukture, veštačke i prirodne objekte za zaštitu materijalnih sredstava i ljudstva od nepovoljnih uticaja okruženja i protivnika. Treba izbegavati mesta gde postoji mogućnost odronjavanja tla, kako ne bi došlo do uništenja ili oštećenja puteva i materijalnih sredstava, što bi usporilo ili onemogućilo izvršenje predviđenih zadataka.

Lokacija za raseljavanje ne bi trebalo da bude u blizini ili na potencijalnoj desantnoj prostoriji, zbog mogućnosti direktnih vatrenih udara neprijatelja, pri pokušaju desanta, što bi dovelo do uništenja ili oštećenja materijalnih sredstava smeštenih na takvoj lokaciji.

Odabrana lokacija mora imati razvijenu putnu mrežu, tako da se može obezbediti direktan pristup lokaciji i objektima, svim vrstama transportnih sredstava (drumskog saobraćaja), kako bi se izbegao pretovar i dodatno angažovanje resursa, kao i smanjenje mehaničkih i klimatskih uticaja. Putna mreža na lokaciji, kao i putevi koji povezuju lokaciju sa glavnom saobraćajnicom, mora biti takva da omogućuje normalan manevar transportnim sredstvima i tok saobraćaja i za vozila veće nosivosti.

Razmeštaj objekata na odabranoj lokaciji treba da omogućava korišćenje već postojeće putne mreže, čiji bi kvalitet i dužina puta sa asfaltnom podlogom trebalo da bude što veća. Zavisno od potrebe izvršice se opravka i dogradnja postojećih puteva, kao i izrada proširenja radi izbegavanja uskih grla u saobraćaju, što bi trebalo da se radi u manjoj meri, jer zahteva dodatno angažovanje i trošenje resursa.

Propusna moć komunikacija veoma je bitan faktor pri razmatranju izbora, kao i za ostvarivanje planirane dinamike raseljavanja, disperzije i izmeštanja, a kasnije i snabdevanja jedinica u što kraćem vremenu. Objekti na lokaciji treba da budu raspoređeni tako da putevi unutrašnjeg transporta budu što kraći. Pored toga, širina puteva treba da bude dovoljna da se može nesmetano manevrisati

vozilima i teretom, a tamo gde je neophodno treba izgraditi proširenja radi izbegavanja zagušenja saobraćaja. Na samoj lokaciji moraju biti određena i uređena mesta za parkiranje vozila.

Zemljište na kojem je odabrana lokacija treba da odgovara za korišćenje motornih vozila ne samo u povoljnim vremenskim uslovima, već i u nepovoljnim. Podloga treba da bude tvrda, da bi mogla da izdrži i prolazak vozila veće nosivosti, pogotovo po kišnom vremenu i na putevima koji nemaju asfaltnu podlogu, pošto to usporava ili onemogućava kretanje motornih vozila.

Odabrana lokacija trebalo bi da ima više prilaznih puteva sa zadovoljavajućom propusnom moći, da se ne bi dešavali zastoji u saobraćaju. Manja udaljenost lokacije od glavne saobraćajnice smanjuje broj problema vezanih za dužinu putne mreže, i smanjuje utrošak resursa za opravku ili izgradnju puteva do lokacije.

Pri odabiru lokacije moraju se razmotriti organizaciono-tehnološki uslovi koje lokacija pruža. Potrebno je razmotriti mogućnost primene integralnog transporta, radi minimizacije manualnog rada, kako bi se skratilo vreme utovara i istovara i povećala dinamika raseljavanja, disperzije i izmeštanja, a kasnije i dinamika snabdevanja jedinica. Potrebno je razmotriti i uslove smeštaja materijalnih sredstava u objekte postojeće infrastrukture i prirodne objekte, odnosno zaštitu koju oni pružaju od dejstva protivnika, klimatskih uslova, itd.

Uslovi za izvršenje pretovara trebalo bi da budu takvi da ne dolazi do oštećenja ili uništenja materijalnih sredstava i

dodatnog angažovanja ljudstva pri izvršenju pretovara.

Objekti koji su predviđeni za skladištenje treba da ispunjavaju određene uslove koji zavise od osobina materijalnih sredstava koja se skladište u tim objektima, kako bi se sredstva zaštitila od fizičko-mehaničkih oštećenja, uništenja i nestanka, gubitaka svojstava, biohemijskih i hemijskih promena itd.

Klimatski, orografski i petrografski uslovi na lokaciji imaju, takođe, veliki uticaj na uslove skladištenja i očuvanja svojstava materijalnih sredstava i mogućnost manipulacije u nepovoljnim vremenskim uslovima.

Klimatski faktori (padavine, nevreme, vlažnost, direktni sunčevi zraci, svetlost, temperatura i atmosferski pritisak) svoj uticaj ispoljavaju u pojavama korozije, promene boje, aktiviranja bioloških faktora, promenu agregatnog stanja, uništenje otapanjem, neupotrebljivost, deformacije, krtost i druge anomalije.

Nepovoljni klimatski, orografski i petrografski uslovi na lokaciji, utiču i na prirodno maskiranje. Neophodno je voditi računa o maksimalnoj zaštiti od dejstva nepovoljnih atmosferskih uticaja, kako ne bi došlo do narušavanja svojstava materijalnih sredstava ili njihovog uništenja. Treba obratiti pažnju i na čvrstoću i stabilnost tla na kojem će se vršiti skladištenje, mogući uticaj vremenskih nepogoda i oceditost tla, količinu padavina u toku godine, visinu i vrstu drveća, itd.

Da bi se načinio najpovoljniji razmeštaj raseljenih materijalnih sredstava, i ujedno izvršila najbolja moguća zaštita od dejstva protivnika, potrebno je sagledati položaj lokacije u odnosu na druge

elemente infrastrukture teritorije. Neophodno je voditi računa da u slučaju dejstva neprijatelja po (za njega) unosnim ciljevima ne dođe do uništenja raseljenih materijalnih sredstava.

Potrebno je izvršiti maskiranje objekata kako ih protivnik ne bi uočio, pri čemu treba maksimalno iskoristiti prirodne objekte, uz korišćenje što manjeg broja ljudi za neposredno obezbeđenje. Takođe, treba preduzeti i mere za obmanjivanje protivnika.

Uslovi za život i rad ljudstva na odabranoj lokaciji za raseljavanje imaju direktan uticaj na svakodnevno izvršavanje zadataka i borbenu gotovost. Ukoliko je moguće ljudstvo uvek treba da bude smešteno u čvrste objekte, gde ima vode i električne struje, odnosno potrebno je uvek težiti da uslovi za život i rad budu što bolji.

### **Zahtevane karakteristike transportnih vozila za raseljavanje materijalnih sredstava**

Pri realizaciji raseljavanja materijalnih sredstava koriste se različita transportna i manipulativna sredstva, različitih taktičko-tehničkih karakteristika. Da bi se raseljavanje materijalnih sredstava moglo efikasno izvršiti neophodno je rangirati i izabrati transportno-manipulativna sredstva prema vrsti materijalnih sredstava koja se raseljavaju, ali i prema karakteristikama putne mreže i karakteristikama lokacija na koje se materijalna sredstva raseljavaju. Različite vrste materijalnih sredstava, putna mreža i karakteristike lokacija za raseljavanje, zahtevaju

primenu transportno-manipulativnih sredstava različitih karakteristika. U nekim slučajevima prilazni putevi omogućavaju primenu transportnih sredstava velike nosivosti, a u drugima je nužna primena vozila visoke prohodnosti. Karakteristike su opisane na primeru transportnih sredstava, a to su: nosivost, pouzdanost, troškovi, brzina, pokretljivost i neophodan manipulativni prostor.

U procesu raseljavanja obavlja se transport velikih količina materijalnih sredstava, što se mora obaviti u što kraćem periodu. Koliko će vremena biti potrebno za izvršenje zadatka, pored ostalog, zavisi i od veličine nosivosti vozila i brzine kretanja. Veoma je bitno da se raseljavanje izvrši sa što manje transportnih sredstava, tako da će se koristiti vozila veće nosivosti, kad god to kvalitet puteva dozvoljava.

Najpogodniji tip vozila za izvršenje zadatka može se odabrati na osnovu poznavanja osobina i tehničkih karakteristika vozila. Jedan od bitnih pokazatelja na osnovu kojih se vrši izbor tipa vozila jeste koeficijent iskorišćenja nosivosti vozila. Boljim iskorišćenjem nosivosti vozila povećava se obim transporta, smanjuje broj vozila, a samim tim i cena transporta.

Gabariti motornog vozila imaju veoma važnu ulogu pri pakovanju i prevozu tereta. U ovom slučaju pod gabaritima se podrazumevaju dužina, širina i visina tovarnog sanduka. Gabariti motornog vozila veoma su važni pri slaganju tereta na tovarni sanduk i određivanju broja jedinica tereta koje mogu da se utovare (mora se voditi računa da težina utovarenih jedinica ne prelazi dozvoljenu nosivost vozila).

Pojam pouzdanosti podrazumeva verovatnoću da će određeni sistem raditi bez otkaza u određenom vremenu, uzimajući u obzir proteklo vreme korišćenja i specifičnosti delova u kojima sistem radi. Jasno je da su bolja ona sredstva čija je pouzdanost veća.

Pri izvršenju raseljavanja potrebno je voditi računa o troškovima koji nastaju pri korišćenju motornih vozila kojima se obavlja transport. U uslovima kada se vrši raseljavanje, najveća stavka troškova je utrošak goriva.<sup>1</sup> Imajući u vidu da će se vozila kretati po različitim putevima i različitim brzinama, kao merilo utroška goriva ne može se uzeti samo putna potrošnja goriva. Za dobijanje realnijih pokazatelja mora se uzeti u obzir i utrošak goriva i po moto času rada.

Brzina kojom se odvija transport pri izvršenju raseljavanja veoma je značajna i zavisi uglavnom od vrste vozila, njihove opterećenosti, vrste puta, uslova na putu, itd. Ukoliko je put kojim se vozilo kreće kvalitetniji i ako je vozilo manje opterećeno brzina kretanja će biti veća, odnosno ako se neopterećeno vozilo kreće auto-putevima i magistralnim putevima ono može da postigne maksimalnu brzinu, dok opterećeno vozilo dostiže oko 90% maksimalne brzine. Vožnjom po makadamu brzina opada do 50% od maksimalne brzine za odgovarajuće opterećenje, a vožnjom po zemljanim putevima brzina je oko 45% od maksimalne brzine za odgovarajuće opterećenje [10]. Međutim, to su samo načelne vrednosti,

<sup>1</sup> Potrebno je uočiti da se ovde razmatraju samo troškovi vezani za sam proces realizacije raseljavanja, inače tvrdnja da je utrošak goriva najveća stavka u troškovima raseljavanja ne bi bila tačna.

tako da se moraju razmatrati stvarne karakteristike svakog tipa vozila.

Pokretljivost vozila određena je sa nekoliko osnovnih karakteristika, kao što su klirens, minimalni radijus zaokreta i mogućnost savladavanja uzdužnih i poprečnih nagiba. Neravnine koje vozilo može neometano savladati na podlozi kojom se kreće određuju se veličinom klirensa. Ukoliko se poljsko skladište nalazi na lokaciji koja ima loše puteve klirens vozila ima veliku ulogu pri izvršenju zadatka.

Povećavanje manevarske sposobnosti, a samim tim i pokretljivosti, povećava se s mogućnošću vozila da se okrene na što manjem krugu. Njegova sposobnost definiše se: minimalnim radijusom zaokreta spoljašnjeg upravljačkog točka i širinom pojasa kretanja vozila. Manji radijus zaokreta je kod onih vozila koja imaju više upravljačkih osovina, dok u uslovima ograničenog manevarskog prostora dolazi do izražaja pokretljivost.

Pri izvršenju zadatka vozila će se kretati po putevima različitog kvaliteta i u različitim meteorološkim uslovima. Ako se vozila kreću po putevima koji imaju veliki nagib, raskvašenu i mekanu podlogu u koju će vozilo propadati, dolaziće do povećanog otpora kretanju i proklizavanja. Geometrijski parametri vozila su od velikog značaja za realizaciju transporta u ovakvim uslovima.

Stabilnost vozila podrazumeva mogućnost vožnje bez klizanja i proklizavanja. Razmatra se uzdužna i poprečna stabilnost vozila. Gubljenje uzdužne stabilnosti dovodi do klizanja vozila u smeru uzdužne ose ili do prevrtanja oko prednje ili zadnje osovine. Vozila koja imaju niska težišta imaju manju verovatnoću pre-

vrtanja oko uzdužne ose, ali je moguće proklizavanje pogonskih točkova. Do gubitka uzdužne stabilnosti vozila dolazi na usponima i spustovima. Vozila koja imaju veću uzdužnu stabilnost mogu da savladavaju veće uspone na zemljištu. Do bočnog klizanja ili bočnog prevrtanja motornog vozila dolazi zbog gubitka bočne stabilnosti. Veoma retko se dešava da obe osovine klize odjednom, ali do gubitka bočne stabilnosti dolazi pri kretanju vozila putevima sa bočnim nagibom ili pri ulasku u zaokret.

Manipulativni prostor definisan je kao prostor koji je potreban za manevar motornom vozilu na mestu na kojem se vrši utovar i istovar. Vozilima koja imaju manji radijus zaokreta i manje gabarite potrebno je manje prostora za manipulisanje.

Pri izboru vozila značajno je da se sve navedene karakteristike dovedu u međusobni odnos sa karakteristikama puteva na odabranim lokacijama.

### Metoda sume rangova

U procesu rangiranja i izbora varijanti najčešće se primenjuju metode višekriterijumskog rangiranja. Međutim, u nekim slučajevima ove metode nisu pogodno za primenu iz više razloga. Neophodno je da se ceo postupak rangiranja i izbora sprovede u ograničenom, često veoma kratkom vremenu. Metode višekriterijumskog rangiranja zahtevaju definisanje i formalizaciju kriterijuma, određivanje kriterijumskih vrednosti i relativne važnosti kriterijuma, itd. Za sve to potrebno je vreme koje je u nekim slučajevima najčešće kratko. Brze promene uslova zahtevaju i brzo donošenje odluka. Radi toga ovde se

predlaže primena metode sume rangova koja je jednostavna i daje vrlo dobre rezultate. Primena ove metode je pogodna, jer predstavlja formalizovan zapis postupka koji se inače sprovodi kod intuitivnog rešavanja praktičnih problema. Formalizacija postupka omogućava njegovu automatizaciju, a u određenoj meri i eliminaciju subjektivnosti.

Metoda sume rangova je ekspertiska, a postupak njene primene sadrži sledeće korake:

1. izbor eksperata,
2. određivanje koeficijenta kompetencije svakog eksperta,
3. upoznavanje eksperata sa konkretnim problemom,
4. rangiranje varijanti od strane svakog eksperta,
5. izračunavanje zajedničkog ranga varijanti,
6. ocenu usaglašenosti eksperata,
7. diskusiju,
8. korake 4, 5, 6 i 7 koji se ponavljaju dok se ne dobije zadovoljavajuća usaglašenost.

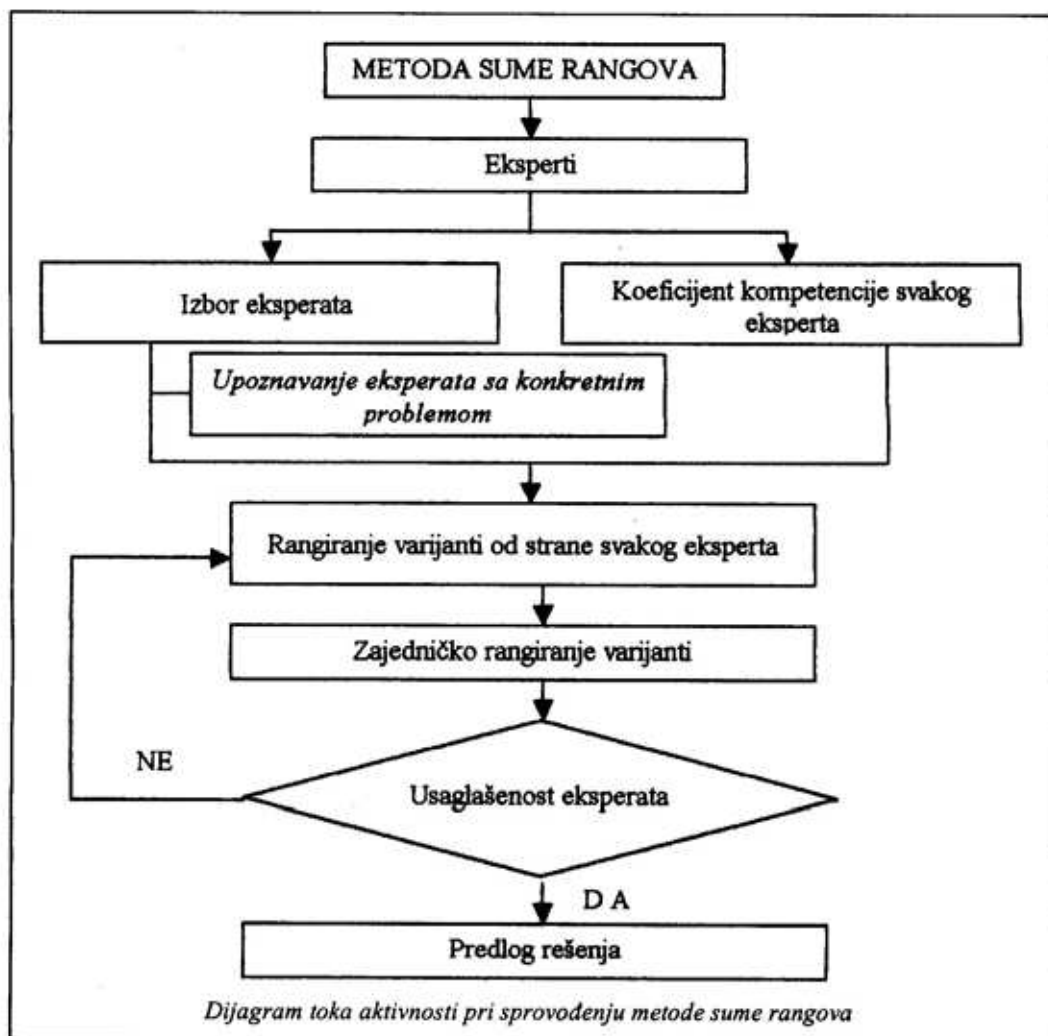
Izbor eksperata vrši se iz grupe eksperata koja postoji i na osnovu njihove želje da u ekspertizi učestvuju. U konkretnom slučaju to bi bili ljudi koji i inače taj posao rade, odnosno starešine iz sastava skladišta koje se raseljava.

Kada su ljudi koji učestvuju u rangiranju varijanti poznati, za njih je moguće unapred odrediti koeficijent kompetencije ponaosob. Karakteristike pomoću kojih se procenjuje kompetentnost eksperata, u osnovi su sledeće: profesionalna kompetencija, interes za rezultate ekspertize, lakoća kontaktiranja, objektivizam, originalnost mišljenja, stvaralačka mašta, kon-

formizam, znanje, rešavanje stvaralačkih problema, elastičnost, mudrost, tvrdoglavost, urođena agresivnost, samokritičnost, poznavanje stranih jezika itd. [1].

Merenje navedenih karakteristika predstavlja problem određivanja koeficijenta kompetencije, a izvršava se sopstvenom procenom eksperata, njihovom zajedničkom procenom i primenom dokumentarnih metoda. Primenjuju se i različite forme za određivanje koeficijenta kompetencije eksperata. *Koeficijent kompetencije eksperata* sastoji se od sopstvene procene, uzajamne procene, stepena poznavanja tematike i objektivnog koeficijenta kompetencije. *Sopstvena procena* predstavlja procenu stepena poznavanja problematike dotičnog eksperta koju on daje za sebe. *Uzajamna procena* predstavlja procenu stepena poznavanja problematike dotičnog eksperta koju daju drugi eksperti. *Stepen poznavanja tematike* predstavlja jačinu uticaja određenih izvora na mišljenje eksperata kao što su: izvršena teoretska analiza koju su uradili eksperti, praktično iskustvo eksperta, poznavanje radova domaćih autora, poznavanje radova inostranih autora, upoznatost autora sa stepenom razvoja radova u inostranstvu i intuicija eksperta. *Objektivni koeficijent kompetencije* predstavlja uvažavanje određenih objektivnih podataka. Individualne karakteristike eksperata koje je moguće uzeti u obzir su: titula i stepen naučnog zvanja, završene škole, radni staž, aktuelni položaj, obavljane dužnosti, objavljeni radovi, naučno-organizacioni rad, stručna aktivnost izvan radnog mesta i dobijena priznanja. U literaturi [2] detaljno je opisano određivanje koeficijenta kompetencije.





Upoznavanje eksperata sa konkretnim problemom odnosi se na njihovo upoznavanje sa varijantama koje se rangiraju. Ovaj korak nije uvek neophodan, jer su ljudi koji rade u skladištu uglavnom upoznati i sa varijantama i situacijom.

Svaki ekspert određuje rang varijanti prema sopstvenom mišljenju. Potrebno je uočiti da se za rangiranje varijanti ne definišu i formalizuju kriterijumi, ali to ne znači da oni ne postoje, već se samo

jedinstveno ne definišu i ne formalizuju. Svaki od eksperata utvrđuje za sebe sistem kriterijuma po kojima vrši rangiranje varijanti.

Pri određivanju ukupnog ranga varijanti  $r_{ij}$  uzima se u obzir pripadajući koeffcijent kompetencije  $K_j$  za svakog eksperta. Za svaku varijantu određuje se suma rangova svih eksperata  $\sum_{j=1}^n r_{ij} K_j$ . Varijante se rangiraju prema vrednosti sume

$\sum_{j=1}^n r_{ij} K_j$  tako da se rang uspostavlja od najmanje vrednosti do najveće, odnosno najviši rang ima varijanta za koju suma ima najmanju vrednost.

Da bi uspostavljeni rang varijanti bio validan neophodno je da među ekspertima postoji određen stepen saglasnosti. Ocena stepena saglasnosti eksperata vrši se određivanjem koeficijenta konkordacije.

Za izračunavanje koeficijenta konkordacije grupe od  $m$  eksperata najpre treba naći sumu rangova (ocena) varijanti dobijenu od svih eksperata, a zatim izračunati razliku te sume i srednje sume rangova:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}{n} \quad (1)$$

gde je  $a_{ij}$  srednja vrednost zbirnih rangova  $a_{ij} = \frac{1}{2} m(n+1)$ .

Posle toga vrši se izračunavanje sume kvadrata odstupanja  $S$  prema formuli:

$$S = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right]^2 \quad (2)$$

Suma kvadrata odstupanja  $S$  ima maksimalnu vrednost kada svi eksperti daju jednake ocene, to jest  $S_{\max} = \frac{1}{12} nm^2 (n^2 - 1)$

Koeficijent konkordacije [5] jednak je odnosu dobijene vrednosti  $S$  i njegove maksimalne vrednosti  $S_{\max}$  za datu

grupu od  $m$  eksperata i broj varijanti  $n$ , odnosno:

$$W = \frac{S}{S_{\max}} \quad (3)$$

Koeficijent konkordacije se menja u granicama od 0 do 1, pri čemu vrednost 1 znači da su svi eksperti dali iste ocene, a vrednost 0 znači da nema usaglašenosti među ekspertskim ocenama.

Ako se pojave isti rangovi za različite varijante onda koeficijent konkordacije iznosi:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} \left[ m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m (t_j^3 - t_j) \right]} \quad (4)$$

gde je  $t_j$  broj jednakih rangova u  $j$ -tom redu.

Pri izračunavanju koeficijenta konkordacije mogu se uzeti u obzir koeficijenti kompetencije eksperata  $K_j$ , uz uslov da je  $\sum K_j = 1$ , pri čemu se koeficijent konkordacije izračunava:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} \left[ m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j \right] \left[ \frac{\sum_{j=1}^m \beta_j}{m} \right]} \quad (5)$$

gde je:

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{i_j} t_j (t_j^2 - 1)$$

$t_j$  – broj podudarnih ocena  $j$ -tog eksperta,  
 $m$  – broj eksperata,  
 $n$  – broj varijanti,

$K_j$  – koeficijent kompetencije  $j$ -tog eksperta.

U slučajevima gde vrednost koeficijenta konkordacije ne zadovoljava pristupa se diskusiji. Postupak se nastavlja sve dok se ne dobije zadovoljavajuća vrednost koeficijenta konkordacije, odnosno saglasnost o rangovima varijanti.

Na dva jednostavna primera prikazana je metoda sume rangova.

#### Primer 1

Rang varijanti  $r_{ij}$  uzima u obzir pripadajući koeficijent kompetencije  $K_j$  za svakog eksperta. U tabeli 1 na numeričkom primeru prikazani su podaci o mišljenju koje su eksperti dali o lokacijama, i prikazani su rangovi dati za pojedine lokacije. Kod prikazanog primera najviši

rang ima lokacija  $L_3$  koja ima najmanju vrednost  $\sum_{j=1}^n r_{ij} K_j$ , a za tim slede objekti  $L_2, L_4, L_5$  i  $L_1$ .

Koeficijent konkordacije izračunava se na sledeći način:

$$a_{ij} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 6 = 15$$

$$S = [(15-15)^2 + (15-15)^2 + (15-15)^2 + (15-15)^2 + (15-15)^2] = [0+0+0+0+0]$$

$$S = 0$$

$$S_{\max} = \frac{1}{12} \cdot 5 \cdot 25 \cdot 24 = 5 \cdot 25 \cdot 2$$

$$S_{\max} = 250$$

$$W = \frac{S}{S_{\max}} = \frac{0}{250}$$

$$W = 0$$

Mišljenje eksperata o lokacijama i rangovi pojedinih lokacija

Tabela 1

Ekspert	Koeficijent kompet. $K_j$	Lokacije				
		$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$
$E_1$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij} K_1}$	0,67	1,34	2,01	2,68	3,35
$E_2$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij} K_2}$	1,42	2,13	2,84	3,55	0,71
$E_3$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij} K_3}$	1,77	2,36	2,95	0,59	1,18
$E_4$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij} K_4}$	3,52	4,4	0,88	1,76	2,64
$E_5$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij} K_5}$	4,5	0,90	1,8	2,7	3,6
$\sum_{j=1}^n r_{ij} K_j$		11,88	11,13	10,48	11,28	11,48

Mišljenje eksperata o lokacijama i rangovi pojedinih lokacija

Ekspert	Koeficijent kompet. $K_j$	Lokacije					
		$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	
$E_1$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij}K_1}$	0,63	2 1,26	1 0,63	3 1,89	4 2,52	5 3,15
$E_2$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij}K_2}$	0,79	1 0,79	2 1,58	5 3,95	4 3,16	3 2,37
$E_3$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij}K_3}$	0,55	1 0,55	2 1,1	3 1,65	5 2,75	4 2,2
$E_4$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij}K_4}$	0,83	1 0,83	2 1,66	3 2,49	5 4,15	4 3,32
$E_5$	$\frac{r_{ij}}{r_{ij}K_5}$	0,97	2 1,94	1 0,97	3 2,91	4 3,88	5 4,85
$\sum_{j=1}^n r_{ij}K_j$			5,37	5,94	12,89	16,9	15,89

U ovom primeru koeficijent konkordacije iznosi 0, što znači da nema usaglašenosti među ekspertskim ocenama, po redak navedenih varijanti nije konačan, tako da se pristupa diskusiji. Postupak će se ponavljati sve dok se ne dobije zadovoljavajući koeficijent konkordacije.

### Primer 2

Rang varijanti  $r_{ij}$  uzima u obzir pripadajući koeficijent kompetencije  $K_j$  za svakog eksperta, čije je poznavanje neophodno. U tabeli 2 prikazani su, preko primera, podaci o mišljenju koje su eksperti dali o lokacijama, i prikazani su rangovi dati za pojedine lokacije. Kod prikazanog primera najviši rang ima lo-

kacija  $L_1$  koja ima najmanju vrednost  $\sum_{j=1}^n r_{ij}K_j$ , a zatim slede lokacije  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_5$  i  $L_4$ .

Koeficijent konkordacije može se izračunati na sledeći način:

$$a_{ij} = \frac{1}{2}m(n+1) = \frac{1}{2} \cdot 5(5+1) = \frac{1}{2} \cdot 30 = 15$$

$$S = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2}m(n+1) \right]^2 = \\ = [(7-15)^2 + (8-15)^2 + (17-15)^2 + \\ + (22-15)^2 + (21-15)^2]$$

$$S = [64 + 49 + 4 + 49 + 36] =$$

$$= 64 + 49 + 4 + 49 + 36$$

$$S = 202$$

$$S_{\max} = \frac{1}{12}nm^2(n^2 - 1) = \frac{1}{12} \cdot 5 \cdot 5^2(5^2 - 1) =$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 5 \cdot 25 \cdot 24 = \frac{1}{12} \cdot 3000$$

$$S_{\max} = 250$$

$$W = \frac{S}{S_{\max}} = \frac{202}{250} = 0,808$$

U ovom primeru koeficijent konkordacije iznosi 0,808 i zadovoljava, tako da nije potrebno pristupiti diskusiji, a redosled navedenih varijanti je konačan.

Ovaj postupak može da se automatizuje (unapred pripremi), i u slučaju potrebe pretpostavljenom se stavlja na raspolaganje (brže se dolazi do elemenata za odlučivanje).

## Zaključak

Savremeni način vođenja rata nameće zahtev za efikasno obezbeđenje materijalnih sredstava od uništenja, kao i popunu jedinica materijalnim sredstvima. Da bi se materijalna sredstva sačuvala, veoma je bitno odrediti odgovarajuću lokaciju za formiranje poljskog skladišta, i odabrati odgovarajuća transportna sredstva kojima bi se na vreme izvršilo raseljavanje.

Donošenje odluke o izboru lokacije na koju će biti izvršeno raseljavanje, i izboru transportnih sredstava kojima će se raseljavanje izvršiti, kao i izboru jedne varijante od više predloženih mora biti

zasnovano na objektivnim činjenicama i merljivim pokazateljima.

Primenom metoda višekriterijumske optimizacije pri izboru lokacija i transportnih sredstava za raseljavanje materijalnih sredstava smanjuje se subjektivizam i olakšava rad donosioca odluke, preko analize većeg broja kriterijuma i predlogom jednog rešenja, čime se dolazi do dodatnih uslova za donošenje kvalitetivne odluke.

Ispoljavanje subjektivnosti donosioca odluke svodi se na tolerantnu meru time što su vrednosti kriterijuma razmatranih varijanti merljive veličine. Ovakav pristup ima svoju logiku i opravdanost, pogotovo što ne ograničava misaonu aktivnost i inventivnost donosioca odluke, nudeći objektivno rešenje, uz uvažavanje više kriterijuma koji su često međusobno zavisni. Međutim, ove metode zahtevaju dosta vremena za primenu, prvenstveno zbog prikupljanja ulaznih podataka. U uslovima kada je vreme ograničeno nužna je primena drugih metoda.

Veoma brzo i kvalitetno donošenje odluke postiže se primenom metode sume rangova, naročito u uslovima kada nema dovoljno vremena za donošenje odluke o izboru lokacije. Ova metoda pogodna je i zbog toga što je slična uobičajenom načinu rada, ali omogućava smanjenje subjektivnosti, automatizaciju postupka pomoći u odlučivanju, i njeni rezultati mogu biti ulazni podaci za raspored različitih vrsta materijalnih sredstava po lokacijama, kao i resursa po vrstama materijalnih sredstava i lokacijama.

Prikazana metodologija ukazuje na jedan do sada malo korišćen, ali zato veoma efikasan način rešavanja navedenih problema.

*Literatura:*

- [1] Mišković, V.; Milićević, M.; Stanojević, P.: Modeli ocenjivanja i rangiranja varijantnih rešenja organizaciono-tehno-loških sistema, *Vojnotehnički glasnik*, 2/2001.
- [2] Kodžopeljić, J.; Mišković V.; Milićević M.; Stanojević P.: Metodologija ocene i rangiranja sredstava naoružanja i vojne opreme u procesu opremanja VJ sredstvima naoružanja i vojne opreme, studija, TU GŠ VJ, Beograd, 1998.
- [3] Mišković, V.; Đukić, R.; Kerec, Z.: Izbor lokacije poljskog skladišta, *Vojnotehnički glasnik*, 1/1991.
- [4] Andrejić, M.; Stanojević, P.; Mišković, V.: Definisanje kriterijuma za izbor reiona razmeštaja tehničkih jedinica za održavanje, *Vojnotehnički glasnik*, 1/1996.
- [5] Belišev, S. D.; Gurvić, F. G.: Matematičko-statističke metode ekspertnih ocenok, *Statistika*, Moskva, 1980.
- [6] Starowicz, W.; Kolarić, N.: Prognoziranje i planiranje transporta metodama eksperata, deo I – opšte karakteristike metoda, *Železnica* 5-86.
- [7] Starowicz, W.; Kolarić, N.: Prognoziranje i planiranje transporta metodama eksperata, deo I – osnovni metodološki proces prognoze, *Železnica* 5-86.
- [8] Starowicz, W.; Kolarić, N.: Prognoziranje i planiranje transporta metodama eksperata, deo I – izbor eksperata i procena njihove kompetencije, *Železnica* 5-86.
- [9] Starowicz, W.; Kolarić, N.: Prognoziranje i planiranje transporta metodama eksperata, deo I – formalizacija i analiza informacija dobijenih od eksperata, *Železnica* 5-86.
- [10] Pravilo saobraćajne službe oružanih snaga, Saobraćajna uprava, 1985.