

## PRORAČUN SNAGA, SREDSTAVA I VREMENA ZA PREVOŽENJE MATERIJALNO-TEHNIČKIH SREDSTAVA

Mobilizacija svake ratne jedinice složen je proces. Taj proces se sastoji iz dosta velikog broja paralelnih, uzastopnih i međusobno zavisnih aktivnosti. Jedna od tih aktivnosti je izuzimanje i prevoženje materijalno-tehničkih sredstava (u daljem tekstu MTS) iz skladišta ratne rezerve (u daljem tekstu RR) na mobilizacijsko zorište (u daljem tekstu MZ).

Da bi omogućili uspešno izvršenje mobilizacije ratne jedinice, izuzimanje i prevoženje MTS iz skladišta RR na MZ mora biti usklađeno po mestu i vremenu sa izvršenjem ostalih mobilizacijskih aktivnosti. Pored toga, ta aktivnost treba da bude izvršena za što kraće vreme. Jer, u slučaju iznenadne agresije, MTS dok se nalaze u skladištu RR za nas predstavljaju osetljive, a za neprijatelja rentabilne objekte dejstva. Skladišta RR su objekti male otpornosti, koje je moguće uništiti sa malim aviosnagama. Uništenjem MTS, u skladištu RR, neprijatelj nam otežava i sprečava pravovremeno izvršenje mobilizacije.

Brzim izuzimanjem i prevoženjem MTS iz skladišta RR na MZ smanjujemo stepen osetljivosti tih sredstava i omogućavamo brzo spajanje ljudi i tehnike, odnosno ubrzavamo proces formiranja ratne jedinice i blagovremeno dovodimo tu jedinicu u stanje spremnosti za izvršavanje borbenih zadataka.

Sve to ukazuje na potrebu pronalaženja i korišćenja matematičkih proračuna koji treba da nam omoguće da u procesu planiranja mobilizacije odredimo optimalna rešenja za izuzimanje i prevoženje MTS iz skladišta RR na MZ.

U ovom radu dat je skup matematičkih formula koje određuju racionalna rešenja za sledeće veličine:

1) Broj vozila  $V$ , potrebnih za prevoženje MTS iz skladišta RR na MZ.

2) Broj ljudi LJ, potrebnih za utovar MTS u vozila, za obezbeđenje transporta i istovar MTS na rejonima razmeštaja osnovnih jedinica.

3) Vreme T, potrebno za izuzimanje MTS iz skladišta RR i prevoženje na MZ — na mesta odredišta osnovnih jedinica.

4) Vreme za koje će se produžiti izuzimanje MTS, ukoliko se ne dobije procenjen broj vozila već neki manji broj.

Dakle, u predloženim formulama, a za navedene veličine ne dobijaju se optimalna rešenja, već uslovno nazvana racionalna rešenja. Pod racionalnim rešenjem podrazumevamo rešenje dovoljno blisko optimalnom, ali čije odstupanje od optimalnog rešenja ne možemo objektivno da merimo. Racionalna rešenja za date uslove i prirodu zadatka jesu sledeća:

1.1) Da broj vozila V bude dovoljan da se bez prekida vrši utovar MTS na otvorima magacina RR, jer se time postiže minimalno vreme T, ali da vozila ne čekaju u velikim redovima za utovar.

2.1) Da broj ljudi LJ bude dovoljan i pogodno raspoređen da u što kraćem vremenu utovari jedan kamion-teret, da obezbedi transport i da ga istovari, kao i da održava kontinuiran proces izuzimanja i prevoženja MTS u celini.

3.1) Da vreme T za koje se vrši izuzimanje i prevoženje MTS bude minimalno.

4.1) Ako se ne dobije procenjeni broj vozila V, već broj manji od toga, tada se daje vreme za koje se produžava izuzimanje i prevoženje MTS.

Pri ovome smo podrazumevali da se broj ljudi LJ može uvek obezbediti onoliko koliko se planira.

Pretpostavljamo da rukovalac magacina može da izvrši procenu broja kamion-tereta potrebnih za izuzimanje svih MTS iz tog magacina. Kamion-teret je količina MTS koja se može utovariti i prevoziti jednim vozilom. Broj kamion-tereta ne zavisi samo od težine MTS koja treba prevesti i nosivosti vozila koja će biti angažovana za prevoženje, već i od vrste MTS, načina pakovanja, kvaliteta puta i drugih uslova. Dakle, kamion-teret je relativna mera. Tako, na primer, kamion-teret za vozilo iste nosivosti može biti veće ili manje težine: 2, 3 ili 4 tone.

Neka dato skladište RR ima n magacina, i to  $M_1, M_2 \dots, M_s \dots, M_n$ .

Svaki magacin ima izvestan broj otvora, koji su u opštem slučaju različite veličine, prema tome i različite propusne moći. Neka

magacin  $M_1$  ima  $m_1$  otvora, magacin  $M_2$  neka ima  $m_2$  otvora, i tako dalje, neka magacin  $M_s$  ima  $m_s$  otvora, a magacin  $M_n$  neka ima  $m_n$  otvora.

Posmatrajmo bilo koji magacin  $M_s$  sa njegovih  $m_s$  otvora.

Polazna osnova je otvor na magacinu i za njega treba da nađemo rešenje za sva prethodna pitanja, a sve je potčinjeno zahtevu da utovar na otvoru bude neprekidan.

Pre nego što pristupimo izlaganju napred navedenih proračuna izložićemo način kako bi trebalo razmestiti MTS u magacinu RR, jer i taj razmeštaj ima uticaj na vreme trajanja prevoženja i na broj vozila koje treba angažovati za prevoženje.

#### RAZMEŠTAJ MTS U MAGACINU RR

Propusnu moć otvora merimo vremenom potrebnim za utovar jednog kamiona tereta i ona je obrnuto srazmerna ovom vremenu.

Razmeštaj MTS iz magacina na otvore vršićemo po formuli:

$$(a) \text{ Broj kamion-tereta na otvoru} = \frac{\text{Broj kamion-tereta u magacinu}}{\text{Broj otvora na magacinu}}$$

Srednje vreme utovara na otvorima magacina

Vreme utovara na tom otvoru

Na desnoj strani jednačine (a) uzima se prvi ceo broj čija je vrednost bliža vrednosti dobijenog razlomka.

Ovakvim rasporedom MTS na otvore magacina postiže se da ukoliko utovar na svim otvorima tog magacina otpočne istovremeno, približno će se istovremeno i završiti izuzimanje MTS sa svih otvora magacina.

Formula (a) u skraćenom matematičkom obliku

$$(a.1) \text{ glasi: } K_{sj} = \left\{ \frac{K_s}{m_s} * \frac{T_u^s}{T_{uj}} \right\}$$

U formuli (a.1) upotrebljavani simboli imaju sledeće značenje:

1<sup>o</sup>  $j$  je redni broj otvora za utovar na magacinu; kod različitih magacina kreće se u različitim razmacima, od 1 do  $m_s$ .

2<sup>o</sup>  $s$  je redni broj magacina u skladištu RR i kreće se u razmaku od 1 do  $n$ .

3<sup>o</sup>  $n$  je broj magacina u skladištu i to je data veličina.

4<sup>o</sup>  $K_{sj}$  je broj kamion-tereta na  $j$ -tom otvoru  $s$ -tog magacina i određuje se po formuli (a.1.).

5<sup>o</sup>  $K_s$  je broj kamion-tereta u magacinu  $M_s$  i određuje se iskustveno.



6<sup>o</sup>  $m_s$  je broj otvora na magacinu  $M_s$  i to je data veličina.

7<sup>o</sup>  $T_{uj}$  je vreme utovara jednog kamion-tereta na j-tom otvoru magacina  $M_s$  i određuje se kao aritmetička sredina vremena utovara, pod uslovom da smo sva MTS iz tog magacina utovarivali na j-tom otvoru, tj.

$$(a.1.1.) \quad T_{uj} = \frac{T_{uj1} + T_{uj2} + T_{uj3} \dots + T_{ujks}}{K_s} \quad \text{jer je}$$

procenjeno da u magacinu  $M_s$  ima  $K_s$  kamion-tereta.

8<sup>o</sup>  $T_u^s$  je prosečno vreme utovara kamion-tereta na svim otvorima magacina  $M_s$  i određuje se kao aritmetička sredina vremena utovarana na svim  $m_s$  otvorima magacina, tj.

$$(a.1.2.) \quad T_u^s = \frac{T_{u1} + T_{u2} + \dots + T_{um_s}}{m_s} \quad \text{Znači } T_u^s \text{ je prosek proseka.}$$

9<sup>o</sup>  $T_{uj1}$ ,  $T_{uj2}$ , itd. su vremena utovara prvog, drugog i tako dalje kamion-tereta na j-tom otvoru magacina  $M_s$ .

Treći indeks označava redni broj kamion-tereta utovarenog na tom otvoru. Ovi simboli korišćeni su u formuli (a.1.1.).

$$10^0 \left\{ \frac{K_s}{M_s} \times \frac{T_u^s}{T_{uj}} \right\} \quad \text{označava da se vrednost}$$

razlomka u ovoj zagradi zaokružuje na prvi bliži ceo broj.

11<sup>o</sup> Zvezdica \* znači znak računске radnje množenja i u tom značenju će se koristiti i u daljem tekstu.

## I. BROJ VOZILA POTREBNIH ZA EVAKUACIJU MTS

a) *Za otvor magacina:*

(1.1.) Broj vozila za otvor = Vreme odlaska vozila +  
Vreme utovara vozila na

Vreme istovar vozila + Vreme povratka vozila + 1, ako je  
na otvoru

izraz u pravougaonoj zagradi uvećan za 1 manji od broja kamion-tereta na tom otvoru magacina;

ili

(1.1.) Broj vozila za otvor = Broju kamion-tereta na otvoru magacina, ako je izraz u pravougaonoj zagradi uvećan za 1, veći ili jednak od broja kamion-tereta na otvoru magacina.

Izraz u pravougaonoj zagradi može se računati na dva načina, i to:

1<sup>o</sup>) Da se zaokružjenje vrši ka prvom celom broju, većem ili jednakom od razlomka u zagradi. Pri ovakvom zaokružjenju otvori će biti uvek zaposleni evakuacijom MTS, ali će se pojaviti izvesni redovi slobodnih vozila koja čekaju na utovar.

2<sup>o</sup>) Da se zaokružjenje vrši ka prvom celom broju čija je vrednost bliža vrednosti razlomka u pravougaonoj zagradi. Pri ovakvom zaokružjenju treba očekivati da će na nekim otvorima magacina biti redova slobodnih vozila, dok će na pojedinim otvorima doći do prekida utovara, zbog nedostatka vozila. Ako bi ipak planer prišao ovakvom načinu proračuna, koji je ekonomičniji u pogledu zahtevanog broja vozila, tada bi trebalo za svaki magacin predvideti jednog distributera koji bi blagovremeno raspoređivao slobodna vozila na otvore koji su bez vozila. Taj distributer bi unapred trebalo dobro da poznaje razmeštaj MTS po otvorima i po jedinicama, kao i šemu rejonu razmeštaja osnovnih jedinica da bi blagovremeno obavestio posadu vozila za koju jedinicu vrši novi utovar i gde će to transportovati. Distribuciju treba tako razraditi da ne dođe do prekida u utovaru na bilo kom otvoru magacina, jer to obezbeđuje postizanje minimalnog vremena T za koje će se izvršiti ukupno izuzimanje i prevoženje MTS na MZ.

Jednakosti (1.1) u skraćenom matematičkom obliku, a za j-ti otvor magacina  $M_s$ , glase:

$$(1.1.1) \quad V_{sj} = \left[ \frac{T_{oj} + T_{ij} + T_{pj}}{T_{uj}} \right] + 1, \text{ ako je } \left[ \frac{T_{oj} + T_{ij} + T_{pj}}{T_{uj}} \right] + 1 < K_{sj}$$

$$V_{sj} = K_{sj} \text{ ako je } \left[ \frac{T_{oj} + T_{ij} + T_{pj}}{T_{uj}} \right] + 1 \geq K_{sj}$$

b) Za magacin:

(1.2) Broj vozila za magacin = zbiru broja vozila potrebnih za svaki otvor tog magacina.

U matematičkom obliku jednačina (1.2), a za magacin  $M_s$  koji ima  $m_s$  otvora, glasi:

$$(1.2.1) \quad V_s = \sum_{j=1}^{m_s} V_{sj}$$

c) Za skladište RR:

(1.3) Broj vozila za skladište = zbiru broja vozila potrebnih za svaki magacin tog skladišta.

U matematičkom obliku jednačina (1.3), a za skladište RR koje se sastoji iz n magacina  $M_1, M_2, \dots, M_s, \dots, M_n$ , glasi:

$$(1.3.1) \quad V = \sum_{s=1}^n V_s$$

U formulama (1.1.1), (1.2.1) i (1.3.1) upotrebljavani simboli imaju sledeće značenje:

1<sup>o</sup>  $T_{oj}$  je vreme odlaska punog vozila sa j-tog otvora do odgovarajućeg mesta istovara, a određuje se kao aritmetička sredina vremena odlaska sa j-tog otvora napunjenih vozila svih MTS iz magacina  $M_s$  do rejonu razmeštaja osnovnih jedinica, tj.

$$(1.4) \quad T_{oj} = \frac{T_{oj1} + T_{oj2} + \dots + T_{oj} K_s}{K_s} \quad \text{gde treći}$$

indeksi kod sabiraka u broiocu označavaju redni broj kamion-tereta, odvezenog sa j-tog otvora.

2<sup>o</sup>  $T_{ij}$  je vreme istovara punog vozila, dopremljenog sa j-tog otvora, a određuje se na sličan način i iz jednakih razloga kao  $T_{oj}$ , tj.

$$\text{po formuli: } T_{ij} = \frac{T_{ij1} + T_{ij2} + \dots + T_{ij} K_s}{K_s} \quad \text{gde}$$

(1.5)

treći indeksi takođe označavaju redni broj kamion-tereta koji su utovareni na j-tom otvoru i istovareni na rejonima razmeštaja osnovnih jedinica.

3<sup>o</sup>  $T_{pj}$  je vreme povratka praznog vozila od mesta istovara do j-tog otvora magacina  $M_s$  i na sličan način se određuje po formuli:

$$(1.6) \quad T_{pj} = \frac{T_{pj1} + T_{pj2} + \dots + T_{pj} K_s}{K_s} \quad \text{gde treći indeksi}$$

kod sabiraka u broiocu označavaju redni broj kamion-tereta koji su napunjeni na j-tom otvoru i istovareni.

4<sup>o</sup>  $V_s$  je broj vozila potrebnih za j-ti otvor magacina  $M_s$ , a određuje se po formuli (1.1.1).

5<sup>o</sup>  $V_s$  je broj vozila potrebnih za magacin  $M_s$ , a određuje se po formuli (1.2.1).

6<sup>o</sup>  $V$  je broj vozila potrebnih za skladište RR u celini, a određuje se po formuli (1.3.1).

Svi ostali korišćeni simboli imaju značenja unapred data i dobijaju se na već navedene načine.



## II. BROJ LJUDI POTREBNIH ZA IZUZIMANJE I PREVOŽENJE MTS

(2.) Broj ljudi za skladište =  $a$  \* zbir svih otvora na svim magacinima skladišta +  $(b+2)$  \* broj potrebnih vozila za skladište +  $c$  \* broj rejonov razmeštaja osnovnih jedinica. Formula (2.) za broj ljudi potrebnih za skladište u skraćenom matematičkom obliku, glasi:

$$(2.1) \quad L_j = a * \sum_{s=1}^u m_s + (b+2) * V + c * R$$

U formuli (2.1) novokorišćeni simboli imaju sledeće značenje:

1<sup>o</sup>  $L_j$  je broj ljudstva (vojnika) koji će izvršiti izuzimanje MTS iz skladišta RR. Određuje se po formuli (2.1).

2<sup>o</sup>  $a$  je broj ljudi koji za najkraće vreme utovare jedan kamion-teret na otvoru magacina. Do ovog broja dolazi se iskustveno.

3<sup>o</sup>  $b$  je broj ljudi potrebnih za pratnju i obezbeđenje jednog vozila. Do ovog broja takođe se dolazi iskustveno.

Ovde je uračunato dva puta više vozača od broja potrebnih vozila, tj.  $2V$  (zbog toga je u zagradi činilac  $b+2$ ).

4<sup>o</sup>  $c$  je broj ljudi potrebnih za istovar MTS na rejonima razmeštaja osnovne jedinice i za obezbeđenje tih sredstava. Do ovog koeficijenta dolazi se takođe iskustveno.

5<sup>o</sup>  $R$  je broj rejonov razmeštaja osnovnih jedinica. To je data veličina.

## III. VREME POTREBNO ZA IZUZIMANJE MTS IZ SKLADIŠTA RR

a) *Vreme potrebno za otvor magacina:*

(3.1)

Vreme potrebno za otvor = Vreme utovara 1 kamion-tereta \* broj kamion-tereta na tom otvoru + maksimalna vrednost od zbira vremena odlaska punog vozila sa tog otvora i vremena istovara tog vozila.

Matematički oblik formule (3.1) glasi:

$$(3.1.1) \quad t_{sj} = T_{uj} * K_{sj} + \max (T_{oj} + T_{ij})$$

Simbol  $t_{sj}$  je vreme trajanja izuzimanja MTS sa  $j$ -tog otvora  $s$ -tog magacina.

b) *Vreme potrebno za evakuaciju MTS iz magacina:*

(3.2) Vreme potrebno za magacin = maksimalnom vremenu iz skupa vremena potrebnih za izuzimanje MTS na otvorima magacina. Formula (3.2) u matematičkom obliku glasi:

$$(3.2.1) \quad t_s = \max (t_{s1}, t_{s2}, t_{s3}, \dots, t_{sm_s})$$

Simbol  $t_s$  predstavlja vreme za koje će se završiti izuzimanje i prevoženje MTS iz magacina  $M_s$  na MZ.

c) *Vreme potrebno za izuzimanje MTS iz skladišta RR:*

(3.3) Vreme potrebno za skladište = maksimalnom vremenu iz skupa vremena potrebnih za izuzimanje pojedinih magacina.

Formula (3.3) u matematičkom obliku glasi:

(3.3.1)  $T = \max (t_1, t_2, t_3, \dots, t_n)$ , gde korišćeni simboli znače:

1<sup>0</sup>  $T$  je vreme potrebno za evakuisanje MTS iz celog skladišta RR.

2<sup>0</sup>  $t_1$  je vreme potrebno za izuzimanje i prevoženje MTS iz magacina  $M_1$ .

3<sup>0</sup>  $t_2$  je vreme potrebno za izuzimanje i prevoženje MTS iz magacina  $M_2$ . itd.

$(n+1)^0$   $t_n$  je vreme potrebno za izuzimanje i prevoženje MTS iz magacina  $M_n$ .

Prema tome, potrebno je prvo odrediti vreme trajanja evakuisanja MTS iz svih  $n$  magacina i uzeti najveću od  $n$  dobijenih vrednosti.

#### IV. ODREĐIVANJE VREMENA ZA KOLIKO ĆE SE PRODUŽITI IZUZIMANJE MTS NA OTVORU MAGACINA UKOLIKO SE DOBIJE MANJI BROJ VOZILA OD PLANIRANOG

Ako umesto procenjenog broja vozila za  $j$ -ti otvor magacina  $M_s$ , tj. umesto broja  $V_{sj}$ , izračunatog po formuli (1.1.1), dobijemo manji broj, na primer,  $D_{sj}$ , gde je  $D_{sj} < V_{sj}$ , tada će otvor ostati bez utovara — prekid u utovaru trajaće  $(V_{sj} - D_{sj}) * T_{uj}$  do ponovnog dolaska vozila koja su već otpremila do tada utovarena MTS.

Kako je sa manje dobijenim brojem vozila  $D_{sj}$  potrebno veći broj puta doći sa vozilom na utovar pred otvor magacina, upravo



onoliko puta koliko se dobijeni broj vozila  $D_{sj}$  sadrži u broju kamion-tereta za taj otvor  $K_{sj}$ , tj.  $\frac{K_{sj}}{D_{sj}}$  puta će svako vozilo na tom otvoru biti utovareno sa MTS i otpremljeno u rejone razmeštaja osnovnih jedinica.

Zato ukupno vreme za koje će trajati izuzimanje planiranih kamion-tereta MTS na j-tom otvoru s-tog magacina, sa smanjenim brojem vozila  $D_{sj}$ , iznosi:

(4.1) Vreme potrebno za otvor sa novim brojem vozila = Vreme utovara kamion-tereta na otvoru \*  $\frac{\text{Ranije planirani broj vozila}}{\text{Novo dobijeni broj vozila}}$

\* broj kamion-tereta na tom otvoru — Ranije planirani broj vozila. + Novodobijeni broj vozila) + maksimalan zbir vremena odlaska punog vozila sa tog otvora i vremena istovara tog vozila.

(4.1.1) Formula (4.1) u skraćenom matematičkom obliku glasi:

$$t'_{sj} = T_{uj} * \left( \frac{V_{sj}}{D_{sj}} * K_{sj} - V_{sj} + D_{sj} \right) + \max (T_{oj} + T_{ij})$$

Upotrebljeni novi simboli imaju značenje:

1<sup>o</sup>  $t'_{sj}$  je vreme za koje će se završiti izuzimanje planiranih MTS na j-tom otvoru magacina  $M_s$  sa novodobijenim brojem vozila  $D_{sj}$ .

2<sup>o</sup>  $D_{sj}$  je broj vozila koji smo dobili za prevoženje MTS sa j-tog otvora magacina  $M_s$ .

(4.2) Vreme za koje će se produžiti izuzimanje MTS na j-tom otvoru magacina  $M_s$  = Vreme utovara na tom otvoru \*  $\frac{\text{Broj ranije procenjenih vozila za otvor}}{\text{Broj ranije dobijenih vozila za otvor}}$

— 1) — Broj ranije procenjenih vozila za otvor + Broj dobijenih vozila za otvor).

Formula (4.2) u matematičkom obliku glasi:

$$(4.2.1) \quad (t'_{sj} - t_{sj}) = T_{uj} * \left( K_{sj} * \frac{V_{sj}}{D_{sj}} - K_{sj} - V_{sj} + D_{sj} \right).$$

Leva strana formule (4.2.1), tj. izraz  $(t'_{sj} - t_{sj})$  označava simbolički vreme za koje se produžava izuzimanje MTS na j-tom otvoru magacina  $M_s$  ako se dobije manji broj vozila  $D_{sj}$  umesto ranije procenjenog broja  $V_{sj}$ .

Svi ostali upotrebljavani simboli imaju ranije data značenja.

Kad se određuje novo vreme za koje će se završiti izuzimanje MTS iz celog magacina i iz skladišta, onda treba izračunati vremena za sve otvore magacina, po formuli (4.1) i naći njihovu najveću vred-

nost, a zatim za tako dobijena vremena za svaki magacin odrediti njihovu najveću vrednost koja će predstavljati vreme izuzimanja MTS iz skladišta, sa dobijenim brojem vozila.

Uzmimo jedan proizvoljan primer, neka se skladište RR-a sastoji iz 2 magacina  $M_1$  i  $M_2$  i za njega izvršimo napred navedene proračune.

Magacin  $M_1$  ima 5 otvora, od kojih dvojica vrata jednakih veličina i tri prozora međusobno jednakih veličina. U magacinu je procenjeno da se nalazi 63 kamion-tereta MTS-a, koja treba evakuisati. Iskustvom je ustanovljeno da se jedan kamion-teret utovari na vratima za 20', a na prozorima za 30'.

Magacin  $M_2$  ima 2 otvora jednake propusne moći i procenjeno je da sadrži 40 kamion-tereta MTS. Utovar jednog kamion-tereta na otvoru traje 20'.

Razmeštaj MTS u magacinima na otvore izvršiti prema propusnoj moći otvora i prema jedinicama kojima su namenjena.

U magacinu  $M_1$  sa  $j=1, 2, 3$  obeležimo prozore, polazeći od utvrđenog ugla magacina, a sa  $j=4, 5$  obeležimo odgovarajuća vrata u istom smeru, iako se između dva otvora koji predstavljaju prozore najčešće nalaze po jedna ili više vrata. Znači, redosled indeksa otvora je uslovan i on u opštem slučaju ne mora da odgovara redosledu tih otvora na magacinu.

$K_1 = 63$  kamion-tereta u magacinu  $M_1$ ;

$T_{u1} = 30'$ ,  $T_{u2} = 30'$ ,  $T_{u3} = 30'$ ,  $T_{u4} = 20'$  i  $T_{u5} = 20'$  su vremena utovara jednog kamiona-tereta na odgovarajućim otvorima.

$$T_u^1 = \frac{3 * 30 + 2 * 20}{5} = 26', \text{ ovo je srednje vreme utovara na svim}$$

otvorima magacina  $M_1$ , inače izračunato po formuli (a.1.2.). Primenjujući formulu (a.1) na date uslove, dobijamo

$$K_{11} \approx K_{12} \approx K_{13} \approx \left\{ \frac{63}{5} * \frac{26}{30} \right\} \approx 11$$

$$K_{14} \approx K_{15} \approx \left\{ \frac{63}{5} * \frac{26}{20} \right\} = 16.$$

Kako imamo 63 kamion-tereta, to ćemo na otvore izvršiti sledeći razmeštaj MTS:  $K_{11}=11$ ,  $K_{12}=10$ ,  $K_{13}=10$ ,  $K_{14}=16$ ,  $K_{15}=16$ .

Ovo su brojevi kamion-tereta, razmeštenih na otvore čiji je redosled označen drugim indeksima.

U magacinu  $M_2$  ima  $K_2 = 40$  kamion-tereta i dva otvora  $j = 1$  i  $j = 2$  jednake propusne noći sa  $T_{u1} = 20'$  i  $T_{u2} = 20'$ , pa je  $i$  i  $T_u^2 = \frac{20+20}{2} = 20'$ . Razmeštaj MTS je jednostavniji i dobija se po iz-

$$\text{razu } K_{21} = K_{22} = \left\{ \frac{40}{2} \right\} = \left\{ \frac{40}{2} * \frac{20}{20} \right\} = 20', \text{ znači } K_{21} = 20 \text{ i } K_{22} =$$

$= 20$  su broj kamion-tereta na otvorima magacina  $M_2$ .

I. Kad je izvršen razmeštaj MTS na pojedine otvore magacina, a time i za pojedine jedinice, uzimajući u obzir rejone razmeštaja osnovnih jedinica i druge komunikacione uslove, iskustveno se procenjuju vremena odlaska napunjenih vozila sa pojedinih otvora, vremena istovara MTS i vremena povratka praznih vozila do otvora magacina. Neka su redom za otvore magacina  $M_1$  te vrednosti sledeće:

$$(T_{01}=40', T_{11}=20', T_{p1}=35'), (T_{02}=30', T_{12}=20', T_{p2}=25'),$$

$$(T_{03}=30', T_{13}=20', T_{p3}=25'), (T_{04}=50', T_{14}=20', T_{p4}=45') \text{ i}$$

$(T_{05}=45', T_{15}=20', T_{p5}=40')$ . Odredimo broj potrebnih vozila za pojedine otvore po formuli (1.1.1):

$$V_{11} = \left[ \frac{40+20+35}{30} \right] + 1 = \left[ \frac{95}{30} \right] + 1 = 4; \quad V_{12} = \left[ \frac{30+20+25}{30} \right] + 1 = \\ = \left[ \frac{75}{30} \right] + 1 = 4;$$

$$V_{13} = \left[ \frac{30+20+25}{30} \right] + 1 = \left[ \frac{75}{30} \right] + 1 = 4; \quad V_{14} = \left[ \frac{50+20+45}{20} \right] + 1 = \\ = \left[ \frac{115}{20} \right] + 1 = 7 \text{ i } V_{15} = \left[ \frac{45+20+40}{20} \right] + 1 = \left[ \frac{105}{20} \right] + 1 = 6.$$

Po formuli (1.2.1) ukupan broj vozila potrebnih za magacin  $M_1$  jeste  $V_1 = 4+4+4+7+6 = 25$ .

Procenjena vremena odlaska punih vozila, istovara i povratka praznih vozila kod magacina  $M_2$  neka su sledeće vrednosti:  $(T_{o1} = 40', T_{i1} = 20', T_{p1} = 35')$  i  $(T_{o2} = 50', T_{i2} = 20', T_{p2} = 45')$ . Po formuli (1.1.1) broj potrebnih vozila za pojedine otvore magacina  $M_2$  jeste:

$$V_{21} = \left[ \frac{40+20+35}{20} \right] + 1 = \left[ \frac{95}{20} \right] + 1 = 6 \text{ i } V_{22} = \left[ \frac{50+20+45}{20} \right] + 1 = \\ = \left[ \frac{115}{20} \right] + 1 = 7.$$

Po formuli (1.2.1) broj vozila za magacin  $M_2$  jeste  $V_2 = 6+7 = 13$ .

Po formuli (1.3.1) broj potrebnih vozila za skladište RR jeste

$$V = V_1 + V_2 = 25 + 13 = 38.$$

II. Što se tiče broja ljudstva potrebnog za izuzimanje i prevoženje MTS, neka je, na primer, iskustveno ustanovljeno da je za svaki otvor



na magacinu u proseku potrebno 6 ljudi, tj.  $a=6$ , neka je za pratnju i obezbeđenje potrebno po 2 vojnika, tj.  $b=2$ , neka je na svakom rejonu razmeštaja za istovar MTS potrebno po 4 vojnika ( $c=4$ ) i neka, na primer, imamo 11 rejona razmeštaja osnovnih jedinica, tj.  $R=11$ . Tada po formuli (2.1) broj potrebnog ljudstva biće jednak:

$$LJ=6 \cdot 7 + (2+2) \cdot 38 + 4 \cdot 11; \quad LJ=42 + 152 + 44 = 238; \quad LJ=238.$$

III. Vremena potrebna za izuzimanje MTS na pojedinim otvorima magacina, dobijaju se po formuli (3.1.1), i to:

$$\begin{aligned} \text{Za magacin } M_1: \quad t_{11} &= 30' \cdot 11 + (40' + 20') = 330' + 60' = 390' = 6^h30', \\ t_{12} &= 30' \cdot 10 + (30' + 20') = 300' + 50' = 350' = 6^h50', \\ t_{13} &= 30' \cdot 10 + (30' + 20') = 300' + 50' = 350' = 5^h50', \\ t_{14} &= 20' \cdot 16 + (50' + 20') = 320' + 50' = 390' = 6^h30' \quad i \\ t_{15} &= 20' \cdot 16 + (45' + 20') = 320' + 45' = 385' = 6^h25'. \end{aligned}$$

Vreme potrebno za izuzimanje MTS iz magacina  $M_1$  dobija se po formuli (3.2.1) :  $t_1 = \max(390', 350', 350', 390', 385') = 390' = 6^h30'$ .

$$\begin{aligned} \text{Za magacin } M_2: \quad t_{21} &= 20' \cdot 20 + (40' + 20') = 400' + 60' = 460' = 7^h40' \quad i \\ t_{22} &= 20' \cdot 20 + (50' + 20') = 400' + 70' = 470' = 7^h50'. \end{aligned}$$

Vreme potrebno za izuzimanje MTS iz magacina  $M_2$  jeste:

$$t_2 = \max(460', 470') = 470' = 7^h50'.$$

Vreme potrebno za izuzimanje MTS iz skladišta RR dobija se po formuli (3.3.1):

$$\begin{aligned} T &= \max(390', 470') = 470' = 7^h50', \\ T &= 7^h50'. \end{aligned}$$

IV. Ako se, na primer, na prvom otvoru  $j = 1$ , magacina  $M_1$  ne dobije 4 vozila koliko je ocenjeno da je potrebno ( $V_{11} = 4$ ), već se dobije samo 3 vozila, tj.  $D_{11} = 3$ , tada će se vreme izuzimanja MTS na tom otvoru produžiti za  $(t'_{11} - t_{11})$  određenu po formuli (4.2.1), tj.

$$(t'_{11} - t_{11}) = 30' \cdot \left( 11 \cdot \frac{4}{3} - 11 - 4 + 3 \right) = 30' \cdot (14,67 - 12) = 30' \cdot 2,67$$

$$(t'_{11} - t_{11}) = 80,1' = 1^h20'.$$

Znači da će se na tom otvoru izuzimanje planiranih MTS produžiti za  $1^h$  i  $20'$ .

Iako napred predloženi izrazi za procenu navedenih veličina nisu po svom obliku dovoljno jednostavni, »nezgrapni« su zbog opterećenja navedenih indeksa otvora magacina i indeksa samih magacina, ipak realizacija samih izraza zahteva samo četiri osnovne računске operacije, pa zato smatram da će moći s tog stanovišta imati praktičnu vrednost.

Mr Radič VUČIČEVIĆ, dipl. mat.