Pristup određivanju resursa za snabdevanje TMS u borbi

Pri određivanju resursa za snabdevanje jedinica-potrošača TMS u borbi izdvajaju se dva osnovna problema: prognoza utroška sredstava u vremenu i usklađivanje intervala strpljivosti potrošača, do realizacije popune. Pri prognoziranju utroška za karakteristične situacije izrađuju se taktički modeli, simuliraju borbena dejstva, statistički obrađuju izlazi i vrši analiza zahteva. Ovako ocenjeni zahtevi, uz ocene taktičkih, organizacionih, tehnoloških i drugih faktora jesu osnova za određivanje resursa, za željenu pouzdanost realizacije zadataka snabdevanja potrošača TMS u borbenim dejstvima.

Uvod

Osnovni zahtev koji realizatori snabdevanja tehničkim materijalnim sredstvima jedinica u borbi treba da zadovolje jeste pouzdana popuna potrošača potrebnim količinama i asortimanom TMS, na datom prostoru i u vremenu, kako bi se omogućilo uspešno izvršavanje borbenih zadataka. Podrazumeva se uspostava neophodnih tokova informacija i materijala, uz mogućnost preostrojanja organizacije kad dođe do narušavanja tokova usled dejstva okruženja. U tom smislu, određivanje adekvatnih resursa za snabdevanje je značajno, kako sa aspekta pouzdanosti izvršenja zadataka, tako i u smislu optimalnosti sistema.

Prognoza utroška TMS u borbenim dejstvima, koja se karakterišu slučajnim procesima, jedan je od većih problema pri traženju odgovora na pitanje kako odrediti resurse za sistem snabdevanja. Kao jedna od mogućnosti za pouzdanije prognoziranje u novije vreme koristi se modeliranje karakterističnih borbenih dejstava i simulaciju na računaru. Pri gradnji simulacionih modela koriste se iskustva iz savremenih borbenih dejstava i znanja eksperata iz ratne veštine, operacionih istraživanja i drugih oblasti.

Biće prikazana i mogućnost određivanja resursa za snabdevanje muni-

cijom, gde je polazište izrada simulacionog modela za karakteristična borbena dejstva, provera modela i dobijanje vremenske slike stanja utroška municije. Pri izradi modela sistemskim pristupom formalizovani su uticajni faktori i uslovi izvođenja dejstava karakterističnih za trošenje municije. Na osnovu dinamičkog modela borbenih dejstava i modela za kvantifikaciju utroška municije, dobijene su vremenske slike stanja.

Za konkretni primer, definisani su parametri, varijable i funkcije, izvršene simulacije i provere modela i rezultata, dobijene krive utroška i, na osnovu izlaza, određeni resursi za snabdevanje potrošača municijom.

Modeliranje dinamike dejstava i kvantifikacija utroška municije

Priroda problema, bez obzira na definisana ograničenja, podrazumeva izgradnju modela sa mogućnostima obuhvata širokog spektra uticajnih faktora u slučajnim procesima koji se odvijaju tokom borbenih dejstava. Sa druge strane, modeli treba da omoguće da se za svaki konkretni eksperiment može definisati konačan skup parametara, varijabli i funkcija, kojima se definiše ulaz, tako da se u širini spektra ne

izgube značajne informacije o ponašanju realnog sistema. Postupak, modeliranja za definisani problem obuhvata kreiranje dva modela: dinamike borbenih dejstava i modela kvantifikacije utroška municije u vremenu.

Kreiranje simulacionog modela borbenih dejstava realizuje se kroz preslikavanje složenih procesa koji se realizuju u realnom sistemu na slučajan način, u modele za simulaciju pomoću elektronskog računara. Pri tome se mogu koristiti pretpostavke saznavno-teoretskog karaktera, dobijene na osnovu taktičkog učenja, fizičkih modela i matematičkih modela različitog tipa.

Formalizacija realnih procesa provodi se u skladu sa spoznavno-teoretskim pretpostavkama, a modeli treba da omoguće preslikavanje svih karakterističnih tipova i konfiguracija borbene situacije, koje su značajne za utvrđivanje utroška municije u vremenu. Na osnovu operativno-taktičkog opisa modela i konkretnih zadataka, karakterističnih za istraživanje definisanog problema, treba izraditi logičku shemu simulacionog modela, razraditi algoritme i programe i izvršiti testiranje i potrebne korekcije.

U prvom koraku vrši se opis funkcija međusobnih dejstava protivnika, na potrebnom nivou apstrakcije. Za definisanje funkcija međusobnih dejstava protivnika, u modelu se mora obezbediti okvir koji može obuhvatiti karakteristične funkcije i omogućiti potrebne kombinacije snaga, oblika i vidova borbenih dejstava.

Sirova informacija kojom se opisuju funkcije međusobnih dejstava može se formirati na osnovu statistički obrađenih podataka iz savremenih borbenih dejstava, sa združenih taktičkih vežbi i manevara, kao i na osnovu rezultata različitih istraživanja oružane borbe. Kada se raspolaze adekvatnim matematičkim modelima i definisanim skupom potrebnih podataka, funkcije

dejstava protivnika mogu se formirati uz uvažavanje rezultata ovih modela.¹

S obzirom na namenu, uslove u kojima dejstvuje, specijalnosti i organizacijsko-formacijske strukture jedinica pešadije, za modeliranje funkcija dejstava u razmatranje se uzimaju protivpešadijska borba, protivoklopna borba i protivdesantna borba. Ostali sadržaji borbenih dejstava opisuju se drugim funkcijama i u interakciji sa navedenim. Konfiguracijom simulacionog modela omogućuje se realizacija napada i odbrane kao osnovnih vidova, kao i željene kombinacije za eksperimente.

Za realizaciju konkretnih eksperimenata obezbeđuju se sledeće funkcije dejstava jedinica pešadije:

— funkcija nailaska pešadijskih (mehanizovanih) odeljenja napadača, u konkretnim uslovima i vremenu trajanja dejstava, na zadani način;

— funkcija otkrivanja pešadijskih odeljenja napadača i odlučivanja o mestu, vrsti, načinu i trajanju dejstava u protivpešadijskoj borbi branioca;

— funkcija nailaska borbenih vozila na borbeni raspored jedinica pešadije;

— funkcija otkrivanja tenkova i oklopnih transportera i odlučivanja o dejstvu branioca, i

— funkcija otkrivanja specijalnih vozila za protivelektronsku borbu, komandnih vozila i sličnih ciljeva i odlučivanja o dejstvu branioca.

¹ Kod modela koji se koriste pri prognozirovanju u vojsci, a opisuju se algebarskim i transcendentnim jednačinama oblika $y = f(\bar{a}, \bar{x}) + \psi(\bar{b}, \bar{x}) \eta$, jedna veličina se izražava preko drugih parametara. Pri tome su $f(\bar{a}, \bar{x})$ i $\psi(\bar{b}, \bar{x})$ neke determinisane funkcije, $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ poznati parametri, $\bar{a}$ i $\bar{b}$ skupovi nepoznatih parametara i η slučajni proces sa nultim matematičkim očekivanjem. Kao vrlo česta primena modela ovog tipa jesu modeli eksponencijalnog tipa. (Prema: J. V. Čujev i B. Mihajlov, Prognozirovanje u vojsci, VIZ Beograd 1980, str. 95—112). Eksponencijalni modeli se sreću pri definisanju brzina ciljeva, npr. tenkova u borbi, $v = e^{-q_0 \alpha} (v_{\max} - v_{\min}) + v_{\min}$, gde je v — brzina tenkova u borbi ($v_{\max}$ — maksimalna, $v_{\min}$ — najmanja), q — koeficijent odnosa verovatnoća pobeđe strane A i B i α — koeficijent usaglašavanja. (Prema: P. N. Tkačenko i drugi, Matematičke modele bojevih deistvii, Moskva 1969, str. 86).

Skup parametara obuhvata matematičko očekivanje vremena otkrivanja odeljenja i drugih ciljeva tokom uvođenja prvog i drugog ešelona, kao i rezerve napadača, očekivanog vremena uvođenja. Takođe se procenjuju parametri trajanja dejstva (matematičko očekivanje) po mestu, načinu i vrsti sredstava, očekivani broj pojava jedinica-odeljenja napadača i branioca u skladu sa mogućom gustinom snaga i ostalim taktičkim faktorima. Varijablama se omogućuje povezivanje parametara sa funkcijama, preko adekvatnih teoretskih ili empirijskih raspodela.

Respektivna moć artiljerije, koja vatrom i pokretom u borbi podržava taktičke i operativne jedinice, sastave i grupacije, omogućava ispoljavanje uticaja na tok i ishod borbenih dejstava. U svim oblicima oružane borbe, vidovima i oblicima borbenih dejstava, artiljerija može da ostvari protivoklopnu, protivdesantnu i protivartiljerijsko-raketnu borbu. Za obuhvat većine značajnih faktora pri realizaciji konkretnih eksperimenata u simulaciji borbenih dejstava, u modelu se obezbeđuju sledeće funkcije dejstava artiljerije:

— funkcija očekivanih vatri koje otvaraju artiljerijske, raketne i minobacačke baterije napadača u pripremi i podršci;

— funkcije nailaska mehanizovanih i pešadijskih četa napadača u zone odgovornosti artiljerije za podršku branioca;

— funkcije nailaska tenkova i transporta napadača u zone odgovornosti protivoklopne artiljerije i raketa branioca;

— funkcije zastupljenosti ciljeva napadača u borbenom rasporedu po vremenu i prostoru;

— funkcije rasporeda artiljerijskih resursa branioca;

— funkcije otkrivanja ciljeva i odlučivanja o dejstvu.

Skupovi parametara i varijabli povezani su sa funkcijama i definisani preko matematičkih očekivanja određenih veličina (vremena trajanja grupnih i pojedinačnih dejstava, broja ciljeva, itd). Informacije za funkcije odlučivanja unose se u model u vidu verovatnoća upotrebe kalibara, raspoloživosti artiljerije, operativno-taktičkog značaja ciljeva i na druge načine, tako da definišu mesto, vreme i, najverovatnije, načine dejstava. Ako se kreiraju modeli za određivanje utrošaka municije za, na primer, mbr u odbrani, na konkretnom prostoru u datim uslovima, parametri, varijable i funkcije u modelu borbenih dejstava za određivanje utrošaka municije u vremenu mogu se opisati na sledeći način:

T1	— prosečno vreme otkrivanja odeljenja pešadije napadača u prvom borbenom ešelonu;
V\$PPE	— varijabla kojom se definiše odstupanje od matematičkog očekivanja T1 (može biti po eksponencijalnoj, normalnoj, ravnomernoj ili empirijskoj raspodeli);
KPO1	— očekivano brojno stanje odeljenja pešadije napadača u prvom borbenom ešelonu;
T2	— prosečno vreme otkrivanja odeljenja pešadije napadača u uvođenju drugog borbenog ešelona;
V\$DEP	— raspodela u kojoj je T2 matematičko očekivanje;
TDE	— očekivano vreme uvođenja drugog borbenog ešelona napadača u odnosu na početak borbenih dejstava;
KPO2	— očekivano brojno stanje odeljenja pešadije koja se uvode iz drugog borbenog ešelona napadača;
T3	— prosečno vreme otkrivanja odeljenja pešadije napadača po uvođenju rezerve;

V\$REP — definisanje raspodele u kojoj je T3 matematičko očekivanje;

TUR — očekivano vreme uvođenja rezerve napadača;

KROP — broj odeljenja pešadije koja se uvode kao rezerva;

PPP — deo snaga koje u toku borbe treba neutralisati (uništiti) vođenjem protivpešadijske borbe;

APP — deo snaga koje treba da neutrališe artiljerija;

TPP — deo snaga po kojima dejstvuju oklopno-mehanizovane jedinice branioca;

NDA — odluka kada pešadijska (mehanizovana) četa nema operativno-taktički značaj kao cilj za artiljeriju;

FN\$DAV — empirijska funkcija raspodele očekivanih vatri koje otvaraju artiljerijske, raketne i minobacačke baterije napadača u pripremi;

AVPR — očekivani broj artiljerijskih vatri u pripremi napada;

FN\$DAR — empirijska funkcija otkrivanja artiljerijskih vatri napadača u podršci;

TAR — očekivano vreme početka artiljerijske podrške uvođenja drugog borbenog ešelona napadača;

AVPO — očekivani broj artiljerijskih vatri u podršci;

DZA — deo artiljerije napadača koji treba da neutrališe artiljerija branioca;

FN\$VAB — empirijska funkcija zastupljenosti vrsta artiljerijskih baterija napadača;

DZK — deo artiljerije napadača po kome je rentabilna upotreba kalibara kojima raspolaže branilac;

UKO — verovatnoća učešća artiljerije branioca u neutralisanju ostalih baterija napadača;

TT1 — prosečno vreme otkrivanja tenkova i OT napadača u prvom borbenom ešelonu;

V\$TEP — raspodela u kojoj je TT1 matematičko očekivanje;

BTIT — očekivani broj tenkova i OT u prvom b/e napadača;

TT2 — prosečno vreme otkrivanja tenkova i OT napadača po uvođenju drugog b/e;

V\$TED — raspodela u kojoj je TT2 matematičko očekivanje;

TTD — očekivano vreme uvođenja OMJ napadača u drugom borbenom ešalonu;

BOD — očekivani broj tenkova i OT koje napadač uvodi u drugom b/e;

„

„

„

VTD — očekivano vreme trajanja b/d.

Kvantifikacija parametara, varijabli i funkcija je složen posao, a zavisi od iskustva kreatora modela sistema, znanja kojima raspolažu, kao i informatičke podrške. Jedan primer kvantifikacije nekih parametara za konkretan model dat je u tabeli (detalji se mogu naći u literaturi [1]).

Izlazi iz modela za simulaciju dinamike borbenih dejstava mogu se koristiti kao ulaz u model kvantifikacije utroška municije, u osnovi, nasledeći način:

— uvažavanjem vremenske slike stanja i potrebe municije po vrsti, kvalitetu i kvantitetu za ostvarenje željenih efekata po ciljevima;

— uvažavanje vremena dejstva grupa i pojedinačnih oruđa — oružja po ciljevima i praktične brzine gađanja u određenim uslovima borbenih dejstava;

Značajni vremenski parametri, varijable i funkcije za eksperiment

Oznaka	Kvantifikacija	Metodologija															
T1	54 (s) (9 desetinki minuta)	Prosečno vreme otkrivanja pešadijskog odeljenja (grupe) napadača, do I položaja (T1), II položaja (T2) i III položaja (T3) odbrane. Zavisi od tempa napada i preglednosti terena, meteoroloških i drugih uslova.															
T2	78 (s)																
T3	108 (s)																
TDE	6 (h) (1800 desetinki minute)		Vreme kad se očekuje uvođenje II b/e i rezerve (TUR) napadača.														
TUR	12 (h)		Varijable koje služe za generisanje vremena otkrivanja peš. odeljenja napadača. Matematička očekivanja su T1, T2, T3, a promene se odvijaju po eksponencijalnoj raspodeli.														
V\$PPE	0,01 + FN\$EXP																
V\$DEP	0,011 + FN\$EXP																
V\$REP	0,012 + FN\$EXP																
FN\$ DAV	0,02, 30/0,06, 50/0,08, 80/0,14, 150/0,24, 200/0,4, 300/0,64, 600/0,7, 950/0,82, 1100/1,1500	DAV — empirijska funkcija dejstava artiljerije napadača. Najčešće dejstvo je posle 20 min (200 desetinki minuta), kad prestane priprema koju vrše avioni.															
T, T1, TT2, TTR	36 (s), 72 (s), 108 (s)	Prosečno vreme otkrivanja tenkova napadača, do I, II i III položaja odbrane.															
V\$TEP	(TT1).FN\$EXP	Generisanje vremena otkrivanja tenkova po eksponencijalnoj raspodeli.															
V\$TED	(TT2).FN\$EXP																
V\$TER	(TTR).FN\$EXP	Funkcija zastupljenosti ostalih ciljeva oznakom 7-KM divizionara; 8-osmatračnice; 10-sredstva PEB; 9-ostali ciljevi.															
FN\$ VOC	0,17, 7/0,5, 8/0,678, 9/1,10																
MH1	(1) (2) (3) (4) <table><tr><td>(1)</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>(2)</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>0</td></tr><tr><td>(3)</td><td>3</td><td>6</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>		(1)	3	4	0	0	(2)	3	4	5	0	(3)	3	6	4	5
(1)	3	4	0	0													
(2)	3	4	5	0													
(3)	3	6	4	5													
MH2	(1) (2) (3) (4) <table><tr><td>1)</td><td>390</td><td>100</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>2)</td><td>76</td><td>148</td><td>50</td><td>0</td></tr><tr><td>3)</td><td>18</td><td>26</td><td>34</td><td>25</td></tr></table>	1)	390	100	0	0	2)	76	148	50	0	3)	18	26	34	25	(3) do jurišnog položaja, dejstvuju svi. U MH2, u zavisnosti od načina dejstva, data su očekivana vremena trajanja dejstava po svakom otkrivenom elementu b/p napadača. Ta vremena su matematička očekivanja, a u konkretnom slučaju za eksponencijalnu raspodelu.
1)	390	100	0	0													
2)	76	148	50	0													
3)	18	26	34	25													

— provođenjem kritičke analize izlaza iz modela dinamike borbenih dejstava, određivanjem vremenskog intervala u kojem se može pouzdano određivati utrošak, i

— kombinacijom navedenih načina.

Za navedene i druge moguće kombinacije može se definisati sledeći model kvantifikacije utroška municije:

$$Q_{m, \Delta t}^i = \sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^k q_j^i n_{j, \Delta t_i} \gamma_{q_i} f_{\Delta t_i} \quad (1)$$

$$Q_{m, \Delta t_i}^i(v_G) = \sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^k v_{G,j}^{i, \Delta t_i} n_j t_j \gamma_{q_i} \quad (2)$$

$$Q_{m, T}^i = \sum_{\Delta t_i=1}^T Q_{m, \Delta t_i}^i \quad (3)$$

$$Q_{m, T} = \sum_{i=1}^n Q_{m, T}^i \quad (4)$$

Pri tome su oznake:

— $Q_{m, \Delta t_i}^i [t]$ — masa municije i-te vrste, utrošene u intervalu vremena ($\Delta t_i - \Delta t_{i-1}$);

— $i=1, \dots, n$ — oznaka vrste municije iz sastava borbenog kompleta jedinice za koju se određuje utrošak municije u vremenu;

— $j=1, \dots, k$ — oznaka vrste cilja iz skupa mogućih ciljeva, po kojem se dejstvuje;

— $q_j^i [kom]$ — potrebna količina municije i-te vrste za ostvarivanje željenog efekta po cilju j-te vrste;

— $n_{j, \Delta t_i} [kom]$ — broj ciljeva vrste j, na koje se dejstvuje municijom i-te vrste, u intervalu ($\Delta t_i - \Delta t_{i-1}$);

— $\gamma_{q_i} [t/kom]$ — masa pojedinačnog projektila i-te vrste municije;

— $f_{\Delta t_i}$ — koeficijent popravke usled specifičnih uslova dejstava;

— $Q_{m, \Delta t_i}^i(v_G)[t]$ — masa municije i-te vrste, utrošene u intervalu vremena ($\Delta t_i - \Delta t_{i-1}$), kad se kao referenca uzima brzina oružja — oruđa;

— $v_G^{i, j, \Delta t_i} [projektila/min]$ — praktična brzina gađanja oruđa vrstom municije i, po cilju j u intervalu vremena ($\Delta t_i - \Delta t_{i-1}$);

— $t_j [min]$ — vreme trajanja vatre;

— $n_i [kom]$ — broj oružja — oruđa koja gađaju cilj j u intervalu ($\Delta t_i - \Delta t_{i-1}$) municijom, i

— $Q_{m, T}^i [t]$ — ukupna masa utrošene municije svih vrsta, do vremena T;

— $T [h]$ — posmatrani period vremena koji je protekao u odnosu na početak borbenih dejstava.

U skladu sa eksperimentalnim okvirima koji se mogu koristiti na modelu dinamike borbenih dejstava, model kvantifikacije može se povezati sa modelom borbenih dejstava. Moguća je i varijanta izrade posebnih programa u kojima će kostur biti model kvantifikacije utroška municije u vremenu, na osnovu ulaza, prethodno definisanih izlazom — rezultatima eksperimentisanja na modelu dinamike borbenih dejstava. Zadnja varijanta je pogodnija kod analize u kojima je značajan faktor uticaja kvaliteta municije na efekat po ciljevima.

Za potrebe utvrđivanja utroška municije mbr u karakterističnim dejstvima izrađeni su modeli, uz sledeća ograničenja:

— smatra se da je vatra celokupnog naoružanja međusobno usklađena;

— obezbeđena je potrebna koncentracija vatre (linija glavne zaprečne vatre, prepreke, prolazi, itd.);

— vatra se prenosi na ciljeve blagovremeno;

— sistemi vatre su prilagođeni zemljištu i promenama borbenog rasporeda;

— organizacija vatre je usklađena sa ciljem i zadatkom jedinice — potrošača municije, ešalonirana po dubini;

Sl. 1 — Deo logičkog dijagrama modela (list 1)

— maskirna disciplina je zastupljena, a manevar resursima ne narušava efikasnost vatrenog sistema.

Modeli su prezentirani opisom, logičkim dijagramima, programima za računar i utvrđeni potrebni eksperimenti. Deo logičkog dijagrama modela dinamike b/d za određivanje utroška municije u vremenu prikazan je na slici 1.

Valjanost modela dinamike borbenih dejstava i modela kvantifikacije

utroška municije u vremenu utvrđena je adekvatnim testiranjima i upoređivanjem sa rezultatima koji su poznati u teoriji i praksi.

Izlazi iz simulacije i modela kvantifikacije, za konkretan zadatak, poslužili su za određivanje krivih utroška municije u vremenu. Na slici 2 prikazani su krive utroška municije 7,62 mm za minimalnu i maksimalnu gustinu va-

Sl. 1 — Deo logičkog dijagrama modela (list 2)

tre. Kako se očigledno radi o logičkim krivama (»s« krive), u teoriji su opisane izrazom:

$$Y_t = \frac{k}{1 + b e^{at}} \quad (5)$$

pri čemu se parametri k , b i a mogu odrediti poznatim statističkim metodama tri tačke.

Za ostale vrste municije takođe su dobijene krive utroška za određeni period borbenih dejstava, u karakterističnom zadatku jedinice. Za potrebe statističke obrade i analize rezultata korišćena je pogodnost, koju omogućuje GPSS: pri istom scenariju borbenih dejstava menjano je početno stanje generatora slučajnih brojeva. Pri tome su ovi brojevi menjani po tablici slučajnih

Sl. 2 — Utrošak municije 7,62 mm u komadima, za prvih 12 časova b/d za minimalnu i maksimalnu gustinu vatre

Sl. 3 — Kriva utroška municije 7,62 mm za 12 časova b/d (eksperimentalna i aproksimacija)

brojeva, tako da je obezbeđena neophodna nezavisnost simulacija za dati scenario dejstava. Izvršena je ocena značajnih statističkih veličina za željeni stepen pouzdanosti.

Na modelu su mogući i eksperimenti u kojima se ocenjuju relativni odnosi za varijante angažovanja resursa. Za tu svrhu se početne vrednosti generatora slučajnih brojeva drže konstantnim, a scenario menja po želji istraživača (parametri, varijable i funkcije) u skladu sa eksperimentom.

Za tesni primer utvrđena je održivost rezultata, tako što su upoređeni sa iskustvima o utrošku municije u savremenim borbenim dejstvima, za slične situacije (za, na primer, municiju kalibra 7,62 mm, prema FM 101-10-1, za slična dejstva u Vijetnamu utrošak

po angažovanom oružju bio je od 35 do 245 metaka, na dan ,a pomodelu je dobijano 115 do 173). Konstruisana je kriva ukupne mase utrošene municije za dati period borbenih dejstava.

Kad je poznata (ocenjena) dinamika utroška municije, pristupa se analizi zahteva koji se postavlja pred sistem snabdevanja, za snabdevanje potrošača municije.

Skup rezultata dobijenih za testni primer može poslužiti za analizu problema vezanih za sistem snabdevanja jedinica municijom.

Određivanje resursa za snabdevanje

Poznata (procenjena) dinamika trošenja municije jeste izlaz za analizu organizacije i tehnologije snabdevanja potrošača municijom. Pored poznate potražnje, treba odrediti varijante organizacije (ešeloniranja, principi dotura, neprikosnovene rezerve) i tehnologije, pre svega tehnoloških elemenata koje treba dovesti u odnos sa zahtevima. Očigledna je veza intervala strpljivosti potrošača sa potrošnjom i ešeloniranjem municije, a skup za optimizacije u sistemu snabdevanja zaokružuje se informacijama o tehnološkim i drugim ograničenjima.

Za prikaz mogućnosti korišćenja rezultata stimulacije može poslužiti analiza potreba za snabdevanje klasičnom

Sl. 4 — Utrošene količine municije u lad PVO u vremenu

municijom lad PVO, koji je u eksperimentu izvodio adekvatna b/d. Na slici 4 prikazana je količina utrošene municije u borbenim kompletima po vremenu, za prvih 6 časova dejstava.

Pod pretpostavkom da je u jedinici lad PVO ešeloniran 1 b/k municije uz oruđa i 1 b/k u pozadini ove jedinice, vidi se da vrlo brzo nastaje potreba za snabdevanjem municijom kalibra 30 mm sa višeg nivoa. Zamena mesta baterija u borbenom rasporedu ne dolazi u obzir, zbog taktičkih razloga (model omogućava ovako ispitivanje).

Moguća varijanta ešeloniranja (ili organizacije snabdevanja u konkretnom slučaju) je:

1 b/k municije uz oruđa kalibra 30 mm;

1,5 b/k municije 30 mm u pozadini lad PVO.

Kod visokog intenziteta naprezanja, za dati period borbenih dejstava na taj način bi se mogao produžiti interval strpljivosti lad PVO, kada je u pitanju snabdevanje municijom sa višeg nivoa.

Uzimajući u obzir navedeni pristup, za rešavanje problema snabdevanja municijom u b/d, pozadinska jedinica lad PVO morala bi da raspolaže sledećim resursima:

— motorna vozila nosivosti 5 t, 3 komada (jedno za pretovar, na jednom 1 b/k za bateriju 20/3 mm i na jednom 1 b/k za lsab PVO 30/2 mm);

— motorno vozilo nosivosti 8—10 t (niske pokretljivosti), 1 komad (za utovar 0,5 b/k municije za lsab PVO 30/2 mm i 2 b/k municije za bateriju lad PVO 20/3 mm);

— 15 ljudi za pretovar municije (ručni), uz $I_{ni}=30$ min za pretovar municije sa motornog vozila niske pokretljivosti (na vozila 5 t) i njegovo upućivanje u StTS višeg nivoa snabdevanja radi popune.

Da bi razmatranje bilo zaokruženo, trebalo bi provesti modeliranje snabdevanja, u kojem bi bilo značajno, pored ostalog, i simuliranje dejstava napadača po adekvatnim resursima. Za analizu nije zanemariva ni raspoloživost puteva dotura i evakuacije u vreme kada treba realizovati zadatke snabdevanja, pa se i taj element mora uključiti u razmatranje.

Zaključak

Složeni procesi i velika promena stanja okruženja u kojima se odvijaju borbena dejstva uslovljavaju stohastičnost trošenja svih resursa. Predviđanje utroška resursa u vremenu, posebno municije, značajno utiče na određivanje organizacije i tehnologije snabdevanja potrošača u borbi i na određivanje značajnih sistema snabdevanja tehničkim materijalnim sredstvima. Savremene oružane snage razvijaju metodologije za predviđanje utroška resursa u skladu sa uslovima i načinom izvođenja borbenih dejstava, strukture snaga, doktrinarnim stavovima i drugim uslovima.

U prikazanoj metodologiji uvažavaju se karakteristike složenih dinamičkih procesa u borbi, saznanja operativno-taktičkog karaktera i problematike vezane za snabdevanje potrošača municije. Za potrebe predviđanja utroška municije polazi se od modela borbenih dejstava i definisanja funkcija međusobnih dejstava protivnika. Formiraju se skupovi podataka na osnovu statističke obrade informacija iz savremenih ratova, rezultata savremenih

istraživanja i drugih izvora ([1]). Ovi skupovi se preslikavaju u kreirani simulacioni model (čija je valjanost utvrđena) u obliku parametara, varijabli i funkcija i vrše simulacije. Po dobijanju vremenske slike stanja kvantifikacije i analize krivih utroška municije u vremenu, pristupa se analizi problema vezanih za snabdevanje.

Ako su rezultati, dobijeni na opisani način, dovoljno pouzdani, mogu se primeniti u analizi tehničkog snabdevanja. Poznavanje zakonitosti trošenja municije u vremenu, pojavnog oblika, količina i vrsta municije, kao i intervala strpljivosti potrošača za merodavne periode vremena, može doprineti rešavanju problema vezanih za snabdevanje municijom jedinica u borbi. Primenom prikazanog pristupa, kada se izlazi iz modela za utvrđivanje utroška uzimaju kao osnova za određivanje snabdevačkih kapaciteta, raste verovatnoća primene principa automatizma u snabdevanju potrošača municije.

Jednom kreirane simulacione modele moguće je (i potrebno) dograđivati u skladu sa novim saznanjima o ponašanju sistema koji model oponaša. Mogućnosti za relativno jednostavne izmene eksperimentalnog okvira takođe su pogodnost i razlog više za kreiranje simulacionih modela. Analitičarima sistema najčešće preostaje konstruisanje modela za simulaciju, jer je to, zbog složenih stohastičkih procesa koji se istovremeno odvijaju u borbi, jedini način za pouzdanije predviđanje zateva za snabdevanje koji se u vremenu postavlja pred sistem.

Literatura:

- [1] Maksić, R.: Prilog definisanju postupka za utvrđivanje zakonitosti utroška municije u vremenu za jedinice u oružanoj borbi, doktorska disertacija, CVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1989.
- [2] Vukićević, S. i drugi: RAMA-2, istraživački projekt, SSNO, Beograd, 1988.
- [3] Vukadinović, S.: Elementi teorije verovatnoće i matematičke statistike, Privredni pregled, Beograd, 1978.
- [4] Field Manual № 101-10-1, Headquarters Department Of The Army, Washington, C. C., 26 july, 1971.
- [5] Maksić, R., Mišković, V., Kerec, Z.: Simulacija borbenih gubitaka, Zbornik radova, XV Simpozij, 1988.