

## IZDAVAČKI SAVET:

General-potpukovnik  
mr VLADAN SLJIVIĆ, dipl. inž.  
(predsednik)

General-majlor  
dr ALEKSANDAR RADOVIĆ, dipl. inž.

General-majlor  
dr MILORAD DRAGOJEVIĆ, dipl. inž.

General-majlor  
mr MILAN ZAKLAN, dipl. inž.

Pukovnik  
DORBE ĐUKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
LJUBODRAG PAVLOVIĆ, dipl. inž.

Profesor  
dr JOVAN TODORVIĆ, dipl. inž.

Profesor  
dr ZORAN STOJILJKOVIĆ, dipl. inž.

Profesor  
dr JOSIP LENASI, dipl. inž.

Pukovnik  
dr DOBRICA PETRIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
dr JUGOSLAV KODZOPELJIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
dr VLADIMIR VOLAREVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
BORIS JURKOVIĆ-PERIŠA, dipl. inž.

Pukovnik  
MILOSAV BRKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
mr NOVIĆA ĐORĐEVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
dr ZAHARIJE VLAŠKALIN, dipl. inž.

Pukovnik  
JOVAN MARKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
mr VIDOJE PANTELIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
mr MILISAV ARSIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
mr TOMISLAV STULIĆ, dipl. inž.  
(sekretar)

Potpukovnik  
IVAN SLAVKOV, dipl. inž.

Potpukovnik  
ZIVOTA ILIĆ, dipl. inž.

Majlor  
RADOLJUB DOŠIĆ, dipl. inž.

Kapetan I klase  
MESUD HADŽIALIĆ, dipl. inž.

FRANJO BRKIĆ, dipl. inž.

## GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Pukovnik  
mr TOMISLAV STULIĆ, dipl. inž.

## SEKRETAR REDAKCIJE

BRANKA STOJAKOV

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI  
GLASNIK — Beograd, Svetozara Mar-  
kovića 70, VE-1. Telefon: centrala  
656-122, lokal: odgovorni urednik 22-876,  
sekretar 23-156, pretplata 32-637. Žiro-  
račun: Vojnogledački i novinski centar  
(za Vojnotehnički glasnik) 60823-849-2393  
Beograd. Godišnja pretplata: za pojedin-  
ce — 150 dinara, a za ustanove, orga-  
nizacije udruženog rada i druge orga-  
nizacije — 450 dinara. Rukopisi se ne  
vraćaju. Štampa: Vojna štamparija —  
Beograd, Generala Zdanova 40 b.

YU ISSN 0042-8469

IZDAJE

SAVEZNI SEKRETARIJAT ZA NARODNU ODBRANU

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS  
JUGOSLOVENSKE NARODNE  
ARMIJE

# VOJNOTEHNIČKI glasnik



1

GODINA XXXIX ● JANUAR—FEBRUAR 1991.



- Mr Josip Bucić**, kapetan I klase, dipl. inž. 5 Pouzdanost misije složenog borbenog sredstva
- Mr Novak Smiljanić**, kapetan I klase, dipl. inž. 15 Model za proračun raspoloživog kapaciteta radne snage za održavanje
- Mr Stanko Kljajić**, kapetan I klase, dipl. inž. 19 Metodologija za ocjenu uticaja borbene upotrebe artiljerijskih oruđa na sistem održavanja
- Mr Mirko Kukolj**, kapetan I klase, dipl. inž. 24 Pištolj ili revolver za starešine JNA
- Mr Zoran Ristić**, potpukovnik, dipl. inž. 35 Inverzni postupak proračuna veličina kretanja trzajuće mase artiljerijskog oruđa pomoću računara
- Mr Miloljub Trifunović**, potpukovnik, dipl. inž. 44 Analiza uticaja specifične snage na dinamičke karakteristike lakih brzohodnih guseničnih vozila
- Dr Nikola Žegarac**, kapetan I klase, dipl. inž. 55 Metode ubrzanih ispitivanja motora s unutrašnjim sagoravanjem
- Mr Dragan Knežević**, potpukovnik, dipl. inž. 60 Analitičko definisanje vremena zatvaranja protivudarnih ventila
- Zvonimir Rakić**, pukovnik 67 Transportno osiguranje

#### PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

- 71 COMVAT — američki program razvoja automatskih topova srednjeg kalibra — P.M.
- 81 Familija francuskih oklopnih vozila na gusenicama MARS-15 — P.M.
- 84 Ispitno vozilo sa električnim pogonom (EVTB) — P.M.
- 88 Simulatori za obuku u gađanju iz tenkovskog topa u KoV Francuske — P.M.
- 91 Obuka u gađanju iz tenkovskog topa u Nemačkoj — P.M.

#### TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

- 96 Poluautomatska puška američke firme SAMINC iz koje se ispaljuje municija 7,62 mm NATO i sačma kalibra 12
- 96 Puškomitraljez 5,45 mm »RPK-74« kineske firme NORINCO
- 97 Revolver »SP-101« američke firme RUGER u naoružanju francuske policije
- 97 Protivavionski sistem »MISTRAL« francuske firme MATRA DEFEMSE

- 98 Francusko lasersko oružje velike snage »LATEX«
- 99 Razvoj sistema »GLH-H« za ispaljivanje američke protivoklopne vođene rakete »HELLFIRE« iz oklopnih vozila
- 100 Američki čip neuralne mreže za obradu slike
- 100 Evolucija američke protivoklopne rakete »TOW«
- 101 Razvoj španske prenosne protivoklopne rakete »ARIES«
- 102 Italijanski višenamenski taktički helikopter »AB 412 SP GRIFFON«
- 102 Švajcarski izviđački sistem »ADS 90« sa bespilotnim letelicama »RANGER«
- 103 Novi podaci o sovjetskim hemijskim borbenim sredstvima
- 104 Sovjetski protivavionski tenk »2S6 TUNGUSKA«
- 105 Britansko oklopno vozilo za izvlačenje »MCRV WARRIOR«
- 105 Američko taktičko transportno vozilo srednje lake kategorije »LMTV«
- 106 Francuska kupola »DRAGAR« za borbena vozila pešadije
- 106 Novi komunikacioni sistem snaga NATO »MIDS«
- 107 VVF radio-uređaj »PRC1077/VRC46« američke firme TRANSWORLD
- 107 Američka firma ITT GILFILLAN razvija nove radare

## Uvod

Pouzdanost misije se u teoriji pouzdanosti definira kao vjerojatnoća s kojom će sistem obaviti zadanu misiju (zadatak). Da bi u toku razvoja složenih tehničkih sistema (STS) mogli predviđati njihovu pouzdanost, neophodno je postaviti matematički model pouzdanosti. To je posebno značajno za STS vojne namjene.

Cilj ovog teksta je postavljanje matematičkog modela pouzdanosti tenka kao složenog sistema. Međutim, u praksi nije lako postaviti model pouzdanosti misije tenka. Postoje tri osnovne poteškoće:

1. U pogledu pouzdanosti neki pod-sistemi ili komponente tenka nisu potrebni za određene misije. Na primjer, teleskop za noćno osmatranje nije potreban u dnevnim misijama.

2. Obično se pretpostavlja da je stanje svih komponenta sistema statički nezavisno. Ali, u konkretnim sistemima otkazi nekih komponenta nisu statički nezavisni. Na primjer, neispravnost sistema za upravljanje transmisijom povećava vjerojatnoću otkaza transmisije.

3. Ukoliko taktičko-tehničkim zahtjevima (TTZ) nije propisana »funkcionalna« veza između različitih jedinica operativnog vremena rada\* podsistema

\* Dovoljno je specificirati vrijeme u kojem clo sistem mora ispravno funkcionirati da bi ispunio zahtjevani broj metaka.

tenka, tada pouzdanost tenka kao jedinstvenog sistema praktično nije moguće iskazati na uobičajen način — u funkciji samo jednog parametra, najčešće vremena.

U ovom tekstu postavljen je matematički model pouzdanosti za dvije osnovne misije tenka: pokretnu i vatrenu, uvažavajući pri tome prethodno navedene poteškoće.

## Misija tenka

Da bi postavili matematički model pouzdanosti misije tenka, neophodno je definirati njegovu funkciju, a iz nje i misije koje obavlja. Funkcija tenka, kao STS, jeste da u definiranim operativnim uslovima i uslovima održavanja obezbijedi deklariranu pokretljivost, vatrenu moć i zaštitu posade i opreme. Iz ovako definirane funkcije tenka proizilaze dvije osnovne misije koje tenk obavlja:

- pokretna misija
  - vatrena misija
- { --iz pokreta  
--iz mjesta

Pri tome zaštita posade i opreme treba biti obezbijeđena u obje misije.

U skladu s prethodnim definicijama, pouzdanost tenka može se definirati

kao vjerojatnoća da će sistem biti radno sposoban pri izvršavanju pokretnih i vatrenih misija.

### Osnovni model

Da bi modelom pouzdanosti obuhvatili samo komponente tenka koje sudjeluju u zadanoj misiji, neophodno je odrediti podsisteme i u okviru njih komponente tenka koje učestvuju u njoj. Radi toga su s M i F označena dva skupa komponenata tenka:

$M \equiv \{\text{komponente potrebne za rad u pokretnim misijama}\}$

$F \equiv \{\text{komponente potrebne za rad u vatrenim misijama}\}$

U tom slučaju je:

$P\{M\} \equiv P\{\text{sve komponente u M rade}\}$ , i

$P\{F\} \equiv P\{\text{sve komponente u F rade}\}$

pouzdanost u pokretnim i vatrenim misijama respektivno.

Da bi razvili matematički model  $P\{M\}$  i  $P\{F\}$  potrebno je odrediti koje komponente pripadaju M i F.

Komponente u M mogu biti lako izabrane iz strukturne sheme pouzdanosti. Međutim, za F nije očigledno koje komponente su potrebne za rad u vatrenim misijama, budući da se jedne vatrene misije obavljaju dok se tenk kreće, a druge dok tenk stoji.

Prema formuli totalne vjerojatnoće, možemo napisati:

$P\{F\} = P\{\text{tenk se kreće}\} \cdot P\{\text{sve komponente u F rade} / [\text{tenk se kreće}]\} + P\{\text{tenk stoji}\} \cdot P\{\text{sve komponente u F rade} / [\text{tenk stoji}]\}$

Ako je traženo da tenk pređe određenu udaljenost da bi uništio određeni cilj, onda sve komponente iz M moraju biti članovi i F. Ali, ako se vatrena misija može obaviti u stacionarnom stanju, onda neke komponente, na primjer, prijenos snage u M ne moraju pripadati u F.

Ako s Q označimo događaj da se tenk mora kretati određenu udaljenost, onda je

$$P\{F\} = P\{Q\} P\{F/Q\} + P\{\bar{Q}\} P\{F/\bar{Q}\} \quad (1)$$

Vjerojatnoća  $P\{Q\}$  može se dobiti iz podataka o borbi ili iz simulacije borbe, a  $P\{F/Q\}$  i  $P\{F/\bar{Q}\}$  mogu biti određeni iz blok dijagrama pouzdanosti, pretpostavljajući da li je zahtjevano da se tenk kreće ili ne.

### Strukturna shema pouzdanosti međusobno zavisnih komponenata sistema

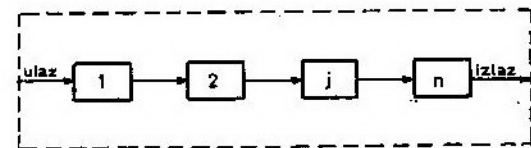
Strukturna shema pouzdanosti složenog tehničkog sistema predstavlja uslovni zapis ili grafički prikaz njegove strukture kojom iskazujemo radno sposobno stanje sistema kroz radno sposobno stanje elemenata, pri čemu uvažavamo njihove međusobne veze i funkcionalne namjene.

Izrada matematičkih modela i metoda analize i ocjene pouzdanosti STS, uzimajući u obzir realnu strukturu i međusobne veze njihovih elemenata, zasniva se na slijedećim osnovnim postavkama:

Za STS s redno spojenim elementima (sl. 1) analitički oblik strukture sheme pouzdanosti iskazuje se u vidu proizvoda događaja:

$$A = \prod_{j=1}^n A_j \quad (2)$$

gdje je A — događaj koji označava bezotkazano funkcioniranje STS u procesu izvršavanja zadatka;  $A_j$  — vjerojatnoća



Sl. 1 Shema složenog tehničkog sredstva sa redno spojenim elementima

bezotkaznog funkcioniranja  $j$ -tog elementa sistema;  $n$  — broj redno spojenih elemenata.

Primjene li se na (2) pravila izračunavanja vjerojatnoće proizvoda slučajnih događaja, može se napisati

$$P(A) = P(A_1) \cdot \prod_{j=2}^n P(A_j/A_1 A_2 \dots A_{j-1}), \quad (3)$$

gdje je  $P(A)$  — vjerojatnoća bezotkaznog funkcioniranja sistema pri izvršavanju postavljenog zadatka;  $P(A_1)$  — vjerojatnoća bezotkaznog funkcioniranja elementa pri izvršavanju postavljenog zadatka;  $P(A_j/A_1 A_2 \dots A_{j-1})$  — uslovna vjerojatnoća bezotkaznog funkcioniranja  $j$ -tog elementa, određena pri uslovu bezotkaznog funkcioniranja svih elemenata od 1 do  $j-1$ .

Formula (3) u razvijenom obliku:

$$P(A) = P(A_1) P(A_2/A_1) P(A_3/A_1 A_2) \dots P(A_j/A_1 A_2 \dots A_{j-1}) \dots P(A_n/A_1 A_2 \dots A_{n-1}) \quad (4)$$

uzima u obzir ne samo bezotkaznost funkcioniranja elemenata sistema, nego i skup međusobnih veza između njih, koje imaju izuzetnu ulogu u formiranju strukturne pouzdanosti sistema.

Brojčanu karakteristiku linearne veze među događajima  $A_i$  i  $\bar{A}_j$  predstavlja koeficijent korelacije

$$\rho(\bar{A}_i, \bar{A}_j) = \frac{P(\bar{A}_i \bar{A}_j) - P(\bar{A}_i) P(\bar{A}_j)}{\sqrt{P(A_i) P(\bar{A}_i) P(A_j) P(\bar{A}_j)}} \quad (5)$$

gdje je  $P(\bar{A}_i \bar{A}_j)$  — vjerojatnoća proizvoda događaja  $\bar{A}_i$  i  $\bar{A}_j$ ;  $P(\bar{A}_i)$  i  $P(\bar{A}_j)$  — vjerojatnoća događaja  $\bar{A}_i$  i  $\bar{A}_j$ ;  $P(A_i)$  i  $P(A_j)$  — vjerojatnoća događaja  $A_i$  i  $A_j$  suprotnih događajima  $\bar{A}_i$  i  $\bar{A}_j$ . U formuli (5) događaji  $A_i$  i  $A_j$  označavaju bezotkazno funkcioniranje  $i$ -tog i  $j$ -tog elementa,  $\bar{A}_i$  i  $\bar{A}_j$  otkaze  $i$ -tog i  $j$ -tog elementa.

Veličina koeficijenta korelacije  $\rho(\bar{A}_i, \bar{A}_j)$  nalazi se u intervalu

$$0 \leq |\rho(\bar{A}_i, \bar{A}_j)| \leq 1$$

Pri  $\rho(\bar{A}_i, \bar{A}_j) = 1$  otkazi elemenata sistema su potpuno zavisni (linearno), a pri  $\rho(\bar{A}_i, \bar{A}_j) = 0$  otkazi elemenata sistema potpuno su nezavisni.

Pri nezavisnim otkazima elemenata sistema, za svaki par elemenata  $\rho(\bar{A}_i, \bar{A}_j) = 0$ , pa formula (4) poprima oblik

$$P_d(A) = P(A_1) P(A_2) \dots P(A_j) \dots P(A_n) \quad (6)$$

ili

$$P_d(A) = \prod_{j=1}^n P(A_j) \quad (7)$$

Ako su otkazi svih  $n$  elemenata sistema zavisni u potpunosti, tada je  $|\rho(\bar{A}_i, \bar{A}_j)| = 1$ , a vjerojatnoća bezotkaznog rada sistema zavisi od vjerojatnoće  $P(A_j)_{\min}$  bezotkaznog rada najmanje pouzdanog elementa. U tom slučaju formula (4) ima oblik:

$$P_g(A) = P(A_j)_{\min} \quad (8)$$

Ukoliko su u stvarnim STS neki otkazi elemenata potpuno zavisni, a ostali potpuno nezavisni, tada formule (7) i (8) ne odražavaju strukturnu pouzdanost realnih STS.

U stvarnosti se vjerojatnoća bezotkaznog rada STS  $P(A)$  nalazi u intervalu

$$\prod_{j=1}^n P(A_j) < P(A) < P(A_j)_{\min} \quad (9)$$

ili

$$P_d(A) < P(A) < P_g(A) \quad (10)$$

gdje je  $P_d(A)$  i  $P_g(A)$  — donja i gornja granica realne vjerojatnoće bezotkaznog rada sistema  $P(A)$ , izračunate po formuli (4).

Da bi mogli primijeniti model zavisnih otkaza, prethodno je potrebno utvrditi skup elemenata među kojima otkazi jednih utječu na povećanje otkaza drugih. Radi toga označimo sa:

C —  $\{1, 2, \dots, n\}$  skup elemenata sistema,

A — događaj da je element  $j$  radno spojen,

B, D — neprazan skup komponentata takav da je  $B \subset C$ ,  $D \subset C$  i  $B \cap D = 0$

Skup komponentata  $B \cup D$  je zavisan u smislu utjecaja otkaza, ako je:

$$P\left\{\bigcap_{j \in B} A_j^c / \bigcap_{j \in D} A_j^c\right\} > P\left\{\bigcap_{j \in B} A_j^c\right\} \quad (11)$$

Ako je S podskup zavisnih komponentata skupa C komponentata sistema, tada je, prema (9)

$$\prod_{j \in S} P\{A_j^c\} < P\left\{\bigcap_{j \in S} A_j^c\right\} < \min_{j \in S} \{P\{A_j^c\}\} \quad (12)$$

### Model pouzdanosti misije

Označimo s:

$P_i$  — pouzdanost podsistema i u pokretnom zadatku;

$P_i'$  — pouzdanost podsistema i u vatrenom zadatku pod uslovom da je potrebno kretanje tenka na određenu udaljenost;

$P_i''$  — pouzdanost podsistema i u vatrenom zadatku pod uslovom da nije potrebno kretanje tenka;

$R_{ij}$  — pouzdanost komponente j u podsistemu i.

S aspekta utvrđivanja pouzdanosti STS, tenk [5] podjeljen je na devet osnovnih podsistema:

- pogonski podsistem ( $i=M$ ),
- prijenos snage ( $i=T$ ),
- hodni podsistema ( $i=H$ ),
- električni podsistem ( $i=E$ ),
- osnovno naoružanje ( $i=N$ ),
- automat za punjenje topa ( $i=A$ ),
- sistem za upravljanje vatrom ( $i=S$ ),
- podsistem za NHB zaštitu i gašenje požara ( $i=P$ ),
- komunikacioni podsistem ( $i=K$ ).

Pošto osnovno naoružanje, automat za punjenje topa i sistem za upravljanje vatrom nisu potrebni za pokretne zadatke, a ostali podsistemi su statički nezavisni, slijedi:

$$P\{M\} = P_M \cdot P_T \cdot P_H \cdot P_E \cdot P_P \cdot P_K \quad (13)$$

Koje su komponente potrebne za vatreni zadatak pod uslovima [potrebno je kretanje tenka] i [nije potrebno kretanje tenka] nije još poznato, pa  $P\{F/Q\}$  i  $P\{F/\bar{Q}\}$  pišemo kao:

$$P\{F/Q\} = P_M' \cdot P_T' \cdot P_H' \cdot P_E' \cdot P_N' \cdot P_A' \cdot P_S' \cdot P_P' \cdot P_K' \quad (14)$$

$$P\{F/\bar{Q}\} = P_M'' \cdot P_T'' \cdot P_H'' \cdot P_E'' \cdot P_N'' \cdot P_A'' \cdot P_S'' \cdot P_P'' \cdot P_K'' \quad (15)$$

Sada je potrebno izabrati odgovarajuće komponente iz svakog podsistema za izračunavanje  $P_i$ ,  $P_i'$  i  $P_i''$ . Radi toga označimo s:

$F_Q$  — komponente koje su potrebne za vatrenu misiju pod uslovom da je potrebno kretanje tenka na izvjesnu udaljenost,

$F_{\bar{Q}}$  — komponente koje su potrebne za vatrenu misiju pod uslovom da nije potrebno kretanje tenka.

U tabeli 1 simbol + naznačuje komponente koje pripadaju odgovarajućem skupu komponentata.

#### a) Pogonski podsistem M

Pogonski podsistem sastoji se od 7 uređaja (tabela 1). Skup  $\{M.1., M.2., M.3., M.4.\}$  predstavlja set zavisnih komponentata, jer će neispravnosti uređaja za dovod znaka, uređaja za podmazivanje i uređaja za hlađenje povećati mogućnost neispravnosti motora. Na osnovu informacija iz tabele 1 i prethodne konstatacije možemo pisati:

$$P_M = P_M' = P_M'' = R_{(M.1., M.2., M.3., M.4.)} \prod_{j=5}^7 R_{Mj}$$

Iz (12), donja i gornja granica za  $R_{(M.1., M.2., M.3., M.4.)}$  je

$$R_{M.1.} \cdot R_{M.2.} \cdot R_{M.3.} \cdot R_{M.4.} \leq R_{(M.1., M.2., M.3., M.4.)} \leq \min_{1 \leq j \leq 4} \{R_{Mj}\}$$

$$\prod_{j=1}^7 R_{Mj} \leq P_M = P_M' = P_M'' \leq \min_{1 \leq i \leq 4} \{R_{Mj}\} \prod_{j=5}^7 R_{Mj} \quad (16)$$



Simbol	Podsistem	Komponente	M	F <sub>Q</sub>	F $\bar{Q}$
1	2	3	4	5	6
<b>M</b>	<b>POGONSKI PODSISTEM</b>				
M.1.		Motor	+	+	+
M.2.		Uređaj za dovod zraka i odvod ispušnih plinova	+	+	+
M.3.		Uređaj za podmazivanje	+	+	+
M.4.		Uređaj za hlađenje	+	+	+
M.5.		Uređaj za napajanje gorivom	+	+	+
M.6.		Grijač motora	+	+	+
M.7.		Uređaj komprimiranog zraka	+	+	+
<b>T</b>	<b>PRIJENOS SNAGE</b>				
T.1.		Multiplikator	+	+	+
T.2.		Mjenjači (2 kom.)	+	+	
T.3.		Komande za upravljanje transmisijom	+	+	
T.4.		Uređaj za hidraulično upravljanje i podmazivanje transmisije	+	+	
<b>H</b>	<b>HODNI SASTEM</b>				
H.1.		Gusjenični pokretač	+	+	
H.2.		Ovješnje	+	+	
H.2.1.		— torziona vratila			
H.2.2.		— amortizeri			
<b>E</b>	<b>ELEKTRIČNI PODSISTEM</b>				
E.1.		Starter generator s regulatorom i automatikom	+	+	+
E.2.		Rotativni kontaktor	+	+	+
E.3.		Razvodna tabla vozača	+	+	+
E.4.		Desna razvodna tabla	+	+	+
E.5.		Lijeva razvodna tabla	+	+	+
E.6.		Blok zaštite akumulatora	+	+	+
E.7.		Sklop za blokiranje birača stepena prijenosa	+	+	
E.8.		Blok za zaustavljanje rada motora	+	+	+
E.9.		Električna instalacija	+	+	+

1	2	3	4	5	6
N	OSNOVO NAORUŽANJE (TOP)			+	+
A	AUTOMAT ZA PUNJENJE TOPA				
A.1.		Obrtni transporter		+	+
A.2.		Mehanizam za podizanje kazeta		+	+
A.3.		Mehanizam za izbacivanje danca		+	+
A.4.		Donosač		+	+
A.5.		Elektromašinski utvrđivač topa		+	+
A.6.		Uređaj za pamćenje		+	+
A.7.		Razvodna kutija		+	+
A.8.		Pult upravljanja		+	+
A.9.		Pult popune		+	+
A.10.		Krajnji prekidači automata		+	+
S	SISTEM ZA UPRAVLJA- NJE VATROM				
S.1.		Upravljački uređaj		+	+
S.2.		Uređaj za vertikalno navo- đenje		+	+
S.3.		Uređaj za horizontalno na- vođenje		+	+
P	PODSISTEM ZA NHB ZA- ŠTITU I GAŠENJE POŽARA				
P.1.		Detektor radiološkokemijski tenkovski	+	+	+
P.2.		PPZ uređaj	+	+	+
P.3.		Filtro-ventilacioni uređaj	+	+	+
P.4.		Izvršni mehanizmi	+	+	+
K.	KOMUNIKACIONI PODSI- STEM				
K.1.		Uređaj za ostvarivanje vanj- ske veze	+	+	+
K.2.		Uređaj za međusobni razgo- vor posade	+	+	+

## b) Prijenos snage T

Podsistem prijenosa snage sastoji se od 4 uređaja. Skup {T.2, T.3, T.4} predstavlja set zavisnih komponenata, jer će neispravnosti komandi za upravljanje transmisijom i uređaja za hidraulično upravljanje i podmazivanje transmisije povećati mogućnost neispravnosti transmisije. Na osnovu informacija iz tabele 1 i prethodne konstatacije možemo pisati:

$$P_T = P'_T = R_{T.1} \cdot R_{(T.2, T.3, T.4)}$$

Iz (12), donja i gornja granica za  $R_{(T.2, T.3, T.4)}$  je

$$\prod_{j=2}^4 R_{Tj} \leq R_{(T.2, T.3, T.4)} \leq \min_{2 \leq j \leq 4} \{R_{Tj}\}$$

$$\prod_{j=1}^4 R_{Tj} \leq P_T = P'_T \leq R_{T.1} \cdot \min_{2 \leq j \leq 4} \{R_{Tj}\} \quad (17)$$

Nadalje

$$P''_T = R_{T.1} \quad (18)$$

## c) Hodni podsistem H

Hodni podsistem sastoji se od 2 uređaja. Skup {H.2.1., H.2.2.} predstavlja set zavisnih komponenata, jer će neispravnosti amortizera povećati mogućnost torzionih vrtila. Slijedi

$$P_H = P'_H = R_{H.1} \cdot R_{(H.2.1, H.2.2)}$$

Gornja i donja granica za  $R_{(H.2.1, H.2.2)}$  je

$$\prod_{j=2.1}^{2.2} R_{Hj} \leq R_{(H.2.1, H.2.2)} \leq \min_{2.1 \leq j \leq 2.2} \{R_{Hj}\}$$

$$\prod_{j=1}^2 R_{Hj} \leq P_H = P'_H \leq R_{H.1} \cdot \min_{2.1 \leq j \leq 2.2} \{R_{Hj}\} \quad (19)$$

U ostalim podsistemima nema skupova zavisnih komponenata. Na osnovu informacija iz tabele 1 slijedi:

## d) Električni podsistem E

$$P_E = P'_E = \prod_{j=1}^{10} R_{Ej} \quad (20)$$

$$P''_E = \prod_{j=1}^7 R_{Ej} \cdot \prod_{j=9}^{10} R_{Ej} \quad (21)$$

## e) Osnovno naoružanje N

$$P'_N = P''_N \quad (22)$$

## f) Automat za punjenje topa A

$$P'_A = P''_A = \prod_{j=1}^{10} R_{Aj} \quad (23)$$

## g) Sistem za upravljanje vatrom S

$$P'_S = P''_S = \prod_{j=1}^3 R_{Sj} \quad (24)$$

## h) Podsistem za NHB zaštitu i gašenje požara P

$$P_P = P'_P = P''_P = \prod_{j=1}^4 R_{Pj} \quad (25)$$

## i) Komunikacioni podsistem K

$$P_K = P'_K = P''_K = \prod_{j=1}^2 R_{Kj} \quad (26)$$

Interval pouzdanosti u pokretnoj  $P\{M\}$  i vatrenoj  $P\{F\}$  misiji može se pisati kao:

$$P\{M\}_d \leq P\{M\} \leq P\{M\}_g$$

$$\alpha P\{F/Q\}_d + \bar{\alpha} P\{F/\bar{Q}\}_d \leq P\{F\} \leq \alpha P\{F/Q\}_g + \bar{\alpha} P\{F/\bar{Q}\}_g \quad (27)$$

gdje je s indeksom  $d$  i  $g$  označena donja i gornja granica intervala, a

$$\alpha \equiv P\{Q\}, \quad \bar{\alpha} \equiv P\{\bar{Q}\} = 1 - \alpha$$

Kombinirajući (13) do (26) s (27) možemo odrediti donje i gornje granice intervala pouzdanosti tenka u pokretnoj i vatrenoj misiji.

Granice intervala pouzdanosti tenka u pokretnoj misiji iznose:

$$P\{M\}_d = \prod_{j=1}^7 R_{Mj} \prod_{j=1}^4 R_{Tj} \prod_{j=1}^2 R_{Hj} \prod_{j=1}^{10} R_{Ej} \prod_{j=1}^4 R_{Pj} \prod_{j=1}^2 R_{Kj} \quad (28)$$

$$P\{M\}_g = \left( \min_{1 \leq j \leq 4} \{R_{Mj}\} \right) \prod_{j=5}^7 R_{Mj} R_{T,1} \cdot \left( \min_{2 \leq j \leq 4} \{R_{Tj}\} \right) R_{H,1} \cdot \left( \min_{2,1 \leq j \leq 2,2} \{R_{Hj}\} \right) \prod_{j=1}^{10} R_{Ej} \prod_{j=1}^4 R_{Pj} \prod_{j=1}^2 R_{Kj} \quad (29)$$

Granice intervala pouzdanosti u vatrenoj misiji, pod uslovom da je potrebno kretanje tenka na izvjesnu udaljenost iznose:

$$P\{F/Q\}_d = \prod_{j=1}^7 R_{Mj} \cdot \prod_{j=1}^4 R_{Tj} \cdot \prod_{j=1}^2 R_{Hj} \cdot \prod_{j=1}^{10} R_{Ej} \cdot R_N \cdot \prod_{j=1}^{10} R_{Aj} \cdot \prod_{j=1}^3 R_{Sj} \cdot \prod_{j=1}^4 R_{Pj} \cdot \prod_{j=1}^2 R_{Kj} \quad (30)$$

$$P\{F/Q\}_g = \left( \min_{1 \leq j \leq 4} \{R_{Mj}\} \right) \cdot \prod_{j=5}^7 R_{Mj} R_{T,1} \cdot \left( \min_{2 < j \leq 4} \{R_{Tj}\} \right) \cdot R_{H,1} \cdot \left( \min_{2,1 \leq j \leq 2,2} \{R_{Hj}\} \right) \cdot \prod_{j=1}^{10} R_{Ej} \cdot R_N \cdot \prod_{j=1}^{10} R_{Aj} \cdot \prod_{j=1}^3 R_{Sj} \cdot \prod_{j=1}^4 R_{Pj} \cdot \prod_{j=1}^2 R_{Kj} \quad (31)$$

Granice intervala pouzdanosti tenka u vatrenoj misiji, pod uslovom da nije potrebno kretanje tenka, iznose:

$$P\{F/\bar{Q}\}_d = \prod_{j=1}^7 R_{Mj} \cdot R_{T,1} \cdot \prod_{j=1}^7 R_{Ej} \cdot \prod_{j=9}^{10} R_{Ej} \cdot R_N \cdot \prod_{j=1}^{10} R_{Aj} \cdot \prod_{j=1}^3 R_{Sj} \cdot \prod_{j=1}^4 R_{Pj} \cdot \prod_{j=1}^2 R_{Kj} \quad (32)$$

$$P\{F/\bar{Q}\}_g = \left( \min_{1 \leq j \leq 4} \{R_{Mj}\} \right) \cdot \prod_{j=5}^7 R_{Mj} R_{T,1} \cdot \prod_{j=1}^7 R_{Ej} \cdot \prod_{j=9}^{10} R_{Ej} \cdot R_N \cdot \prod_{j=1}^{10} R_{Aj} \cdot \prod_{j=1}^3 R_{Sj} \cdot \prod_{j=1}^4 R_{Pj} \cdot \prod_{j=1}^2 R_{Kj} \quad (33)$$

Time su rješene prve dvije od navedenih poteškoća.

### Izražavanje pouzdanosti složenih sistema

Da bi prethodni model mogli primijeniti, pored komponenata za  $\{M\}$  i  $\{F\}$ , skupova zavisnih komponenata i vjero-

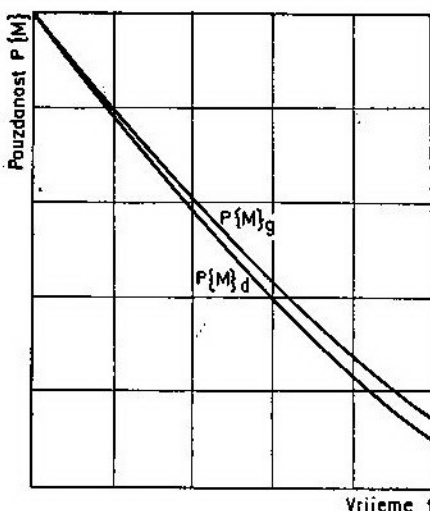
jatnoće izvršavanja vatrenog zadatka u pokretu  $\alpha \equiv P\{Q\}$ , kao osnovni ulazni podatak služi pouzdanost komponenata sistema  $R_{ij}$ . Ukoliko komponente imaju konstantan intenzitet otkaza, pouzdanost sistema sastavljenog od takvih komponenata može se izračunati primjenom eksponencijalne raspodjele vremena između otkaza. U tom slučaju je

$$R_i(t) = e^{-\lambda_i t} \quad (34)$$

gdje je  $R_i(t)$  pouzdanost podsistema  $i$ , a  $\lambda_i$  intenzitet otkaza podsistema  $i$ . U slučaju redne strukture komponenata sistema  $\lambda_i$  se izračunava iz obrasca

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} \quad (35)$$

gdje je  $\lambda_{ij}$  intenzitet otkaza  $j$ -tog dijela podsistema  $i$ . Pri tome intenziteti otkaza svih komponenata sistema moraju biti izraženi u istim jedinicama. Pri izračunavanju pouzdanosti tenka u pokretnoj misiji to je moguće obezbijediti, budući da u njoj učestvuju podsistemi



Sl. 2 Gornja i donja granica pouzdanosti tenka u pokretnoj misiji

čije se vrijeme operativnog rada izražava u jedinicama među kojima vlada vrlo značajna statistička zavisnost [5]. U

tom slučaju pouzdanost je moguće izraziti u obliku (34), što je prikazano na slici 2.

U vatrenoj misiji, međutim, sudjeluju i komponente za koje nema fizikalnog opravdanja da se vrijeme operativnog rada izražava u jedinicama vremena — već u broju ispaljenih metaka topa. To se odnosi na top, automat za punjenje topa i sistem za upravljanje vatrom. Budući da između broja ispaljenih metaka topa i ostalih jedinica operativnog rada nema statističke zavisnosti [5], ukoliko ta »zavisnost« nije specificirana u TTZ, prinuđeni smo intenzitete otkaza komponenata iz podsistema  $M, T, H, E, P, K$  iskazati u jednoj od jedinica [broj otkaza/moto čas motora], [broj otkaza/moto čas transmisije] ili [broj otkaza/pređeni put], a intenzitete otkaza iz podsistema  $N, A, S$  u [broj otkaza/broj ispaljenih metaka topa].

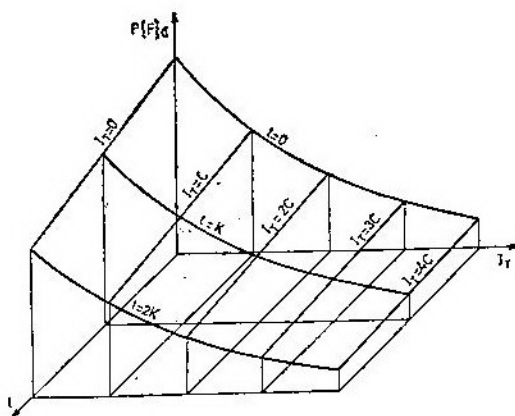
Na taj način se pouzdanost tenka kao složenog sistema, u zavisnosti od misije, može izraziti kao složena vjerovatnoća rada bez otkaza komponenata iz podsistema  $M, T, H, E, P, K$  i komponenata iz podsistema  $N, A, S$ . Matematički zapis tako izražene pouzdanosti složenog sistema ima slijedeći oblik:

$$R(t, I_T) = e^{-\lambda_M \cdot t} \cdot e^{-\lambda_F \cdot I_T} \quad (36)$$

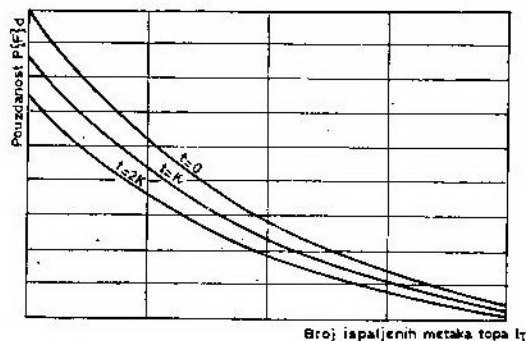
gdje je  $\lambda_M$  intenzitet otkaza komponenata iz podsistema  $M, T, H, E, P, K$ ,  $\lambda_F$  intenzitet otkaza komponenata iz podsistema  $N, A, S$ ,  $t$  vrijeme rada motora,  $I_T$  broj ispaljenih metaka topa.

Ukoliko na opisan način odredimo intenzitete otkaza grupa podsistema tenka, tada granice pouzdanosti tenka u vatrenoj misiji, pod uslovom da je potrebno kretanje tenka (30), (31), i da nije potrebno kretanje tenka (32), (33), možemo odrediti adekvatno izrazu (36).

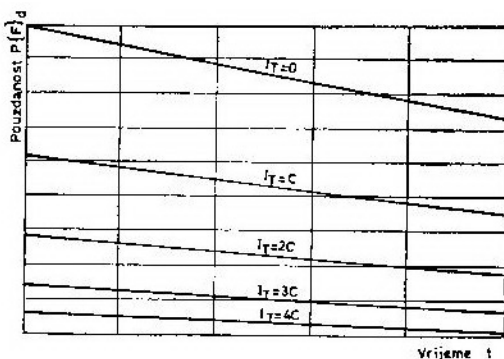
Na osnovu izraza (27) moguće je izračunati totalnu pouzdanost tenka u vatrenoj misiji  $P\{F\}$ . Budući da je pouzdanost  $P\{F\}$  u funkciji vremena rada motora i broja ispaljenih metaka topa,



Sl. 3 Donja granica pouzdanosti tenka u vatrenoj misiji  $C, K$  — konstante



Sl. 4 Pouzdanost tenka u vatrenoj misiji za različite vrijednosti vremena rada motora



Sl. 5 Pouzdanost tenka u vatrenoj misiji za različite vrijednosti broja ispaljenih metaka topa

ona se može prikazati kao zakrivljena površina u trodimenzionalnom sistemu (slika 3).

Presjeci te površine za različite vrijednosti vremena rada motora i broja ispaljenih metaka topa prikazani su na slikama 4 i 5.

## Zaključak

Ovaj model može biti korišten za specificiranje potrebne pouzdanosti tenka pri definiranju TTZ, kao i za predviđanje pouzdanosti misije, što bi obavio sistemski konstruktor prije izrade prototipa i početka proizvodnje. Osnovni ulazni podaci za primjenu modela su komponente sistema za pokretnu i vatrenu misiju, skup zavisnih komponenta sistema, vjerojatnoća obavljanja vatrene misije iz pokreta, te intenziteti otkaza komponenta sistema. Kompo-

nente za vatrenu misiju treba da budu određene pod uslovom da je potrebno kretanje tenka na određenu udaljenost ili nije.

Kako je u praksi dovoljno odrediti samo donju granicu pouzdanosti, u model se ulazi s vjerojatnošću obavljanja vatrene zadatka u pokretu  $\alpha=1$  i pretpostavkom da su otkazi komponenta sistema statistički nezavisni. Nadalje, kako je pouzdanost u vatrenom zadatku  $P\{F\}$  manja od pouzdanosti u pokretnom zadatku  $P\{M\}$ , dovoljno je predvidjeti samo  $P\{F\}$ .

Ukoliko ocenu intenziteta otkaza komponenta sistema izvršimo na osnovu praćenja ponašanja sistema u eksploataciji, tada je na osnovu datog modela moguće izvršiti ocjenu pouzdanosti svake serije proizvoda bez posebnih ispitivanja, i na taj način pratiti rast pouzdanosti.

## Literatura:

- [1] ALPAIDZE G. E., ROMANOV L. G., ČERVONUJ A. A., ŠAHTARIN F. K.: »Garantirani nadzor za složenim tehničkim sistemima«, Mašinstrojenje, Moskva, 1988.
- [2] CHUL KIM: »Analysis for Mission Reliability of a Combat Tank«, IEEE Transactions on Reliability, vol. 38, No 2, 1989.
- [3] VUJANOVIĆ N.: »Teorija pouzdanosti tehničkih sistema«, Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd, 1987.
- [4] VUKADINOVIĆ S.: »Elementi teorije vjerojatnoće i matematičke statistike«, Privredni pregled, Beograd, 1981.
- [5] BUCIĆ J.: »Pouzdanost, popravljivost i raspoloživost složenog borbenog sredstva«, Magistarski rad, CVTS KoV JNA »General armije Ivan Gošnjak«, Zagreb, 1990.

## Model za proračun raspoloživog kapaciteta radne snage za održavanje

### Uvod

Proces planiranja je osnovni element funkcije upravljanja resursima održavanja, a planovi održavanja su bitan element strukture sistema održavanja.

Da bi upravni organi radili valjane planove, pratili njihovu realizaciju i donosili odluke, potrebno je, pored ostalog, da poznaju i prate kapacitete radne snage za održavanje i mogućnosti njenog iskorištenja.

Planski kapacitet u praksi često varira iz perioda u period u funkciji različitih promena i poremećaja u sistemu održavanja i njegovoj okolini [1]. Variiranje kapaciteta neposredno utiče, kako na planiranje, tako i na proces upravljanja održavanjem. Napor na objektivizaciji uticaja i stabilizaciji kapaciteta proizvodnih struktura predstavlja postupak od posebnog značaja u procesu upravljanja resursima sistema održavanja.

Baza podataka informacionog sistema održavanja (BP ISO) osnovna je pretpostavka realizacije tog postupka, a model za proračun kapaciteta radne snage jedan od segmenata njegovog ostvarenja.

### Modaliteti kapaciteta

Kapacitet radne snage organizacione jedinice (OJ) za održavanje predstavlja količinu rada koji ona može dati u određenom vremenskom periodu.

Za svakog radnika — OJ može se utvrditi [2]:

- potencijalni kapacitet ( $K_p$ ),
- bruto-kapacitet ( $K_b$ ),
- neto (planski)-kapacitet ( $K_n$ ).

Do podataka o kapacitetima radne snage OJ može se doći sumiranjem pojedinog modaliteta kapaciteta izračunatog za pojedinog radnika.

Potencijalni kapacitet predstavlja količinu rada koju radnik — OJ može maksimalno ostvariti u razmatranom vremenskom periodu.

Potencijalni kapacitet radnika ( $K_{pr}$ )

$$K_{pr} = d \cdot s \quad (1)$$

$d$  — broj dana u planskom periodu  
 $s$  — broj radnih časova u danu.

Potencijalni kapacitet OJ ( $K_p$ )

$$K_p = \sum_{i=1}^n K_{pr_i} \quad (2)$$

$n$  — planirani broj radnika.

Bruto-kapacitet predstavlja količinu rada koju radnik — OJ može

ostvariti kad se broj dana u planskom periodu umanjuje za broj neradnih dana (subote, nedelje, praznici) i broj dana godišnjeg odmora.

Bruto-kapacitet radnika ( $K_{br}$ )

$$K_{br} = d_r \cdot s \quad (3)$$

$$d_r = d - d_n \quad (4)$$

$d_r$  — broj radnih dana u planskom periodu,

$d_n$  — broj neradnih dana u planskom periodu.

Bruto-kapacitet OJ ( $K_b$ )

$$K_b = \sum_{i=1}^n K_{br_i} \quad (5)$$

Neto (planski) — kapacitet predstavlja količinu rada koju radnik — OJ može ostvariti u realnim uslovima rada u zadatom planskom periodu.

Neto-kapacitet radnika ( $K_{nr}$ )

$$K_{nr} = d_r \cdot s_e \cdot \eta \quad (6)$$

$s_e$  — broj efektivnih radnih časova u danu,

$\eta$  — stepen iskorišćenja kapaciteta.

Neto-kapacitet OJ ( $K_n$ )

$$K_n = \sum_{i=1}^n K_{nr_i} \quad (7)$$

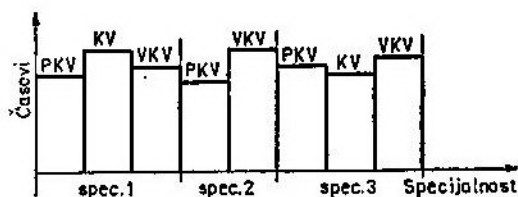
### Forma izražavanja kapaciteta

S obzirom na to da se raspoloživi kapacitet radne snage najčešće utvrđuje radi planiranja održavanja, pogodno je da se period utvrđivanja raspoloživog kapaciteta poklapa sa planskim periodom (period za koji se utvrđuje zahtevani kapacitet za održavanje). Takođe je pogodno da forma iskazivanja imajućeg i zahtevanog kapaciteta bude identična, jer to pojednostavljuje njihovu komparativnu analizu.

Za operativno (mesečno) planiranje dovoljno je zahtevani i imajući kapacitet izraziti po kvalifikacijama radne snage u okviru specijalnosti (sl. 1). Za

periode duže od jednog kalendarskog meseca potrebno je kapacitet proizvodnih radnika proračunavati po mesecima, a u okviru jednog meseca po kvalifikacijama i specijalnostima.

Tako razvrstani kapaciteti bitna su pretpostavka valjanog planiranja, jer je većina specijalnosti radne snage za održavanje međusobno nezamenljiva.



Sl. 1 Shematski prikaz kapaciteta radne snage po specijalnostima

### Opis modela za proračun kapaciteta radne snage

Podaci potrebni za proračun kapaciteta koriste se iz odgovarajućih datoteka BP ISO [3].

Ulazni podaci u model:

- interval proračuna zadat u datumskom obliku ( $d_1$ ;  $d_2$ ),
- jedinstveni matični broj građana (JMBG);
- period prisustva radnika u procesu održavanja ( $d_3$ ;  $d_4$ );
- dnevna satnica radnika ( $s$ );
- stepen iskorišćenja kapaciteta radnika ( $\eta$ ).

Sistemska dijagram toka modela za proračun kapaciteta prikazan je na slici 2 i sastoji se u sledećem:

1. Proračun kapaciteta izvodi se za period koji može biti proizvoljan, a određuje se preko datuma  $d_1$  i  $d_2$ , pri čemu je  $d_1$  početak, a  $d_2$  kraj vremenskog intervala  $d_L$ .

$$d_L = d_2 - d_1 \quad (8)$$

Za periode duže od jednog kalendarskog meseca kapaciteti se računaju po mesecima.



2. Kapaciteti se računaju za svakog radnika o kojem postoje podaci u datotekama RADNIK i PERRAD. U datoteci RADNIK sadržani su osnovni podaci o svakom radniku do kojih se dolazi posredstvom jedinstvenog matičnog broja građana (JMBG). Datoteka PERRAD sadrži podatke o prisutnosti radnika u procesu održavanja. Preko datuma  $d_3$  i  $d_4$  definisan je početak perioda prisutnosti i odsutnosti radnika, respektivno. Preko datuma  $d_3$  i  $d_4$  definisana je odsutnost radnika po svim osnovama: godišnji odmor, bolovanje, službeni put, itd. Period za koji se definiše odsutnost radnika mora biti jednak ili duži od perioda za koji se računaju kapaciteti. Ključno polje datoteke PERRAD je jedinstveni matični broj građana.

3. Preko šifre specijalnosti (SIF\_SPEC) iz datoteke RADNIK u datoteci SPECIJAL identifikuje se naziv specijalnosti za razmatranog radnika. Šifra specijalnosti je ujedno i ključno polje datoteke SPECIJAL.

Podatak o dnevnoj satnici ( $s$ ) sadržan je u polju DNE\_SATN, a podatak o stepenu iskorištenja kapaciteta ( $\eta$ ) u polju STEP\_ISK u datoteci RADNIK.

4. Kapaciteti se računaju za radnike koji su u zadatom periodu prisutni u procesu održavanja, što se ustanovljava komparativnom analizom perioda  $d_L$  i  $d$ .

$$d = d_k - d_p \quad (9)$$

$d_p$  — početak perioda prisustva radnika u intervalu  $d_L$ ,

$d_k$  — kraj perioda prisustva radnika u intervalu  $d_L$ .

U zavisnosti od odnosa perioda  $d_L$  i  $d$  varijable  $d_p$  i  $d_k$  prema [4] mogu poprimiti sledeće vrednosti (sl. 3):

$$a) d_p = d_3; d_k = d_4 \quad (10)$$

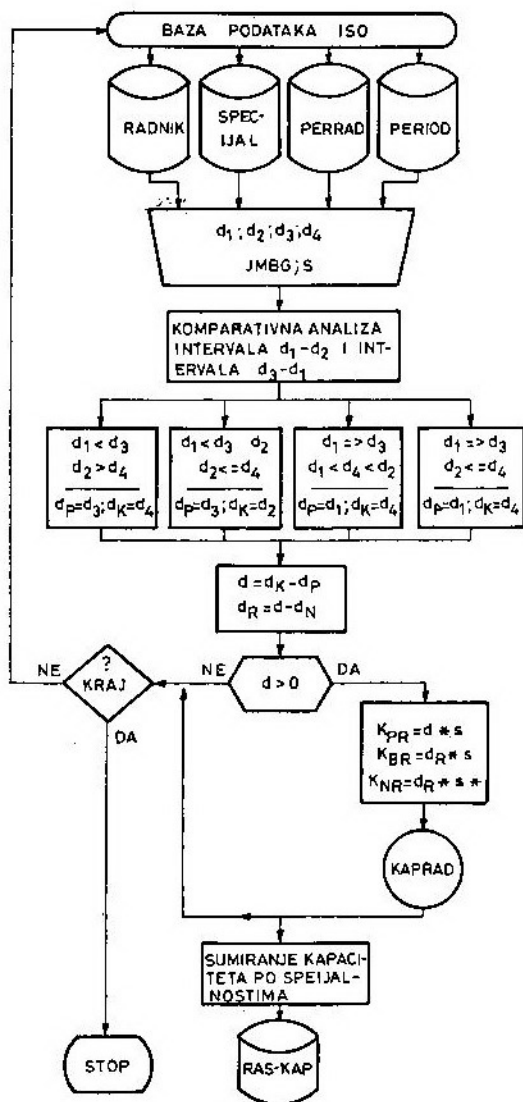
$$b) d_p = d_3; d_k = d_2 \quad (11)$$

$$c) d_p = d_1; d_k = d_4 \quad (12)$$

$$d) d_p = d_1; d_k = d_2 \quad (13)$$

Po utvrđivanju broja dana prisutnosti razmatranog radnika u procesu

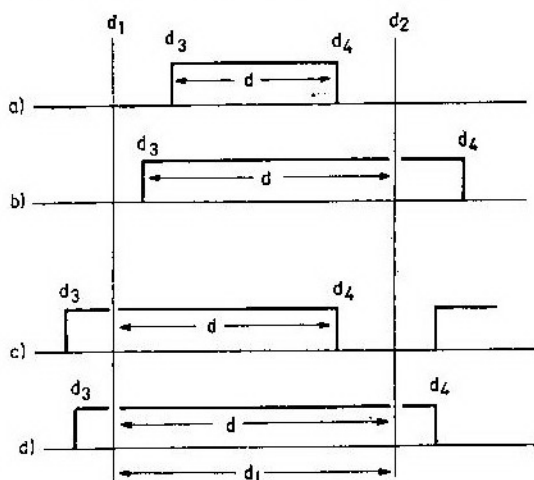
održavanja ( $d$ ), po formuli (4) računa se broj radnih dana prisutnosti radnika.



Sl. 2 Sistemski dijagram toka modela za proračun kapaciteta radne snage

5. Množenjem broja dana prisutnosti radnika ( $d$ ) sa brojem radnih časova u danu ( $s$ ) prema (1) računa se potencijalni kapacitet, a proizvod broja radnih dana ( $d_r$ ) i radnih časova prema (3) daje bruto-kapacitet radnika.

Umnoškom broja radnih dana, dnevne satnice i stepena iskorišćenja kapaciteta prema (6) računa se neto (planski)-kapacitet. Vrednost planskog kapaciteta može se dobiti množenjem bruto-kapaciteta sa stepenom iskorišćenja.



Sl. 3 Shematski prikaz odnosa planskog perioda prisustva radnika u procesu održavanja

Izračunati modaliteti kapaciteta po radnicima memorišu se u registru kapaciteta (privremena datoteka) KAPRAD. Na osnovu tih podataka, sumiranjem pojedinog modaliteta kapaciteta po specijalnostima radnik prema formulama (2), (5) i (7), dolazi se do ukupnog kapaciteta kojim dotična OJ raspolaže u zadanom periodu. Podaci o ukupnim ras-

položivim kapacitetima sadržani su u datoteci RAS\_KAP, odakle se, prema potrebi, mogu koristiti za analizu ili kao ulazni podaci u drugi model koji je konzistentan sa opisanim.

## Zaključak

Kapaciteti radne snage osnovni su element sistema održavanja, a njihovo poznavanje i praćenje pretpostavka su nalaženja optimalnih mogućnosti za izvođenje propisanih i potrebnih radova održavanja u realnom vremenu.

Opisani model na svom izlazu daje podatke o imajućim kapacitetima po specijalnostima radne snage razmatrane organizacione jedinice koji, u osnovi, omogućuju:

- adekvatno upravljanje resursima održavanja;
- izradu realnih planova angažovanja imajućeg kapaciteta;
- analizu odnosa zahtevanog i imajućeg kapaciteta;
- uravnoteženje opterećenja kapaciteta zahtevima za održavanje, itd.

Model je orijentisan za automatizovan postupak proračuna kapaciteta implementacijom na personalnom računaru. Podaci potrebni za proračun koriste se iz odgovarajućih datoteka baze podataka informacionog sistema održavanja.

## Spisak literature:

- [1] Zelenović D.: »Upravljanje proizvodnim sistemima (anatomija postupka upravljanja)«, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [2] Petković R., Kokanović M., Čirović M.: »Organizacija održavanja TMS«, CVTŠ-VVTŠ, Zagreb, 1987.
- [3] Bilbija M., Kodžopeljić J.: »Informacioni sistem održavanja TMS KoV OS (ISO)«, CVTŠ-VVTŠ, Zagreb, 1986.
- [4] Smiljanić N.: »Planiranje održavanja tehničkih sredstava«, magistarski rad, CVTŠ-VVTŠ, Zagreb, 1989.

Mr Stanko Kljajić,  
kapetan I klase, dipl. inž.

## Metodologija za ocjenu uticaja borbene upotrebe artiljerijskih oruđa na sistem održavanja

### Uvod

Osnovno sredstvo za postizanje pobjede u ratu je borbeno dejstvo (b/d). Izvodi se korištenjem sredstava ratne tehnike, među koja spadaju i artiljerijska oruđa. Njihovu borbenu upotrebu obezbijeduje sistem tehničkog obezbjeđenja (TOB). Sistem održavanja kao podsistem TOB-a, obezbijeduje zadržavanje oruđa u ispravnom stanju, odnosno vraćanje u to stanje, ukoliko je narušeno.

U savremenom ratu, koji se karakteriše intenzivnom upotrebom tehničkih sredstava u složenim uslovima i uz snažno dejstvo protivnika, održavanje je veoma složeno i teško. Postavlja se problem kako ocijeniti uticaj borbene upotrebe artiljerijskih oruđa na sistem održavanja.

Taj uticaj se ne može ocijeniti eksperimentiranjem na realnom sistemu.

Drugi način ocjene uticaja borbene upotrebe na sistem održavanja je modeliranje. Posebno pogodan način je simulaciono modeliranje. Omogućeno je razvojem računarske tehnike i simulacionih jezika. Posljednjih godina simulaciono modeliranje se često koristi za istraživanje procesa u oružanoj borbi. Sastoji se u tome da se realni sistem predstavlja pomoću modela, a onda se vrši eksperimentiranje na modelu. Simulacioni model je predstavljen pomoću programa za računar.

Cilj ovog rada je da pokaže jedan od mogućih načina ocjene uticaja borbene upotrebe artiljerijskih oruđa na sistem održavanja, kao i ocjene obrnutog uticaja.

Da bi se to ostvarilo, potrebno je definirati borbenu upotrebu kroz analizu mjesta i uloge artiljerijskog oruđa u borbenim dejstvima. U radu je razmatrano artiljerijsko oruđe za podršku, velikog kalibra, a borbena upotreba je razmatrana kroz razrađeni taktički zadatak iz čega su proizašli gubici, kao ulazni podaci za sistem održavanja. Zbog prirode tih podataka u radu su korišteni proizvoljni podaci radi ilustracije metodologije.

### Način istraživanja

Način istraživanja uslovljen je predmetom i ciljem istraživanja. Polazeći od toga, za istraživanje su odabrane i korištene sledeće metode: konkretni dijalektički metod, analiza sadržaja, posebne naučne metode (analiza, sinteza, indukcija, dedukcija), modeliranje i eksperimentiranje.

Posebno mjesto zauzima metoda modeliranja. Izabrani taktički zadatak predstavlja model borbene situacije. Na osnovu analize tog modela izrađen je simulacioni model sistema održavanja u borbenim dejstvima. Razvijen je u si-

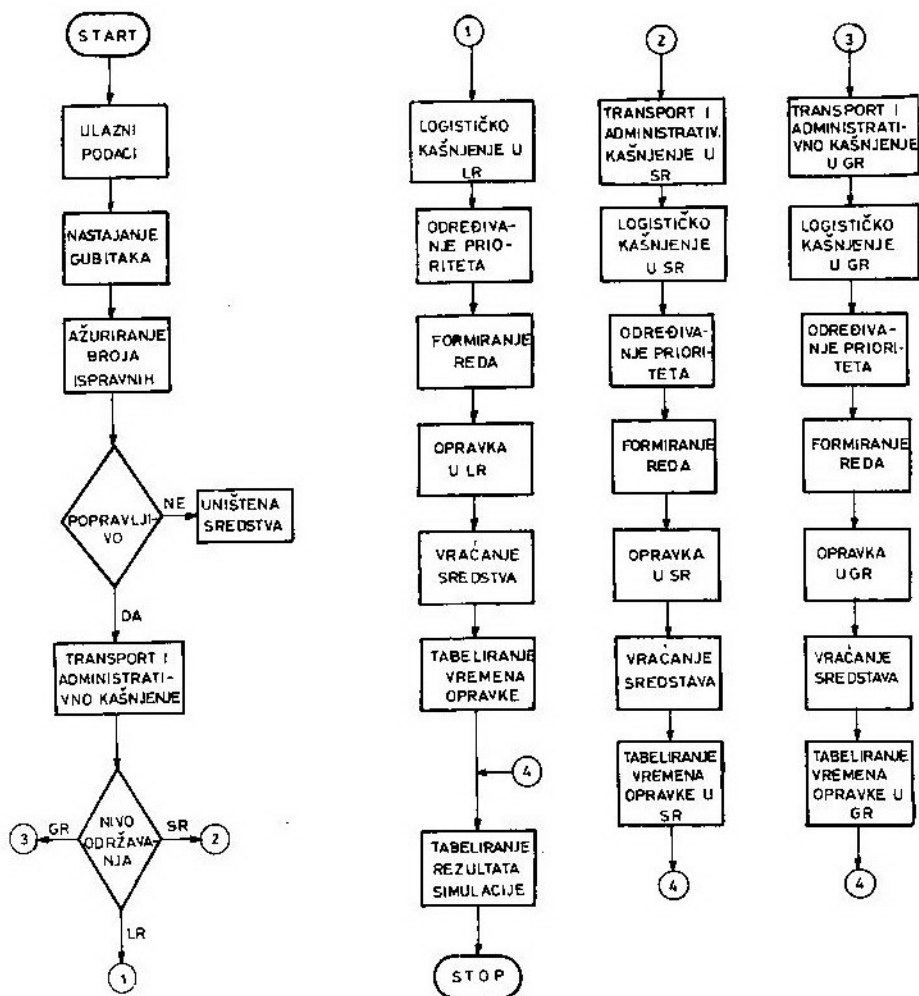
mulacionom jeziku GPSS-u (General Purpose Simulation System) koji se bazira na primjeni teorije masovnog opsluživanja i metodi Monte Karlo koje su u njemu sadržane.

GPSS je orijentiran prema procesima koji čine dinamičke i stohastičke modele, te modele sa diskretnim stanjima. Pogodan je za simulaciju sistema koji općenito imaju dva tipa komponenti: statičke i dinamičke. Dinamičke komponente-transakcije nisu ničim predstavljene u modelu, već ih treba zamisliti. Statičke komponente su u modelu predstavljene blokovima. Pri odvijanju

simulacije modela koji su opisani u GPSS-u, procesiranje se odvija u više objekata modela istovremeno, za razliku od drugih simulacionih jezika gdje se procesiranje objekata modela odvija sekvencijalno prema blok-dijagramu.

### Struktura simulacionog modela

Razvijeni simulacioni model sastoji se od pet segmenata, pri čemu svaki segment predstavlja cjelinu za sebe, a zajedno kompleksan model. Struktura simulacionog modela prikazana je na slici 1.



Sl. 1

U prvom segmentu predstavljen je proces nastajanja gubitaka i njihov tok kroz sistem održavanja. Definiranje veličine i vrste gubitaka izvršeno je na osnovu procjene dinamike borbenih dejstava. Nastali gubici (oštećena oruđa) u modelu se, po unapred definiranoj funkciji, razvrstavaju na povratne i nepovratne. U povratnoj grani se oštećenim oruđima pridružuju vremena opravke na osnovu kojih se određuje prioritet opravke. Povratna grana se dijeli na tri grane koje predstavljaju nivo održavanja: laki remont (LR), srednji remont (SR) i generalni remont (GR). U svakoj

U trećem i četvrtom segmentu modela je na adekvatan način definiran rad kapaciteta za SR i GR.

Peti segment služi za vremensku kontrolu simulacije i definiranje vremena kada se zahtijevaju ispisi rezultata simulacije.

### Ulazni podaci

Vrijeme nastajanja gubitaka je podijeljeno po intervalima i prikazano u tabeli 1.

Tabela 1

	Interval [min]						
	1	2	3	4	5	6	7
Početak	1	781	1200	1500	2340	3780	4560
Kraj	150	960	1260	1560	2400	4080	4680
Trajanje	149	179	60	60	60	300	120

od njih je odgovarajućim blokovima definiran sistem održavanja.

U drugom segmentu modela definirano je vrijeme rada kapaciteta u LR. Ovaj segment, kao i svi naredni, utiču na tok simulacije u prvom segmentu, jer direktno upravlja kapacitetom za remont. Otvaranje i zatvaranje kapaciteta za LR je posljedica borbene situacije u kojoj će prekid rada nastupiti usljed premještaja tehničke jedinice, napada na nju, i slično.

Za svaki interval je zadat procenat gubitaka koji nastaju, kao i njihova struktura.

Prioritet opravke po nivoima daje se prema vremenu opravke. Ako je manje vremena potrebno za opravku, oruđe će imati veći prioritet, i obratno.

Vrijeme transporta i administrativnog kašnjenja definirano je preko uniformne raspodjele za svaki nivo održavanja, kako je dato u tabeli 2.

Tabela 2

	Vrijeme transporta i administrativnog kašnjenja pri [min]			
	slanju		povratku	
	A	B	A	B
Laki remont	30	90	20	40
Srednji remont	180	700	120	180
Generalni remont	300	1440	240	360

Vrijeme logističkog kašnjenja je slučajna veličina i definirana je preko normalne raspodjele sa parametrima datim u tabeli 3.

Tabela 3

Vrijeme logističkog kašnjenja za [min]	$\mu$ [min]	$\sigma$ [min]
Laki remont	30	5
Srednji remont	180	30
Generalni remont	600	60

Vrijeme opravke je definirano preko normalne raspodjele sa parametrima datim u tabeli 4.

Tabela 4

Vrijeme opravke za [min]	$\mu$ [min]	$\sigma$ [min]
Laki remont	120	20
Srednji remont	300	40
Generalni remont	3000	480

### Rezultati simulacije

Koristeći ulazne podatke izvršena je simulacija i dobijen je standardni ispis rezultata. Radi analize razmatranog problema iz tog ispisa izvučen je pregled stanja artiljerijskih oruđa po va-

Tabela 5

Simulaciono vrijeme [min.]		780	1020	0081	3240	4560	4680	
Broj ispravnih oruđa [kom.]		15	12	11	11	10	9	
Ukupni gubici [kom.]	Opšti	5	9	14	18	21	22	
	Povratni	3	7	10	13	15	18	
	Nepovratni	2	2	4	5	6	6	
Stanje povratnih gubitaka	Transport, administrativno i logičko kašnjenje pri slanju	LR	—	—	—	1	1	
		SR	—	1	1	—	—	
		GR	—	1	1	—	—	
	Opravka	LR	—	1	—	—	—	1
		SR	1	1	1	1	—	—
		GR	—	—	—	1	1	1
Ukupno opravljeno oruđa i vraćeno na vatreni položaj		2	3	7	11	13	13	

Svaki nivo održavanja ima po dva kanala za opsluživanje, a vrijeme raspoloživosti tih kanala definirano je prema dinamici borbenih dejstava.

trenim položajima. Tabela prikaz tih rezultata dat je u tabeli 5.

Broj ispravnih oruđa na VP predstavlja njihov broj u naznačenom vre-

menu. Ukupni gubici predstavljaju kumulativan prikaz gubitaka od početka b/d do naznačenog vremena. Stanje povratnih gubitaka označava trenutni raspored povratnih gubitaka u sistemu održavanja, odnosno njihovo stanje.

Podaci o ukupno opravljenim oruđima i vraćenim na vatreni položaj predstavljaju, takođe, kumulativan prikaz od početka b/d do naznačenog vremena.

### Zaključak

U ovom radu je prikazana metodologija za ocjenu uticaja borbene upotrebe artiljerijskog oruđa na sistem održavanja, kao i povratni uticaj. Ova metodologija je iskorištena na primjeru odabranog artiljerijskog oruđa za izabranu borbenu situaciju. Dobijeni rezultati mogu poslužiti za analizu »valjanosti«

sistema održavanja za konkretnu situaciju.

Razvijeni simulacioni model omogućava sprovođenje simulacije radi sagledavanja mehanizama odvijanja realnih procesa koji mogu nastati u budućnosti. Pri tome treba imati u vidu da simulacija nije precizna metoda i da ne optimizira. Eksperimentiranjem uz pomoć simulacionog modela utvrđuje se uticaj pojedinih faktora i njihove željene vrijednosti.

Fleksibilnost razvijenog modela omogućava njegovu dogradnju i adaptaciju. Pored standardnih ispisa postoji mogućnost dobijanja i nestandardnih ispisa.

Značaj rada je u tome što daje originalan pristup pri ocjeni borbene upotrebe izabranog sredstva u konkretnim uslovima. Pored ove primjene, razvijena metodologija se može koristiti u nastavne svrhe pri razradi taktičkih zadataka.

### Literatura:

[1] Ziljak V.: »Simulacija računalom«. Školska knjiga, Zagreb, 1982.

[2] Schriber T. J.: »Simulation using GPSS«, J. Wiley, New York, 1974.

[3] Vukadinović S. Popović J.: »Metoda Monte-Karlo«, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1983.

[4] Vukadinović S.: »Elementi teorije masovnog opsluživanja«, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1983.

### Uvod

Problem ličnog naoružanja starješina nije česta tema u stručnoj literaturi, vjerojatno i zbog činjenice da u posljednjih tridesetak godina nema revolucionarnih novina u konstrukciji pištolja i revolvera, a oni se, uglavnom, upotrebljavaju i kao lično naoružanje starješina. Tek izbor novog pištolja za pripadnike armije SAD pobudio je veću pažnju, naročito nakon objavljivanja rezultata natječaja. Tada je kao službeni izabran pištolj iz druge zemlje (pištolj 92F, kalibra 9 mm parabellum, talijanske firme BERETTA), što je za mnoge bilo iznenađenje.

Do sada je proveden velik broj ispitivanja i prikupljeno mnoštvo podataka. Oslikavajući problem, oni i dalje ostavljaju dilemu da li je kao lično oružje starješina bolji pištolj ili revolver. U našim prilikama problem donekle otežava i podatak što naš proizvođač streljačkog oružja, »Zavodi Crvena Zastava« iz Kragujevca, od 1987. proizvodi i revolvare.

Zato se ovim člankom želi pružiti nešto više informacija o prednostima i nedostacima pištolja, odnosno revolvera.

### Namjena i karakteristike pištolja i revolvera

Pištolj je lično vatreno oružje, namijenjeno neposrednoj obrani ili napadu. Zavisno od načina na koji se iskoristava energija barutnih plinova,

stvorena nakon opaljenja metka, postoje tri vrste pištolja:

— neautomatski (energija barutnih plinova služi samo za dobivanje početne brzine zrna, a ponovno punjenje oružja i opaljivanje obavlja se ručno);

— poluautomatski (energija barutnih plinova iskorištava se i za ponovno punjenje oružja, a za svako opaljenje potrebno je ponovno povući obarač);

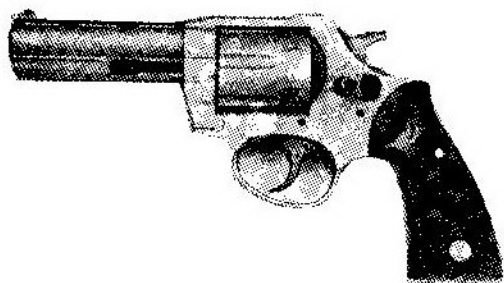
— automatski (energija barutnih plinova iskorištava se za ponovno punjenje oružja i ispaljivanja sljedećeg metka, sve dok strijelac drži pritisnut obarač ili dok ima metaka u okviru).

Suvremeni pištolji uglavnom su poluautomatski ili automatski. Poluautomatski mogu gađati samo jedinačnom paljbom, a automatski jedinačnom i rafalnom. Radi poboljšanja efikasnosti gađanja, neki su automatski pištolji opremljeni metalnim kundakom. Iz pištolja se može uspješno gađati do 50 m, dok upotreba kundaka omogućuje gađanje i do 200 m.

Revolveri imaju istu namjenu kao i pištolji, a razlikuju se od njih po bubnju, u kojem su smješteni meci. Kad se zapne udarač (oroz), odnosno povuče obarač, bubanj se okreće oko svoje uzdužne osi, sve dok se ležište u kojem je metak ne poklopi sa cijevi oružja.\* Kapacitet bubnja je najčešće 5—7 metaka. Na slici 1 vidi se razlika u konstrukciji između pištolja i revolvera.

\* Naziv revolver potiče od engleske riječi *revolve* — okretati.





Sl. 1 Pištolj 9 mm CZ99 i revolver 357 magnum (proizvođač ZCZ — Kragujevac)

Od pištolja koji se upotrebljavaju u JNA, ili ih Zavodi Crvena Zastava iz

Kragujevca plasiraju na naše ili inozemno tržište, najpoznatiji je pištolj M57 7,62 mm. Njegova konstrukcija je bazirana na sovjetskom pištolju TT M33, na kojem su ostvarena neka poboljšanja (ugrađena je kočnica, okvir prima devet metaka, što znači jedan metak više, dodata je vođica povratne opruge, koja omogućuje lakše rastavljanje i sastavljanje, itd.).

Kako se metak 7,62 mm×25 na Zapadu ne koristi često, Zastava je (radi izvoza) pištolj M57 prilagodila za metak 9 mm parabellum. Pištolj je dobio oznaku M70(d).

Prateći zahtjeve tržišta, na pištolju su postignuta još neka poboljšanja (manja masa, dno okvira ima ispušni radi boljeg držanja pištolja, dužina smanjena za 2 cm, a ugrađena je i još jedna kočnica). Tvornička oznaka pištolja je M88A.

Slične su se varijacije u konstrukciji pravile i na pištolju M70 7,65 mm, koji trenutno služi kao lično naoružanje stariješina. Tako je konstruiran i model M70(k), za koji se upotrebljava metak 9 mm kratki (9×17 browning). Tehnički podaci za ove pištolje dati su u tabeli 1.

Tabela 1

Tehnički podaci o pištoljima koje proizvode Zavodi Crvena Zastava — Kragujevac

Model	Masa oružja [kg] praznog punog	Dužina [mm] oružja cijevi	Početna brzina zrna [m/s]	Kapacitet okvira [metaka]	Napomena
M70 7,65 mm	0,74 0,81	165 94	300	8	
M84 7,65 mm	1,44 (1,54)	270 115	310	10 (20)	automatski pištolj
M57 7,62 mm	0,87 0,97	195 116	420—455	9	
M70 (d) 9 mm	0,87	195 116	330	9	(d)=dugi metak 9×19 Para.
M70 (k) 9 mm	0,72	165 94	260	8	(k)=kratiki metak 9×17
M88 9 mm	0,78 0,88	175 96		8	metak 9×19 Para.
CZ99 9 mm	0,965 1,145	190		15	metak 9×19 Para. nije u proizvodnji

Što se može zamjeriti konstrukciji opisanih pištolja?

— Mali im je kapacitet okvira (većina ovih pištolja ima okvir sa osam ili devet metaka, dok suvremena rješenja primaju 13—15 metaka).

Radi usporedbe, u tabeli 2 dati su podaci za pištolje koji su u naoružanju stranih armija.

U osnovnim se karakteristikama može uočiti velika sličnost pojedinih pištolja, uglavnom zbog njihove velike

Tabela 2

Tehnički podaci o pištoljima iz naoružanja stranih armija

Pištolj [zemlja]	Masa oružja [kg] praznog punog	Dužina [mm] oružja cevi	Početna brzina zrna [m/s]	Kapacitet okvira [metaka]	Napomena
M1911 11,43 mm (SAD)	1,1 1,25	218 127	250	7	
Walter 9 mm P1 (SRNJ)	0,77 0,88	218	340	8	metak 9 mm Para.
MAB 9 mm PA15 (Francuska)	1,09	203 114	350	15	metak 9 mm Para.
9 mm P225 (Švicarska)	0,94	180	350	8	metak 9 mm Para.
Makarov 9 mm (SSSR)	0,73 0,8	160 91	315	8	
GLOCK 17 9 mm (Austrija)	0,62 0,87	188 114	350	17	metak 9 mm Para.
Beretta 9 mm M92F (Italija)	0,98 1,15	217 125	390	15	metak 9 mm Para.
Heckler&Koch 9 mm P7 (SRNJ)	0,78 0,95	171 105	350—425	8	metak 9 mm Para.
PSM 5,45 mm (SSSR)	0,46 0,5	160 85	310	8	Metak 5,45×118
P-83 9 mm (Poljska)	0,93	160 90	318	8	metak 9 mm Markov
ČZ-82 9 mm (ČSSR)	0,79	172 97	310		metak 9 mm Makarov
P226 9 mm (Švicarska)	0,75 1,05	196 112	350	15	metak 9 mm Para.

— Mehanizam za okidanje im je jedonstrukog djelovanja (ostali noviji modeli imaju mehanizam dvostrukog djelovanja).

— Kočnica i ostali utvrđivači smješteni su samo na jednoj strani, tako da je otežano rukovanje ljevorukim strijelcima.

međusobne zavisnosti (energije zrna na ustima cjevi, mase pištolja i energije trzanja). Tako se novine, uglavnom, očituju u tehnologiji izrade i smanjivanju troškova proizvodnje.

Podaci o revolverima, koji upotrebljavaju metak .357 magnum, prikazani su u tabeli 3.

Tehnički podaci o revolverima

Revolver	Dužina oružja [mm]	Dužina cijevi [mm]	Masa oružja [kg]	Broj metaka
.357 Magnum M83 (Jugoslavija)	195	64	0,9	6
	235	102	1	
	285	152	1,2	
.357 Magnum Manurhin MR 73 (Francuska)	195	64	0,88	6
	205	76	0,89	
	233	102	0,95	
.357 Magnum Barracuda (Belgija)		76	1,05	6
.357 Magnum Astra (Španjolska)	212	77	1,04	6
.357 Magnum CS-32N (Ruger — SAD)	197	70	0,96	6
.357 Magnum Model 65 (Smith&Wesson — SAD)		102		6
.357 Magnum Model 669 (Taurus — Brazil)	238	102	1,05	6
	288	152	1,18	

Treba napomenuti da se u zemlja-  
ma engleskog jezičnog područja kalibar  
izražava u hiljaditim dijelovima inča, a  
dužina cijevi u inčima (1 inch = 25,4  
mm). Oznaka .357 znači 0,357 inča, tj.  
kalibar oko 9 mm. *Magnum* označava  
naročito jak metak određenog kalibra.  
Naime, u odnosu na standardni metak,  
*magnum* metak ima dužu čahuru i ja-  
če barutno punjenje. Tako npr. metak  
.357 magnum ima 4 mm dužu čahuru  
od metka .38 Special. Ta činjenica omo-  
gućava da se za revolver .357 magnum  
može upotrebljavati metak .38 Special,  
jer je projektovan za jače punjenje.  
Obratno, naravno, ne vrijedi.

### Municija za pištolje i revolvare

Kalibar pištolja koji se nalazi u na-  
oružanju pojedinih zemalja kreće se od  
7,62 mm do 11,43 mm. Proračuni i ispi-  
tivanja pokazuju da svi ti pištolji ima-  
ju znatno veću kinetičku energiju zrna  
od one što je potrebna za uništenje ne-  
zaštićenog živog cilja na praktičnoj da-  
ljini upotrebe.

U tabeli 4 dati su podaci za muni-  
ciju koju upotrebljava većina pištolja i  
revolvera u svijetu.

Tabela 4

Podaci o municiji koju upotrebljavaju pištolji i revolvare

Metak	Energija na ustima cijevi [J]	Dužina [mm] metka čahure	Početna brzina zrna [m/s]	Prečnik [mm] dance čah. zrna	Sinonimi
1	2	3	4	5	6
5,45 mm×18 (SSSR)	129	24,9 17,8	315	7,55 5,64	

1	2	4	5	3	6
6,35 mm Browning	101	$\frac{23,11}{15,62}$	250	$\frac{7,67}{6,37}$	6,35×15 SR 6,35 ACP .25 ACP
7,62 mm Tokarov	576	$\frac{34,55}{25,14}$	455	$\frac{9,91}{7,82}$	7,63×25 mm 7,63 mm Mauser
7,65 mm Browning	212	$\frac{26,16}{17,27}$	300	$\frac{8,99}{7,85}$	7,65×17 SR 7,65 mm ACP .32 ACP
9 mm Makarov	340	$\frac{24,79}{17,98}$	340	$\frac{9,98}{9,23}$	9×18 sovjetski 9 mm Stečkin
9 mm Parabellum	396	$\frac{29,28}{19,35}$	396	$\frac{9,94}{9,00}$	9×19 mm 9 mm Luger 9 mm dugi
9 mm Browning	270	$\frac{24,89}{17,27}$	270	$\frac{9,50}{9,04}$	9×17 mm .380 Auto 9 mm kratki
.357 Magnum	436	$\frac{38,35}{32,76}$	436	$\frac{11,17}{9,07}$	
.38 Special	260	$\frac{38,86}{29,46}$	260	$\frac{11,00}{9,04}$	.38 Smith&Wes. 9×29,5 SR
.45 ACP	250	$\frac{32,19}{22,79}$	250	$\frac{11,86}{11,43}$	.45 Colt M1911 .45 Auto Colt Pistol

U JNA metak kalibra 7,65 mm koriste pištolj M70 i automatski pištolj M84 (poznatiji kao »škorpion«). Radi se, u stvari, o metku 7,65 mm×17 browning. Metak 9 mm parabellum poznat je još pod nazivom 9 mm — dugi, a danas je, vjerojatno, najčešće korišteni metak za pištolje i automate, mada je razvijen još davne 1902. O kvaliteti toga metka svjedoči podatak da se za njegov kalibar odlučila američka vojska, koja je, inače, dugo upotrebljavala kalibar 11,43 mm (.45ACP). Inače, meci 11,43 mm i 9 mm parabellum imaju približno jednaku kinetičku energiju zrna. Prednost metka 9 mm parabellum je u većoj probojnosti, manjim dimenzijama (u okviru jednake veličine može se smjestiti veći broj metaka) i manjoj masi.

Mana mu je (u odnosu na metak 11,43 mm) slabije djelovanje na nezaklonjene žive ciljeve.

U odnosu na njih, metak 7,62 mm (koriste ga pištolji M57 i automat M56) ima najveću probojnost, ali i najslabiji učinak na nezaklonjene žive ciljeve. Može se zaključiti da metak 9 mm parabellum zauzima »zlatnu sredinu« zbog čega se toliko i upotrebljava.

### Zahtjevi za lično naoružanje starješina

Rasprave između pristalica pištolja, s jedne, i revolvera, s druge strane, traju već više od osamdeset godina. Iako statistike pokazuju da je u dosadaš-

njim ratovima tim oružjem nanijeto protivniku relativno malo gubitaka, ne smije se zanemariti njegov psihološki značaj.

Lično oružje starješina treba imati slijedeće osobine:

- efikasnost na daljini do 50 m;
- jednostavnost konstrukcije, radi lakšeg rukovanja i obučavanja;
- mogućnost laganog rasklapanja i održavanja;
- malu masu;
- velik kapacitet okvira;
- sigurnost svih mehanizama (npr. da do opaljenja ne može doći u slučaju pada oružja);

— kratko vrijeme pripreme oružja za otvaranje vatre;

— brzo otklanjanje zastoja;

— da su dijelovi koji trpe najveća opterećenja izrađeni od najkvalitetnijeg materijala;

— takav raspored mehanizama oružja i kočnica da njime mogu rukovati i desnjaci i ljevaci;

— mogućnost nišanjenja i pri slaboj vidljivosti (magla, sumrak);

— ergonomski oblik oružja (npr. da rukohvat oružja odgovara i strijelcima sa velikim šakama);

— mogućnost rukovanja oružjem i u rukavicama;

— da površina oružja onemogućuje refleksiju.

### **Međusobna usporedba pištolja i revolvera**

Radi sticanja cjelovitijeg pogleda u mogućnost izbora ličnog oružja za starješine, analizirat će se slijedećih 19 parametara:

- vatrena moć (brzina gađanja);
- spremnost za upotrebu;
- iskorištenje plinova stvorenih opaljenjem metka;
- oblik;

- dimenzije;
- masa;
- položaj centra mase oružja;
- broj sastavnih dijelova;
- municija;
- kapacitet magacina;
- okidanje;
- sigurnost rada dijelova;
- indikacija ispražnjenosti;
- obuka u rukovanju;
- pojava i otklanjanje zastoja;
- održavanje;
- trzanje oružja;
- preciznost, i
- mogućnost upotrebe dodatnih uređaja.

#### *1. Vatrena moć (brzina gađanja)*

Brzina gađanja iz pištolja daleko je veća u odnosu na brzinu gađanja iz revolvera. Revolveru se najprije mora otvoriti bubanj i izbaciti čahure, a zatim se napuni. To zahtijeva mirnu ruku i dobru koncentraciju, što je u borbenim uvjetima teško postići. Brzina punjenja revolvera može se djelomično povećati ukoliko se meci nalaze u posebnom »brzopunjaču« (engl. speedloader). On se sastoji od plastičnog prstena prilagođenog rasporedu komora u bubnju. Prsten obuhvaća metke i tako predstavlja jednu vrstu revolvereskog okvira. Njegovim namještanjem na bubanj i pritiskom na dno prstena meci se ubacuju u bubanj. Kod pištolja se okvir mijenja vrlo jednostavno i brzo. Potrebno je samo pritisnuti utvrđivač okvira, te izvući prazan i ubaciti pun okvir. Nakon toga je potrebno navlaku povući u zadnji položaj i pustiti, kako bi se ubacio metak u cijev. Kod revolvera nije potrebno repetiranje (povlačenje navlake), što je prednost, jer se može dogoditi da se ta radnja u žaru borbe jednostavno zaboravi.

#### *2. Spremnost za upotrebu*

Oba oružja su ograničena na male daljine, gdje je važno da se paljba otvori što je moguće brže. Zbog sigurnosti

ni pištolj ni revolver nije dobro nositi sa zapehim udaračem. Osim toga, ako je opruga udarača neprekidno sabijena, vremenom će joj oslabiti elastičnost, što može rezultirati nedostatkom energije za aktiviranje kapisle metka.

Revolveri su bili konstruisani sa dvostrukim djelovanjem udarača i dugo su se smatrali spremnijim za upotrebu. Sada, međutim, i mnogi pištolji imaju takav obarač, pa i oni ako se nose sa metkom u cijevi mogu biti isto tako spremni za upotrebu kao i revolveri.

### 3. Iskorištenje plinova stvorenih opaljenjem metka

Prilikom gađanja revolverom veća količina plinova istječe između bubnja i cijevi. Kod pištolja sa nepokretnom cijevi gubi se izvjesna količina plinova prilikom trzanja, ali je ona daleko manja nego kod revolvera. Zbog toga pri upotrebi jednakog metka i cijevi jednake dužine pištolj ima veću početnu brzinu zrna od revolvera. Osim toga, kod pištolja se stvoreni plinovi koriste za izvlačenje i izbacivanje čahure i ubacivanje novog metka. Naravno, to donekle otežava konstrukciju, ali je zato iskoristivost plinova veća, trzanje manje i preciznost bolja.

### 4. Oblik

Od početka masovne proizvodnje pištolja razvijeno je mnogo tipova sa specifičnim karakteristikama. Zato se teško može govoriti o nekom standardiziranju oblika pištolja. Pa ipak se može uočiti težnja konstruktora za anatomski oblikovanim rukohvatom, kako bi on što prirodnije »ležao« u ruci. Međutim, kako je kod pištolja oblik rukohvata uvjetovan položajem i veličinom okvira, to nije uvijek lako postići (npr. kod našeg pištolja M70 7,65 mm). Rukohvat revolvera je u tom pogledu lakše oblikovati, tako da se može gotovo idealno prilagoditi ruci. Osim toga, za sve standardne izvedbe revolvera može se naručiti poseban oblik rukohvata. Ipak,

takvo prilagođavanje oružja nije moguće za masovnu upotrebu u armiji. Nagib i oblik drške revolvera omogućuju njegovo brže potezanje iz futrole; ruko-hvat pištolja se naime, nalazi pod nepovoljnim kutom u odnosu na ruku strijelca. Međutim, brzina vađenja oružja iz futrole prvenstveno ovisi o uvježbanosti.

Kod nekih pištolja (HK P9S, SIG-  
-SAUER 226, GLOCK 17), prednji dio branika obarača je tako oblikovan da se čvrsto može obuhvatiti prstima, a to olakšava držanje dvjema rukama. Vanjske su površine bez oštih izbočina, koje bi mogle smetati prilikom gađanja ili zapinjati u futrolu pri brzom izvlačenju oružja.

### 5. Dimenzije

Može se reći da se pištolji i revolveri koji imaju municiju približno jednakog kalibra i slične balističke performanse ne razlikuju bitno po dimenzijama (dužini i visini). Postoji razlika u širini. Zbog bubnja je, naime, revolver nešto širi od pištolja.

### 6. Masa

Masa pištolja kalibra 9 mm parabelum ne razlikuje se bitno od mase revolvera kalibra .38 special. Tako, na primjer, masa pištolja Walther P1 kalibra 9 mm, s osam metaka, iznosi 0,77 kg, a revolveri S&W kalibra .38 specijal 0,76 kg. Revolveri kalibra .357 magnum imaju oko 20% veću masu (npr. revolver .357 magnum, sa cijevi dugom 102 mm, ima masu od 1 kg).

### 7. Položaj centra mase oružja

Kad govorimo o položaju centra mase pištolja treba uzeti u obzir položaj okvira, tj. to da li se on nalazi ispred branika obarača (kao kod nekih automatskih pištolja npr. M84 7,65 mm) ili iza branika.

Kod pištolja koji imaju okvir u rukohvatu, centar mase je iza obarača, što

izaziva trzaj oružja naviše. Tokom gađanja centar mase se postupno premješta prema ustima cijevi, ali se i dalje nalazi u nepovoljnom položaju u odnosu na obarač.

Centar mase napunjenog revolvera leži ispod obarača, negdje ispred prve trećine bubnja, i to mu je najpovoljniji položaj. Prilikom gađanja iz revolvera također dolazi do pomicanja centra mase, ali je taj pomak puno manji.

Treba napomenuti da po mišljenju nekih stručnjaka centar mase oružja nije bitan za preciznost gađanja, a da većina slabije uvježbanih strijelaca postiže bolje rezultate oružjem čiji je centar mase u samoj šaci.

### 8. Broj sastavnih dijelova

Broj sastavnih dijelova ovisi o vrsti oružja. I kod pištolja i kod revolvera on se obično kreće oko 55. Kako se broj tih dijelova bitno ne razlikuje, ne može se govoriti o eventualnim prednostima ili nedostacima. Naravno, postoje i izuzeci. Tako, na primer, pištolj Glock 17 ima samo 32 dijela, uključujući i magacin.

### 9. Municija

Zbog same konstrukcije (nemaju problema sa unošenjem metka u cijev) revolveri se mogu puniti različitim tipovima municije u istom kalibru. Zato se za revolvere proizvodi veći asortiman municije (različiti oblici zrna, meci punjeni sačmom, plinska municija). Pištolji novije konstrukcije također mogu upotrebljavati različite vrste municije (npr. pištolj Glock 17).

Ako, međutim, govorimo o laboracijama municije, onda je revolver u prednosti, jer može koristiti municiju istog kalibra u različitim laboracijama. Naime, veličina pritiska stvorenog opaljenjem metka nema utjecaja na funkcioniranje revolvera. Nasuprot tome, većina pištolja »podnosi« samo jednu laboraciju, jer za uspješno izbacivanje

čahure i ubacivanje novog metka veličina pritiska mora biti u određenim granicama.

U razmatranju izbora oružja treba uzimati u obzir i to da li za još neko oružje iz naoružanja JNA može služiti isti metak, zbog problema oko snabdjevanja. Pištoljski metak koriste i automati, a to, uglavnom, ne vrijedi za revolversku municiju.

### 10. Kapacitet magacina

Poluautomatski pištolji pune se okvirima od 8 do 15 metaka, a automatski okvirima od 20 metaka. Neki automatski pištolji imaju okvire različitog kapaciteta (npr. automatski pištolj M84 7,65 mm ima okvire od 10 ili 20 metaka). Revolver nema tako velik kapacitet, i to mu je velika mana. U bubanj revolvera najčešće staje 5—6 metaka.

### 11. Okidanje

Prije uspoređivanja mehanizama za okidanje potrebno je objasniti razliku između mehanizma dvostrukog djelovanja (engl. double action) i jednostrukog djelovanja (engl. single action). Kod mehanizama dvostrukog djelovanja, povlačenjem obarača omogućuju se dvije radnje, i to (u početku povlačenja obarača) *zapinjanje* udarača i (na kraju povlačenja obarača) *oslobađanje* udarača. Kod mehanizama jednostrukog djelovanja zapinjanje udarača postiže se povlačenjem navlake ili tako da se udarač zapne palcem, a *samo se okidanje* vrši povlačenjem obarača.

Za opaljenje svakog metka iz revolvera koristi se isključivo snaga ruke. Kod konstrukcija sa dvostrukim djelovanjem sila koja je potrebna za povlačenje obarača iznosi oko 4 daN, a kod revolvera s jednostrukim djelovanjem oko 1,5 daN. Druga je sila manja, zato jer se udarač zapinje palcem, a samo je za njegovo oslobađanje potrebno povući obarač.

Kod pištolja je zapinjanje udarača palcem ili povlačenjem obarača potreb-

no samo za prvi metak. Naredna zapinjanja obavlja navlaka koja se nakon opaljenja trza unatrag. Za povlačenje obarača potrebna je sila od oko 2 daN.

Može se zaključiti da je sila koja je potrebna za okidanje pištolja upola manja od one kod revolvera. To je, naravno, velika prednost, koja se naročito očituje prilikom brze paljbe.

### 12. Sigurnost rada dijelova

Revolver nema kočnicu, dok ih većina pištolja ima. Kočnica omogućuje sigurnije rukovanje pištoljem, ali traži i dodatnu pažnju. Suvremena rješenja pištolja imaju automatske kočnice udarne igle, koje onemogućavaju opaljenje ako obarač nije povučen do kraja. Većina poznavalaca ručnog oružja smatra da su pištolji dvostrukog djelovanja dovoljno sigurni i bez klasične kočnice (dakle samo s kočnicom udarne igle), ako se nose s metkom u cijevi i sa spuštanim udaračem.

Pri rukovanju pištoljem ili revolverom opasnost od opaljenja može se pojaviti pri spuštanju zapetog udarača. Zato neki pištolji imaju ugrađenu posebnu polugu koja omogućuje sigurno spuštanje udarača. Da bi to učinili, potrebno je prvo palcem pritisnuti nadolje, zatim povući obarač, a nakon toga polugu lagano otpustiti. Pri tome se udarač lagano i sigurno vraća u osnovni položaj.

### 13. Indikacija ispražnjenosti magacina

Nakon ispaljivanja posljednjeg metka iz revolvera jedina indikacija ispražnjenosti je karakteristično »klik«. Naravno, ispražnjenost se može utvrditi otvaranjem bubnja i vizuelnom kontrolom.

Kod većine pištolja, nakon posljednjeg metka navlaka sa zatvaračem ostaje u zadnjem položaju, pokazujući na taj način da smo ispalili svu municiju i omogućujući istovremeno da se cijev bolje ohladi.

### 14. Obuka u rukovanju

Neki autori smatraju da je za obuku u rukovanju revolverom potrebno manje vremena i objašnjenja. To se može prihvatiti ako se od strijelca ne traže naročiti rezultati, budući da pri rukovanju revolverom neiskusni strijelac može pogriješiti samo tako da ne zabravi potpuno napunjen bubanj u ramu revolvera. Nasuprot tome, pri rukovanju pištoljem moguće je napraviti više grešaka. Tako se, primjerice, može dogoditi da okvir ne bude umetnut do kraja u rukohvat ili da se prilikom repetiranja navlaka ne povuče do kraja unazad (što može dovesti do zaglavljanja metka).

Međutim, druga je stvar kod preciznog gađanja velikom brzinom. Prema nekim iskustvima armije i policije zapadnih zemalja, za postizanje dobrih rezultata u takvoj vrsti gađanja potrebno je u obuci iz revolvera utrošiti jedan i po puta više municije nego pri obuci iz pištolja. Jedan od uzroka tome vjerojatno je teško i duže povlačenje obarača, što se naročito očituje pri brzom paljbi.

### 15. Pojava i otklanjanje zastoja

Kod revolvera nema zastoja kakvi se mogu pojaviti kod pištolja, kao što su neizbacivanje čahure ili zaglavljanje metka prilikom njegovog unošenja u ležište metka. To je velika prednost revolvera. Osim toga, kod revolvera su rjeđi zastoji zbog neispravnosti municije. Ukoliko i dođe do neopaljenja metka, slijedeće potezanje obarača dovest će novi metak u položaj za opaljenje. Kod pištolja je potrebno najprije povući navlaku unazad, kako bismo izbacili neispravan metak, a potom pustiti navlaku da se ubaci novi metak i tek onda povući obarač. Sve to zahtijeva nekoliko sekundi, koje mogu biti dragocjene.

### 16. Održavanje

Problem održavanja oružja je vrlo značajan, naročito u ratnim uvjetima,



kada nema dovoljno vremena ni sredstava za takve aktivnosti. Ta činjenica ostavlja pred konstruktore zahtjev da se rasklapanje i sklapanje oružja omogućući u što kraćem vremenu i bez posebnog alata. Osim toga, sama konstrukcija mora biti takva da nakon čišćenja ne može doći do greške u sklapanju oružja, koja bi onemogućila njegov dalji rad.

Pištolj je prije čišćenja potrebno rasklopiti, što zahtijeva vrijeme i prostor za odlaganje dijelova. Takvih problema kod revolvera nema, jer je za čišćenje potrebno samo osloboditi bubanj.

### 17. Trzanje

Trzanje oružja negativno utječe na preciznost gađanja. Zato je poželjno da ono bude što manje. Pri upotrebi municije istog kalibra i karakteristika pištolj ima znatno manji trzaj od revolvera. Neki automatski pištolji imaju ugrađene i posebne ublaživače trzanja (npr. automatski pištolj M84 7,65 mm ima ugrađen takav mehanizam u ruko-hvatu).

Trzanje oružja je naročito izraženo kod oružja većeg kalibra. Zato dobre osobine velikog kalibra treba potanko analizirati, jer bolje je, dakako, protivnika pogoditi metkom kalibra 7,65 mm, nego promašiti magnumom 11,43 mm.

### 18. Preciznost

Preciznost nekog oružja ovisi o njegovoj konstrukciji. Pri tome je značajan i način završljivanja pištolja odnosno način na koji je zatvarač »vezan« za cijev u trenutku opaljenja. Tako se, na primjer, cijev pištolja 7,62 mm prilikom odbravljanja kreće unazad i spušta, a prilikom završljivanja podiže (završljivanje se ostvaruje pomoću rebarā na cijevi i utora na navlaci), što sve smanjuje preciznost. Kod nekih pištolja (npr. Berette 9 mm M92F) cijev se kreće samo pravocrtno, što omogućuje veću preciznost.

### 19. Mogućnost upotrebe dodatnih uređaja

Ako se prilikom gađanja želi prigušiti pucanj, onda su pištolji pogodniji i efikasnije rješenje. Naime, prilikom opaljenja iz revolvera, veći dio plinova istječe između bubnja i cijevi, što se ne može prigušiti. Zato se prigušivači vrlo rijetko montiraju na revolvere.

Na cijev revolvera lakše je učvrstiti nastavak za ispaljivanje granata sa zavcem ili optički nišan. Moguće je montirati i uređaj koji će služiti kao izvor svjetla. To je pogodno za noćne zadatke, jer se snop svjetla može podesiti, tako da se njegova os poklopi s osi cijevi.

### Izbor

Na kraju ove kratke analize sumirajmo važnije prednosti pištolja i revolvera:

#### Prednosti pištolja:

- veća vatrena moć (brzina gađanja);
  - bolja iskoristivost energije barutnih plinova stvorenih opaljenjem metka (pri gađanju iz cijevi jednake dužine i upotrebi municije istog tipa pištolj ima veću početnu brzinu zrna, te veći domet i probojnost);
  - veći kapacitet okvira;
  - mogućnost indikacije ispražnjenosti magacina;
  - manja sila potrebna za okidanje, što povećava preciznost gađanja pri brzom paljbi;
  - mogućnost boljeg prigušivanja pucanja u slučaju upotrebe prigušivača.
- Sve nabrojane prednosti odnose se na suvremena rješenja pištolja.

Prednosti revolvera: nosu na pištolj jesu:

- manja mogućnost zastoja (npr. zbog neispravnog metka);
- mogućnost lakšeg otklanjanja zastoja (ako metak ne opali narednim

povlačenjem obarača bubanj rotira i donosi novi metak u poziciju za opaljenje);

— jednostavnost konstrukcije;

— manji zahtjevi za održavanjem.

Nakon iznošenja prednosti pištolja i revolvera postavlja se pitanje što izabrati. Odgovor na ovo pitanje ovisi o namjeni oružja, odnosno o karakteru (najčešćih) situacija u kojima se starješine mogu naći.

U slučaju iznenadnog napada, na maloj udaljenosti (6—7 m) opstanak ovisi o dva faktora: mogućnosti brzog reagiranja i o mogućnosti trenutnog onesposobljavanja protivnika. Za ovakve slučajeve postoji moto: »Kada je vaš život u opasnosti, imate samo jedan hitac da ga spasite — prvi«.

Druga situacija je zapravo klasična borba. Tada postoji dovoljno vremena da se oružje pripremi za upotrebu. Protivnici su, uglavnom zaklonjeni, pa je bitna probojnost municije. Također je poželjno da broj raspoloživih metaka u oružju bude što veći.

Na osnovu prethodnih razmatranja, izbor oružja može se definirati na slijedeći način: ako je oružje, prije svega, namijenjeno ličnoj obrani u slučaju iznenadnog napada, bolje je rješenje revolver velikog kalibra. Ako se očekuje borba, bolji izbor je pištolj s magacinom velikog kapaciteta.

Za širu namjenu, tj. kao rješenje za više mogućih situacija, pištolj je bolja odluka.

## Zaključak

Iako mnogi vojni stručnjaci smatraju da će se u uslovima suvremenog rata pištolj relativno malo upotrebljavati, te da njegova mala efikasnost u odnosu na druga oružja dovodi u sumnju svrsishodnost naoružavanja njime, ne smije se zanemariti psihološki značaj posjedovanja takvog oružja, tj. samopouzdanje.

Dileme pri izboru pištolja ili revolvera za lično naoružanje starješina ne bi trebalo biti. Iz provedene analize mogu se uočiti znatne prednosti pištolja, s obzirom na zahtjeve koji se postavljaju pred lično oružje starješina.

Dilema može postojati pri naoružavanju nekih specijalnih jedinica i policije. Tu mogu doći do izražaja prednost revolvera u brzini upotrebe i u slučajevima kada dođe do »laganja« metka, jer je za slijedeće opaljenje potrebno samo ponovo povući obarač.

Najveće prednosti pištolja (veća efikasnost, mogućnost lake zamjene okvira i veći kapacitet okvira) mogle bi naročito doći do izražaja u borbenom stresu, kada je revolver izuzetno teško puniti. To je, uostalom, natjeralo američki FBI (Federalni istražni biro) da prenaoruža svoje agente, i umjesto revolvera u kalibru .357 Magnum propiše im pištolj sa dvostrukim djelovanjem obarača i magacinom velikog kapaciteta.

## Literatura:

[1] M. Kukulj: »Konstrukcija streljačkog oružja«, lekcije, CVTŠ, Zagreb, 1990.

[2] G. Bock — W. Welgel — G. Seitz: »Handbuch der Faustfeuerwaffen«, Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen, 1978.

[3] Ian V. Hogg: »Jane's Directory of Military Small Arms Ammunition«, Jane's Publishing Company Limited, London, 1985.

[4] R. Stojadinović: »Pištolj ili revolver za policiju«, Priručnik za stručno obrazovanje radnika unutrašnjih poslova, Zagreb, 8/1982.

[5] D. Rašeta: »Službeno oružje«, Priručnik za stručno obrazovanje radnika unutrašnjih poslova Zagreb, 6/1983.

[6] A. Beer: »Pistole oder Revolver?«, Truppen Praxis, 10/1979.

[7] E. Francesconi: »Pistol or Revolver?«, Ground Defence International, 66/1980.

[8] J. Pellehier — Dasy: »Mise au point: Un revolver pour les cadres«, Armees d'aujourd'hui, 3/1986.

Mr Zoran Ristić,  
potpukovnik, dipl. inž.

## Inverzni postupak proračuna veličina kretanja trzajuće mase artiljerijskog oruđa pomoću računara

### Uvod

Protivtrzajući uređaj obezbeđuje elastičnu vezu između cevi i lafeta artiljerijskog oruđa.

Projektovanjem protivtrzajućeg uređaja (PTU) definišu se brojni parametri i karakteristike, pre svega hidraulične kočnice i povratnika. Ako je konstrukciono rešenje glavnih delova PTU poznato, jedan od važnih problema u praksi jeste — kako izvršiti identifikaciju njegovog ponašanja pri opaljenju metka. U tu svrhu se primenjuje tzv. inverzni postupak proračuna trzanja i vraćanja. On je posebno važan kada se menjaju uslovi gađanja ili proveravaju konstruktivni oblici regulirajućih otvora za proticanje tečnosti i drugi elementi hidraulične kočnice.

U literaturi postoji nekoliko metoda za dobijanje rešenja inverznim postupkom [1], [2], [3], [4]. Zajedničko za sve metode jeste što se do rešenja traženih veličina dolazi iterativnim postupkom i što među njima nema bitnih razlika.

U prvom delu ovog rada izložena je suština matematičkog modela inverznog postupka trzanja i vraćanja i navedeni su potrebni polazni podaci za proračun. U drugom delu dat je prikaz predložene

načina rešenja pomoću programskog modela na računaru i kraći komentar dobijenih rezultata.

### Inverzni postupak proračuna kretanja pri trzanju

Proračun kretanja trzajuće mase inverznim postupkom trzanja [2] obuhvata dva perioda:

1. period od početka trzanja do kraja perioda naknadnog dejstva barutnih gasova na trzajuću masu,
2. period od kraja prvog perioda do zaustavljanja trzajuće mase.

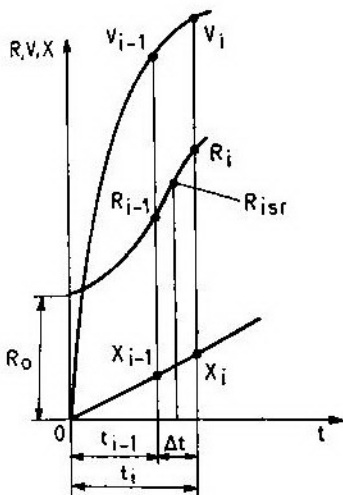
*Prvi period trzanja (metoda prof.*

*I. I. Ivanova)*

Ceo period od početka trzanja do kraja naknadnog dejstva barutnih gasova na trzajuću masu deli se na vremenske intervale  $\Delta t$ . Vreme ( $\Delta t$ ) intervala je malo, pa se usvaja da je sila ukupnog otpora trzanju ( $R$ ) u okviru intervala konstanta i jednaka njenoj srednjoj vrednosti, slika 1.

Neka su u nekom trenutku vremena  $t_{i-1}$  poznate veličine puta trzanja  $X_{i-1}$ , brzine trzanja  $V_{i-1}$  i sile otpora trzanju  $R_{i-1}$ . Da bi se odredile njihove vrednosti u trenutku  $t_i$ , polazi se od jednačine kretanja trzajuće mase:

$$M_t \frac{dV}{dX} = P_c - R_{ist} \quad (1)$$



Sl. 1 Promena sile, puta i brzine kočenog trzanja

odnosno u integralnom obliku:

$$\int_{V_{i-1}}^V dV = \frac{1}{M_t} \left[ \int_0^t P_c dt - R_{isr} \int_0^t dt \right] \quad (2)$$

gde su:

- $M_t$  — masa trzajućih delova;
- $P_c$  — sila pritiska barutnih gasova na dno cevi;
- $R_{isr}$  — srednja vrednost sile otpora trzanju u toku intervala.

Kako je prvi integralni član na desnoj strani relacije:

$$\frac{1}{M_t} \int_0^t P_c dt = W - W_{i-1}$$

gde su:

- $W$  — brzina slobodnog trzanja u toku intervala  $\Delta t$ ;
- $W_{i-1}$  — brzina slobodnog trzanja na početku intervala,

dobija se tekuća vrednost brzine kočenog trzanja u intervalu:

$$V = W - (W_{i-1} - V_{i-1}) - \frac{R_{isr}}{M_t} t \quad (3)$$

Na kraju intervala je:

$$V_i = W_i - (W_{i-1} - V_{i-1}) - \frac{R_{isr}}{M_t} \Delta t \quad (4)$$

Integriranjem (3) dobija se izraz za put kočenog trzanja na kraju intervala:

$$X_i = X_{i-1} + (L_i - L_{i-1}) - (W_{i-1} - V_{i-1}) \Delta t - \frac{R_{isr}}{2M_t} (\Delta t)^2 \quad (5)$$

Pri tome je:  $\int_0^t W dt = L - L_{i-1}$

Brzina i put slobodnog trzanja trzajuće mase ( $W$ ,  $L$ ), za vreme dok se projektil nalazi u cevi, određuje se [8] prema izrazima:

$$W = \frac{m + 0,5 \omega}{M_t + m + \omega} \cdot v \quad (6)$$

$$L = \frac{m + 0,5 \omega}{M_t + m + \omega} \cdot l \quad (7)$$

gde su:

$v$ ,  $l$  — relativna brzina i put projektila koji se dobijaju unutrašnjim balističkim proračunom (UBP).

U periodu dejstva barutnih gasova, brzina i put slobodnog trzanja dobijaju se na osnovu relacije (za zakon isticanja po Bravinu), ako je oruđe bez gasne kočnice:

$$W = W_u + \frac{b P_{cu}}{M_t} \left( 1 - e^{-\frac{t}{b}} \right) i$$

$$L = L_u + W_u t + \frac{P_{cu}}{M_t} b \left[ t - b \left( 1 - e^{-\frac{t}{b}} \right) \right],$$

gde je:

$$b = \frac{(\beta - 0,5) \omega}{P_{cu}} v_0 \text{ — parametar eksponencijalne funkcije;}$$

$t$  — vreme u toku perioda isticanja barutnih gasova;

$\tau = b \cdot \ln(0,5 p_u)$  — trajanje perioda naknadnog dejstva (isticanja) barutnih gasova;

$\beta$  — koeficijent naknadnog dejstva barutnih gasova.

Kako jednačine (4 i 5) sadrže tri promenljive:  $X_i$ ,  $V_i$  i  $R_{isr}$ , rešavaju se postupkom iteracije (uzastopnim približavanjem).

Za prvu iteraciju uzima se da je:  $R_{isr}^{(1)} = R_{i-1}$ . Za prvi interval važi da je  $R_{isr}^{(2)} = R_0$ , a početna vrednost sile određuje se po izrazu:

$$R_0 = \Pi_0 + T_k - Q_t \sin \varphi;$$

$\Pi_0 = p_0 A$  — početna sila povratnika;

$T_k = Q_t (\mu \cos \varphi_g + v)$  — sila trenja na klizačima kolevke i u zaptivačima PTU;

$Q_t$  — sila težine trzajuće mase.

Na osnovu jednačine (4 i 5) preko  $R_{isr}^{(1)}$  se zatim odrede veličine  $V_i$  i  $X_i$  i sa tim vrednostima računaju se sile hidraulične kočnice trzanja i povratnika.

Za kočnicu trzanja vretenastog tipa (sa kontrakljpnjačom promenljivog poprečnog preseka) sila kočnice je definisana izrazom:

$$K_i = \frac{k_2 Q}{2} \left[ \left( \frac{A}{a_i} + 1 \right)^2 A \div \frac{k_3}{k_2} - \frac{A_M^3}{\Omega^2} \right] V_i^2 \quad (8)$$

$$K_i = f(a_i) V_i^2 \quad (9)$$

Oznake za konstantne površine elemenata kočnice u (8) su:

$A = A_k - A_p$ ;  $A_k = (D^2 - d^2) \cdot \pi/4$  — radna površina klipa;

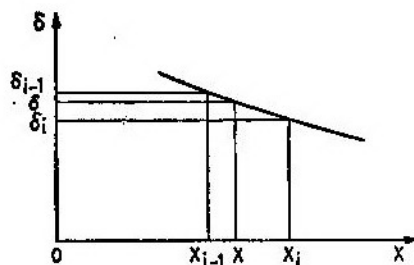
$A_p = d_p^2 \cdot \pi/4$  — površina regulirajućeg prstena;

$A_M = d_i^2 \cdot \frac{\pi}{4}$  — površina klipa kočnice vraćanja;

$\Omega = n d_i^2 \cdot \pi/4$  — površina prstenastog zazora između zidova kljpnjače i prečnika kontrakljpnjače na mestu veze sa klipom kočnice vraćanja:

$a = (d_p^2 - d_i^2) \cdot \pi/4$  — promenljiva površina prstenastog zazora između regulirajućeg prstena i kontrakljpnjače.

Trenutna vrednost prečnika kontrakljpnjače  $\delta$  mora se odrediti za svaki položaj klipa na putu trzanja  $X$ . Za dovoljno male pomake klipa prema sli-



Sli. 2 Zavisnost  $\delta$  i puta trzanja  $x$

ci 2 može se postaviti relacija koja važi za slučaj da se prečnik  $\delta$  menja linearno između preseka  $X_{i-1}$  i  $X_i$ .

$$\frac{X_i - X}{X - X_{i-1}} = \frac{\delta_i - \delta}{\delta - \delta_{i-1}} = y, \text{ odakle je:}$$

$$= \frac{\delta_i + y \delta_{i-1}}{1 + y} \quad (10)$$

Sila hidropneumatskog povratnika određuje se jednačinom koja vredi za bilo koju tačku trzanja:

$$\Pi_i^{(1)} = P_0 \cdot A \cdot [H_0 / (H_0 - X_i^{(1)})]^n \quad (11)$$

gde je:

$H_0 = W_0 / A$  — svedena početna visina gasnog stuba u povratniku,

$W_0$  — početna zapremina gasa (azota) u povratniku,

$n$  — koeficijent politrope gasa (usvaja se  $n=1,3$ ).

Ukupna sila trenja za vreme trzanja može se usvojiti konstantom i određena je izrazom [4]:

$$T_k = Q_t (\mu \cos \varphi + v) \quad (12)$$

Za drugu iteraciju uzima se da je (2, 1 — oznake iteracije):

$$R_{isr}^{(2)} = K_i^{(1)} + \Pi_i^{(1)} + T_k - Q_t \sin \varphi \quad (13)$$

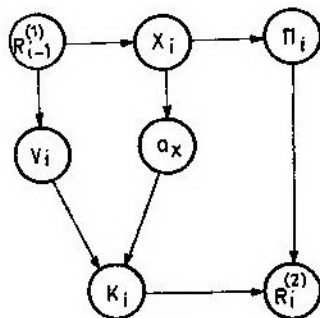
Na osnovu  $R_{ist}^{(2)}$  ponovo se određuju parametri kretanja  $V_i^{(2)}$  i  $X_i^{(2)}$ , a zatim na sličan način, kao kod prve iteracije, veličine:  $K_i^{(2)}$ ,  $\Pi_i^{(2)}$  i  $R_{ist}^{(3)}$ . Proračun se izvodi sve dok se vrednosti sile  $R_{ist}^{(n)}$  ne poklope u okviru zadate tačnosti izračunavanja sa njenim vrednostima u prethodnom približenju  $R_{ist}^{(n-1)}$ .

Sila otpora na kraju intervala dobija se iz izraza:

$$R_{ist} = \frac{R_{i-1} + R_i}{2}, \text{ odakle je}$$

$$R_i = 2 R_{ist} - R_{i-1} \quad (14)$$

Veličina  $R_i$  predstavlja polazni podatak za prvu iteraciju na sledećem intervalu  $\Delta t$ . Postupak proračuna može se jednostavno prikazati shemom prema slici 3.



Sl. 3 Shema proračuna perioda trzanja

Drugi period trzanja (metoda prof. A. A. Toločkova)

U ovom periodu za promenljivu se uzima preostali put trzanja koji se deli na (i) intervala veličine  $\Delta X = (5-10)$  mm. Polazni uslovi za ovaj period su proračunate veličine dobijene na kraju prvog perioda trzanja. Za svaki interval puta trzanja važi energetska relacija:

$$\frac{M_t \cdot V_i^2}{2} - \frac{M_t \cdot V_{i-1}^2}{2} = R_{ist} \Delta X \quad (15)$$

Kako je:  $R_{ist} = \frac{R_{i-1} + R_i}{2}$ , onda će s obzirom na (15), biti:

$$V_i^2 = V_{i-1}^2 - \frac{R_{i-1} + R_i}{M_t} \Delta X \quad (16)$$

Na kraju intervala put trzanja je:

$$X_i = X_{i-1} + \Delta X$$

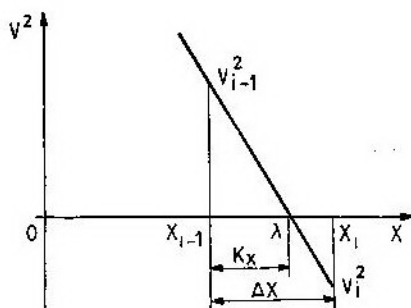
Sila ukupnog otpora trzanju na kraju intervala:

$R_i = K_i + \Pi_i + T_K - Q_t \sin \varphi$ , gde se komponente sile određuju:  $K_i$  prema (9),  $\Pi_i$  prema (11) i  $T_K$  prema (12).

Nakon uvođenja relacije za  $R_i$  u (14) i sređivanja izraza dobija se konačan izraz za brzinu trzanja u drugom periodu.

$$V_i^2 = V_{i-1}^2 - \frac{R_{i-1} + \Pi_i + T_K - Q_t \sin \varphi + f(a_i) \cdot V_{i-1}^2}{\frac{M_t}{\Delta X} + f(a_i)} \quad (17)$$

Proračun se izvodi dok ne bude zadovoljen uslov da je  $V_i = 0$ . U slučaju da je  $V_i^2 < 0$ , pristupa se izračunavanju dužine puta trzanja za koji je  $V_i^2 = 0$ , slika 4.



Sl. 4 Određivanje veličine  $K_x$  za uslov  $V_i = 0$

Prema slici 4 iz odnosa trougla može se postaviti relacija:

$$K_x = \frac{\Delta X V_{i-1}^2}{|V_i^2| + V_{i-1}^2}, \text{ odakle je}$$

ukupna dužina trzanja:  $\lambda = X_{i-1} + K_x$ ,

Kako je vreme trzanja na svakom intervalu:

$$\Delta t_i = \frac{M_t |V_i - V_{i-1}|}{R_{ist}} \quad (18)$$

to je ukupno vreme trzanja (n je broj intervala u oba perioda)

$$T_t = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \quad (19)$$

### Inverzni postupak proračuna elemenata kretanja pri vraćanju

Za određivanje elemenata kretanja trzajuće mase pri vraćanju primjenjen je metod prof. Toločkova [4]. U suštini, metoda je analogna rešavanju drugog perioda trzanja.

Za promenljivu se uzima put vraćanja  $y$ . Celi put vraćanja podeli se na (i) intervala veličine  $\Delta y$  i na svakom od njih se usvaja da je vrednost  $r$  jednaka srednjoj vrednosti rezultante sile vraćanja  $r=r_{\text{isr}}$  u okviru intervala. Polazni podaci za proračun su veličine na kraju drugog perioda trzanja, pa praktično proračun vraćanja trzajuće mase u prednji položaj nadovezuje na proračun trzanja.

Za svaki interval puta važi jednačina:

$$\frac{M_t \cdot U_i^2}{2} - \frac{M_t \cdot U_{i-1}^2}{2} = r_{\text{isr}} \cdot \Delta y \quad (20)$$

Kako je:  $r_{\text{isr}} = \frac{r_{i-1} + r_i}{2}$ , izraz za brzinu vraćanja trzajuće mase na kraju intervala je:

$$U_i^2 = U_{i-1}^2 + \frac{r_{i-1} + r_i}{M_t} \Delta y \quad (21)$$

U opštem obliku rezultantna sila vraćanja je:

$$r_i = \Pi_i' - K_v - M_i \quad (22)$$

gde je:

$\Pi_i' = \Pi_i - (Q_t \sin \varphi + T_K)$  — »višak« sile u povratniku,

$$K_v = \frac{k_2 \cdot \varrho}{2} \cdot \frac{A_{kv}^3}{a_i^2} U^2 = f(a_i) \cdot U^2$$

— sila kočnice trzanja pri vraćanju,

$A_{kv} = (D^2 - d_p^2) \cdot \pi/4$  — radna površina klipa kočnice trzanja pri vraćanju,

$$M = \frac{K_M \cdot \varrho}{2} \cdot \frac{A_M^3}{a_M} U^2 = f(a_M) \cdot U^2$$

— sila kočnice vraćanja,

$a_M$  — ukupna površina poprečnog preseka kanala kočnice vraćanja.

Površina poprečnog preseka kanala kočnice vraćanja  $a_M$  računa se tako da se odredi jednačina pravca koju čini dno kanala, a koja glasi:

$$d_k(y) = l_{kn} - y d_k / l_{kn}$$

(važi samo za delove sa linearnom promenom dubine).

Na osnovu nje se za svaku tačku vraćanja ( $y$ ) može jednostavno odrediti površina poprečnog preseka kanala  $a_{Mi}(y)$ .

Pošto je na početku intervala vraćanja sila vraćanja:

$$r_{i-1} = \Pi_{i-1}' - [f(a_i)_{i-1} + f(a_M)_{i-1}] U_{i-1}^2,$$

to se nakon jednostavnih transformacija i sređivanja u relaciji (21) konačno dobija jednačina za izračunavanje brzine vraćanja na svakom intervalu, odnosno ukupnom putu vraćanja  $y = \lambda$ .

$$U_i^2 = \frac{B_i U_{i-1}^2 + C_i}{A_i} \quad (23)$$

gde je:

$$A_i = 1 + \left[ f(a_i)_i + f(a_M)_i \right] \frac{\Delta y}{M_t}$$

$$B_i = 1 - \left[ f(a_i)_{i-1} + f(a_M)_{i-1} \right] \frac{\Delta y}{M_t}$$

$$C_i = (\Pi_i' + \Pi_{i-1}') \cdot \frac{\Delta y}{M_t}$$

Za proračun vremena vraćanja trzajuće mase, polazna jednačina je:

$$M_t U_i - M_t U_{i-1} = r_{\text{isr}} \cdot \Delta t_i,$$

odnosno:

$$\Delta t_i = \frac{|M_t \cdot U_i - U_{i-1}|}{r_{\text{isr}}} \quad (24)$$

Ukupno vreme vraćanja je:

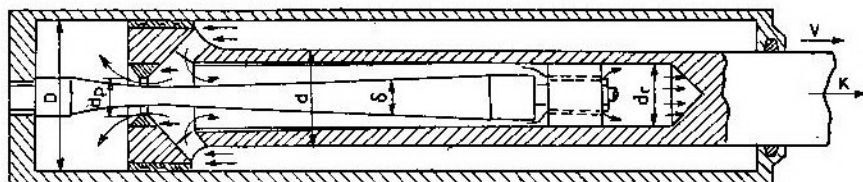
$$t_v = \sum_{i=1}^i \Delta t_i \quad (25)$$

U programu za elektronski računar, izrađenom na osnovu matematičkog modela, veličina intervala  $\Delta y = 0,05$  m, osim na početku vraćanja na dužini od 0,1 m i na kraju vraćanja na dužini 0,05 m, gde je  $\Delta y = 0,002$  m. Razlog za to je nagla promena sila  $K_v$  i  $M$  na tim dužinama vraćanja, pa bi veće vrednosti intervala  $\Delta y$  smanjile tačnost proračuna.

### Polazni podaci za proračun

Za određivanje veličina kretanja inverznim postupkom, prema poglavljima 2 i 3 pomoću računara, treba da se definišu tri grupe početnih podataka:

- početni podaci za rešavanje unutrašnjeg balističkog (UB) proračuna;
- početni podaci za proračun veličina trzanja i vraćanja;
- početni podaci za određivanje prečnika kontraklipnjače ( $\delta_k$ ) kočnice trzanja i dubine kanala ( $d_k$ ) kočnice vraćanja.

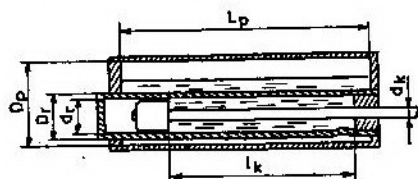


Sl. 5

Osnovna objašnjenja za ove grupe podataka su sledeća:

a) Ova grupa obuhvata sve potrebne podatke za projektil, barutno punjenje i cev koji su neophodni za UB proračun koji se izvodi po metodi Drozdova (kako je usvojena u radu). U slučaju kombinovanog barutnog punjenja može se primeniti metoda Opokova.

b) Potrebni podaci za proračun veličina trzanja i vraćanja određuju se na osnovu raspoložive konstruktivne dokumentacije ili mera konstrukcije. Obuhvataju geometrijske i težinske parametre elemenata protivtrzajućeg uređaja i karakteristike tečnosti i oruđa. Na primeru artiljerijskog oruđa i rešenja PTU, za hidrauličnu kočnicu vretenastog tipa (sl. 5) i hidropneumatski povratnik (sl. 6) šematski su prikazani neki od podataka [10].



Sl. 6

Ostali parametri su:

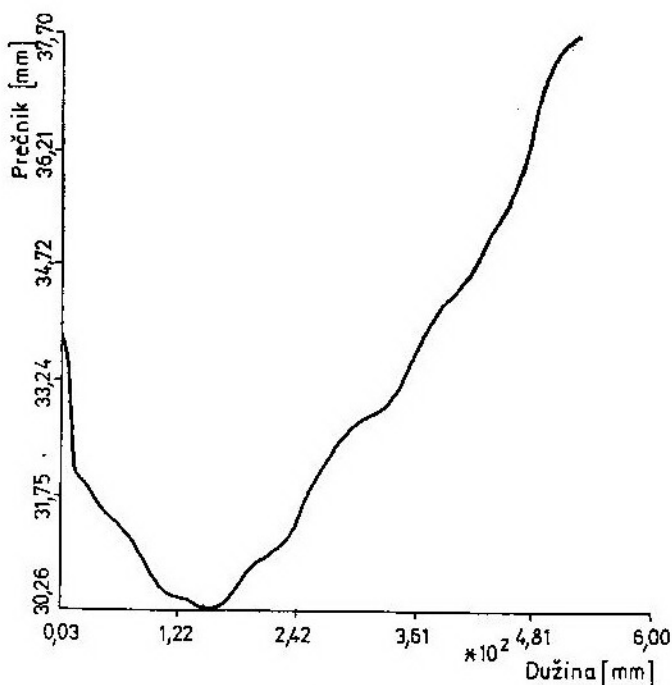
- $l_{kn}$  — dužina kanala kočnice vraćanja u šupljini klipnjače;
- $d_k$  — širina kanala kočnice vraćanja;
- $k_2, k_M$  — koeficijenti otpora proticanja tečnosti u kočnici;
- $\mu$  — koeficijent trenja na kličačima kolvke;

- $v$  — koeficijent trenja na zaptivačima;
- $\varphi$  — ugao elevacije cevi;
- $\rho$  — specifična masa hidraulične tečnosti;
- $M_t$  — masa trzajućih delova;
- $P_0$  — početni pritisak gasa u povratniku.



c) Ovim podacima treba da se odredi kakva je promena prečnika kontraklipnjače i dubine kanala kočnice vraćanja na celoj dužini. Do podataka se dolazi merenjem na što je moguće

pomoću programa IPT dobijeni su rezultati prikazani dijagramima: na slici 8 data je promena brzine trzanja  $V(X)$ , na slici 9 promena sile povratnika  $\Pi(X)$ , na slici 10 promena sile hidraulične ko-



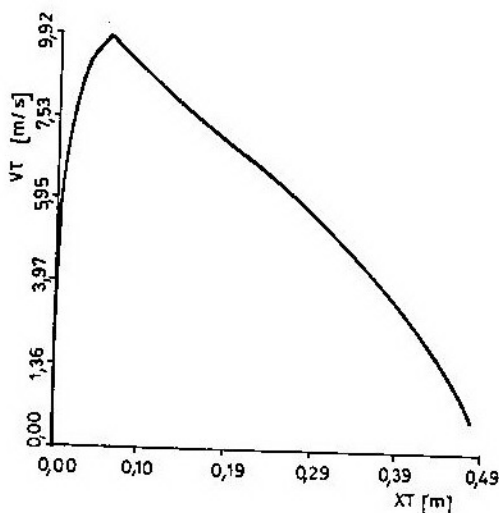
Sl. 7 Promena prečnika kontraklipnjače

manjim intervalima ukupne dužine. Na primeru razmatranog tipa hidraulične kočnice, promena  $\delta(x)$  grafički je prikazana na slici 7.

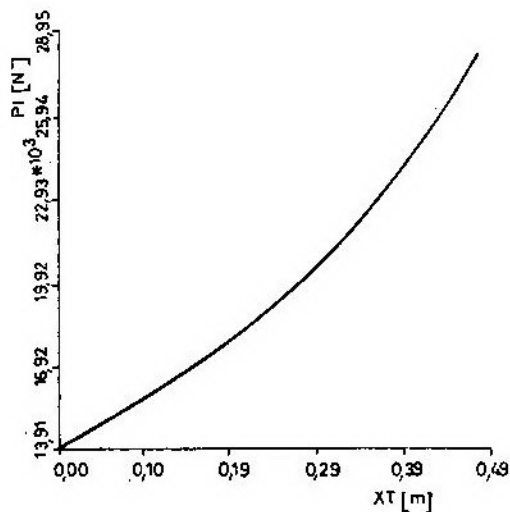
### Rezultati proračuna i zaključak

Za rešavanje razmatranog problema pomoću računara izrađeno je odgovarajuće programsko rešenje. Strukturu programskog rešenja čini: glavni program IPT (Inverzni Postupak Trzanja) i programi UBP (za UB proračun) i FDELTA (za određivanje prečnika kontraklipnjače).

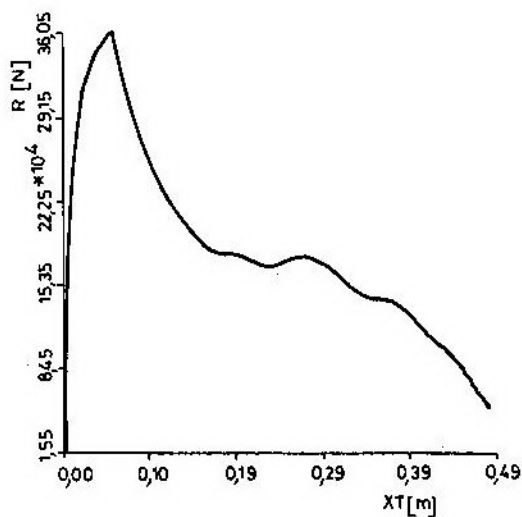
Na osnovu podataka za odabrani primer oruđa i izvedeno rešenje glavnih delova PTU, prema slikama 5 i 6,



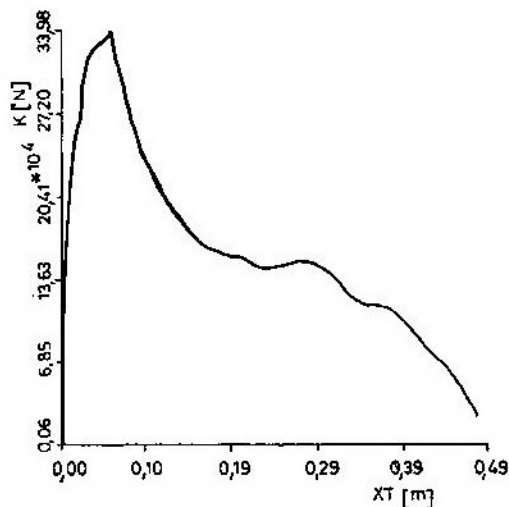
Sl. 8



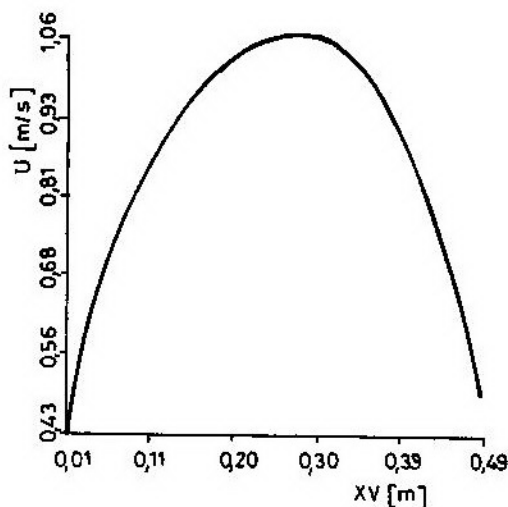
Sl. 9



Sl. 11



Sl. 10



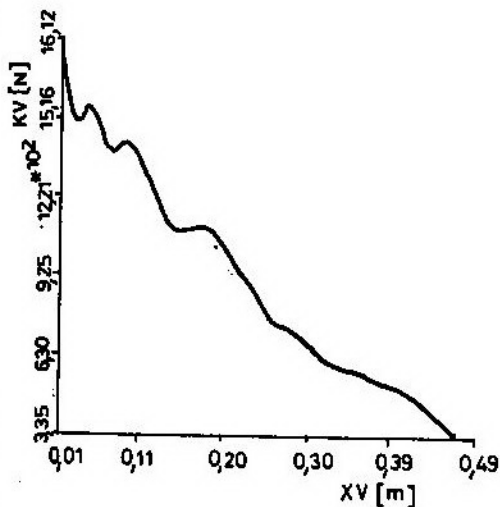
Sl. 12

čnice trzanja  $K(X)$ , a na slici 11 promena ukupne sile otpora trzanja  $R(X)$  na putu trzanja  $X$  za period vraćanja trzajuće mase, na slici 12 prikazana je promena brzine vraćanja  $U(y)$ , na slici 13 promena sile kočnice trzanja pri vraćanju  $K_v(y)$ , a na slici 14 promena sile kočnice vraćanja  $M(y)$  na putu vraćanja  $y$ .

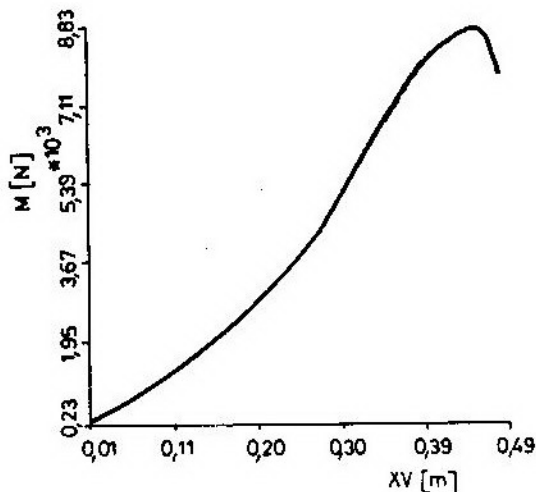
Kvalitativni tok promena prikazanih veličina za period trzanja i vraćanja

ukazuje na veliku sličnost sa odgovarajućim podacima u literaturi [4], [5]. To dalje upućuje na zaključak da je prikazani model dovoljno korektan.

Izložena metoda je jednostavna i omogućuje brzu identifikaciju svih veličina pri analizi PTU oruđa, a posebno potrebne korekcije izmenom uticajnih parametara (npr. pritiska u povratniku, specifične mase tečnosti, koeficijentata otpora proticanju, ugla elevacije), i sl.



Sl. 13



Sl. 14

U razmatranoj metodi inverznog postupka moguće je uzeti u obzir uticaj stišljivosti tečnosti, promenu trenja na klizačima i zaptivačima elemenata PTU, veličine tolerancija delova u kočnici, povratniku, i dr.

Izloženi model može se koristiti pri analizi konkretnih sistema, jer je metoda dovoljno tačna i pouzdana. Verifikovana je na većem broju praktičnih primera u raznim uslovima upotrebe protivtrzajućeg uređaja.

#### Literatura:

- [1] N. Gordienko i dr.: »Teorija i rasčot artiljerijskih oruđja«, Penza, 1987.
- [2] F. Samusenko i dr.: »Osnovi proektirovanija artiljerijskogo vooruženija i tankov i samohodnih artiljerijskih ustanovok«, Moskva, 1958.
- [3] K. Greten i dr.: »Proektirovanje i proizvodstvo artiljerijskih sistema«, voeno izdateljstvo, Moskva, 1949.
- [4] A. Toločkov: »Teorija lafetov artiljerijskih ustanovok«, VIM oboroni, Moskva, 1960.
- [5] A. Rodin i dr.: »Dinamičeskie izmerenija v artiljerijskoj praktike«, Penza, 1968.
- [6] A. Palgorić: »Prilog teoriji vraćanja artiljerijskih sistema«, NTP 3/1969.
- [7] A. Palgorić i dr.: »Projektovanje artiljerijskih oruđja«, NTP 9/1971.
- [8] M. Cvetković: »Unutrašnja balistika I i II«, TŠC Zagreb, 1981.
- [9] Z. Ristić: »Proračun protivtrzajućeg sistema«, TŠC, Zagreb, 1982.
- [10] I. Bukvić: Diplomski rad, CVTS, Zagreb, 1985.
- [11] R. Obrenović: »Artiljerijska oruđja«, II deo, TŠC, Zagreb, 1975.

Mr Miloljub Trifunović,  
potpukovnik, dipl. inž.

## Analiza uticaja specifične snage na dinamičke karakteristike lakih brzohodnih guseničnih vozila

### Uvod

Specifična snaga predstavlja osnovni pokazatelj za većinu najosnovnijih karakteristika pokretljivosti. Analiza uticaja specifične snage na neke karakteristike pokretljivosti značajna je, kako zbog definisanja potreba za specifičnom snagom vozila, tako i zbog sagledavanja mogućih performansi. Laka brzohodna gusenična vozila (borbena vozila pešadije, oklopni transporteri) namenjeni su da prate borbeni poredak tenkova u svim vremenskim i terenskim uslovima. Ova vozila imaju znatno slabiju oklopnu zaštitu od tenkova. U njima se nalazi relativno veliki broj ljudi, a u toku izvođenja borbenih dejstava izložena su snažnoj neprijateljevoj vatri. Zbog toga je poželjno da imaju i nešto veću pokretljivost od tenkova. U skladu sa tim, od posebnog je interesa da se sprovede analiza uticaja specifične snage na neke karakteristike pokretljivosti ovih vozila.

U ovom radu je, kao prilog ranijim razmatranjima [1, 2, 3], razmatran uticaj specifične snage na dinamičke karakteristike, i to: maksimalnu brzinu kretanja, ubrzanje, vreme i put zaleta. Pri tome je upotrebljena eksperimentalno utvrđena zavisnost koeficijenta ukupnih otpora kotrljanju od brzine

kretanja, koji obuhvata gubitke snage u hodnom uređaju i gubitke usled kretanja po podlozi.

### Analiza uticaja specifične snage na dinamičke karakteristike vozila

#### *Analiza uticaja specifične snage na maksimalnu brzinu kretanja*

Maksimalna brzina kretanja je jedna od veličina koja se često nalazi u literaturi kao važan parametar pokretljivosti. Ima slučajeva u praksi da se prikazivanje i ocena nivoa pokretljivosti vrši pomoću specifične snage i maksimalne brzine. Međutim, treba imati u vidu da maksimalna brzina ne može da bude osnovni pokazatelj za upoređenje pokretljivosti vozila, pre svega, zbog toga što proizvođači vozila koriste različite kriterijume za deklarisanje ovih brzina.

U ovom radu biće detaljno analiziran uticaj specifične snage na maksimalnu brzinu kretanja lakih brzohodnih guseničnih vozila, uzimanjem u obzir svih uticajnih parametara i gubitaka u pojedinim podsistemima koji su eksperimentalno utvrđeni za jedno lako brzohodno gusenično vozilo domaćeg porekla.

Kao što je poznato, u opštem slučaju kretanja guseničnih vozila postoje spoljni otpori:

- otpor kotrljanju;
- otpor savlađivanja uspona;
- otpor vazduha, i
- otpor ubrzanja.

Da bi se savladali spoljni otpori kretanja, na gusenicaama je potrebno osvariti vučnu silu:

$$F_v = mg(f_0 \cos \alpha + \sin \alpha) + k \cdot A \cdot v^2 + m \cdot \delta \cdot \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

gde je:

- m — masa vozila [kg];
- $\alpha$  — ugao nagiba puta [°];
- k — koeficijent otpora vazduha

$$\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right];$$

A — površina poprečnog preseka vozila [m<sup>2</sup>];

$\delta$  — koeficijent uticaja rotirajućih masa;

$\frac{dv}{dt}$  — ubrzanje vozila [m/s<sup>2</sup>], i

$f_0$  — vrednost koeficijenta otpora kotrljanja.

Pod uslovom da se koristi maksimalna snaga motora ( $P_{\max}$ ), na gusenicaama se može realizovati raspoloživa vučna sila:

$$F_v^r = \frac{P_{\max}}{v} \cdot \eta_h \cdot \eta_p \cdot \eta_g \quad (2)$$

$$\text{Usvajajući da je } W = \frac{P_{\max}}{m} \left[ \frac{\text{kW}}{\text{t}} \right]$$

— specifična snaga vozila, te iz uslova da je  $F_v = F_v^r$ , odgovarajućim transformacijama dobija se:

$$\frac{W \cdot m \cdot \eta_h \cdot \eta_p \cdot \eta_g}{v} = m \cdot g(f_0 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + k \cdot A \cdot v^2 + m \cdot \delta \cdot \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

gde je:

$\eta_h$  — stepen korisnosti koji obuhvata potrebnu snagu za hlađenje motora,

$\eta_p$  — stepen korisnosti sistema za prenos snage, i

$\eta_g$  — stepen korisnosti hodnog uređaja.

Izraz (3) predstavlja jednačinu neravnomernog pravolinijskog kretanja guseničnog vozila, na osnovu kojeg se mogu dobiti odgovarajući izrazi za maksimalnu brzinu, ubrzanje, vreme i put zaleta.

Za slučaj ravnomernog kretanja po ravnoj podlozi ( $\alpha=0$  i  $\frac{dv}{dt}=0$ ), izraz (3)

može se napisati u obliku:

$$W = \left( f_0 \cdot v \cdot g + \frac{k \cdot A \cdot v^3}{m} \right) \cdot \frac{1}{\eta_h \cdot \eta_p \cdot \eta_g} \quad (4)$$

Izraz (4) daje potrebnu specifičnu snagu za ravnomerno kretanje brzohodnih guseničnih vozila u uslovima određenim koeficijentom otpora kotrljanja ( $f_0$ ).

Detaljnom analizom izraza (4) vide se uticajni parametri na potrebnu specifičnu snagu vozila pri njegovom ravnomernom pravolinijskom kretanju. Treba posebno istaći da današnja laka brzohodna gusenična vozila imaju savremeno rešene osnovne sisteme, tako da su razlike u pogledu gubitaka između pojedinih sistema, pre svega sistema za hlađenje i prenosa snage (i pored toga što predstavljaju sistemski različita rešenja), relativno mala, tako da se za razmatranja ovakvog karaktera mogu zanemariti [2].

Međutim, stepen korisnosti hodnog uređaja ( $\eta_g$ ), koji u najvećoj meri zavisi od brzine kretanja, značajno utiče na potrebnu specifičnu snagu vozila. Pri kretanju guseničnog vozila maksimalnom brzinom, preko 50% snage motora

troši se na savlađivanje gubitaka u guseničnom kretaču [4].

U dostupnoj stranjoj literaturi nema preporučljivih izraza za određivanje stepena korisnosti hodnog uređaja brzohodnih guseničnih vozila, jer se radi o vozilima za posebnu namenu. U [5] se za približan proračun vučno-dinamičkih karakteristika guseničnih vozila preporučuje empirijski izraz za stepen korisnosti  $\eta_g$ , gde je  $\eta_g = 0,95 - 0,018 v$  ( $v$  — brzina kretanja u m/s), a u [6] preporučuje se stepen korisnosti  $\eta_g = 0,95 - 0,0234 v$  ( $v$  je u m/s).

Na osnovu posebno izvršene analize zavisnosti maksimalne brzine kretanja od specifične snage prema izrazu (4), koja zbog obima nije prikazana u radu, dobijene su velike razlike potrebnih specifičnih snaga za ostvarivanje iste maksimalne brzine kretanja u različitim terenskim uslovima korišćenja prethodno navedenih izraza za stepen korisnosti  $\eta_g$ .

Imajući to u vidu, nameće se zaključak o neophodnosti sprovođenja odgovarajućih istraživanja radi određivanja zavisnosti stepena korisnosti hodnog uređaja od brzine kretanja brzohodnih guseničnih vozila. Ova istraživanja sigurno podrazumevaju veoma obimna i skupa laboratorijska i eksploatacijska ispitivanja koja nisu predmet ovog rada.

Međutim, radi sprovođenja tačnijih proračuna u fazi projektovanja vozila, na osnovu sprovedenih kraćih eksploatacionih ispitivanja vozila slične vrste i kategorije, može se uzeti u obzir uticaj stepena korisnosti hodnog uređaja i njegova zavisnost od brzine kretanja preko koeficijentata ukupnih otpora kotrljanja koji uzima u obzir potrebnu snagu za savladavanje otpora usled kretanja po podlozi i otpora u hodnom uređaju. U okviru ovih ispitivanja moguće je meriti samo ukupne gubitke, koji obuhvataju gubitke u hodnom uređaju i gubitke usled kretanja po podlozi, pa je s tim u vezi i napravljena ova anali-

za u kojoj se kao ulazni podatak koristi zavisnost koeficijenta ukupnih otpora kotrljanja od brzine kretanja.

Uzimajući u obzir sve što smo rekli o stepenu korisnosti hodnog uređaja i koeficijentu ukupnih otpora kotrljanju, za analizu uticaja specifične snage na maksimalnu brzinu kretanja, koja je sprovedena u ovom radu, upotrebljen je izraz za koeficijent ukupnih otpora kotrljanju,\* koji je utvrđen ispitivanjem pomenutog vozila [7], čija je zavisnost od brzine kretanja definisana izrazom:

$$f = f_0 \cdot (1 + 0,07 v) \quad (5)$$

gde je  $v$  — brzina kretanja u [m/s].

U tom slučaju, za savlađivanje ukupnih otpora koji se javljaju pri kretanju guseničnog vozila, potrebna vučna sila na pogonskom točku može se izračunati prema izrazu:

$$F_{pt} = mg \cdot \{f_0 \cdot (1 + 0,07 v) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha\} + k \cdot A \cdot v^2 + m \cdot \delta \cdot \frac{dv}{dt} \quad (6)$$

Kretanje guseničnog vozila biće ostvareno pod uslovom da ova sila bude jednaka raspoloživoj vučnoj sili:

$$F_{pt}^r = \frac{P_{max}}{v} \cdot \eta_h \cdot \eta_p \quad (7)$$

U izrazu (7) nema stepena korisnosti  $\eta_g$  pošto je njegov uticaj uzet preko koeficijenta ukupnih otpora kotrljanja  $f$ .

Analognim postupkom, koji je prikazan pri izvođenju izraza (3) i (4), za slučaj ravnomernog kretanja po horizontalnoj i ravnoj podlozi, u ovom slučaju izraz (6) se odgovarajućim transformacijama može napisati u obliku:

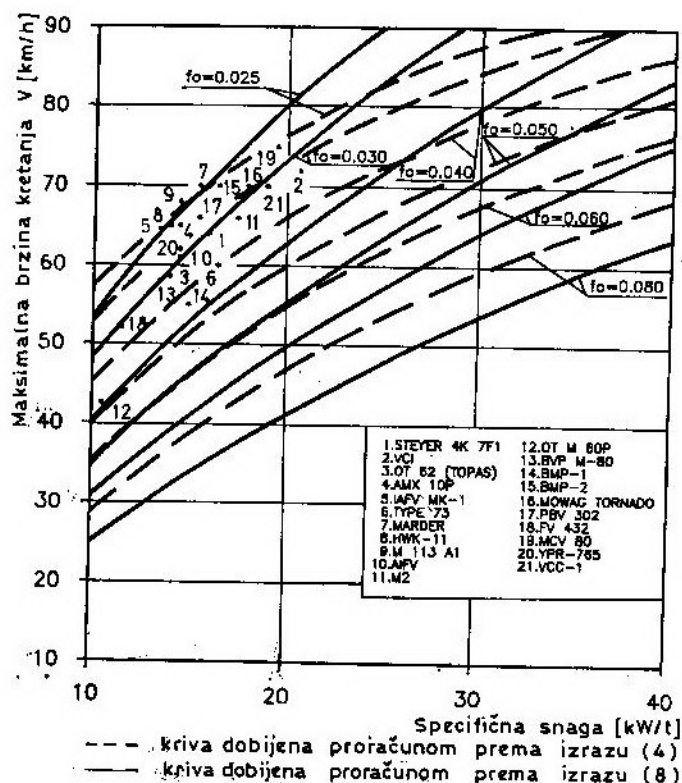
$$W = \frac{1}{\eta_h \cdot \eta_p} \left( f_0 \cdot v \cdot g + 0,07 \cdot f_0 \cdot v^2 \cdot g + \frac{k \cdot A \cdot v^3}{m} \right) \quad (8)$$

\* Isti izraz za koeficijent ukupnih otpora kotrljanju korišćen je i za analizu uticaja specifične snage na ubrzanje, vreme i put zaleta.

Pomoću izraza (8) i odgovarajućih izračunavanja za slučaj ravnomernog kretanja dobijena je zavisnost specifične snage, pri kretanju vozila po različitim terenima koji su definisani koeficijentom otpora kotrljanju, od brzine kretanja. Inverzijom koordinata dobijena je zavisnost maksimalne brzine kretanja vozila od njegove specifične snage (sl. 1). Na istoj slici, isprekidanim linijama, prikazana je zavisnost maksimalne brzine od specifične snage koja je dobijena korišćenjem izraza (4) u kojem su gubici u guseničnom kretaču obuhvaćeni stepenom korisnosti  $\eta_g =$

vozila u zavisnosti od njihovih specifičnih snaga. Ostali ulazni podaci (stepen korisnosti  $\eta_h$  i  $\eta_m$ , odnos čeone površine i mase vozila i koeficijent otpora vazduha), koji su korišćeni za proračun zavisnosti maksimalne brzine od specifične snage pomoću izraza (4), dobijeni su na dva načina (isti ovi podaci biće korišćeni i kasnije za analizu uticaja specifične snage na ubrzanje, vreme i put zaleta):

- merenjem, i
- usvajanjem iz dostupne literature.



Sl. 1 Zavisnost maksimalne brzine od specifične snage

$= 0,95 - 0,0234 v$ , a i radi sprovođenja analize uslova i kriterijuma koje koriste razni proizvođači ovih vozila za deklarisanje maksimalnih brzina određenog broja lakih brzohodnih guseničnih

Posebним merenjem na vozilu utvrđen je:

— stepen korisnosti koji obuhvata potrebnu snagu za hlađenje na režimu maksimalne snage  $\eta_h = 0,91$ ;

— stepen korisnosti sistema za prenos snage  $\eta_n = 0,90$ , i

— odnos između čeonice površine i mase vozila  $A/m = 0,00364$  [m<sup>2</sup>/kg].

Koeficijent otpora vazduha se prema [5] kreće za gusenična vozila između 0,06 i 0,07. Pri usvajanju vrednosti ovog koeficijenta imalo se u vidu da ovaj koeficijent zavisi, pre svega, od oblika vozila. Činjenica je da ova kategorija vozila ima relativno povoljan aerodinamički oblik, ali sa dosta oštarih ivica i sa puno uređaja, alata i opreme koji se postavljaju na njih, čime se narušava aerodinamičnost vozila. Takođe, zadnji ravan deo ovih vozila predstavlja izvor vrtloženja vazduha, što utiče na povećanje vrednosti ovog koeficijenta. Imajući to u vidu, usvojena je vrednost  $k = 0,065$ .

Ako se, prema podacima sa slike 1, uporede vozila približno iste specifične snage, zapaža se da im se maksimalne brzine značajno razlikuju. Tako, na primer, sovjetsko vozilo BMP-1 ima specifičnu snagu 15,1 kW/t i postiže maksimalnu brzinu 55 km/h\* na terenu, čiji je  $f_0 = 0,038$ , dok švedsko vozilo PbV ima specifičnu snagu 15,2 kW/t i postiže maksimalnu brzinu 66 km/h na terenu čiji je  $f_0 = 0,028$ . To navodi na zaključak da ne postoji isti stav kod različitih proizvođača u pogledu kriterijuma i uslova pod kojima bi trebalo da se određuju maksimalne brzine i da se, zbog toga, dva vozila ne mogu jednostavno upoređivati samo na osnovu podatka o maksimalnoj brzini.

Osim toga, sa dijagrama koji je prikazan na slici 1 može se videti da se, na primer, za specifičnu snagu od 22 kW/t mogu očekivati sledeće maksimalne brzine kretanja lakih brzohodnih guseničnih vozila:

— za  $f_0 = 0,025^*$  —  $v_{max} = 83,5$  km/h

— za  $f_0 = 0,030$  —  $v_{max} = 77$  km/h

— za  $f_0 = 0,040$  —  $v_{max} = 65,5$  km/h

— za  $f_0 = 0,060$  —  $v_{max} = 58,5$  km/h

— za  $f_0 = 0,080$  —  $v_{max} = 44$  km/h

### *Analiza uticaja specifične snage na ubrzanje, vreme i put zaleta*

U prethodnom odeljku izvršena je analiza uticaja specifične snage na maksimalnu brzinu kretanja na vozila kod kojih se promena stepena prenosa vrši bez prekida toka snage i čiji motor radi na režimu maksimalne snage.

Ta analiza bila je pogodna, pre svega, zbog toga što maksimalna brzina kretanja predstavlja graničnu karakteristiku i definiše se za režim maksimalne snage motora.

Međutim, karakteristike zaleta (ubrzanje, vreme i put zaleta) predstavljaju funkcionalnu zavisnost ovih karakteristika od brzine kretanja i zbog toga se ta zavisnost može teško analitički obraditi za vozila koja imaju menjačke prenosičke sa stepenastom promenom stepena prenosa. Zbog toga je analiza uticaja specifične snage na ubrzanje, vreme i put zaleta, sprovedena u obliku proračuna ovih karakteristika za različite vrednosti ulaznih parametara za jedno konkretno lako brzohodno gusenično vozilo domaćeg porekla, kod kojeg se promena stepena prenosa vrši sa prekidom toka snage.

Sam proračun sproveden je korišćenjem odgovarajućeg programa za proračun vučno-dinamičkih karakteristika [10], koji uzima u obzir izmene u proračunu objašnjene u prethodnom odeljku. To znači da je u proračunu ovih karakteristika (ubrzanje, vreme i put zaleta) korišćena eksperimentalno utvr-

\* Podaci o maksimalnim brzinama kretanja pojedinih vozila koji su prikazani na slici 1 predstavljaju vrednosti ovih brzina koje je deklarirao proizvođač.

\* Na osnovu podataka iz literature [8, 9] za ovu analizu usvojen je koeficijent otpora kotrljanju: za asfalt 0,025, za makadam 0,04, za suv zemljani put 0,06, i ledinu 0,08.

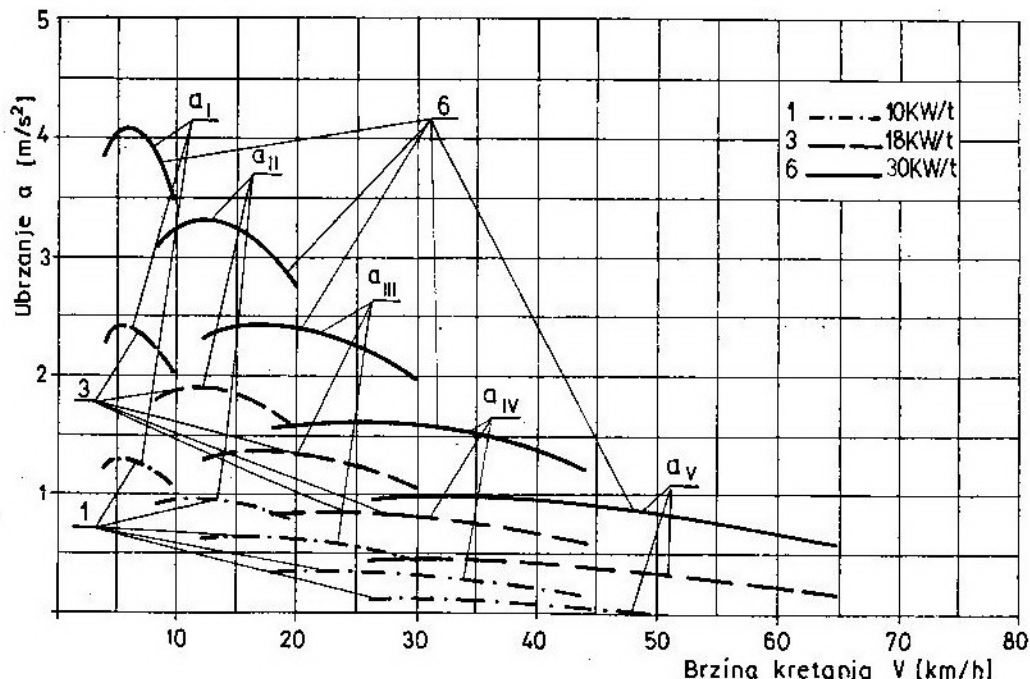


dena zavisnost koeficijenta ukupnih otpora kotrljanju od brzine kretanja (5), koja uzima u obzir potrebnu snagu za savlađivanje otpora usled kretanja po podlozi i otpora u hodnom uređaju.

Većina parametara koji su korišćeni kao ulazni podaci za proračun ovih karakteristika objašnjena je u prethodnom odeljku. Koeficijent uticaja rotirajućih masa ovog vozila određen je na osnovu izračunavanja momenata inercije

[10]. U radu će biti prikazani dijagrami samo za karakteristične uslove kretanja.

U zavisnosti od specifične snage i brzine kretanja vozila, na slici 2 prikazano je, radi preglednosti, ubrzanje vozila specifične snage 10 kW/t,\* 18 kW/t i 30 kW/t po terenu  $f_0=0,025$ . Ubrzanje vozila ostalih specifičnih snaga nisu prikazana, jer bi se dobilo puno krivih i dijagram bi bio teško razumljiv. Pri brzini od 4 do 9 km/h maksimumi ubrzanja



Sl. 2 Zavisnost ubrzanja od brzine kretanja vozila po asfaltu ( $f_0=0,025$ )

je svih rotirajućih masa sistema za prenos snage i hodnog uređaja i redukcije na pogonske točkove [2]:

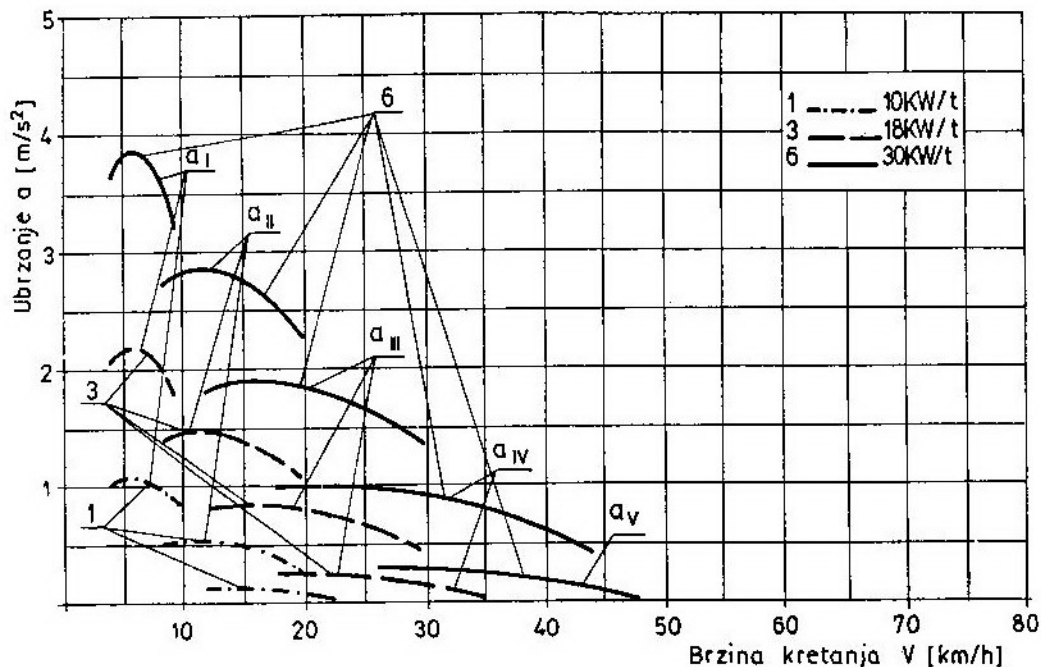
$$\delta = 1,15 + 0,00228 \cdot i^2$$

gde je  $i$  — prenosni odnos u pojedinim stepenima prenosa.

Na osnovu navedenog programa, usvojenih vrednosti za specifične snage i vrste terena, urađena je detaljna analiza za: ubrzanje, vreme i put zaleta

nja vozila 6 nalaze se u intervalu 3,4—4,1 m/s<sup>2</sup>. Ovo vozilo, ukoliko bi se kretalo brzinom 30 km/h, imalo bi maksimalno ubrzanje 1,6 m/s<sup>2</sup>, a vozilo 1, pri istoj brzini, svega 0,3 m/s<sup>2</sup>. Kada je ubrzanje jednako nuli dobija se maksimi-

\* Da bi se u ovim razmatranjima izbegla česta ponavljanja vrednosti specifičnih snaga za svaki konkretan slučaj, u daljem tekstu biće obeležena vozila sa različitim specifičnim snagama brojem, 1 to: vozilo 1 — 10 kW/t, vozilo 2 — 14 kW/t, vozilo 3 — 18 kW/t, vozilo 4 — 22 kW/t, vozilo 5 — 25 kW/t i vozilo 6 — 30 kW/t.



Sl. 3 Zavisnost ubrzanja od brzine kretanja vozila po suvoj ledini ( $f_0=0,08$ )

malna brzina kretanja vozila, odnosno teorijska mogućnost da se ona postigne pri kretanju po veoma dugačkoj horizontalnoj i ravnoj stazi.

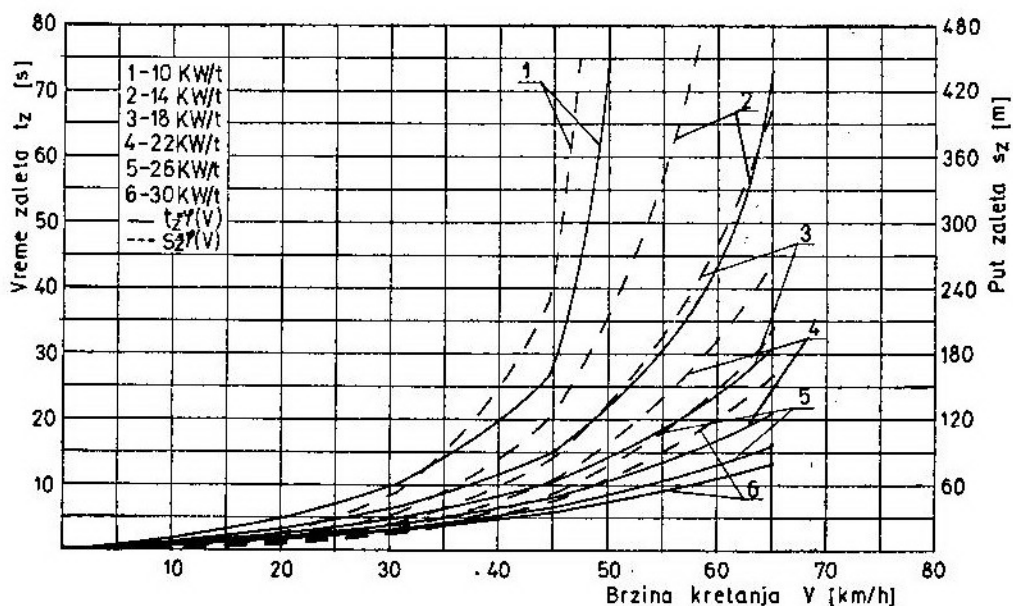
Dijagramski prikaz ubrzanja vozila pri kretanju na terenu sa  $f_0=0,08$  dat je na slici 3. Može se videti da su ubrzanja pri istim brzinama kretanja znatno manja u odnosu na ubrzanje pri kretanju po asfaltu (sl. 2), a posebno pri višim brzinama kretanja. Uticaj specifične snage na ovom terenu je najuočljiviji pri kretanju vozila brzinom 22,5 km/h. Vozilo 1 pri kretanju po ovom terenu postize navedenu brzinu i ne može je više povećavati, dok vozilo 3 pri toj brzini ima ubrzanje  $0,75 \text{ m/s}^2$  i može da postigne maksimalnu brzinu 35 km/h, a vozilo 6 ima ubrzanje  $1,5 \text{ m/s}^2$  i može, u slučaju potrebe, da postigne maksimalnu brzinu 47 km/h za relativno kratko vreme.

Na osnovu ovako izvršene analize uticaja specifične snage na ubrzanje

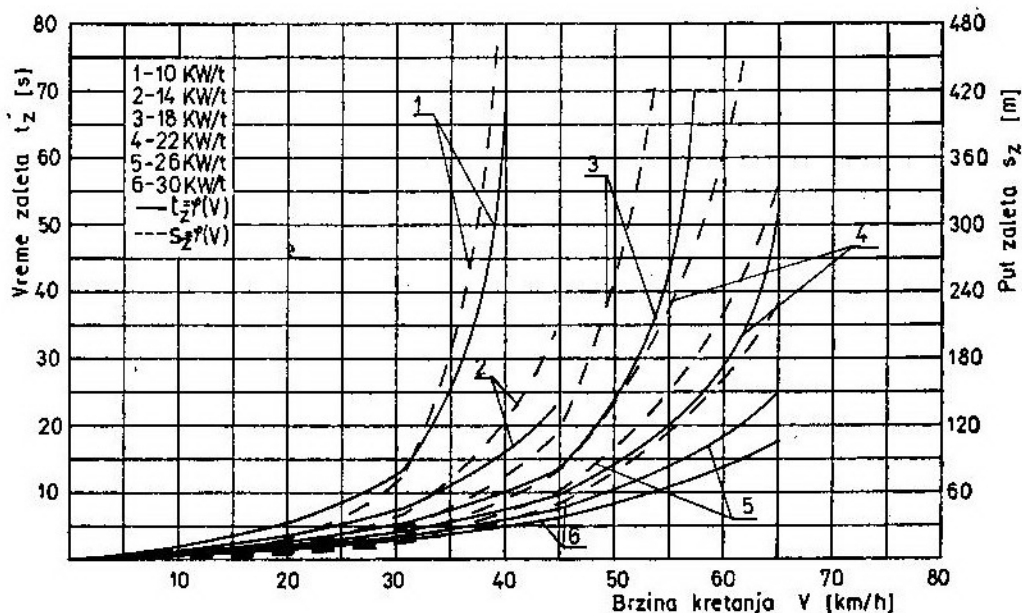
vozila može se reći da u određenim ratnim situacijama može biti od posebnog značaja da se vozilo što je moguće više ubrza radi svoje sopstvene zaštite, čime se povećava verovatnoća njegovog preživljavanja na bojnopolju.

Radi realnijeg sagledavanja uticaja specifične snage na karakteristike ubrzanja, a samim tim i na pokretljivost vozila, u radu je posvećena posebna pažnja prikazu i analizi zavisnosti vremena i puta zaleta od brzine kretanja za različite specifične snage i različite terenske uslove. Dijagrami koji pokazuju navedene zavisnosti izrađeni su korišćenjem prethodno navedenog programa.

U radu je posebno razmatrana početna faza pravolinijskog kretanja, pre svega, zbog sagledavanja uticaja specifične snage na karakteristike ubrzanja u tim uslovima. Kao osnova za poređenje usvojeno je potrebno vreme da vozila različitih specifičnih snaga pređu 100, odnosno 200 m.



Sl. 4 Zavisnost vremena i puta zaleta od brzine kretanja po asfaltu ( $f_0=0,025$ )



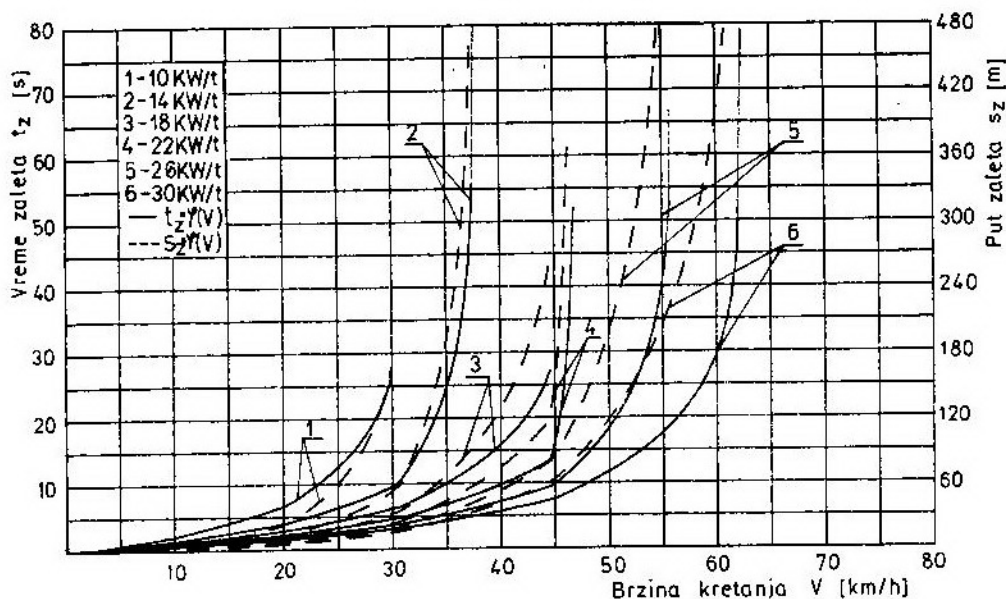
Sl. 5 Zavisnost vremena i puta zaleta od brzine kretanja po makadanu ( $f_0=0,04$ )

Na slici 4 prikazana je zavisnost vremena i puta zaleta od brzine pri kretanju vozila po terenu sa  $f_0=0,025$ . Pri kretanju vozila sa polaskom iz mesta, prvih 100 m vozilo 1 preći će za 15 s, 4—10,7 s, 5—10,00 s, a 6—9,5 s. Približno isti rezultati dobijaju se i pri kretanju vozila po terenu sa  $f_0=0,04$  (sl. 5); vozilo 1 će prvih 100 m preći za 15,8 s, 4—11 i 6—10 s. Iz ovih primera se zaključuje da će pri kretanju po terenu sa  $f=0,025$  prvih 100 m vozilo 6 preći u odnosu na vozilo 1 brže za 5,5 s, a vozilo 4 za 5,3 s. Na terenu  $f_0=0,04$  te razlike iznose 5,8 s i 4,7 s, na osnovu čega se može reći da se ne dobijaju neke značajne razlike u vremenu zaleta za prvih pređenih 100 m i pri maksimalnom povećanju specifične snage. Pri kretanju vozila po terenu čiji je  $f_0=0,06$  (sl. 6) prvih 100 m vozilo 1 pređe za 18 s, 4—12,2 s i 6—10,5 s, odnosno po terenu sa  $f_0=0,08$  (sl. 7) navedeni put vozilo 1 pređe za 18,8 s, a 4—12,7 s i 6—10,8 s, čime se dobijaju značajne razlike.

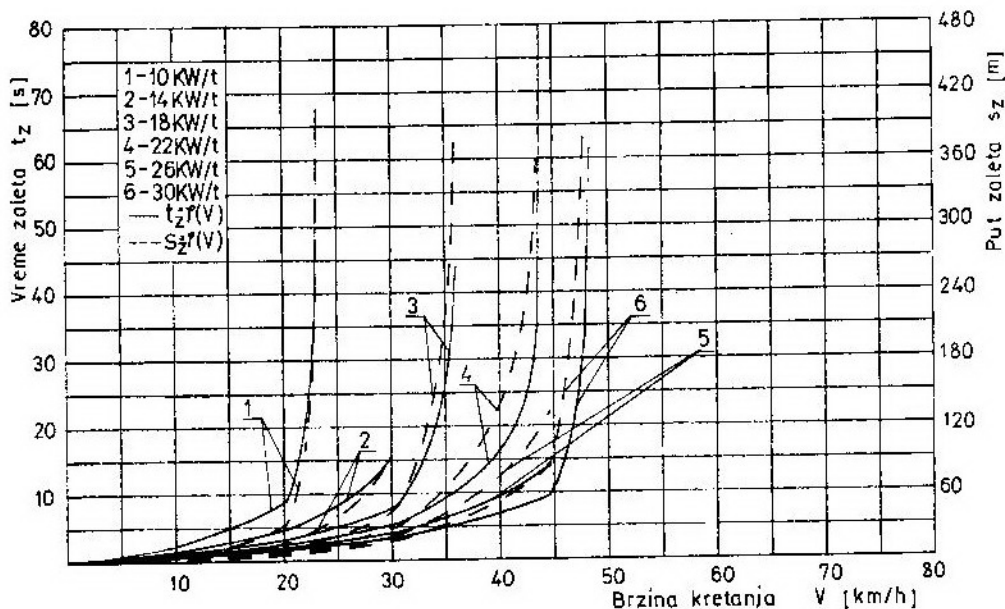
Za  $f_0=0,06$  razlika u vremenu zaleta između vozila 6 i vozila 1 iznosi 7,5

s, a između vozila 4 i 1 — 5,8 s. Na terenu sa  $f_0=0,08$  te razlike iznose 8 s i 6,1 s. Pri analizi početne faze kretanja za pređenih prvih 100 m treba imati u vidu činjenicu da je značajan deo ove faze kretanja uslovljen maksimalnom silom prijanjanja.

Pri kretanju za prvih 200 m na terenu sa  $f_0=0,025$  vozilu 1 je potrebno 24 s, 4—17,2 s, a 5—16 s (vozilo 6 je na pređenih 165 m postiglo maksimalnu brzinu), odnosno na  $f_0=0,04$  vozilu 1 potrebno je 26,2 s, 4—18 s, a 6—16,0 s. Po terenu sa  $f_0=0,08$  vozilu 1 je potrebno 37 s, 4—21,5 s, a 6—18,8 s. Iz ovih primera se vidi da će vozilo 4 preći na terenu sa  $f_0=0,025$  prvih 200 m brže za 6,8 s u odnosu na vozilo 1, odnosno na terenu sa  $f_0=0,04$  vozilo 6 će preći navedeni put brže za 10,2 s, a vozilo 4 za 8,2 s, dok na  $f_0=0,08$  ova vozila će preći 200 m brže za 18,2 s i 15,5 s u odnosu na vozilo 1. Na osnovu toga može se zaključiti da pri kretanju vozila za narednih 100 m povećanje specifične snage značajno utiče na vreme zaleta vozila. Osim toga, vozilu 1 potrebno je 13 s više vremena da pređe prvih 200



Sl. 6 Zavisnost vremena i puta zaleta od brzine kretanja po suvom zemljanom putu ( $f_0=0,06$ )



Sl. 7 Zavisnost vremena i puta zaleta od brzine kretanja po ledini ( $f_0=0,08$ )

m na terenu sa  $f_0=0,08$  u odnosu na teren sa  $f_0=0,025$ , a vozilu 4 za iste uslove kretanja svega 4,3 s. To upućuje na zaključak da je uticaj specifične snage na vreme zaleta, a samim tim i na poboljšanje dinamičkih karakteristika izraženiji na terenima sa višim vrednostima koeficijenta otpora kotrljanju. To

je veoma značajno, jer se brzoходna gusenična vozila uglavnom kreću po bespuću.

Veoma je uočljiv uticaj specifične snage i koeficijenta otpora kotrljanju na karakteristike pokretljivosti, ako se uporede vreme i put pri zaletu vozila do 50 km/h. U tom smislu je u tabeli 1, na

Tabela 1

Tablični koeficij. otpora kotrljanju	Vozilo br.:									
	2		3		4		5		6	
	vreme [s]	put [m]	vreme [s]	put [m]	vreme [s]	put [m]	vreme [s]	put [m]	vreme [s]	put [m]
$f_0=0,025$	23	226	14,8	140	11,0	102	8,8	80	7,2	65
$f_0=0,030$	28,1	290	16,2	14,5	11,8	106	9,0	84	7,5	68
$f_0=0,040$	—	—	24	250	14,1	140	10,4	100	8,4	80
$f_0=0,060$	—	—	—	—	—	—	18,2	200	11,6	120
Duže vreme i put zaleta u odnosu na kretanje po terenu sa $f_0=0,025$	5,1	64	9,2	110	3,1	38	9,4	120	4,4	55

osnovu prethodnih dijagrama, kao i onih koji zbog obima nisu prikazani, dat tabelarni pregled vremena i puta zaleta vozila različitih specifičnih snaga do 50 km/h.

Na osnovu podataka iz tabele 1 zaključuje se da vozilo 5 brzinu od 50 km/h postigne na terenu  $f_0=0,025$  brže za 9,4 s i pri tome pređe manji put za 120 m u odnosu na isto vozilo kada bi se kretalo po terenu  $f_0=0,06$ . Za iste uslove kretanja, vozilo 6 postigne navedenu brzinu brže za 4,4 s i pređe manji put za 55 m.

Na osnovu prethodno izvršenih analiza može se zaključiti da povećanje specifične snage značajno utiče na poboljšanje karakteristika pokretljivosti i da je u tom smislu opravdana primena velikih specifičnih snaga. Pri tome treba imati u vidu da je nekoliko najsavremenijih lakih brzohodnih guseničnih vozila već realizovano sa specifičnom snagom približno 20 kW/t (vozila sa najvećim snagama su englesko vozilo MCV 80. koje ima 19,3 kW/t a argentinski VCI — 19,6 kW/t), što su do danas najveće realizovane specifične snage i značajnije pomeranje te granice biće uslovljeno primenom novih tehničkih i tehnoloških rešenja osnovnih podsistema vozila.

## Zaključak

U radu su analizirane dinamičke karakteristike lakih brzohodnih guseničnih vozila u zavisnosti od specifične snage, korišćenjem eksperimentalno utvrđenog koeficijenta ukupnih otpora kotrljanja od brzine kretanja, koji uzima u obzir potrebnu snagu za savlađivanje otpora usled kretanja po podlozi i otpora u hodnom uređaju.

Dobijeni rezultati pokazuju uočljive razlike dinamičkih karakteristika vozila različitih specifičnih snaga.

Na osnovu izvršenih analiza može se zaključiti da povećanje specifične snage značajno utiče na poboljšanje dinamičkih karakteristika, a samim tim i na pokretljivost vozila u celini, i da je u tom smislu opravdana primena velikih specifičnih snaga.

Uticao povećanja specifične snage na poboljšanje dinamičkih karakteristika izraženiji je na terenima sa višim vrednostima koeficijenta otpora kotrljanju. To je vrlo značajno, jer se brzohodna gusenična vozila uglavnom kreću po bespuću.

## Literatura:

- [1] Dragojević, M.: »Pokretljivost kao osnovni faktor daljeg razvoja guseničnih vozila — analiza specifične snage«. — Naučno-tehnički pregled XXIX, 1979, br. 3.
- [2] Dragojević, M.: »O pokretljivosti i perspektivama razvoja borbenih vozila pešadije«. Naučno-tehnički pregled, XXXIII, 1983, br. 6.
- [3] Iljevski, Z.: »Uticaj specifične snage na brzine guseničnih vozila pri pravolinijskom kretanju i zaokretu«. Naučno-tehnički pregled, XXXIII, 1983, br. 4.
- [4] Platonov, F.: »Gusenične transporteri — tegljači«. Moskva, Mašinstroenie, 1978.
- [5] Zabavnikov, N.: »Osnovy teorii transportnyh guseničnih mašin«. Moskva, Mašinstroenie, 1968.

- [6] Dragojević, M.: »Pokretljivost oklopnih guseničnih vozila«. Naučno-tehnički pregled, XXVI, 1976, br. 4.
- [7] Duboka, C.: »Uticaj na kočenje ukupnih otpora kretanju guseničnih vozila«. Saopštenje, Nauka i motorna vozila 81, Kragujevac, 1981.
- [8] Nikitin, A.: »Teorija tanka«. Moskva, Vojna akademija, 1962.
- [9] Kovačić, B.: »Teorija vuče«. Tehnički školski centar JNA, 1970.
- [10] Trifunović, M.: »Istraživanje uticaja specifične snage na neke karakteristike pokretljivosti lakih brzohodnih guseničnih vozila«. Maglstarski rad, Beograd 1985.

## Metode ubrzanih ispitivanja motora s unutrašnjim sagorijevanjem

### Uvod

Kvalitetna ocjena vijeka i pouzdanosti motora s unutrašnjim sagorijevanjem dobiva se praćenjem njihovog rada u eksploataciji. Za prikupljanje potrebnih informacija potrebno je relativno dugo vrijeme (5—8 godina). Smanjenje vremena za dobivanje tih informacija postiže se razvojem metoda ubrzanih ispitivanja motora.

Problematika ubrzanih ispitivanja motora s unutrašnjim sagorijevanjem vrlo je složena, pa su i pristupi razvoja metoda ubrzanih ispitivanja različiti. Do sada su razvijene: metoda ispitivanja vijeka i pouzdanosti motora, metoda ispitivanja abrazivnog trošenja motornog mehanizma, metoda ispitivanja korozionog trošenja dijelova klipno-cilindrične grupe, metoda ispitivanja pouzdanosti glave cilindra motora, metoda ispitivanja termičke stabilnosti i zaprivenosti glave cilindra motora, metoda ispitivanja kavitacije bloka i košuljice, metoda ispitivanja čvrstoće izduvnih ventila, metoda ispitivanja pogonskih zupčanika i, u posljednje vrijeme, metoda istrošenja i pouzdanosti kliznih ležajeva motora.

Režimi rada motora na ubrzanim ispitivanjima u laboratorijskim uvjetima moraju odgovarati ekstremnim režimima u eksploataciji. Neispravnosti i načini trošenja pojedinih dijelova mo-

tora moraju, također, odgovarati onima iz eksploatacije. Međusobni utjecaji parametara koji opisuju trošenje jako su složeni i ne mogu se pouzdano matematički izraziti. Cilj ispitivanja je da se odrede norme za periodične preglede, srednji i generalni remont motora [1].

### Metode ubrzanih ispitivanja

Većina proizvođača motora vrši ispitivanja vijeka čestim promjenama režima rada motora: startovanje, rad motora na praznom hodu i rad na režimu opterećenja koji iznosi 5—20% iznad nominalnog. Pri tome je u osnovi metode ubrzanih ispitivanja princip da u toku ispitivanja motor radi na svim nepovoljnim režimima pri promjenljivim opterećenjima koji se javljaju u eksploataciji. Smanjenje vremena trajanja ispitivanja ostvaruje se na račun smanjenja vremena rada na režimima koji odgovaraju vožnji pri konstantnoj brzini.

Tako, firma KHD (SR Njemačka) vrši ispitivanja vijeka i pouzdanosti automobilskih dizel-motora, koja traju 3000 sati i provode se u 5 identičnih faza koje se ponavljaju.

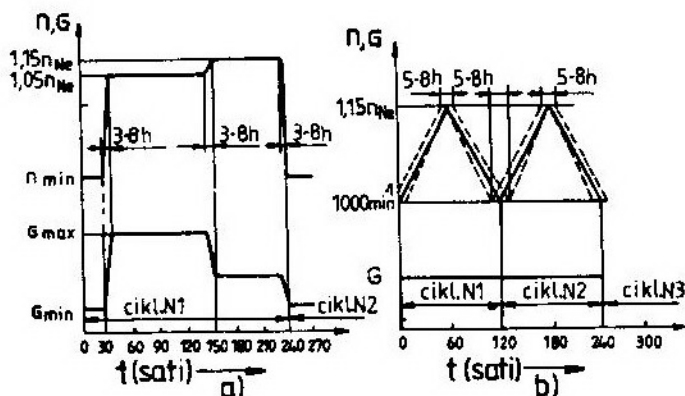
Svaka faza traje 600 sati (sl. 1), [2]. Za vrijeme ispitivanja motora na promjenljivim režimima svaka faza sastoji se od 3 ciklusa. Prvi ciklus traje 240 sati, drugi 120 sati i treći 240 sati (sl.

1a). Na režimima ubrzanje-kočenje sva-ka faza sastoji se od 5 ciklusa po 120 sati (sl. 1b). Na slici 1 oznake  $n_{\min}$ ,  $1,05 n_{Ne}$ ,  $1,15 n_{Ne}$ ,  $G$ ,  $G_{\min}$ ,  $G_{\max}$  predstavlja-ju minimalnu brzinu vrtnje, zatim brzine 5% i 15% iznad nominalne brzine vrtnje motora, te satnu potrošnju gori-va (prosječnu, minimalnu i maksimalnu vrijednost po ciklusu).

Satne potrošnje goriva na promjen-ljivim režimima razlikuju se po ciklu-sima, pošto su različita vremena ispitiva-nja, dok su na režimima ubrzanje-kočenje jednake kod svih ciklusa.

Povećanjem ugla predubrzigavanja sa  $32^\circ$  na  $39-48^\circ$  kod ispitivanih tipova motora dobiven je porast maksimalnog pritiska u toku sagorijevanja do 1—13 MPa [2]. Pored toga, povećanje maksimalnog pritiska sagorijevanja može se postići prednabijanjem (korišće-njem specijalnog kompresora), što može povećati maksimalnu snagu za odre-đeni motor do 30% [3].

U posljednjih nekoliko godina raz-vijene su metode ispitivanja pouzdano-sti vijeka trajanja motora na režimima termo-šokova. Ispitivanja se vrše sa na-



Sl. 1 Režimi (a — promjenljiv, b — ubrzanje-kočenje) pri is-pitivanju pouzdanosti dizel-motora u firmi KHD

Firma »Porche« (SR Njemačka) vr-ši slična ispitivanja vijeka OTTO mo-tora, koja se sastoje od 2 faze. U prvoj fazi se ocjenjuje pouzdanost na režimu punog opterećenja, uključujući i preop-terećenja za 5—15%, a u drugoj fazi pouzdanost se ocjenjuje na promjenli-vim režimima. Pri tome na svakom re-žimu motor radi manje od 5 do 7 mi-nuta. Ukupno ispitivanje traje 2000 sati.

U metodama ubrzanih ispitivanja, pored promjenljivih režima, imaju mje-sto i režimi s povećanjem opterećenja, brzine vrtnje motora i režimi s poviše-nim temperaturama vitalnih dijelova motora. Povećanje opterećenja dijelova dizel-motora postiže se promjenom ug-la predubrzigavanja.

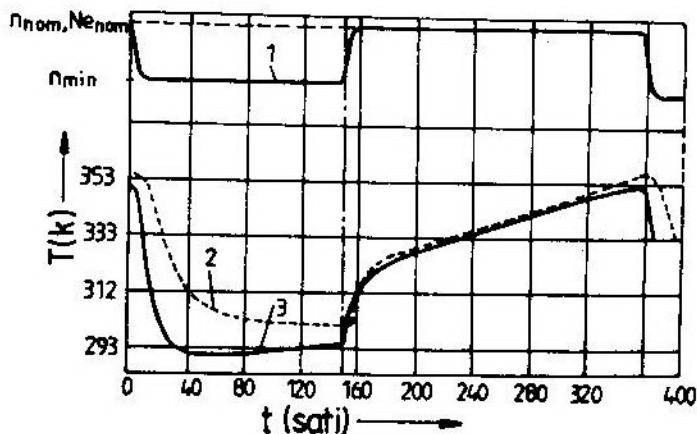
glim promjenama režima toplotnog op-terećenja pri određenoj snazi i brzini vrtnje motora. Promjena toplotnog re-žima motora postiže se naizmjeničnim priključivanjem sistema za hlađenje motora na hladnu i toplu vodu. Takva ispitivanja (sl. 2) vrše se u AVL (Aus-trija) i FIAT (Italija). Oznake,  $n_{\text{nom}}$ ,  $N_{e,\text{nom}}$ ,  $T$ , na sl. 2, označavaju nominalnu brzinu vrtnje motora, snagu motora pri nominalnoj brzini i temperaturi mo-tora.

Ispitivanja motora pri promjenje-nim toplotnim režimima traju 100—105 sati. Nakon toga, slijedi ispitivanje mo-tora do 400 sati bez promjene toplotnih režima motora. Ubrzana ispitivanja sa termo-šokovima koriste se za ispitiva-



nje klipnih prstenova i izduvnih ventila, pri čemu se znatno pothlađuje motor i do 263 K. U SAD se metoda termo-šokova koristi za ubrzana ispitivanja zaptivača glave cilindra motora. Ispitivanja traju 35 do 250 sati. Firma Volkswagen (Njemačka) razvila je me-

Metoda koroziono-mehaničkog trošenja klipno-cilindrične grupe zasniva se ne smjeni hladnih i toplotnih režima motora, uslijed čega dolazi do isparavanja ulja, vode i goriva, pa se remete normalni uvjeti rada motora. Vrijeme trajanja ispitivanja je 120 sati.



Sl. 2 Režimi ispitivanja na termo-šok, koji primjenjuje firma AVL:

1 — promjena brzine vrtnje i opterećenja motora; 2, 3 — promjenu temperature tečnosti za hlađenje na ulazu i izlazu iz motora

todu ispitivanja zaptivenosti glave cilindra termo-šokovima; to ispitivanje traje 48 sati [2].

U SSSR-u su razvijene specijalne metode ispitivanja abrazivnog trošenja i koroziono-mehaničkog trošenja vitalnih dijelova motora.

Pri ispitivanju abrazivnog trošenja motornog mehanizma koristi se kvarcna prašina koja intenzivira trošenje. Prašina se dozira u usisni vazduh ili gorivo, a i u ulje. Ispitivanja se vrše na režimu  $n=0,75 \cdot n_{nom}$  i  $M=0,5 \cdot M_{max}$ , a vrijeme trajanja ispitivanja je 150 sati. Oznaka  $n_{nom}$  predstavlja nominalnu brzinu vrtnje motora,  $M_{max}$ , označava maksimalni obrtni moment motora [2].

Ovu metodu ubrzanih ispitivanja koriste i japanske firme.

U tabeli 1 prikazan je kratki sadržaj metode ispitivanja trošenja klipne grupe i cilindra. Ispitivanja je vršila firma AVL (Austrija). Hladna ispitivanja — 1 predstavljaju rad motora na praznom hodu i kratko vrijeme rada bez opterećenja. Režimi hladnog ispitivanja — 2 sa radom motora na praznom hodu u trajanju od 400 sati najviše se primjenjuju.

Topla ispitivanja pri maksimalnom opterećenju i temperaturi vode na izlazu iz hladnjaka 318, 343 i 393° K omogućavaju određivanje utjecaja temperature na trošenje cilindra [2].

Radi određivanja mogućnosti zaričavanja klipno-cilindrične grupe ispituje se nerazrađeni motor.

U tabeli 2 dat je pregled metoda ubrzanih ispitivanja u laboratoriji.

Tabela 1

Parametri	Topla ispitivanja		Hladna ispitivanja — 1		Hladna ispitivanja — 2
Radna zapremina [cm <sup>3</sup> ]	1800	2400	1800	2400	2400
Trajanje ispitivanja [h]	60	83	248	329	400
Prvi režim rada motora Brzina vrtnje [min <sup>-1</sup> ]	4000	4400	900	900	900
Opterećenje [%]	100	100	0	0	0
Vrijeme rada [min]	4,5	4,5	23	20	—
Drugi režim rada motora Brzina vrtnje [min <sup>-1</sup> ]	1500	1000	1500	1500	—
Opterećenje	22	0	22	22	—
Vrijeme rada [min]	0,5	0,5	0,5	0,5	—
Temperatura tečnosti za hlađenje [°K]	393	318 343 393	299— —308	290 —292	293—303
Temperatura ulja [°K]	393	368 393 408	313	313 —321	298—308

Tabela 2

Metode ispitivanja	Na račun čega se ubrzava ispitivanje	Koeficijent ubrzanja	Tko preporučava ili tko je razvio metodu
1	2	3	4
Ispitivanje vijaka i pouzdanosti motora	Rad pri maksimalnoj brzini vrtnje i opterećenja motora. Trajanje 400 do 1000 sati.	do 10	GOST 14846—81
	Rad na brzo promjenljivim režimima i opterećenjima. Trajanje 3000 sati.	3—4	KHD
	Rad na brzo promjenljivom režimu i punom opterećenju. Trajanje 2000 sati.	5	PORSCHE
Ispitivanje abrazivnog trošenja motornog mehanizma.	Termo-šok u trajanju 105 sati.	do 100	AVL
	Dodavanje kvarcne prašine u usis i ulje.	do 80	PTM 37.001.013-75
Ispitivanje koroziono-mehaničkog trošenja dijelova klipno-cilindrične grupe.	Dodavanje kvarcne prašine u svaki cilindar i u karter motora.	do 80	NAMI
	Smjenjivanje normalnih i pothlađenih toplotnih režima. Trajanje 120 sati.	do 80	PTM 37.001.013-75

1	2	3	4
Ispitivanje pouzdanosti glave cilindra.	Povećanje opterećenja prednabijanjem nezavisnim kompresorom.	12	JAMZ
Ispitivanje term. stabilnosti i zaptiv. glave cilindra.	Promjena temperature tečnosti za hlađenje.	10	JAMZ
Ispitivanje kavitacije bloka i košuljice.	Povećanje zazora klip-cilindar.	60	JAMZ
Ispitivanje čvrstoće izduvni ventila.	Praćenje brzine nalijeganja ventila i povećanje temperature.	15	JAMZ
Ispitivanje pogonskih zupčanika.	Povećanje neravnomjernosti obrtnog momenta.	10	JAMZ

## Zaključak

U većini zemalja postoje nacionalni standardi za određivanje vanjskih karakteristika i ekonomičnosti motora s unutrašnjim sagorijevanjem, dok ne postoje standardi za određivanje parametara vijeka i pouzdanosti motora. Za razvijanje metoda ispitivanja motora proizvođači imaju široke mogućnosti za izradu internih standarda. U pojedinim internim standardima različitih proizvođača motora nema bitnih razlika.

Razumljivo je da se samo s jednom metodom ubrzanih ispitivanja ne može ostvariti široko područje različitih ekstremnih režima rada motora i na osnovu njih zaključivati o kvalitetu i pouzdanosti motora kao cjeline. To i jest razlog da u praksi postoji nekoliko različitih metoda ubrzanih ispitivanja, kako bi se integralnim posmatranjem svih rezultata mogla dati objektivnija ocjena o pouzdanosti i kvalitetu motora. Iako sve ove metode pokušavaju simulirati stvarno stanje u pogonu, one imaju obilježje laboratorijskog ispitivanja. Ne mogu se uzeti u obzir svi utjecajni faktori, kao što su: posebni uvjeti

eksploatacije ako se radi o specijalnim motornim vozilima (vojna motorna vozila), povremena eksploatacija motora, nepropisno održavanje, upotrebe neadekvatne opreme i improvizacija opravki.

Metode ubrzanih ispitivanja dovoljno su tačna za određivanje normi za periodične preglede i resurse pogonskih sati sve do generalnog remonta, što je značajno za područje primjene i cijenu motora. Upravo zbog toga domaći proizvođači motora i naučne institucije koje se bave konstrukcijom i istraživanjem motora i mjerne opreme u velikoj mjeri koriste postojeće metode i rade na razvoju metoda ubrzanih ispitivanja motora. Paralelno sa razvojem metoda rješavaju se problemi utvrđivanja tehničkog stanja — dijagnostike motora i monitoringa.

Tako su, na primjer, pored metode ispitivanja istrošenja i pouzdanosti kliznih ležajeva motora, razvijene metode dijagnosticiranja istrošenosti kliznih ležajeva: metoda mjerenja dinamičkih putanja rukavaca koljenastog vratila motora i metoda mjerenja vibracijskih parametara na unutrašnjim i vanjskim površinama motora [1].

## Literatura:

- [1] Žegarac, N.: »Dijagnostika kliznih ležajeva u dizel motoru«, doktorska disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1989.
- [2] Pešić, R.: »Ispitivanja automobilskih motora s unutrašnjim sagorijevanjem«, MVM—Saopštenja (XVI-90), Kragujevac, 1990.

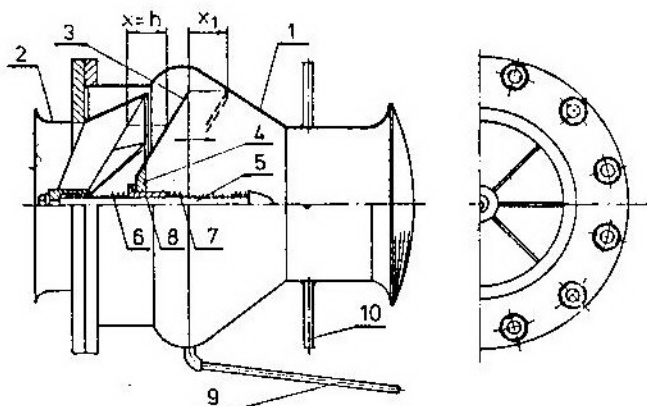
- [3] Genkin, M. D., Sokolova, A. G.: »Vibroakustičeska dijagnostika mašina i mehanizmov«, Mašinstroenie, Moskva, 1987.

### Uvod

Članak predstavlja logički nastavak radova [1, 2, 3], a tretira jedan od mogućih pristupa analitičkog definisanja protivudarnih ventila namenjenih za zaštitu od prodora impulsa pritiska vazdušnoudarnog talasa (VUT) nuklearne eksplozije u unutrašnjost objekta.

Cilj rada je da se izvedu analitički izrazi kojima su definisani ventili u zavisnosti od otpornosti, geometrijskih

karakteristika i karakteristika elastičnih elemenata mehanički sličnih ventila. Na osnovu analitičkih izraza kojima su definisani ventili, uslova da su vremena zatvaranja ventila 2 ms za otpornosti 900 kPa, izvršen je izbor optimalnih i univerzalnih rešenja ventila nazivnih prečnika 100, 150 i 200 mm, otpornosti 300, 600 i 900 kPa. Sprovedena je analiza nivoa saglasnosti analitičkih izraza vremena zatvaranja ventila datih u članku i u [1].



Sl. 1 Šema protivudarnog ventila:

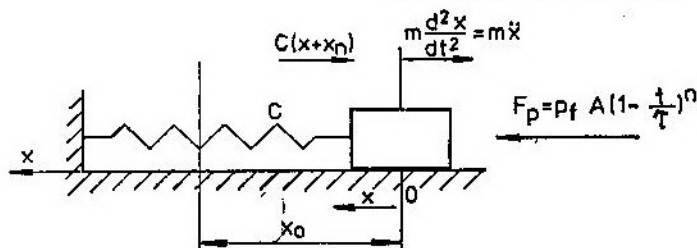
- 1 — telo ventila; 2 — izlazni kanal ventila; 3 — membrana ventila; 4 — navrtka membrane; 5 — osovinu ventila; 6 — opruga ventila; 7 — opruga za negativnu fazu; 8 — vođica membrane ventila; 9 — cev za odvod kondenzatora iz ventila; 10 — šipke za armiranje ventila

## Protivudarni ventil

### Uloga i namena ventila

Zadatak ovog ventila je da spreči prodor vazdušnoudarnog talasa u objekat kroz otvor za dovod svežeg vazduha i time spreči oštećenja, koja bi mogao izazvati impuls pritiska VUT-a u sistemu ventilacije.

Koncepcija i konstrukciona rešenja ovih ventila trebalo bi da obezbede njihovu otpornost i funkcionalnost pri visokim udarnim opterećenjima, tj. njihovo zatvaranje pri dejstvu impulsa pritiska VUT-a i otvaranje po prestanku njegovog dejstva, čime se obezbeđuje slobodan protok vazduha. Na slici je prikazan šematski izgled protivudarnog ventila.



Sl. 2 Mehanički model protivudarnog ventila

### Funkcija protivudarnog ventila

Pri nailasku vazdušnoudarnog talasa na objekat, usmereni talas kroz kanal protivudarnog ventila, dejstvom impulsa pritiska na konkavnu površinu membrane, naglo je pomera i zatvara otvor na izlaznom kanalu. Kada nastupi negativna faza VUT-a, pokretni sklop ventila pod dejstvom potpritiska naglo će se pokrenuti u suprotnom smeru i prekinuti vezu sa spoljnom atmosferom. Po prestanku dejstva VUT-a pokretni sklop ventila pod dejstvom sila u opruzi (opruga za pozitivnu, odnosno negativnu fazu) dovodi se u otvoreni položaj. Pri ventilaciji skloništa ventil je otvoren, odnosno membrana se posredstvom opruga nalazi na rastojanju  $x=h$  od krajnjeg položaja, kada je ventil zatvoren.

## Analitičko definisanje protivudarnih ventila

### Određivanje analitičkog izraza vremena zatvaranja ventila

Mehanički model protivudarnog ventila prikazan je na slici 2.

Masa  $m$  pokretnog sklopa ventila predstavljena je kao materijalna tačka, koja se pod dejstvom prinudne sile  $F_p$  kreće po horizontalnoj glatkoj pravoj  $O_x$ .

Na tačku deluje inercijalna sila  $m\ddot{x} = m(d^2x/dt^2)$ , sila u opruzi ventila  $C(x+x_n)$ , koja je proporcionalna rastojanju mase  $m$  od ravnotežnog položaja  $x$  i veličini ugiba  $x_n$  za koji je opruga prethodno sabijena u ravnotežnom po-

ložaju (radi postizanja stabilnog strujanja vazduha kroz ventil pri normalnoj ventilaciji).

Iz uslova ravnoteže sila koje deluju na pokretni sklop ventila mase  $m$ , [4]:

$$m\ddot{x} + C(x + x_n) = F_p \quad (1)$$

dobija se diferencijalna jednačina sistema, oblika

$$\ddot{x} + \omega^2 \left( x + x_n - \frac{F_p}{C} \right) = 0 \quad (2)$$

Prinudna sila  $F_p$  može da se izrazi preko impulsa pritiska VUT-a:

$$F_p = p_t A \left( 1 - \frac{t}{\tau} \right)^n, \text{ odnosno} \quad (3)$$

$$F_p = p_t A \left( 1 - \frac{t}{\tau} \right)^3 \quad (4)$$

gde je:

- $p_f$  — pritisak u frontu direktnog vazdušnoudarnog talasa;  
 $t$  — vreme za koje se odvija kretanje pokretnog sklopa ventila pod dejstvom pritiska  $p_f$  (reda milisekunda);  
 $\tau$  — vreme trajanja pozitivne faze VUT-a u sekundama;  
 $n=3$  — eksponent zavisen od nivoa pritiska u frontu direktnog VUT-a.

Eksponent  $n$ , određen eksperimentalnim putem [5], definisan je izrazom:

$$n = 1,9 p_f^{1/2} \quad (5)$$

Prema [1, 5, 6] za reflektovane pritiske VUT-a od 3, 6 i 9 bara, odgovarajuće vrednosti pritiska u frontu direktnog VUT-a, računane na osnovu funkcionalne veze:

$$p_f = 2 p_t + \frac{6 p_t^2}{p_t + 7,2} \quad [\text{bar}] \quad (6)$$

iznose:  $p_{f1} = 1,08$ ;  $p_{f2} = 1,86$  i  $p_{f3} = 2,53$  [bar], respektivno.

Diferencijalna jednačina (2) biće rešena iz uslova da se zatvaranje pokretnog sklopa ventila vrši pod dejstvom impulsa pritiska, čije je vreme trajanja znatno duže od vremena zatvaranja ventila, tj.

$$\frac{t}{\tau} \ll 1.$$

Lako je zapaziti da se odnos  $\frac{t}{\tau}$

$\ll 1$  može zanemariti u odnosu na jedinicu. Iz ove analize sledi da ventil zatvara prinudna sila  $F_p$  koja ima konstantnu vrednost:

$$F_p = p_f \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d_2^2) \quad (7)$$

Opšte rešenje diferencijalne (2) ima oblik:

$$x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t + \frac{F_p}{C} - x_n \quad (8)$$

Iz početnih uslova određuju se konstante integracije  $C_1$  i  $C_2$ :

1.  $t=0$ ;  $-x=x_n$  dobija se konstanta integracije  $C_1$

$$C_1 = - \frac{F_p}{C} \quad (9)$$

2.  $t=0$ ;  $\frac{dx}{dt} = \dot{x} = 0$ , dobija se

konstanta integracije  $C_2$ .

$$\begin{aligned} \dot{x} |_{t=0} &= -C_1 \omega \sin \omega t + C_2 \omega \cos \omega t = 0 \\ C_2 &= 0 \end{aligned} \quad (10)$$

Nakon uvođenja vrednosti za integracione konstante  $C_1$  i  $C_2$  u izraz (8), dobija se:

$$x = \frac{F_p}{C} (1 - \cos \omega t) - x_n \quad (11)$$

Rešenjem jednačine (11) po  $t$  i uvođenjem izraza za prinudnu silu, dobija se:

$$t = \left( \frac{m}{C} \right)^{1/2} \cdot \arccos \left[ 1 - \frac{C(x + x_n)}{p_f \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d_2^2)} \right] \quad (12)$$

Iz graničnog uslova:

$t=t_z$ ,  $x=x_o$ , dobija se analitički izraz vremena zatvaranja ventila  $t_z$ :

$$t_z = \left( \frac{m}{C} \right)^{1/2} \cdot \arccos \left[ 1 - \frac{C(x_o + x_n)}{p_f \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d_2^2)} \right] \quad (13)$$

Nakon dimenzionalnog sređivanja, jednačina (13) dobija oblik:

$$\begin{aligned} t_z &= \left( \frac{m}{1000C} \right)^{1/2} \cdot \arccos \\ &\left[ 1 - \frac{4000 C(x_o + x_n)}{p_f \pi \cdot (D_1^2 - d_2^2)} \right] \end{aligned} \quad (14)$$

gde je:

$t_z$  [s] — vreme zatvaranja ventila;

$m$  [kg] — masa pokretnog sklopa ventila;

- $x_0$  [m] — hod pokretnog sklopa ventila;
- $p_f$  [N/m<sup>2</sup>] — pritisak u frontu direktnog VUT-a;
- $D_t$  [m] — spoljni prečnik membrane ventila;
- $d_t$  [m] — prečnik osovine ventila;
- $C$  [N/mm] — krutost opruge ventila;
- $x_n$  [m] — veličina za koju je opruga prethodno napregnuta.

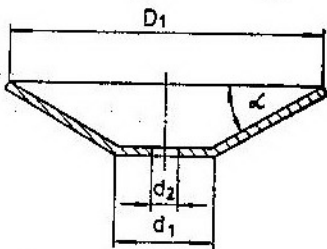
U analitičkom izrazu vremena zavarivanja ventila (14) figurišu veličine:  $m$  — masa pokretnog sklopa ventila i ugib  $x_n$ , koje je potrebno analitički definisati.

#### Analitički izraz mase pokretnog sklopa ventila

Masa pokretnog sklopa ventila sastoji se od mase membrane i mase steznog sklopa:

$$m = m_m + m_n \quad (15)$$

Shematski izgled membrane ventila prikazan je na slici 3.



Sl. 3 Membrana protivudarnog ventila

Masa membrane računa se [1] po jednačini:

$$m_m = \rho_m \frac{\pi \delta}{4000} \left[ \frac{1}{\cos \alpha} (D_1^2 + d_2^2) + (d_1^2 + d_2^2) \right] [\text{kg}] \quad (16)$$

$m_n$  — vidi tabelu 1.

gde je:

- $\rho_m$  [kg/m<sup>3</sup>] — zapreminska masa materijala membrane;
- $\delta$  [mm] — debljina membrane;
- $D_1, d_1, d_2$  [m] — odgovarajući prečnici membrane.

#### Analitički izraz ugiba $x_n$ opruge ventila

Iz uslova stabilnog strujanja vazduha kroz ventil pri normalnoj ventilaciji definiše se analitički izraz ugiba  $x_n$  opruge ventila. Potrebno je da sila u opruzi ventila bude jednaka ili veća od sile koja deluje na pokretni sklop ventila pri brzini strujanja vazduha kroz ventil  $v = 12$  m/s, [1]:

$$C x_n \geq \rho_v Q_1 v \quad (17)$$

odakle je:

$$x_n \geq \frac{\rho_v Q_1 v}{C} \quad (18)$$

Nakon dimenzionalnog sređivanja i uvođenja izraza za  $Q_1$  dobija se analitički izraz ugiba  $x_n$  opruge ventila [1]:

$$x_n \geq \frac{\rho_v \pi}{4000 C} \cdot (D_1^2 - d_2^2) \cdot v^2 \quad (19)$$

gde je:

- $\rho_v$  [kg/m<sup>3</sup>] — gustina vazduha ( $\rho_v = 1,2$  kg/m<sup>3</sup>);
- $C$  [N/mm] — krutost opruge ventila;
- $D_1$  i  $d_2$  [m] — odgovarajući prečnici ventila;
- $v$  [m/s<sup>2</sup>] — brzina strujanja vazduha neposredno ispred membrane ventila.

#### Analitički izrazi kojima su definisani ventili

Analitički izrazi kojima su definisani mehanički slični protivudarni ventili u članku su: (14), (15), (16) i (19).

Rešenje diferencijalne jednačine (1) u [1] glasi:

$$T_z = 2 \left[ \frac{2 m(x_0 + x_n)}{\rho_f \pi (D_1^2 - d_2^2) - 4.000 C (x_0 + x_n)} \right]^{1/2} \quad (20)$$

Potrebno je odrediti nivo saglasnosti analitičkog izraza vremena zatvaranja ventila (14) izvedenog u članku i izraza (20) izvedenog u [1].

### Provera nivoa saglasnosti analitičkih izraza vremena zatvaranja ventila i izvor optimalnih rešenja

Nivo saglasnosti analitičkih izraza (14) i (20) odrediće se za konkretne, odabrane i u tabeli 1 prikazane geomet-

rijske veličine ventila prečnika 100, 150 i 200 mm. Na osnovu jednačina (14), (15), (19) i (20), geometrijskih veličina ventila [1] datih u tabeli 1 i kriterijuma da vreme zatvaranja ventila bude jednako 2 ms za ventile otpornosti 900 kPa, izračunate su veličine:  $x_o$ ,  $m_m$ ,  $m$  i  $x_n$  za ventile nazivnih prečnika 100, 150 i 200 mm i prikazane u tabeli 2. Do optimalnih karakteristika dolazi se iz uslova: da vreme zatvaranja ventila otpornosti 900 kPa bude 2 ms, da protok vazduha kroz ventil bude nominalan, a otpor ventila što manji [2].

Ulazni podaci za protivudarne ventile [1]

Tabela 1

Red. br.	Veličina i oznaka		Nazivni prečnik ventila		
			PUV-100	PUV-150	PUV-200
1.	Spoljni prečnik membrane ventila	$D_i$ [m]	0,158	0,230	0,306
2.	Prečnik cilindričnog dela membrane	$d_i$ [m]	0,053	0,060	0,074
3.	Prečnik otvora membrane ventila	$d_o$ [m]	0,024	0,032	0,036
4.	Ugao nagiba membrane	$\alpha$ [°]	30	30	30
5.	Masa steznog sklopa ventila	$m_n$ [kg]	0,105	0,175	0,277
6.	Zapreminska masa materijala membrane	$\rho_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2600	2600	2600
7.	Debljina membrane ventila	$\delta$ [mm]	2,5	2,5	2,5
8.	Krutost opruge ventila	$C$ [N/mm]	2,4	2,4	2,4
9.	Vreme zatvaranja ventila	$T_z$ [s]	0,0020	0,0020	0,0020
10.	Pritisak u frontu direktnog VUT-a	$p_f$ [N/m <sup>2</sup> ]	253000	253000	253000

Izračunate veličine ventila

Tabela 2

Red. br.	Veličina i oznaka		PUV-100	PUV-150	PUV-200
1.	Ugib opruge ventila, jed. (19)	$x_n$ [m]	0,0015	0,0030	0,0050
2.	Masa membrane ventila, jednačina (16)	$m_m$ [kg]	0,142	0,304	0,541
3.	Masa pokretnog sklopa ventila, jed. (15)	$m$ [kg]	0,247	0,479	0,818
4.	Hod pokretnog sklopa ventila, jed. (14)	$x_o$ [m]	0,037	0,040	0,040
5.	oHd pokretnog sklopa ventila, jedn. (15), [1]	$x_o$ [m]	0,037	0,040	0,0395



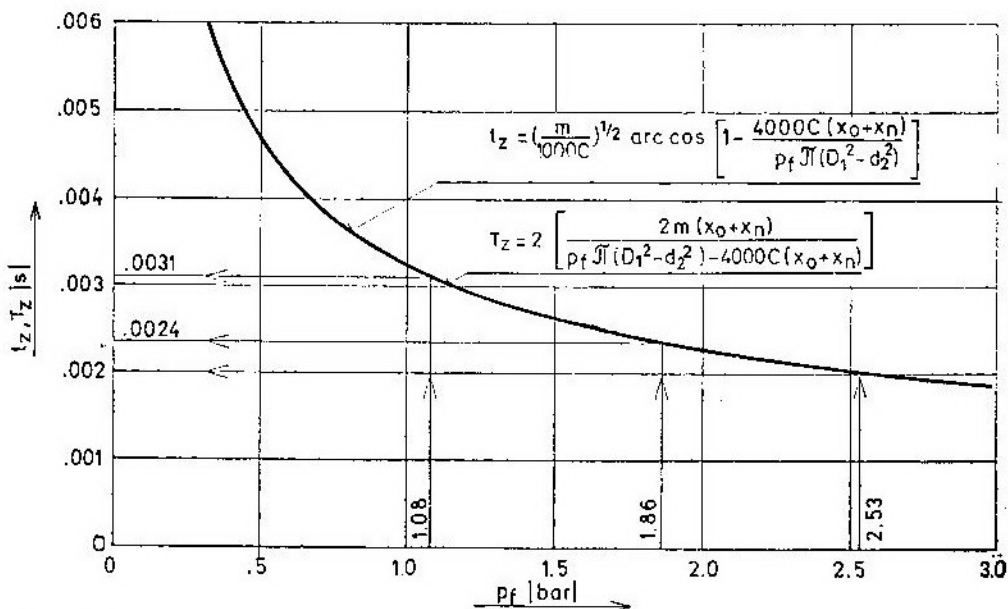
Na osnovu analitičkih izraza (14) i (20), vremena zatvaranja ventila i ulaznih podataka za protivudarne ventile datih u tabeli 1, konstruisan je dijagram zavisnosti vremena zatvaranja ventila nazivnih prečnika 100, 150 i 200 mm od pritiska u frontu direktnog vazdušno-udarnog talasa i dat je na slici 4.

Dijagram na slici 4 predstavlja zakon zatvaranja mehanički sličnih ventila, definisan analitičkim izrazima (14) i (20) [1], prečnika 100, 150 i 200 mm, pri dejstvu impulsa pritiska VUT-a nastalog pri nuklearnoj eksploziji.

pornosti ventila na dejstvo impulsa pritiska vazdušno-udarnog talasa (vidi tabelu 3).

Tabela 3

Vreme zatvaranja ventila [ms]	Otpornost ventila [kPa]	Pritisak u frontu direktnog VUT-a [N/m <sup>2</sup> ]
2,0	900	253000
2,4	600	186000
3,1	300	108000



Sl. 4 Zavisnost vremena zatvaranja  $t_z$ ,  $T_z$  protivudarnih ventila nazivnih prečnika 100, 150 i 200 mm od pritiska  $p_f$  u frontu direktnog VUT-a

Postoji visok stepen saglasnosti analitičkih izraza (14) i (20) [1], što se vidi iz dijagrama datog na slici 4. Analitički izrazi vremena zatvaranja protivudarnih ventila mogu ravnopravno da se koriste. Na osnovu izvedene uporedne analize potvrđuju se u [1] već predloženi novi kriterijumi za ocenu valjanosti ventila. Kao kriterijumi za ocenu valjanosti ventila predlažu se vremena zatvaranja ventila u funkciji ot-

Izvedena analiza ukazuje na neodrživost još uvek važećih, široko pos-tavljenih kriterijuma [7]:

$T_z = 3,0$  ms — za ventile otpornost 600 kPa, i

$T_z = 5,0$  ms — za ventile otpornosti 300 kPa.

Prema [3] postoji visok stepen saglasnosti teorijski dobijenih podataka

za vremena zatvaranja ventila sa eksperimentalno dobijenim rezultatima ispitivanja. Ova konstatacija ide u prilog korektno izvedenim analitičkim izrazima kojima su definisani protivudarni ventili za zaštitu od prodora impulsa pritiska u unutrašnjost objekta.

## Zaključak

Izvedeni su analitički izrazi kojima su definisani protivudarni ventili u zavisnosti od otpornosti ventila na dejstvo impulsa pritiska VUT-a nuklearne eksplozije, geometrijskih karakteristika i karakteristika elastičnih elemenata, mehanički sličnih ventila željenih nazivnih prečnika.

Potvrđen je visok stepen saglasnosti u članku izvedenog analitičkog izraza vremena zatvaranja ventila i izraza izvedenog u [1].

## Literatura:

- [1] Knežević D.: »Iznalaženje analitičkog izraza vremena zatvaranja protivudarnih ventila«, Naučno-tehnički pregled XXXV, 1985, 9.
- [2] Knežević D.: »Metod nalaženja analitičkog izraza koeficijenta otpora protivudarnih ventila«, Naučno-tehnički pregled XXXV, 1985, 10.
- [3] Knežević D.: »Uporedna analiza teorijskih i eksperimentalnih rezultata vremena zatvaranja protivudarnih ventila usled dejstva vazdušnodarnog talasa«, Naučno-tehnički pregled XXXVI, 1986, 1.

Izvedeni analitički izrazi mogu ravnopravno da se koriste pri proračunu karakteristika protivudarnih ventila.

Teorijski postavljeni modeli ventila, kriterijumi za ocenu valjanosti, funkcionalnost i otpornost ventila, provereni su i potvrđeni eksperimentalnim istraživanjima u laboratorijskim uslovima [3].

Postavljeni su novi kriterijumi (nova vremena zatvaranja ventila) za ocenu valjanosti ventila, i to:

$T_z = 2 \text{ ms}$  — za ventile otpornosti 900 kPa;

$T_z = 2,4 \text{ ms}$  — za ventile otpornosti 600 kPa;

$T_z = 3,10 \text{ ms}$  — za ventile otpornosti 300 kPa;  
umesto:

$T_z = 3,0 \text{ ms}$  — za ventile otpornosti 600 kPa;

$T_z = 5,0 \text{ ms}$  — za ventile otpornosti 300 kPa;

- [4] Vujanović B.: »Dinamika«, Beograd, Naučna knjiga, 1976.
- [5] Mandić J.: »Ostvarivanje udarnog kratkotrajnog impulsa pritiska u udarnim cevima izjednačavajućeg pritiska«, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 1976.
- [6] Schardin H.: »Simulation von Druckstößen beleiebing langer Dauer in einem Stosswellenrohr«, Wehrtechnische Monatshefte, 1966, 4.
- [7] »Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju skloništa«, Službeni list SFRJ br. 55, 1983.

Upotrebljeni izraz »transportno osiguranje« obuhvata osiguranje robe u međunarodnom i domaćem saobraćaju vodenim, vazдушnim, drumskim i železničkim prevoznim sredstvima. U stručnoj terminologiji naziva se još »kargo osiguranje«.

U spoljnotrgovinskom prometu poznato je pravilo »robu prodaj na CIF, a kupi na FOB paritetu«. Po paritetu CIF, uz cenu robe pri izvozu prodaju se osiguranje i transportni troškovi, dok kod uvoza robe treba nastojati kupovati robu na FOB paritetu, tako da se osiguranje i transport zaključuje sa nacionalnom zajednicom osiguranja i domaćim vozarom.

Savezna direkcija za promet i rezerve proizvoda sa posebnom namenom u spoljnotrgovinskom prometu prodaje i kupuje znatne količine robe. Godišnji obim je 5.134 pošiljke, upakovane u 506.492 koleta, mase 59.217 kg. Izvoz se realizuje sa 1.845 pošiljki, mase 33.686 tona, a uvoz sa 3.389 pošiljki mase 25.325 tona. Pri takvom obimu spoljnotrgovinskog prometa osiguranje robe protiv gubitka i oštećenja u toku prevoza ima izuzetan značaj. Teško nabavljena sredstva naoružanja i vojne opreme, sirovina i drugih roba moraju biti osigurana, pa se transportnom osiguranju robe poklanja izuzetna pažnja i značaj, tako da gotovo nema značajnije pošiljke u međunarodnom i domaćem

saobraćaju, a da nije osigurana od gubitaka i oštećenja. Ovakvim odnosom vlasnik robe i prevoznik obezbeđuju siguran položaj robi u toku prevoza do odredišta. Za vlasnika robe, je nužno da do gubitka i štete ne dođe, ali je sigurnije da u slučaju nastanka štete zna da će ona biti nadoknađena. Preuzimanje rizika u transportu bez obezbeđenja robe putem transportnog osiguranja uvek predstavlja eventualni gubitak i veliku odgovornost za vlasnike robe, pa je preporučljivo da se roba osigura za vreme transporta.

U osiguranju robe u međunarodnom prevozu ne postoje jedinstvene tarife već ih svaka zajednica osiguranja samostalno donosi. Postoje tarife za osiguranje robe u kopnom, vazдушnom, pomorskom i kombinovanom prevozu. Pored osiguranja na bazi tarifa, roba se osigurava i na osnovu Ugovora o otvorenom pokriću. Usled toga premija osiguranja u nekom konkretnom slučaju može da bude niža od premije koja bi bila obračunata na osnovu tarife.

Troškovi osiguranja se iskazuju u polisi osiguranja. U praksi se javljaju tri vrste polisa: definitivna, privremena i otpisna.

Definitivna polisa se izdaje u slučaju kada se roba i definitivno osigurava. Premija osiguranja se plaća u iznosu koji je iskazan u definitivnoj polisi.

Privremena polisa se javlja u slučaju kada se roba privremeno osigurava, jer se ne zna kada će biti otpremljena.

Otpisna polisa se pojavljuje u slučaju sukcesivnih isporuka, pri čemu se ovom polisom osigurava sva roba po jednom ugovoru uvoza-izvoza.

U privremenu i otpisnu polisnu unosi se obračunati iznos premije, koji po pravilu ne odgovara iznosu premije koji će se stvarno platiti. Nakon prispeća robe vrši se definitivno osiguranje robe, te se u definitivnoj polisni iskazuje iznos premije koji treba da se plati. On se utvrđuje na taj način što se premijska stopa iz privremene, odnosno otpisne polise, primeni na fakturnu vrednost robe, preračunatu kursom na dan osiguranja.

U praksi Zajednice osiguranja u polisni naznačuju da se premija osiguranja odnosi na inostrano i domaće područje u srazmeri 50:50% u kopnenom i avio-prevozu, a 75:25% u pomorskom prevozu.

Polisa osiguranja je najčešća i uobičajena isprava o sklopljenom osiguranju. Neka posebna definicija polise ne postoji. Njena rana pojava i duga svakodnevna primena učinili su polisnu osiguranja jednom od uobičajenih isprava. Naziv, oblik, sadržaj i funkcija polise osiguranja svrstava se u internacionalni dokumenat koji se primenjuje kod osiguranja robe. U praksi transportnog osiguranja robe najduže se primenjuje S. G.\* polisa, a od 1982. u primeni je i nova engleska polisa »MAR«\*\*.

Kod naših Zajednica osiguranja polise za osiguranje robe u transportu su jednoobraznog sadržaja i sadrže sledeće podatke:

1. Ime — naziv i sedište osiguravnika;

\* S. G. — stara polisa za osiguranje uvoza i izvoza primenljivana kod pomorskog osiguranja. Slova »S« i »G« označavaju »Ship« and »Goods«.

\*\* »MAR« — nova polisa za osiguranje roba u pomorskom transportu (New Marine Policy Form — Form MAR).

2. Podatke o pošiljci (naziv — vrstu robe, opis — vrstu pakovanja, broj koleta, masu i oznake);

3. Osigurano putovanje — relacija sa tačnim navođenjem otpremnog i prijemnog mesta, luke ukrcaja — iskrcaja, ime pomorskog broda, zastava države kojoj pripada i godina gradnje broda, da li se roba krca na palubi ili pod palubom broda. Vrsta, broj ili ime ostalih prevoznih sredstava;

4. Posebne okolnosti prevoza (usputni prekrcaj — gde, uskladištenje — gde i koliko dana, i dr.);

5. Vrednost na koju se pošiljka osigurava u dinarima ili stranoj valuti;

6. Rizici i uslovi osiguranja, premijska stopa. Upisuje se zavisno od vrste transporta kojom se roba prevozi, a najčešće: »Svi rizici«, »Osnovni rizici«, »Dopunski rizici«;

7. Napomene Zajednice osiguranja o uslovima osiguranja robe u transportu, koje dokumente treba pribaviti u slučaju štete.

Vlasnik robe će uvek osigurati robu od časa kada rizik ide na njegov teret, bilo da je to od časa ukrcaja, vremena trajanja transporta i skladištenja robe u očekivanju otpreme do definitivnog odredišta.

Pod štetom se podrazumeva smanjenje imovine. Izravnjanje prouzrokovane štete — davanje naknade namenjeno je za oštećenje u stanje koje je bilo pre oštećenja. U načelu, nadoknada nastale štete se vrši u novcu, jer se novac kao merilo nadoknade štete, u praksi, pokazao kao dobro sredstvo između osiguravnika i osiguratelja. Šteta se sastoji od stvarne štete i izgubljenog dobitka.

Prilikom naknade štete moraju se poštovati sledeća načela:

1. Između štete i štetnog dela mora postojati uzročna povezanost, naime štetno delo mora izazvati, posredno ili neposredno, nastalu štetu;

2. Oštećeni ima obavezu da ukloni, odnosno da ublaži nastajanje štete, jer

se u protivnom ne može tražiti puna naknada nastale štete;

3. Oštećeni i izazivač štete jednako učesnici u stvaranju štete i snose odgovornost za nju prema svom učestvovanju u nastaloj šteti;

4. Prilikom izračunavanja visine štete treba uzeti u obzir vrednost cene robe koja je važila u vreme pre oštećenja, izuzev ako zakonski propisi nešto drugo ne propisuju.

U slučaju nastanka štete osiguranik ili njegov zamenik mora da izvesti osiguratelja o svakoj šteti, a ako to ne učini već prijavom odugovlači, sve štetne posledice koje nastanu zbog tog propusta snosi sam, čak i eventualni gubitak prava na naplatu odštete. Kada osiguranoj robi preta opasnost od štete, osiguranik mora da se brine da robu spase, umanju štetu i sa osigurateljom preduzme i druge mere radi smanjenja štete. Ukoliko osiguranik ne preduzme sve mere da se roba spase i sačuva, osiguratelj nije dužan nadoknaditi štetu ili nastale troškove.

Ako je osigurana roba izgubljena u toku transporta, osiguranik mora zahtevati da prevoznik izda poternicu za robu. Ako mu vozar isplati neku štetu po osnovu svoje odgovornosti, dužan je da to prijavi osiguratelju.

Sve štete mora zapisnički konstatovati havarijski komesar, jer u protivnom osiguranik neće moći tražiti od osiguratelja naknadu štete. Ako prevoznik ne preda zapisnik, veličina štete može se ustanoviti sporazumno u prisustvu predstavnika osiguratelja, veštaka i zainteresovane strane. Kad veštaci treba da ustanove štetu, svaka strana će imenovati svog veštaka, a ako se veštaci ne slože mogu izabrati zajedničkog veštaka. U slučaju neslaganja sud određuje veštaka.

Štete koje se prilikom preuzimanja robe nisu mogle ustanoviti, niti posumnjati da postoje, treba zapisnički ustanoviti. Dok se šteta ne ustanovi, osiguranik ne sme bez osigurateljevog odo-

brenja menjati stanje, osim ako ta promena ne prouzrokuje novu štetu.

Osiguranik ili primalac robe dužni su u svoje ime da preduzmu sve radnje potrebne osiguratelju prema trećim licima, koja mogu biti odgovorna za nastalu štetu.

Pri traženju naknade štete osiguranik mora podneti osiguratelju:

1. Originalnu polisnu kao dokaz o zaključenom ugovoru o osiguranju i dokaz o oštećenju robe, kako bi mogao na osnovu njega naplatiti štetu;

2. Originalne prevozne isprave (tovarni list, konosman,\* i dr.) kao dokaz o prevozu pošiljke, a koje služe osiguratelju da vidi ko je prevoznik, da li ima primedbe na stanje ambalaže, pakovanja, pretovar i drugo, kao i da pokrene pravo regresiranja u slučajevima kada prevoznik odgovara za naknadu štete. Ukoliko prevoznik odgovara za naknadu štete, osiguranik mora priključiti i cesiju;\*\*

3. Zapisnik o konstataciji štete koji je sačinio havarijski komesar ili primalac, radi tačnog saznanja na koji način, gde, kako i iz kojih razloga je oštećenje nastalo, obim i visina štete i druge konstatacije. Zapisnik se izrađuje u više primeraka, original zadržava osiguratelj, dok osiguranik uvek uzima kopiju. Po potrebi se vrši i fotografisanje nastale štete i fotografije prilažu uz zapisnik;

4. Fakturu redovno u originalu ili overenom prepisu radi utvrđivanja stvarne vrednosti robe, da bi se utvrdilo da li je pošiljka osigurana na punu vrednost;

\* Konosman — teretnica je:

a) formalna priznanica broдача da je roba u količini i stanju, kako je to naznačeno u teretnici, ukrcana na brod radi prevoza ili ju je preuzeo brodar radi prevoza;

b) dokaz o postojanju i sadržaju ugovora o prevozu;

c) vrednosni papir.

\*\* Cesija je pravni posao kojim verovnik (cedent) svoje otuđivo potraživanje koje ima prema dužniku (cesus) prenosi na drugu osobu — novog verovnika (cesionar).

5. Obračun štete, kako bi osiguratelj video šta traži osiguranik i koliku visinu odštete.

Pri traženju naknade štete osiguranik mora na svoj trošak pribaviti sve dokaze i dokumente i nema pravo zahtevati naknadu za svoj trud prilikom nastale štete.

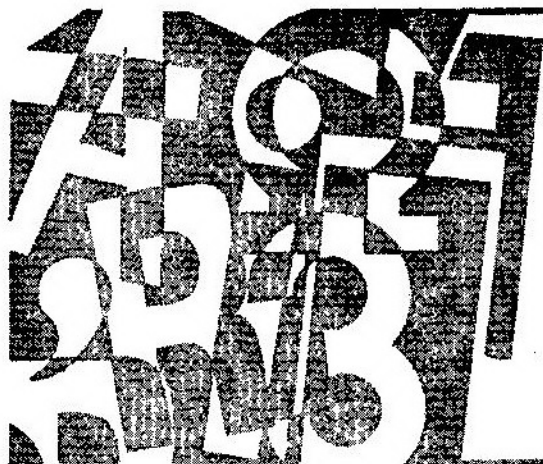
Prema izloženom je jasno da dva dokumenta koja traži osiguratelj mora zadržati radi isplate štete; jedino osiguratelj može vratiti original tovarnog

lista i to tek pošto izvrši naplatu regresa od prevozioca. U praksi se to ne čini, jer prevozna isprava služi kao dokaz o plaćanju štete, kada prevoznik pri nestanku koleta ili pošiljke ne sastavlja poseban zapisnik, nego na samoj prevoznoj ispravi napiše primedbu o nestanku.

Transportno osiguranje je najinteresantnija vrsta osiguranja koju treba razvijati u spoljnotrgovinskom prometu, pogotovo što SDPR\*\*\* trguje opasnim materijama.

---

\*\*\* Savezna direkcija za promet i rezerve proizvoda sa posebnom namenom.



## prikazi iz inostranih časopisa

### COMVAT — američki program razvoja automatskih topova srednjeg kalibra\*)

#### Uvod

Dok se malokalibarskom (streljačkom) naoružanju i topovima većeg kalibra u stručnim publikacijama posvećuje mnogo pažnje, iz do sada nerazjašnjenih razloga, automatski topovi srednjeg kalibra privlačili su manju pažnju, uprkos činjenici da njihovu korisnost potvrđuje veliki broj takvih topova, ugrađenih u različite platforme, uključujući oklopna vozila, helikoptere, avione i plovne objekte.

Časopis »International defense review« već nekoliko godina redovno pokriva oblast automatskih topova i njihove municije, a u ovome članku se bavi isključivo razvojnim programom automatskih topova srednjeg kalibra u KoV SAD.

Navedeni program nosi naziv »Tehnologija naoružanja borbenih vozila« COMVAT (Combat Vehicle Armament Technology). U izvesnom obliku i pod drugim imenom ovaj program je počeo da se realizuje još od 1981. godine, a u njemu sada učestvuje nekoliko firmi,

koje razvijaju pojedine elemente sistema: HONEYWELL koji je nosilac ugovora i zadužen za razvoj municije, ARES za automatski top, FMC za integrisanje vozila i WESTERN DESIGN za sistem za punjenje topa municijom. Prvobitni naziv projekta CVAŠT promenjen je u COMVAT, a promenjeni su kalibar i tehnologija topa i municije. U programu je prvo razmatran top 35 mm sa fiksnim zatvaračem i konvencionalnom municijom, a zatim se prešlo na razmatranje teleskopske municije sa čahuricom (CTA — Cased Telescoped Ammunition), koja bi se ispaljivala iz automatskog topa 30 mm sa podizućim zatvaračem. Zbog promene u taktičko-tehničkim zahtevima KoV SAD, program je ponovo modifikovan i danas top u projektu COMVAT ima kalibar 40 mm sa rotirajućim ležištem metaka. Ovaj top je predviđen za municiju CTA.

Cilj programa COMVAT je da izade sa novim topom srednjeg kalibra za naoružanje borbenih vozila pešadije, bilo da je to modifikacija vozila »BRADLEY«, ili nekog budućeg novog vozila. Primarni ciljevi ovog topa bi bila sadašnja i buduća borbena vozila pešadije

\* Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 6/1990.

SSSR (BMP), posebno ona koja su projektovana za naoružanje posle 2.000 godine. Sekundarni ciljevi su helikopteri HIND-D i Mi28 HAVOC (prema oznakama u NATO), »meke« (nezaštićene) tačke na osnovnim borbenim tenkovima i drugi »meki« ciljevi, kao što je živa sila, kamioni i bunker. Na slici 1 prikazana je jedna varijanta vozila iz programa COMVAT.

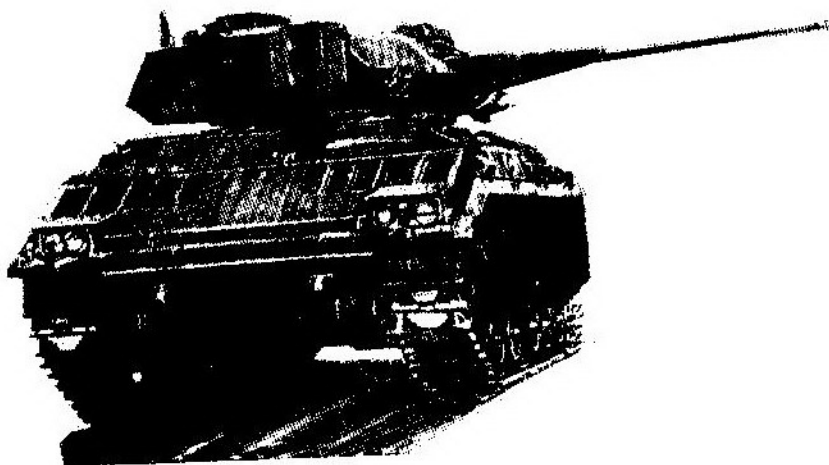
Uprkos različitim izmenama program COMVAT je od početka, a i danas, usmeren na istraživanje i demonstriranje tehnologija, koje bi obećavale bolji tip za naoružavanje borbenih vozila pešadije, što bi značilo, da ima bolje mogućnosti u probijanju oklopa neprijateljevih vozila, veći domet, bolji odnos uništenih ciljeva po borbenom kompletu municije i poboljšano integrisanje topa i vozila. I ranije i sada postoji nedoumica koje će se vozilo naoružavati novim topom. Tek će budućnost pokazati da li će to biti modifikacija postojećeg borbenog vozila pe-

naoružano ovim topom, da će top 45 mm iz programa COMVAT verovatno biti ocenjen u konkursu sa drugim topovima, verovatno BUSHMASTER III i nemačkim Rh503, kojeg će najverovatnije isporučivati američki partner nemačke firme RHEINMETALL.

### Počeci razvoja

Već je rečeno da je program COMVAT počeo kao CVAŠT, kao istraživački program, radi istraživanja tehnologija za poboljšanje naoružanja borbenih vozila pešadije. Razvoj topa TALON 35 mm krajem sedamdesetih godina (koji je prvobitno bio namenjen za protivavionski sistem EAGLE za potrebe Irana) prošao je nezapažen u KoV SAD. Ovaj top bio je odabran za integraciju sa sistemom za upravljanje vatrom i kupolom vozila BRADLEY.

Posle ispitivanja prvih koncepata, američka komanda za istraživanje i razvoj naoružanja (ARADCOM) izašla je



Sl. 1 Top srednjeg kalibra za naoružanje borbenih vozila pešadije

šadije, na primer BRADLEY MOD 3, ili vozila iz programa modernizacije oklopnih sistema KoV SAD (ASM — Armored Systems Modernization).

Trebalo bi imati u vidu, čak ako je detaljnije utvrđeno koje će vozilo biti

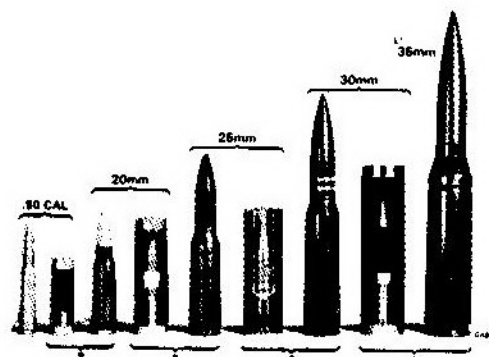
sa svojim konceptom, koji ima rascepljenu kupolu. Ova koncepcija je karakteristična po tome što je top ugrađen vrlo nisko u odnosu na telo vozila, tako da taj profil omogućuje utovar vozila u transportni avion C-130 HERCULES.



Kupola je ugrađena u borbeno vozilo pešadije BRADLEY i oklopni transporter M113. Ova kombinacija prikazana je 1984, kada je ispaljeno oko 1.000 metaka.

## Ponovni razvoj

Program CVAŠT smatran je tehničkim uspehom, ali nikad nije ušao u puni tehnički razvoj. Program ovog razvoja preduzet je imajući u vidu perspektivne oklopne protivnike vozila BRADLEY. U međuvremenu u KoV SAD iskristalizovalo se mišljenje da je već ugrađen top BUSHMASTER 25 mm sposoban da uništi pomenute oklopne protivnike borbenog vozila pešadije BRADLEY, pa je započet razvoj dugачkog probojnog jezgra radi povećanja ubojitosti topa. Metak sa dugim proboj-



Sl. 2 Upoređivanje klasične i teleskopske municije. Energija na ustima cevi CTA municije je približno jednaka energiji klasičnog metka sledećeg kalibra

nim jezgrom ima oznaku M919. Gledajući na razvoj oklopnih protivnika za duži vremenski period, KoV je utvrdio da će top kalibra 35 mm biti nedovoljan za borbu protiv sovjetskih borbenih vozila pešadije, koja će se pojaviti posle 2.000. godine.

Nekako u isto vreme, KoV SAD se se zainteresovao za teleskopsku municiju sa čahuricom (CTA), na kojoj je ra-

dila firma FORD, posebno kalibra 25 mm, na zahtev američkog RV. Ovaj program je pokazao da metak CTA u bilo kojem kalibru ima energiju na ustima cevi, pa, prema tome, i ubojni potencijal, koliko i metak u narednom kalibru, a skoro je upola manji (sl. 2). Pored toga, cilindrični oblik metka CTA ima preimućstva sa aspekta količine u borbenom kompletu i aspekta manipulisanja u odnosu na klasični metak flašastog oblika.

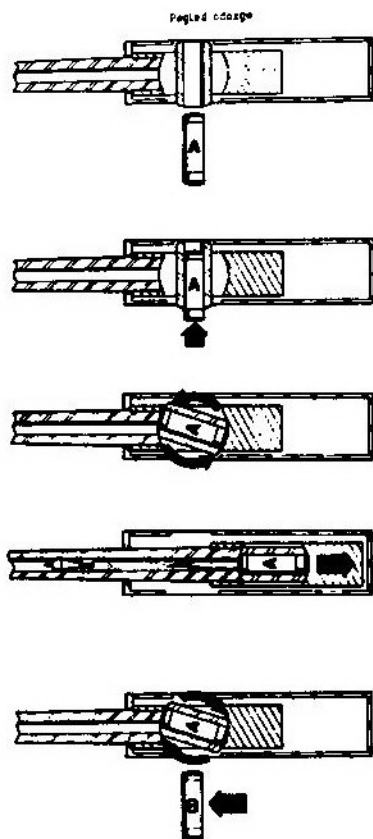
Tako su 1985. počele analize sistema, radi razvoja naslednika programa CVAŠT. Pod novim nazivom COMVAT, ovaj program je imao razloga da postoji, ali je trebalo istražiti rešenje sa municijom CTA.

## Razvoj topa po programu COMVAT

Na samom početku razvoj je usmeren na kalibar 30 mm, jer je ocenjeno da će pancirni metak sa odvojivim nosačem potkalibarskog jezgra i stabilizacijom pomoću krilaca (APFSDS) toga kalibra, imati efikasnost u obliku CTA metka kao i konvencionalni metak kalibra 35 mm. Istovremeno, američki KoV se usredsredio na istraživanje tehnologija novog topa, posebno što je karakteristika CTA municije u tome da se izvlačenje čahure postiže njenim potiskivanjem u istom smeru u kojem je metak ušao u top (sl. 3). Firma ARES je izradila top 30 mm za municiju CTA, koji je iskoristio sanduk, gasni pogon, adaptore trzanja, pneumatske odbojnice i neke druge delove topa TALON 35 mm, i to čak oko 80% delova toga topa.

Top 30 mm sa obe strane ima mehanizam za donošenje metaka bez karika (sa po pet metaka) za ispaljivanje municije CTA i obrtni zatvarač u kojem se potiskivanje metka i izvlačenje prazne čahure obavlja iznad ose cevi. Posle opaljivanja metka (sl. 3) zatvarač se okreće, novi metak (na slici »B«) se potiskuje i pri tome izbacuje praznu čahuru van topa. ležište metka se vraća u li-

niju cevi i top je ponovo spreman za opaljivanje. Ovaj top je u toku razvojne faze ispalio oko 500—600 metaka. Ali, tek što je počeo da radi, KoV SAD je odlučio da je, analizirajući studije budućih protivnika, potrebno povećanje ubojnog potencijala za najmanje 150 %, a to je isto što i prelazak sa kalibra 30 na kalibar 45 mm, koji ima veću ubojnu moć za 150 %. Na odluku za prelazak na kalibar topa od 45 mm nije uticala samo ova jednostavna kalkulacija.



Sl. 3 Sematski prikaz sekvenci gađanja topa COMVAT 45 mm sa rotirajućim ležištem metka. Pogled odozgo

U toku prvih 18 meseci rada na programu COMVAT, firma HONEYWELL i centar ARDEC obavili su studije kompromisnih rešenja za municiju

u odnosu na neprijateljeve ciljeve (ammunition/threat trade-off), za kalibre od 35 mm, pa do preko 50 mm. U okviru ovih studija obuhvaćeni su takvi problemi kao što je verovatna debljina oklopa koju treba probiti i na kojoj daljini, a i proračunavanje početne brzine na osnovu pada energije projektila na putanji, da bi se utvrdili efekti artiljerijskih projektila na raznim tačkama putanje. Razmatrani su različiti tipovi probojnih jezgara, a zatim, znajući koliko je energije potrebno za izbacivanje probojnog jezgra na potrebnu daljinu, proračunavala se količina barutnog punjenja u metku koja je za to potrebna. Minimalna dužina metka bila je određena zavisno od dužine probojnog jezgra, a minimalni prečnik čahure zavisi od količine barutnog punjenja. Konačno određeni kalibar od 45 mm obećavao je poboljšanje potencijalnih mogućnosti municije.

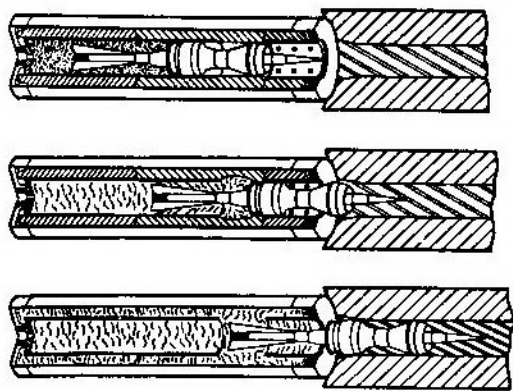
Jedan od taktičko-tehničkih zahteva bio je da top treba da gađa, pored potkalibarske municije APFSDS, i razorno-zapaljivom HEI (High Explosive Incendiary). Kako je kalibar topa (i municije) povećan na 45 mm, tako je i efikasnost razorne municije povećana. Normalno je da se sa povećanjem kalibra smanjuje količina municije u borbenom kompletu. Međutim, kod CTA municije to nije slučaj, jer su meci manjih dimenzija, a efikasnost (ubojna moć) je povećana.

Prelazak na kalibar od 45 mm doveo je do konstruisanja sasvim novog topa. Kako je odlučujući faktor kod konstrukcije novog oružja njegova municija, najpre će se govoriti o karakteristikama CTA municije.

### Teleskopska municija sa čahurum (CTA)

Rad na teleskopskoj municiji sa čahurum (CTA) traje već 15—20 godina. Po svojoj spoljašnjosti CTA metak liči na cilindričnu košuljicu (sl. 2), koja je

kraća od konvencionalne municije, ma-  
da ima veći prečnik. Razlika između  
konvencionalne i CTA municije sa as-  
pekta oblika je u tome što kod konven-  
cionalne municije projektil (zrno) viri  
iznad grlića čahure, koji je stegnut ka-  
ko bi obuhvatio dno projektila. Tu je  
projektil smešten ispred barutnog pu-  
njenja, a ceo metak ima flašasti oblik.  
Kod CTA municije projektil je potpu-  
no uvučen u čahuru i smešten u njenoj  
osi, a okružen je barutnim punjenjem.  
Ovakav »teleskopski« oblik metka CTA  
objašnjava njegovu manju dužinu, tako  
da je dužina metka topa COMVAT 45  
mm — 305 mm, a konvencionalnog met-  
ka 40 mm L70 firme BOFORS je 534  
mm.



Sl. 4 Šematski prikaz sekvenci opaljivanja  
potkalibarskog metka (APFSDS) teleskopske  
municije (CTA)

Ispaljivanje metka CTA je karakte-  
ristično po dvostepenom procesu palje-  
nja barutnog punjenja (sl. 4). Kada se  
inicira kapisla, pali se buster-punjenje  
(na sl. gornji crtež), koje utiskuje pro-  
jektil u cev topa, a pri tome se stvara  
prazan prostor u kojem se šire barut-  
ni gasovi, kako bi obavili svoju fun-  
kciju. Zbog velike zapremine čahure,  
moguće su veće mase barutnog punje-  
nja u odnosu na masu projektila, pa  
meci CTA postižu veću brzinu, čak ka-  
da se koristi konvencionalno zrnasto  
punjenje. Zrnasto barutno punjenje ko-

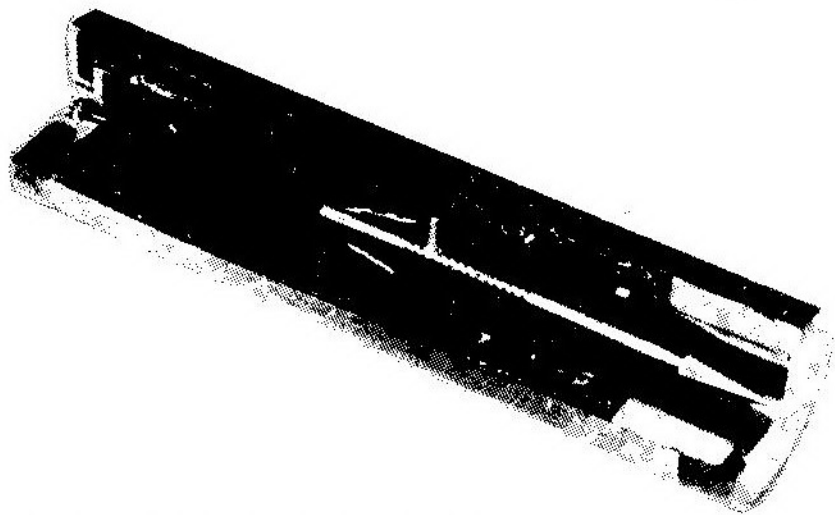
risti se kod konvencionalne municije,  
jer barutnom punjenju je potreban pro-  
stor u kojem će sagorevati. Kod muni-  
cije CTA taj prostor se stvara na po-  
četku faze opaljivanja metka, tako da  
visokoenergetsko kompaktno barutno  
punjenje, koje bi inače eksplodiralo, ima  
prostor u kojem se mogu širiti njegovi  
gasovi i u ovom slučaju dolazi do veli-  
kog povećanja brzine.

Kod prvih razvojnih radova firme  
FORD AEROSPACE, u zadnjem delu  
projektila postoji klip koji ulazi u tzv.  
vodeću čahuru u metku. Ova vodeća ča-  
hura drži projektil na svom mestu u  
centru čahure i deluje kao »mali top«  
za iniciranje opaljivanja metka (za utis-  
kivanje projektila u cev topa) i za pa-  
ljenje osnovnog barutnog punjenja. Ova  
vodeća čahura napunjena je crnim ba-  
rutom i ima kapislu. Pri iniciranju ka-  
pisle taj barut se pali i potiskuje pro-  
jektil u cev topa. Čim projektil napusti  
vodeću čahuru, gasovi buster-punjenja  
šire se u ispražnjeni prostor i iniciraju  
glavno barutno punjenje. Varijacija ove  
konstrukcije je da na vodećoj čahuri po-  
stoje otvori kroz koje deluje plamen  
za paljenje osnovnog punjenja.

Bitno se razlikuje metak CTA fir-  
me HONEYWELL za program COM-  
VAT sa vodećom čahurom punog kalibra  
topa. Time je omogućena kombinaci-  
ja dugačkog probojnog jezgra i kratke  
čahure, što predstavlja preimućstvo ko-  
je bi bilo izgubljeno da je klip postavl-  
jen iza probojnog jezgra. Drugo, pri-  
čvršćivanje klipa za zadnji deo proboj-  
nog jezgra značilo bi da bi buster-pu-  
njenje delovalo prvenstveno na pro-  
jektil, prisiljavajući ga da se odvoji od  
svoga nosača potkalibarskog jezgra, još  
dok je u topu. Zbog toga je i uvedena  
vodeća čahura u punom kalibru topa,  
kako bi se obezbedio jednoobrazni pro-  
tisk barutnih gasova i na potkalibar-  
sko probojno jezgro i na nosač ovog je-  
zgra. Ceo sklop probojnog jezgra i nje-  
govog nosača (sl. 5) klizi kroz vodeću ča-  
huru, koja sama igra ulogu minijatur-  
nog topa, kod kojeg plastični zaptivni

pojas nosača potkalibarskog jezgra djeluje kao zaptivka klipa. Ovaj sklop ispaljuje se u cev topa pomoću buster-punjenja. Čim zaptivni pojas napusti vodeću čahuru, vrela barutni gasovi iniciraju osnovno punjenje.

problem rasturanja pogodaka. Korišćenje inhibitora protiv erozije snižuje ovaj problem na nulu. Firma ARES prognozira da bi korišćenje inhibitora kod cevi 45 mm značilo da bi cevi bile na kraju samo rashodovane zbog zamora metala



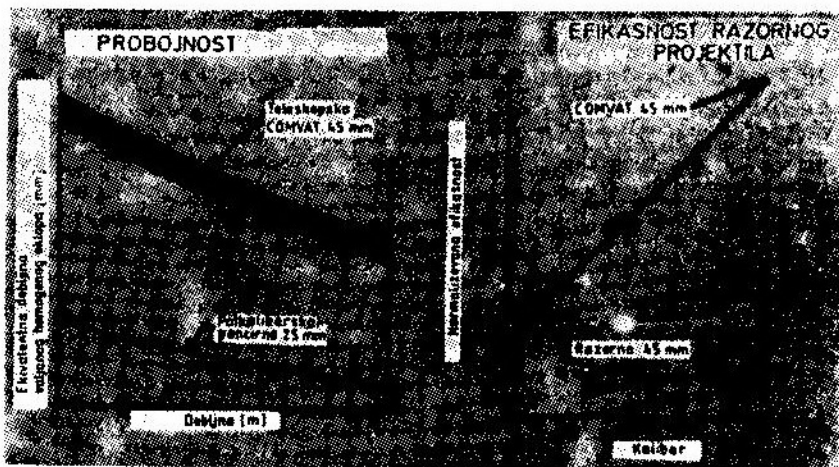
Sl. 5 Teleskopski potkalibarski metak CTA, firme HONEYWELL

Druga karakteristika municije za program COMVAT je u tome da ona ima integrisani »aktivni ablativni« dodatak za sprečavanje erozije cevi. On je smešten u unutrašnjem prednjem delu čahure, a sastoji se od materijala koloidnog tipa (gel), koji se topi pod dejstvom barutnih gasova, istiskuje kroz otvore u gasovitu sredinu iza projektila i raznosi se radi podmazivanja cevi. Tako se unutrašnjost cevi štiti kod sledećeg opaljivanja metka, koji dovodi do isparenja nanetog sloja, a zatim vrši ponovno podmazivanje pomoću svog inhibitor-skog dodatka. Firma ARES koristi sličan postupak kod svog eksperimentalnog tenkovskog topa XM 274 75 mm. Kako naručilac postavlja zahtev da cev bude laka, to znači da će ona biti podvrgnuta jakoj eroziji. Na samom početku razvoja svog topa 75 mm, firma ARES je utvrdila da će pri svakom ispaljenom metku cev izgubiti 0,0245 mm svoje debljine, tako da će se brzo javiti

i ne bi bilo problema rasturanja pogodaka zbog erozije kanala cevi.

Firma HONEYWELL je konstruisala metak APFSDS-T 45 mm, čija je ukupna dužina 304,8 mm, prečnik 69,9 mm i masa 2,6 kg. Probojno jezgro od volframa sa čeličnom balističkom kapicom ima prečnik od 13,3 mm, masu od 421 g, a odnos dužine prema prečniku je 14. Probojno jezgro, zajedno sa trodelnim plastičnim nosačem probojnog jezgra, ima masu od 754 g, a u čahuri ima 632 g baruta. Razorno-obeležavajuće-zapaljivi metak ima istu dužinu i prečnik, a masa mu je 2,9 kg, od čega je masa projektila 1.095 g, a baruta 586 g.

Na slici 6 dati su uporedni podaci za probojnost i razornu moć municije za program COMVAT (novi metak 45 mm), u odnosu na municiju 25 mm topa BUSHMASTER.



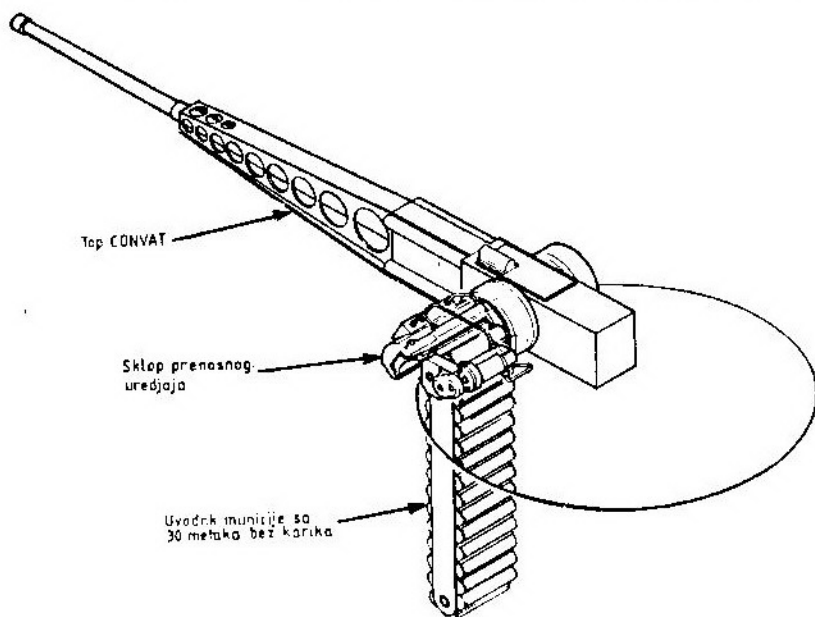
Sl. 6 Uporedni dijagrami probojnih i razornih sposobnosti teleskopske (CTA) municije 45 mm i municije 25 mm koja se sada koristi u topu BUSHNASTER vozila BRADLEY

### Top 45 mm iz programa COMVAT

Firma ARES konstruisala je top 45 mm za program COMVAT, zasnovan na topu 75 mm XM274, kojeg je američki KoV odbacio posle analiziranja budućih borbenih potreba i protivnika. Sma-

tra se da je taj top bio tehnički uspешan i pogodan za adaptiranje u top srednjeg kalibra. To znači da je top 45 mm, još pre nego što je stigao na crtaču tablu, već imao iskustvo razvoja topa sa ispaljenih preko 13.000 metaka.

Mehanizam topa smešten je u sanduk kutijskog oblika, u kojem se i kre-



Sl. 7 Top firme ARES sa uvodnikom municije bez karika sa 30 metaka

će pri trzanju duž šina. Jedno od preimućstava ugradnje ovog topa u kupolu jeste da top u unutrašnjosti kupole zauzima samo onaj unutrašnji prostor u kojem se zadnjak kreće po pravcu i visini. Dužina sanduka topa, koja ulazi u unutrašnjost kupole, konstantna je i sve što posluga vozila vidi od topa je zadnji deo sanduka, dok se kretanje povratnog mehanizma topa ne vidi. Ispred sanduka cev je pričvršćena karakterističnim držačem cevi firme ARES — konusnom kutijastom konstrukcijom sa otovrima za smanjivanje mase »švajcarski sir«) na tačkama sa niskim naprezanjem. Firma ARES došla je do zaključka da je kod njenog topa 75 mm odnosno dužine dela cevi do kanala cevi prema debljini zidova takav da zahteva nešto dužu i vitkiju cev sa osloncem konvencionalnog konzolnog tipa (sl. 7).

Ali najkarakterističnije rešenje, uzeto od topa 75 mm, jeste rotirajući zatvarač. Svi topovi koji gađaju municijom CTA su karakteristični po potisnom izbacivanju prazne čahure, tako što novi metak, pri potiskivanju u zatvarač, izbacuje praznu čahuru (sl. 3). Za ovaj proces potreban je neki oblik pokretnog zatvarača. Ispitano je 6 konstrukcija pre usvajanja jedne od njih. Rotirajući zatvarač topa po programu COMVAT je cilindričnog oblika. U fazi uvođenja metka zatvarač okreće otvor ležišta metka u levu stranu sanduka, pod uglom od 90° prema osi cevi. Metak »A« (vidi sl. 3) potiskuje se u ležište, a ono se obrće u osu cevi. Metak se ispaljuje, ceo top i sklop cevi trzaju u sanduku topa, sabijajući povratnu oprugu, koja u toku kretanja pokretnih delova napred okreće ležište metka u položaj za punjenje, potiskuje se sledeći metak (»B«), koji izbacuje praznu čahuru kroz prednji deo ležišta metka. Kada je top ugrađen u vozilo, prazne čahure se izbacuju van kupole.

Dno čahure ima nešto slično kanalu za izvlačač kod konvencionalne municije, ali ovde služi da mehanička kan-

dža sprečava da cilindrična čahura bude potisnuta u ležište suviše duboko i da izleti kroz prednji deo ležišta. Pored toga, postoji jedan ograničivač, ugrađen u ležište, koji ima sličnu funkciju. Zazor između čela ležišta metka i cevi je 0,762 mm. Pri opaljivanju metka čahura se napinje, čime obezbeđuje zaprtivanje i na prednjem i na zadnjem delu.

Drugo preimućstvo rotirajućeg zatvarača, u odnosu na zatvarače sa postupno-povratnim kretanjem, jeste mogućnost konstruisanja kraćeg sanduka topa. Konkretno, to znači da kraj sanduka topa COMVAT 45 mm, kada je on ugrađen u kupolu vozila BRADLEY, neće dosezati ništa dalje od sada ugrađenog topa 25 mm.

Međutim, glavni razlog za izbor mehanizma je u tome što omogućuje optimalni izbor sistema punjenja topa, kada je on ugrađen u borbena vozila pešadije. Bez obzira na pokretanje topa po visini i pravcu, odnos ležišta metka prema mehanizmu punjenja je konstantan. Zbog toga je omogućena konstrukcija fiksnog uvodnika municije bez karika, sličnog uspravnim stepenicama, preko kojeg se dovode meci naviše kroz šuplje levo rame topa pomoću prenosnog uređaja i potiskuju se u ležište.

Problem prostora je kritičan pri ugradnji topa COMVAT u borbena vozila pešadije, pa je opisana kombinacija mehanizma za punjenje i mehanizma topa najjača strana sistema COMVAT. Razmatrani su i alternativni sistemi punjenja i utvrđena su i njihova preimućstva (veća brzina paljbe i manja masa), ali imaju i mnoge nepovoljnosti: članasti dovodni kanali municije ometaju vizuelni kontakt komandira i nišandžije i problemi dimenzija i radnog prostora za pokretanje topa po visini i pravcu koje ometaju uređaji potrebni za prenošenje municije iz spremišta i okretanje metka u desno za potiskivanje pod različitim uglovima elevacije topa.

Za prvu demonstraciju top COM-VAT treba da bude opremljen mehanizmom za punjenje sa 30 metaka, mada postoji namera da se napravi mehanizam sa 250 metaka u kombinaciji AP-FSDS-T i HEL-T. Firma ARES tvrdi da bi i treća vrsta municije mogla da bude upotrebljena. Karakteristika ovakvog mehanizma je u tome da se već potisnuti metak u ležište može vratiti u sistem za punjenje.

Sam top ima sopstveni pogon (korišćenje energije koju sam stvara), mada uređaj za zapinjanje i sistem punjenja za sada imaju hidraulični pogon. Iako jeftinije i konstruktivno manje rizična nego električni pogon, hidraulička je komplikovana i zahteva velike radove na održavanju, pa će u kasnijim fazama razvoja programa biti zamenjena električnom energijom.

Top COMVAT ima izolovanu cev, mada je firma ARES pristalica glatkih cevi, što je i prihvaćeno za top 75 mm. Međutim, glatka cev predstavlja problem kada je u pitanju konstruisanje uređaja za osiguranje i armiranje za razorne vrste municije, kod kojih se ovi uređaji aktiviraju pri rotiranju projektila. Kako su pravila u američkom KoV za bezbednost municije postala stroža, u obzir dolazi izolovana cev. Pored toga, studija razvojno-istraživačkog centra za naoružanje (ARDEC), po pitanju stabilizacije i rasturanja pogodaka razornih projektila kod izolovanih i glatkih cevi, pokazala je preimućstvo izolovanih cevi toga kalibra. Istovremeno se ne očekuje nikakvo poboljšanje preciznosti, kada se gađa projektilima sa dugim protivoklopnim jezgrom iz topa sa glatkom cevju. Klizni zaptivni pojas potkalibarskog projektila APFSDS smanjuje rotaciju projektila u izolovanoj cevi na 20% od maksimalne.

Top će gađati jedinačnom, ograničenom rafalnom i automatskom paljbom. Maksimalna brzina gađanja, kada je u pitanju protivvazdušna odbrana, iznosi 200 metaka/min, mada je budući

cilj programa da se utvrdi optimalna brzina gađanja — ona koja će obezbediti najveću preciznost. Što se tiče topa u naoružanju oklopnog vozila, optimalna brzina gađanja je funkcija takvih faktora, kao što su oslanjanje vozila i mehanizam topa i može se odnositi na brzinu gađanja pri kojoj motor vozila »veselo prede« umesto da »bolno podrhtava«. U toku razvoja programa CVAŠT, na primer, ustanovljeno je da brzina gađanja od 175 metaka/min. daje najpreciznije rezultate kod kalibra 35 mm, umesto maksimalno mogućih 400 metaka/min. U sadašnjoj fazi razvoja programa COMVAT top će imati ograničeni rafal od 10 metaka, mada će taktički verovatno norma biti rafali od 2 do 3 metka.

Demonstracioni top će gađati bilo sa otvorenim ležištem metka (metak nije u ležištu) ili sa zatvorenim ležištem metka (metak u ležištu, udarnu iglu drži zapinjača). Razlika u intervalima opaljivanja je reda od 150 ms do 35 ms, a ova opcija je predviđena na traženje centra ARDEC, kako bi se mogao proučiti efekat alternativnih režima gađanja na rasturanje pogodaka.

Osnovne karakteristike topa su: dužina 4,369 mm; dužina cevi 3,607 mm; širina sanduka topa 356 mm; visina sanduka topa 305 mm; luk gađanja po visini (elevacija)  $-10^{\circ}$  do  $+45^{\circ}$ ; masa topa i punjača 259 kg; masa oslonca cevi i sanduka 136 kg; masa uvodnika i potiskivača municije 57—68 kg.

### Integracija kupole

Firma FMC ugradiće top u dvosedu kupolu vozila BRADLEY za prikazivanje, dok bi operativna verzija zavisila od zahteva eventualnog rukovodioca programa, bilo za modernizaciju vozila BRADLEY, bilo za druga borbena vozila pešadije. Top 45 mm može se ugraditi u kupolu vozila BRADLEY bez promene sadašnjeg prečnika prstena kupole od 1.524 mm. Razmatraju se verzije i sa posadom i bez posade.

Sistem upravljanja vatrom će zavisi od izbora operativne kupole, ali je namera da se za prikazivanje top integriše sa jednim reprezentativnim sistemom za upravljanje vatrom. Sve šta nišandžija treba da uradi jeste da postavi krst končica nišana na cilj, da pritisne dugme laserskog daljinomera za automatsku elevaciju i da gađa. Korišćenjem sadašnjeg sistema za upravljanje vatrom vozila BRADLEY, nišandžija treba da postavi daljinomer nišana na cilj, da pročita određenu daljinu, da je unese na svoju komandnu tablu i izvrši napad. Činjenica je da vozilo BRADLEY ima sofisticirani sistem za upravljanje vatrom, ali je on više prilagođen vođenim projektilima TOW nego topu. Predviđeni sistem za upravljanje vatrom programa COMVAT imaće laserski daljinomer, senzore i balistički računar za izračunavanje takvih parametara, kao što su nagib vozila i poprečni vetar (automatsko izračunavanje). Planirano je da se u toku punog tehničkog razvoja iskoristi rad na razvoju balističkog procesora VHSIC (Very High Speed Integrated Circuit) sa veoma velikim kapacitetima za obradu podataka.

### **Sistem za dotur municije za program COMVAT — CTASS**

Poseban, ali prateći program je CTASS (COMVAT Telescoped Ammunition Supply System), koji ima za cilj da istražuje koncepcije za automatsko manipulisanje municijom COMVAT, od fabrike do trenutka ispaljivanja. Dopuna municije u vozilu BRADLEY sada ima 30 različitih postupaka: otvaranje municijskih sanduka, brojanje karika, stavljanje metaka u karike i pravljenje redenika traje oko 45 minuta. Jedan od ciljeva programa CTASS jeste da se smanji vreme za dopunu municije u vozilo na 6 do 10 min. Krajnje rešenje bi možda moglo da bude buduće oklopno istureno vozilo za dotur FFASV (Fu-

ture Forward Armoured Supply Vehicle) sa robotizovanom tehnologijom i posebnim prilagođivačima za prenošenje municije u poljskim uslovima automatski i daljinski. Jednostavan cilindrični oblik metka COMVAT omogućuje adaptiranje za automatske sisteme za manipulisanje municijom, automatski i daljinski, od pakovanja u industriji. CTASS se sada odnosi na municiju COMVAT, ali pošto je modularan, slične tehnike se mogu primeniti za različite vrste municije, od malokalibarske do vođenih projektila.

### **Stanje programa COMVAT**

Firma ARES isporučila je firmi HONYWELL probno oružje za jedinično ispaljivanje, kako bi ova firma mogla da vrši ispitivanje municije. Ovo probno oružje ima obrtno ležište metka. Do sada je ispaljeno oko 250 pancirnih i razornih metaka. ARES je izradio višemetni top, koji može da bude integrisan sa sistemom punjenja bez karika sa 30 metaka, koji se može ispaljivati sa tvrdog postolja. To će biti urađeno do kraja godine, do kog će vremena biti obavljeno i integrisanje kupole. Integrisana kupola biće prikazana u jesen 1991. kada se završava tekuće finansiranje.

Predstoji faza, koja će trajati tri godine, u kojoj će se nastaviti razvoj topa. Biće izrađeno nekoliko topova i oni će biti ispitani, a koncepcija doterana, posebno što se tiče kupole. Počeće rad i na razvoju baruta male osetljivosti LOVA (Low Vulnerability). Sadašnji meci COMVAT imaju čelične čahure i poklopce. Verovatno je da će se ispitivati plastični bočni zidovi u toku naredne etape razvoja. Podstrek u razvoju može da dođe od evropskih studija o daljinskom podešavanju upaljača, za povećanje ubojnosti razornih metaka protiv neoklopljenih ciljeva.

Posle toga bi počela četvorogodišnja faza punog tehničkog razvoja, koja će dovesti do početka proizvodnje 1998



—1999. Centar ARDEC smatra da u ovom razvoju ne postoje neke rizične tehnologije i da bi se uz dodatna ulaganja razvoj mogao skratiti za 2—3 godine.

P. M.

## Familija francuskih oklopnih vozila na gusenicama »MARS 15«\*

Za zamenu serije oklopnih vozila AMX 13, francuska firma CREUSOT-LOIRE-INDUSTRIE (CLI) započela je rad na novoj familiji oklopnih vozila na gusenicama MARS 15. Svaka varijanta iz ove familije biće postavljena na istu šasiju standardnog tipa, a samo će se gornji deo vozila (nadgradnja) razlikovati od varijante do varijante. Familija vozila MARS 15 nije namenjena za zamenu proizvodnje vozila AMX 13, prvo, zbog toga što je namenjena specijalno za izvoz i, drugo, što su ih zemlje, kao Belgija, Holandija i Indija, koje su ranije nabavile ukupno preko 1.500 vozila AMX 13, nedavno zamenile američkim ili sovjetskim vozilima. Zbog toga je firma CLI postavila sebi jedan razuman cilj — da izradi 700—800 vozila svih tipova, tj. oko polovine broja AMX 13, isporučenih stranim kupcima.

Svi članovi porodice vozila MARS 15 imaju iste transmisije, oslanjanje, oklopnu platformu, sedišta vozača, pogonsku grupu, sistem hlađenja, menjač i električnu opremu. Da bi zadovoljila potrebe potencijalnih kupaca, firma CLI izradila je verziju lakog tenka sa topom 90 mm u kupoli i verziju borbenog vozila pešadije. Treći član familije vozila MARS 15 biće samohodni top 155 mm. Zavisno od potreba tržišta, firma CLI može da ponudi i druge varijante, kao što su oklopni transporter VTT, protivavionsko oklopno vozilo sa raketama

zemlja-vazduh tipa SANTAL, komandno vozilo i vozilo za izvlačenje neispravnih vozila.

Hodni deo je sastavljen od po pet potpornih udvojenih točkova sa obe strane, lenjivca na zadnjem delu, pogonskog točka na prednjem delu, tri valjka za podržavanje gusenica sa gornje strane i gusenica širine 381 mm sa jednom osovinicom. Uljno-pneumatsko oslanjanje SAMM obezbeđuje ukupni hod točka od preko 360 mm, tj. 245 mm nagore i odskok od 118 mm.

Vozilo ima dizel-motor 6F12 SRY, firme BAUDOUIN, sa maksimalnom snagom od 300 kW ili specifičnom snagom od 16,5 do 20 kW/t, zavisno od varijante vozila. Motor je povezan sa automatskom transmisijom HSWL 106 sa 6 stepeni prenosa napred i tri nazad, sa pretvaračem obrtnog momenta, upravljačkim mehanizmom i kočnicama. Hlađenje motora obezbeđuje hidrostatički sistem hlađenja VALEO, a prenos snage na pogonske točkove obezbeđuje jedna švedska ili jedna britanska firma.

Pri razvoju familije vozila MARS 15 vodilo se računa o problemima održavanja. Sve komponente su grupisane zajedno i imaju sisteme za brzo skidanje. Zamena pogonske grupe traje samo jedan čas. Ispitni terminali se prikopčavaju za elektronski dizagnostički uređaj.

Vozilom se lako upravlja i ima izvanredno ubrzanje, dok uljno-pneumatsko oslanjanje obezbeđuje bolji komfor posade i dobro ponašanje vozila na svim vrstama zemljišta. Maksimalna brzina je 75 km/h, a autonomije vožnje 600—670 km, zavisno od varijante, a u borbi može da ostane do 18 časova. Prosečna brzina je 50 km/h. U vožnji napred može da savlađuje vertikalne prepreke visine 0,8 m, a u vožnji nazad 0,4 m. Može da savlađuje rovove širine 1,8 m i gazo-ve dubine 1 m bez prethodne pripreme. Poluprečnik zaokreta ograničen je na 3 m. Vozilo se može prevoziti vazdušnim putem pomoću aviona C-130 HER-

\* Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 6/1990.

CULES ili TRANSAL C-160, dok za vožnju železnicom nema ograničenja, jer zadovoljava sve NATO standarde.

Posebna pažnja posvećena je obezbeđivanju zaštite članova posade i njihovom opstanku u borbi. Bez obzira na to što je masa u borbenim uslovima manja od 18 t za laki tenk sa topom od 105 mm, oklopna zaštita vozila MARS 15 je

odraz je smanjen smeštajem izduvne cevi motora u toplotno izolirani odsek i provetravanjem samog izduvnika pored hlađenja hladnim vazduhom. Otkrivanje pomoću radara, tj. radarska ekvivalentna površina, smanjena je optimiziranjem oblika vozila.

Izuzev varijante samohodnog topa, sve verzije imaju zadnja vrata koja



Sl. 1 Verzija borbenog vozila pešadije iz familije MARS 15 sa kupolom T25

jednaka zaštiti vozila sa masom od 25 t. Čelični oklop MARS 240, firme CREUSOT MARREL (HB 500), u kombinaciji sa oštrim nagibom prednje ploče, štiti prednji luk vozila pod nagibom od 60° od pancirnih projektila 14,5 mm, ispaljenih sa daljine od 100 m. Borbeno odeljenje vozila, smešteno iza duplog oklopnog zida koji ga deli od motorskog odeljenja, štiti posadu u prednjem sektoru od pancirnih projektila 20 mm ispaljenih sa daljine od 200 m i od zrna 7,62 mm ispaljenih sa bilo koje daljine, čak i vertikalno. Patos vozila je oklopljen čelikom MARS 190 (maksimalno HB 388) za zaštitu od kopnenih mina, a oklop dvostruke tvrdoće se koristi za izduvnik i zadnja vrata.

Dosta je teško otkriti vozilo MARS 15, zbog njegovog veoma niskog optičkog, elektromagnetskog i IC odraza. IC

olakšavaju ulazak i izlazak u slučaju nužde, a i ubrzavaju popunjavanje municijom. Ova vrata u kasnijem periodu mogu se izrađivati od kompozitnih materijala. Ukupna zaštita posade može se poboljšati ugradnjom opcionalne opreme, kao što je skidajući dodatni oklop, sistem za NBH zaštitu i automatski sistem za sprečavanje požara i eksplozije.

Verzija oklopnog vozila pešadije (sl. 1), čiji je prototip već izrađen, ima masu u borbenom stanju od 16,5 t, naoružana je automatskim topom 25 mm i spregnutim mitraljezom 7,62 mm u kupoli CLI T25. Pored vozača i dvojice nišandžija, ovo vozilo prevozi 7 vojnika-pešaka.

Verzija lakog tenka (sl. 2) može se naoružati na dva načina:

— kupolom TS 90 sa topom CS 90 90 mm kao osnovnim oružjem. Ova motorizovana kupola ima brzinu navođenja po pravcu od 24°/s, a po visini 4°/s, kao i dodatni oklop koji obezbeđuje isti stepen zaštite kao i tela vozila.

— kupolom TGG sa topom 105 SI 105 mm sa malim trzanjem, koji može da gađa NATO municijom.

Jedna od prvih posledica popušanja u odnosima Zapad-Istok biće smanjenje snaga NATO i Varšavskog pakta i povlačenje mnogih oklopnih vozila iz naoružanja. Većina od njih biće prodana drugim zemljama. Na primer, SAD nude stotine tenkova M 60 A3 po niženoj ceni. Pored svega, francuska firma CLI ostaje optimista, jer su za mnoge



Sl. 2 Verzija lakog tenka familije vozila MARS 15 sa topom 90 mm u kupoli TS 90

Prva verzija ima vozača i dva vojnika-nišandžije i masu od 16 t u borbenom stanju. Druga verzija ima vozača i tri vojnika-nišandžije, a masa u borbenom stanju je 18 t.

Verzija samohodnog topa imaće oruđe 155 mm 40 kal, koje se već koristi kod samohodnog topa AU F1 155 mm i tegljene verzije TR F1 155 mm.

Iako je konstrukcija familije vozila MARS 15 jedinstvena, ipak ostaje da se vidi da li će uživati iste povoljne tržišne uslove kao i AMX 13. Kada se AMX 13 prvi put pojavio, oklopna vozila na točkovima nisu predstavljala istinsku opasnost, jer su se, uglavnom, koristila kao oklopni transporteri. Danas konkurencija ima dva oblika: preskupa teška vozila i vozila na točkovima.

zemlje srednji i teški tenkovi skupi za kupovinu, obuka posada nije laka i u nekim slučajevima njihova masa predstavlja probleme pokretljivosti, na primer, sa aspekta nosivosti mostova.

Stvarna opasnost za vozila na gusenicama dolazi od vozila na točkovima, čije performanse su tokom godina toliko povećane, da se sada mogu takmičiti sa vozilima na gusenicama i u taktičkom i u strategijskom pogledu, do mase u borbenom stanju od 30 t. Štaviše, vozilo na točkovima je još uvek jeftinije od vozila na gusenicama.

Konstruisana od samog početka za izvoz, familija vozila MARS 15 može da posluže kao reklama firmi CLI i njenim partnerima, kada se raspišu konkursi za buduće francuske (čak i evropske) programe modularnog oklopnog vozila.

	Oklopni transporter VTT	Borbena vozila pešadije T25	Tenk C90	Tenk C105
Posada [ljudi]	1+12	1+9	1+2	1+3
Masa u borbenom stanju [t]	15,3	16,5	16	18
Ukupna dužina sa topom [m]	5,99	5,99	6,83	7,75
Ukupna dužina bez topa [m]	5,99	5,99	5,60	5,95
Ukupna širina [m]	2,98	2,98	2,98	2,98
Ukupna visina [m]	1,93	2,64	2,60	2,75
Klirens [m]	0,425			
Snaga motora [kW]	294,4	294,4	294,4	294,4
Maksimalna brzina na putu [km/h]	75	75	75	75
Savlađivanje vert. zida [m]	0,8	0,8	0,8	0,8
Savlađivanje rova [m]	1,8	1,8	1,8	1,8
Savlađivanje uspona [%]	60	60	60	60
Savlađivanje bočnog nagiba [%]	30	30	30	30
Savlađivanje gaza [m]	1	1	1	1
Pritisak na tlo [bar]	0,61	0,66	0,67	0,68
Kapacitet rezervoara goriva [l]		534	576	
Maks. autonomija vožnje putem [km]	600	600	670	600
Trajanje borb. dejstava [h]	18	18	18	18

P. M.

## Ispitno vozilo sa električnim pogonom (EVTB)\*

### Uvod

Značajan napredak u oblasti oklopnih vozila zahteva ponovno oživljavanje interesovanja za električne transmisije. Na čelu ovog interesovanja je američka firma GENERAL DYNAMICS sa svojim odeljkom za kopnene sisteme (LAND SYSTEMS DIVIZION), koji je otpočeo rad na električnim transmisijama za oklopna vozila 1979. Od tada je projektovano nekoliko različitih tipova oklopnih vozila sa električnim transmisijama. Godine 1981. firma je odlučila da uz sopstveno finansiranje

izradi ispitno vozilo sa električnim pogonom EVBT (Elektric Vehicle Test Bed), radi demonstriranja njegovih potencijala.

Eksperimentalno vozilo EVTB već je ispitano 1986, ali je tek nedavno obelodanjeno. Vozilo je vredno pažnje, jer predstavlja važan kamen međaš u oblasti razvoja oklopnih vozila sa električnim transmisijama i za sada je jedino vozilo koje je specijalno izrađeno da koristi unapređenu tehnologiju električnog pogona.

### Poboljšane karakteristike

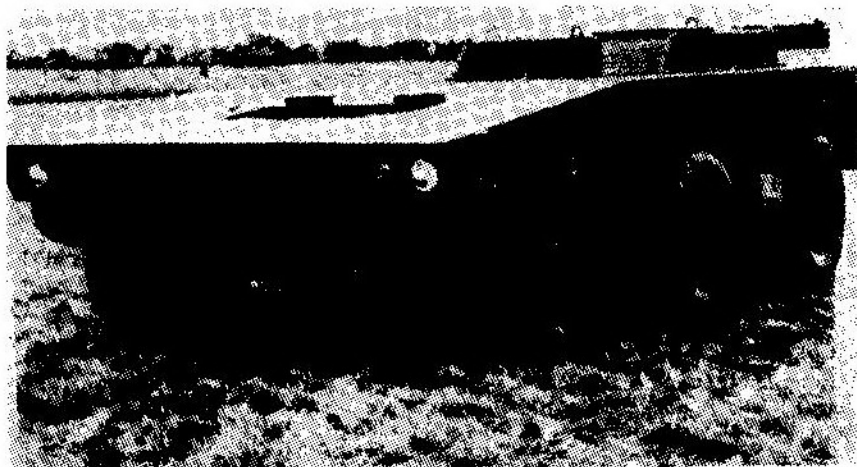
Na projektovanje i izradu eksperimentalnog vozila EVTB veliki uticaj imalo je ubeđenje da električne transmisije nude nekoliko preimućstava u

\* Prema podacima iz časopisa »International defense reviews«, 10/1990.

odnosu na mehaničke ili hidrokinetičke, koje se već koriste u konstrukciji oklopnih vozila. Dalje ohrabrenje za razvoj električnih transmisija za oklopna vozila dolazilo je otuda što je oklopnim vozilima bila potrebna veća električna energija, posebno sa aspekta buduće upotrebe elektromagnetnih i elektrotermalnih topova.

Takve perspektive vodile su ka koncepciji »potpuno električnog« tenka, kod kojeg bi integrisani sistem za električno napajanje obezbeđivao energiju, kako za lansiranje projektila, tako i za pogon i druge funkcije vozila, uključujući čak i elektromagnetsku zaštitu od nekih vrsta napada.

Projekat vozila EVTB zasnovan je na predlogu iste firme za mobilni oklopljeni sistem oružja MPWS (Mobile Protected Weapon System) za američku mornaričku pešadiju, ali EVTB je bilo vozilo bez naoružanja, bez kupole i sa šest točkova sa masom od 13.600 kg, a upravljanje smerom kretanja bilo je kao i kod vozila na gusenicama, tj. kličice upravljanje (sl. 1).



Sl. 1 Eksperimentalno vozilo sa električnom transmisijom EVTB

Vozilo je imalo ugrađenu gasnu turbinu GT 601, snage 471 kW, koja je pokretala trofazni alternator, čiji se izlaz pretvara od naizmjenične (AC) u is-

tosmernu (DC) struju u ispravljaču, a zatim ponovo iz DC u AC u izmenjivaču i šalje u šest sinhronih motora koji pokreću točkove (sl. 2).

Navedeni motori su novog tipa sa stalnim magnetima od retke zemlje-kobalta-samarijuma. Svaki motor ima snagu od 60,3 kW, dok je maksimalna snaga 92 kW. Motori imaju uljno hlađenje, a za povećanje opsega prenosa vezani su na dvostepene epiciklične menjače. Ceo sklop motora, menjača i uljne pumpe smešten je u glavčini točka koji pokreće.

### Preimućstva

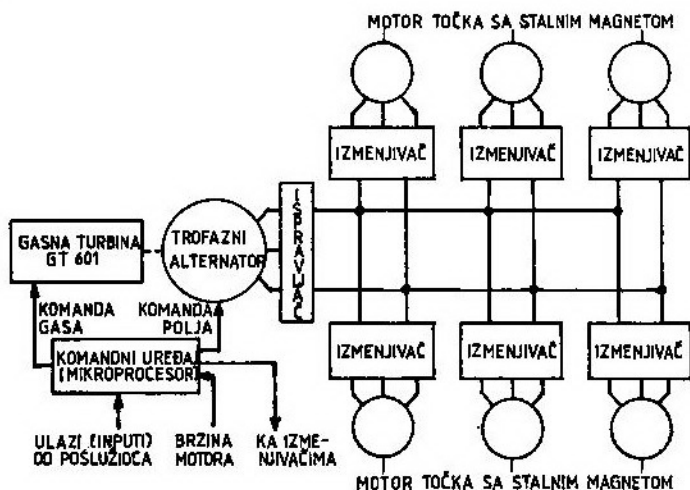
Brzinama obrtanja gasne turbine i točkova upravlja elektronski uređaj. Kako je gasna turbina mehanički razdvojena od pogona točkova, navedeni elektronski uređaj omogućuje da gasna turbina radi optimalnom efikasnošću. Takva kombinacija gasne turbine sa električnom transmisijom bila je preporučivana, sa prekidima, već duži niz godina kao način za prevazilaženje velike

potrošnje goriva gasne turbine na delimičnom opterećenju. Vozilo EVTB predstavlja prvi pokušaj da se ovakav sistem koristi za borbeno vozilo.

Potencijalne koristi korišćenja električnih transmisija i elektronskih komandi nisu samo svojstvene vozilima sa gas-turbinom, već i vozilima sa dizel-motorom. Studije su pokazale da bi takva vozila omogućila smanjivanje dimenzija dizel-motora za oko 30% bez

aspekta zapremine i mase, a očekuje se da bi to mogle da budu i sa aspekta cene.

Iz drugih aspekata električna transmisija već ima nekoliko preimущества, a najvažnije su mehaničko razdvajanje elemenata koji generišu električnu



Sl. 2 Blok-šema električnog pogona vozila EVTB

gubitaka performansi. Pored toga, električne transmisije mogu da povećaju manevarske sposobnosti vozila, posebno njihova ubrzanja, zbog kontinualnosti pogona koje oni obezbeđuju i zbog inercije njihovih motora, koja može da bude manja nego kod konvencionalnih mehaničkih transmisija.

Sistem AC/DC/AC tipa, koji je prihvaćen za vozilo EVTB, sada se, uglavnom, smatra superiornijim od ranijih električnih transmisija AC/DC, ali su njihovi uređaji za pretvaranje električne energije glomazni. Međutim, u vozilu EVTB njihova zapremina je smanjena na prihvatljivi nivo i stalni razvoj poluprovodničke tehnologije mogao bi da dovede do daljeg smanjivanja zapremine.

Zbog toga se danas smatra da električne transmisije mogu da konkurišu hidrokiničkim transmisijama, sa

energiju od pogonskih elemenata i velika sloboda njihovog smeštaja koja iz toga proizilazi. To se rezultuje u velikoj fleksibilnosti konstrukcije vozila i velikim mogućnostima za njihovu optimizaciju. U konstrukciji vozila EVTB u potpunosti je iskorišćena sloboda smeštaja pogonskih komponenata, tako što su sklopovi motora smešteni u glavčine točkova i ni na koji način ne ulaze u telo vozila. Zapremina tela vozila još dalje je optimizirana postavljanjem točkova na podužne vođice i korišćenjem klizećeg upravljanja smerom vožnje (kao kod vozila na gusenicama), umesto upravljanja na uobičajeni način, okretanjem u odgovarajuću stranu dva ili četiri prednja točka.

Točkovi imaju gume 18—19,5, firme GODYEAR, širokog prečnika, pa je nominalni pritisak na tlo ovog vozila 90 kN/m<sup>2</sup>, što je nizak za vozilo na točkovima i ne veći od pritiska na tlo

najtežih savremenih tenkova. Srednji maksimalni pritisak vozila EVTB je, takođe, nizak (322 kN/m<sup>2</sup>) i predstavlja jedan od najnižih pritisaka za oklopna vozila na točkovima.

### Uticaj na razvoj budućih oklopnih vozila na točkovima

Nekoliko konstruktivnih karakteristika doprinose važnosti vozila EVTB, ne samo sa aspekta električne transmisije, već i sa aspekta opšteg razvoja oklopnih vozila na točkovima.

Potrebna za takvim vozilima verovatno je u porastu u novoj političko-stratezijskoj klimi, u kojoj se prednost daje lakim oklopnim snagama više nego do sada. Ipak, da bi se konstruisalo jedno oklopno vozilo na više točkova sa većom efikasnošću, konstrukcija takvog vozila zahteva poboljšanja, naročito pogonski elementi treba da budu pojednostavljeni.

Tako jedno od najatraktivnijih vozila na više točkova (italijanski lovac tenkova CENTAURO sa formulom točkova 8×8) ima transmissioni lanac sa mnogo vratila, zupčanika i spojnice (kuplunga), dok njegov ekvivalent EVTB ima samo električne kablove. To, očevidno, predstavlja rešenje za kompleksnost transmissionog lanca kod vozila na više točkova. Na taj način vozilo EVTB ima najjednostavniji mogući pogon na više točkova, a i najprostraniju unutrašnjost tela vozila na više točkova, u odnosu na njegove celokupne dimenzije.

Međutim, neka od prikazanih preimućstava vozila EVTB postignuta su na račun velikih troškova za probno vozilo i sva tehnička rešenja se neće usvojiti kod drugih oklopnih vozila na više točkova. Na primer, smeštaj električnih motora u glavčinama točkova pojednostavljuje pogon, ali prouzrokuje nepoželjno povećanje neovešene mase vozila i mnogo teže je zaštititi motore od prljanja i oštećenja. Možda bi zbog toga bilo mnogo efikasnije postaviti mo-

tore u telo vozila, uprkos smanjivanju prostora u telu vozila, a točkovi bi se pokretali preko zupčastog prenosa koji bi bio smešten u podužim vodičama (na čijim krajevima s u pričvršćeni točkovi), kako je to urađeno kod većine oklopnih vozila na točkovima, firme PANTHARD (AMX 10 RC), i južnoafričkom ROOIKAT. Na sličan način, usvajanje klizećeg upravljanja (skid-steering), optimiziralo je širinu tela vozila EVTB i omogućilo zaokret oko svoje ose, što vozilima na točkovima nije moguće, a to je viliki nedostatak, naročito za borbeno dejstva na ograničenom prostoru, na primer — gradskim ulicama.

Ali, usvajanje klizećeg upravljanja smanjilo je sposobnost vozila EVTB za manevrisanje na mekom i teškom zemljištu, jer klizeće upravljanje traži razliku u vučnim snagama leve i desne grupe točkova. Ali, na mekom zemljištu pomenuta razlika se može postići samo smanjivanjem ukupne vučne snage, koja posle toga može da bude nedovoljna za pokretanje točkova. Tako klizeće upravljanje na mekom i slabom zemljištu često vodi do potpune nepokretnosti vozila. Još više od toga, vozila sa klizećim upravljanjem su nestabilnija pri velikim brzinama na putu.

Klizeće upravljanje praktično je primenjeno sa vidljivim uspehom kod francuskog vozila AMX 10RC na šest točkova, u lakim oklopnim snagama KoV. Kod Akermanovog upravljanja sa usmeravanjem prednjih točkova smanjena je širina prednjeg dela tela vozila. Međutim, čak kad se normalno upravlja usmeravanjem prednjih točkova, vozilo na više točkova sa električnim pogonom može se upravljati klizećim upravljanjem i može se zaokretati, po potreba, oko svoje vertikalne ose.

U svakom slučaju, bez obzira na detalje konstrukcije šasije, vozilo EVTB predstavlja vrlo značajan napredak u primeni električnih transmisija u oklopnim vozilima, a firma GENERAL DYNAMICS stoji čvrsto na čelu razvoja.

## Tehničke karakteristike vozila EVTB

Posada [ljudi]	2
Masa u ukretnom stanju [kg]	13.600
Dužina [m]	5,59
Širina [m]	2,90
Visina [m]	1,78
Klirens [m]	0,51
Raspon točkova [m]	2,43
Razmak između osovina [m]	1,69—1,83
Dimenzije guma	18—19,5
Maksimalna brzina [km/h]	88
Ubrzanje od 0 do 32 km/h [s]	3
Nominalni pritisak na tlo [kN/m <sup>2</sup> ]	90
Specifična snaga [kW/t]	34,6

P. M.

## Simulatori za obuku u gađanju iz tenkovskog topa u KoV francuske\*)

U KoV Francuske koristi se nekoliko simulatora za obuku tenkovskih posada u gađanju iz tenkovskog topa, a u toku je proces odabiranja snabdevača za sledeću generaciju integriranih sistema za obuku posada novog borbenog tenka LECLERC.

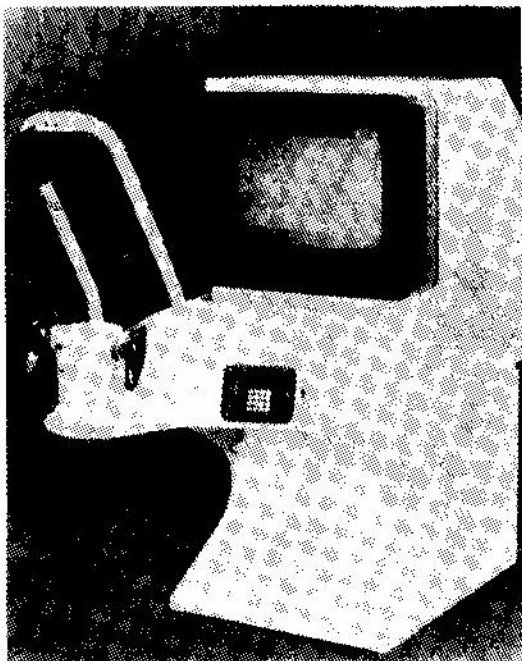
Postojeći sistemi za obuku posada tenkova za gađanje iz tenkovskih topova su:

### EVIC

Za obuku u nišanjenju za sistem za upravljanje vatrom COTAC u tenkovima AMX 30 nabavljeno je 90 simula-

\* Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 10/1990.

tora EVIC (sl. 1). Norma u KoV Francuske je po jedan simulator na tenkovsku četvu. Odlikuje se jednostavnošću, a obuhvata komande topa slične komandama u tenku, TV ekran u boji, koji prikazuje pokretni cilj naspram stilizovane pozadine i mrežicu nišana. Nameđen je da pomogne nišandžiji u uvežbavanju izviđanja cilja i u radu ruku za brzo i precizno praćenje cilja.



Sl. 1 Osnovno trenadžno sredstvo EVIC za sistem za upravljanje vatrom COTAC

### DX 150

Za obuku u gađanju iz tenkovskog naoružanja nabavljeno je, za potrebe KoV Francuske, 82 simulatora DX 150. Svaki tenkovski ili mehanizovani puk, zavisno od okolnosti, ima dva ili tri ova simulatora, ugrađena neposredno na samom tenku, koji omogućuju taktičku obuku u realnom vremenu (sl. 2). Njihovo korišćenje nije vezano za neki poseban tip cilja, jer sam sistem generiše sintetičku sliku cilja koja se zatim projektuje na stvarnu pozadinu.





Sl. 2 Trenažer DX 150 za obuku u gađanju iz tenkovskog topa

## DX 175

Do leta 1991. treba da bude isporučen poslednji od 364 simulatora DX 175, koji pomoću lasera simuliraju efekat taktičkog oružja. Dve trećine ovih simulatora biće u tenkovskim pukovima (10—12 po puku) i mehanizovanim pukovima (6 po puku), a ostatak će se razdeliti između pukova naoružanih vozilima AMX 10RC i SAGAIE. Svaki simulator sastoji se od optičkog modula sa laserskim projektorom i dva elektro-optička detektora i balistički računar. Simulator DX 175 postavlja se neposredno na oklopno vozilo i omogućuje ocenjivanje efekata neposrednog gađanja pri borbenoj obuci na poligonu između različitih sistema oružja.

## Simulator gađanja tenkovskog voda

Ovaj sistem se koristi za obuku komandira vodova, nišandžija i komandira tenkova AMX30 i za obuku posada u tehnici upravljanja gađanjem. Ovaj simulator ima četiri radna mesta, koja su tačna reprodukcija unutrašnjosti kupole, u kojima posada osmatra zajednički tučeni odsek zemljišta površine

9 km<sup>2</sup> sa 9 ciljeva koji se odvojeno kreću; četiri mesta za instruktore sa brojnim sredstvima za obuku koja im omogućuju da kontrolišu taktičku situaciju, zaustave ili promene ciljeve, »zamrznu« jedan cilj na mestu i da pokažu rezultate gađanja; jedan računar za generisanje slike,

## Sledeća generacija

Izuzev simulatora DX 150, za koji vlada opšte mišljenje da nije rentabilan, jer zahteva upotrebu i tenka čak i za osnovnu obuku, sve ostale će naslediti simulatori druge generacije koji sačinjavaju deo celokupnog paketa sistema oružja AMX LECLERC. Ovde spadaju trenažeri za kupolu (ETT), vozača (SP), posadu (SEE) i borbu (STC).

## Trenažer posade kupole ETT

Trenažer posade kupole ETT (Entraîneur aux Techniques de Tourelle) namenjen je za osnovnu i produženu obuku nišandžije i komandira tenka u postupcima za upravljanje vatrom, bilo pojedinačno, bilo zajedno. Ovaj program je sada u podmakloj fazi razvoja. Krajem maja dve francuske firme počele su rad na izradi funkcionalnog modela, koji bi trebalo da bude isporučen krajem 1991. Prvi prototip, koji se sastoji od smeštaja za četiri slušaoca i jednog instruktora, biće isporučen do početka drugog kvartala 1992. Prvi serijski trenažer neće ući u upotrebu pre kraja 1993. Cena razvoja, uključujući prototipove, iznosi oko 35 miliona FFf, a tome treba dodati 70—80 miliona FFf kao ukupnu cenu za 84 ETT prema sadašnjem programu.

Sa jedne table instruktora može se kontrolisati do šest modela kupole (četiri koji predstavljaju tenkovski vod, jedan za komandira čete, a poslednji predstavlja komandanta puka ili služi kao rezerva). Pored škola za obuku planirano je da svaki tenkovski puk ima šest ETT modula za obuku.

Modul predstavlja otvorenu kupolu sa osnovnim mehanizmima tenka LECLERC za osmatranje, nišanje i gađanje. Zbog finansijskih razloga biće uključeni samo nišani sa svojim dnevnim kanalom, kanalom sa pojačivačem slike ili termovizijskim kanalom, zajedno sa čeonim blokovima za osmatranje kod komandira i nišandžije i prvi blok za osmatranje sa leve strane komandira, koji omogućuje dovoljno realno nišanje topom u luku od 180°. Simulator ETT takođe reprodukuje zvučnu atmosferu u tenku: motor kupole, zatvarač, gađanje, izbacivanje čahure, spoljašnje eksplozije i zvučne alarme koji se daju glasom. U druge specijalne planirane efekte spadaju zamračenja nišana dimom pri opaljenju metka, obeležavanje putanje projektila pomoću svetleće tačke, udar u cilj ili dejstvovanje cilja u slučaju da bude promašen (maskiranje, pravljenje dimne zavese, itd.).

Svaki slušalac na obuci ima sopstveni vizuelni podsistem, koji generiše sintetičke slike ciljeva, maskiranje (drveće, zgrade) i zemljišta. Zemljište će imati dubinu od 3.500 m i širinu od 800 m, a na tom zemljištu će se moći ubaciti do 5 nezavisnih pokretnih ili nepokretnih ciljeva dva tipa: jedan pokazuje tenk T-72 za gađanje projektilima koji dejstvuju kinetičkom energijom, a drugi — BMP-2 za dejstvo drugim vrstama municije.

Svi postupci za osmatranje i gađanje obavljace se sa mesta. Moć razlaganja slike zemljišta biće 640×512 linija. Za generisanje slike nije odabrano skuplje rešenje, već vizuelna regeneracija digitalno snimljenog zemljišta i ciljeva na diskovima.

### **Simulator za obuku posade SEE**

Simulator za obuku posade SEE (Simulateur d'Entrainement d'Equipage) namenjen je za obuku cele posade u dva režima: integracija umešnosti pojedinaca i obuka za usavršavanje i si-

muliranje borbenih zadataka. Uslovima je zahtevano da ovaj sistem mora da ima kupolu i pojednostavljeno mesto vozača, koji mogu da budu odvojeni u dva posebna modula, ali između njih mora da bude obezbeđena realna delatnost što je više moguće.

U tehničke uslove spada i zahtev da vozač može da se snađe kod svih vrsta sudara, uključujući one zbog bočnog kretanja tenkovskog topa. Ovaj simulator mora da reprodukuje efekte celokupne tenkovske optike sa jednim izuzetkom — osmatrački blokovi komandira vozila se ne aktiviraju jednovremeno, već samo kao funkcija određenog sektora osmatranja. Razlog za ovo je ušteda na ceni i radu računara.

Dok ne postoji neki apsolutni razlog da svaki član posade ima neposredno osmatranje, koje se koordinira sa drugim članovima, biće potrebno postići maksimalni realizam ne samo u dinamici sistema (kretanja, zvuci), već takođe i u optičkim i ergonomskim aspektima opreme, što implicira usvajanje trokanalne konstrukcije generisanja sintetičke slike.

U prvoj instanci simulator SEE će funkcionisati u režimu pojedinačnog tenka. U kasnijoj fazi planirano je spajanje simulatora radi formiranja patrola po dva tenka ili vodova od četiri tenka. Konačna verzija, koja možda neće nikad biti izrađena u Francuskoj, simulirala bi celu tenkovsku četu.

U poslednje opcije spada generisanje do 12 pojedinačnih neprijateljevih ciljeva. To se može ostvariti bilo kroz prethodno programiranje, ili može da bude interaktivno, u optimalnom slučaju korišćenjem veštačke inteligencije, da bi se dejstvovalo i ofanzivno i defanzivno.

Predlog za razvoj simulatora SEE podnet je krajem septembra ove godine, a prvi prototip će se pojaviti tek 1994, tako da bi prvi simulator mogao ući u upotrebu u drugom kvartalu 1995. To je do sada najambiciozniji francuski

projekat ovog tipa i to će biti prvi put da je učinjen pokušaj da se jednovremeno uvežbava kompletna tenkovska posada na takav način. Planirano je da pojedinačna cena za svaki od 15 ili 16 simulatora SEE bude oko 40 miliona FFr.

### Simulator borbenog gađanja STC

Simulator borbenog gađanja STC (Simulateur de Tir de Combat) jeste laserski simulator taktičkih dejstava i predstavlja dalji razvoj simulatora DX 175, sa izuzetkom da će u mirno vreme svaki tenk LECLERC imati ovu opremu integrisanu u tenkovski sistem oružja. Ugrađeni računar u tenku obezbeđivaće sistem oružja. Simbole za borbenu simulaciju i rezultate simuliranja gađanja obezbeđivaće računar simulatora, koji će biti povezan sa displejima članova posade preko tenkovske magistrale podataka DIGITBUS. Tehnički zahtev je da nijedan deo simulatora ne ulazi u prostor kupole ili mesto vozača.

Ovaj sistem će simulirati napade u pokretu i biće kompatibilan sa trenerom DX 175. Predaja i prijem vršiće se pomoću lasera bezbednog za ljudsko oko, koji će moći simulirati gađanje do daljine od 3.000 do 3.500 m, sa mogućnošću uveličavanja. Sistem će imati tri radiofara, dva na prednjem delu tenka i jedan na zadnjem. Sistem, takođe, mora voditi računa o efektu pogađanja neoklopljenih delova, kao što su gusenice i optička sredstva, što može ozbiljno da utiče na sposobnost tenka da vodi borbu i opstane na bojištu.

Prototipovi će biti isporučeni 1993, a prvi serijski simulatori ući će u upotrebu 1995.

Sada je planirano da će KoV Francuske naručiti 300—350 simulatora STC. Zbog izostavljanja režima simuliranja efekata oružja, pojedinačna cena bila bi daleko ispod 1 miliona FFr, koliko košta DX 175. U dugoročnom pogledu

francuska vlada predviđa opremanje simulatorima STC i drugih rodova, zajedno sa uspostavljanjem jedne škole svih rodova za borbenu simulaciju.

P. M.

### Obuka u gađanju iz tenkovskog topa u Nemačkoj\*

#### Uvod

Ključne elemente obuke u gađanju iz tenkovskog topa u Nemačkoj preuzele su i druge zemlje. Sadašnji cilj obuke u KoV Nemačke jeste da se posade tenkova LEOPARD 1A5 i LEOPARD 2 tako obuče da mogu da pobeđe brojčano jačeg neprijatelja u uslovima bojišta koji se brzo menjaju. I pri školskim i pri bojnim gađanjima ciljevi moraju da budu pogođeni u vremenu od 15 s posle njihovog pojavljivanja. Po pravilu, sve mete koje se iznenada pojavljuju 50% su slične realnim ciljevima (tenkovima) po prednjem delu i kupoli i borbenim vozilima pešadije, a tamno premazani ciljevi-mete otežavaju hvatanje i izviđanje ciljeva za gađanje. Za prolaznu ocenu iz gađanja posade moraju da pogode najmanje 70% ciljeva u toku određenog vremena.

U KoV Nemačke postižu se visoki standardi obuke uprkos, kao što je slučaj i u kopnenim snagama mnogih drugih zemalja, različitim ograničenjima i preprekama.

Ta ograničenja i prepreke su:  
*sa aspekta poligona*

— nedovoljan broj odgovarajućih poligona;

— netipično zemljište poligona (suviše otvoreno, iz bezbednosnih razloga);

— nedovoljna širina (zbog čega se javlja »efekat tunela«);

\* Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 10/1990.

— ograničenja sa aspekta okoline (pored puteva i pruga);

— nedostatak pokretnih ciljeva;

— nema mogućnosti za bočnu vatru;

— nema pokazivanja pogodaka (ciljevi od jute ili iverice);

— monotonija pri opažanju ciljeva (nema promene perspektive);

#### *vremenska ograničenja*

— velika frekvencija korišćenja poligona (mali broj kvalitetnih poligona);

— gubici u vremenu zbog vremenskih uslova (na primer, gađanje pri velikoj vrućini);

— česta popravka meta (specijalno na uzanim poligonima);

— smanjivanje obaveza ljudstva u održavanju i obuci;

#### *finansijska ograničenja*

— veliki troškovi rada velikih sistema oružja;

— stalna povećanja cene municije (smanjivanje postojećih količina municije);

— kraća vremena gađanja usled povećanih troškova zbog ljudstva na poligonima;

— sveobuhvatno smanjivanje budžeta.

Ova ograničenja će se pogoršavati, pa treba tražiti dugoročna rešenja. Savremena tehnologija obuke nudi i nove metode, kako za samu obuku u gađanju iz tenkovskog topa, tako i za integrisanje ove obuke sa taktičkom borbenom obukom.

### **Novi sistemi za obuku**

Prema sadašnjem konceptu obuke oklopnih (tenkovskih) snaga, planirano je da se nabavi sledeća oprema:

— simulator dvoboja AGDUS;

— simulator gađanja ASPT;

— simulator borbenih dejstava AGPT;

— potkalibarski umetak u cev EST.

Pored toga, postoje vodni borbeni simulator za tenk LEOPARD 2 i TV sistem za ocenjivanje, koji se nalazi u aktivnoj službi za obuku komandira tenkova.

Ovde će biti opisani i analizirani oni sistemi sa aspekta njihove upotrebe i efikasnosti u procesu obuke.

### *Simulator dvoboja AGDUS*

Po švedskoj licenci ovaj sistem je izradila firma AEG i ugrađen je u tenk. AGDUS (Ausbildung Gerät DUelSimulator) simulira dnevne i noćne napade na pripremljene ciljeve (mete koje se iznenada pojavljuju ili vozila-mete, uključujući i situacije tenkovskog dvoboja. Za vreme obuke, posluga tenka, izuzev punioca, koristi svoje standardne komande, a postupci rukovanja i dejstvovanja su neizmenjeni. Jedan laser, bezbedan za ljudsko oko, meri daljine do cilja i simulira bojno gađanje, a pogoci i promašaji se pokazuju skoro sasvim realno.

Novi sistem iskakajućih meta i simulator AGDUS omogućuju obučavanima, posebno nišandžijama, da uvežbavaju sve etape bojnog gađanja (na primer, osmatranje bojišta, izviđanje ciljeva za gađanje, merenje daljine laserom, gađanje i ocenjivanje pogotka) u vrlo realnim uslovima. Sposobnosti obučavanih mogu se oceniti pomoću odštampanih podataka (daljina do cilja, vreme gađanja, daljina promašaja).

Iskustva pokazuju da su, kada se simulator AGDUS koristi za pripremu obuke, posade više zainteresovane i motivisane za izvršenje različitih zadataka obuke. Kako instruktor može da otkrije greške u ranoj fazi i da ih ispravi kroz dodatnu obuku, sposobnosti obučavanih su veoma poboljšane. Pored kraćeg vremena za reagovanje, potrošnja municije je smanjena zahvaljujući

visokom stepenu pogađanja prvom granatom. Pomoću simulatora AGDUS principijelno je moguće smanjiti količinu municije za vežbovna gađanja sa 30%, pod uslovom da je obuka modifikovana, na primer, smanjen broj meta, i mnogo realnija.

U okviru normiranog utroška municije, veći broj metaka može se izdvojiti za bojna gađanja i za poboljšanje standarda obuke, na primer, za dopunsku obuku na nivou voda i čete, i za sprovođenje napada u teškim vremenskim uslovima nedovoljne vidljivosti ili za korišćenje sekundarnih sistema.

### *Simulator gađanja ASPT*

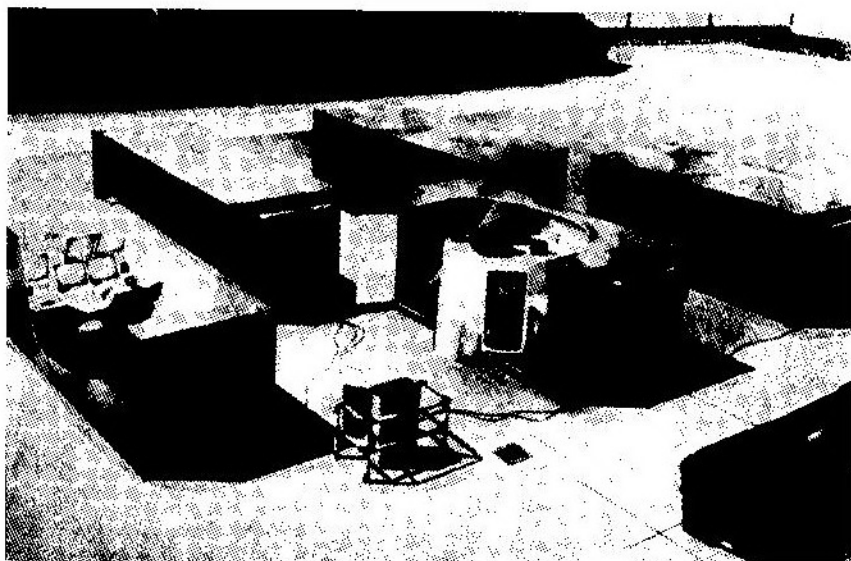
Simulator gađanja ASPT (Ausbildungsanlage Schies Simulator Panzer Truppe) jeste prenosna kontejnerizovana imitacija borbenog odeljenja tenka u kojoj se nalaze oni operativni elementi koje na svojim borbenim mestima koriste komandir i nišandžija, a koji su potrebni za obuku u gađanju. Osmatrački sistemi ovog trenažera su visokog kvaliteta i omogućuju da se nišandžija obučava inividualno (ili zajedno sa

komandirovom tenka) na svim operativnim nivoima tenka, sve do pune stabilizacije u simuliranom gađanju u svim uslovima vidljivosti, u pokretu i sa realnim simuliranjem gađanja i buke. Instruktor može da kontroliše obučavanog u svim njegovim aktivnostima i može da reaguje trenutno u slučaju greške.

Simulator AŠPT može da optimizira pripremu komandira i nišandžija za bojno gađanje, ali nije zamena za to gađanje. On je sredstvo za poboljšanje performansi tenkovskih posada u školskom gađanju i za održavanje nivoa obuke potpuno obučanih nišandžija kroz jeftino uvežbavanje.

### *Borbeni simulator AGPT*

AGPT (Ausbildungsgerät Gefechtsimulator Panzer Truppe) (sl. 1) jeste kontejnerizovani sistem, koji omogućuje delu posade tenka u kupoli, na nivou tenkovskog voda, da se obučava u svim vrstama borbe združenih snaga u svim vremenskim uslovima i pri svakoj vidljivosti. Vizuelna predstava cilja je poluautomatska ili pod upravom instruktora koji, takođe, vodi računa o svim



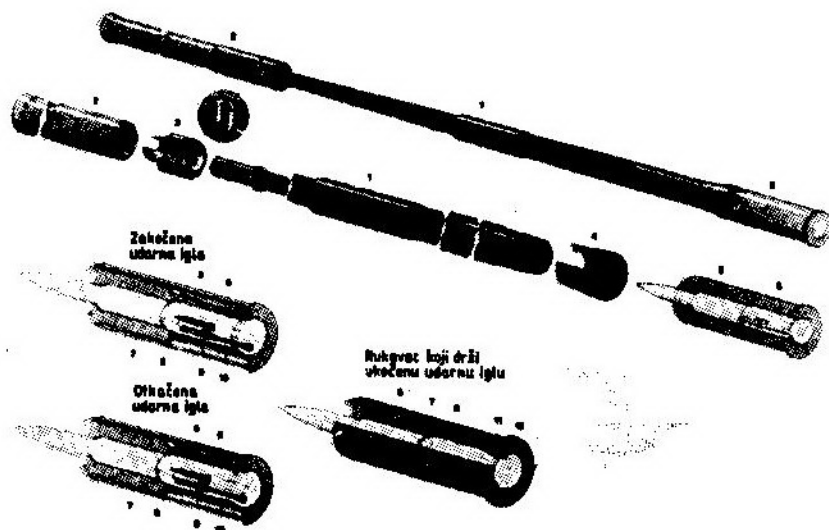
*Sl. 1 Borbeni simulator tenkovskog voda AGPT modularnog tipa sa četiri odeljka za obuku i jednim za instruktora (levo)*

radnim parmetrima, kao što su parametri motora, snabdevanje gorivom i municijom. Tako stvoreni borbeni scenario koji generiše simulator, kombinuje se bukom i efektima napada neprijatelja i daje realnu predstavu borbenih dejstava. U scenario su uključeni balistički efekti i otkazi komponenata, tako da posada ima vrlo realan osećaj opasnosti i komplikacija u borbi.

Povezivanjem jednog ili više simulatora AGPT, posade kupola mogu međusobno da vode dvoboj. AGPT se može koristiti i za obuku u napadu na cilj i u upravljanju vatrom na nivou tenkov-

### Potkalibarski umetak u cev topa ESR

Pomoću potkalibarskog umetka ESR (EinSteckRohr) kalibra 35 mm, koji se umeće u cev tenkovskog topa (sl. 2), znatno se mogu smanjiti troškovi za vežbovnu municiju. Međutim, uvek je potrebna izvesna količina punokalibarske municije, jer su njene vatrene karakteristike (kao što su udarni talas, trzanje i dim) veće i članovi posade treba da se naviknu na njih. Za borbenu obuku od ispaljene municije na potkalibarsku otpada 40—60%.



Sl. 2 Umetak 35 mm ESR u cev tenkovskog topa 105 i 120 mm. Metak je obložen maketom originalnog metka radi postizanja autentičnog postupka punjenja. Umesto udarne igle na slici izvršena je modifikacija sa elektronskim opaljenjem. Na normalnim borbenim daljinama metak 35 mm ima iste balističke karakteristike kao i pravi metak:

- 1 — cev; 2 — zašćitna cev; 3 — prednji stezać cevi; 4 — zadnji stezać cevi;
- 5 — adapterski metak; 6 — rukavac držaća udarne igle; 7 — komora metka;
- 8 — udarna igla; 9 — vođica; 10 — udarać; 11 — klizać; 12 — spoj

skog voda. Pomoću ovog simulatora može se ne samo izvoditi početna obuka u bojnem gađanju, već i produžena obuka za obučene tenkovske vodove. Sa svojim ranije navedenim mogućnostima da se u scenario uvedu nepovoljni uslovi pri bojnim gađanjima, AGPT doprinosi znatnom napretku u obuci u gađanju iz tenkovskog topa.

### TV sistem FESAP za ocenjivanje

Vrednost sistema FESAP (Ausbildungsanlagen Fernsehauswertung) jeste, kao i simulatora ASPT, da instruktoru omogućuje kontrolu u realnom vremenu. Slike od kamere, pričvršćene na nišan nišandžije ili komandira tenka, prenesene su radio-putem do instruk-

torove table radi ocenjivanja. Elementi za gađanje projektuju se na monitoru (lasersko merenje daljine do cilja, vrsta municije, gotovost za gađanje). Holandske oklopne snage su uspešno koristile ovaj sistem za obuku posada i komandira.

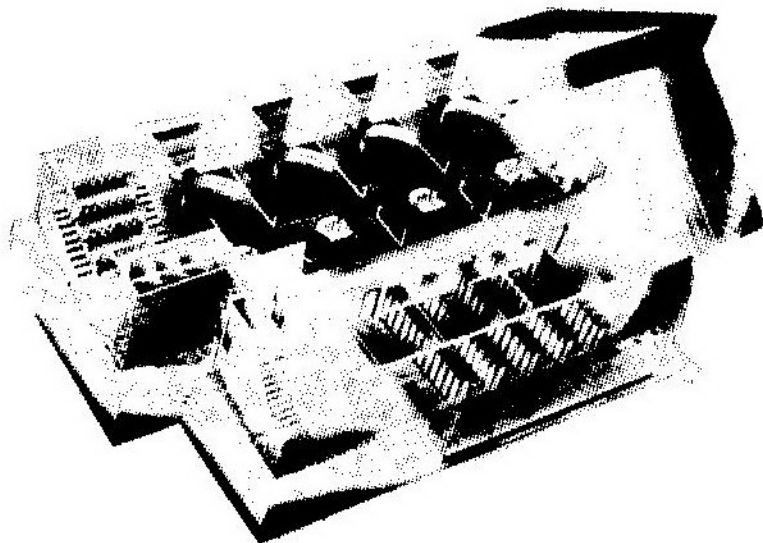
### *Vodni borbeni simulator ASPA*

Mada modularan slično kao i ASPT i AGPT, simulator gađanja ASPA (Ausbildungsanlage Schiessimulator) smešten je u zgradu (sl. 3). Prvobitni planovi da se postavi ukupno 11 simulatora

prijatelja do nivoa voda. Obuka komandira vodova u upravljanju vatrom jeste jedna od glavnih funkcija. Usko korišćenje ovog sistema za obuku u gađanju ima smisla samo u okviru jedne centralizovane organizacije za obuku, kao što je ELSALEO, prethodnik ASPA u OS Švajcarske.

### **Zaključak**

Kao i u oklopnim snagama drugih zemalja, i KoV Nemačke sve više zasniva svoju obuku na tehnici simulira-



*Sl. 3 Simulator za celu poslugu tenkovskog voda ASPA*

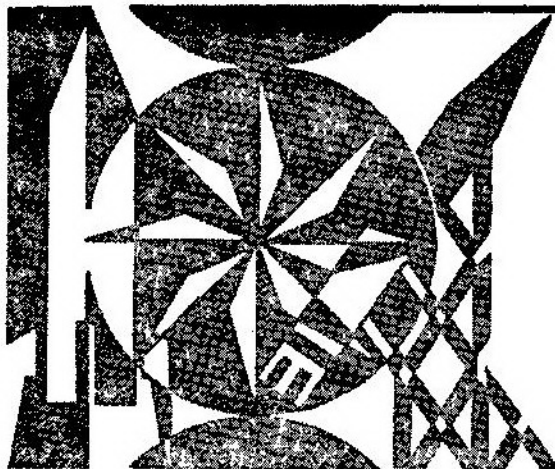
ASPА na različitim mestima u Nemačkoj su u međuvremenu napušteni, ne samo zbog velike cene, već i zbog proširenja mogućnosti simulatora ASPT i AGPT, pa su u tolikom broju simulatori ASPA postali nepotrebni.

Zbog toga se u školi oklopnih snaga Nemačke ASPA koristi zbog svoje posebne sposobnosti da se može obučavati i uvežbavati rukovođenje oklopnim jedinicama, tako da se kompletne posade mogu obučavati prema programiranim ili neprogramiranim (slobodnim) vežbama protiv dejstvjućeg ne-

nja. Pored uštede novčanih sredstava i zaštite okolne srede, simulatori poboljšavaju efikasnost obuke i pomažu da se postigne bolji krajnji učinak sa čisto vojnog gledišta.

Nemačke oklopne snage sprovele su svoj novi koncept obuke na posebno privlačan način, a vrednost koncepta je u korišćenju različitih tipova simulatora čiji pojedinačni kvaliteti daju visoke standarde obuke.

P. M.



## tehničke novosti i zanimljivosti

### Poluautomatska puška američke firme SAMINC iz koje se ispaljuje municija 7,62 mm NATO i sačma kalibra 12<sup>1</sup>

Sredinom 1989. godine američka firma SPECIAL SERVICE ARMS Mfg (SAMINC) je prikazala novu neuobičajenu kombinaciju streljačkog oružja oznake MODEL 88 CROSSFIRE. Oružje je sastavljeno od dve cevi [iznad cevi kalibra 7,62 mm za metak 7,62×51 mm NATO ugrađena je cev glatkih zidova kalibra 12 (18,2 mm) iz koje se ispaljuje municija sa sačmom]. Oružje ima posebne okvire za svaku municiju i poseban sistem pozajmice barutnih gasova. Funkcioniše poluautomatski.



Okvir za municiju 7,62 mm kapaciteta 20 metaka (okvir M-14) postavljen je u ravni uzdužne ose oružja, a okvir municije sa sačmom kapaciteta

<sup>1</sup> Prema podacima iz: DEFENCE 1989, novembar, str. 884.

sedam metaka levo od njega. Svaka od municija ispaljuje se nezavisnim mehanizmima za okidanje. Izbor paljbe vrši se pomoću posebnog selektora. Selektor omogućuje i ubacivanje prvog metka u izabranu cev. Svaka cev ima svoj obrtni zatvarač, nosač zatvarača i gasni klip. Kundak i obloga sanduka izrađeni su izjedna, od kompozitnog materijala. Masa oružja sa optičkim nišanom je 4,3 kg.

Novo oružje namenjeno je specijalnim jedinicama armije, posebno onim koje patroliraju po džunglama i urbanim sredinama. U firmi očekuju da će ovo oružje posebno zainteresovati jedinice policije.

Serijska proizvodnja novog oružja trebalo je da otpočne krajem 1989. godine. U firmi nameravaju da kasnije na istom principu razviju oružje za municiju 5,56 mm i 0,243 WIN.

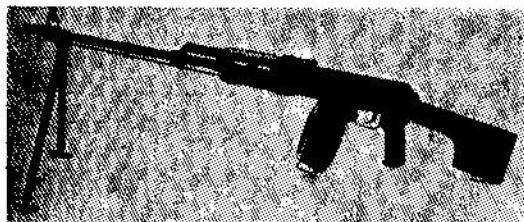
### Puškometraljez 5,45 mm »RPK-74« kineske firme NORINCO<sup>2</sup>

Kineska firma NORINCO je 1989. godine na izložbi u SAD (SHOT Show) prikazala familiju oružja kalibra 5,45 mm.

<sup>2</sup> Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 11, str. 1583.



Oružja (automatska puška i puškomitraljez) su razvijeni kopiranjem sovjetske automatske puške AK-74 i puškomitraljeza RPK-74. Kineska firma je osvojila proizvodnju i sovjetske municije 5,45×39 mm.



Oružje kalibra 5,45 mm, pored Sovjetskog Saveza, proizvode još i Istočna Nemačka, Mađarska i Rumunija. Kao i kod ovih zemalja, i kod firme NORINCO puškomitraljez se mnogo ne razlikuje od automatske puške. Puškomitraljez ima nešto dužu cev, ugrađene nožice na prednjem delu cevi i različito oblikovan kundak. Za hranjenje puške koristi se okvir, a za hranjenje puškomitraljeza i okvir i doboš.

Osnovne karakteristike puškomitraljeza firme NORINCO su:

— kalibar [mm] — — — —	5,54
— dužina [mm] — — — —	1060
— dužina osnovice nišana [mm]	560
— masa praznog oružja [kg] —	4,9
— — — — (sa dobošem)	5,5)
— nišanska daljina [m] — —	1000
— brzina gađanja [metaka/minut]	600 do 650
— početna brzina zrna [m/s] —	950
— kapacitet [metaka]:	
— okvira — — — —	30
— doboša — — — —	75

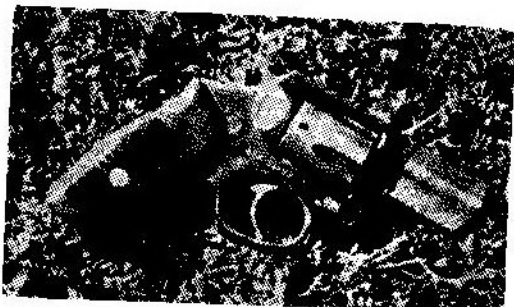
### Revolver »SP-101« američke firme RUGER u naoružanju francuske policije<sup>3</sup>

Krajem 1989. godine francuska policija je donela odluku da od američke firme RUGER kupi 5000 revolvera

<sup>3</sup> Prema podacima iz: DEFENCE 1989, decembar, str. 952.

oznake RUGER SP-101. Revolver RUGER SP-101 je kalibra 0,38 inča (9,65 mm). Ispitivanja su vršena municijom 0,38 Spl. Doboš ima ležište za pet metaka. Cev je dužine 2 inča (50,8 mm).

Korisnici u Francuskoj imaju dosta iskustva sa oružjem američke firme RUGER. Tako su u Francuskoj u naoružanju nekih jedinica policije već u upotrebi automatska puška 5,56 mm MINI-14 i revolver F-1, koji, u koprodukciji, proizvode američka firma RUGER i francuska firma MATRA MANURHIN. U firmi RUGER zato očekuju da će se prodaja oružja korisnicima u Francuskoj i dalje nastaviti.



Firma RUGER je prodala približno istu količinu revolvera oznake RUGER GP-100 regionalnoj policiji u Kanadi (Quebec Provincial Police). Revolver oznake GP-100 se razlikuje od varijante SP-101 po nešto većim dimenzijama. Varijantu GP-100 firma RUGER je prodala i policiji Novog Zelanda.

### Protivavionski sistem »MISTRAL« francuske firme MATRA DEFENSE<sup>4</sup>

Sredinom 1989. godine uspešno su završena ispitivanja gađanjem (homologacija) raketnog protivavionskog sistema »MISTRAL« koji je razvila francuska firma MATRA DEFENSE. Sistem je namenjen za odbranu jedinica kopnene vojske, važnijih stacionarnih obje-

<sup>4</sup> Prema podacima iz: CIBLES 1989, br. 237, str. 14.

kata na zemlji i svih plovnih objekata od pretnji iz vazduha do rastojanja od 6 km.

Vođenje raketnog projektila »MISTRAL« vrši se pomoću IC snopa, na principu »ispali i zaboravi«. Iniciranje eksplozivnog punjenja vrši se pomoću udarnog ili blizinskog upaljača.

Korišćenjem sistema »MISTRAL« urađeno je više sistema za odbranu iz vazduha:

— prenosna varijanta »MANPADS« koju opslužuju dva čoveka. Kao opcija, ova varijanta može da bude opremljena termovizijskom nišanskom spravom i sistemom za identifikaciju cilja i koordinaciju vatre;

— sistem »ALAMO«, varijanta »MANPADS« ugrađena na vozila (na primer, na vozila VLRA ili TRM 2000);

— sistem »ALBI« dvocevna varijanta ugrađena na tronožno postolje ili na turelno postolje na borbenom vozilu;



— sistem »SANTAL«, autonoman sistem ugrađen na kupolu borbenih vozila. Sistem čine dve lansirne rampe sa šest raketnih projektila »MISTRAL« i radar RODEO 2, koji omogućuje akviziciju ciljeva danju i noću do rastojanja od 12 km. Kupola »SANTAL« se ugrađuje na oklopna gusenična ili točkaška vozila klase najmanje 8 t (ERC 90 Sagie, VAS SMS, Mowag, M-113 itd.);

— sistem »BLAZER 25«, kupola razvijena sa američkom firmom GENERAL ELECTRIC. Sistem čine četiri projektila »MISTRAL«, petocevni automatski top »GAU-12« kalibra 25 mm (sistem »GATLING«), radar THOMSON GERFAULT i nišanska sprava ELIR/TV;

— sistem »SIMBAD«, varijanta »ALBI«, ugrađena na plovne objekte;

— sistem »SADLAR«, šestocevni lanser sa sistemom za akviziciju cilja, namenjen za odbranu površinskih plovnih objekata od napada iz vazduha (posebno za odbranu od raketnih projektila);

— sistem »ATAM«, ugrađen na helikoptere (GAZELLE, ECUREUIL, APACHE itd.). Sistem čini jedna ili dve lansirne rampe sa jednim ili dva raketna projektila i optičke nišanske sprave.

#### Tehničke karakteristike projektila »MISTRAL« su:

— kalibar [mm]	— — — —	90
— dužina [m]	— — — —	1,8
— masa [kg]	— — — —	19,5
— masa eksplozivnog punjenja [kg]	— — — —	3
— domet [km]	— — — —	6
— brzina [m/s]	— — — —	800

#### Francusko lasersko oružje velike snage »LATEX«<sup>5</sup>

Francuska je obavila preliminarno ispitivanje jednog laserskog oružja kao dela programa usavršavanja kopnenog sistema koji će se koristiti protiv brzih ciljeva.

Ispitivanje je obavljeno u jednom pariskom predgrađu, a odnosilo se na dejstvo protiv bojne glave vođenog projektila i trupa aviona sa daljine od 700 metara.

Ovaj program, koji ima naziv »LATEX« (Laser Associe à une Tourelle EXperimentale) započela je 1986. godine Generalna direkcija za naoružanje (DGA) ministarstva odbrane.

Sastoji se od lasera velike snage (40 MW), spojenog sa nišanskim siste-

<sup>5</sup> Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, 18. novembar, str. 1093.

mom, koji je razvila filijala firme AEROSPATIALE (LASERDOT).

Prema navodu stručnjaka ispitivačke laboratorije, snaga od 10 kW po cm<sup>2</sup> je dovoljna da ozbiljno ošteti trup aviona.

Ove godine oprema će biti preseljena u opitni centar Landes u jugozapadnoj Francuskoj za ispitivanje dejstva protiv cilja koji leti brzinom od 250 m/s na daljini od 2.000 m.

Direkcija za naoružanje DGA saopštila je da je raspoložena na evropsku kooperaciju za ovaj program, naročito sa SR Nemačkom.

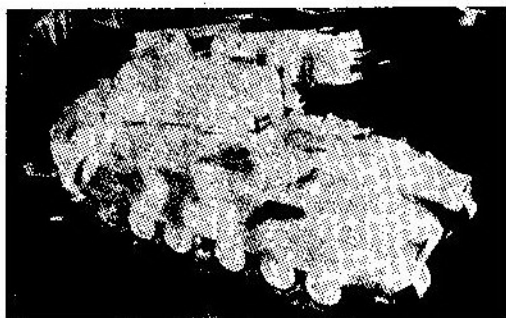
### Razvoj sistema »GLH-H« za ispaljivanje američke protivoklopne vođene rakete »HELLFIRE« iz oklopnih vozila<sup>6</sup>

Raketna komanda američkog KoV-a MICOM (Missile Command) poverila je ugovor firmi EMERSON ELECTRIC za izradu prototipa »teške« protivoklopne rakete »HELLFIRE« koja bi se ispaljivala sa zemlje »GLH-H« (Ground Launched Hellfire-Heavy). Prototip, koji bi trebalo da bude gotov u roku od 15 meseci, biće postavljen na šasijsu guseničnog oklopnog transportera, ali bi se mogao ugrađivati i na druge gusenične ili točkaške šasijsu, uključujući M2/M3 BRADLEY, ili LAV (8×8).

EMERSON je nosilac osnovnog ugovora za »GLH-H« sa firmama: ROCHWELL INTERNATIONAL (obezbeđuje rakete »HELLFIRE«) GE AEROSPACE (električnu turelu), i HUGHES AIRCRAFT (laserski obeleživač cilja sa zemlje ili vozila G/VLLD).

Turela sa električnim pogonom, za dva operatora, imaće na bočnim stranama po jedan oklopni sanduk sa 4 vođene protivoklopne rakete »HELLFI-

RE« spremne za ispaljivanje, zajedno sa dimnim kutijama i mitraljezom za sopstvenu zaštitu. Operator će imati mogućnost izbora tri operaciona režima: autonomni (laserski obeležavanje i ispaljivanje), obeležavanje u sadejstvu (samo obeležavanje) i ispaljivanje u sadejstvu (samo ispaljivanje.)



Model guseničnog oklopnog vozila M2 BRADLEY sa turelom naoružanom sa 4 rakete »HELLFIRE« u stanju borbene gotovosti

Planira se i dalje poboljšanje sa mogućnošću »ispali i zaboravi« primenom rakete »HELLFIRE« sa IC ili milimetarskom tehnologijom vođenja. Osim izrade i integracije turele, predviđene su serije opitnih bojnih gađanja raketama »HELLFIRE«.

Firma EMERSON ELECTRIC bila je jedini isporučilac vozila M901 sa poboljšanom »TOW« protivoklopnom raketom »ITV« (Improved TOW Vehicle), koje je obuhvatalo oklopni transporter serije M113 sa elevatorom (krakom) za nošenje i lansiranje dve rakete »TOW«. Rezervne rakete za ručno punjenje lansera smeštene su u unutrašnjosti vozila.

Savremena vođena protivoklopna raketa »TOW« ima maksimalan domet 3750 m dok je do met »HELLFIREA« znatno veći (oko 8000 m). »HELLFIRE« se nalazi u operativnoj službi na jurišnim helikopterima AH-64 APACHE (u KoV SAD) i na AH-1W (u pomorsko-desantnim jedinicama), a takođe ulazi u naoružanje švedske obalske odbrane.

<sup>6</sup> Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, 25. novembar, str. 1182.

## Američki čip neuralne mreže za obradu slike<sup>7</sup>

Agencija ministarstva odbrane SAD za unapređenje istraživačkih projekata DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) zaključila je jednogodišnji ugovor u iznosu od 250.000 dolara sa firmom HNC, Inc, iz San Diega za drugu fazu razvoja sledeće generacije VLSI čipa za neuralnu mrežu, koji treba da se koristi pri obradi slike. Ugovorom je detaljno preciziran razvoj vrlo brzog CMP (computational map processor) čipa sa mogućnošću  $2,5 \cdot 10^9$  operacija u sekundi i razvoj softvera za simulaciju i projektovanje CMP čvora za primenu i evaluaciju arhitekture novih neuralnih mreža za obradu slike. CMP čvor sadrži CMP čip, lokalnu memoriju slike i upravljački procesor čvora. CMP čip je programabilne arhitekture, tako da dopušta implementaciju numeričkog algoritma neuralne mreže za obradu slike, kao i implementaciju konvencionalne tehnike za obradu slike, kao što je konvolucija. CMP čip je kompletno projektovan u prvoj fazi razvoja, a u drugoj fazi razvoja treba da se dovede do takvog nivoa da bude spreman za industrijsku proizvodnju u trećoj fazi programa.

## Evolucija američke protivoklopne rakete »TOW«<sup>8</sup>

Američka firma HUGHES AIRCRAFT, koja je u novembru 1989. isporučila 500000-tu protivoklopnu raketu, sa ispaljivanjem iz cevastog lansera, optičkim praćenjem, i vođenjem pomoću žice, »TOW« (Tube-launched, Optically tracked, Wire guided), završava razvoj novih varijanti raketa sa vrhunskim efektom i bežičnim vođenjem.

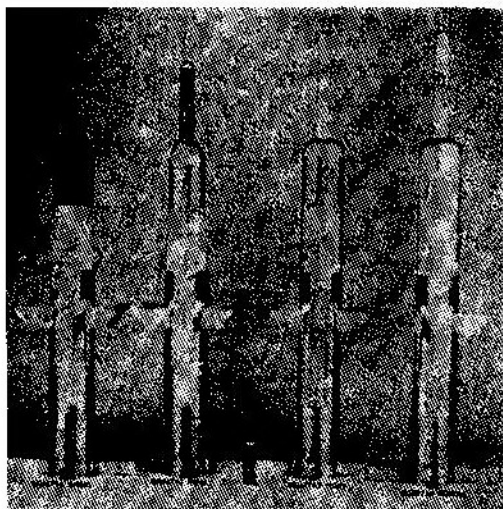
<sup>7</sup> Prema podacima iz: DEFENSE ELECTRONICS 1989, decembar, str. 34.

<sup>8</sup> Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, 23. septembar, str. 1383.

Ovo oružje evoluiralo je počev od osnovnog modela »TOW«, preko poboljšanog »ITOW« [Imported »TOW 2« do »TOW 2A« (koji ima bojnu glavu u tandem konfiguraciji)] za probijanje reaktivnog oklopa. Sledeći model planiran da uskoro uđe u proizvodnju biće »TOW 2B«, koji će napadati tenkove odozgo, gde su oni najranjiviji.



Ispitivanje makete u prirodnoj veličini rakete TOW 2B sa dvojnim optičkomagnetnim senzorom



S leva na desno: osnovni model TOW, ITOW, TOW 2 i TOW 2A

»ITOW«, koji se odlikuje savremenom bojnom glavom sa teleskopskom sondom, postao je operativan 1981. go-

dine. »TOW 2« ušao je u operativnu upotrebu u 1983. godini. On ima težu bojnu glavu, sondu za poboljšani efekat dekontaminacije i bežično vođenje zaštićeno od protivелеktronskih dejstava. Sada je u proizvodnji »TOW 2A« sa tandem bojnom glavom, čija isporuka američkom KoV-u je započela u 1987. godini.

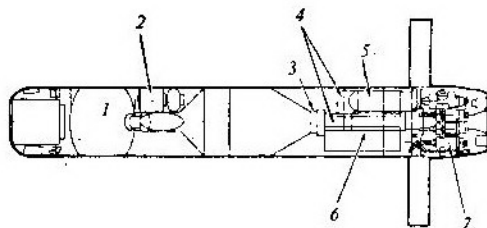
Još uvek je u razvoju »TOW 2B«, koji se karakteriše dvema probojnim bojnim glavama i senzorom za detekciju cilja dvojne funkcije. Očekuje se da će proizvodnja ove rakete početi sredinom 90-tih godina. U nedavno izvršenim ispitivanjima u letu dobijeni su dobri rezultati. Iz objavljenih detalja o senzoru sa dvojnou funkcijom vidi se da se on sastoji iz optičkog senzora, koji traži posebne oblike cilja i magnetnog senzora za detektovanje adekvatne količine gvožđa da bi se izbegao lažni cilj. Sa dvema ekvivalentnim bojnim glavama raketa ima dve nezavisne linije gađanja, mada postoji shvatanje da je prva po redu bojna glava namenjena za razbijanje raketnog oklopa.

Firma HUGHES AIRCRAFT nedavno je obavila ispitivanja rakete »TOW« sa bežičnim vođenjem, čije se upravljanje u letu vrši pomoću radio-veze. »TOW« je za sada podzvučna raketa, ali bežično vođenje omogućuje primenu i na nadzvučnoj protivoklopnoj raketi sa većim dometom. Razvoj bežične rakete, koja bi imala veći motor, otklonio bi opasnost kojoj je operator žičnog vođenja izložen prilikom vođenja. Maksimalan domet rakete ovog tipa biće oko 5 km.

Bez obzira na pogodnosti bežičnog vođenja »TOW«, američki vojni stručnjaci smatraju da će sledeća poboljšanja rakete biti usmerena na sisteme vođenja i nišanja. Koristiće se dostignuća nove tehnologije termalnih kamera i novih mikroprocesora za program poboljšanog nišanskog sistema »TOW«.

## Razvoj španske prenosne protivoklopne rakete »ARIES«<sup>9</sup>

Američka firma HUGHES AIRCRAFT i španski konzorcijum ESPRODESA (formiran od firmi UEE, CESELISA i INSTALAZA) zaključili su ugovor o kooperaciji za razvoj i proizvodnju prenosne protivoklopne rakete »ARIES«. Prema informaciji HUGHESA, čije je učešće u kooperaciji 40%, prve rakete biće isporučene 1993. godine, dok ESPRODESA (učestvuje sa 60%) pomera ovaj termin za 1994.



1 — marševski motor; 2 — dva žiroskopa; 3 — bojna glava; 4 — elektronika, digitalni procesor signala, prijemnik i konvertor električne energije; 5 — boca sa komprimiranim gasom; 6 — baterija; 7 — sistem za pokretanje kormila

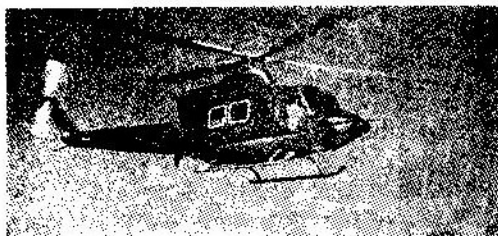
U prikazivanju »ARIESA« kao direktnog konkurenta, koji će biti jeftiniji i brži od protivoklopne rakete treće generacije srednjeg dometa »AC3G-MP«, oba partnera ne propuštaju da vrše pritisak na špansku vladu i da je stavljaju u nezavidan položaj, pošto se ona angažovala u programu razvoja rakete »AC3G« sa nacionalnim konzorcijumom ITALMISSILE, u kome učestvuju firme CASA, SANTA BARBARA i INISEL. Razvoj »AC3G-MP« predviđen je za sledeće dve godine. »Preliminarne karakteristike«, koje je objavio španski konzorcijum, predviđaju sposobnost probijanja svih postojećih ili budućih oklopa — homogenih ili reaktivnih — do dometa 2000 m.

<sup>9</sup> Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLÈS INTERNATIONAL 1989, br. 90, str. 80.

Posle »mekog« starta, koji dozvoljava gađanje u ograničenom prostoru, buster motor na čvrsto gorivo omogućava da se za 2 s postigne brzina zvuka, a marševski motor donosi raketu na daljinu 1000 m za 4,5 s, a na 2000 m za 8,5 s. Vođenje na putanji vrši se preko optičkog dnevnog ili dnevno/noćnog nišana sa daljinskim upravljanjem pomoću milimetarskih talasa. Kompletan sistem ima masu 31 kg, od čega 13 kg otpada na lansirni uređaj, a 18 kg na raketu.

### Italijanski višenamenski taktički helikopter »AB 412 SP GRIFFON«<sup>10</sup>

Italijanska firma AGUSTA razvila je, na bazi američkog »BELL 412«, taktički transportni helikopter »AB 412 SP GRIFFON« koji zadovoljava zahteve italijanskih OS za zamenu sadašnjeg helikoptera »BELL UH-1H IROQUOIS«.



»AB 412 SP«, čija je maksimalna masa 5398 kg uz koristan teret 2463 kg, raspolaže kabinom površine 6 m<sup>2</sup> koja može da primi jednog pilota i 14 osoba. Ovaj helikopter opremljen je sa dva motora PRATT & WHITNEY PT6T-3B ukupne kontinualne maksimalne snage 1177 kW (1325 kW pri uzletanju). Samo jedan motor može da razvije 754 kW u trajanju preko 2,5 minuta, ili 714 kW u trajanju od 30 minuta. Helikopter postiže brzinu krstarenja 224 km/h i brzinu

<sup>10</sup> Prema podacima iz: DEFENSE&ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL 1989, br. 90, str. 80.

penjanja 7,46 m/s. Njegov glavni rotor ima jednostavnu konstrukciju (vek trajanja 5000sati) sa 4 promenljiva kraka od kompozitnog materijala, dok repni rotor ima 2 kraka. Vazduhoplovna elektronska oprema ovog helikoptera je vrlo savremena.

Osim osnovne namene taktičkog transporta, »GRIFFON« može da obavlja misije za izviđanje/napad na kopnu, ili sanitetsku evakuaciju, uz lako preuređivanje.

Druga verzija »AB 412« je specijalno opremljena za protivpodmorničku borbu.

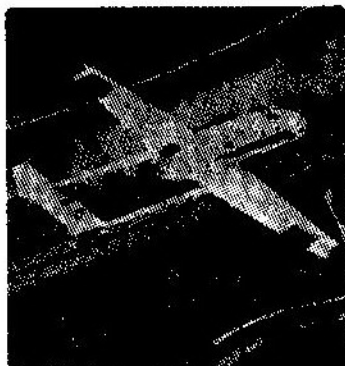
### Švajcarski izviđački sistem »ADS 90« sa bespilotnim letelicama »RANGER«<sup>11</sup>

Razvoj i ispitivanje švajcarskog sistema za osmatranje i izviđanje »ADS 90« dospeli su do stanja u kome se sistem može predstaviti javnosti. Prvobitno je korištena bespilotna letelica »SCOUT« iz istoimenog izraelskog sistema. Kako nisu postignuti zadovoljavajući rezultati i kako »SCOUT« ne ispunjava sve švajcarske vojne propise, odlučeno je da se u zajednici sa izraelskom firmom ISRAEL AIRCRAFT INDUSTRIES nastavi razvoj sistema pod nazivom »RANGER«. Novi razvoj obuhvatio je bespilotnu letelicu, komandnu stanicu na zemlji i startni katapult. Na letelici se radilo o povećanju efikasnosti letenja, s jedne strane, i na smanjenju buke, s druge strane, tj. buka ne sme dabude veća od 65 dB (A) kada »RANGER« leti maksimalnom brzinom od 220 km/h na visini od 300 m.

Sistem »ADS 90« sastoji se od 6 letelica »RANGER«; od toga su 4 opremljene sa TV, a 7 sa IC-senzorima. Sistem je kompletiran sa mobilnim hidrauličnim startnim katapultom i mobil-

<sup>11</sup> Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1989, br. 10, str. 736.

nom komandnom stanicom sa daljinskim upravljanjem, prenosom podataka i prijemom slike bojnog polja. Letelica može da se zadrži u vazduhu do 5 sati. U mirno doba ona nosi padobran za prinudno sletanje, koji skraćuje trajanje leta. U ratnim uslovima padobran se zamenjuje dodatnim rezervoarom za gorivo.



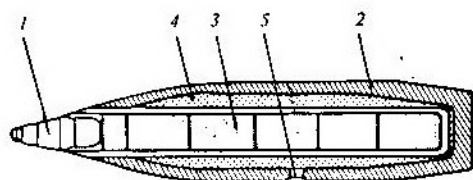
Završetak razvoja i ispitivanje u jedinicama švajcaskе armije očekuje se u toku ove godine, pa se ako sve bude išlo po planu usvajanje u naoružanje predviđa za 1992. godinu.

*Tehnčki podaci:* korisna masa 50 kg; vreme dejstva do 5 časova; maksimalna visina leta 4500 m; startna masa 220 kg; raspon krila 5,7 m; dužina 4,7 m; visina 1 m; brzina leta 220/90 km/h; snaga dvotaktnog dvocilindričnog motora 28 kW (38 KS).

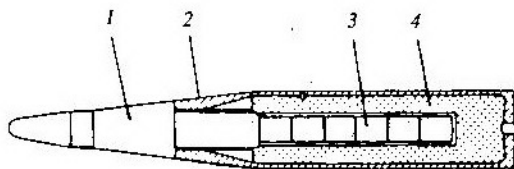
## Novi podaci o sovjetskim hemijskim borbenim sredstvima<sup>12</sup>

U toku jedne prezentacije objavljeno je da se u sovjetskoj armiji nalaze hemijska borbeno sredstva počevši od ručnih gasnih granata (0,25 kg) pa do teških bojnih glava (985 kg) rakete zemlja-zemlja »SCUD-B«. Nisu navedeni svi sistemi naoružanja sa kojima se mo-

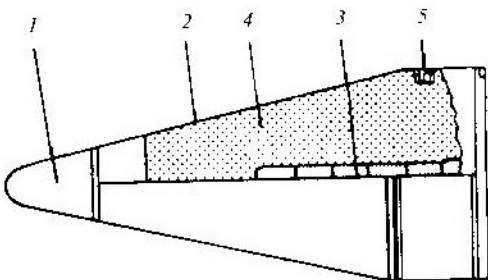
gu koristiti hemijska sredstva, kao što su artiljerijska municija i hemijske mine.



*Presek granate 130 mm*  
1 — upaljač; 2 — telo granate; 3 — kasetno punjenje; 4 — bojni otrov; 5 — otvor za punjenje



*Presek rakete 422 mm*  
1 — upaljač; 2 — telo rakete; 3 — kasetno punjenje; 4 — BOt



*Bojna glava SCUD-B*  
1 — upaljač; 2 — balistička hauba; 3 — kasetno punjenje; 4 — BOt; 5 — otvor za punjenje

Smatra se da se bojni otrov sarin koristi u granatama kalibra 122 mm za haubice D-30, oklopne haubice 25-1 i projektilima za raketne bacače BM-21, zatim u granatama 130 mm za poljski top M-46; projektilima 140 mm za raketne bacače BM-14-17 ili BM-14-16 i RPU-14; u granatama 152 mm za top-haubicu D-20, oklopnu haubicu 25-3 i samohodni top 25-5 i konačno u projektilima 240 mm za raketne bacače BM-24 ili BM-24T.

<sup>12</sup> Prema podacima iz: TRUPPENDIENST 1989, br. 2, str. 176.

Od ukupnog broja artiljerijskih granata 6% je punjeno sarinom, a čak 16% raketnih projektila.

Bojni otrov luizit se koristi u granatama 122 mm (haubice D-30 i oklopne haubice 25-1) i 152 mm (topovske haubice D-20, oklopne haubice 25-3 i samohodni topovi 25-5). Oko 14% svih granata puni se luizitom. On se raspršava u vazduhu, a deluje na disajne organe, nezaštićenu kožu i kontaminira opremu i teren.

Bojni otrov VX ubacuje se u projektele 122 mm raketnog bacača BM-21, zatim u zrna 130 mm poljskog topa M-46, u rakete 540 mm »FROG 7« odnosno »SS-21« i u rakete 884 mm »SCUD-B«. Od ukupnog broja postojeće municije puni se sa VX 4% granata, 15% raketa i oko 54% bojnih glava. Dejstvo se aktivira daljinski sa zemlje ili vremenskim upaljačem u vazduhu.

Pretpostavlja se da i novi raketni bacač 220 mm BM-27 ima bojnu glavu za hemijska dejstva.

## **Sovjetski protivavionski tenk »2S6 TUNGUSKA«<sup>13</sup>**

Nazvan »fantom koji se uobličuje« novi sovjetski protivavionski tenk predstavljen je od strane američkog KoV-a u obliku jedne makete. Slika prikazuje hibridni protivavionski sistem koji je naoružan ne samo topovima 30 mm, kako su pretpostavljali stručnjaci Pentagona, već i sa četiri vođena raketna projektila zemlja-vazduh.

Autentične fotografije sada otkrivaju da su zapadni analitičari potcenili udarnu snagu ovog sovjetskog oružja. U stvari, »2S6« sa nazivom »TUNGUSKA«, naoružan je sa dva dvocevna topa 30 mm i sa osam (ne četiri) protivavion-

ska vođena projektila. Veruje se da vođeni projektili »SA-19« imaju efikasni domet od 7.000 do 10.000 m maksimalno. Dva dvocevna automatska topa 30 mm. koji su takođe korišćeni za borbeno vozilo pešadije BMP-2, vazdušnodesantno borbeno vozilo pešadije BMD-2 i jurišni helikopter Mi-24 HIND F i predstavljaju modifikovanu verziju automatskog topa 30 mm 2A42. Sa maksimalnom brzinom gađanja od 500 metaka/minut, maksimalni efikasni domet procenjuje se na oko 3.000 m. Top i lanseri vođenih projektila pokreću se po pravcu zajedno sa kupolom, ali se po elevaciji mogu pokretati nezavisno. Očekivani oblik i aranžman radarske opreme je potvrđen i data mu je NATO oznaka HOT SHOT. Kao i kod nemačkog protivavionskog topa »GEPARD«, radarska oprema ima radar za kružnu akviziciju cilja koji je ugrađen na zadnjem delu kupole, paraboličnu antenu i odvojeni radar za praćenje u obliku doboša u prednjem delu kupole, koji neverovatno liči na radar GUN DISH protivavionskog tenka ZSU-23-4. Optički nišani na krovu kupole izgleda da nagoveštavaju dodatnu pasivnu opremu za praćenje cilja.

Šasija tenka, sa masom od oko 40 t, izvedena je od šasije oklopnog transportera MT-S. Posadu protivavionskog tenka »2S6« sačinjavaju četiri čoveka. Kombinujući karakteristike svoga prethodnika, ZSU-23-4, zajedno sa karakteristikama protivavionskog raketnog sistema »SA-13«, nemačkog protivavionskog tenka »GEPARD« i protivavionskog francuskog sistema »ROLAND«, tenk »2S6« bi trebalo smatrati najjače naoružanim protivavionskim sistemom u svetu. On znatno povećava sposobnosti sovjetske PVO.

Kombinovani protivavionski sistem za neposrednu odbranu »CADS-1«, koji je nedavno primećen na novoj raketnoj krstarici KALINJIN klase KIROV, verovatno je mornarička verzija sistema »2S6«.

<sup>13</sup> Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1990, br. 2, str. 130.



## Britansko oklopno vozilo za izvlačenje »MCRV WARRIOR«<sup>14</sup>

Britanska firma GKN DEFENCE je, na osnovi svog borbenog vozila pešadije »WARRIOR«, razvila varijantu oklopnog vozila za izvlačenje »MCRV (Mechanized Combat Repair Vehicle) WARRIOR«.



Vozilo za izvlačenje »WARRIOR« ima ukupnu masu od 28,5 t, dužinu 6,6 m, širinu 3,1 m, visinu od 2,3 m i klirens od 0,5 m. Za pogon vozila služi dizel-motor Perkins snage 405 kW pri 2300 min<sup>-1</sup>. Maksimalna brzina vozila na putu iznosi 71 km/h a autonomija kretanja 500 km pri brzini od 50 km/h. Posada vozila se sastoji od 5 članova koji rukuju specijalnom opremom vozila koja se sastoji od:

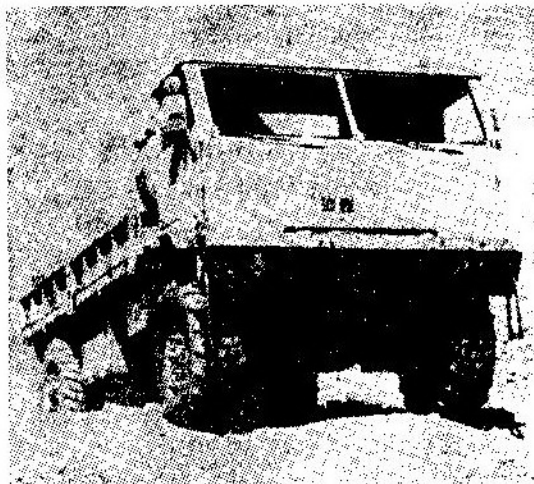
- teleskopske hidraulične dizalice nosivosti 6,5 t sa krakom od 4,52 m,
- kompresora za snabdevanje vazduhom pneumatskog alata,
- elektrohidraulične pumpe,
- čekrka čija je vučna sila 20 t na dužini od 100 m,
- uređaja za blokiranje sistema za oslanjanje vozila.

Vozilo ima ugrađen uređaj za klimatizaciju i NBH zaštitu. Sa ovim vozilom može se vući i specijalna prikolica sa 4 točka sa korisnim teretom od 6,5 t, (ukupna masa 12 t), dužine 4,54 m i širine 2,9 m. Ova prikolica namenjena je specijalno za transport motorno pogonske grupe za tenkove kao što je tenk »CHALLENGER« ili za dve manje grupe kao što je za vozilo »WARRIOR«.

<sup>14</sup> Prema podacima iz: DEFENSE&ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL 1989, br. 90, str. 81.

## Američko taktičko transportno vozilo srednje lake kategorije »LMTV«<sup>15</sup>

Američka firma TELEDYNE CONTINENTAL MOTORS je po konkursu »US Army Tank Automotive Command« realizovala srednje lako taktičko vozilo »LMTV« 4×42,5 t. Vozilo je rađeno u konfiguraciji 4×4, sopstvena masa vozila 5500 kg, a korisna nosivost 3100 kg. Dužina vozila iznosi 6 m, širina 2,4 m i visina 2,6 m (visina vozila za aerotransport 2,5 m, visina za spuštanje padobranom 2 m). Klirens vozila je 0,5 m, prednji prilazni ugao 60°, a zadnji prilazni ugao 45°. U vozilo je ugrađen dizel-motor sa automatskom transmisijom sa 5 brzina i razvodnikom pogona. Oslanjanje vozila je pneumatsko sa nezavisnim oslanjanjem i kompenzacijom tereta. Pneumatici imaju mogućnost regulacije pritiska čime se postiže prolaz i na teško prohodnom terenu, a smanjuje zamor posade. Kabina vozila je vrlo udobna i omogućuje smeštaj 3 člana posade i lak prilaz motorno-pogonskoj grupi.

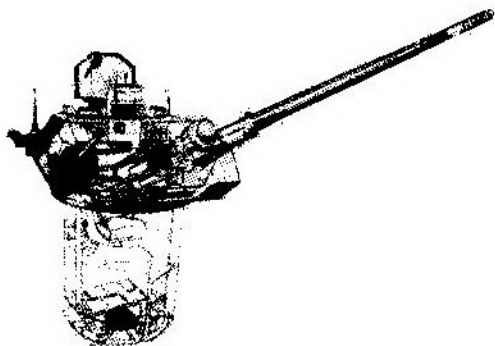


U avionima C-130 mogu da se prevoze dva vozila »LMTV«, a u C-141B četiri vozila.

<sup>15</sup> Prema podacima iz: DEFENSE&ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL 1989, br. 90, str. 72.

## Francuska kupola »DRAGAR« za borbena vozila pešadije<sup>16</sup>

Francuska grupacija za naoružanje GIAT (Graupment Industriel des Armements Terrestres) razvila je kupolu »DRAGAR« sa jednim članom posade koja može da se ugradi na sva borbena vozila čiji prečnik otvora na krovu iznosi 1100 mm i koja mogu da prime kavez kupole dubine 1000 mm. Kupola je naoružana automatskim topom 25 mm M 811, takođe razvijen u firmi GIAT, protivavionskim mitraljezom 7,62 mm NF 1 i 6 lansera bombi »GALIX« za blisku odbranu firme ETIENNE LACROIX.



Francuska kupola »DRAGAR« firme GIAT

Top ima dvostruko snabdevanje municijom iz kutije smeštene u unutrašnjost (45 probojnih i 175 razornih metaka). Mitraljez se takođe puni iz unutrašnjosti pomoću standardne kasete sa 200 metaka. Komandni uređaj omogućuje izbor tri mogućnosti paljbe (1, 3 ili 120 probojnih ili razornih metaka).

Uređaj za pokretanje kupole je električni, a kao pomoćni način može i ručno. Polje dejstva po pravcu iznosi 360°, a po visini -8° do +45°. Maksimalna brzina pokretanja po pravcu

kao i po visini iznosi 60°/s. Po potrebi kupola može da bude i žirostabilisana.

Uređaj za osmatranje i nišanje sastoji se od: 4 periskopa M 223, 2 osmatračka bloka smeštena pozadi, dnevno-noćne nišanske sprave (uveličanje noću 7× kroz ugrađeni periskop uveličanje 1×, noćni kanal sa pojačavačem svetlosti 4×).

Po potrebi se može ugraditi i termovizijski uređaj.

## Novi komunikacioni sistem snaga NATO »MIDS«<sup>17</sup>

Firme iz šest zemalja članica NATO formirale su korporaciju koja treba da proizvede novu generaciju vojnog komunikacionog sistema. Sistem će nositi naziv »MULTIFUNKCIONALNI INFORMATIVNO DISTRIBUCIONI SISTEM — MIDS«. Firme koje učestvuju u ovom programu su COMPUTING DEVICES COMPANY iz Kanade, SIEMENS iz SR Nemačke, THOMSON-CSF iz Francuske, ITALTEL iz Italije, INISEL iz Španije i PLESSEY iz SAD. Ove firme oformile su korporaciju pod imenom MIDSCO, INCORPORATED radi lakše koordinacije. »MIDS« će pružati visok nivo zaštite od elektronskih dejstava. Obuhvataće multinamenske radio-komunikacije za prenos govora i brzi prenos podataka. Sistem će omogućavati borbenim letelicama, komandno-kontrolnim stanicama na zemlji, pomorskim snagama i oružju zemlja-vazduh da razmenjuju podatke u realnom vremenu. Time će se obezbediti dinamičko praćenje taktičke situacije i poboljšati koordinacija upravljanja vatrom. Prvi projekt korporacije MIDSCO je laki terminal (mase oko 27 kg). Terminal će imati 10 različitih primena, uključujući letelice kao što su američki

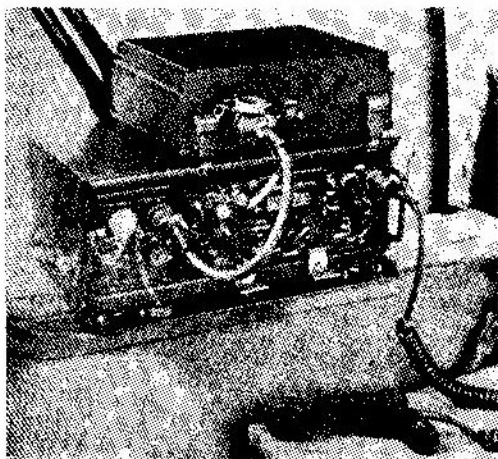
<sup>16</sup> Prema podacima iz: DEFENSE&ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL 1989, br. 90, str. 74.

<sup>17</sup> Prema podacima iz: SIGIAL 1989, oktobar, str. 14.

borbeni avioni F-16 i F-18, italijanski Tornado, francuski Rafale, italijansko-brazilski AMX i evropski borbeni avion.

### VVF radio-uređaj »PRC1077/ /VRC46« američke firme TRANSWORLD<sup>18</sup>

Radio-uređaj »PRC1077/VRC46« može da posluži kao direktna zamena za teško nabavljive »AN/VRC 12/46« serije snažnih VVF radio-uređaja. »PRC1077« je 5-vatni prenosni radio-uređaj. Njemu se može pridodati »AM1077« pojačavač snage kojim se ostvaruje izlazni RF nivo od 50 W. Radio-uređaj radi u opsegu 30 do 88 MHz. Kanalski raster je 25 kHz, a uređaj ima



moгуćnost pamćenja 10 programiranih kanala. Kanali su simpleksni ili semi-dupleksni. Radio-uređaj »PRC1077/VRC 46« je potpuno kompatibilan sa već postojećim mikrotelefonским kombinacijama, antenama, kriptouređajima i elementima za montažu radio-uređaja u vozila. Pojačavač snage 50 W »AM1077« može da se koristi i uz radio-uređaj »AN/PRC77«.

<sup>18</sup> Prema podacima iz: SIGNAL 1989, novembar, str. 46.

### Američka firma ITT GILFILLAN razvija nove radare<sup>19</sup>

Na bazi novih tehnologija američka firma ITT GILFILLAN pokreće razvoj radara sa faziranom antenskom rešetkom i bistatičkog radara. Očekuje se da će firma biti u mogućnosti da ponudi takav radar koji će da odgovori zahtevima 21. veka.

je trodimenzionalni i osmatrački radar, oznake »AN/SPS-48E«, namenjen za

Jedan od osnovnih proizvoda firme je trodimenzionalni i osmatrački radar, oznake »AN/SPS-48E«, namenjen za krstarice, nosače aviona i komandne brodove. U firmi se intenzivno radi na razvoju integrisanih mikrotalasnih kola, tegrisanim kolima (VHSIC) i na primeni antenskih nizova u razvoju relativno tzv. MMIC-kola, kao i na vrlo brzim ino malih i lakih, višefunkcionalnih radara. Ti radari će imati širi propusni opseg, visoku stabilnost i mogućnost efikasnijeg korišćenja snage, umesto obrtne antene koristiće se nerotirajući cilindar, ili antenski niz u obliku odgo varajućeg rogljastog tela.

Razvoj koji se pokreće nije namenjen da bi se zamenila stara robusna rešenja, već je namenjen razvoju za potrebe manjih plovnih jedinica iz sastava flote, kao što su fregate i sl.

Primena novih tehnologija treba da omogući da se odnos snaga/masa smanji na 1/3 ili čak 1/4 od postojećih, uz ekvivalentno smanjenje zapremine. Firma planira da demonstrira rezultate razvoja radara sa antenskim nizom od 1.000 modula tokom 1991. Posebna pažnja se obraća zahtevu da se detektuje i prati relativno mali radarski cilj u uslovima intenzivnih i sofisticiranih ometanja. Predviđaju se za oko 50% manji troškovi akvizicije i za oko 10% manji troškovi održavanja.

Prvi prototip se očekuje tokom 1990. U većini primena ovakav radar

<sup>19</sup> Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1990, br. 1, str. 1670.

će biti pogodan za KoV, PVO i mornaricu, odlikovaće ga veoma dobra otpornost na ometanje i pogodnost primene u sistemima za upravljanje vatrom. Projektovan je za relativno kraće doмете i viši opseg frekvencija.

Druga važna oblast razvoja namenjena je bistatičkim radarima koji koriste izvore zračenja sa drugih položaja, uključujući i neprijateljske radare. Jedan od problema je frekvencija nosioca koja se može kretati u širokom opsegu, obzirom na mogućnost primene različitih radara.

Bistatički radar ne treba da bude primarni senzor u otkrivanju ciljeva, ali treba da obezbedi tajanstvenost sistemu.

ITT GILFILLAN je napravio 2 prototipa bistatičkog radara, jedan zemaljski, a drugi za primene na vazduhoplovima. Firma radi na istraživanjima tehničkih rešenja za ove radare već 10 godina. Budućnost bistatičkih radara zavisi isključivo od sofisticirane obrade, širine propusnog opsega antene i pojačanja. Prvi rezultati razvoja bistatičkih radara očekuju se nakon njihovog razmeštaja tokom 1990. godine.

Vojnotehnički glasnik je stručni i naučni časopis JNA.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata sistem tehničkog obezbeđenja, tehniku vidova, rodova i službi, razvoj, proizvodnju, upotrebu, tehnologiju, metodologiju, obuku, organizaciju i sva stručna, naučna, teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli i obrazovanju pripadnika oružanih snaga.

Članak koji se dostavlja Redakciji mora biti kompletan, tj. treba obavezno da sadrži: propratno pismo sa kratkim sadržajem članka, članak, spisak grafičkih priloga, spisak literature i podatke o autoru. U propratnom pismu treba istaći da li se radi o originalnom, naučnom, stručnom radu ili kompilaciji, koji su grafički prilozi originalni, a koji pozajmljeni. U kratkom sadržaju — sižeju, treba izneti suštinu članka, najviše u desetak redova.

Članak treba da sadrži uvod, razradu i zaključak. Njegov obim treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa novinskim proredom). Tekst članka mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, sa jasnim mislima, bez daktilografskih grešaka, bez skraćenica (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u zakonski dozvoljenim mernim jedinicama, prema »Službenom listu SFRJ« br. 13/76. Matematičke izraze, koji se ne mogu pisati mašinom, ispisati rukom, pri čemu voditi računa o tačnom pisanju slova grčke azbuke, o velikim i malim slovima, o indeksima i eksponentima. Redosled obrazaca (formula) označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Ne treba ih lepiti, već samo naznačiti njihovo mesto u tekstu. Crteže treba raditi tušem na paus-papiru, a brojčane i slovne oznake ispisati grafitnom olovkom. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane. Članak se obavezno dostavlja u dva primerka.

Spisak grafičkih priloga sadrži naziv slike — crteža i nazive pozicije na njima.

Literatura u tekstu navodi se u uglastim zagradama, a spisak korišćene literature sadrži neophodne bibliografske podatke prema redosledu citata u tekstu. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdavanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdavanja.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima u JNA.

Podaci za autora sadrže: ime i prezime, čin, titulu, adresu radne organizacije (VP), kućnu adresu, telefon na radnom mestu i kućni telefon, žiro račun i opštinu banke gde je račun otvoren.

Rukopis slati na adresu: Redakcija »Vojnotehničkog glasnika«, 11000 Beograd, Svetozara Markovića 70, VE-1.



# NARUDŽBENICA

VOJNOIZDAVAČKI I NOVINSKI CENTAR,  
11002 BEOGRAD, Svetozara Markovića 70

Preplaćujem(o) se na časopis(e) za 1991. godinu, i to:

(Kompleta)

1. VOJNO DELO (opštevojni, teorijski časopis) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: — za pojedince 150 dinara, a za ustanove i OUR (pravna lica) 450 dinara .....
2. VOJNI GLASNIK  
— na srpskohrvatskom .....
- na slovenačkom .....
- na makedonskom .....
- (stručni časopis Kopnene vojske) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 60 dinara, a za ustanove i OUR (pravna lica) 180 dinara .....
3. POZADINA (časopis za pozadinsko obezbeđenje i ekonomiku u oružanim snagama) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 150 dinara, a za ustanove i OUR (pravna lica) 450 dinara .....
4. VOJNOTEHNIČKI GLASNIK (stručni i naučni časopis JNA) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 150 dinara, a za ustanove i OUR (pravna lica) 450 dinara .....
5. MORNARIČKI GLASNIK (časopis Ratne mornarice) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 150 dinara, a za ustanove i OUR (pravna lica) 450 dinara .....
6. VOJNOISTORIJSKI GLASNIK (organ Vojnoistorijskog instituta) izlazi četvoromesečno, godišnja pretplata: za pojedince 300 dinara, a za ustanove i OUR (pravna lica) 900 dinara .....
7. GLASNIK RV I PVO (časopis RV i PVO) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 150 dinara, a za ustanove i OUR (pravna lica) 450 dinara .....

Broj primeraka časopisa koji se naručuje u narudžbenici — i to dostaviti VINC-u.

Za pojedinačne pretplate ne dostavljamo fakture. Poručioци uplaćuju na tekući račun 60823-849-2393 VINC, Beograd (sa naznakom za koji časopis).

U slučaju spora nadležan je Drugi opštinski sud u Beogradu.

Časopis slati na adresu:

Kupac .....

Mesto ..... ul. .... br. ....

Dana ..... 199.....

M.P.

.....

