

IZDAVAČKI SAVET:

- General-potpukovnik
mr VLADAN ŠLJIVIC, dipl. inž.
(predsednik)
- General-potpukovnik
dr ALEKSANDAR RADOVIĆ, dipl. inž.
- General-major
dr MILORAD DRAGOJEVIĆ, dipl. inž.
- General-major
mr MILAN ZAKLAN, dipl. inž.
- General-major
DORDE ĐUKIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
LJUBODRAG PAVLOVIĆ, dipl. inž.
- Profesor
dr JOVAN TODOROVIĆ, dipl. inž.
- Profesor
dr ZORAN STOJILJKOVIĆ, dipl. inž.
- Profesor
dr JOSIP LENASI, dipl. inž.
- Pukovnik
dr DOBRICA PETRIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr JUGOSLAV KODŽOPELJIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
MILOSAV BRKIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
mr NOVIĆA ĐORĐEVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr ZAHARIJE VLASKALIN, dipl. inž.
- Pukovnik
JOVAN MARKOVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
mr VIDOJE PANTELIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
mr MILISAV ARSIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
mr TOMISLAV ŠTULIĆ, dipl. inž.
(sekretar)
- Potopukovnik
IVAN SLAVKOV, dipl. inž.
- Pukovnik
ŽIVOTA ILIĆ, dipl. inž.
- Major
RODOLJUB DOŠIĆ, dipl. inž.
- Major
MESUD HADŽIALIĆ, dipl. inž.
- FRANJO BRKIĆ, dipl. inž.

**GLAVNI I ODGOVORNI
UREDNIK**

Pukovnik
mr TOMISLAV ŠTULIĆ, dipl. inž.

SEKRETAR REDAKCIJE

BRANKA STOJAKOV

**ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK** — Beograd, Svetozara Mar-
kovića 70, VE-1. Telefoni: centrala
656-122, lokal: odgovorni urednik 22-976,
sekretar 23-156, pretplata 32-937, žiro-
račun: Vojnoizdavački i novinski centar
(za Vojnotehnički glasnik) 60823-849-2393
Beograd. Godišnja pretplata: za pojedin-
ca — 150 dinara, a za ustanova, pre-
duzeća i druge organizacije — 450 di-
nara. Rukopisi se ne vraćaju. Štampa:
Vojna štamparija — Beograd, Generala
Ždanova 40 b.

YU ISSN 0042-8469

IZDAJE

SAVEZNI SEKRETARIJAT ZA NARODNU OBRANU

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS
JUGOSLOVENSKE NARODNE
ARMIJE

VOJNOTEHNIČKI glasnik



6

GODINA XXXIX ● NOVEMBAR — DECEMBAR 1991.

SADRŽAJ

- Mr Novak Smiljanić,** 641 Računarski model za utvrđivanje zahteva za preventivno održavanje
kapetan I klase, dipl. inž.
- Dr Zaharije Vlaškalin,** 647 Prikaz metoda teorijske i eksperimentalne analize funkcionisanja inercionih mehanizama
pukovnik, dipl. inž.
- Prof. dr Jovan Mandić,** 658 Analitičko definisanje elastičnoidrauličnog simulatora impulsa pritiska reflektovanog udarnog talasa
dipl. inž.
- Mr Dragan Knežević,** potpukovnik, dipl. inž.
- Dr Dragutin Jovanović,** 665 Identifikacija skupa mogućih načina organizovanja željezničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja
major, dipl. inž.
- Mr Katica Marić,** 675 Osnov veličine i strukture organizacije te efekti vlasništva na strukturu
dipl. inž.

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

- 683 Iskustva iz rata u zalivu — U artiljerijskim dvobojima preciznost gađanja bila je nadmoćnija od dometa — P.M.
- 691 Globalni pozicioni sistem — B.B.
- 694 Nuklearne rakete vazdušnog baziranja ratnog vazduhoplovstva SAD — M.M.
- 697 Avijacijski optoelektronski sistemi — stanje, problemi i perspektive — L.B.
- 702 Program modernizacije oklopnih sistema — P.M.
- 704 Haubica kalibra 105 mm M119 — P.M.
- 709 Naslednici današnjih tenkova — P.M.
- 713 Francusko oklopno vozilo modularne konstrukcije »VBM« — P.M.
- 716 Da li su postojeća laka udarna vozila dugotrajno rešenje postojećih potreba — P.M.

TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

- 726 Mađarski automat 9 mm »KGP«
- 726 Iračko angažovanje na izradi »super topa«
- 727 Modernizacija 40 mm topa »L/60« švedske firme BOFORS
- 728 PVO raketni sistem »BAMSE« švedske firme BOFORS
- 728 Francuski ručni bacač zemlja-vazduh »ALBI«

- 729 Britanski PVO raketni sistem »RAPIER LASERFIRE«
- 729 Višecevni bacač raketa »VALKIRI 5« južnoafričke firme ARMSKOR
- 730 Američki bacači raketa koji mogu da lansiraju i rakete »MLRS« i rakete »ATACMS«
- 731 Sovjetski laki prenosni bacač raketa za PVO »SA-16/GI-MLET«
- 731 Američki prijemnik globalnog sistema za određivanje položaja »HANO AN/PSN-9A«
- 732 Termalna kamera produženog dometa »ERTI« britanske firme THORN EMI
- 732 Pogonska punjenja francuske protivoklopne rakete »ACCP ERYX«
- 733 Proizvodnja protulzora za PVO rakete »HAWK« u evropskim zemljama NATO-a
- 734 Višenamenski bespilotni avion »CONDOR« američke firme BOEING
- 734 Italijansko — britanski program »EH-101« za višenamenski helikopter
- 735 Britanska naduvna lažna meta, kopija tenka
- 735 Francuski tenk »AMX30C2«
- 736 Francusko lako oklopno točkaško vozilo »ALBI 4×4«
- 737 Nemački tenk za račiščavanje minskih polja »KEILER«
- 738 Francuski oklopni transporter točkaš »V.A.B. NG (N)«
- 739 Prevozni VF/SSB radio-uređaj »AN/URQ-129(V)1« američke firme HARRIS
- 739 Osmatračko-akvizicijski radar nemačke firme SIEMENS
- 740 Francuski osmatrački radar »ORCHIDEE«
- 741 Nemački digitalni računar »DMC 32« za vojnu primenu
- 742 Nemački viljuškar »R-20«

Računarski model za utvrđivanje zahteva za preventivno održavanje

Uvod

Osnovna podloga za planiranje održavanja tehničkih materijalnih sredstava (TMS) jeste utvrđivanje međuzavisnosti sistema održavanja i njegovog okruženja. Radi efikasnog upravljanja sistemom održavanja posebno je značajno utvrditi zahteve koje okruženje pred njega postavlja. Zahteve je pogodno sagledati u odnosu na koncepciju, organizaciju i tehnologiju, kao osnovna obeležja sistema održavanja. U pogledu koncepcije zahtevi se iskazuju u odnosu na preventivno i korektivno održavanje. U odnosu na organizaciju zahtevi se izražavaju prema nivoima sistema održavanja, a u smislu tehnologije zahtevi se mogu sagledati po tehnološkim programima održavanja¹ (TPO). Za praktične potrebe zahtevi se mogu izraziti u odnosu na više obeležja sistema održavanja. Na osnovu utvrđenih zahteva relativno jednostavno je iskazati kapacitete potrebne za njihovo zadovoljenje. Zbog različitog karaktera nastanka zahteva za preventivno i korektivno održavanje, oni se, u skladu s tim, utvrđuju primenom različitih metoda.

¹ Tehnološki program održavanja je skup operacija koje se provode na TMS na određenom nivou, jednokratno i neprekidno radi očuvanja ili uspostavljanja njihove radne sposobnosti. Izvode se preventivno nakon ispunjenja vremenskog ili radnog (eksploatacionog) resursa, a korektivno posle nastanka otkaza ili neispravnosti TMS.

U članku je opisan računarski model za utvrđivanje zahteva za preventivno održavanje po nivoima sistema održavanja i proračun kapaciteta radne snage po specijalnostima, koji je potreban za izvođenje radova zahtevanog održavanja na datom nivou. Model je zasnovan na konceptu usavršenog sistema održavanja. [2].

Opis modela

Utvrđivanje zahteva kao i celokupan proces planiranja u kontekstu je informacionog sistema održavanja (ISO), a potrebni podaci koriste se iz odgovarajućih datoteka njegove baze podataka.

Pod pojmom zahteva za preventivno održavanje podrazumeva se trenutak isteka vremenskog ili radnog resursa za izvođenje TPO. Zahtevi za preventivno održavanje nastaju, dakle, u vidu tehnoloških programa održavanja.

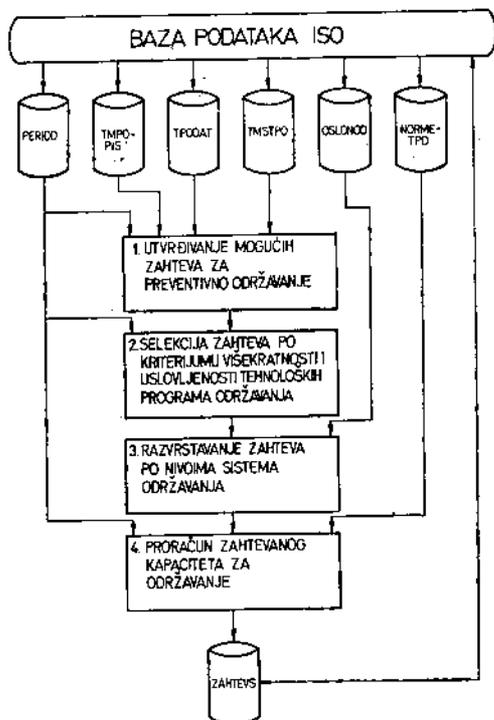
Iz definicije pojma programa održavanja TMS proističe da se zahtevi za preventivno održavanje mogu ustanoviti u odnosu na vremenski ili eksploatacioni resurs.

Razvijeni model zasnovan je na vremenskom resursu iz sledećih razloga:

— zbog niskog koeficijenta eksploatacije, većina TMS na preventivno od-

ržavanje pristiže po osnovi vremenskog resursa,

— podatke o eksploataciji TMS vodi korisnik i s njima ISO trenutno ne raspolaze ili su neprecizni i zastareli.



Sl. 1 Dijagram toka modela za utvrđivanje zahteva za preventivno održavanje

Metodologija modelovanja i karakter nastanka zahteva za preventivno održavanje opredelili su razradu modela kroz četiri modula (sl. 1):

1. modul: Utvrđivanje mogućih zahteva za preventivno održavanje.

2. modul: Selekcija zahteva po kriterijumu višekratnosti i uslovljenosti tehnoloških programa preventivnog održavanja.

3. modul: Razvrstavanje zahteva po nivoima sistema održavanja.

4. modul: Proračun zahtevanog kapaciteta za održavanje.

1. modul:

Utvrđivanje mogućih zahteva za preventivno održavanje

Prilikom utvrđivanja zahteva za preventivno održavanje prema bilo kom nivou neophodno je sagledati zahteve prema sistemu održavanja u celini. Ta potreba nastaje zbog kriterijuma uslovljenosti, međusobnog isključivanja i višekratnosti tehnoloških programa preventivnog održavanja. Otuda se ovim modulom utvrđuju svi zahtevi koje TMS postavljaju prema sistemu održavanja, da bi se iz tako utvrđenih zahteva prema navedenim kriterijumima selektivno odabrali tehnološki programi relevantni za izvođenje na TMS.

Za utvrđivanje zahteva prema sistemu održavanja koriste se:

— podaci o datumu poslednjeg izvođenja programa održavanja na TMS koji su sadržani u datoteci DATPROG,

— podaci o periodici izvođenja i trajanju programa preventivnog održavanja TMS koji su sadržani u datoteci TMSPROG,

— podaci o nadležnostima održavanja prema nivoima održavanja, sadržani u datoteci OSLONOD,

— osnovni podaci o TMS, sadržani u datotekama TMSKAT i TMSPOPIS,

— podaci o intervalu za koji se utvrđuju zahtevi, datoteka PERIOD.

Zahtevi za preventivno održavanje utvrđuju se za proizvoljni period kalendarskog vremena (d) koji se zadaje u datumskom obliku preko d_1 i d_2 :

$$d = d_2 - d_1. \quad (1)$$

Zahtev se može postaviti samo za ono TMS koje se nalazi u jedinici-ustanovi, odnosno ono TMS koje zbog održavanja ili drugih razloga nije »odsutno« iz materijalnog sastava jedinice-ustanove. »Prisustvo« TMS identifikuje se posredstvom podataka u logičkom polju AKTIVAN datoteke TMPOPIS. Dijag-

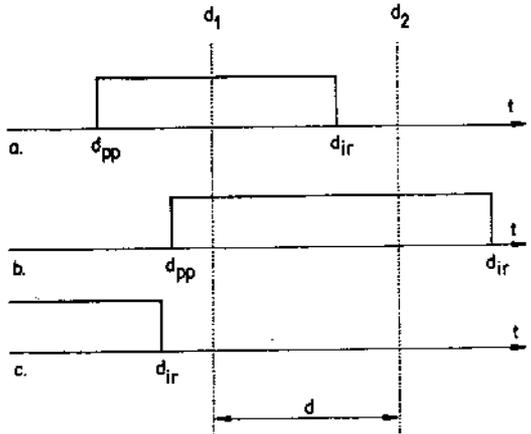
ram toka modula za utvrđivanje mogućih zahteva za preventivno održavanje po osnovi vremenskog resursa prikazan je na slici 2.

Zavisno od zatečenog stanja (d_{pp}) u datoteci TPODAT, veličine vremenskog resursa (vr) i zadatog planskog perioda (d), datum isteka vremenskog resursa u odnosu na zadati period može se naći u odnosima prikazanim na slici 3, pri čemu je:

$$a) \quad d_1 \leq d_{ir} \leq d_2, \quad (3)$$

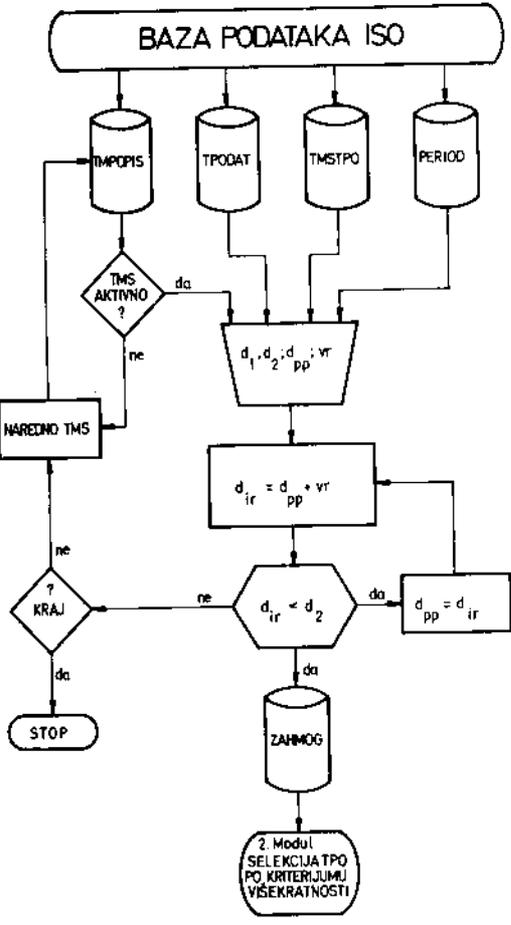
$$b) \quad d_{ir} > d_2, \quad (4)$$

$$c) \quad d_{ir} < d_1. \quad (5)$$



Sl. 3 Shematski prikaz odnosa planskog perioda i vremena nastanka zahteva za preventivno održavanje

Kandidati za konačne zahteve su oni TPO čiji je datum isteka resursa (d_{ir}) manji od gornje granice planskog perioda (d_2), slučajevi a i c na sl. 3). U slučaju b datum isteka resursa (d_{ir}) premašuje interval d , pa zbog toga interesantan za dalje razmatranje. Kako širina intervala (d) može biti proizvoljna a njegov početak d_1 ne mora se poklapati sa tekućim datumom, postoji mogućnost nastanka slučaja c koji se prilikom razmatranja zahteva ne sme zanemariti. Isključivanje zahteva ove vrste dovelo bi do »gubljenja« zahteva za datim TPO u narednim periodima. Da bi se to izbeglo, u postupku utvrđivanja zahteva može se d_{ir} , utvrđen u prvoj interakciji,



Sl. 2 Dijagram toka modula za utvrđivanje mogućih zahteva za preventivno održavanje TMS

Na osnovu podataka o datumu poslednjeg izvođenja programa preventivnog održavanja (d_{pp}) i vremenskog resursa (vr) utvrđuje se datum isteka resursa (d_{ir}). Tako utvrđen datum znači trenutak nastanka zahteva za izvođenje razmatranog programa:

$$d_{ir} = d_{pp} + vr \quad (2)$$

uslovno proglasiti novim datumom izvođenja programa preventivnog održavanja.

Pri utvrđivanju zahteva (slučaj c, sl. 3) treba računati na grešku koja može nastati zbog:

— moguće razlike između stvarnog i fiktivnog trenutka nastanka zahteva,

— zanemarenja vremena koje TMS provede u stanju »u otkazu«.

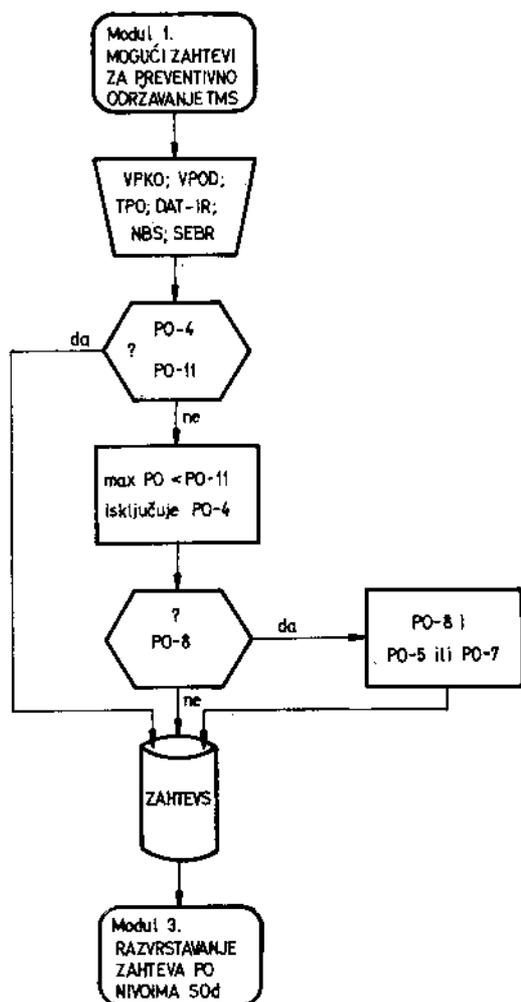
Navedena greška može se zanemariti jer datum stvarnog izvođenja programa održavanja po pravilu ne bi trebalo znatnije da odstupa od fiktivnog. S druge strane, vreme koje TMS provede u stanju »u otkazu« najčešće je zanemarivo u odnosu na dužinu vremenskog resursa. Imajući u vidu i to da je događaj c redak, uočena greška je neznatna a njen uticaj na izlazne rezultate modela u celini je zanemariv. Svi zahtevi koji ispunjavaju uslove a i c sa slike 3 memorišu se u datoteku mogućih zahteva ZAHMOG.

2. modul:

Selekcija zahteva prema kriterijumu višekratnosti i uslovljenosti tehnoloških programa

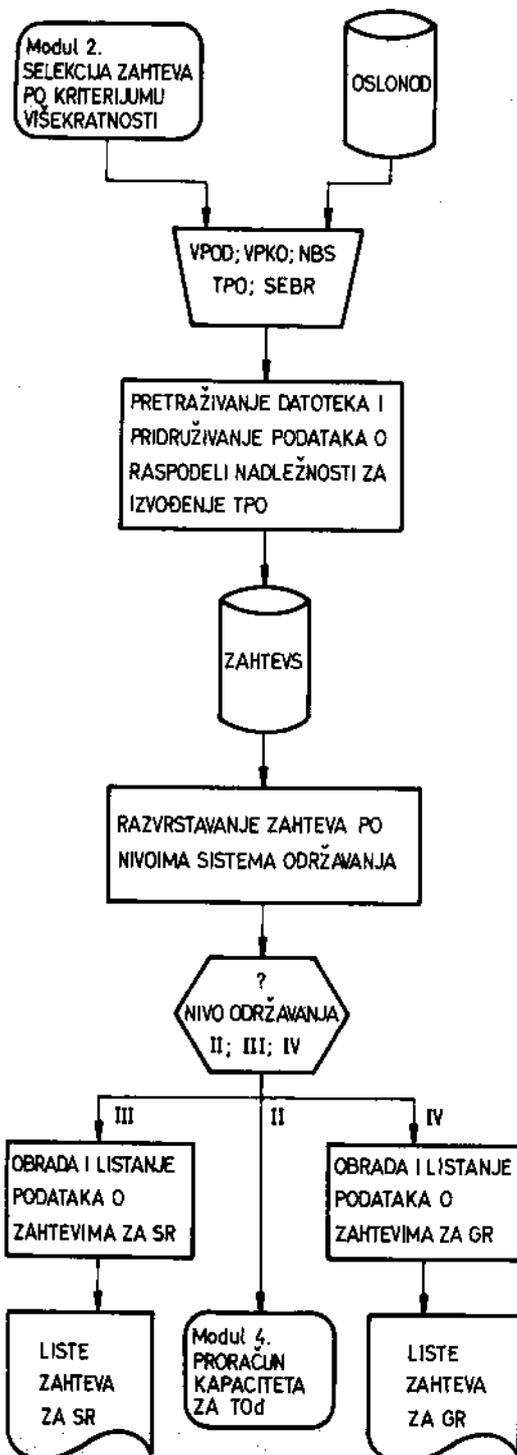
Zahtevi ustanovljeni posredstvom prvog modula, ovim modulom selektiraju se po kriterijumu međusobne uslovljenosti i isključivanja TPO. Dijagram toka modula prikazan je na slici 4. Kako su PO-4 i PO-11 nezavisni od ostalih programa, zahtevi za tim programima prihvataju se kao konačni. Kad TMS istog serijskog-registarskog broja u jednom mesecu postavi zahteve za više programa, kao konačan prihvata se najviši program, pri čemu se isključuju PO-4 i PO-11. Kada se prilikom selekcije ustanovi zahtev za PO-8, pored uvažavanja tog programa, u definitivne zahteve svrstava se PO-5 ili PO-7, zavisno od toga koji je od njih definisan za izvođenje na posmatranom TMS.

Navedeni kriterijum može se primeniti u okviru intervala od jednog meseca. Dakle, ako je u toku jednog meseca TMS istog serijskog broja pristiglo na održavanje za više programa, onda se po navedenom kriterijumu selektira najviši. Opisanim postupkom se-



Sli. 4 Dijagram toka modula za selekciju zahteva prema kriterijumima višekratnosti i uslovljenosti TPO

lekcije tehnoloških programa utvrđuju se konačni zahtevi za preventivno održavanje o čemu se podaci memorišu u datoteku ZAHTEVS.



Sl. 5 Dijagram toka modula za razvrstavanje zahteva prema nivoima sistema održavanja

3. modul:

Razvrstavanje tehnoloških programa prema nivoima sistema održavanja

Posredstvom prva dva modula ustanovljeni su i selektirani zahtevi prema sistemu održavanja u celini. Na osnovu izlaznih rezultata prethodnih modula i podataka o nadležnostima održavanja iz datoteke OSLONOD, u ovom modulu razvrstavaju se zahtevi u skladu sa organizacijom sistema održavanja (sl. 5).

U datoteci OSLONOD sadržani su podaci o nadležnostima održavanja za svaki program pojedinog TMS koje se u ISO identifikuje posredstvom nomenklaturnog broja sredstva (NBS). Za svako TMS i definisani program održavanja u navedenoj datoteci uspostavljena je jednoznačna veza između jedinice-ustanove korisnika TMS i jedinice-ustanove za održavanje.

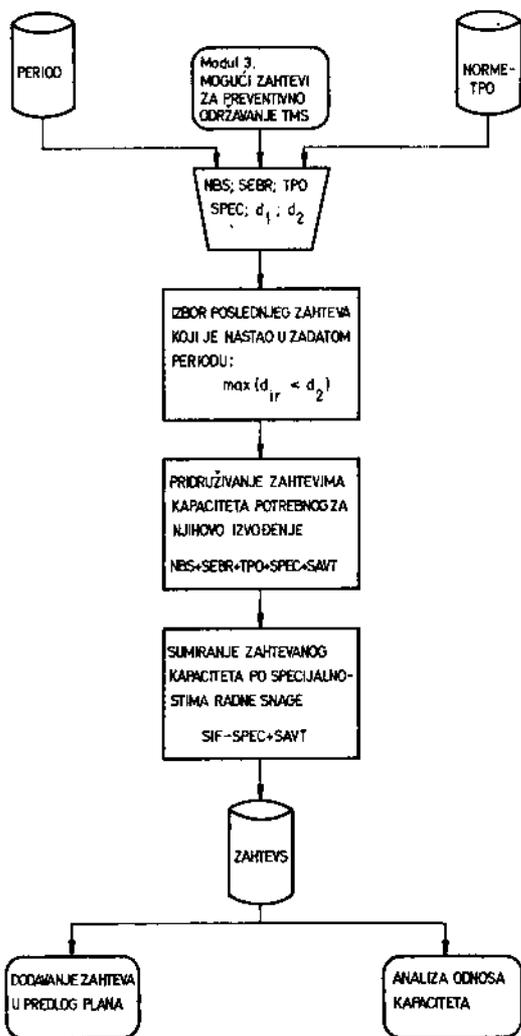
Organizacija podataka u datoteka- ma OSLONOD i ZAHTEVS omogućuje međusobno povezivanje i pretraživanje prema zajedničkom ključu, a time i pridruživanje podataka o nadležnosti održavanja svakom zapisu datoteke ZAHTEVS. Iz tako ažurirane datoteke konačnih zahteva prema sistemu održavanja izdvajaju se zahtevi prema nivoima, odnosno jedinicama-ustanovama za održavanje.

4. modul:

Proračun zahtevanog kapaciteta za održavanje

Ovim modulom utvrđuju se kapaciteti potrebni za izvođenje zahtevanih radova preventivnog održavanja na posmatranom nivou. Za svaku jedinicu-ustanovu odgovarajućeg nivoa održavanja kapaciteti se računaju prema specijalnostima radne snage.

Osnov za proračun kapaciteta su selektirani i razvrstani zahtevi posredstvom prethodnih modula i podaci o normama za izvođenje programa preventivnog održavanja koji su sadržani u



Sl. 6 Dijagram toka modula za proračun zahtevanog kapaciteta radne snage za održavanje

Literatura:

- [1] Bilbija, M. Kodžopeljić, J.: »Informatični sistem održavanja TMS KoV OS (ISO)« CVTŠ VVTŠ, Zagreb, 1986.
- [2] Petrović, J. Barković, M.: »Tehnologija održavanja TMS KoV«, CVTŠ-VVTŠ, Zagreb, 1985.

datoteci NORMETPO. U prvom koraku iz datoteke razvrstanih zahteva izdvaja se zahtev koji je prema datumu isteka vremenskog resursa nastao poslednji. Povezivanjem podataka iz datoteke ZAHTEVS i NORMETPO prema zajedničkom ključu, svakom zahtevu pridružuje se podatak o broju norma-časa odgovarajuće specijalnosti, koji su potrebni za izvođenje datog programa preventivnog održavanja. Odgovarajućom obradom podataka iz datoteka zahteva i normi prema potrebi mogu se izvući sumirani podaci o kapacitetima potrebnim za izvođenje zahtevanih radova preventivnog održavanja. Dijagram toka modula prikazan je na slici 6.

Zaključak

U članku je opisan računarski model za utvrđivanje zahteva za preventivno održavanje koje okruženje postavlja pred sistem održavanja u celini i prema njegovim nivoima. Na temelju selektivnih zahteva i normativa vremena za izvođenje radova održavanja, proračunava se kapacitet radne snage koji je potreban za izvođenje ustanovljenih zahteva za preventivno održavanje.

Model je razvijen za nivo tehničkog održavanja (TOd) s obzirom na to da se na tom nivou utvrđuju zahtevi i prema višim nivoima. Pored toga, TMS se od korisnika upućuju na više nivoe sa nivoa TOd i prati njihov tok do povratka korisniku.

Pored praktične primene na nivou TOd, model se uz eventualna prilagođavanja i izvesna pojednostavljenja može uspešno primeniti i na višim nivoima održavanja, pogotovo za proračun potrebnog kapaciteta za izvođenje objedinjenih zahteva na datom nivou.

Uvod

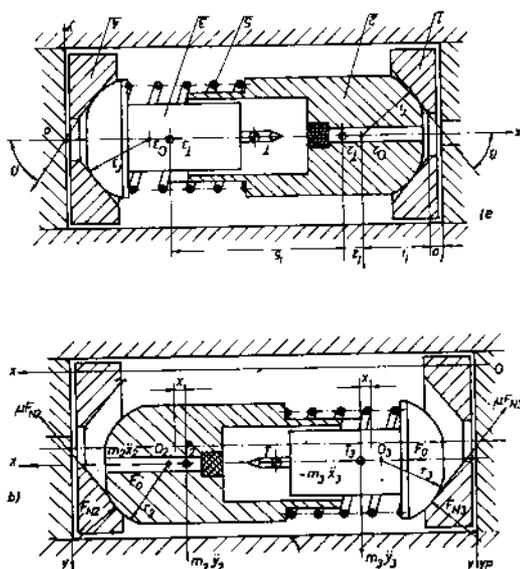
Na osnovu analize postojećih rešenja inerciono-udarnih mehanizama namenjenih za osnovnu funkciju upaljača, teoretske analize, matematičkog modelisanja i eksperimentalnog ispitivanja modela izabranog mehanizma, te variranjem najznačajnijih parametara, mogu da se predlože smernice za izbor parametara univerzalnog mehanizma za izvršenje osnovne funkcije upaljača.

Univerzalni inercioni udarni mehanizam upaljača (sl. 1) predstavlja mehanički sistem (u daljem tekstu mehanizam). Kretanje mehanizma je složeno kretanje i obavlja se u toku sudara ili prodiranja projektila kroz prepreku. Imajući u vidu da se sudar projektila sa preprekom može da realizuje pod različitim uglovima, to razlikujemo tri karakteristična slučaja kretanja mehanizma:

1. Upravni sudar projektila sa preprekom, odnosno slučaj uzdužnog dejstva prenosnog ubrzanja na mehanizam.

2. Bočni sudar projektila sa preprekom, odnosno slučaj uzdužnog nosnog ubrzanja na mehanizam.

3. Sudar projektila sa preprekom pod nekim uglom, odnosno dejstvo prenosnog ubrzanja na mehanizam pod uglom.



Sl. 1 (a, b) Univerzalni inerciono-udarni mehanizam avioupaljača (a — početni položaj, b — položaj u toku kretanja pri bočnom dejstvu prenosnog ubrzanja):

1 — telo sa konusnom površinom; 2 — udarnik sa kapislom; 3 — udarnik sa iglom; 4 — telo sa konusnom površinom; 5 — opruga.

Pri razmatranju kretanja mehanizma upaljača, sistema jednokratne upotrebe, pretpostaviće se da projektil pri sudaru sa preprekom prodire kroz nju i da u toku kretanja ne menja pravac u odnosu na svoju uzdužnu osu. Zatim, zanemariće se uticaj sile Zemljine teže,

a neće se razmatrati i slučaj rikošeta projektila.

Pri analizi kretanja mehanizma upaljača (sl. 1) prikaz metode biće dat za drugi slučaj kretanja, pri čemu će se varirati parametri koji utiču na kretanje mehanizma usled inercije. Za mehanizam dat na slici 1 potrebno je da se analiziraju sledeći parametri:

— masa pokretnih delova (m_1 , m_2 , m_3 i m_4),

— karakteristike opruge: krutost (k) i dužina (X_0),

— ugao nagiba konusa (β),

— ugao susreta avionske bombe sa preprekom (α), nema uticaja kod drugog slučaja kretanja.

Jednačine kretanja mehanizma pri bočnom dejstvu prenosnog ubrzanja

Pri definisanju ovog kretanja uvođe se određena uprošćenja:

(1) da su mase udarnika sa iglom i udarnika sa kapislom jednake,

(2) da su njihova težišta podjednako udaljena od dodirnih površina.

Isto tako, zanemaruje se uticaj međutrenja udarnika. Sa ovim uprošćenjima, prema slici 1, opšta diferencijalna jednačina kretanja mehanizma, sistema udarnika tela, odnosno težišta tela 2 i 3 (tačke T_2 i T_3) glasi:

$$\Sigma Y = 0; m_2 \ddot{y}_2 + m_3 \ddot{y}_3 - F_{N_1} \cdot (\cos \beta + \mu \sin \beta) - F_{N_2} \cdot (\cos \beta + \mu \sin \beta) = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma X = 0; m_2 \ddot{x}_2 + F_0 - F_{N_2} \cdot (\sin \beta - \mu \cos \beta) = 0 \quad (2)$$

$$- m_3 \ddot{x}_3 - F_0 - F_{N_3} \cdot (\sin \beta - \mu \cos \beta) = 0 \quad (3)$$

gde su:

m_2 — masa udarnika sa kapislom, sa

m_3 — masa udarnika sa iglom, sa

$F_0 = k(2x + x_0)$	— sila opruge,
k	— krutost opruge,
x_0	— prednapon opruge, dužina prethodnog sabijanja opruge,
F_{N_2}, F_{N_3}	— normalne sile,
μ	— koeficijent trenja,
$\ddot{y}_2, \ddot{y}_3, \ddot{x}_2, \ddot{x}_3$	— komponente ubrzanja.

Na osnovu prethodnih pretpostavki može se usvojiti da je

$$\ddot{y}_2 = \ddot{y}_3 = \ddot{y}_p = a(t), \text{ i } \ddot{x}_2 = \ddot{x}_3 = \ddot{x}_p$$

Nakon transformacija ovih jednačina dobiće se opšta diferencijalna jednačina kretanja mehanizma pri bočnom dejstvu prenosnog ubrzanja

$$m_2 \ddot{x} - \frac{m_2 + m_3}{2} \cdot [a(t) - \ddot{x} \cdot \operatorname{tg} \beta] \cdot \frac{\sin \beta - \mu \cos \beta}{\cos \beta + \mu \sin \beta} + k(2x + x_0) = 0, \quad (4)$$

gde su:

\ddot{x} — relativno ubrzanje udarnika sa iglom, odnosno udarnika sa kapislom,

$a(t)$ — prenosno ubrzanje, koje deluje na mehanizam.

Pri analizi kretanja mehanizma potrebno je odrediti vrednost kinetičke energije neophodne za aktiviranje inicijalne kapisle, koja u ovom slučaju glasi

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot (m_2 + m_3) \cdot x^2, \quad (5)$$

gde je:

\dot{x} — brzina kretanja nosača igle ili nosača kapisle.

Odgovarajućim transformacijama jednačine (4) moguće je naći rešenje ove jednačine svođenjem na oblik

$$\ddot{x} + n^2 x = f(t), \quad (6)$$

gde su:

$$n^2 = C_1 = \frac{2k}{m_2 + \frac{m_2 + m_3}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{\sin \beta - \mu \cos \beta}{\cos \beta + \mu \sin \beta}},$$

$$c_1 x_0 = c_3,$$

$$f(t) = c_2(t) - c_3,$$

$$C_2(t) = \frac{\frac{m_2 + m_3}{2} \cdot a(t) \cdot \frac{\sin \beta - \mu \cos \beta}{\cos \beta + \mu \sin \beta}}{m_2 + \frac{m_2 + m_3}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{\sin \beta - \mu \cos \beta}{\cos \beta + \mu \sin \beta}}.$$

Konačno se dobija:

$$x(t) = E_1 \cos nt + E_2 \sin nt - \frac{\cos nt}{n} \int f(t) \cdot \sin nt dt + \frac{\sin nt}{n} \int f(t) \cdot \cos nt. \quad (7)$$

U daljem računu aproksimacijom vrednosti za prenosno ubrzanje sledi:

$$C_2(t) = a(t) = \begin{cases} a_{\max} \cdot \frac{t}{t_1} & ; t \leq t_1 \\ a_{\max} \cdot \frac{t_p - t}{t_p - t_1} & ; t \geq t_1. \end{cases}$$

Budući da se integrali iz jednačine (7) mogu rešiti, dobiće se rešenje za $x(t)$ i $V(t) = \dot{x}(t)$.

Konstante E_1 i E_2 mogu se odrediti iz uslova da je

$$x(0) = 0$$

$$\dot{x}(0) = 0$$

te sledi:

$$E_1 = \frac{C_3}{C_1}; E_2 = -\frac{a_{\max}}{t_1 C_1 \sqrt{C_1}}.$$

Analiza rezultata dobijenih matematičkim modelisanjem

Rešavanje jednačina kretanja mehanizma vršeno je pomoću programskog

jezika FORTRAN, a variranjem a_m i drugih parametara, na računaru Cyber 170/720 dobijene su međuzavisne veličine za:

t — vreme kretanja,

E_k — kinetičku energiju, i

x — put kretanja.

Rešenja će se prikazati dijagramima na kojima će biti date funkcije $t = f_1(x)$, $E_k = f_2(x)$, $E_k = f_3(t)$.

Da bi se moglo vršiti upoređenje rezultata dobijenih matematičkim modelisanjem i eksperimentalnim putem, uvešće se koeficijenti kojima se može upoređivati promena kinetičke energije:

1. Koeficijent uticaja prepreke izražene preko promene prenosnog ubrzanja »a«

$$k_{ax} = \frac{\Delta E_{kx}}{\Delta a_m} = \frac{\Delta f_2(x)}{\Delta a_m},$$

odnosno,

$$k_{at} = \frac{\Delta E_{kt}}{\Delta a_m} = \frac{\Delta f_3(t)}{\Delta a_m}.$$

2. Koeficijent uticaja inercione mase mehanizma »m«

$$k_{mx} = \frac{\Delta E_{kx}}{\Delta m} = \frac{\Delta f_2(x)}{\Delta m},$$

odnosno,

$$k_{mt} = \frac{\Delta E_{kt}}{\Delta m} = \frac{\Delta f_3(t)}{\Delta m}.$$

3. Koeficijent uticaja prednapona opruge » x_0 «

$$k_{x_0x} = \frac{\Delta E_{kx}}{\Delta x_0} = \frac{\Delta f_2(x)}{\Delta x_0},$$

odnosno,

$$k_{x_0t} = \frac{\Delta E_{kt}}{\Delta x_0} = \frac{\Delta f_3(t)}{\Delta x_0}.$$

4. Koeficijent uticaja krutosti op-
ruge »k«

$$k_{kx} = \frac{\Delta E_{kx}}{\Delta k} = \frac{\Delta f_2(x)}{\Delta k}$$

Na osnovu napred datih jednačina urađen je program P-1. Variranjem vrednosti određenih parametara a_m , m_3 , k i x_0 (tabela 1) dobijene su međuza-

Tabela 1

Pregled variranih parametara za program P-1*

Red. br.	Variranje parametara											
	Parametar br. 1		Parametar Br. 2		Parametar br. 3		Parametar br. 4		Parametar br. 5		Parametar br. 6	
	oznaka	iznos	oznaka	iznos	oznaka	iznos	oznaka	iznos	oznaka	iznos	oznaka	iznos
1.		380		0,030		0,035		80		0,015		50
2.	a_m [m/s ²]	400	m_2 [kg]	0,0311	m_3 [kg]	0,0377 ^k	k [daN/m]	96	x_0 [m]	0,0225	β [°]	55
3.		420		0,0400		0,045		110	0,025	0,025		60
Ostali parametri												
Red. br.	Parametar br. 7		Parametar br. 8		*) Kod programa P-1 promena parametara m_1 i m_2 nema uticaja na kretanje mehanizma							
	oznaka	iznos	oznaka	iznos								
1.	t_1 [S]	0,01	t_p [S]	0,0255								

kao i

$$k_{kt} = \frac{\Delta E_{kt}}{\Delta k} = \frac{\Delta f_3(t)}{\Delta k}$$

5. Koeficijent uticaja ugla konusa
»β«

$$k_{\beta x} = \frac{\Delta E_{kx}}{\Delta \beta} = \frac{\Delta f_2(x)}{\Delta \beta}$$

tj.

$$k_{\beta t} = \frac{\Delta E_{kt}}{\Delta \beta} = \frac{\Delta f_3(t)}{\Delta \beta}$$

6. Koeficijent uticaja ugla »α« pod kojim deluje prenosno ubrzanje »α«

$$k_{\alpha x} = \frac{\Delta E_{kx}}{\Delta \alpha} = \frac{\Delta f_2(t)}{\Delta \alpha}$$

odnosno,

$$k_{\alpha t} = \frac{\Delta E_{kt}}{\Delta \alpha} = \frac{\Delta f_3(t)}{\Delta \alpha}$$

visne veličine za vreme kretanja (t), kinetička energija (E_k) i ukupan put kretanja (x).

S obzirom na dinamičke osobine centrifuge na kojoj je vršeno eksperimentalno ispitivanje, radi upoređenja rezultata koriste se podaci za prenosno ubrzanje za određeni tip projektila.

Pomoću programa P-1 na računaru dobijeni su rezultati, koji su posle obrade prikazani u vidu dijagrama. Primer rezultata dat je u vidu dijagrama (sl. 2 i sl. 3). Na ovim dijagramima prikazane su funkcije $t=f_1(x)$, $E_k=f_2(x)$ i $E_k=f_3(t)$ i to za varirane parametre a_m , m_3 , k i x_0 .

Preko promene materijala prepreke iskazane sa a_m i koeficijentom k_c , dobijene su vrednosti koeficijenata k_m , k_k , k_{x_0} i k_x , koji su prikazani u tabeli 2.

```
PROGRAM ZAR1 (INPUT, OUTPUT, TAPE=INPUT, TAPE2=OUTPUT, TAPE4)
REAL K,M1,M2,M4,MI,JO,L1,L2,L3,M3,LN1,L4,L5,LM2,LM3,LM4,
REAL L11,L12,L13,L14,M4M,M2M,M2M,M3M,M5N,L
```

```
C ++++++
```

```
C POČETNI USLOVI:
```

```
PI=ACOS(-1.)
```

```
X=X1=F11=0.0
```

```
DT=0.0000;
```

```
N4M=0.025
```

```
K=96
```

```
M1=0.0303
```

```
M2=0.0694
```

```
MI=0.1
```

```
TP=0.0255
```

```
L1=0.045
```

```
L2=0.023
```

```
L3=0.041
```

```
M3=0.0706
```

```
M4=0.0956
```

```
LM1=0.0017148
```

```
L4=0.055
```

```
L5=0.51
```

```
LM2=0.0000311
```

```
LM3=0.0001388
```

```
C LM4=0.000045
```

```
XO=0.0225
```

```
JO=0.076674/1000.
```

```
AL=150.*PI/180.
```

```
BET=55*PI/180.
```

```
M2M=0.0311
```

```
M3M=0.0377
```

```
M5M=0.0018
```

```
R2=0.010
```

```
R3=0.10
```

```
R4=0.018
```

```
T1=0.01
```

```
DO 44 I=1,10
```

```
AMAX=360+I*20
```

```
L14=0.057
```

```
C4=M3M+M4M+M5M/3.
```

```
C5=C4*AMAX
```

```
G1=(N2N+M3M)*0.5*(SIN(BET)-MI*COS(BET))/COS(BET)+MI*SIN(BET))
```

```
G2=M2M+G1*TAN(BET)
```

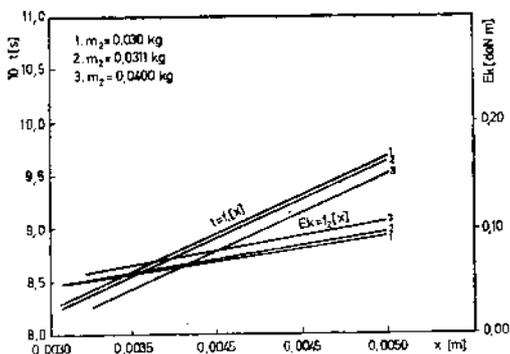
```
G3=G1*AMAX/T1
```

```

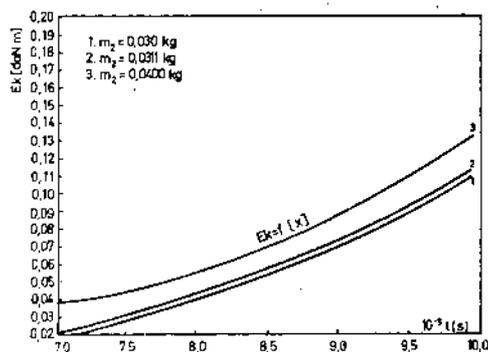
C1=2*K/G2
C2=G3/G2
C3=K*X0/G2
E1=+C3/C1
E2=AMAX/(T1*C2*SQRT(C1))
WRITE(4,0)
9  FORMAT(6X, 'T', 12X, 'EK', 12X, 'X')
C  DO 1 T=0.00220,T1,DT
=====
UG=SQRT(C1)*T
IF(T.LE.T1)TNEN
X1T=C1*COS(UG)+E2*SIN(UG)-COS(UG)/SQRT(C1)*((+AMAX/T1)*((
NSIN(UG)-UG*(COS(UG))/C1)+C3*COS(UG)/SQRT(C1)+SIN(UG)/SQRT(C1)*
N(AMAX/T1*(T*SIN(UG)/SQRT(C1)+1./C1*COS(UG)-C3*SIN(UG)/SQRT(C1))
ZAG1=AMAX/T1*(SIN(UG)-UG*COS(UG))/C1+C3*COS(UG)/SQRT(C1)
ZAG2=AMAX/T1*(T*SIN(UG)/SQRT(C1)+1./C1*COS(UG)-C3*SIN(UG)/
NSQRT(C1)
X1TPR=E2*SQRT(C1)*COS(UG)-E1*SQRT(C1)*SIN(UG)+SIN(UG)*ZAG1
N-COS(UG)/SQRT(C1)*(AMAX/T1*((T*SQRT(C1)*SIN(UG))/SQRT(C1)
N)*C3*SIN(UG))+COS(UG)*ZAG2+SIN(UG)/
NSQRT(C1)*(AMAX/T1*(T*SQRT(C1)*COS(UG)/SQRT
N(C1)*C3+COSUG))
ELSE
F2S=(AMAX+C3)/SQRT(C1)*COS(UG)-(T/SQRT(C1)*COS(UG)-SIN(UG))/(C1)*
NAMAX/TP
F2C=AMAX/TP*(T*SIN(UG)/SQRT(C1)+COS(UG)/C1)-SIN(UG)*((AMAX+C3)/
NSQRT(C1)
X1T=E1*COS(UG)+E2*SIN(UG)+(-COS(UG)*F2S-SIN(UG)*F2C)/SQRT(C1)
ZAG1=AMAX/TP*(SIN(UG)/C1-T*COS(UG)/SQRT(C1))+COS(UG)*
N(AMAX+C3)/SQRT(C1)
ZAG2=AMAX/TP*(T*SIN(UG)/SQRT(C1)+COS(UG)/C1)-SIN(UG)*
N(AMAX+C3)/SQRT(C1)
X1TPR=E2*SQRT(C1)*COS(UG)-E1*SQRT(C1)*SIN(UG)+SIN(UG)*ZAG1=
NCOS(UG)/SQRT(C1)*(AMAX/TP*TP*T*SIN(UG)+SIN(UG)*(AMAX+C3))+
NCOS(UG)*ZAG2+SIN(UG)/SQRT(C1)*(AMAX/TP*T*COS(UG)-COS(UG)*
N(AMAX+C3))
ENDIF
C  =====
C  X +C1*X+C2(T)+C3=0
C  =====
EK=(M2M+M3M)*0.5*X1TPR**2
WRITE(4,2)T,EK,X1T,AMAX
2  FORMAT (F10.5,2F13.6,3F12.1)
1  CONTINUE
44 CONTINUE
END

```

Red. br.	Naziv koeficijenta	Jed. mera	Rezultati mat. modeliranja		Eksperimentalni rezult.		
			oznaka	iznos	oznaka	iznos	
1.	Uticaj promene prepreke	[daN s ²]	k_{xx}	$0,15 \times 10^{-3}$	k_{xx}		Neznatan uticaj
			k_{x_0}	$0,15 \times 10^{-3}$	k_{xt}		
			k_{x_1}	$0,21 \times 10^{-3}$			
2.	Uticaj promene inercione mase mehanizma » k «	$\left[\frac{\text{daN m}}{\text{kg}} \right]$	k_{xx}	1,2	k_{xx}		Konstantan uticaj u toku kretanja
			k_{xt}	1,8	k_{xt}		
3.	Uticaj promene krutosti opruge » k «	[m ²]	k_{xx}	0	k_{xx}		nema uticaja
			k_{xt}	$0,2 \times 10^{-3}$	k_{xt}		
4.	Uticaj promene prednapona opruge » x_0 «	[daN]	$k_{x_0 t8}$	-0,6	$k_{x_0 t8}$		nema uticaja
			$k_{x_0 t9}$	-1,1	$k_{x_0 t9}$		
5.	Uticaj promene ugla konusa » β «	$\left[\frac{\text{daN m}}{\text{rad.}} \right]$	$k_{\beta x}$	0	$k_{\beta x}$	0,046	Neznatan uticaj, jer je ograničena vrednost ugla
			$k_{\beta x}$	0,023	$k_{\beta x}$	0,035	
6.	Uticaj promene ugla » α «	$\left[\frac{\text{daN m}}{\text{rad.}} \right]$	$k_{\alpha x}$	—	$k_{\alpha x}$	—	Nema uticaja
			$k_{\alpha t}$	—	$k_{\alpha t}$	—	



Sl. 2 Funkcije $t=f_1(x)$ i $E_k=f_2(x)$ u zavisnosti od promene m_2 pri $a_m=420 \text{ m/s}^2$



Sl. 3 Funkcije $E_k=f_3(t)$ u zavisnosti od promene m_2 pri $a_m=420 \text{ m/s}^2$

Eksperimentalni rezultati ispitivanja univerzalnog inerciono-udarnog mehanizma avionskog upaljača

1. — *Izbor uzorka mehanizma, definisanje alata za ispitivanje i opis metoda i uređaja za ispitivanje*

Uzorak mehanizma sa pet elemenata izrađen je u nekoliko varijanata, kod kojih je variran određeni broj parametara. Merenje masa sistema vršeno je na preciznoj elektronskoj vagi. Za eksperimentalna istraživanja konstruisan je specijalni alat, koji obezbeđuje promenu parametara i prome-

nu položaja uzorka u odnosu na osu rotacije centrifuge.

U toku ispitivanja izvršeno je preko 100 opita pri kojima je vršena promena više parametara mehanizama.

2. — Osnovni parametri mehanizma pri eksperimentalnim ispitivanjima

Pri ispitivanju je uzet osnovni uzorak mehanizma, koji najbliže odgovara kinematsko-dinamičkim i konstrukcionim osobinama mehanizma (sl. 1). Na osnovu neznatnih izmena u konstrukciji mehanizma, promenom materijala elemenata, postignuto je variranje sledećih parametara:

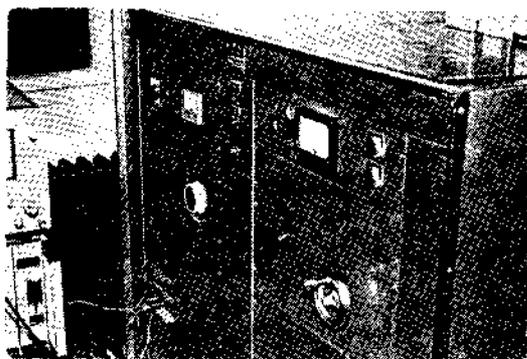
- masa konusnog dela m_1 ,
- masa konusnog dela m_4 ,
- masa nosača kاپسle m_2 ,
- masa nosača igle m_3 ,
- krutost opruge »k«,
- prednapon opruge x_0 ,
- ugao konusa β ,
- ubrzanje »a« (promenom broja obrtaja centrifuge).

S obzirom na to da se u toku ispitivanja nije mogao izbeći uticaj alata, to se pri obradi rezultata ispitivanja mora da otkloni njegov uticaj.

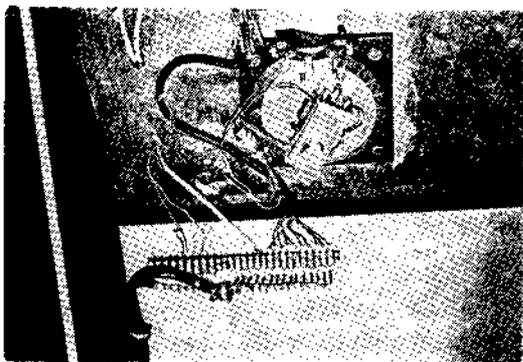
3. — Opis metode i uređaja za eksperimentalna istraživanja

Eksperimentalna istraživanja vršena su na centrifugi »GENISKO«, koja se sastoji od rotirajućeg i komandnog sklopa. Rotirajući sklop se sastoji od rotora sa dva kraka: na jednom kraku se postavlja predmet — uzorak koji se ispituje, a na drugom masa za uravnoteženje. Komandovanje i prenos podataka vrši se pomoću kliznih prstenova, tako da se pomoću odgovarajućih veza uspostavlja veza između komandnog pulta (sl. 4) i uzorka (sl. 5). Za ova istraživanja posebno je izrađen elek-

tronski regulator-sinhronizator, kojim se obezbeđuje izvršenje željenog opita i snimanje rezultata u realnom vremenu. Rezultati ispitivanja su snimani na disketi, koja se nalazila u sklopu osciloskopa. Sa diskete karakteristične krive su obrađivane radi prikaza eksperimentalnih rezultata u vidu dijagrama.



Sl. 4 Komandni pult centrifuge



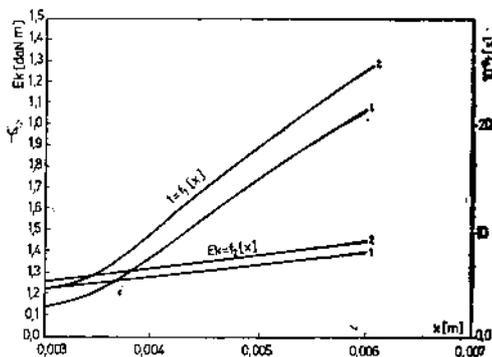
Sl. 5 Izgled uzorka sa alatom na centrifugi i veza za prenos podataka

4. — Analiza eksperimentalnih rezultata pri bočnom kretanju mehanizma

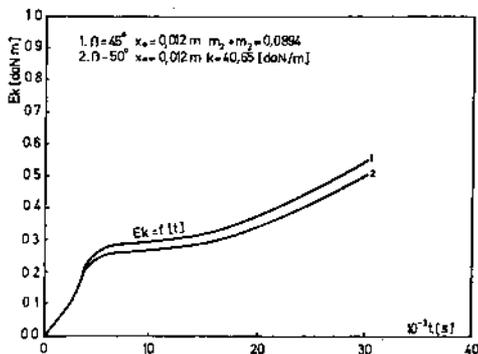
U toku eksperimentalnih ispitivanja nije vršena analiza uticaja konstrukcije alata (uticaj mase i inercije mase), zatim nije analiziran uticaj trenja (kvalitet izrade elemenata) i tolerancija sklopova pokretnih delova mehanizma. Sa ovim uticajima rezultati

bi bili kompletniji, ali bi imali i složena eksperimentalna ispitivanja. Prema tome, istraživanja mase, geometrije i osnovnih parametara mehanizma su pokazala, da se kao metod analize može uspešno primenjivati u slučajevima analize mehanizma za konstrukcije mehaničkih elemenata avio-upaljača i u drugim sličnim mehanizmima.

Obzirom na specifičnost ovog položaja mehanizma, težište je dato na analizu uticaja ugla konusa » β « na kretanje mehanizma.



Sl. 6 Funkcija $t=f_1(x)$ i $E_k=f_2(x)$ u zavisnosti od promene ugla konusa " "



Sl. 7 Funkcija $E_k=f_3(t)$ u zavisnosti od promene ugla konusa " "

Na osnovu analize rezultata dobijeni su dijagrami kao na primer na slici 6 i 7, iz kojih se može zaključiti, da su funkcije $t=f_1(x)$, $E_k=f_2(x)$ i $E_k=f_3(x)$ rastuće. Pri tome, promena ug-

la »β« ima neznatan uticaj na promenu funkcija $E_k = f_2(x)$ i $E_k = f_3(t)$, a znatno veći uticaj na funkciju $t_1 = f_1(x)$.

Uticaji parametara na promenu kinetičke energije, koji su definisani koeficijentima k_m , k_k , k_{x_0} i k_β prikazani su u tabeli 2.

Upoređenje teorijskih i eksperimentalnih rezultata

Budući da kod matematičkog modeliranja nije uzet u obzir uticaj trenja, tolerancije sklopova i kvalitet površina, a kod eksperimentalnih rezultata nije proučen uticaj alata (osim što je uzeto u obzir učešće mase alata), to su se javile razlike u dobijenim rezultatima. Prema tome direktno upoređenje rezultata nije moguće, pa će se isto izvršiti upoređenjem koeficijenta promene parametara.

Upoređenjem dobijenih rezultata matematičkim modelisanjem i eksperimentalnim ispitivanjem (tabela 2) može da se zaključi sledeće:

a) Konstrukcija mehanizma sa prethodno usvojenim osnovnim parametrima potpuno zadovoljava namenu. Pri kretanju mehanizma za $x = 0,004$ m obezbeđuje se dovoljna kinetička energija za aktiviranje inicijalne kapisle $E_k > 0,008$ daNm.

b) Pri variranju vrednosti parametara svi dobijeni rezultati pokazuju da su funkcije $t = f_1(x)$, $E_k = f_2(x)$ i $E_k = f_3(t)$ neprekidne rastuće funkcije.

c) Uticaj promene krutosti opruge (k) je neznatan, osim što se kod eksperimentalnih ispitivanja javljaju veće razlike u rezultatima.

d) Uticaj promene prednapona opruge (x_0) je izrazit kod eksperimentalnih ispitivanja. Uzrok tome je znatno veći uticaj konstrukcije alata, uređaja za ispitivanje, kao i položaja inercionih masa (dužine naleganja pokretnih delova mehanizma i dr.).

f) Ugao konusa β određen je kinetičkim i konstrukcionim uslovima, tako da se zbog obezbeđenja funkcije mehanizma ne dozvoljava veliko variranje vrednosti ovog ugla. Za varirane vrednosti ugla $\beta = 55^\circ \pm 5^\circ$, uticaj ove promene je neznatan. Ugao »β« ne sme imati velike razlike, jer njegova vrednost zavisi od kinematsko-konstrukcionih uslova mehanizma.

Na osnovu prethodno usvojenog gabarita mehanizma, teorijske i eksperimentalne analize kojom su varirani određeni parametri, mogu da se predlože parametri mehanizma kojim se potpuno zadovoljava funkcija mehanizma.

Pored ovog, unapred odabranog i istraživanog mehanizma, takođe je moguće raditi optimizaciju parametara za svako drugo polazno gabaritno rešenje mehanizma, koje najpre mora da zadovolji konstrukciono-kinematske uslove funkcionisanja mehanizma upaljača, odnosno sistema upaljača-projektil.

Optimalna rešenja dobijena matematičkim i eksperimentalnim istraživanjima mogu lako da se provere na malom broju uzoraka u realnim — stvarnim uslovima funkcionisanja mehanizma. Suprotno, bez ovog istraživanja potreban je daleko veći broj optita bez mogućnosti ponavljanja optita, da bi se utvrdila optimalna konstrukcija mehanizma.

Zaključak

Optimizacija parametara mehanizma izvršena je u odnosu na tri karakteristične veličine: kinetičku energiju, put i vreme kretanja, koje definišu funkciju mehanizma. Upoređenje rezultata optimizacije izraženo je preko koeficijenta za svaki parametar, tako da se brzo mogu da odrede optimalni mehanizmi za svake druge vrednosti tri osnovne veličine, koje definišu funkciju mehanizma. Postavljeni zadatak od-

ređivanja optimalnih parametara mehanizma obuhvatio je utvrđivanje karakteristika univerzalnih inerciono-udarnih mehanizama kojim se obezbeđuje funkcionisanje upaljača i projektila.

Istraživanja u okviru ovog rada pružaju dobru osnovu za dalji rad i konačno definisanje kriterijuma kretanja univerzalnih inerciono-udarnih mehanizama upaljača pa i drugih mehanizama i uređaja u upaljačima. Istraživanja treba proširiti na utvrđivanje uticaja vremena reagovanja meha-

nizma-impulsa, zatim uticaj trenja, na teorijske i eksperimentalne rezultate. Pored ovoga, dalja istraživanja treba da obuhvate uticaj tolerancije sklopova pokretnih delova, zatim uticaj alata i uređaja za ispitivanje.

Ovom metodom je dokazano da se prethodno preko matematičkog i eksperimentalnog modela za ispitivanje na manjem broju uzoraka mogu izbeći veoma skupa i nekompletna ispitivanja realnih uzoraka, što je sada redovna praksa u ovoj oblasti istraživanja i razvoja sličnih mehanizama upaljača.

Literatura:

- [1] Bernard R. S.: »Projectile penetration in soil and rock, analysis for non-normal impact«, US Army, E. W. S. Wicksburg Mississippi, 39180, ADA 081044, 1979.
- [2] Brudette, EG: »Projectile penetration into Buried structures«, Journal of the structural Division, 1979, February.
- [3] Vlaškalin Z.: »Projekat avioupaljača AUF-M66«, VTI Beograd, 1967.
- [4] Vlaškalin Z.: »Projekat avioupaljača AUI-M67«, VTI Beograd, 1967.
- [5] Vlaškalin Z.: »Konstrukcija upaljača«, skripta, VTVA Žarkovo, 1982.
- [6] Vlaškalin Z.: »Prilog određivanja optimalnih konstrukcionih parametara univerzalnog inerciono-udarnog mehanizma avioupaljača«, doktorska disertacija, Mašinski fakultet Beograd, 1988.

Prof. dr Jovan Mandić,
dipl. inž.
Mr Dragan Knežević,
potpukovnik, dipl. inž.

Analičko definisanje elastičnohidrauličnog simulatora impulsa pritiska reflektovanog udarnog talasa

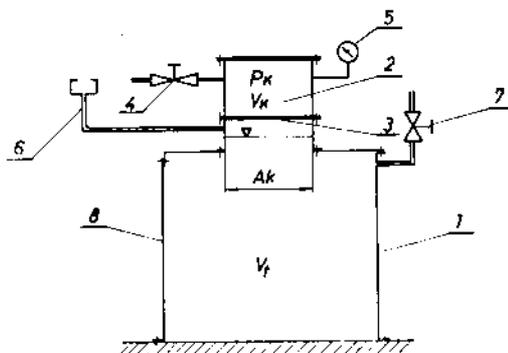
Uvod

Zbog funkcionalnih veza između spoljnijeg sveta i unutrašnjosti objekta, na zaštitnim objektima postoje otvori za kretanje, dovod i odvod vazduha. U te otvore ugrađuju se specijalne konstrukcije, kao što su pregrade vrata i protivudarni ventili. Kvalitet zaštite objekta direktno je zavisian od kvaliteta zaštite tih otvora. U smislu nalaženja optimalnih rešenja tih konstrukcija i provere otpornosti pre ugradnje u zaštitni objekat, potrebno je izvršiti provere ispitivanja tih konstrukcija na opterećenja koja se neznatno razlikuju od dejstva vazdušnog udarnog talasa (VUT-a) nuklearne eksplozije. Jedino eksperimentom potvrđena teorijska razmatranja mogu dati pouzdana tehnička rešenja konstrukcija otpornih na VUT. Za te svrhe, u praksi se koriste posebni uređaji u kojima je moguće ostvariti opterećenja koja su identična (ili približna) dejstvu VUT-a nuklearne eksplozije u vazdušnom prostoru. U radu je data nova koncepcija ostvarivanja reflektovanog pritiska udarnog talasa, koja se bitno razlikuje od do sada poznatih i realizovanih uređaja (udarnih cevi). Uređaj je nazvan elastičnohidraulični simulator reflektovanog pritiska udarnog talasa. Suština koncepcije sastoji se u tome što se potencijalna energija vazduha pod visokim pritiskom pre-

tvara u kinetičku energiju, a ova se ispoljava impulsom udarnog talasa na konstrukciju koja se ispituje.

Koncepcija simulatora

Shematski prikaz simulatora dat je na slici 1. Simulator se sastoji od dve komore, radne (1) i pogonske (2), koje su razdvojene membranom (3). U po-



Sl. 1 Shematski prikaz elastičnohidrauličnog simulatora impulsa pritiska udarnog talasa: 1 — radna komora; 2 — pogonska komora; 3 — membrana; 4 — ventil; 5 — manometar; 6 — ventil; 7 — ventil; 8 — konstrukcija koja se ispituje.

gonskoj komori nalazi se komprimirani vazduh, pod pritiskom Δp_m . U radnoj komori nalazi se voda pod atmosferskim pritiskom. Membrana simulatora

je proračunata tako da se raskida pod odgovarajućim pritiskom komprimiranog vazduha. Na pogonskoj komori ugrađen je ventil (4) za dovod vazduha pod visokim pritiskom u komoru. Komora je snabdevena manometrom (5) za kontrolu radnog pritiska vazduha. Ispod membrane simulatora predviđen je slobodan prostor (određene visine), koji omogućava raskidanje membrane bez otpora tečnosti. Slobodan prostor između pogonske i radne komore ventilom (6) vezan je za spoljnu atmosferu.

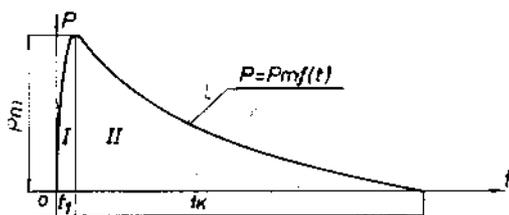
Na bočnoj strani radne komore (1) postavlja se konstrukcija (8) koja se želi ispitivati na dejstvo impulsa udarnog talasa. Na radnu komoru ugrađen je ventil (7) radi punjenja komore vodom. Ventil (6) ujedno služi za regulaciju trajanja impulsa udarnog talasa ostvarenog u simulatoru.

Princip rada simulatora

Pogonska komora (2) u stanju pripreme ispunjena je vazduhom pritiska Δp_m . Veličina pritiska Δp_k funkcija je reflektovanog pritiska Δp_r koji se želi ostvariti, trajanja i drugih uticajnih faktora, koji će se analitički definisati. Proces u simulatoru se aktivira raskidanjem membrane pri pritisku Δp_k u pogonskoj komori. Potencijalna energija vazduha u pogonskoj komori, nakon rasprskavanja membrane posredse u kinetičku, a ova se ispoljava impulsvom vode u radnoj komori, pretvara som udarnog talasa na zidove komore, a time i na konstrukciju (8). U kratkom intervalu (t_1) u celokupnom sistemu uspostaviće se pritisak izjednačenja Δp_m . Taj proces, definisan pritiskom Δp_m vremenom t_1 predstavlja fazu I (sl. 2). Pritisak Δp_m faktički znači reflektovani pritisak Δp_r ($\Delta p_m = \Delta p_r$).

Ventilom (6) reguliše se odvod komprimiranog vazduha, odnosno tok promene pritiska od vrednosti Δp_m do atmosferskog.

Ovim je opisana i faza II procesa, koju karakteriše promena pritiska $p = p_m f(t)$ i trajanje t_k (vidi sl. 2).



Sl. 2 Tok promene reflektovanog pritiska ostvaren u elastičnohidrauličnom simulatoru udarnog talasa

Vreme t_k faze II zavisi od prečnika otvora ventila (6) i nivoa radnog pritiska. U daljem delu rada izložiće se, u teorijskim okvirima, proces ostvarivanja udarnog talasa.

Teorijski opis procesa u simulatoru

U ovom poglavlju analitički će se definisati proces dobijanja impulsa udarnog talasa u simulatoru.

Promena zapremine elastičnog simulatora

Posle raskidanja membrane u kratkom intervalu t_1 u simulatoru se uspostavlja pritisak izjednačenja Δp_m . Usled dejstva pritiska Δp_m u simulatoru će se pojaviti elastične deformacije, koje se manifestuju promenom zapremina svih elemenata sistema. Ukupna promena zapremine simulatora iznosi

$$\Delta V = \Delta V_t + \Delta V_s + \Delta V_p, \quad (1)$$

pri čemu je promena zapremine tečnosti

$$\Delta V_t = -V_t \frac{\Delta p_m}{E_t}, \quad (2)$$

promena zapremine komore

$$\Delta V_s = K_s V_s \frac{\Delta p_m}{E_s} \approx K_s V_t \frac{\Delta p_m}{E_s}, \quad (3)$$

promena zapremine predmeta (konstrukcije) koji se ispituje

$$\Delta V_p = K_p V_t \frac{\Delta p_m}{E_s} \quad (4)$$

U opštem, promena zapremine sistema može da se napiše u obliku

$$\Delta V = V_t \frac{\Delta p_m}{E} \quad (5)$$

pri čemu je:

$$E = E_t \frac{1}{1 + K_s \frac{E_t}{E_s} + K_p \frac{E_t}{E_s}} \quad (6)$$

Iz jednačine (5) modul elastičnosti E sistema je:

$$E = \Delta p_m \frac{V_t}{\Delta V} \quad (7)$$

Usled dejstva pritiska Δp_m sistem će pretrpeti elastičnu deformaciju, koja se izražava promenom zapremine ΔV i ravna je zapremini vode koja se ispusti iz simulatora u procesu dejstva pritiska Δp_m . Prema [1] pritisak Δp_m definisan je sa:

$$\Delta p_m = \sqrt{\frac{\omega_0 \sqrt{\rho \epsilon}}{1 + \frac{\epsilon D}{E \delta}}} \quad (8)$$

Potrebno je analitički definisati pritisak Δp_m zavisno od pritiska u pogonskoj komori.

Analitičko definisanje pritiska izjednačenja Δp_m u simulatoru

Stanje komprimiranog vazduha u pogonskoj komori pri pritisku Δp_k definisano je jednačinom gasnog stanja:

$$\Delta p_k V_k = mRT \quad (9)$$

Nakon raskidanja membrane masa komprimiranog vazduha zauzeće zapreminu $V_m = V_k + \Delta V$. U novonastalom stanju delovaće pritisak Δp_m ($\Delta p_m < \Delta p_k$). Za to stanje važi jednačina:

$$p_m (V_k + \Delta V) = mRT \quad (10)$$

Pod pretpostavkom da se promena stanja ostvaruje pri konstantnoj temperaturi $T = \text{const}$ iz (9) i (10) dobija se veza pritiska Δp_m i Δp_k u obliku:

$$\Delta p_m = \Delta p_k \cdot \frac{1}{1 + \frac{\Delta V}{V_k}} \quad (11)$$

Brzina širenja komprimiranog vazduha u trenutku raskidanja membrane

Za određivanje vremena t_1 koje protekne do uspostavljanja pritiska izjednačenja Δp_m u simulatoru potrebno je odrediti brzinu širenja komprimiranog vazduha. Ona je određena prema [2] i [3] za adijabarsku promenu izrazom:

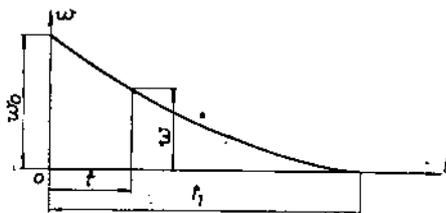
$$\omega = \gamma \sqrt{\frac{2k}{k+1}} \cdot \sqrt{RT} = 18,33 \gamma \sqrt{RT} \quad (12)$$

Potrebno je napomenuti da je proces raskidanja membrane i isticanja vazduha iz radne komore u fazi kratkotrajne ekspanzije vazduha stanja Δp_k , V_k na stanje Δp_m , V_m , vrlo složen i zahteva posebna teorijska i eksperimentalna istraživanja.

Prema tome, izraza (12) znači stvarnu brzinu isticanja vazduha do trenutka pre kontakta sa vodom.

Analitički izraz vremena tj. uspostavljanja pritiska izjednačenja

Jednačinom (12) definisana je početna brzina isticanja komprimiranog vazduha iz pogonske u radnu komoru



Sl. 3 Promena brzine površinskog sloja tečnosti u intervalu t_1

u trenutku raskidanja membrane. Pretpostavićemo da se istom početnom brzinom ω_0 pokrene i površinski sloj tečnosti. Zbog otpora sredine brzina ω će u kratkom vremenu t_1 pasti na nulu. Ako pretpostavimo da je pad brzine linearan u intervalu $t = 0$ do $t = t_1$, dobija se zakon promene brzine oblika:

$$\omega = \frac{\omega_0}{t_1}(t_1 - t). \quad (13)$$

Promena zapremine elastičnog sistema zavisna je od brzine W i vremena t . Promena zapremine ΔV može da se napiše u obliku:

$$\Delta V = A_k \int_0^{t_1} \omega dt. \quad (14)$$

Nakon uvođenja jednačine (13) u (14) i integralenja dobijamo:

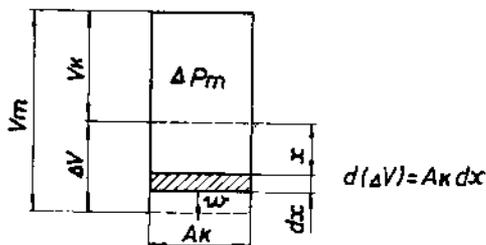
$$\Delta V = \frac{A_k \omega_0 t_1}{2}. \quad (15)$$

Iz jednačine (15) dobijamo analitički izraz vremena t_1 :

$$t_1 = \frac{2\Delta V}{A_k \omega_0}. \quad (16)$$

Ako u jednačinu (16) uvedemo izraz (5) za ΔV , nakon njenog sređivanja dobijamo:

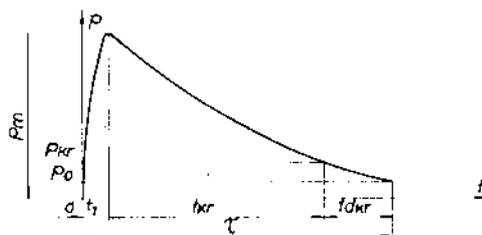
$$t_1 = 2 \frac{V_1}{A_k \omega_0 E} \Delta p_m. \quad (17)$$



Sl. 4 Promena zapremine elastičnog sistema simulatora

Analiitičko definisanje trajanja t_1 udarnog impulsa pritiska

Da bi se u predloženoj koncepciji simulatora ostvario tok promene pritiska (koji bi bio jednak trajanja pozitivne faze VUT-a), potrebno je u simulatoru realizovati proces kontinuelnog opadanja pritiska od vrednosti Δp_m na atmosferski (vidi sl. 5). Kontinualan pad pritiska u simulatoru postiže se tako što se na simulatoru ugradi ventil sa regulišućim otvorom (sl. 1, pozicija 6), kroz koji se vrši oticanje komprimiranog vazduha u spoljnu atmosferu nakon uspostavljanja pritiska izjednačenja Δp_m .



Sl. 5 Shematski prikaz promene pritiska u elastičnohidrauličnom simulatoru

Trajanje impulsa pritiska udarnog talasa iznosi

$$\tau = t_1 + t_{kr} + t_{dkr}, \quad (18)$$

i trebalo bi da odgovara trajanju pozitivne faze VUT-a pri natpritisku $\Delta p_m = \Delta p_r$. Da bi se definisalo trajanje τ impulsa udarnog talasa potrebno je uspostaviti analitičku vezu između parametara: τ , V_m , p_m , f i $t_k = t_{kr} + t_{dkr}$. To je u teorijskim okvirima izloženo u [2]. Kao što se vidi, ceo proces isticanja vazduha odvija se u dva režima (dve faze). Vreme t_{kr} isticanja vazduha u natkritičnoj oblasti, tj. vreme za koje pritisak Δp_m opadne na p_{kr} kritičnu vrednost, definisano je jednačinom (prema [2]):

$$t_{kr} = \frac{2,55 V_k}{1000 \mu f}. \quad (19)$$

Drugi režim isticanja definisan je vremenom t_{dkr} u dokritičnoj oblasti, tj. vreme za koje pritisak opadne od p_{kr} na pritisak okoline (1 bar). To vreme definisano je izrazom:

$$t_{dkr} = \frac{3,6 V_m}{1000 \mu f} \cdot \left(\frac{p_{kr}}{p_o} \right)^{0,10} \quad (20)$$

Izrazima (17), (18), (19) i (20) definisano je trajanje impulsa pritiska udarnog talasa.

U navedenim izrazima oznake znače:

- τ — trajanje impulsa pritiska udarnog talasa [s],
- V_m — zapremina pogonske komore nakon uspostavljanja pritiska izjednačenja [m³],
- p_{kr} — kritični pritisak izjednačenja [bar],
- p_o — atmosferski pritisak [bar],
- f — površina preseka otvora odušnog ventila ([m²],
- μ — koeficijent otpora isticanja vazduha.

Definisanje brzine prenošenja hidrauličnog impulsa udarnog talasa

Veliki značaj kod ovog sistema ima brzina prenošenja hitrauličnog impulsa udarnog talasa, od koga zavisi vreme t_i

uspostavljanja reflektovanog pritiska. Od interesa je da vreme t_i bude što kraće. Brzina rasprostiranja impulsa udarnog talasa u tečnosti određuje se iz poznate jednačine N. E. Žukovskog, [4]:

$$C = \frac{1}{\left[\rho \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{D_s}{\delta E_s} \right) \right]^{0,5}} = \left(\frac{\varepsilon}{\rho} \right)^{0,5} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{D_s \varepsilon}{\delta E_s} \right)^{0,5}} \quad (21)$$

[m/s].

Promena toka pritiska u simulatoru

Promena pritiska reflektovanog VUT-a prema [5], definisan je jednačinama:

$$p = p_r \left(1 - \frac{t}{\tau} \right)^n \quad (22)$$

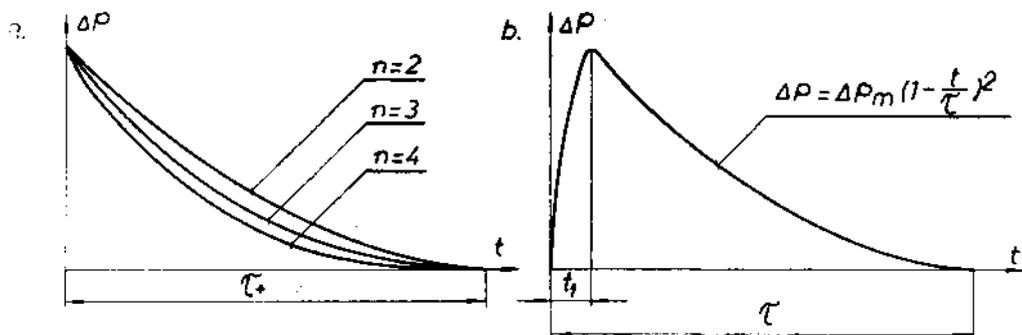
$$n = 1,9 (p_f)^{0,5} \quad (23)$$

$$p = 2p_f + \frac{6p_f^2}{p_f + 7,2} \text{ [bar]}. \quad (24)$$

Za svaku vrednost eksponenta n određen je tok promene pritiska (sl. 6-a). Kod elastičnohidrauličnog simulatora tok promene pritiska prema [6] ima oblik (što je lako dokazati)

$$\Delta p = \Delta p_m \left(1 - \frac{t}{\tau} \right)^2 \quad (25)$$

dakle sa eksponentom $n = 2$ (sl. 6-b).



Sl. 6 Tok promene reflektovanog pritiska:

a — vazdušnog udarnog talasa b — u elastičnohidrauličnom simulatoru.

Imajući u vidu analitički izraz promene pritiska u vremenu kod iznete koncepcije simulatora, nameće se zaključak da impuls pritiska simulatora obuhvata sve impulse reflektovanih pritisaka VUT-a i to za područja za koja je $n \geq 2$. To je od praktičnog značaja pri ispitivanju otpornosti konstrukcija i ide u prilog sigurnosti dobijenih podataka. Ovu konstataciju lako je i dokazati.

Impuls pritiska VUT-a računa se prema obrascu:

$$I_r = \frac{\Delta p_r \cdot \tau_t}{n+1} \quad (26)$$

Impuls pritiska u simulatoru računa se prema obrascu:

$$I_s = I_r + I_{II} = I_{II} \left(-\frac{I_r}{I_{II}} + 1 \right) = \alpha \cdot I_{II} \quad (27)$$

Za $\alpha \sim 1$ impuls pritiska simulatora može se izraziti u obliku:

$$I_s \sim \int_0^{t_k} \Delta p \, dt \quad (28)$$

Nakon uvođenja izraza (25) u (28) i integralenja, dobijamo:

$$I_s = \Delta p_m \cdot \int_0^{t_k} \left(1 - \frac{t}{t_k} \right)^2 dt = \frac{\Delta p_m \cdot t_k}{3} \quad (29)$$

Ako potražimo odnos I_s/I_r , dobijamo

$$\frac{I_s}{I_r} = \frac{n+1}{3} \quad (30)$$

odakle sledi zaključak: $I_s/I_r > 1$, odnosno $I_s > I_r$, da impuls pritiska dobijen u elastičnohidrauličnom simulatoru obuhvata sve impulse pritiska reflektovanog VUT-a kod kojih je tok promene pritiska definisan sa $n \geq 2$. Iz iznetog obrazloženja sledi zaključak: da se u predloženoj koncepciji elastičnohidrauličnog simulatora može ostvariti u praktičnim okvirima impuls pritiska približan impulsu pritiska VUT-a nuklearne eksplozije u vazдушnom prostoru.

Potrebno je naglasiti da bi izvesne pretpostavke date u pojedinim procesima trebalo eksperimentalnim istraživanjima proveriti, odnosno preciznije definisati. Ovaj rad je teorijska podloga za dalji rad na toj problematici.

Zaključak

U radu je data nova koncepcija elastičnohidrauličnog simulatora za ostvarivanje parametara reflektovanog udarnog talasa adekvatnog reflektovanom vazдушnom udarnom talasu nuklearne eksplozije u vazдушnom prostoru. Analitički je definisan proces ostvarivanja reflektovanog pritiska udarnog talasa u funkciji radnih i geometrijskih parametara elastičnohidrauličnog simulatora. Izvesne pretpostavke, date u opisima pojedinih procesa, trebalo bi eksperimentalnim istraživanjima proveriti. Rad je teorijska podloga za dalji rad na toj problematici.

Korišćenje oznake u radu

U radu su korišćene oznake:

- | | |
|---------------|---|
| E_t | — modul stišljivosti tečnosti (vode), |
| E_s | — modul elastičnosti materijala od koga je izrađena komora simulatora, |
| K_s i K_p | — koeficijenti zavisni od oblika i dimenzija komora i predmeta koji se ispituje. (Određuju se eksperimentalno.) |
| ω_0 | — početna brzina sloja tečnosti, odnosno brzina isticanja vazduha iz radne komore, |
| ρ | — zapreminska masa vode [kg/m ³] |
| ϵ | — modul stišljivosti tečnosti (vode) [N/m ²], |
| D_s | — unutrašnji prečnik cevi simulatora [m], |
| δ | — debljina zida (cevi) simulatora [m], |

m	— masa komprimirang vazduha u pogonskoj komori,	γ	— koeficijent otpora isticanja vazduha iz pogonske komore,
R	— gasna konstanta za vazduh,	A_k	— površina preseka pogonske komore,
T	— apsolutna temperatura vazduha u pogonskoj komori,	P_r	— reflektovani pritisak VUT-a,
W	— brzina isticanja vazduha iz pogonske komore u posmatranom (proizvoljnom) trenutku t,	n	— koeficijent promene toka pritiska VUT-a,
		pf	— pritisak u frontu VUT-a.

Literatura:

- | | |
|---|--|
| [1] Voronjec K.: »Dopuna kursa mehanike fluida«, Mašinski fakultet, Beograd, 1973. | [4] Bašta, M. T.: »Mašinska hidraulika«, prevod sa ruskog, Naučna knjiga, Beograd, 1972. |
| [2] Mandić, J.: »Ostvarenje udarnog kratkotrajnog impulsa pritiska u udarnim cevima izjednačavajućeg pritiska«, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1976. | [5] Korenov, G. B., Rabinovič M. I.: »Dinamički proračun objekata na specijalna dejstva«, Moskva, 1961. |
| [3] Loicjanski, L. G.: »Mehanika žitkosti i gasa«, Nauka, Moskva, 1971. | [6] Mandić, J.: »Prilog proučavanju mogućnosti smanjenja hidrauličnog udara u sudovima«, Zbornik radova Mašinskog fakulteta, Novi Sad, 1972. |

Identifikacija skupa mogućih načina organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja

Uvod

Bitne karakteristike železničkog saobraćaja koje na određen način determinišu njegovu organizaciju jesu teritorijalna »neograničenost« i integralnost odvijanja procesa saobraćaja, integralnost procesa korišćenja osnovnih transportnih sredstava i tehničko jedinstvo sredstava za rad (pruge, vučna i vučena vozila, signalno-sigurnosni uređaji i sredstva veze). Organizacija železničkog saobraćaja svoje verno oličjenje doživljava u redu vožnje.

Postoje različiti prilazi i pristupi posmatranju i proučavanju organizacije kao fenomena, što rezultira konfuzijom u njenom shvatanju i tumačenju. Za potrebe ovog rada organizacija železničkog saobraćaja se posmatra kao delatnost, odnosno kao proces organizovanja, usmeren na usklađivanje svih činilaca s ciljem ostvarivanja bezbednog kretanja železničkih vozila a time i bezbednog prevoženja putnika i tereta.

Pred železnički saobraćaj postavljaju se brojni zadaci u vezi sa uspešnim pripremanjem i izvršenjem mobilizacije: početno — operativni razvoj oružanih snaga (OS) i dalje — uspešno vođenje odbrambenog rata. Pored zadatka prevoženja za potrebe OS u eventualnim ratnim uslovima koji su, inače, prioritetni, pred železnički saobraćaj

postavljaju se i mnogi drugi zadaci: prevoženja od interesa za federaciju i republike, prevoženja za potrebe pre-dislokacije privrednih kapaciteta i materijalnih rezervi, evakuacije stanovništva iz ugroženih područja i sl.

Opšta zajednička karakteristika uslova u kojima se može odvijati železnički saobraćaj jeste masovnost tereta i broja putnika, te potreba za masovnim prevoženjem u što kraćem vremenu uz maksimalnu bezbednost saobraćaja, minimalne troškove i minimalnu izloženost eventualnim dejstvima agresora.

Procenjuje se da određeni broj pruga na našoj teritoriji neće moći potpuno da zadovolji narasle potrebe za prevoženjem s obzirom na karakter pojave masovnih tokova tereta, stanje železničkih kapaciteta i postojeće organizovanje saobraćaja. U tom smislu postavlja se zadatak nalaženja adekvatnog odgovora na pitanje kako organizovati železnički saobraćaj da bi se prevoženje uspešnije obavljalo. Jednostavnije rečeno, zadatak se svodi na iznalaženje takvog načina organizovanja železničkog saobraćaja koji će dovesti do povećanja propusne moći kritičnih pruga u složenim uslovima. Rešavanje zadatka podrazumeva postojanje određenog skupa mogućih načina organizovanja železničkog saobraćaja iz kog treba odabrati optimalan način.

Polazne osnove za identifikaciju skupa načina organizovanja železničkog saobraćaja

Skup načina organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja za potrebe OS radi njihovog rangiranja i izbor optimalnog određuje više relevantnih činilaca: pruga kao šinski put, njeni tehničko-tehnološki parametri, zahtevani obim prevoženja, raspoloživa vučna i vučena vozila i razna ograničenja.

Pruga uslovljava određene načine organizovanja železničkog saobraćaja svojim osnovnim elementima i tehničko-tehnološkim parametrima, kao što su:

- ishodišna i odredišna stanica ili drugo službeno mesto,
- deonice pruge (međustanični odseci),
- signalno-sigurnosna i telekomunikacijska oprema,
- maksimalna brzina kretanja vozova,
- maksimalno dopušteno opterećenje pruge,
- uzdužni profil,
- dopušteni gabariti,
- propusna moć (potrebna i postojeća) i dr.

Obim prevoženja, kao osnovni element za postavljanje odgovarajuće organizacije železničkog saobraćaja, svoj uticaj ispoljava putem sledećih elemenata: tokova žive sile i tereta, merodavne mase voza na dotičnoj pruži, broja putničkih mesta u vozu, dužine prevoznog puta (pruge) i zahteva nadležnih komandi za prevoženjem.

Sa aspekta organizacije saobraćaja vozova, a naročito organizacije vuče, posebno su značajne sledeće karakteristike vučnih vozila (lokomotiva):

- vučna sila lokomotive,
- opterećenje po osovini,
- najveća dopuštena brzina,

- broj osovina i dužina lokomotive,
- ukupna masa lokomotive,
- adhezijska masa,
- kritična brzina.

Na organizaciju saobraćaja vozova svoj uticaj ispoljavaju određene tehničke i eksploatacione karakteristike teretnih kola.

Analiza pruge sa njenim osnovnim elementima, tehničko-tehnološkim parametrima, obimom prevoženja i raspoloživim vučnim i vučenim sredstvima, kao iskustva i preporuke date u izvorima [1, 2, 3, 4, 5] ukazuju na to da je u uslovima masovnih tokova tereta na određenoj železničkoj mreži moguće organizovati železnički saobraćaj na neki od sledećih najčešćih načina:

- sa određenim intervalom,
- u uslovima višestruke vuče,
- uz skraćivanje staničnih intervala,
- uz promenu tipa grafikona saobraćaja,
- paketni saobraćaj vozova,
- karavanski saobraćaj vozova.

Primena pojedinih načina organizovanja železničkog saobraćaja ima za cilj povećanje propusne moći i obavljanje planiranih prevoženja. Navedeni skup mogućih načina organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja odnosi se na jednokolosečne pruge, koje na našoj mreži prevladavaju.

Saobraćaj vozova sa određenim intervalom sleđenja

U normalnim uslovima saobraćaj vozova se obično odvija u prostornom razmaku. Interval sleđenja uzastopnih vozova (I), kao najmanji vremenski razmak od momenta polaska, odnosno pro-

laska prethodnog voza kroz stanicu do momenta polaska, odnosno prolaska uzastopnog voza kroz istu stanicu, zavisi od više činilaca:

- brzine vozova,
- sistema osiguranja stanica,
- sredstava za sporazumevanje,
- organizacije rada u stanicama,
- načina organizacije saobraćaja vozova i sl.

Interval sleđenja uzastopnih vozova može u normalnim uslovima odgovarati sledećim prostornim razmacima: staničnom, odjavnom—blokivnom i razmaku signala automatskog pružnog bloka (APB).

U vanrednim uslovima, kada se na određenom pružnom pravcu radi prevoženja u ograničenom vremenu pojave masovni tokovi tereta, saobraćaj vozova se može organizovati sleđenjem u određenom intervalu. Takav interval sleđenja uzastopnih vozova može poprimiti različite vrednosti, koje ne bi smele biti manje od vremena za koje se može savladati zaustavni put uvećan za daljinu uočavanja signala i rezervu od 100 m.

Rastojanje između dva uzastopna voza na osnovu koga se izračunava dati interval sleđenja iznosi

$$l_i = l_v + l_r + l_n + l_z \quad [m], \quad (1)$$

l_r — dužina od 100 m kao rezerva (za postavljanje praskalica),

l_n — daljina uočavanja signala [m],

l_z — dužina zaustavnog puta [m].

Dužina zaustavnog puta zavisi od više činilaca, jer je i kretanje voza uslovljeno dejstvom velikog broja veoma raznovrsnih sila. Pomoću jednačine kretanja voza rešava se, pored osnovnih zadataka vuče, i zaustavni put. Jednačina kretanja voza može se rešiti samo uz određene aproksimacije i pretpostavke. Zavisno od korišćenih pretpostavki i aproksimacija na kraju se dobijaju različite forme konačnih jednačina, koje sa određenom tačnošću daju vrednosti zaustavnog puta. Za određivanje zaustavnog puta voza koriste se razne jednačine [6]. Na primer, (1) prema objavi UIC-546

$$l_z = \frac{K \cdot V^2}{1,09375 \cdot \lambda + 0,127 - 0,235 \cdot i \cdot K} \quad [m], \quad (2)$$

gde je:

K — koeficijent zavisan od brzine (tabela 1),

V — brzina na početku kočenja [km/h],

λ — procenat kočne mase [%],

i — nagib pruge [%];

Tabela 1

Koeficijent (K) zavisan od brzine

V [km/h]	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$K \cdot 100$	6,11	6,28	6,36	6,48	6,67	6,69	7,21	7,31	7,42	7,55

gde je:

l_i — rastojanje između dva voza za izračunavanje intervala sleđenja vozova [m],

l_v — dužina voza [m],

(2) prema Belgijskim železnicama (SNCB):

$$l_z = \frac{4,24 \cdot V^2}{\frac{54,5 \cdot V}{V - 20} + 0,05 \cdot V \pm i} \quad [m]; \quad (3)$$

(3) prema jednačini SCHONINGA-a:

$$l_z = \frac{V}{3,6} + \frac{4,32 \cdot V^2}{0,75 \cdot \lambda + f_w + i} \quad [\text{m}]. \quad (4)$$

Specifični otpor (f_w) dobija se pomoću izraza:

$$f_w = 2,4 + 0,08 \frac{V}{10} + 0,08 \frac{V^2}{100}. \quad (5)$$

Na osnovu izračunate vrednosti l_i , traženi interval sleđenja vozova izračunava se prema izrazu

$$I = t_v + t_{sp} + t_{hod} \quad [\text{min}], \quad (6)$$

gde je:

t_v — vreme vožnje voza na dužini l_i [min],

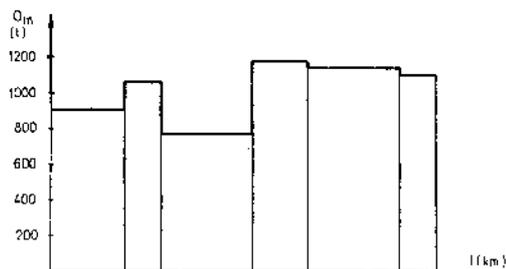
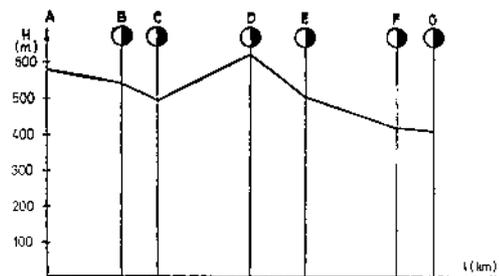
t_{sp} — vreme sporazumevanja između mašinovođe i završnog kočničara o zaštićivanju voza [min],

t_{hod} — vreme hodanja završnog kočničara na daljini zaustavnog puta uvećanoj za daljinu uočavanja signala [min].

Saobraćaj vozova u uslovima višestruke vuče

Višestruka vuča vozova, kao način organizovanja železničkog saobraćaja, primenjuje se na prugama gde postoje deonice sa većim usponom, odnosno otporom. U takvim uslovima, uz upotrebu dve ili više lokomotiva, moguće je formiranje i vuča vozova veće mase, pod uslovom da to omogućava dužina staničnih koloseka. Da bi se na odgovarajući način analizirala potreba za višestrukom vučom, potrebno je izvršiti parcijalnu analizu veličine maksimalne mase voza po međustaničnim rastojanjima.

Analiza se može izvršiti uz pomoć tzv. tonsko-kilometarskog dijagrama (sl. 1).



Sl. 1 Tonsko-kilometarski dijagram

Iz dijagrama se mogu dobiti podaci za maksimalnu vrednost mase voza na svakom međustaničnom odstojanju. Posebno se analizira deonica sa najvećim otporom i maksimalna masa voza na njoj, pa ako postoji potreba za osnaženjem vuče tada se usvaja višestruka vuča. Ona se može, zavisno od konkretnih uslova, usvojiti za celokupnu prugu ili samo za pojedina međustanična odstojanja.

Obično se za vuču vozova u takvim slučajevima koriste dve lokomotive, bilo kao zaprezanje, bilo kao potiskivanje. U svetu se pored ta dva osnovna vida višestruke vuče koriste i višestruka vuča uz pomoć većeg broja lokomotiva koje se uvrstavaju na čelo, sredinu i začelje voza (SSSR i SAD), čime se znatno više uvećava masa voza. Kod zaprezanja voza masa voza ne može biti veća od zbira redovnog opterećenja vozne i zaprežne lokomotive, a zbir tih opterećenja ne može biti veći od graničnog opterećenja lokomotiva na pruzi kojom voz saobraća [7], odnosno

$$Q_m \leq Q_v + Q_z \leq Q_{gl} \quad [\text{t}], \quad (7)$$

gde je:

- Q_m — maksimalna masa voza [t],
- Q_v — opterećenje vozne lokomotive [t],
- Q_z — opterećenje zaprežne lokomotive [t],
- Q_{gl} — dopušteno granično opterećenje lokomotive na pruzi [t].

Kod potiskivanja voza masa voza ne može biti veća od zbira redovnog opterećenja vozne i potiskivajuće lokomotive, a redovno opterećenje vozne lokomotive ne može biti veće od graničnog opterećenja lokomotive na dotičnoj pruzi, odnosno

$$\begin{aligned} Q_m &\leq Q_v + Q_p & [t], \\ Q_v &\leq Q_{gl} & [t], \end{aligned} \quad (8)$$

gde je:

Q_p — opterećenje potiskivajuće lokomotive [t].

U ređim slučajevima, na velikim usponima, radi značajnijeg povećanja mase vozova, za vuču vozova upotrebljavaju se tri lokomotive. Tada se vuča organizuje na jedan od sledećih načina: dve lokomotive na čelu (vozna i zaprežna), a jedna na začelju voza (potiskivalica), jedna na čelu (vozna) i dve na začelju (potiskivalice), ili, pak, jedna od pridodatih lokomotiva u sredini voza.

Kod prvog načina upotrebe, još dve lokomotive pored vučne (zaprežanje i potiskivanje), masa voza ne može biti veća od redovnih opterećenja svih radnih lokomotiva u vozu. Zbir redovnih opterećenja vozne i zaprežne lokomotive ne može biti veći od graničnog opterećenja lokomotiva na dotičnoj pruzi, odnosno:

$$\begin{aligned} Q_m &\leq Q_v + Q_z + Q_p & [t], \\ Q_v + Q_z &\leq Q_{gl} & [t]. \end{aligned} \quad (9)$$

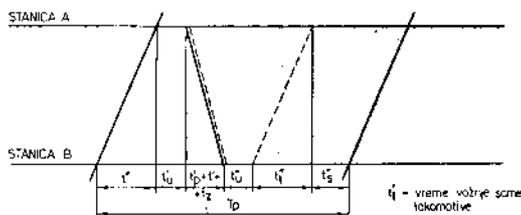
Kod drugog načina (dve lokomotive na začelju voza — potiskivalice) ma-

sa voza ne može biti veća od zbira redovnih opterećenja vozne lokomotive i potiskivalica, a redovno opterećenje vozne lokomotive ne može biti veće od graničnog opterećenja lokomotiva na dotičnoj pruzi, odnosno:

$$\begin{aligned} Q_m &\leq Q_v + Q_{p1} + Q_{p2} & [t], \\ Q_v &\leq Q_{gl} & [t]. \end{aligned} \quad (10)$$

Organizovanjem saobraćaja uz primenu višestruke vuče vozova povećava se masa i broj vozova, ili samo masa, odnosno broj vozova. Višestruka vuča, zavisno od profila pruge, primenjuje se na celokupnoj pruzi ili samo na pojedinim staničnim odstojanjima. Kada je na celokupnoj pruzi nepovoljan uspon, tada se obično primenjuje zaprežanje, dok se potiskivanje primenjuje samo kad je na jednom staničnom odstojanju ili na kraćoj deonici nepovoljan uspon.

Za proveru propusne moći pruge pri organizaciji saobraćaja sa višestrukom vučom vozova na celokupnoj deonici pruge ili na celokupnom staničnom odstojanju primenjuje se isti postupak kao i pri jednostrukoj vuči. U takvoj organizaciji saobraćaja mora se iznaći odgovarajući period grafikona (sl. 2).

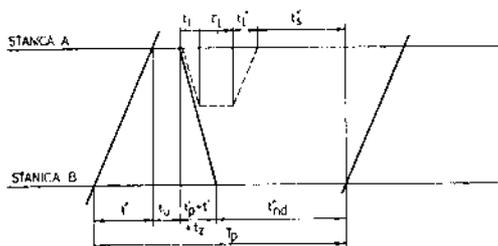


Sl. 2 Period grafikona kod višestruke vuče od jedne do druge stanice

Ako je na deonici pruge kraći i veći uspon, tada se višestruka vuča organizuje s nezakvačenom potiskivalicom do određene tačke na otvorenoj pruzi (sl. 3).

Za analizu tehničke i ekonomske opravdanosti izbora odgovarajućeg načina organizovanja saobraćaja vozova

uz primenu višestruke vuče potrebno je sagledati što veći broj uticajnih činitelaca. Tako se, na primer prema Vos-



Sl. 3 Organizacija višestruke vuče vozova potiskivanjem do određene tačke na otvorenoj pruzi

kresenskom, preduslov za primenu potiskivanja određuje nejednačinom

$$\frac{Q_{v2} - Q_{v1}}{Q_{v1}} > \frac{l_{pot}}{l}, \quad (11)$$

gde je:

Q_{v2} — masa voza sa jednostrukom vučom [t],

Q_{v1} — masa voza sa potiskivalicom [t],

l_{pot} — dužina deonice potiskivanja [km],

l — ukupna dužina pruge [km].

Organizacija saobraćaja vozova uz primenu bilo kog vida višestruke vuče opravdana je samo ako se povećava propusna moć, bilo u broju vozova, bilo u masi ili, pak, u jednom i drugom.

Saobraćaj vozova u uslovima promene tipa grafikona

Organizacija saobraćaja vozova u uslovima promene tipa grafikona jedan je od mogućih načina organizovanja saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja, i to prelazak sa parnog na neparni grafikon saobraćaja vozova.

Za slučaj paralelnog neparnog grafikona, što može u vanrednim uslovima biti realnost jer će uvek jedan

pravac kretanja, odnosno smer biti opterećeniji, a to znači da će u tom smeru biti upućivano više vozova, propusna moć se izračunava uz pomoć koeficijenta neparnosti, koji se izračunava pomoću izraza

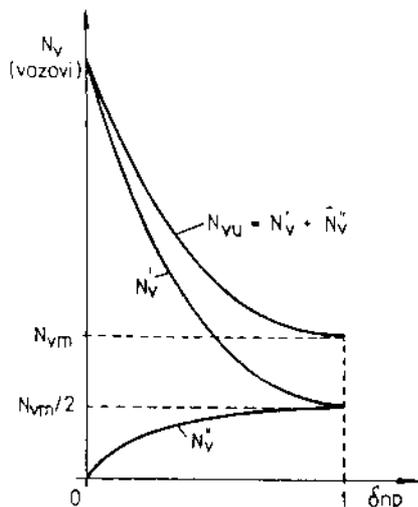
$$\delta_{np} = \frac{N_v''}{N_v'}, \quad (12)$$

gde je:

N_v' — broj vozova u jednom smeru, na primer tovarnom,

N_v'' — broj vozova u drugom smeru, na primer netovarnom.

Kod označavanja smerova obično se tovarnim smerom proglašava onaj u kome ima više vozova, i obratno. U slučaju prevoženja ka frontu ili u slučaju dotura MTS, tovarnim smerom se smatra smer koji vodi ka frontu, odnosno mestu dotura. Netovarnim smerom smatra se smer koji vodi od fronta ka pozadini, koji može u određenom slučaju biti tovarni, a to će biti onda kad se izvodi evakuacija.



Sl. 4 Promena propusne moći jednokolosečne pruge sa promenom koeficijenta neparnosti

Pri nepromenjenoj tehničkoj opremljenosti deonice pruge, sa povećava-

njem broja vozova u jednom smeru, na primer tovarnom — N_v' , smanjuje se koeficijent neparnosti — δ_{np} , a ukupan broj vozova na deonici ($N_{vu} = N_v' + N_v''$) raste i svoj maksimum dostiže pri $\delta_{np} = 0$, a to znači da se svi vozovi kreću u jednom smeru. Sa povećanjem broja vozova N_v' smanjuje se broj vozova u suprotnom smeru N_v'' (sl. 4).

Kod prelaska na neparni grafikon saobraćaja vozova postavljaju se određena pitanja na koja treba tražiti odgovor. Kao prvo pitanje nameće se sledeće: Kako povećanje broja vozova u tovarnom smeru — N_v' pri nepromenjenoj tehničkoj opremljenosti utiče na smanjenje broja vozova u netovarnom smeru — N_v'' ? Drugo pitanje koje se nameće jeste: koliki se broj vozova može propustiti u tovarnom smeru, ako se netovarnim smerom mora propustiti određeni minimalni broj vozova (vraćanje praznih kola sa linije fronta i sl)?

Kao treće pitanje može se istaći sledeće: kolike su maksimalne vrednosti propusne moći (broja vozova) po pravcima (tovarnom i netovarnom) pri različitim vrednostima koeficijenta neparnosti — δ_{np} ?

Određivanje maksimalne propusne moći kod različitih vrednosti koeficijenta neparnosti moguće je uz postupno smanjenje broja vozova u grafikonu kretanja u jednom smeru i iskorišćavanju povećanih intervala sleđenja za dodatno planiranje vozova u drugom smeru.

Sa smanjenjem koeficijenta neparnosti δ_{np} povećava se ukupna propusna moć jednokolosečne pruge, odnosno ukupan broj vozova koji može saobraćati na pruzi N_{vu} . To se može oceniti iz odnosa ukupne propusne moći — N_{vu} i maksimalno moguće propusne moći, odnosno broja vozova N_{vm} u parnom grafikonu:

$$f(\delta_{np}) = \frac{N_{vu}}{N_{vm}} \quad (13)$$

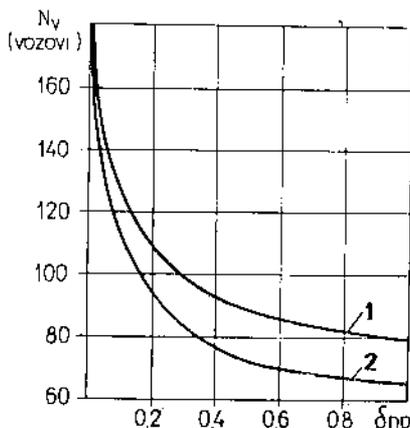
Za opisivanje funkcije $f(\delta_{np})$ uzet je polinom drugog stepena i tada se ukupan broj vozova na jednokolosečnim prugama pri različitim vrednostima koeficijenta neparnosti može odrediti [8] kao

$$N_{vu} = N_{vm} \cdot f(\delta_{np}) = \frac{2(1440 - t_{tehn})\alpha_h}{(2 - \gamma_p)T_g + (I' + I'')\gamma_p} \cdot f(\delta_{np}) = \frac{2(1440 - t_{tehn})\alpha_h}{(2 - \gamma_p)T_g + (I' + I'')\gamma_p} = (a_0 + a_1\delta_{np} + a_2\delta_{np}^2) \quad (14)$$

gde je:

- t_{tehn} — produženje tehnološkog »okna« u grafikonu saobraćaja vozova za tekuće održavanje pruge [min],
- α_h — koeficijent koji uzima u obzir uticaj otkaza u radu tehničkih sredstava na raspoloživu propusnu moć,
- γ_p — koeficijent paketnosti,
- T_g — period grafikona [min],
- I', I'' — intervali između vozova u paketu [min].

Rezultati istraživanja mogućnosti povećanja propusne moći uz smanjenje koeficijenta neparnosti na dve jednokolosečne pruge prikazani su na slici 5, [8].



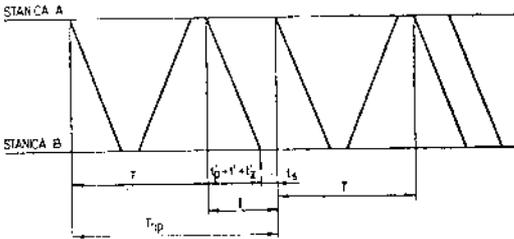
Sl. 5 Promena propusne moći na dve jednokolosečne pruge

Tabela 2

Karakteristike posmatranih deonica
pruge su sledeće:

Pruga	T [min]	I'—II'' [min]
1	64	8
2	48	8

Sa slike se vidi da je najefikasnije propusnu moć na jednokolosečnim prugama povećavati uz neparnost kretanja $\delta_{np} < 0,7$.



Sl. 6 Neparni grafikon saobraćaja vozova (za koeficijent neparnosti 2:1)

Propusna moć pruge pri paralelnom neparnom grafikonu izračunava se na osnovu perioda grafikona za određeni stepen neparnosti (sl. 6)

$$T_{np} = T + I = T + t_p' + t' + t_s + t_s \quad (15)$$

gde je:

T — period grafikona pri paralelnom parnom grafikonu [min],

t_s — stanični interval uzastopnog sleđenja vozova [min],

I — interval sleđenja uzastopnih vozova [min].

Opšti izraz za proračun perioda grafikona kod neparnog grafikona glasi:

$$T_{np} = T \cdot N_v'' + I(N_v' - N_v''). \quad (16)$$

Propusna moć pruge pri paralelnom neparnom grafikonu (izražena u broju vozova) izračunava se prema izrazu:

$$P_{np} = \frac{1440 \cdot (N_v' + N_v'')}{T_{np}} \quad [\text{vozova}] \quad (17)$$

Zavisno od vremena vožnje vozova po smerovima i od intervala sleđenja uzastopnih vozova, propusna moć pruge pri paralelnom parnom i neparnom grafikonu može biti ista, veća ili manja.

Ukoliko je maksimalni interval sleđenja uzastopnih vozova $I_{max} > \frac{T_{og}}{2}$

tada je propusna moć pruge pri paralelnom neparnom grafikonu manja nego pri paralelnom parnom grafikonu, i obratno. U slučaju kada je $I_{max} = \frac{T_{og}}{2}$

tada je propusna moć pruge pri paralelnom neparnom grafikonu ista kao i pri paralelnom parnom. Maksimalni interval sleđenja uzastopnih vozova dobija se tako što se maksimalnom vremenu vožnje u odgovarajućem smeru doda stanični interval uzastopnog sleđenja vozova, odnosno:

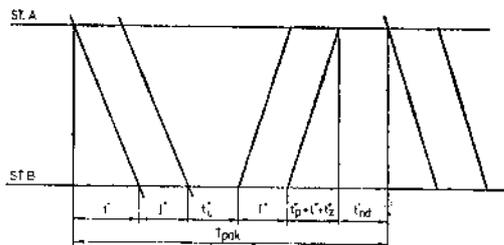
$$I_{max} = t_{v,max} + t_s \quad [\text{min}] \quad (18)$$

Saobraćaj vozova u uslovima paketnog grafikona

Organizacija saobraćaja vozova u uslovima primene paketnog grafikona provodi se kod pojave masovnijih toкова tereta čije se prevoženje treba obaviti u što kraćem vremenu.

Sve veći broj naših pruga oprema se automatskim pružnim blokom. Na njima se saobraćaj odvija u snopovima u paketu. Saobraćaj vozova u paketu, odnosno paketni grafikon se primenjuje i na prugama gde se sleđenje uzastopnih vozova obavlja u odjavnom, odnosno blokovnom razmaku. U praksi imamo parne i neparne grafi-

kone. Kod parnog grafikona i u jednom i u drugom smeru u jednom snopu — paketu postoji parni broj vozova, i obratno za neparni grafikon (sl. 7).



Sl. 7 Paketni grafikon saobraćaja vozova

Za utvrđivanje propusne moći kod ovog načina organizacije saobraćaja vozova merodavan je period grafikona jednog paketa, tj.:

$$T_{\text{pak}} = t' + I' + t''_u + I'' + t''_p + t'' + t''_z + t''_{\text{nd}} \text{ [min]},$$

$$T_{\text{pak}} = T + I' + I'' \text{ [min]}. \quad (19)$$

Opšti izraz za izračunavanje paketnog perioda grafikona glasi

$$T_{\text{pak}} = T + (I' + I'') \cdot (C - 1) \text{ [min]}, \quad (20)$$

gde je:

C — broj vozova u paketu u jednom smeru.

Ukoliko je interval sleđenja uzastopnih vozova u jednom i drugom paketu jednak ($I' = I''$) tada je:

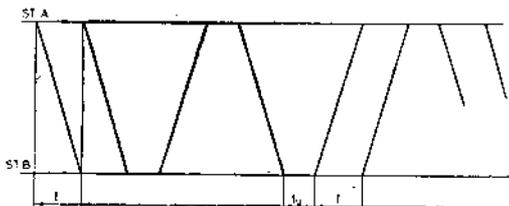
$$T_{\text{pak}} = T + 2I \cdot (C - 1) \text{ [min]}. \quad (21)$$

Pri takvom načinu organizovanja saobraćaja vozova propusna moć se izračunava pomoću izraza:

$$P_{\text{pak}} = \frac{1440 \cdot C}{T_{\text{pak}}} \text{ [pari vozova]}. \quad (22)$$

Za organizaciju saobraćaja vozova u paketima moraju biti ispunjeni određeni uslovi, kao što su: dovoljan broj koloseka po međustanicama za sastaja-

nje vozova, određen nivo preradne i propusne moći rasporednih stanica smeštenih na krajevima pruge (deonice) i dr. U praksi se češće primenjuju delimično a ređe potpuno paketni grafikon saobraćaja vozova. Delimično paketni grafikon (sl. 8) karakteriše koeficijent paketnosti γ_p .



Sl. 8 Delimično paketni grafikon saobraćaja vozova

Koeficijent paketnosti γ_p je odnos broja vozova koji su obuhvaćeni u paketima i ukupnog broja vozova

$$\gamma_p = \frac{2 \cdot b_p}{P_m}, \quad (23)$$

gde je:

b_p — broj paketa vozova.

Za delimično paketni grafikon propusna moć pruge data je [5] izrazom:

$$P_{\text{pak}} = \frac{1440}{T(1 - \gamma_p) + [T + (C - 1) \cdot 2I] \frac{\gamma_p}{C}} \text{ [pari vozova]}. \quad (24)$$

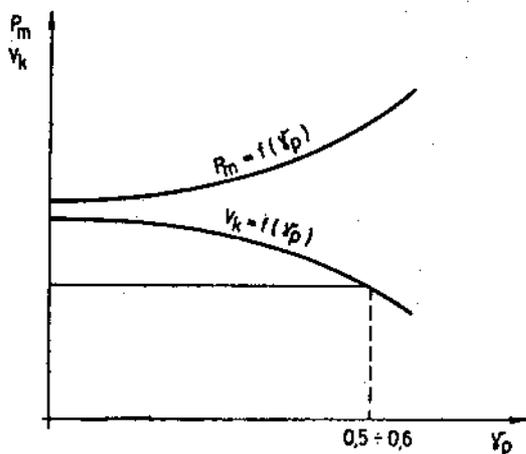
Drugi sabirak u imeniocu deli se sa brojem vozova u paketu (C) da bi se vrednost svela na jedan par vozova.

Kod potpuno paketnog grafikona, gde je $\gamma_p = 1$, izraz za propusnu moć izгледа:

$$P_{\text{pak}} = \frac{1440}{T + 2(C - 1) \cdot I} \text{ [pari vozova]}. \quad (25)$$

Primena paketnog grafikona kod jednokolosečnih pruga dovodi do povećanja propusne moći, pri čemu se jav-

lja smanjenje komercijalne brzine saobraćaja vozova (sl. 9). Do smanjenja komercijalne brzine dolazi zbog povećanog zadržavanja vozova pri stajanjju.



Sl. 9 Grafik promene P_m i V_k sa promenom koeficijenta pakatnosti v_p

Zaključak

U prezentiranom radu date su osnove za dolaženje do mogućeg skupa načina organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnosti tereta, broja putnika i potrebe za njihovim prevoženjem uz određene kriterijume, kao što su: vreme, troškovi, bezbednost i izloženost eventualnim borbenim dejstvima agresora.

Do skupa načina ili oblika organizovanja železničkog saobraćaja dolazi se sveobuhvatnom analizom većeg broja uticajnih činilaca. Posebno značajan uticaj ispoljavaju tehničko-tehnološki parametri pruge i zahtevani obim prevoženja. Ta dva činioca u suštini čine određene skupine uticajnih činilaca drugog nivoa. Karakteristike naše železničke mreže, posebno pojedinih pružnih pravaca, umnogome predodređuju pojedine načine organizovanja železničkog saobraćaja. Na određeni način, svoj uticaj na organizaciju železničkog saobraćaja ispoljavaju vučna i vučena vozila.

Skup utvrđenih načina organizovanja železničkog saobraćaja u konkretnim uslovima pruža osnovu za njihovo međusobno upoređivanje, odnosno rangiranje prema usvojenim kriterijumima a time i optimizaciju organizovanja, gde se pod njom podrazumeva izbor najboljeg načina.

Literatura:

- [1] Eror, S.: »Upravljanje železničkim saobraćajem«, Zavod za NIP delatnost JZ, Beograd, 1988.
- [2] Kovačević, P.: »Eksploatacija železnica«, Zavod za NIP delatnost JZ, Beograd, 1988.
- [3] Kočnev, P. F. i dr.: »Organizacija dvizenija na železnodorožnom transporte«, Transport, Moskva, 1969.
- [4] »Pravilnik o funkcionisanju železničkog saobraćaja u ratu«, Zavod za NIP delatnost JZ, Beograd, 1988.
- [5] Eror, S.: »Organizacija železničkog saobraćaja I«, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1989.

- [6] Stamenković, S., Stojičić, S.: »Aktueliziranje računskih metoda za određivanje dužine zaushtavnog puta šinskih vozila«, »Železnice«, Zavod za NIP delatnost JZ, 1990.
- [7] »Uputstvo o tehničkim normativima i podacima za izradu i izvršenje voznog reda«, ZJZ, Beograd, 1988.
- [8] Volkov, B. i dr.: »Soveršenstvovanie ekspluatatsii železnih dorog«, Transport, Moskva, 1984.
- [9] Jovanović, D.: »Optimizacija organizacije železničkog saobraćaja pri masovnim prevoženjima za potrebe oružanih snaga«, doktorska disertacija, CVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1991.

Uvod

Za opisivanje organizacija kao sistema koji evoluiraju kroz faze svog životnog ciklusa u teoriji organizacije koristi se i biološka metafora. Organizacije se opisuju kao otvoreni sistemi sastavljeni od dijelova u međusobnom odnosu i međusobnoj zavisnosti, koji proizvode ujedinjenu cjelinu, i koja je u interakciji sa svojom okolinom. Odieljene faze kroz koje organizacije evoluiraju jesu poduzetnička, faza kolektivnosti, formalizacije i kontrole, elaboracije strukture i pada. Letimičan pogled na organizacije s kojima se susrećemo može sugerirati zaključak da veličina tih organizacija, i organizacija uopće, ima određene veze s njihovim strukturama. Članak prezentira odnos veličine i strukture, starosti i veličine uključujući faze strukturnog razvoja, te efekte vlasništva na strukturu u malim organizacijama, rezultate određenih studija i prikupljanje podataka o konkretnoj organizaciji koji potkrepljuju pojedine teoretske postavke.

Organizacijska struktura i veličina organizacije

Strukturu organizacije možemo definirati kroz tri komponente: kompleksnost, formalizacija i centralizacija [1].

Pod kompleksnosti se podrazumijeva obim diferencijacije unutar organizacije. To uključuje stupanj specijalizacije ili podjele rada, broj nivoa u hijerarhiji organizacije i mjeru u kojoj su organizacijske jedinice dispergirane geografski. Stupanj u kome se neka organizacija oslanja na pravila i procedure da bi usmjeravala ponašanje namještenika jest formalizacija. Neke organizacije rade sa minimumom takvih standardiziranih smjernica; druge, od kojih su neke, štoviše, sasvim male po veličini, imaju sve vrste propisa koji upućuju namještenike u to što mogu i što ne mogu raditi. Centralizacija uzima u obzir lokus gdje leži autoritet za donošenje odluka. U nekim organizacijama je odlučivanje jako centralizirano. Problemi struje naviše a rukovodioci biraju odgovarajuću akciju. U drugim slučajevima, odlučivanje je decentralizirano. Autoritet se razilazi naniže u hijerarhiji. Važno je spoznati da, kao kod kompleksnosti i formalizacije, organizacija nije ni centralizirana niti decentralizirana. Centralizacija i decentralizacija su dvije krajnosti jednog kontinuuma. Organizacije teže da budu centralizirane ili decentralizirane. Smještanje organizacija u taj kontinuum ipak je jedan od glavnih faktora u određivanju tipa strukture.

Postoji općeprihvaćeno mišljenje među istraživačima teorije organizacije

o tome kako se određuje veličina neke organizacije, od čega preko 80% studija koje koriste veličinu organizacije kao varijablu, definiraju je kao ukupan broj namještenika. To je u skladu sa pretpostavkom da, bi budući da su ljudi i njihove interakcije ono što se strukturira, njihov broj trebalo bliže povezivati sa strukturom nego bilo kojim drugim mjerilom veličine. Stvoren je jedan okvir za klasifikaciju [2] prema kojem se organizacije sa manje od 1.500 namještenika definiraju kao »male«, sa 1.500 do 2.000 namještenika kao »srednje«, a one sa 2.000 i više namještenika definiraju se kao »velike«.

Postoji više studija o odnosu veličine i strukture gdje stavovi istraživača variraju od najjačih argumenata za imperativ veličine do njegovog žestokog kritiziranja. Tako Blauova studija, koja uključuje strukturu više od 1.200 agencijskih podružnica i 350 odjeljenja u centralama organizacija otkriva da rastuća veličina pospješuje strukturnu diferencijaciju, ali opadajućom stopom. Poraste u veličini organizacije prate ispočetka brzi a kasnije gradualni porasti, broja lokalnih podružnica, u koje se jedna agencija prostorno dispergira, broja službenih profesionalnih radnih mjesta koji izražavaju podjelu rada, broja vertikalnih nivoa u hijerarhiji, broja funkcionalnih odjeljenja u centralama i broj sekcija po odjeljenjima. Sli-

ka 1 [3] ilustrira činjenicu da porast od, recimo, jedne stotine namještenika, ako organizacija ima samo šest stotina članova, ima znatno veći utjecaj na strukturnu diferencijaciju nego sličan porast od jedne stotine namještenika u organizaciji koja već zapošljava dvije tisuće i šesto, to jest razlika između x' i y' manja je nego razlika između x i y .

Istraživanjem u konkretnoj organizaciji došlo se do interesantnih podataka i zaključaka koji također potkrepljuju ono što ilustrira slika 1. Analizirajući strukturu organizacije kroz njezin cjelokupni životni ciklus, može se zaključiti da je sadašnji oblik te organizacije druga faza strukturnog razvoja, kao konsekvencija jednostavne strukture koja je rasla i starjela. Promatrajući strukturu organizacije u posljednjih deset godina, te njezin rast u odnosu na broj namještenika i promjene koje su se u strukturi događale, podaci pokazuju sljedeće:

Organizacija je definirana kao mala u odnosu na broj namještenika, što potvrđuju slijedeći podaci:

— 1980. godine =	540 namještenika
— 1985. " =	720 "
— 1990. " =	1.060 "

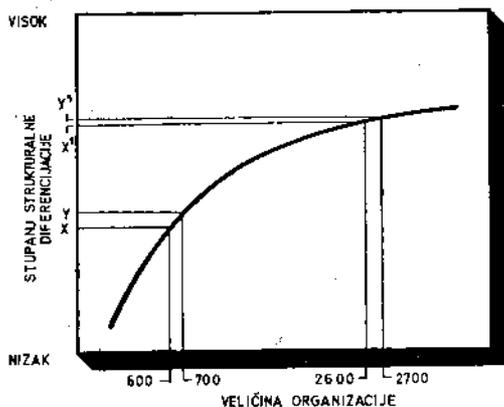
Promatrajući kompleksnost organizacije, proizlazi:

Vertikalna diferencijacija:

— 1980. godine =	5 vertikalnih nivoa
— 1985. " =	6 vertikalnih nivoa
— 1990. " =	6 "

Horizontalna diferencijacija:

— 1980. godine =	7 sektora
	= 29 odjeljenja/pogona
	= 39 odsjeka/radionica
— 1985. " =	8 sektora
	= 26 odjeljenja/pogona
	= 79 odsjeka/radionica
	= 2 sektora pod direktnom supervizijom direktora



Sl. 1 Porasti u veličini organizacije utječu na diferencijaciji opadajućom stopom

- 1990. " = 8 sektora
- = 37 odjeljenja/pogona
- = 81 odsjek/radionica
- = 22 brigade
- = 1 sektor pod direktnom supervizijom direktora

Proizilazi da je konkretna organizacija za posljednjih 10 godina povećala broj namještenika za cca 98%. Vertikalna diferencijacija se od 1980. do 1990. godine povećala za jedan nivo, ali to povećanje se nije odnosilo na cijelu organizaciju nego samo na maksimalni broj nivoa, zapravo se odnosilo samo na dva sektora, pa bi ista ocjena važila i da nije bilo promjene u broju vertikalnih nivoa. Brži rast je zabilježen u horizontalnoj diferencijaciji (veći broj sektora, odeljenja/pogona i odsjeka/radionica) na što je, osim porasta u veličini, utjecala i veća podjela rada unutar organizacije, a isto važi i za funkcionalnu diferencijaciju organizacije na odjeljenja i odsjeke. Na osnovu izloženog može se sigurno tvrditi da je na početku komparabilnog razdoblja vertikalna diferencijacija bila previsoka, odnosno da je formalno kompleksnost bila prevelika. Teoretske postavke govore o tome da kad organizacija postane velika (veća) po obimu, ona tendira da bude velika po kompleksnosti, visoka po formalizaciji i decentralizirana. Promatrana organizacija ne odgovara sasvim tim postavkama, jer analiza pokazuje da kompleksnost kroz vertikalnu diferencijaciju nije porasla (ali da je formalno preuveličana), da je horizontalna diferencijacija pratila rast organizacije opadajućom stopom, to jest može se zaključiti da su najveće promjene u strukturi izvršene dok je organizacija bila manja po veličini.

Jedan od najjačih argumenata za imperativ veličine iznio je Meyer [4], na bazi studije 194 organizacije i praćenja kroz pet godina. On kaže da bi, premda je za veličinu i strukturu usta-

novljeno da su povezane unutar jedne skupine organizacija u određeno vrijeme, samo jedna longitudinalna analiza omogućila eliminaciju kontrahipoteze da struktura uzrokuje veličinu. On tvrdi da se efekti veličine pokazuju svugdje, da je taj odnos jednosmjernan (veličina uzrokuje strukturu a ne obratno) i da utjecaj drugih varijabli za koje izgleda da pogađaju strukturu iščezava kad se veličina kontrolira. Nasuprot postojećim argumentima za imperativ veličine postoje i njegovi kritičari. Glavni napad na imperativ veličine došao je od Halla [5] i njegovih suradnika, koji su proučavali 75 različitih organizacija sa od 6.000 do 9.000 namještenika (privredne, državne, religijske, obrazovne i druge organizacije). Istraživači su zaključili da se ni kompleksnost ni formalizacija ne mogu implicirati iz organizacijske veličine. Hall i njegovi suradnici mogu izražavati sumnju u odnos »veličina-struktura«, ali njihovo istraživanje sigurno nije demonstriralo da je ovo dvoje nepovezano. Istraživanje na Sveučilištu Aston također je ustanovilo da je veličina glavna determinanta strukture, te da je povećana veličina povezana sa većom specijalizacijom i formalizacijom. John Child [6] je u nastojanju da da svoj odgovor na Astonске nalaze zaključio da se organizacijska veličina odnosi pozitivno prema specijalizaciji, formalizaciji i vertikalnom rasponu, a negativno prema centralizaciji. U daljnjem uspoređivanju svojih rezultata sa Blauom on je zaključio da su »veće organizacije više specijalizirane, imaju više pravila, više dokumentacije, raširenije hijerarhije i da veća decentralizacija odlučivanja slabi takve hijerarhije«. Također se složio sa Blauom da je utjecaj veličine na te dimenzije jačao opadajućim tempom, to jest kad veličina raste, specijalizacija, formalizacija i vertikalni raspon također rastu ali tempom koji se usporava dok se centralizacija smanjuje ali opadajućom stopom dok veličina raste. Usporedba rezultata pet studija prikazana je u tabeli 1 [7].

Korelacija produkta — momenta izabranih strukturalnih varijabli sa veličinom organizacija
(Logika broja zaposlenih)

Strukturalne varijable (Blau i Schoenherr u zgradama)	Nacionalna studija		Astonska studija		Fabrikant- ske org. (a) N = 9	Radnički sindikati (b) (N = 7)	Agencije za sigurnost zap. u SAD (c) (N = 53)
	Ukupni uzorak (N = 82)	Fabrikant- ske org. (N = 40)	Ukupni uzorak (N = 46)	Fabrikant- ske org. (N = 31)			
Funkcionalna specijalizacija (Broj odjela)	0,61	0,65	0,67	0,75	0,84	0,73	0,55
Sveukupna specijalizacija uloga (Podjela rada)	0,72	0,90	0,74	0,83	0,87	Nije upo- trebljiva	0,82
Sveukupna standardizacija (Obim propisa)	0,63	0,76	0,56	0,65	0,84	0,82	0,41
Sveukupna dokumentacija (Bez ekvivalentnog mjera)	0,58	0,69	0,55	0,67	0,83	0,70	—
Sveukupna centralizacija (1. Delegacija personala 2. Delegacija budžeta 3. Decentralizacija : utjecaj)	-0,58	-0,74	-0,39	-0,47	-0,64	=0,62	1. -0,27 d 2. -0,21 d 3. -0,35 d
Vertikalni raspon (Broj hijerarhijskih nivoa)	0,65	0,63	0,67		0,82	0,74	0,73

a) Hinigs i Lee (Hajnings i Li) — (1971).

c) Blau i Schoenherr (Šenher) — (1971).

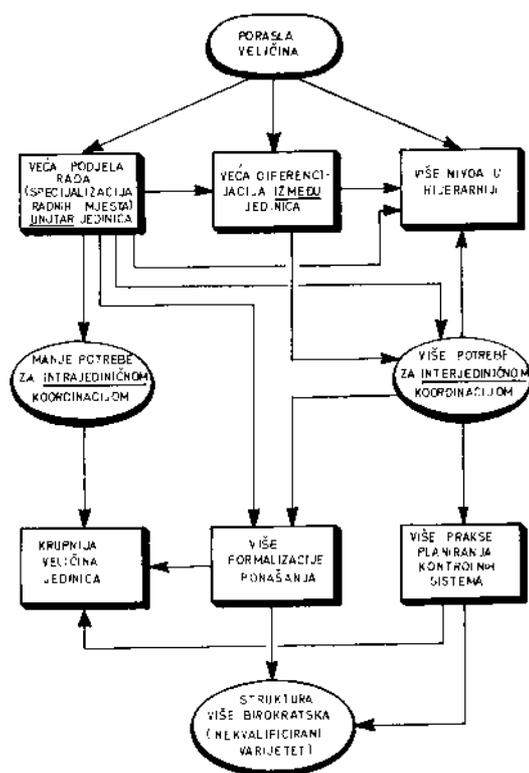
b) Warner i Donaldson (Vorner),

d) predznaci obrnuti.

Starost i veličina organizacije te faze strukturnog razvoja

Postoji više dokaza o efektima starosti i veličine na strukturu koje je Mintzberg [8] sažeo u pet hipoteza, a koje se mogu razjasniti i sintetizirati kao sekvence izrazitih prelaza između faza razvoja organizacije, a to su: »Što je organizacija starija, više je formalizirano njezino ponašanje«; »Struktura reflektira vrijeme osnivanja dotične industrijske grane«; »Što je organizacija veća, više je elaborirana njezina struktura — to jest, time su više specijalizirani njezini poslovi, time su više diferencirane njezine jedinice i razvijenija njezina administrativna komponenta«; »Što je veća organizacija, krupnija je prosječna veličina njezinih jedinica« i »Što je krupnija organizacija više je formalizirano njezino ponašanje«. Najveći broj tih odnosa, uključujući i one na slici 2, podrazumijeva jednu vrstu kontinuiteta — ustaljen rast na koji se odgovara kontinualnim promjenama u strukturi. Ali, velik broj drugih dokaza, čak iako su na izvjesne načine konzistentni sa gornjim zaključcima, navode da seriozne promjene u strukturi pokazuju tendenciju da se događaju u skokovima — u neredovnim prelazima, koje slijede periodi relativne stabilnosti u parametrima dizajna. To je mišljenje još 1965. godine zastupao Starbuck [9] sa svojim »modelima metamorfoze« u kojima se na rast gledalo kao na »glatki kontinualni proces«, ali kao na onaj »obilježen naglim i odijeljenim promjenama« u stanju i strukturi, odnosno promjenama više u vrsti nego u stupnju, s tim da su ti prelazi fundamentalno novi načini da se podijeli rad organizacije i da se koordinira. Ti modeli se općenito smatraju modelima faza rasta ili razvoja. Organizacije uglavnom počinju svoje živote sa neelaboriranim, organičkim strukturama. Neke počinju u zanatskoj fazi, a zatim prelaze na poduzetničku fazu kad počinju rast, premda izgleda da ih više počinje u samo poduzetničkoj fazi, kada ih vode moćni

glavni rukovodioci koji koordiniraju rad uglavnom putem direktne supervizije. U poduzetničkoj fazi organizacije stare i rastu, počnu formalizirati svoje strukture i prave prelaz u novu fazu strukture, radna mjesta se specijaliziraju, hijerarhije autoriteta izgrađuju a tehnostrukture dodaju da bi se koordiniralo putem standardizacije. Dalji rast i starenje često podstiču te strukture da se diversificiraju i da se zatim cijepaju na tržišno baziranje jedinice koje se nadograđuju na tradicionalne funkcionalne strukture, što ih vodi u novu fazu, fazu odjelne strukture.



Sl. 2 Dijagram pravca odnosa između organizacijske veličine i strukture

Određeni podaci sugeriraju da za neke organizacije može postojati još jedna faza, faza matične strukture, koja nadilazi diobu na odjele i uzrokuje parcijalni povratak na organičku strukturu.

Naravno, ne moraju sve organizacije proći sve te faze, premda izgleda da mnoge od njih prolaze nekoliko tih faza u predočenom slijedu, ponekad se zaustavljajući u nekoj prelaznoj među-fazi.

Efekti vlasništva na strukturu organizacije

Postoje izvjesni preliminarni podaci koji ukazuju na to da veličina pogoda strukturu samo u organizacijama koje imaju profesionalne rukovodioce — ne među onim koje kontroliraju vlasnici. Jedna studija 142 organizacije upućuje na to da su porasti u veličini bili praćeni sa više horizontalne diferencijacije, više formalizacije i više delegacije odlučivanja samo u firmama kojima su rukovodili profesionalni menadžeri. Male organizacije pokazuju tendenciju da imaju minimalnu mjeru horizontalne, vertikalne i prostorne diferencijacije i većinu karakterizira niganizacijama obično je niska zbog jerska formalizacija i visoka centralizacija, a ima manje interne specijalizacije. Vertikalna diferencijacija u malim ordnostavnog razloga što te strukture tendiraju da budu niske. Male firme se razlikuju od svojih većih pandana i imaju različite interese i prioritete. Od-

govarajući strukturni dizajn za male organizacije nije razmjerno umanjena verzija dizajna koji koriste giganti u istoj industriji. Efekt vlasništva na strukturu organizacija, prvenstveno u malim firmama, ilustriraju podaci prikupljeni tijekom opsežnog istraživanja o problemima malih i srednjih poduzeća u Nizozemskoj. Istraživanje su proveli J. Reijntjens i Guy Geeraerts [10] između 1980. i 1982. godine i obuhvatilo je 142 holandske firme, od čega 55 % proizvodnih, 39 % uslužnih i 6 % građevinskih firmi. Mjerne komponente su bile veličina organizacije, njezina horizontalna diferencijacija, formalizacija, specijalizacija, decentralizacija i »status« njezine uprave. Dobivene su (tabela 2) prilično konvencionalne korelacije između veličine firme i indikatora organizacijske strukture. Sve korelacije između veličine i indikatora strukture su pozitivne, dok su korelacije između decentralizacije i veličine, horizontalne diferencijacije, formalizacije i specijalizacije niže od drugih korelacija prikazanih u tabeli 2.

Tabela 3 prikazuje rezultate analize regresije, koja je napravljena da bi se dobilo više uvida u prirodu efekata varijable »statusa uprave«. Rezultati sugeriraju više zaključaka: da nije opravdano praviti razliku između

Tabela 2

Korelacije između veličine i strukture u holandskim MSF (Br.=126)*

	X ₁	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Sredina	s.d.**
X ₁ Veličina						93,50	123,32
Y ₁ Horizontalna diferencijacija	0,53					3,18	1,18
Y ₂ Formalizacija	0,54	0,52				6,34	4,59
Y ₃ Specijalizacija	0,61	0,57	0,65			2,39	2,70
Y ₄ Decentralizacija	0,26	0,34	0,37	0,28		0,84	1,42

* Sve korelacije su signifikantne, barem na nivou od 0,05.

** Standardna devijacija.

Rezultati regresije za Y_1 do Y_4 ($Br. = 126$)*

$Y_1 = 2,730 + 0,003^{**}X_1 - 0,193D_1 + 0,736^{**}D_2 + 0,003D_1X_1 + 0,008D_2X_2$	$R = 0,58^{**}$
$(0,0009) \quad (0,2315) \quad (0,2752) \quad (0,0016) \quad (0,0092)$	
$Y_2 = 3,746 + 0,021^{**}X_1 + 0,672D_1 + 3,730^{**}D_2 - 0,009D_1X_1 - 0,006D_1X_2$	$R = 0,61^{**}$
$(0,0079) \quad (0,9732) \quad (1,3089) \quad (0,0093) \quad (0,0089)$	
$Y_3 = 0,826 + 0,008^{**}X_1 + 0,242D_1 + 1,928^{**}D_2 + 0,005D_1X_1 + 0,001D_2X_1$	$R = 0,65^{**}$
$(0,0040) \quad (0,5497) \quad (0,7393) \quad (0,0053) \quad (0,0051)$	
$Y_4 = 0,459 - 0,012X_1 + 0,273D_1 - 0,541D_2 - 0,001D_1X_1 + 0,004^{**}D_2X_1$	$R = 0,41^{**}$
* $p < 0,05$; $p < 0,01$.	
* Standardne greške su date u zagradama: $D_1 = 1$ ako je status — vlasnik — nasljednik, $D_2 = 1$ ako je status — profesionalni rukovodilac; D_1X_1 i D_1X_2 jesu članovi interakcije.	

vlasnika osnivača i vlasnika nasljednika, budući da se nijedan od koeficijentata regresije za D_1 značajno ne razlikuje od 0, da je efekt D_2 aditivan u odnosu između veličine (X_1) i horizontalne diferencijacije (Y_1) formalizacije (Y_2) i specijalizacije (Y_3). Proizlazi da se razlika između vlasnika i profesionalnih rukovodilaca, s obzirom na relaciju između X_1 i Y_1 , Y_2 i Y_3 , može smatrati, u statističkom smislu, kao diferencirane, više formalizirane i imati više internu specijalizaciju ako njima rencijacija u vrijednosti presjecanja — a ne zakošenja linije regresije. To znači da će, u prosjeku, firme pretpostavljene veličine biti više horizontalno upravljaju profesionalni rukovodioci, nego što bi to bio slučaj da njima upravljaju vlasnici. Treće, rezultati regresije za Y_4 pokazuju da veličina (Y_1) ima pozitivnu vezu sa decentralizacijom samo u firmama kojima upravljaju vlasnici — rukovodioci. Ovo upozorava na postojanje efekta interakcije između veličine i statusa uprave (management), odnosno da je odnos veličine i decentralizacije pod utjecajem statusa uprave, te da vlasnici — rukovodioci ne doživljavaju poraste u veličini firme i kao efekte veće delegacije odlučivanja.

Tabela 4 pokazuje da status uprave utječe i na druge aspekte strukture organizacije i upućuje na postojanje

razlika između vlasnika i profesionalnih rukovodilaca u tome kako razmišljaju o strukturi i kontroli. Istraživači zaključuju da razlike između vlasnika — rukovodilaca i profesionalnih rukovodilaca, pokazane na rezultatima sa tabela 3 i 4, mogu proizlaziti iz razlike u edukacijskim i profesionalnim karijerama vlasnika i profesionalnih rukovodilaca, te da se profesionalni rukovodioci prilagođavaju više nego vlasnici na birokratsku praksu (i teoriju). Na metodološkom planu ova analiza pokazuje da će broj profesionalnih rukovodilaca ili vlasnika — rukovodilaca u uzorku, utjecati na statistički odnos između organizacijskih determinanti i strukture (npr. veličine) i strukturnih kvaliteta organizacija iz uzorka. Neuspjeh da se prepozna utjecaj varijable »status uprave« i da se ona kontrolira dat će nepredvidljive razlike među uzorcima u rezultatima analize regresije ili korelacije o odnosu između veličine i tradicionalnih indikatora kompleksnosti. Ta studija sugerira da bi se ponekad nestalno ponašanje među uzorcima izvjesnih korelacija između veličine i strukture moralo pripisati činjenici da su istraživači previdjeli moguće aditivne ili interaktivne efekte varijable »status uprave« na odnos između veličine i organizacijske strukture. Teoretski značaj iz predočene analize povezuje se s mo-

Odnos između statusa uprave i evazije zakona koji zahtjeva ustoličenje radničkog savjeta (Br.=38)*

Savjet	Vlasništvo i uprava	
	Bez separacije	Sa separacijom
Nije ustoličen	12 (57 %)	2 (12 %)
Ustoličen	9 (43 %)	15 (88 %)
Ukupno	21 (100 %)	17 (100 %)
Fisherov egzaktni test: p 0,004		

* Obuhvaćena su samo poduzeća sa više od 99 namještenika.

gućim postojanjem posebnih obrazaca socijalizacije direktora/ruководilaca, koji mogu formirati temeljne determinante strategijskih odluka i strategije upravne kontrole. Daljnja istraživanja ovih pitanja sigurno će unaprijediti razumijevanje determinanti organizacijske strukture kao i proces odlučivanja u organizaciji, te potvrditi ili odbaciti zaključke te studije.

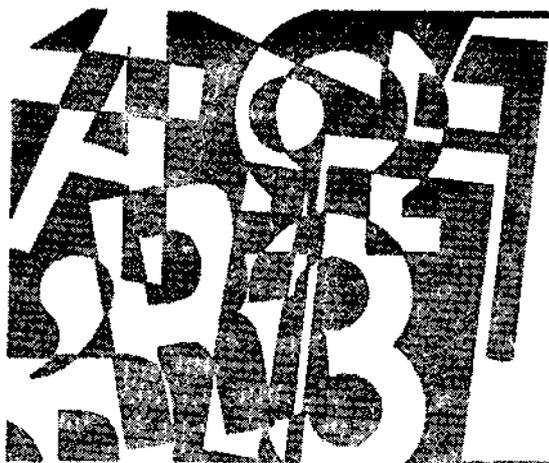
Zaključak

Organizacijske veličine se definiraju kao ukupan broj namještenika. Izneseni argumenti indiciraju da je veličina glavna determinanta strukture, ali ne nedostaje ni kritičara tog gledišta. Veličina ima važan utjecaj na kompleksnost, prvenstveno na promjene u vertikalnoj i horizontalnoj diferencijaciji, premda će promjena u veličini imati najveći utjecaj na struk-

туру kad je organizacija mala. Male organizacije se razlikuju od svojih većih pandana. One imaju različite interese i prioritete. Odgovarajući strukturni dizajn za male organizacije nije razmjerno umanjena verzija dizajna koji koriste velike organizacije u istoj djelatnosti. Problem strukturnog dizajna može biti kritičniji za rukovodioce malih organizacija. Vlasništvo, međutim, može moderirati odnos veličina — struktura, to jest on može važiti prvenstveno za profesionalno vođenje organizacije. Vlasnik malog poduzeća je često sklon da prihvati kao kompromis manju novčanu korist kao zamjenu za osobnu kontrolu i odgovornost. Umjesto formalizacije nastoji upravljati kroz direktan nadzor i opservaciju. Svakako, odnos između veličine i strukture nije dokraja jasan. Veličina zacijelo ne diktira sve u strukturi organizacije, ali je važna u predviđanju nekih dimenzija strukture.

Literatura:

- [1] Robins, S.: »Organization Theory; Structure, Design & Applications«, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.
- [2] Robey, D.: »Designing Organizations«, ed. (Homewood, D. Irwin, 1986, p. 121; Richard L. Daft, Organization Theory and Design, 2 nd (St. Paul: West Publishing, 1986), p. 198.
- [3] Blau, P.: »A Formal Theory of Differentiation in Organizations«, American Sociological Review, April 1970, pp. 201—218.
- [4] Meyer, M.: »Size and the Structure of Organizations: A Causal Analysis«, American Sociological Review, August 1972, pp. 434—441.
- [5] Hall, R. and Johnson, N.: »Organization Size, Complexity and Formalizations«, American Sociological Review, December 1976, pp. 903—912.
- [6] Hild, J. and Mansfield, R.: »Technology, Size and Organization Structure«, Sociology, September 1972, pp. 369—393.
- [7] Child, J.: »Predicting and Understanding Organization Structure«, Administrative Science Quarterly 18, June 1973, p. 170.
- [8] Mintzberg, H.: »Structure in Fives: Designing Effective Organizations«, Englewood Cliffs, N. J. Prentice — Hall, 1983.
- [9] Starbuck, W. H.: »Organizational Growth and Development«, Chapter 11 in J. G. March, ed., Handbook of Organizations Chicago, Ill.: Rand McNally, 1985.
- [10] Geeraerts, G.: »The Effect of Ownership on the Organization Structure in Small Firms«, Administrative Science Quarterly, 29 (1984).



prikazi iz inostranih časopisa

U artiljerijskim dvobojima preciznost gađanja bila je nadmoćnija od dometa*)

Uvod

Autor je ovaj članak zasnovao na razgovorima koje je obavio posle povratka ljudstva američkog 7. korpusa i 18. vazdušnodesantnog korpusa koji su dejstvovali u Zalivu. Autor opisuje doprinos korišćenih tehnika, ulogu tehnologije i koje su pouke iz toga izvučene.

Rat u Vijetnamu naterao je Amerikance da poboljšaju preciznost i ubojnost svog konvencionalnog naoružanja. Sve šta je urađeno u poslednjih četvrt veka znači samo tehnološku revoluciju, koja je na dramatičan način izmenila načine savremenog ratovanja. Uticaj revolucije preciznosti avionskog gađanja i bombardovanja je dobro poznat, jer su njeni proizvodi — ubojna sredstva sa laserskim vođenjem, bombardovanje po komandovanju računara — najčešće viđani na TV-ekranima za vreme rata u Zalivu. Ista tehnologija »pametnih« bombi iz avijacije korišćena je sa istim uspehom i za

»pametnu« artiljerijsku municiju u vidu vođenih projektila tipa »Copperhead«, ispaljivanih iz artiljerijskih oruđa.

Iako su vođeni projektili »Copperhead« opravdali svoju vrednost u ratu u Zalivu, najveće preimućstvo artiljerije bila je sposobnost uništenja cilja prvom granatom na velikim daljinama pomoću konvencionalnih nevođenih artiljerijskih projektila. Taj aspekt revolucije — preciznost manje je poznat, jer je razvoj bio postepen i rezultat je kombinovanja nekoliko različitih tehnologija i njihove primene u nauci o »hvatanju« (akviziciji) cilja i balistici. Stvarnu nadmoć američka artiljerija postigla je nad iračkom na velikim daljinama. Činjenica je da je iračka artiljerija imala veći domet od američke, ali je i činjenica da je američka artiljerija mogla pronaći, dostići i uništiti svog protivnika. Osnovu ovog odlučujućeg dela u revoluciji preciznosti sačinjavaju četiri ključna elementa: lociranje sopstvenog oruđa i određivanje azimuta cilja; lociranje cilja; precizno izračunavanje putanje i poluprečnik uništenja.

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 5/1991.

Lociranje sopstvenog oruđa i određivanje azimuta cilja

U toku sedamdesetih godina konstruisan je sistem za određivanje azimuta položaja PADS (Position Azimuth Determining System) na bazi žiroskopa i ugrađen je u vozilo tipa »Jeep«, sa zadatkom da sa dovoljno preciznosti (1 mrad po pravcu) odredi položaj vatrene jedinice bez pribegavanja ručnom osmatranju. Međutim, čim su američke snage doživele ogromno prostranstvo Arabijske pustinje, neobezbeđene u topografskom smislu i nenanete na karte, došlo se do zaključka da korišćenje samog sistema PADS neće biti dovoljno. Početkom septembra 1990. godine svaki bataljon poljske artiljerije dobio je globalni sistem za određivanje položaja NAVSTR za precizno određivanje sopstvenog položaja. Artiljerijske jedinice koristile su ovaj sistem za određivanje polaznog položaja, a najčešće korišćena varijanta za ovu primenu bio je mali laki globalni prijemnik (Trimble Small Lightweight Global Receiver) ili »Slugger«. Tada bi na tome položaju bio iniciran rad sistema PAD i vozilo bi krenulo ka svakom vatrenom vodu i radarskom odeljenju. Zahvaljujući sistemu GPS, artiljerijske i raketne baterije su se mogle kretati stotinama kilometara kroz nekartografisanu pustinju bez orijentira i mogle su se zaustaviti i brzo i precizno otvoriti vatru. Jedan zarobljeni irački oficir je izjavio da je GPS doprineo planu multinacionalnih snaga za dovođenje u zabludu. Iračani su zamenarili svoje udaljeno desno krilo, delimično zbog toga što su pretpostavljali da će se američke i savezničke snage sigurno izgubiti u besputnoj pustinji.

Lociranje cilja

U ovom veku preko 90% gađanja iz daljine osmotreno je iz vazduha. Međutim, arapsko-izraelski rat iz 1973.

godine (Yom Kippur) pokazao je da avioni sa posadom mogu da budu vrlo ranjivi na savremenu protivavionsku vatru kada obavljaju neprekidne izviđačke zadatke. Na bazi ovog saznanja u SAD su konstruisana četiri sistema za gađanje ciljeva »preko brda«. Sva četiri sistema su uspešno korišćena za vreme rata u pustinji. Sa bilo kog mesta da su Iračani otvarali artiljerijsku vatru, Amerikanci su pronašli da su njihovi kontrabaterijski radari bili najefikasniji izvori za izviđanje ciljeva. Radari TPQ-36 i TPQ-37 »Firefinder« su prevazilazili svoje navodne domete i preciznost, zahvaljujući takođe ravnom pustinjskom zemljištu i veoma obučanim poslužiocima. Ključ efikasnosti bilo je ustanovljivanje kanala za »brzu paljbu« između radara i oruđa za kontrabatiranje ili višecevnih raketnih bacača, bilo preko brigadne jedinice za vatrenu podršku ili bataljonskog centra za upravljanje vatrom. Višecevni raketni bacači su uskoro postali oružje odluke za kontrabatiranje (vidi niže). Radari su pokazali svoju sposobnost da lociraju iračke vatrene položaje sa tačnošću od desetak metara ili manje i podaci na displejima višecevnih raketnih bacača bili su pokazani često pre nego što su pali projektili iračke artiljerije. Višecevni raketni bacači su uništili i jednu neprijateljsku bateriju koja se sama otkrila otvarajući vatru i nije promenila položaj, pa je zbog toga bila trenutno osuđena na propast.

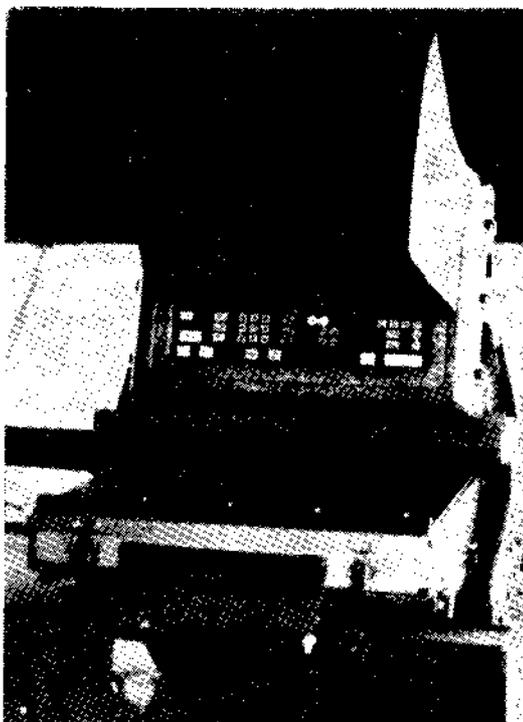
Vazdušne platforme izviđačkih sredstava su korišćene za otkrivanje položaja artiljerije koja nije otvarala vatru. Bepilotne letelice, obično nazvane letelice sa daljinskim upravljanjem, pokazale su se kao neophodne za ove zadatke. Pomorskodesantne jedinice (mornarička pešadija) SAD dopremile su u Zaliv dve baterije bepilotnih letelica »Pioneer III« i stavili su ih pod komandu Grupe za osmatranje, izviđanje i obaveštavanje na nivou mornaričkih amfibijskih snaga. Jedna KoV verzija bepilotne letelice »Pioneer« u

7. korpusu američkog KoV obavila je preko 50 zadataka i u toku jednog leta može se otkriti 15 različitih položaja. Podaci dobijeni neposrednim osmatranjem i video podaci prikupljeni elektro-optičkim i FLIR senzorima, bili su prosleđeni u operativni centar. Na osnovu prikupljenih podataka višesevni raketni bacači, artiljerijska oruđa i borbeni avioni A-10 napadali su položaje protivavionske artiljerije, tenkova, raketne i cevne artiljerije.

Precizno izračunavanje putanje

Da bi uništili cilj, rakete ili artiljerijski projektili moraju da padnu blizu njega. Na velikim daljinama do cilja, ovaj zadatak zahteva da za svaku promenljivu koja utiče na putanju, kao što su vremenski uslovi, početna brzina projektila, masa projektila i temperatura baruta (između ostalih), mora da bude predviđena i popravka uneta u proračun gađanja. Najveći uticaj imaju vremenski uslovi i u toku poslednje decenije KoV SAD razmestio je nekoliko sistema za merenje vremenskih uticaja na balistiku. Najveće preimućstvo nudi sistem meteoroloških podataka (MDS) »Bendix M31« sa aspekta brzine. On može da obavi korekturu svih topova celog diviziona u roku od nekoliko minuta. To je bilo vrlo važno na bojištu, na kome se u toku jednog časa smenjuju ledena tišina sa vrelim udarima vetra. Proračun elemenata za gađanje u pustinji obavljao se na različite načine i svi su elektronski. Baterije su koristile digitalni baterijski računarski sistem BCS (Battery Computer System) koji se pokazao kao elastičan na vrućini i u pesku. Iznad nivoa baterije jednoobraznost nestaje. Većina jedinica dopremila je na bojište taktički kompjuterski sistem za upravljanje vatrom TACFIRE (Tactical Fire-direction Computer System). Uz nužnu brigu ovaj stari sistem se pokazao kao dobar. U nekim jedinicama

uveđeno je dodatno kondicioniranje vazduha, kako bi se ova stara oprema održavala hladnom, dok su drugi pretovarili tešku opremu sa 5-tonskog kamiona na kamione 8×8 HEMMAT da nastave kretanje. Laki TACFIRE (Lightweight TACFIRE), zasnovan na terminalu AN/PYC-1 veličine aktovke (sl. 1), takođe se pokazao kao uspešan u onim jedinicama koje su ga imale. Neke jedinice ušle su u rat bez ikakve automatizacije taktičkih podataka iznad nivoa baterije.



Sl. 1 Terminal AN/PYC-1 veličine aktovke bio je korišćen za upravljanje taktičkom vatrom

Poluprečnik uništenja

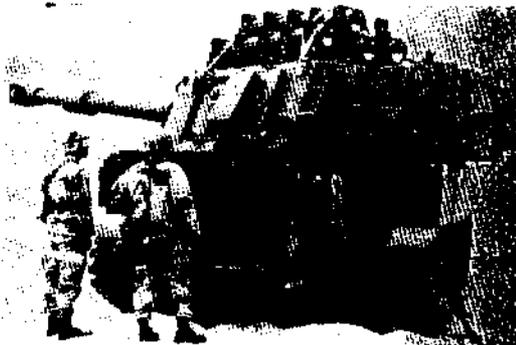
KoV verzija vazduhoplovnih kasetnih bombi je dvonamenska poboljšana konvencionalna municija DPICM (Dual-Purpose Improved Conventional Munitions). Jedna bomba DPICM ima otprilike veličinu ručne baterijske lampe.

U kasetnom projektilu 203 mm M509A1 ima 180 ovih bombi, u bojnoj glavi rakete višecvnog raketnog bacača MLRS ima 644 bombi a u kaseti projektila 155 mm M483A1 ima ih 88. Projektil ili bojna glava-nosač ovih bombi izbacuje svoje bombe za vreme leta na proračunatoj visini radi razbacivanja ovih na širokom prostoru. Ovaj razbacujući efekat povećava zonu uništenja artiljerije nekoliko puta. Tako za određenu masu, poluprečnik uništenja svih DPICM ispaljenih iz raketa ili artiljerijskih projektila je mnogo veći od njihovih poluprečnika odstupanja. Povećani poluprečnik uništenja u kombinaciji sa odgovarajućim smanjivanjem kružnog odstupanja omogućuje savremenoj artiljeriji uništenje cilja jednim metkom. Jedna od lekcija iz rata u Zalivu izgleda da je ta, da su američka mirnodopska laboratorijska ispitivanja potcenila malo uništavajuće dejstvo bombi iz kasetne municije, a da se i ne govori o njihovom psihološkom dejstvu. Bilo je primera da su iznenadni masovni plotuni kasetne municije DPICM, naročito u kontrabaterijskoj ulozi, trenutno onesposobljavale protivničku artiljeriju da uzvratu vatra. Možda je pri tome ubijeno malo vojnika, ali je većina njih bila zaplašena do tačke prestanka dejstva. Slično je bilo i dejstvo ove municije na materijalna sredstva.

Prethodni rad

Dok je kampanja iz vazduha bila efektivna, američka komanda još uvek je imala problem uništenja što je moguće više iračke artiljerije pre otpočinjanja kopnenih dejstava. Posle bitke kod Kafdzija, artiljerije KoV i mornaričkodesantne pešadije izvršile su seriju napada za dalje smanjivanje pretnji iračke artiljerije. Pridržavajući se striktno sovjetske vojne doktrine, Iranci su rasporedili svoje topove u jedan lanac 12—20 km iza granice Kuvajta. Da su Amerikanci rasporedili

svoje topove na sličnoj daljini sa druge strane, Iranci bi mogli bezbedno da napadnu američku artiljeriju van dometa kontrabaterijske vatre. Srećom, Iranci nisu odabrali da vode borbu u neposrednoj graničnoj zoni, pa su Amerikanci pomerili svoju artiljeriju na samu granicu kako bi Iranci bili u granicama dometa. Čak i kada su gađali sa isturenih položaja, oruđa sa laserskim merenjem daljine, naročito samohodne haubice M109 M2 i M3 (sl. 2) morala su gađati sa velikim barutnim punjenjima i aktivno-reaktivnim projektilima M549, da bi pogodili Irance.



Sl. 2 Samohodna haubica M109A3 sa kontejnerima projektila sa laserskim vođenjem »co-pverhead« na krovu kupole. Ovi projektili su glomazni i ne mogu se raspakovati u kupoli

Prema američkoj doktrini ovakvi udari su prvenstveno namenjeni da iznure i dezorganizuju neprijatelja. Kada su utvrdili da iračka artiljerija nema dobrih podataka o ciljevima, Amerikanci su preobrazili udare u masovnu i produženu »preliminarnu« pripremu, namenjenu da sistematski unište neprijateljske isturene snage, posebno artiljeriju. Čudno je, da problem nije bio u tome kako učutkati iračke topove, već pre svega da se oni navedu da otvore vatru, ili da uključe svoje radare i radio-stanice, tako da američki sistemi za izviđanje ciljeva mogu da ih precizno lociraju. Jedan američki divizion usavršio je tehniku »pecni i uključi« za lociranje zaplašene iračke artiljerije. Više od osam divizona svih

kalibara bi bilo privučeno na domet poznate koncentracije iračkih topova. »Peckanje« bi se obavilo jednim plutonom višecevnog raketnog bacača MLRS na osetljivi irački cilj. Bacači MLRS bi se ubrzo izmaknuli i popunili. U međuvremenu radari AN/TPA-37 bi locirali iračke topove koji bi odgovorili uzvratnom vatrom. Ovi radari bi ubrzo prosledili položaj masi neotkrivene artiljerije u stanju očekivanja i irački topovi bi bili uništeni.

Sistemi za povezivanje sistema za izviđanje ciljeva i otvaranje vatre razlikuju se među komandama i zavise od sofisticacije postojećih veza i po tome kako svaki komandant korpusa organizuje svoju vatrenu moć. Po nekom opštem pravilu, teški radari AN/TPQ-37 bili su postavljeni daleko napred tako da su mogli jasno da »vide« van dometa najvećih iračkih topova. Radari počinju da zrače neprekidno kada izviđanje pomoću sredstava veze utvrdi da Iraci ne mogu da trianglišu zračenje američkih radara. Svaki radar može da jednovremeno locira do 10 vatrene položaja sa tačnošću do 10 m. Radari su bili digitalno povezani sa brigadnim ili divizijskim elementom za upravljanje vatrom (FSE) koji je brzo proveravao svaki osmatrački podatak iz razloga bezbednosti, pa je podatke momentalno prosleđivao bateriji topova ili višecevnih raketnih bacača, a posle nekoliko sekundi haubici ili bacaču. Povoljni uslovi za kontrabatirajuću vatru na bojištu omogućuju starenini višecevnih raketnih bacača MLRS da odredi dežurni vod, čija će posluha sedeti za svojim bacačima, spremna da uvede podatke u svoje uređaje za upravljanje vatrom na bacačima, da okrenu cevi i otvore vatru.

Kada Iraci prekinu vatru, pronalaženje artiljerije se usložnjava. Pomoću bespilotnih letelica neprijateljski topovi su pod stalnom pažnjom budnog oka. Precizne lokacije se izvlače pomoću spajanja podataka od aviona RC-12D, opremljenog sensorima za iz-

viđanje pomoću sredstava veze (COM-INT) i pomoću elektronskih uređaja (ELINT); od aviona OV-1D »Mohawk« opremljenog avionskim radarom za bočno osmatranje, i od drugih izvora američkog RV, uključujući avion RF-4C za foto-izviđanje, satelite, kao i od izveštaja pri ispitivanju posada aviona posle leta, kao i drugih pilota koji su se vratili iz borbene zone.

Kada je situacija fluidnija, izviđanje iz vazduha, filtrirano kroz vazduhoplovne obaveštajne organizacije, dok ne stigne do korpusnog elementa za upravljanje vatrom, može da bude od ograničene koristi. Ali iračka artiljerija bila je prinudno imobilna i čak posle nekoliko časova, u nekim slučajevima i posle nekoliko dana, od prijema podataka, većina lokacija koje su dobili od viših štabova bila je ispravna. 7. korpus se izveštio da odredi položaje neprijateljske artiljerije korišćenjem senzora izviđačkog aviona TR-1 kao što su STARS ili ASARS. Ni jedan od ovih senzora sam ne obezbeđuje lokacije sa dovoljnom tačnošću za nanošenje udara. Međutim, izviđanja ciljeva u okviru korpusnog elementa za vatrenu podršku potvrdilo je precizne lokacije korišćenjem višestrukih »snimaka« iz vazduha, radiogoniometriisanja ili položaja koje neposredno navode posade izviđačkih helikoptera OH-58D. Ključevi za precizno izviđanje ciljeva bili su vreme kojim se raspolagalo za obradu informacije o cilju i priroda samog zemljišta bez orijentira. Jedan ratni zarobljenik, čija se artiljerijska jedinica suprotstavila snagama 7. korpusa, potvrdio je sposobnost američke artiljerije da pronađe i uništi cilj. On je otkrio da je njegova divizionarna grupa izgubila 7 oruđa u toku faze napada iz vazduha i 46 od udara višecevnih raketnih bacača.

Artiljerijski projektil sa laserskim vođenjem M712 »Copperhead« pokazao se kao dragocen za uništavanje ciljeva malih dimenzija u toku jednonedeljnih artiljerijskih napada. U nekoliko pri-

lika isturene patrola sa ručnim laserima ili helikopteri OH-58D sa laserskim obeleživačima na jarbolima, bili su u stanju da unište osmatračnice, granične postaje i isturene radarske instalacije sa velikom preciznošću i potpunim iznenađenjem.

U ovom periodu debitovao je taktički raketni sistem američkog KoV ATACMS (Army Tactical Missile System). To je vođeni projektil sa dometom od preko 100 km. Staje u višecjevni raketni bacač MLRS (dva po bacaču), ima milimetarsku preciznost, a u bojnoj glavi smešteno je 950 potkalibarskih ubojnih elemenata (submunicije) M77. Pokazao se kao idealan za uništenje mekih, relativno nepokretnih ciljeva. Kako se ovaj projektil još nalazi u fazi završnih operativnih ispitivanja, malo ih je bilo na ratištu, pa je zbog toga upravljanje projektilom održavano na visokom nivou i izviđanje ciljeva obavljeno je promišljeno. Bilo je lansirano preko 30 ovih vođenih projektila. Radarski i protivavionski položaji bili su potpuno uništeni pogotkom samo jednog vođenog projektila. U ostale napadnute ciljeve spadaju jedna pumpna stanica i pozadinska mesta.

Priprema

Prema standardima II svetskog rata, različite artiljerijske pripreme za početak kopnenog juriša bile su umereno intenzivne i relativno kratke, a trajale su od 30 minuta do dva časa. Međutim, sa ubojnošću i preciznošću savremenih topova, i imajući u vidu statične i otkrivene iračke odbrambene položaje, rezultati su bili veoma efikasni i zastrašujući za Irčane. U jednom divizionu bilo je uništeno skoro svih 100 topova uspešnim dejstvom 300 višecjevnih bacača MLRS koji su ispalili preko 2,5 miliona eksplozivnih potkalibarskih bombi i dva divizionau haubica 203 mm M110A2, koje su gađale razornim projektilima sa blizinskim

upaljačima. Kada je počeo kopneni napad, jedan komandant američkog artiljerijskog divizionu prodro je do mesta gde je prethodno izvršio artiljerijski napad na jednu iračku bateriju. Video je uništenih pet od šest topova, a sam položaj bio je napušten na brzu ruku. Primetio je malo ubijenih vojnika oko isturenog položaja. Izgleda da masovna upotreba artiljerije ima psihološko dejstvo na Irčane, isto ili veće od razornog dejstva. To je bila lekcija, naučena i ponovo naučena, iz mnogobrojnih kampanja u prethodnim ratovima. Umorni, gladni, napušteni i potišteni, Irčani su bili emocionalno paralizirani i psihološki skrhanj masivnom američkom vatrenom moći.

Podrška mobilnih snaga

Svaki komandant koji vrši manevar koristi vatrenu podršku različito i zavisno od prirode neprijateljske pretnje i osobitosti svoga zadatka. Iskustvo 24. divizije mehanizovane pešadije ilustruje posebno uspešan način. Divizija je počela napredovanje sa šest divizionu artiljerije, četiri divizionu samohodne artiljerije 155 mm M109A3, jednim divizionom samohodne artiljerije M110A2 i dva »divizijska ekvivalenta« višecjevnih raketnih bacača MLRS. Pri prekidu borbenih dejstava divizija je imala pod komandom 11 artiljerijskih divizionu. Komandant divizije general Barry McCaffrey pomerio je gro svojih artiljerijskih snaga daleko napred, neposredno iza svoje čelne brigade. Rukovodeće načelo upotrebe artiljerije pomenutog generala bilo je jednostavno i neposredno: »Ne trošiti vreme i municiju za ciljeve manje od veličine divizionu. Ali ako nađete na pogodan cilj preduzmite sve da sručite trenutnu i razornu vatru i tada krenite.« 26. februara, posle napredovanja od 150 km za 24 časa izvršena je 30-minutna artiljerijska priprema iz svih kalibara za održavanje napredovanja divizije ka Eufratu. Višecjevni

raketni bacači MLRS i haubice 203 mm bili su efikasni gađajući u dubinu radi napada na artiljerijske položaje koje je otkrio radar »Firefinder«. Uništena su tri iračka artiljerijska divizionna pomoću ove masovne kombinacije, dok su divizionni oruđa 155 mm koncentrisana na neposrednu vatra.

Kako se napad nastavljao dalje prema Basri, nekoliko pridodatih izviđačkih helikoptera OH-58D otkrili su jedan divizion neprijateljskih haubica D-30. Snažna vatra dvonamenskom konvencionalnom poboljšanom municijom (DPICM) iz oruđa 155 mm i divizionna raketnih bacača MLRS uništili su ovaj divizion. Pokretni radari AN/TPQ36 obavljali su neprekidno izviđanje za kontrabatiranje u toku napredovanja. Bilo gde da je neprijatelj pokušao da izaziva američku vatrenu moć, bio je skršen. Jedan zarobljeni komandir baterije izjavio je, da je njegova jedinica samo jednom otvorila vatra u toku bitke i skoro u trenutku bila uništena dejstvom artiljerijskih potkalibarnih bombi. Trećina njegovih vojnika pobeгла je sa položaja i napustila većinu svojih topova koji su bili uništeni, a ostatak vojnika je izginuo.

Uspeh ove i sličnih operacija zavisi od sposobnosti artiljerije da iz marševske kolone pređe na vatreni položaj. Ako se uoči velika neprijateljska odbrambena prepreka, svi artiljerijski divizionni iz marševske kolone treba da se prikupe na granici dometa do cilja. Za mnoge ovaj proces dobija oblik svebrigadnog gađanja sa nepotpunom pripremom elemenata za gađanje. U neobuzdanoj žurbi nišandžije bi dobili naredbe za otvaranje vatre, skrenuli bi s puta na vatreni položaj, nanišani bi topove i izvadili bi municiju u očekivanju vremena vatrene naleta. Helikopterska i taktička podrška iz vazduha bi bila koordinirana »u hodu« sa »skokovitih« (napredujućih) komandnih mesta preko bezbedne radio-telefonske veze. Vreme ne dozvoljava pripremu oruđa. Prvo što su Iranci čuli bila je

zastrašujuća buka i bljesak mnogih bombi DPICM i artiljerijskih projektila koji su padali istovremeno.

Šta se dešavalo sa iračkom artiljerijom?

Od svih izjava u štampi i od strane vojnih stručnjaka pre sukoba u Zalivu najmanje su se pokazale verodostojnim one koje su se odnosile na snagu iračke artiljerije, koju je Sadam Husein smatrao kao »oružjem odluke«. Zahvaljujući milijardama utrošenim za razvoj i nabavku, kružile su priče o velikom broju oruđa koja su mogla da gađaju brže i dalje, a najstrašnija priča bila je o mogućnosti iračke artiljerije da ispaljuje hemijsku municiju. I stručnjaci i štampa nisu bili u pravu. Odakle tolike razlike u prognozama i stvarnosti? Naknadnim uvidom došlo se do nekoliko objašnjenja:

— Iračka artiljerija nalazila se u vrhu spiska ciljeva koalicije. Vazduhoplovne snage i saveznička artiljerija uspostavile su vatrenu nadmoć na samom početku ratnih dejstava i nastavili su neprekidne napade na iračku artiljeriju u toku cele kampanje. Na taj način iračka artiljerija bila je izbačena iz ravnoteže i nikad se nije više povratila;

— Artiljerijska oružja, optimizirana za veliki domet, imala su samo jedno preimućstvo — veliki domet, pa su zbog toga bile smanjene ostale performanse kao što su preciznost, pouzdanost, ubojna moć i neprekidna vatra. Irački topovi GHN45 i G5 kalibra 155 mm predstavljaju vrhunska dostignuća u razvoju artiljerije, a i sovjetski i kineski topovi 130 mm su i pored svoga veka prilično savremeni. Ali sva ova oruđa su imala za račun većeg dometa manju efikasnost na srednjim i kratkim dometima. Iranci nisu uspevali da iskoriste svoja preimućstva velikog dometa. Nisu se suprotstavljali kada su se američka artiljerija i raketni baca-

či približavali rejonu granice Saudi Arabija — Kuvajt, a kada su ovi zaposeli svoje položaje, nadmoć američke artiljerije u svemu sem u dometu omogućila je ovoj da ustanovi i održava vatrenu nadmoć;

— Možda su irački topovi i bili dobri, ali su irački artiljerci posedovali samo delove kompletnog sistema za vatrenu podršku. Pokazali su malo sposobnosti da koriste ono šta su imali na efikasan način, pa su njihovi topovi u toku kampanje ostajali zaslepljeni. Mada u početku oprezni, američki artiljerci su kasnije postajali agresivniji u upotrebi, kada su ustanovili da Iračani ne mogu da ih otkriju. Posle toga došlo je do naglog pomeranja ravnoteže u vatrenoj moći u korist snaga koalicije, radari su bili neprekidno uključeni, topovi su pomereni prilično napred u sektor dejstva iračke vatre i ostajali na vatrenim položajima relativno bez većeg rizika od iračke vatre;

— Najmodernija i najsposobnija oruđa iračke artiljerije ostajala su prilično nazad u rukama republikanske garde. Kada je došlo vreme da se angažuje i artiljerija garde, rat je bio praktično završen;

— Većina topova iračke artiljerije bili su vučni, a dejstva snaga koalicije iz vazduha primorala su Iračane da povuku svoje artiljerijske tegljače u pozadinu radi obavljanja kritičnih pozadinskih zadataka, ostavljajući topove sasvim nepokretne. Na njihovu nesreću, ni ukopavanje ni kamufliranje nije se pokazalo odgovarajućim protiv američkih kasetnih ubojnih sredstava i preciznog izviđanja ciljeva. Većina starijih iračkih artiljerijskih snaga mogla je da bira, ili da ostanu na mestu i budu uništeni ili da napuste položaje i prežive.

Zaključci

Možda zbog okolnosti u kojima je vođen rat u Zalivu teško je sada izvući neke čvrste zaključke iz stečenog

iskustva. Rat je posebno prošao dobro što se tiče američke vatrene moći i, na prvi pogled, izgleda da je to zasluga obuke i razvoja materijalnih sredstava u toku zadnje dve decenije.

Prvi među zaključcima bio bi, da su višecevni raketni bacači (raketna artiljerija) bez svake sumnje najkvalitetniji sistemi za vatrenu podršku u svetu. Iračani su napade ovih bacača doživljavali kao »čeličnu kišu«. Varijanta ATACMS (Army Tactical Missile System), mada umereno korišćen, takođe se pokazala kao izvanredno uspešna. Njen veliki domet i visoka preciznost su doprineli uspešnom napadu na neoklopljene ciljeve duboko u neprijateljskoj pozadini.

Pokazalo se da svaki artiljerijski sistem koji otvori vatru može da bude otkriven, a kada bude otkriven, za vrlo kratko vreme može da bude uništen. Artiljerci posle povratka iz rata su izjavili, videvši izgorele i savijene ostatke iračkih baterija, da svaki artiljerijski sistem u budućnosti, konvencionalni ili raketni, koji ne može da dejstvuje autonomno i da manevriše između vatrene zadatka, doživeće sličnu sudbinu kao iračka artiljerija.

Rat u zalivu je pokazao vrednost radara za kontrabatiranje i bespilotnih letelica. Dok su SAD odmakle u razvoju radara za kontrabatiranje, treba ići dalje u nabavci dovoljnog broja ovih letelica. U namerama da se razvije bespilotna letelica za sve namene, ne treba zaboraviti da prikupljeni izviđački podaci o izviđanju ciljeva za dejstvo artiljerije mogu biti od velike koristi samo ako su precizni i na najbrži način »prevedeni« u elemente gađanja na lanserima, računajući to vreme u minutama, ako ne i u sekundama. Na taj način imperativno je da se jedna bespilotna letelica optimizira za funkciju izviđanja ciljeva i da se neposredno poveže sa sistemom vatre za kontrabatiranje.

Domet pri projektovanju američkih artiljerijskih oruđa nije nikad uzi-

man kao odlučujući elemenat za sticanje nadmoći jer, bar do sada, uništavajuća sposobnost na velikim dometima bila je problematična. Precizno upravljanje vatrom i kasetna municija su izmenili situaciju. Na sreću snaga koalicije nadmoć u dometu iračke artiljerije nadoknađena je preciznošću pogađanja i uništavajućom moći. Međutim, budući protivnici mogu dosta da nauče od iračkih grešaka. Budući američki artiljerijski sistemi moraju da budu u stanju da popune kritičnu prazninu u dometu koja počinje sa 24. km i završava se najmanje na 40. km. Nije potrebno da svi topovi gađaju tako daleko, ali se neprijatelju nikad ne sme dozvoliti da napadne američke baterije, a da ove ne mogu da odgovore preciznom ubistvenom vatrom.

Iako je još suviše rano da se navedeni zaključci prevedu u specifične preporuke, nesporno se može iz ovog konflikta izvući jedna istina: revolucija u preciznosti gađanja, zahvaljujući razvoju američke tehnologije, doprinela je da je bojište i po širini i po dubini postalo toliko osetljivo i osuđeno na propast, da ničije oružane snage neće moći poći u rat sa preimućstvom u broju topova i dometu. Superiornost u artiljerijskoj vatri, do koje se dolazi korišćenjem platformi iz vazduha, sa kopna i sa mora u jednom neprekinutom sistemu, obezbeđuje inicijativu starešini koji to poseduje.

P.M.

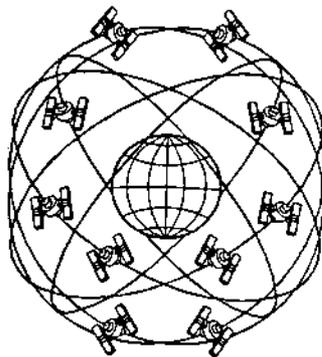
Globalni pozicioni sistem*)

Koncept razvoja globalnog pozicionog sistema (GPS) započet je 1973. godine kada je Ministarstvo odbrane SAD (DoD — Department of Defense) donelo odluku o formiranju jednog koordinacionog tela (Joint Program Office

*) Prema podacima iz »GPS WORLD, GPS WORLD CORPORATION«, Eugene, Oregon, USA, 1990. i 1991.

— JPO) sa zadatkom uspostavljanja satelitskog sistema za potrebe određivanja položaja u prostoru, brzine kretanja i održavanja službe vremena. Članove koordinacionog tela (JPO) sačinjavali su predstavnici kopnenih, pomorskih i vazduhoplovnih snaga kao i predstavnici nacionalne kartografske agencije. Od tada do danas, GPS je u potpunosti opravdao svoje postavljanje i sada pokazuje u ono vreme neslućene mogućnosti. Tvrdi se da danas u svetu ima apsolutni primat u odnosu na sve dosadašnje projekte ove vrste. Globalni pozicioni sistem čine tri segmenta: prostorni, kontrolni i korisnički.

Prostorni segment sistema čine 21 aktivni i tri rezervna satelita tipa NAVSTAR raspoređeni u šest orbitalnih ravni sa radijusom orbite od oko 26.560 sm. Ravni su nagnute u odnosu na ekvator pod uglom od 55° a, međusobno su odvojene za ugao od 60° .

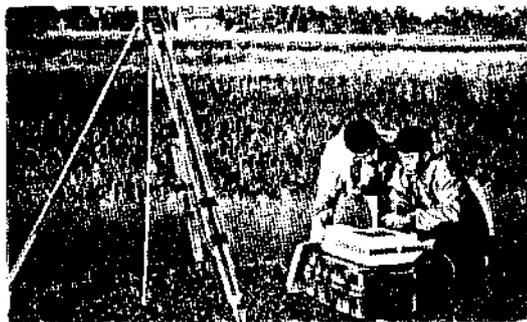


Sl. 1 Orbite GPS satelita

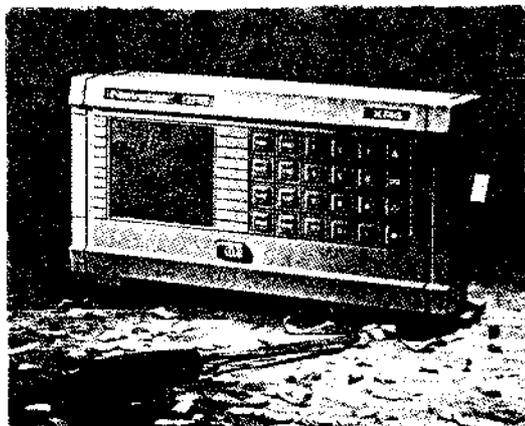
Trenutno se u sistemu nalazi 16 satelita, a očekuje se da će do 1993. godine sistem biti potpuno popunjen sa svih 24 satelita. Tađa će na svim delovima planete biti moguća »vidljivost« 4 do 5 satelita u svako doba dana i godine. Imajući u vidu da je za potrebe navigacije dovoljno minimum 3 satelita, a za sve ostale potrebe 4, to znači da će GPS biti u stanju da zadovolji svačije potrebe. Svaki satelit emituje po dva nosača signala na dve L-band fre-

kvencije: L1 1575.4 MHz i L2 1227.6 MHz. Talasne dužine tih frekvencija iznose 19 i 24 cm, respektivno. Na nosačima frekvencija nalaze se u modulisanom obliku podaci o položaju satelita, podaci o vremenu, kodni podaci i neke druge pomoćne informacije. Radi zaštite svojih interesa DoD je razvio dva nivoa tačnosti korišćenja GPS-a: službu standardnog pozicioniranja (SPS) i službu preciznog pozicioniranja (PPS). SPS je pristupačan svim korisnicima GPS-a pod uslovom da su snabdeveni bilo kakvim GPS prijemnicima. Tačnost koju ovaj nivo garantuje iznosi oko 100 m u apsolutnom smislu. SPS nivo tačnosti zasnovan je na korišćenju tzv. C/A (coarse acquisition) koda, čija frekvencija iznosi 1,023 MHz a, talasna dužina oko 300 m. C/A kod je modulisan samo na L1 nosač. Pored C/A koda postoji i tzv. P (precizni) kod čija je frekvencija 10,23 MHz a talasna dužina oko 30 m. PPS se sastoji od podataka koji se nalaze modulisani na oba nosača frekvencija i može dati veoma tačne podatke o položaju, brzini kretanja i tačnom vremenu u svakom trenutku. Ovaj će nivo tačnosti biti pristupačan (prema sadašnjim saznanjima) vojnim i civilnim strukturama u SAD, a izvan SAD, samo u slučajevima koji su od interesa američke politike. Svaki slučaj izvan SAD biće predmet posebnog razmatranja. Tačnost koju obezbeđuje PPS iznosi oko 20 m po položaju i 30 m po visini, a kada je reč o brzini daje tačnost od oko 0,1 m/s. Greška transfera podataka o vremenu procenjuje se na oko 300—400 nanosekundi i zavisi od greške pozicioniranja.

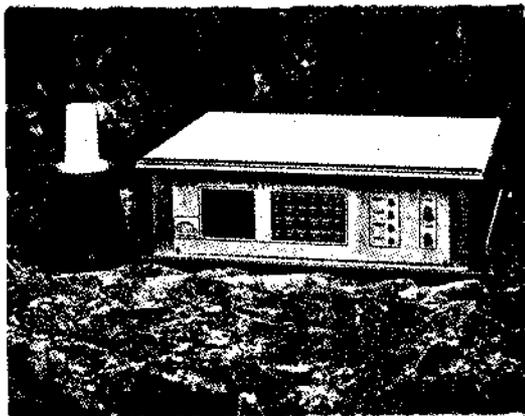
Kontrolni segment sistema čine kontrolne stanice. Glavna kontrolna stanica nalazi se u Falcon vazduhoplovnoj bazi u Kolorado Springsu, dok se ostale prateće stanice nalaze raspoređene na nekoliko mesta širom sveta, uglavnom u zoni ekvatora i čiji je osnovni zadatak da prate kretanje satelita na osnovu čega se računaju što tačniji položaji istih.



Sl. 2 GPS prijemnik za potrebe geodetskog premera

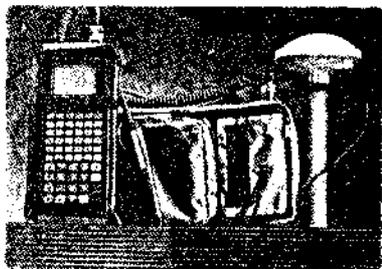


Sl. 3 Navigacijski GPS prijemnik



Sl. 4 GPS prijemnik za prijem i transfer vremena

Korisnički segment sistema čine satelitski prijemnici. Godine 1980. na tržištu se mogao naći samo jedan GPS prijemnik, dok se danas može sresti više od 100 vrsta tih uređaja. Postoje prijemnici koji se koriste samo za vojne ili samo za civilne potrebe, zatim navigacijski, geodetski, prijemnici za prijem tačnog vremena, kodni i beskodni, jednofrekventni i dvofrekventni, itd. Svi se oni razlikuju po obliku i dimenzijama, ali im je osnovni princip konstrukcije isti.



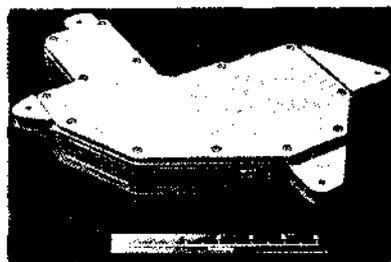
Sl. 5 Ručni GPS prijemnik

Zavisno od različitih potreba i zahteva razvijene su i određene metode rada i obrade dobijenih GPS podataka. Dve glavne metode su metoda apsolutnog i metoda relativnog pozicioniranja.

Metoda apsolutnog pozicioniranja obezbeđuje podafke o položaju, brzini i vremenu u svakom trenutku realnog vremena, i kao takva po prirodi trpi najviše uticaja od izvora grešaka, pa joj je tačnost u odnosu na relativnu metodu znatno manja. Međutim, u većini slučajeva, ova metoda rada se isključivo koristi (navigacija), a tačnost koju ona daje uz primenu P koda iznosi ispod 5 m. Za razliku od ove metode, metoda relativnog pozicioniranja daje znatno veću tačnost, koja može dostići nivo od samo nekoliko milimetara. U metodu relativnog pozicioniranja spadaju metode statičkog i kinematičkog diferencijalnog pozicioniranja. Prva ima veliku primenu u geodeziji a druga ima veliku perspektivu, naročito u vojsci, posebno u zemljama koje nisu čvršće

vojnički ili ekonomski vezane za SAD. Suština ove metode ogleda se u izboru jedne ili više kontrolnih stanica sa poznatim preciznim podacima o apsolutnom položaju iste, koja prima signale sa satelita, određuje parametre popravki i radio-vezom šalje iste do korisnika. Trenutno se na tržištu mogu naći kompletne ponude ove vrste od više proizvođača. Značaj ove metode se ogleda u velikoj nezavisnosti i velikoj otpornosti sistema u odnosu na sisteme ometanja i degradacije GPS podataka. Stalne kontrolne stanice mogu služiti u rejonu i do nekoliko stotina kilometara bez obzira na njihovu vidljivost. Za ostvarivanje veze potrebne za prenos elemenata za korekciju položaja mogu poslužiti VHF/UHF radio-uređaji. Pored SAD i mnoge evropske zemlje permanentno razvijaju svoje lokalne nezavisne mreže za potrebe diferencijalnog pozicioniranja. Time one na neki način doskaču američkoj politici tzv. selektivnosti, ali i ne ugrožavaju direktno interes SAD, jer svoje lokalne sisteme uglavnom mogu koristiti na užoj teritoriji.

Što se tiče dosadašnje primene GPS prijemnika u vojne svrhe, već ima više primera. U ratu u Zalivu, veliki broj GPS prijemnika (oko 4.000) za veoma kratko vreme stavljeno je na raspolaganje američkim snagama i njenim saveznicima. Većina aviona *F-16* bila je opremljena pored inercijalnim i GPS sistemom. Bombarder *B-52*, kao i britanski *GR-1 Tornado* lovci-bombarderi, takođe su bili snabdeveni GPS uređaji-



Sl. 6 Petokanalni GPS prijemnik kao sastavni deo sistema za navođenje

ma. Gotovo svaka vazduhoplovna jedinica veze u sastvu kopnenih snaga za sadejstvo, imala je u svom sastavu GPS prijemnike. Borbene operacije u vazdušnom prostoru umnogome su koristile mogućnosti tog sistema. Uspješnost gađanja projektilima velikog dometa ostvarena je prvenstveno uz primenu koordinata dobijenih sa GPS uređajima u trenucima izviđanja izviđačke borbene avijacije na iračkoj teritoriji. Čak je i zemaljski ofanzivni projektil Tomahawk adaptiran u smislu ugradnje jednog specijalnog GPS prijemnika.

U sistemu komandovanja, GPS sistem takođe pokazuje svoje prve rezultate. Za ovu priliku samo konstatacija da su rezultati ispitivanja njegove primene u sistemu C³ (Command-Control and Communications) na nivou bataljona, opravdali značaj GPS sistema. Rezultati su pokazali da se sa komandnih mesta viših taktičkih jedinica mogu pratiti pokreti i izdavati naređenja putem slike i teksta. Za takav poduhvat pored GPS prijemnika i radio-prijemnika potreban je jedan manji računar sa odgovarajućom bazom podataka (npr. ARC/INFO). Nakon tih prvih iskustava u korišćenju GPS-a, naglo je porasla potreba za proizvodnjom što većeg broja prijemnika, a naročito vojnih. Tako, oružane snage SAD procenjuju da im je u ovom trenutku potrebno negde oko 68.000 takvih malih ručnih ili navigacijskih prijemnika. Procene govore da se tzv. bojno polje budućnosti neće moći zamisliti bez značajne upotrebe GPS-a. Zbog toga, period od njegove pune primene (1993. godine) treba maksimalno iskoristiti da bi se što bolje sagledali svi značajni aspekti upotrebe GPS-a, čije su prednosti u odnosu na sve dosadašnje sisteme na prvi pogled dosta očigledne. Što se tiče bojazni od eventualnog manipulisanja sistemom zbog nedostatka konkurencije, procenjuje se da od 1993. godine SAD imaju zakonsku obavezu da isti održavaju u predviđenim i deklariranim standardima. Bojazan ove vrste još se više uma-

njuje činjenicom da i druga sila (SSSR) takođe razvija sličan sistem pod nazivom GLONASS, tako da će se GPS prema procenama na Zapadu sve više morati komercijalizovati. Za sada se kao jedini razlog mogućeg isključivanja GPS sistema navodi ugrožavanje nacionalne bezbednosti SAD.

B.B.

Nuklearne rakete vazdušnog baziranja ratnog vazduhoplovstva SAD*)

Krajem šezdesetih godina u SAD je proizvedena nova klasa nuklearnog oružja strategijske namene — nuklearne rakete vazdušnog baziranja, što je materijalizacija zamisli strategije nuklearnog zastrašivanja. Nadajući se da neće duže vreme imati monopol u oblasti strategijskih sredstava za upotrebu tog oružja (strategijski bombarderi sa nuklearnim bombama velike snage), SAD su već u drugoj polovini pedesetih godina radile na rešenju problema izvršenja udara po protivničkoj teritoriji sa velikih udaljenja. Procenivši mogućnosti bespilotnih sredstava za upotrebu nuklearnog oružja velike snage (bespilotne letelice serije »SNARK« N-69, domet 8.800 km, bojna glava mase više od 3.000 kg, start sa zemaljskog lansera), američki stručnjaci su već 1959. godine otpočeli letna ispitivanja analognog oružja vazdušnog baziranja sa nuklearnim punjenjem — vođene rakete »HAUND DOG« (domet 1.250 km, brzina leta 2.000 km/h, jačina bojne glave 4 Mt). Krajem 1961. godine, ova raketa bila je uvedena u naoružanje. Do početka avgusta 1963. godine u sastavu strategijske vazduhoplovne Komande ratnog vazduhoplovstva SAD 29 skvadrona bombardera B-52 bilo je naoružano tim raketama.

*) Prema podacima iz časopisa »Zarubežnoe voennoe obozrenie«, 8/1991.

Ubrzo, međutim, postalo je jasno da taktičko-tehničke karakteristike rakete ne obezbeđuju potpuno rešenje zadatka izvršenja udara sa velike udaljenosti i bombarderi su u takvim slučajevima morali izvoditi proboj zone protivvazdušne odbrane protivnika, utoliko gore po njih jer su nuklearne avionske bombe i dalje ostale u njihovom naoružanju. Radi toga je bila razvijena specijalna nuklearna raketa ŠRAM AMG-69A, koja se od 1972. godine nalazi u naoružanju strategijske avijacije. Ta raketa, u suštini balistička (pri lansiranju na maksimalnu daljinu), ima relativno malu preciznost na velikim daljinama dejstva. Međutim, velika brzina leta (3 M) obezbeđuje brzo izvršenje udara po objektima PVO. Svega je bilo proizvedeno 1.500 raketa, od čega je 1.300 bilo uvedeno u operativnu upotrebu. Cena jedne rakete iznosi više od milion dolara.

Vreme je prolazilo, u SAD su se menjali predsednici i šefovi vojnih ustanova, formulisane su nove strategije, ali suština je ostala kao i pre — oslonac na nuklearno oružje. Posebno mesto u forsiranom povećanju udarne moći strategijskih ofanzivnih snaga davana je nuklearnim raketama vazdušnog baziranja, između ostalog, krstarećim raketama. Termin »krstareće rakete« koji se koristi na primer u sovjetskoj štampi, nije sasvim tačan, odnosno ne odražava američki pojam »Cruise missile« — vođena raketa, koja na većem delu putanje leti približno istom brzinom, jer za let vođene rakete nisu potrebna krila, a nosači mogu biti telo i površina krilaca za stabilizaciju i upravljanje raketom.

Pri razvoju nuklearnih krstarećih raketa vazdušnog baziranja u SAD je izvršeno istraživanje ne samo njihove uloge i mesta u strategijskim snagama, nego i kriterijum »dovoljnosti« takve vrste oružja. Tako, Ričard Betts u svojoj knjizi »Krstareće rakete — tehnologija, strategija, politika« — izdvaja tri glavna zadatka strategijskih snaga:

1. Garantovana udarna moć — nanošenje prihvatljive štete ekonomici i stanovništvu protivnika;

2. Ekvivalentnost — prednosti protivnika treba da se kompenziraju prednošću SAD;

3. Viševarijantnost upotrebe — povećanje potencionalnih mogućnosti uništenja oružanih snaga protivnika i komandnih mesta, sprečavanje realizacije njegovih strategijskih planova, očuvanje rezervi strategijskog nuklearnog oružja.

Procenjajući ulogu krstarećih raketa vazdušnog baziranja, on piše da je ta vrsta nuklearnog oružja namenjena za kompenzaciju smanjenih mogućnosti strategijskih bombardera da prodru na teritoriju protivnika. Dalje, Ričard Betts navodi proračune jednog od najvećih autoriteta SAD Ričarda Maknamare, jednog od bivših ministara odbrane, koji je računao da polazeći od kriterijuma dovoljnosti, za uništenje na primer 3/4 sovjetskog industrijskog potencijala i 1/3 stanovništva, dovoljno je obezbediti da 400 krstarećih raketa vazdušnog baziranja jačine 1 Mt ili 1.200 projektila od 200 kt pogodi predviđene ciljeve na teritoriji SSSR-a.

Sredinom sedamdesetih godina SAD su pokušale da izvrše modernizaciju arsenala nuklearnog oružja. Ali, to je bilo neuspešno, jer razvijena krstareća raketa ALCM-A AGM-86A nije bila uvedena u naoružanje zbog nedovoljnog dometa (1.200 km) i niskog stepena zastrašivanja bez obzira na druge prednosti (startna masa rakete, na primer, iznosila je manje od 1.000 kg).

Razvoj krstarećih raketa vazdušnog baziranja bio je produžen na bazi nove tehnologije i početkom osamdesetih godina ratno vazduhoplovstvo SAD dobilo je rakete ALCM-AGM-86 B dometa 2.500 km, koja po oceni američkih stručnjaka, obezbeđuje uništenje visoko zaštićenih ciljeva (210 km/sm² sa verovatnošću 0,99. Za razvoj te rakete

utrošeno je 1,2 milijardi dolara, a za proizvodnju više od 1.700 raketa 2,8 milijardi dolara.

Kao što se vidi, krstareće rakete »HAUND DOG«, posle 20 godina zamenjene su raketama AGM-69A, a ove druge posle 10 godina raketama ALCM-B AGM-86B. Krajem devedesetih godina praktično je završen razvoj perspektivnih krstarećih raketa vazdušnog baziranja ACM AGM-129 (ACM — Advanced Cruise Missile) koje su imale, saglasno zahtevima, domet 4.800 km. Njihov razvoj koštao je 3,6 milijardi dolara, a planirana kupovina oko 1.500 raketa koštaće još 3,3 milijardi dolara.

Savremene nuklearne krstareće rakete vazdušnog baziranja američki stručnjaci ubrajaju u klasu visoko preciznih oružja, jer je za uništavanje cilja dovoljno, praktično, jedna raketa. Saglasno podacima zapadne štampe, pri tačnom pogađanju visokozaštićenog cilja (700 kg/sm^2) obezbeđuje se verovatnoća uništenja 0,95 a pri zaštićenosti od 350 kg/sm^2 0,99 (verovatno kružno skretanje rakete iznosi 60 m). Elastičnost upotrebe krstarećih raketa vazdušnog baziranja obezbeđuje se time što njihov sistem za navođenje omogućava programiranje gađanja deset ciljeva sa jednom raketom (alternativno).

Nije zaboravljena i raketa ŠRAM, koja već dugo izaziva sumnje zbog niske pouzdanosti. Za njenu zamenu razvija se raketa druge generacije ŠRAM-2 dometa 400 kilometara, koja će se uvoditi u naoružanje praktično jednovremeno sa krstarećom raketom ACM u 1993. godini. Za strategijske bombardere planira se proizvodnja više od 1.600 raketa ŠRAM-2 (cena proizvodnje iznosi 2,5 milijarde dolara).

Avioni strategijske avijacije SAD imaju velike potencionalne mogućnosti u podvešavanju nuklearnih raketa (do 38 ŠRAM i ŠRAM-2, 22 ALCM-B i 20 ACM), što obezbeđuje njihovu maksimalnu primenu. Osim toga, treba uzeti u obzir i okolnost da je za vreme raz-

voja i proizvodnje krstarećih raketa u SAD obavljeno istraživanje nosača ovog oružja na bazi transportnih aviona (na primer, BOING-747) sa smeštajem na njima (naoružavanjem) od 60—70 raketa.

Taktičko-tehničke karakteristike američkih nuklearnih raketa vazdušnog baziranja navedene su u tabeli sastavljenoj na bazi podataka strane štampe.

Povećavajući udarnu moć strategijske avijacije, vojno rukovodstvo SAD ne zaboravlja i taktičku avijaciju. Svet-ska javnost nije uspela da uđe u suštinu sovjetsko-američkog Ugovora o raketama srednjeg i malog dometa, a već su na Zapadu počeli da se šire glasovi o tome da su nuklearne bombe kao osnovno udarno oružje taktičke avijacije malo efikasne i da tu avijaciju treba naoružati nuklearnim raketama. Ubrzo su sledili i praktični koraci u tom pravcu. Tako je proizvodnja novog nuklearnog oružja taktičke avijacije već počela, a to je, u stvari, raketa nove generacije ŠRAM-2. Njena taktička varijanta ŠRAM-T AGM-131B biće razvijena i uvedena u upotrebu krajem devedesetih godina i njome će biti naoružani avioni taktičke avijacije u Evropi (osnovni nosači F-15 i F-111). Do kraja devedesetih godina vazduhoplovstvo planira uvođenje 500 raketa prve serije ŠRAM-T. Osim ratnog vazduhoplovstva, za tu raketu zainteresovana je i ratna mornarica, pa samim tim broj raketa ŠRAM-T prve serije može biti povećan. Zapadni stručnjaci za nuklearno naoružanje ističu da treba odustati od modernizacije nuklearnog oružja taktičke namene, kao što su rakete »Lance« i nuklearni projektili za artiljerijske sisteme 155 i 203 mm i dr. Stvar je u tome da se akcenat u nuklearnom naoružanju taktičke namene pomera od sredstava kopnenog baziranja na sredstva vazdušnog baziranja, koje po operativnim mogućnostima (sa uvažavanjem radijusa dejstva aviona) ne zaostaju iza nuklearnih sredstava kopnenog baziranja — krstarećim raketama

Naziv, oznaka, godina uvođenja u naoružanje	Startna masa [kg]	Domet [km]	Osnovni nosači (maksimalni broj raketa u avionu)
	Jačina nukle- arne bojne glave [Mt]	tačnost gađa- nja VKS	
»HAVND DOG« AGM-28D, 1961.	4.600	1.250	B-52 (2)
ŠRAM AGM-69A, 1972.	4	190	B-52 (20) B-1B (38)
	oko 1.000	oko 220	
	0,2	90—450 ¹	
ALCM-B AGM-86B, 1982.	oko 1.460	2.500 ²	B-52 (20) B-1B (22)
	do 0,25 ³	manje od 30	
	1.500 ⁴	4.800 ⁵	
ACM AGM-129A, 1992.	0,2	30	B-52 B-1B (20) B-2 (16)
	700 ⁵	400 ⁵	
	0,15—0,175	.	
»ŠRAM«-2 AGM-131A, 1993.	.	400 ⁵	B-1B (38) B-2 (16)
	do 0,2	.	

1) Zavisno od načina upotrebe.

2) Po podacima nekih izvora 2.950 kg.

3) Bojna glava sa promenljivim taktičkim ekvivalentom.

4) Po podacima nekih izvora 1.250 kg.

5) Saglasno zahtevima.

GLCM i balističkim raketama »PER-ŠING-2«, koje treba da budu uništene u skladu sa sovjetsko-američkim Ugovorom o smanjenju taktičkog nuklearnog oružja.

Dinamika razvoja američkih raketa vazdušnog baziranja svedoči o tome, da pozicija Pentagona u odnosu na ovu vrstu oružja nije pretrpela principijelne promene i svodi se na dalje povećanje njihovih udarnih mogućnosti.

Posle R. Maknamare u Pentagonu nikad nije vraćeno na kriterij dovoljnosti o čemu najbolje govori modernizacija i razvoj novih nuklearnih krstarećih raketa vazdušnog baziranja.

Avijacijski optoelektronski sistemi — stanje, problemi i perspektive*)

U sadašnje vreme, u inostranstvu se sprovode radovi na izradi novih i modernizaciji u naoružanju postojećih avijacijskih optoelektronskih nišanskih sistema (AOENS). Prema mišljenju inostranih vojnih stručnjaka, to je, u sadašnjem trenutku, najefikasnije sredstvo za pokazivanje ciljeva visokopreciznim sistemima oružja, namenjenim za uništavanje ciljeva malih dimenzija.

Prema načinu rešavanja zadataka, sistemi se dele na AOENS za dejstva

M. M.

*) Prema podacima iz časopisa »Tehnika i vo-
ruženije«, 9/90.

po zemaljskim ciljevima i ciljevima u vazdušnom prostoru, a prema tipovima davača koji ulaze u sastav sistema — na pasivne, aktivne i poluaktivne. Prema načinu obrade i predaje informacije davači se dele na goniometrijske i one koji su namenjeni za prikazivanje podataka.

Optoelektronski sistemi proučavaju, otkrivaju i prepoznaju ciljeve i mere njihove koordinate, a takođe predaju podatke o ciljevima sistemima oružja (sl. 1). Tipičan sistem sastoji se od optomehaničkog bloka, optoelektronskih davača, uređaja za stabilizaciju, procesora za obradu signala, računara, uređaja za praćenje cilja i sistema za prikazivanje informacija. Pri tome, komplet davača zavisi od postavljenih zadataka AOENS-u.

U sistemima namenjenim za rad po zemaljskim ciljevima, koriste se televizijski, termovizijski, goniometrijski i laserski kanali za dobijanje informacije o cilju (tabela 1).

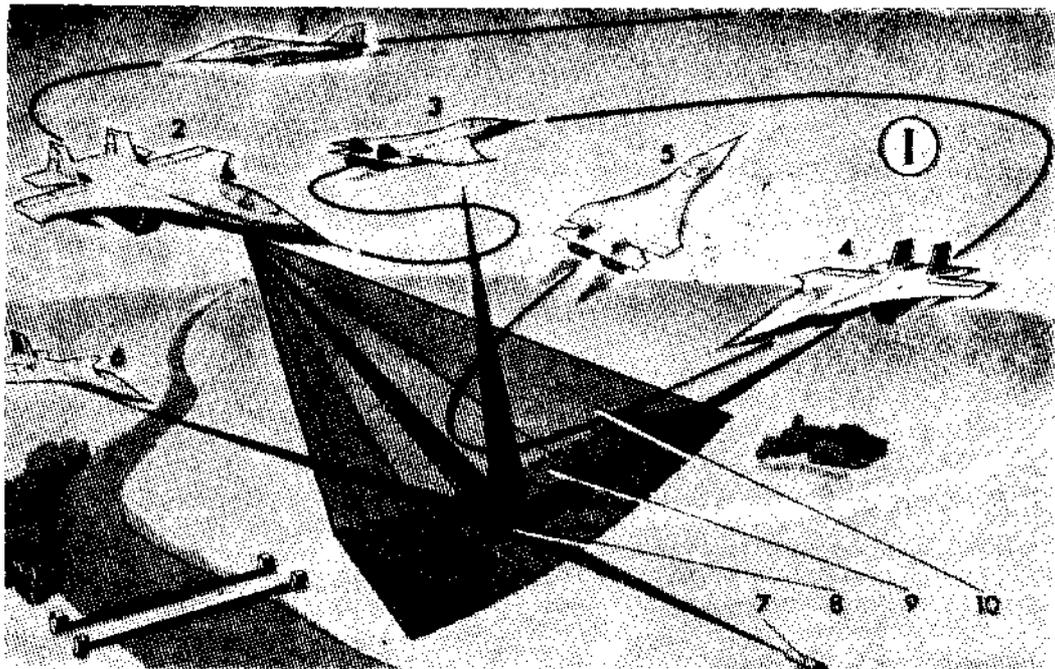
Primenom televizijskih davača, koji rade u opsegu 0,4—1,1 μ , prema tvrdnjama stranih stručnjaka, mogu se dobiti prikazi visoke rezolucije, što omogućava otkrivanje i raspoznavanje ciljeva na većim daljinama. Tako, prema

mišljenju stranih stručnjaka, primena uskopojasnih sistema (1^o) omogućava, pri povoljnim meteorološkim uslovima, otkrivanje ciljeva malih dimenzija na daljinama do 8 km.

Pomeranje spektralne karakteristike telefizijske kamere u bližu IC-oblast (0,8—1,1 μ), koja obezbeđuje filtraciju atmosferskih smetnji tipa »sumaglice«, povećava daljinu otkrivanja ciljeva u složenijim meteorološkim uslovima. Isto tako, potvrđuju, da u uslovima jake sumaglice [meteorološka daljina vidljivost (MDV) — 2—4 km], primene protivničkih formacijskih dimnih sredstava, smetnji prašinom, a takođe noću efikasnost televizijskog kanala naglo pada. Predviđaju da će otkrivanje ciljeva na osnovu njihovog toplotnog zračenja u dugotalasnom opsegu IC-zračenja (9—12,5 μ) čak i u uslovima dimnoprasijskih smetnji i pri MDV 2 km biti omogućen neprekidan rad u termovizijskom kanalu u toku 24 časa. Daljina raspoznavanja cilja »tenk« je 4—5 km. Zapaža se da se mogućnosti termovizijskih davača bitno ograničavaju pri magli, visokoj vlažnosti, snižavanju temperaturnih kontrasta traženih predmeta posle atmosferskih padavina, a takođe u slučaju promene znaka kontrasta zavisno od promene vremena u toku 24 časa.

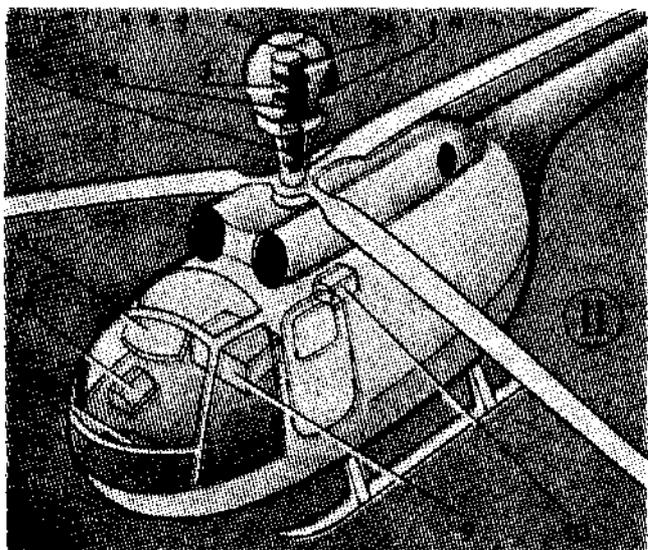
Tabela

Tip davača	Radni opseg [μ]	Demaskirajuće obeležje koje koristi	Funkcija koju izvršava
Goniometrijski	3,5—5,5, 9—12,5,	Sopstveno toplotno zračenje ciljeva	Otkrivanje ciljeva u vazdušnom prostoru
	1,06	Odbijeno lasersko zračenje od cilja	Otkrivanje ciljeva osvetljenih laserom
Televizijski	0,4—1,1	Odbijeno svetlosno zračenje od cilja	Formiranje slike ciljeva i fona
Termovizijski	9—12,5	Sopstveno toplotno značenje ciljeva	Formiranje slike ciljeva i fona
Laserski	1,06, 10,6	Odbijeno lasersko zračenje od ciljeva	Merenje daljine i osvetljavanje zemaljskih ciljeva



Sl. 1 I Princip rada goniometra laserskog belega:

1 — trajektorija izlaska u rejon traženja cilja, 2 — traženje, otkrivanje i prepoznavanje cilja, 3 — praćenje cilja, 4 — tačka upotrebe oružja, 5 — odlazak, 6 — tačka obasjavanja cilja avionom — navodiocem, 7 — zemaljski laserski izvor obasjavanja, 8 — cilj, 9 — zona zahvata, 10 — zona traženja.



II Varijanta razmeštaja aparature optoelektronskog sistema na helikopteru:

1 — zaštitna kapa glave osmatračkog sistema, 2 — termovizijska kamera, 3 — televizijska kamera, 4 — laserski daljinomer — pokazivač cilja, 5 — blok za napajanje, 6 — indikator na čeonom staklu, 7 — pult daljinskog upravljanja, 8 — indikator na upravljačkoj tabli, 9 — blok aparature upravljanja sistemom, 10 — oblik za «skidanje» informacija.

U uređajima kanala za otkrivanje i raspoznavanje predviđen je izbor fiksnih vidnih polja, što omogućava operatoru da izabere optimalno povećanje uređaja zavisno od uslova primene i režima rada.

Uređaj za praćenje cilja može da radi u dva režima: u složenoj fonskoj situaciji, uz korišćenje korelacionog metoda praćenja, i u prostoj — uz korišćenje kontrastnog metoda. U *AOENS* postoji laserski kanal, koji obezbeđuje merenje daljine i obasjavanje ciljeva za dejstvo po njima vođenim raketama i bombama s laserskim poluaktivnim sistemom vođenja. Radna talasna dužina laserskog zračenja je $\lambda = 1,06 \mu$, a frekvencija ponavljanja impulsa osvetljenja $f = 10-20$ Hz.

Prema mišljenju inostranih stručnjaka, za povećanje zaštite sistema vođenja od uticaja smetnji, može se primenjivati kodirano zračenje po frekvenciji ponavljanja impulsa. Laserski kanal ima zajedničko ogledalo s televizijskim sistemom, čime se omogućava jednostavnost podešavanja kanala.

U slučaju dejstva po zemaljskim ciljevima goniometrijski kanal *AOENS* se koristi za otkrivanje ciljeva i obasjavanje laserskim pokazivačima ciljeva. Zajedno sa stanicom za obasjavanje realizuje princip dvopozicione lokacije.

Laserski pokazivač cilja, koji se nalazi ili na zemlji ili na nekoj letelici, obasjava cilj, a sistem postupno pretražuje, otkriva, prepoznaje (u slučaju kodiranog signala) i prati cilj po odbijenom laserskom zračenju od cilja. Traženje i praćenje cilja ostvaruje se automatski. Informacija o koordinatama cilja predaje se ili za dalje prepoznavanje ili za upotrebu po istom, vođenog ili nevođenog oružja. Daljina otkrivanja laserskog belega, prema podacima inostranih izvora, može dostići 16 km. Avionski *OENS*, namenjeni i za dejstvo po zemaljskim ciljevima, smeštaju se, po pravilu, u podvesnim spremnicima (kontejnerima). Optomehnički deo smešta se u kardanskom podvesku,

što omogućava široku zonu osmatranja po azimutu i mesnom uglu. Helikopterski *OENS* smeštaju se u kupoli ili iznad ležišta propelera (na izviđačkim helikopterima).

AOENS namenjeni za dejstvo po ciljevima u vazдушnom prostoru sredstva su informacijske podrške avionskih radara lovačkih aviona. Oni su izrađeni na osnovu televizijskih ili goniometrijskih davača. *AOENS* na osnovu televizijskog davača namenjen je za otkrivanje i raspoznavanje ciljeva u vazдушnom prostoru. U istima se primenjuje sistem automatskog praćenja. Pri pokazivanju ciljeva radarom, saopštava se da sistem omogućava raspoznavanje cilja na daljini 16—20 km. Prime na tog sistema na lovačkom avionu, prema mišljenju inostranih stručnjaka, uz korišćenje informacije o tipu letelice povećava efikasnost boja u vazдушnom prostoru (na račun izbora racionalne taktike). Sistem sa davačem goniometrijskog tipa omogućava pretraživanje, otkrivanje, praćenje cilja na osnovu njegovog toplotnog zračenja. Dijapazon radne talasne dužine sistema je $\lambda = 3,5-5,5 \mu$, pri čemu su demaskirajuća obeležja cilja elementi konstrukcije s visokom temperaturom (pogonski motor, planer, oplata koja se zagreva pri letu na nadzvučnim brzinama).

Veličina zone osmatranja može se diskretno menjati zavisno od tačnosti sistema prethodnog pokazivanja ciljeva. Prema mišljenju inostranih stručnjaka, *AOENS* datog tipa treba prvenstveno da omogući tajni zahvat cilja pri navođenju nosača sa zemlje ili od sistema ranog radarskog otkrivanja, kao i da povećava zaštitu od smetnji osmatračko-nišanskog radarskog sistema u celini. U sistem prikazivanja informacija *AOENS* svih tipova, po pravilu, ulaze indikatori na lobnom staklu u pilotskoj kabini, višefunkcionalni indikatori i sistemi za pokazivanje ciljeva i indikacije na kacigi pilota.

U sadašnje vreme u inostranstvu se traže tehnička rešenja zadataka u vezi sa automatizacijom otkrivanja, ra-

spoznavanja ciljeva i predaje podataka o ciljevima oružju. Delimično, na taj zadatak se odnosi program za izradu novog tipa AOENS — koherentnog višefunkcionalnog laserskog lokatora.

Prema mišljenju inostranih eksperata, isti je dužan da objedini funkcije otkrivanja, raspoznavanja, merenja uglovnih koordinata i daljine do cilja. Zahvaljujući relativno kratkoj talasnoj dužini zračenja ($\lambda = 10,6 \mu$) laserski lokator ima dovoljno uzak usmereni dijagram zračenja, što omogućava visoku rezoluciju pri otkrivanju ciljeva, zaštiti od smetnji i tajnost rada. Koherentna obrada signala omogućava režim doplerske selekcije ciljeva, pri čemu frekventni pomak iznosi 200 kHz/m/s (kod radara 10—100 Hz/m/s). Prema konstataciji inostranih stručnjaka, to daje mogućnost otkrivanja cilja koji se kreće veoma malom brzinom. Visoki koeficijent propuštanja atmosfere na radnoj talasnoj dužini i sposobnost rada u uslovima dimnoprášinskih smetnji daju preimućstvo laserskom lokatoru u odnosu na pasivne davače u složenoj fonskoj situaciji cilja.

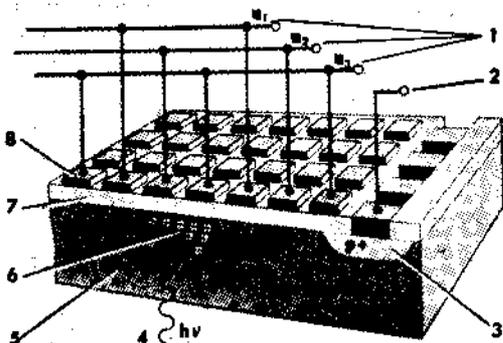
Uporedo sa izradom samih sistema, u inostranstvu se sprovode istraživanja u vezi sa usavršavanjem njihove elementarne baze. Osnovni pravac tih is-

traživanja jeste razvoj foto-prijemnih uređaja koji rade u različitim dijapazonima talasnih dužina, s matricnom strukturom (sl. 2) i većim brojem elemenata povećane osetljivosti, izrada optičkih sitsema s koeficijentom propuštanja većim od 0,8 u dijapazonu talasnih dužina 0,4—14 μ , uvođenje elementa nelinearne optike za koherentnu obradu signala i sistema s elektronskim skaniranjem snopa.

U inostranstvu se veća pažnja poklanja razvoju sistema za automatsko raspoznavanje ciljeva na osnovu informacija dobijenih od televizijskih i termovizijskih davača. To je povezano sa malom propusnom sposobnošću sistema operator — AOENS u režimu pretraživanja, otkrivanja i raspoznavanja ciljeva u širokom vidnom polju, a s tim u vezi, i nedostatkom vremena koje se često oseća u postojećim sistemima, a isto se troši na donošenje odluke o napadu cilja, što ne udovoljava zahtevu za određenom žilavosti lovačke avijacije. Razvoj se odvija takvim pravcima kao što su stvaranje informacijske banke podataka o ciljevima i fonskim situacijama, razrada algoritama prethodne obrade prikaza, njegove segmentacije, davanje obeležja ciljeva, izrada zahteva u vezi sa oblikom informacija koja se predaje u sistem prikazivanja. Predviđa se klasifikacija ciljeva prema energetskim, geometrijskim i tekstualnim obeležjima.

Skraćivanje potrebnog vremena za traženje i raspoznavanje ciljeva omogućiće, prema mišljenju inostranih stručnjaka, realizaciju principa višekanalne primene raketnog oružja. Radi toga, razrađuju se algoritmi praćenja i predaje, za više ciljeva, tačnih podataka o cilju u glave za samovođenje raketa, koje će ostvariti vođenje po slici cilja.

U perspektivi razvoj AOENS, prema mišljenju inostranih stručnjaka, ići će putem stvaranja integrisanih sitsema, koji uzimaju u obzir objedinjavanje svih kanala na osnovu zajedničkog optičkog sistema, stvaranja aparature



Sl. 2 Matricni foto-prijemni uređaj:

1 — napon, koji se skida s ćelija matricnog uređaja, 2 — izlaz videosignala, 3 — zona uporedenja signala, 4 — primajuće svetlosno zračenje, 5 — silicijumska podloga, 6 — nabojni paket, 7 — sloj dielektrika (iksidasilicijuma), 8 — upravljačke elektrode.

za obradu informacija (kako primarnih, tako i sekundarnih) i prikazivanja integrirane slike na jedinstvenom sistemu indikacije. Pri određivanju logike rada i moguće arhitekture sistema za obradu dolazećih informacija od nekoliko davača, planira se korišćenje veštačke inteligencije. Stvaranje takvih sistema, kako tvrde inostrani stručnjaci, obezbediće kvalitetno novi nivo efikasnosti u rešavanju zadataka dejstva po ciljevima malih dimenzija.

L. B.

Program modernizacije oklopnih sistema*

Američki program modernizacije oklopnih sistema *ASM* (Armored Systems Modernization) predviđen je radi suprotstavljanja budućem sovjetskom tenku III krajem ovog veka, zbog toga što je procenjeno da se to neće moći postići poboljšanjima postojećeg tenka tipa *M1 Abrams*. Rasformiranje Varšavskog ugovora uklonilo je većinu ranijih razloga za realizaciju programa *ASM*, pa je odluka da se krene od faze prototipa (ili probnog modela) ka razvoju u prirodnoj veličini napuštena u korist jednog konzervativnijeg razvojnog programa. Ured sekretara za odbranu umetnuo je prototipsku fazu između demonstratora *ATTD* (Advanced Technology Transistion Demonstrator) i faze proizvodnje. Na taj način, program *ASM* je produžen za oko tri godine, počev od 1990. To je bila cena kojom je plaćeno nastojanje da se ne ostane bez budžetskih sredstava kao i smanjivanja rizika programa. Međutim, brine manjak u drugim oblastima (na primer, u samohodnoj artiljeriji) koji može da postane kritičan ako se dopušte dalja odlaganja i vrši pritisak na razvoj nekih komponenata programa *ASM*. Zagovornici unapređenog sistema

poljske artiljerije *AFAS* (Advanced Field Artillery System), na primer, traže raniji rok uvođenja u naoružanje, i to pre 2004. godine, kao i izvlačenje programa *AFAS* sasvim iz programa *ASM*. Zvanični američki krugovi su to odbili, navodeći potrebe za postizanjem najvećeg stepena univerzalnosti u okviru ukupnog programa *ASM*. Međutim, izgleda da su u koncept univerzalnosti već uneti specijalizovani uslovi za neke varijante.

Iz nekih materijala bliskih trgovini dobija se utisak da će se vozilo *ASM* sastojati od serija raznovrsnih modula kako bi se dobila tenkovska, artiljerijska, inženjerska varijanta i varijanta sa vođenim naoružanjem i sve bi varijante bile zasnovane na sličnim, ako ne i na istim, šasijama. Predložene su dve šasije: zajednička teška šasija i šasija sa srednjom zaštitom. Termin »univerzalnost« znači da se šasija može proizvoditi na jednoj proizvodnoj liniji. Savremeni proizvodni procesi su vrlo fleksibilni i pojedine varijante vozila iz programa *ASM* mogu se potpuno razlikovati po izgledu. Verovatno da se u početnoj fazi rada u fabrici tenkovsko i artiljerijsko vozilo ne mogu identifikovati.

Zajedničko u familiji vozila verovatno će biti elektronika vozila (uključujući računar tipa 1553), motor, transmisija, potporni točkovi i NHB-sistem za zaštitu. Ti elementi se mogu menjati u toku veka vozila. Položaj svakog od tih sistema u telu vozila zavisiće od rezultata stepena razvoja demonstratora *ATTD*, a takođe i od predloga faze razvoja i proveravanja vrednosti (ona je planirana za početak 1994). Pojavili su se i novi problemi: elektronska oprema popuniće svaki postojeći kubni centimetar zapremine u telu potencijalnog vozila *AFAS* i moguće je da će doći do promena pojedinih varijanti za prihvatanje budućih tehničkih inovacija.

Osnovno vozilo iz programa *ASM* je tenk »Block III« (sl. 1) koje će odrediti mnoge od karakteristika jako oklopljene šasije. Taj tenk bi trebalo da

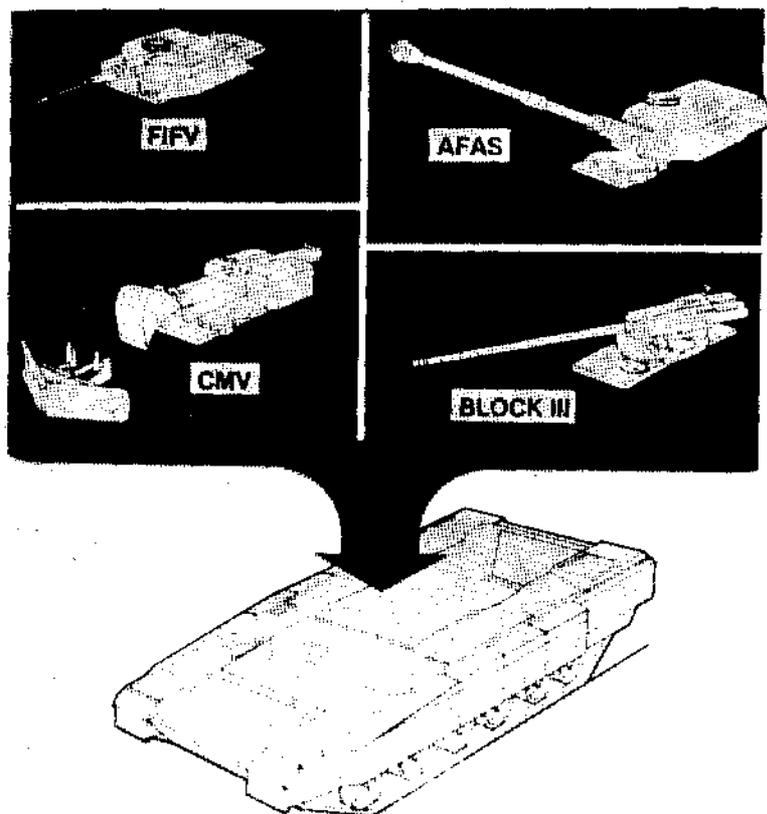
*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 9/1991.

uđe u naoružanje 2004. godine, oko tri do šest meseci pre *AFAS-a*. Očekuje se da će taj tenk utrošiti do 35% ukupnih budžetskih sredstava od 55 milijardi USD za 6.000 varijanti *ASM*. U druga modularna vozila spadaju 782 vozila za dopunu poljske artiljerije *FARV* (Field Artillery Resupply Vehicles), 256 inžinjerskih vozila (za obezbeđenje pokretljivosti) *CMV* (Combat Mobility Vehicles) i 907 protivoklopnih vozila *LOSAT* (Line-of Sight Anti-Tank).

Decembra 1990. američka *KoV* zaključila je ugovore sa dve firme za razvoj univerzalne šasije *ATTD* kao i za analizu konstrukcije sistema tenka »Block III«.

Tenk »Block III« biće naoružan topom 140 mm (sadašnji top *XM291*) čiji je efikasni domet protiv sadašnjih ciljeva veći za 50% od sadašnjeg topa 120 mm, mada se to upoređenje može menjati, s obzirom na velike domete koje je postizao *M1A1* u ratu u Zalivu (uništenje cilja prvim projektilom noću, iz pokreta, na daljinama do 3.500 m, bilo je uobičajeno). Unapređeni sistem tenkovskog topa *ATAC* imaće automatski punjač za povećanje brzine gađanja, čime bi se broj članova posade smanjio na tri i masa na oko 59 t, mada oslanjanje može da izdrži i 70 t.

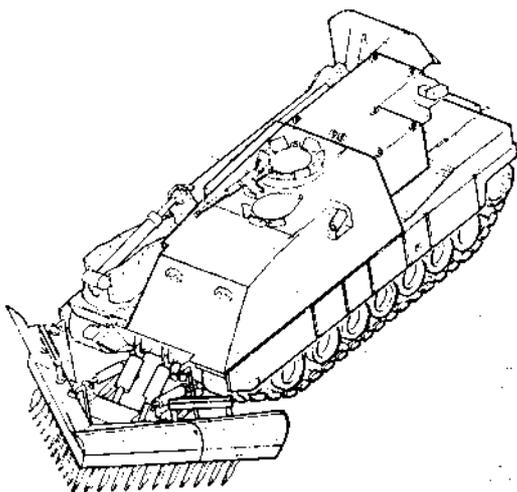
Osnovno vozilo bi imalo univerzalni integrisani sistem *VIDS* (Vehicle In-



Sl. 1 Koncept modularne familije vozila *ASM* sa visokim stepenom zajedničkih delova šasije:

- (1) — *FIFV* — Buduće borbena vozilo pešadije; (2) — *AFAS* — Unapređeni sistem poljske artiljerije (samohodni top); (3) *CMV* — Inžinjersko vozilo za obezbeđenje pokretljivosti trupa; (4) Tenk »Block III«

tegrated Defense System), ali će oklop biti promenljiv kako bi se zadovoljila ograničenja za transportovanje i različiti uslovi na bojištu. Principijelno, zajednička šasija za ATTD treba da bude u stanju da izdrži poboljšanje u efikasnosti oklopa za 50%. Na slici 2 šematski je prikazan koncept ATTD za inženjerijsko vozilo (Combat Mobility Vehicle) sa šasijom M1.



Sl. 2 Šematski prikaz inženjerijskog vozila za obezbeđenje pokretljivosti trupa na šasiji M1

Zapremina sistema motora i transmisije treba da bude smanjena za 40%, a potrošnja goriva za 50% u odnosu na sadašnje sisteme. Razvojni program za unapređeni integrisani pogonski sistem AIRS (Advanced Integrated Propulsion System) dao je dva kandidata: dizel-motor firme »Cummins« sa transmisijom firme »Allison« i gasnu turbinu GE/Lycoming takođe sa transmisijom »Allison«. Na položaj motora uticaće izbor topa (sada je poželjan konvencionalni top 140 mm, ali će se uzeti u obzir razvoj elektrotermalnog, elektromagnetskog ili topa sa tečnim pogonskim punjenjem). Top XM291 sa dugom cevi zahtevaće ugradnju kupole što je više moguće nazad, kako cev topa ne bi mnogo prelazile prednju ivicu tenka.

Modifikacije ASM su već identifikovane i mogu se podeliti u tri kategorije:

- ASM 1, odnosi se na sadašnji program ASM,
- ASM 2, uključuje poboljšanje na vozilu koje odredi ASM 1,
- ASM FUTURE, odnosi se na koncept koji bi imao za cilj da se američko vođstvo u oklopnim vozilima održi duboko u 21. veku.

P. M.

Haubica kalibra 105 mm M119*)

Naoružavanje američke 7. lake pešadijske divizije novembra i decembra 1989. godine haubicama kalibra 105 mm M119 završetak je petogodišnjih napora da se britanski laki top adaptira za potrebe američke KoV. Ovaj način rešavanja problema naoružavanja može da bude i model za druge programe u budućnosti.

Zašto »novo« oruđe 105 mm?

Od 1965. godine američka KoV počela je da razmešta haubicu 105 mm M102 s ciljem da to lako artiljerijsko oruđe obezbedi podršku ne samo vazdušnodesantnih, već i novoformiranih vazdušnotransportnih jedinica. Za smanjivanje mase te haubice korišćen je u velikoj meri aluminijum. Ona ima vrlo nisku siluetu, čime se poboljšava verovatnoća opstanka na bojištu. Ima platformu za gađanje i uređaj u obliku valjkastih guma za brzo okretanje topa po azimutu za 360°. Mala masa oruđa (samo 1.665 kg) omogućuje prevoženje transportnim helikopterom, a uspešno je korišćeno od mnogih jedinica američke KoV u vjetnamskom oslobodilačkom ratu (1960—1975).

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 7/1991.

Međutim, kada je došlo do povlačenja američkih kopnenih snaga iz Vijetnama i kada su se SAD okrenule drugim obavezama u svetu, postale su očevidne potrebe za jednim poboljšanim oruđem. Američka KoV je zato preduzela napore da definiše organizacijsku strukturu »lakih« divizija koje bi bile u stanju da se brzo izmeštaju iz SAD radi obavljanja različitih obaveza. Za razliku od vazdušnodesantnih jedinica koje su se borile u Vijetnamu, te nove lake divizije trebalo bi da budu u stanju da se suprotstave izazovima u širokom spektru ratovanja, počev od ratova tzv. niskog intenziteta, preko protivpartizanskog rata, pa do borbi visokog intenziteta protiv mehanizovanih i oklopnih kopnenih snaga. Ukratko, lake divizije bi trebalo da budu toliko »lake« da se brzo razmeste, ali da imaju veliku vatrenu moć da opstanu i da se bore.

Dok haubice kalibra 155 mm obezbeđuju veći domet i potrebnu vatrenu moć, nije postojala ni jedna druga koja bi zadovoljavala uslov o ograničenju mase, koja je zahtevana od stvaralaca lakih divizija. Najnovija američka haubica kalibra 155 mm M198 koja se sada nalazi u naoružanju ima masu od 7.144 kg. Njoj je kao tegljač bio potreban kamion nosivosti 5 t. Nju ne može da prevozi helikopter tipa *UH-60*, pa je potrebno mnogo letova transportnog aviona tipa *C-141B* za strategijski razmeštaj tih haubica. Dok haubica M198 ima veliki domet i ubojnu moć, njena prekomerna masa ju je isključila u daljim diskusijama za potrebe lakih divizija.

Haubica M109 bila je dovoljno laka ali nije imala odgovarajući domet, svega 11.500 m, radi dejstva protiv novih napadačkih sredstava protivnika i nije imala potrebne sposobnosti za izviđanje (akviziciju) podataka za gađanje. Januara 1984. komanda za materijalno-tehnička sredstva američke KoV otpočela je sačinjavanje spiska potencijalnih kandidata koji bi zadovoljili uslove za korišćenje u lakim divizijama.

Zašto baš haubica M119?

Centar KoV za istraživanje, razvoj i proizvodnju naoružanja uporedio je oko 20 američkih i NATO haubica, a spisak je ubrzo sveden na četiri ozbiljna kandidata: modifikovanu haubicu M102, američku haubicu XM204, koja je u fazi razvoja, kao i verzije britanskog lakog topa L118 i L119. Posle iscrpnih analiza troškova i efikasnosti tih oruđa, škola poljske artiljerije američke KoV ustanovila je da je najprihvatljivija alternativa L119.

Kriterijumi za izbor baš tog oruđa bili su potrebni za brzim razmeštajem u jedinicama, masa ispod 1.860 kg i potencijalni domet od najmanje 19 km. Pored toga, od divizijske artiljerije, naoružane novom haubicom, traži se da može da se strategijski razmesti sa najviše 70 poletanja aviona *C-141B*. Dok ovaj zahtev spada u kategoriju »morak«, od firmi koje razvijaju haubice traži se niska cena, dobra pouzdanost, mali rizik za razvoj programa, poboljšana pokretljivost i nizak natpritisak posle opaljenja radi zaštite posluge.

Najmanje privlačni kandidat bila je poboljšana haubica M102 sa dužim oruđem i gasnom kočnicom za smanjivanje trzanja. Dok su masa haubice i brzina gađanja zadovoljavale, pouzdanost nije bila velika, bila je nestabilna pri vuči, a pri maksimalnom punjenju imala je veliki natpritisak. Što je najznačajnije, domet te haubice, čak i sa aktivno-reaktivnim projektilom, bio je samo 18.600 m.

Haubica tipa XM204 revolucionarno je oruđe sa »mekim« trzanjem, ima izvanrednu brzinu gađanja, mali natpritisak posle opaljenja i potencijalni domet od 19.500 m sa aktivno-reaktivnim projektilom. Međutim, ima i nedostataka. Masa haubice je 2.268 kg, što je suviše za projektovani tegljač tipa *HMMW* (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle), a takođe ne zadovoljava zahtev za strategijskim prevoženjem vazdušnim putem. Pored toga, ta haubica je još u fazi razvoja i trebaće

duže vreme za operativno uvođenje u jedinice u odnosu na druge kandidate.

Najzad, preostaju dva modela britanskog lakog topa — L118 i L119 koji je razvijen početkom sedamdesetih godina radi zamene italijanske haubice kalibra 105 mm »Model 56« sa kutijas-tim kracima lafeta i kružnom platformom, koji obezbeđuju dobru stabilnost oruđa i mogućnost pokretanja po azimutu. Konstrukcijski materijal od lakih legura i cevasti kraci lafeta obezbeđuju čvrstoću i smanjuju masu oruđa na minimum (1.860 kg). Laki top L118, koji ima cev dužine 37 kalibara i konstruisan je da gađa britanskom municijom »Abbot Mk II«, uključujući razorni projektil L31 mase 16,1 kg, može da dostigne domet od 17,2 km bez raketnog pogona ili »base bleed«. Kako veliki lager američke municije po NATO standardu ne odgovara cevi tog topa, konstruisana je druga cev dužine 30 kalibara, koja se može zameniti u toku dva časa. Sa tom novom cevi, laki top (sa izmenjenim nazivom L119) ima domet od samo 11.500 m kada gađa američkom standardnom municijom, ali može da dobaci i preko 14.000 m sa novoizrađenim maksimalnim punjenjem (metak M760 sa barutnim punjenjem M200). Pored toga, top L119 može da dostigne domet od 19.500 m sa aktivno-reaktivnim projektilom koji je u fazi razvoja.

Oba topa (L118 i L119) zadovoljavaju zahteve za masu i domet i kako se oni već nalaze u naoružanju, postoji mogućnost brzog uvođenja u naoružanje SAD. Što se tiče SAD, L118 ima vrlo visoke troškove programa zbog njegove zavisnosti od familije municije koja sada nije u naoružanju SAD.

Jedan od glavnih faktora u korist tog lakog britanskog topa su performanse L118 u argentinsko-britanskom sukobu na Folklendskim ostrvima. (1982). Taj top je pokazao svoju izdržljivost pod veoma nepovoljnim vremenskim i zemljišnim uslovima. U toku tih borbenih dejstava top L118 ispalio je preko 15.000 metaka sa vrlo visokom

pouzdanošću. Mala masa tog topa olakšala je prevoženje vazdušnim putem zbog nepovoljnog zemljišta, a veoma dobar domet i preciznost omogućili su britanskim artiljercima da nadmaše domet argentinskih haubica kalibra 105 mm i da se po dometu izjednače sa njihovim većim haubicama 155 mm. Mala masa topa, mogućnost prevoženja vazdušnim putem, izvanredan domet i dokazana izdržljivost ostavili su povoljan utisak na američke konstruktore.

Maja 1984, posle izviđanja tržišta i na osnovu operativnog i organizacijskog plana koji su dostavljeni načelniku štaba američke KoV, taj britanski top odabran je za nabavku. Model L118, mada je imao veći domet, učinio se preskupim zbog nekompatibilnosti sa postojećom američkom municijom. Da bi se obezbedio domet od 14.000 m, za model L119 (koji je preimenovan u XM119) usvojen je metak M760 kao punjenje br. 8. Pored toga, za postizanje dometa od 19.500 m američka KoV započela je razvoj aktivno-reaktivnog projektila tipa XM913. Najzad, za poboljšanje ubojne moći, započet je srodan program dvonamenske municije. Ta dvonamenska poboljšana konvencionalna municija XM915 DPICM (Dual Purpose Improved Conventional Munition), koja je kompatibilna sa novim punjenjem br. 8 i novom submunicijom (potkalibarska kasetna municija), obezbediće novom topu 105 mm dva puta veću ubojnu moć nego što je to slučaj sa postojećom u naoružanju poboljšanom konvencionalnom municijom (ICM) M444.

Proces nabavke lakog britanskog topa

Kako se britanski laki top već nalazi u naoružanju V. Britanije i nekih drugih zemalja, KoV SAD namerava da ga kupi iz trgovačke mreže kako bi pre ušao u naoružanje. Komanda američke KoV složila se sa nabavkom borbenog sredstva bez njegovog razvijanja

radi smanjivanja vremena između razvoja koncepta do uvođenja u naoružanje. Faza ocenjivanja koncepta normalno traje nekoliko godina, a sada je svedena na nekoliko prvih meseci 1984. godine dok je faza demonstriranja i vrednovanja skraćena skraćivanjem ispitivanja na minimum, koji je potreban za verifikovanje kvaliteta XM119 za korišćenje u naoružanju SAD.

Kako prototip haubice već postoji, nije potrebna faza razvoja u prirodnoj veličini.

Ispitivanje

Pre nego što je odabrana haubica XM119, američka KoV je obavljala ispitivanja L118 nekoliko godina. Pre oktobra 1976. izrađen je program za ocenjivanje koncepcije za haubicu. Posluge koje su poznavale haubicu M102 posluživale su sada M118 u različitim operativnim uslovima, i rezultati su bili povoljni. Mada je postupak nišandžije pri korišćenju nišanske sprave M118 različit, odlučeno je da nema značajnih prepreka da se to britansko oruđe uvede u naoružanje KoV SAD. Zatim je oruđe ocenjivala (1982. godine) artiljerija 82. vazdušnodesantne divizije i dobilo je visoke ocene i mnoge pristalice među artiljercima.

Uprkos tim početnim uspesima, načelnik štaba je naredio nabavku dovoljnog broja haubica XM119 za dalja ispitivanja. Prvo je zakupljeno šest oruđa, ali je uskoro ta brojka povećana na 20. Radna grupa za integraciju ispitivanja razradila je detaljan plan za ograničena ispitivanja, uglavnom radi utvrđivanja kompatibilnosti oruđa i novog metka M760 sa punjenjem br. 8. Ispitivanja su usmerena na tri glavne oblasti — tehnički problemi, operativno i proizvodno proveravanje.

Tehnički problemi. Cilj tehničkih ispitivanja su ergonomski činioci, pouzdanost, bezbednost, dejstvo u ekstremnim vremenskim uslovima. Stručnjaci koji su obavili ispitivanja zapazili su da

postoje određeni »rizici« koji zahtevaju dalja ispitivanja. Američka KoV je odlučila da nastavi ispitivanje veka zatvarača i samog oruđa u odnosu na zamor i habanje, posebno sa novom municijom. Potrebna su dalja ispitivanja sistema trzanja i lafeta radi određivanja efekata naprezanja koja su posledica većih punjenja. U toku ispitivanja bilo je ispaljeno preko 3.700 metaka M760 iz haubice XM119 i početkom 1985. bilo je obavljeno utvrđivanje bezbednosti.

U operativna ispitivanja obuhvaćeno je ispitivanje sposobnosti haubice XM119 da obezbedi potrebe lake divizije u nekim kritičnim aspektima: brzina reagovanja vatrom u odnosu na snage koje manevrišu; obim, preciznost i domet vatre XM119; mogućnosti održavanja i pozadinske podrške; bezbednost posluge pri dejstvu haubice. Pri-



Sl. 1 Haubica M119 na vatreom položaju sa karakterističnom jednokomornom gasnom kočnicom na kojoj se nalazi kuka za tegljenje sa cevi napred, čime se skraćuje vreme posedanja vatreom položaja

likom tih ispitivanja ispaljeno je 15.000 metaka, od čega 3.500 M760, i nova haubica je potpuno zadovoljila postavljene uslove. Decembra 1985. to oruđe dobilo je zvaničnu oznaku M119 (sl. 1).

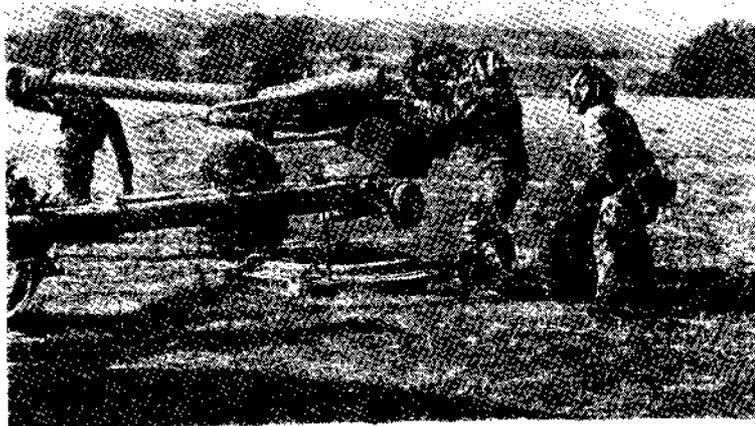
Početakom 1988. Britanci su isporučili prve serijske haubice M119 pa su počela ispitivanja radi utvrđivanja da su u proizvodnji zadovoljeni svi postavljene uslovi. U toku tehničkog ispitivanja utvrđeno je da su popuštali zavareni šavovi podvoska usled trajnog naprezanja pri gađanju municijom M 760. Proizvođač je otklonio uočeni nedostatak pomoću zavarenog umetka, pa su nastavljena ispitivanja. Četiri haubice su ispalile po 300 metaka i tegljene preko 1.600 km preko različitog zemljišta. Od te četiri, dve haubice su dalje podvrgnute ispitivanju izdržljivosti pri čemu je ispaljeno preko 6.400 metaka.

Mada se sada haubice M119 nalaze u jedinicama, nastavljena su poboljšanja. Od početka 1991. godine postojeći britanski uređaji za upravljanje vatrom biće zamenjeni nišanskim spravama, sličnim onima koje se nalaze na haubicama M102. U toku ispitivanja u hladnim vremenskim uslovima utvrđeno je da zaptivke povratnika cure pri temperaturama -31°C i nižim. Preduzete su mere za rekonstrukciju povratnika a modifikacije će biti kasnije sprovedene.

pona točkova (sl. 2) treba da se skinu desni točak, kako bi se haubica postavila u položaj za gađanje, a zatim se točak vraća na mesto. Ceo proces traje jedan minut.

Model za budućnost

Kada je rukovodstvo američke KoV odlučilo 1984. godine da nabavi laki top, pristupljena je modifikaciji postojećeg procesa kako bi jedno sredstvo, nabavljeno na tržištu bez sopstvenog razvijanja, što brže dospelo do ruku vojnika. Od donošenja odluke do uvođenja u naoružanje prošlo je pet godina, što je znatno brže nego što je slučaj kod drugih sredstava. Na primer, samohodnoj haubici 155 mm M109 bilo je potrebno 12 godina od koncepta do ulaska u naoružanje. Kako je u razvoj uključeno obezbeđivanje kompatibilnosti britanskog topa i novog američkog metka M760, to je značajno dostignuće. Američka KoV iskoristila je dobru konstrukciju oruđa koje se već nalazi u naoružanju u savezničkim OS i modifikovala je postojeći proces nabavke



Sl. 2 Zbog malog raspona točkova potrebno je skinuti desni točak kako bi se haubica postavila u položaj za gađanje, a zatim se točak vraća na svoje mesto. Ceo taj proces traje oko 1 minute

Jedna od osobenosti te haubice pri pripremi za dejstvo na vatrenom položaju jeste u tome da zbog malog ras-

radi ubrzanja isporuke oruđa u jedinice. Mada iz opravdanih razloga postoje različite faze tradicionalnog pro-

cesa nabavke, program M119 je pokazao da i u tom sistemu postoji fleksibilnost, koja mora da obuhvata najviši nivo rukovodstva i sve niže nivoe — do inženjera-pojedinca, koji je odgovoran da oruđe zadovolji sve postavljene uslove. Vojni stručnjaci SAD smatraju da je uspeh jednog borbenog sredstva koje nije razvijeno od početka već je nabavljeno na tržištu, kao i njegova efikasnost, što je slučaj sa haubicom M119, primer kako treba raditi i u budućnosti.

P.M.

Naslednici današnjih tenkova*)

Stanje posle popuštanja zategnutosti između Istoka i Zapada može da zanemari neke činjenice koje se tiču tenkova i drugih vojnih problema. Konkretno to stanje je zanemarilo činjenicu da zapadno od Urala ima još 13.500 tenkova i hiljade iza Urala. Oko 20 drugih zemalja ima po oko 1.000 tenkova dok se u nekim zemljama nalazi po nekoliko stotina.

Tako će tenkovi i dalje opstati u velikom broju i ostati važan element vojne sile i političke moći. Ofanzivna uloga tenkova mora da bude sprečena drugim tenkovima.

Zbog toga ne može biti ni reči o tome da tenkovi ili vozila nalik na tenkove neće biti potrebni kao deo snaga koje će se suprotstaviti potencijalnom agresoru ili služiti kao zastrašivanje budućih agresora. Predviđa se da će u budućnosti postojati tri kategorije tenkova.

Vozila sa teškim oklopom i topom velikog kalibra

Najvažnije što se zahteva od budućih naslednika današnjih tenkova jeste da budu ekvivalent onom što se

dan danas naziva borbenim tenkom. Preciznije se mogu definisati kao vozila sa teškim oklopom i topom velikog kalibra. Ta vozila treba da budu optimalni oblik mobilnih zaštićenih sistema sa oružjem za neposredno gađanje i kao takvi imaju istu dominantnu ulogu u kopnenim operacijama kao i današnji borbeni tenkovi.

Da bi odigrali pomenutu ulogu, ugrađeni topovi moraju da budu u stanju da unište oklop svakog protivničkog tenka, kao i druge ciljeve, a to zahteva topove snažnije od sadašnjih tenkovskih topova kalibra 120 ili 125 mm. Već se nalaze u razvoju topovi kalibra 140 mm i topovi sa čvrstim barutnim punjenjem tog ili većeg kalibra samo su praktičan odgovor za sadašnje probleme i probleme koji će iskrsavati koju godinu unapred.

Potencijalne alternative, kao što su električni topovi (videti VTG 3/1991), treba da pređu još veliki put pre nego što budu u stanju da se ugrade u vozila. Na primer, da bi lansirao barem ekvivalent sadašnjem potkalibarskom protivoklopnom projektilu tipa APFSDS 120 mm, koji ima energiju na ustima cevi od 9 MJ, elektromagnetskom topu potrebna je baterija kondenzatora od 30 MJ, a po sadašnjim dimenzijama za takve baterije bio bi potreban prostor od 136 m³, ili sedam puta veća unutrašnja zapremina od one koju imaju danas najveći tenkovi. Čak iako bi baterija kondenzatora imala zapreminu kao najnoviji laboratorijski uređaji, još bi joj bilo potrebno 5 m³, a bio bi potreban dodatni prostor za električne akumulatore i drugu električnu opremu.

Bez obzira na to kakav bi bio njihov oblik, korišćenje snažnijih topova zahtevaće dalja poboljšanja u zaštiti budućih tenkova, tako da bi čeonni oklop imao ekvivalent od preko 1.000 mm čelika, što poseduju danas najbolji tenkovi. Međutim svaka dalja poboljšanja oklopne zaštite usloviće masu veću od najvećih današnjih tenkova (60 do 65 t), ako ne i radikalnu izmenu njihovog oblika. To bi dovelo do znatnog smanji-

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 9/1981.

vanja unutrašnje zapremine i smanjivanje površine čeličnog oklopa, što bi uzrokovalo smanjivanje mase oklopa za svaki određeni stepen zaštite.

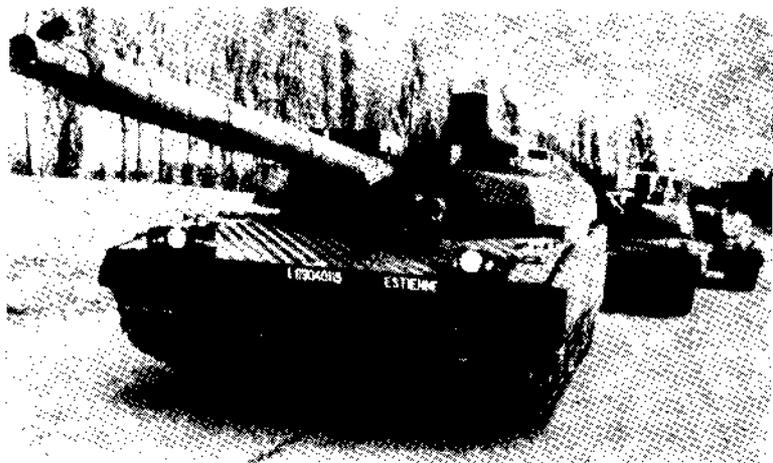
Do znatnih smanjivanja unutrašnje zapremine će doći i u motorskom odeljenju koje zauzima znatan deo unutrašnje zapremine vozila. Tako, nova pogonska grupa snage 1.100 kW, zasnovana na nemačkom dizel-motoru tipa MT 883, kao i dva motora koja učestvuju u američkom programu AIPS, zasnovana na dizel-motoru tipa XAV28 firme CUMMINS i gasnoj turbini DV-100 firme GE, zauzimaju samo oko 5 m³, dok sadašnje pogonske grupe tenkova iste snage zauzimaju 8 m³.

Do daljeg smanjivanja unutrašnje zapremine može da dođe kod tenkova sa manjim brojem članova posade. Nekoliko savremenih tenkova, kao što su francuski »Leclerc« (sl. 1), japanski »Type 90«, sovjetski od T-64 do T-80,

tizacija nekih procesa omogućuje posadi od samo dva čoveka da rukuje tenkom sa čisto tehnološkog aspekta, postoji velika sumnja među korisnicima o sposobnosti tenkova sa dvočlanom posadom da obavljaju dugotrajna dejstva koja se očekuju od tenkova.

Smanjivanje broja članova posade je u uzajamnoj vezi sa napuštanjem tradicionalnih oblika tenkova. Neke promene su za sada umerene, a prevladuje težnja da se četvrti član posade zameni automatskim punjačem municije koji je smešten u izduženi zadnji deo kupole. Primer za to su francuski tenk »Leclerc« i japanski »Type 90« a takođe i predloženi eksperimentalni američki CATTB.

Automatski punjači u zadnjem izduženom delu kupole su pogodniji za velike metke budućih topova od karuselnih automatskih punjača, ugrađenih ispod kupola sovjetskih tenkova sa tro-



Sl. 1 Francuski tenk tipa »Leclerc« ima posadu od tri člana

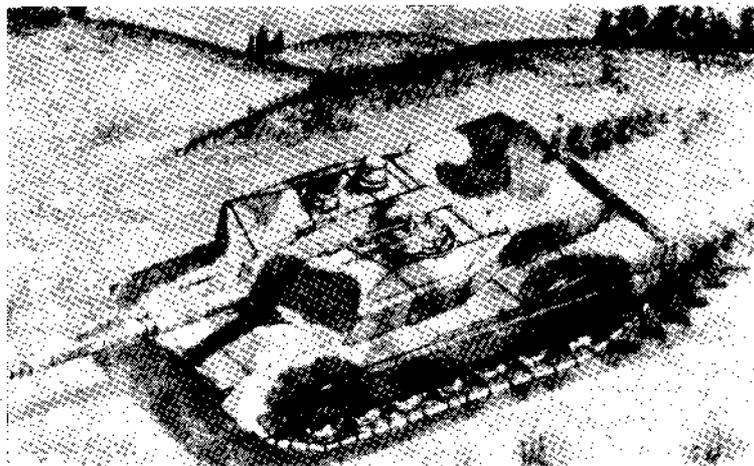
imaju već tročlanu umesto uobičajene četvoročlane posade. Kopnena vojska Nemačke je nedavno eksperimentisala sa dvočlanom posadom. Do takvog drastičnog smanjivanja broja članova posade došlo je uglavnom zahvaljujući automatizaciji nekih funkcija, kao što su punjenje topa municijom ili otkrivanje i napad na cilj. Međutim, dok automa-

članom posadom. Omogućuju da municija pregradom bude odvojena od borbene odeljenja sa posadom, a pored toga su dosta jednostavni. Međutim, municija se nalazi dosta visoko i postoji opasnost da bude pogođena.

Svako dalje odstupanje od tradicionalnog oblika tenka, posebno smanjivanje broja članova posade, gotovo

sigurno će dovesti do ugradnje topova na krovu kupole bez posade sa daljinskim upravljanjem. U SAD već postoje dva takva eksperimentalna tenka. Jedan je laki tenk za snage za brzo razvijanje sa topom kalibra 75 mm i dvočlanom posadom a izrađen je pre oko 10 godina. Drugi je probni tenk sa tročla-

najmanju siluetu, što je od velike važnosti zbog činjenice da nastupa era veoma preciznog protivoklopnog naoružanja. Tenkovi bez kupole sa polupokretljivim ugrađenim topovima imaju ozbiljne taktičke nedostatke, jer ne mogu da napadnu ciljeve iz pokreta, izuzev kada se nađu u uskom prednjem luku.



Sl. 2 Lako vozilo za blisku borbu tipa CCVL prilikom demonstriranja gađanja standardnim topom kalibra 105 mm, za koga se sumnja da bi bio efikasan protiv savremenih tenkova

nom posadom i topom kalibra 120 mm, a izrađen je pre oko 5 godina.

Pod uslovom da je obezbeđeno pouzdano daljinsko upravljanje, ugradnja topa u kupolu bez posade verovatno ima budućnost zbog teškoća ugradnje topova velikog kalibra i njihove municije u kupole tenkova sa članovima posade. To će primorati sve članove posade da se koncentrišu u telu vozila, gde mogu da imaju bolju zaštitu za bilo koju određenu masu vozila.

Kao alternativa opisanim tenkovima su tenkovi bez kupole na bazi švedskog tenka tipa »S«, sa topom ugrađenim u polupokretnom umesto nepokretnom postolju, slično eksperimentalnom »kazematskom« tenku VT-1, koji je u Nemačkoj sredinom sedamdesetih godina izradila firma KRUPP MAK. Ovaj način znači najjednostavniju i potencijalno najjeftiniju mobilnu zaštićenu platformu za snažnije topove i da uz to ima

Tenkovi koji se mogu transportovati vazдушnim putem i imaju topove velikog kalibra

Bilo šta da se uradi na smanjivanju unutrašnjeg prostora u vozilu, bilo smanjivanjem broja članova posade, manjom po dimenzijama pogonskom grupom, ili ugradnjom topova sa veoma malo zaštite iznad kupole bez članova posade, nema izgleda da teško oklopno vozilo bude toliko lako, da se može koristiti u vazdušnodesantnim operacijama. Postoje, međutim, avioni koji mogu da prevoze teške tenkove, na primer, C-5 »Galaxy«, koji je 1976. godine prevezio tenk »Leopard 2« iz Nemačke u SAD. Međutim, malo je verovatno da će takvih aviona biti u potrebnom broju da prevoze borbene tenkove u ratne operacije.

Vojne snage, koje su angažovane u vazdušnodesantnim i drugim operaci-

jama sa strategijskim prebacivanjem na velike daljine, imaće potrebu za borbenim vozilima koja nisu tako teško oklopljena, ali još uvek naoružana topovima dovoljno snažnim da unište svaki neprijateljski tenk.

Da bi se mogla transportovati vazdušnim putem vozila moraju da budu dovoljno laka, da bi ih mogao transportovati jedan masovno korišćeni transportni avion, kao što je C-130 »Hercules«. Masa takvih vozila mora da bude negde oko 20 t. Istina je da je poslednjih godina u svetu izrađeno nekoliko vozila te mase, naoružanih topom. Dva istaknuta primera su lako vozilo za neposrednu borbu CCVL (Close Combat Vehicle Light) (sl. 2) i oklopni sistem topa AGS (Armoured Gun System).

Kao nekoliko drugih savremenih vozila na točkovima i gusenicama slične mase, i vozila CCVL i AGS su naoružana verzijom topa tipa L7 kalibra 105 mm sa malim trzanjem, ili tenkovskim topom M68. Oba ta topa više se ne smatraju dovoljno efikasnim za tenkove i biće zamenjeni snažnijim topovima kalibra 120 mm. Budući tenkovi, koji će se moći prevoziti vazdušnim putem, treba da budu naoružani najmanje sličnim topovima i to u granicama dozvoljene mase od 25 t, kako je to pokazano pre nekoliko godina na primeru švedskog eksperimentalnog člankastog razarača tenkova UDES-XX-20.

Budući tenkovi, koji bi se prevozili vazdušnim putem, mogli bi da imaju manju masu od mase pomenutog razarača tenkova, ili da nose još snažnije topove, ukoliko oni budu otvarali vatru samo iz mesta sa spuštenim protivtrajnim ašovima kao samohodne haubice. To bi se potpuno slagalo sa onim što ta vozila treba stvarno da budu a to su, po tradicionalnim nazivima, samohodni protivtenkovski topovi ili razarači tenkova. Drugim rečima, čak iako bi tenkovi koji se mogu prevoziti vazdušnim putem mogli da otvaraju vatru iz pokreta, oni se ne bi koristili u napadu, jer im njihova mala masa obezbeđuje samo laki oklop.

Međutim, njihova oklopna zaštita bi mogla da bude bolja od one koju dikтира masa vozila od 20 t, ukoliko bi njihova konstrukcija sledila primer izraelskog tenka »Merkava« verzija »Mark 3« sa modularnim okloptom, koji bi se po potrebi mogao i skinuti sa vozila. Tako, sa postavljenim modularnim okloptom masa vozila bi dostizala oko 30 t i obezbeđivala relativno visok nivo oklopne zaštite. Kada se skinu oklopne ploče masa vozila bi mogla da bude oko 20 t i u tome slučaju bi se mogao prevoziti vazdušnim putem avionima tipa C-130 »Hercules« i obezbedi vazdušno-desantnim snagama da imaju snažne i veoma pokretljive protivtenkovske topove.

Neki bi pomislili da su za oklopna vozila, koja se mogu prevoziti vazdušnim putem, zainteresovane samo dve ili tri velike sile, jer druge zemlje ne raspolažu transportnim avionima tih kapaciteta.

Oklopna vozila te vrste sa dodatnim modularnim okloptom takođe mogu da obavljaju odbrambene zadatke u nerazvijenim i drugim zemljama, čija infrastruktura i zemljište otežavaju dejstva težih oklopnih vozila.

Vozila sa topom manjeg kalibra za obezbeđenje i izviđanje

Bez obzira na svoje kvalitete, teško oklopljena vozila i vozila naoružana topom velikog kalibra, sa mogućnošću prevoženja vazdušnim putem, ostaviće otvorenim pitanja izvršavanja manjih ali bitnih uloga, za koje su ta vozila suviše snažna ili bilo kako nepodesna.

Neke od tih uloga sa manje ili više uspeha obavljaju laki tenkovi. Jedna od tih uloga jeste blisko taktičko izviđanje, ali će to efikasnije obaviti i preuzeti odgovarajuća oklopna izviđačka vozila, opremljena optoelektronskim i drugim sensorima na uzdignutim jarbolima, a biće naoružana samo za blisku samoodbranu ili, pak, mala oklopna izviđačka vozila.

Ono šta još treba obaviti jesu dejstva na velike daljine, operativno izviđanje, borba protiv neprijateljskog izviđanja ili dejstva radi osiguranja, za koja će biti potrebna vozila koja će moći obavljati ne samo izviđanja, već i borbu protiv lakih oklopnih vozila i drugih lako oklopljenih neprijateljskih elemenata. Slična vozila su potrebna za obezbeđenje pozadine, gde, pored izviđanja, spada praćenje konvoja i pokrivanje vatrom osetljivih ciljeva, kao što su potencijalne zone sletanja letelica i prikivanje za zemlju neprijatelja ili zadržavanje nastupanja neprijatelja. Takođe su potrebna slična vozila za odbranu granica i obala, unutrašnju bezbednost i operacije za održavanje reda i mira.

Za sve pomenuto potrebna su laka i lako oklopljena vozila, koja su u stanju da se brzo kreću na velike daljine, pa kao takva poželjnije je da su na točkovima nego na gusenicama. Bez obzira na to što su na točkovima, njihov pritisak na tlo ne bi trebalo da bude veći od pritiska na tlo tenkova, a njihova masa ne treba da pređe 10 do 12 t. Zbog toga bi takva vozila trebalo uspešno da dejstvuju izvan puteva, a takođe da se putevima kreću brzo i tiho.

Za uloge koje su namenjene tim vozilima nisu potrebni topovi veći od 60 do 75 mm, a ti kalibri su najveći koje mogu da prime relativno laka vozila. Iz sličnih razloga, od njih se ne očekuje da dejstvuju jakom vatrom, ali njihovi topovi moraju da budu veoma precizni u dejstvima na pojedinačne ciljeve, ili da se koriste u protivterorističkim dejstvima, ili drugim operacijama niskog intenziteta i da uništavaju ciljeve »hiruskom« preciznošću bez oštećenja okolnih objekata.

Budući da su laka, ta vozila na više točkova, naoružana lakim topom, mogu i da ne budu jako oklopljena. Međutim, za zadatke održavanja unutrašnje bezbednosti, gde njihove performanse dejstava izvan puteva su manje kritične, mogu da povećaju svoju masu dodava-

njem dodatnog oklopa, kako bi se smanjila opasnost napada sa bliskog odstojanja.

Mala masa tih vozila i hodni deo na točkovima omogućili bi da ta vozila budu korisna za obuku u vreme mira, pored drugih uloga, a i pričinjavali bi manje oštećenje životne okoline od vozila na gusenicama sa topom velikog kalibra.

P.M.

Francusko oklopno vozilo modularne konstrukcije »VBM«*

Krajem devedesetih godina napuće se četvrt veka od kada su u naoružanju OS Francuske nalaze prvi modeli oklopnog vozila tipa *AMX 10P* i oni se već približavaju kraju svoga radnog veka. Zbog toga, Francuska je već počela da razvija modularno oklopno vozilo *VBM* (*Véhicule Blindée Modulaire*), koje bi trebalo da zameni vozila *AMX 10* i derivatne tenka *AMX 30* i da zadovolji buduće operativne potrebe KoV Francuske. Program razvoja vozila *VBM* se nalazi u fazi studije izvodljivosti, koja bi trebalo da traje do sredine 1992. godine kada bi trebalo da počne faza definisanja vozila. Stvarni razvoj bi trebalo da počne 1995. ili 1996. godine, serijska proizvodnja 1998—99. godine, a uvođenje u naoružanje na početku narednog veka.

Program razvoja

Prema početnim uslovima familija vozila *VBM* trebalo bi da se sastoji od preko 30 tipova, uključujući borbenu, logističku (pozadinsku), inženjersku i druge varijante u granicama mase od 10 do 50 t. Posle toga je došlo do definisanja realnijih ciljeva razvojnog programa za zadovoljavanje stvarnih po-

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 8/1991.

treba uz zadovoljavanje finansijske i tehničke izvodljivosti. Zbog toga je napuštena logistička varijanta, a opseg masa vozila sužen. Industrijski stručnjaci su sugerisali da opseg masa bude minimalno 15 t i maksimalno 40 t, zavise od modela, dok je bilo nekih drugih predloga za opseg masa od 20 do 32 t.

Sadašnje potrebe francuskog KoV procenjuju se na 3.000 vozila sledećih tipova: vozila za neposrednu podršku VAD (Véhicule d'Appui Direct), oklopni transporter/borbena vozila pešadije VTT (Véhicule Transport de Troupes), vozilo-platforma za oružje VPSA (Véhicule Porteur de Systèmes d'Armes) i komandno vozilo VPC (Véhicule Poste de Commandement) koje će biti neposredni derivat vozila VTT. Takođe se razmatra razvoj specijalnog vozila za protivelektronska dejstva, koje će moći otkrivati, aktivno ometati i stvarati lažne ciljeve, ali još treba ustanoviti stvarne potrebe za takvim vozilom.

Još nije ništa odlučeno o hodnom delu vozila VBM. Poznato je da francuski KoV više voli vozilo na točkovima, koje bi moglo da obezbedi strategijsku pokretljivost na tlu Evrope i lako transportovanje van Evrope, mada i verzija vozila na gusenica nije konačno napuštena. Ukoliko se odabere vozilo na točkovima, treba se odlučiti, da li će sistem upravljanja imati upravljive točkove ili će točkovi biti neupravljivi, a koristiće se tzv. klizeće upravljanje. Postoji mogućnost da se izvede jedna varijanta na gusenica koja će imati svoju opravdanost, npr. kao vozilo za podršku tenka »Leclerc«.

Varijante VAD i VTT

U francuskom KoV preovlađuje mišljenje, da će se vod mehanizovane pešadije sa vozilima VBM verovatno sastojati od jednog vozila VAD za podršku i tri borbena vozila pešadije VTT.

Verovatno će vozilo VAD, koje je od posebnog interesovanja, imati tročlanu posadu i prevoziće borbena odeljenja od pet vojnika. Razlikujući se od borbenog vozila pešadije VTT, vozilo VAD je primer na koji način se u savremenim KoV rešavaju potrebe za malim odeljenjima, koja su specijalizovana za protivoklopna i protivhelikopterska dejstva, omogućujući time da se pešadijska odeljenja orijentišu na tradicionalne zadatke pešadije. Osnovno naoružanje vozila VAD će biti top srednjeg kalibra (između 35 i 40 mm), dok će vozilo VTT imati eventualno top manjeg kalibra. Očekuje se, da će prosečna cena vozila VAD biti 14 miliona FFr (2,4 miliona USD) po sadašnjoj ceni, a to je isto koliko i dva vozila AMX 10P.

Familija oklopnih vozila modularne konstrukcije VBM će na početku koristiti isto naoružanje, ali će sistemi za upravljanje vatrom biti optimizirani prema nameni vozila. U pešadijskim jedinicama to će biti borba protiv borbena vozila pešadije, dok će u jedinicama koje imaju tenkove »Leclerc« to biti protivhelikopterska dejstva. Za sada nema razvojnog programa za ovo naoružanje, ali Direkcija za kopno naoružanje (DAT) razmatra top 40 mm »Bofors« i topove firme »Rheinmetall« kalibra 35 do 50 mm, mada bi industrijska grupacija GIAT više volela da razvije novi top kalibra od oko 45 mm, koji bi mogao da gađa teleskopskom municijom. Verovatno će se izbor oružja obaviti u dve faze, tako što će se najpre odabrati već postojeće oružje, a izbor budućeg oružja bi se odložio dok se ne usvoji jedan »međunarodni« kalibar topa, posebno u SAD.

Šasija vozila

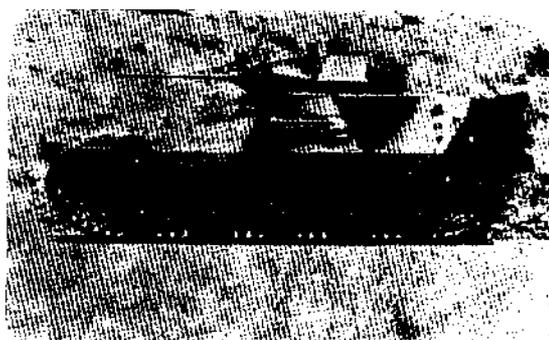
Imajući u vidu hodni deo modularnog vozila VBM, direkcija DAT konsultovala je industrijsku grupaciju GIAT koja je specijalizovana za sistem

na gusenicama i klizeće upravljanje, a takođe i firme RENAULT i PANHARD, koje imaju iskustvo u upravljanju vozilom pomoću upravljačkih točkova. U vezi sa ovim ima izgleda da se oforme dve konkurentske grupe: grupa GRC (firme GIAT Industries, Renault VI i Creuset-Loire), dok je druga grupa već formirana i sastoji se od firme Panhard sa još nekim francuskim firmama, koja radi sa nemačkom firmom Mercedes. Ovaj konzorcijum je ponudio vozilo koje je zasnovano na vozilu EXF 8×8. Iako još nije doneta definitivna odluka o taktičko-tehničkim karakteristikama modularnih vozila VBM, masa vozila i namena sugerišu, da će ono biti ili 6 × 6 ili 8×8, a možda i vozilo na gusenicama. Motor bi mogao da ima snagu oko 440 kW, a možda se već nalazi u proizvodnji, a u slučaju bilo koje varijante vozila na točkovima, usvojiće se U-oblik transmisije. Što se tiče oslanjanja, hodnog dela i sklopova za upravljanje kretanjem, skoro sasvim je sigurno, da će se specijalno konstruisati za familiju modularnog vozila VBM.

Što se tiče varijanti vozila na točkovima, francuske tehničke službe razmatraju jedan hibridni sistem upravljanja, u kome će biti kombinovano upravljanje pomoću prednjih upravljačkih točkova pri brzinama na putu od 120 km/h i klizeće upravljanje za kretanje van puteva. Time bi se prevazišao problem smanjenog prostora u telu vozila (6 × 6 ili 8 × 8), kojim se u potpunosti ili delimično upravlja upravljačkim točkovima, kao i problem nestabilnosti vozila koje ima klizeće upravljanje pri brzinama preko 80 km/h.

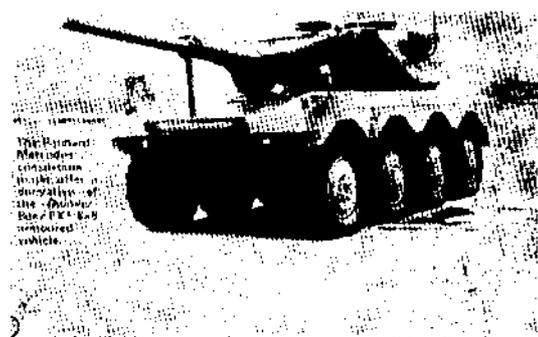
Na kraju, modularna konstrukcija vozila VBM omogućiće korisnicima da »izmešaju« vozila i po potrebi će moći da odrede kombinaciju naoružanja, sistema za upravljanje vatrom, motora i hodnog dela i da sve to dobiju iz širokog asortimana međunarodnih proizvođača.

Na slici 1 prikazan je predlog vozila VBM od industrijske grupacije GIAT na bazi već završenog vozila »Mars 15« u verziji vozila na gusenicama.



Sl. 1 Predlog grupacije GIAT, zasnovan na vozilu na gusenicama »Mars 15«

Na slici 2 prikazan je predlog konzorcijuma Panhard-Mercedes na bazi derivata oklopnog vozila na točkovima EXF 8 × 8.



Sl. 2 Predlog konzorcijuma PANHARD—
—MERCEDES za vozilo na točkovima 8×8
EXF

Ostale karakteristike

Malo je verovatno da će modularna borbena vozila VBM biti izrađena u celini od aluminijumskih legura, mada njihova upotreba neće biti sasvim isključena, posebno kod lakših varijanti vozila. Uveliko će se koristiti čelični oklop i kompozitni materijali za teža vo-

zila. Kao i tenk »Leclerc« i vozila VBM će imati osnovno telo, na koje će biti moguće pričvršćivanje oklopnih modula za poboljšanu zaštitu. Preduzeće se specijalne mere za smanjivanje toplotnog odraza (izolacione ploče i kanalisani protok vazduha iznad motora), a takođe i elektromagnetskog odraza, mada protivmere u tome slučaju treba da budu pripremljene protiv nespecifičnih ugrožavanja. Posebna će se pažnja takođe posvetiti defanzivnim sredstvima, kao i mogućnosti identifikovanja napadača i protivmera kao što su dimne bombe, protivradarski dipoli i IC-baklje, a takođe elektronski i drugi ometači.

Saradnja pri razvoju vozila

Za sada je razvoj programa modularnih vozila VBM čisto francuska stvar, mada nije nemoguće da će finalni proizvod biti predmet međunarodne saradnje. To će pomoći da se snizi pojedinačna cena povećanjem proizvodnih serija, kao i obezbeđivanjem maksimalne standardizacije.

Time se objašnjava i zašto Francuska učestvuje u studiji višenamenskog osnovnog oklopnog vozila MBAV (Multipurpose Basic Armoured Vehicle) zajedno sa Belgijom, Kanadom, Nemačkom (sa njenim programom GTP), Velikom Britanijom (sa programom FFLAV), Italijom, Holandijom i SAD. Program MBAV, koji je već utvrdio masu šasije vozila na 25 t i masu korisnog tereta na 10 t, poklapa se sa francuskim konceptom VBM (sa mogućim izuzetkom verzije VAB).

Štaviše, u ovoj fazi razvoja Francuska nije otpisala mogućnost razmatranja stranih vozila kao što su nemačko »Puma«, britansko »Warrior« ili švedsko »CV 90«. Takođe treba napomenuti da je Francuska pristupila detaljnim razgovorima sa dve zadnje pomenute zemlje za prodaju svojih tenkova »Leclerc«.

Da li su postojeća laka udarna vozila dugotrajno rešenje postojećih potreba*)

Uvod

U toku kratkotrajnog rata u Perzijskom zalivu snage koalicije koristile su laka udarna vozila za prikupljanje podataka i dezorganizovanje iračkih snaga u toku bitke. Mnogi vojni stručnjaci smatraju da dolazi vreme tih vozila.

Ta vozila su se prvi put pojavila početkom sedamdesetih godina i njihov razvoj bio je stvar slučajnosti. Mnogi su gledali na ta vozila kao na dobar primer rešenja jednog određenog problema, i privukla su interesovanje specijalnih snaga širom sveta, ali ne i opštevojnih snaga. Izuzev u jednom konkursnom programu američke mornaričke pešadije od decembra 1990. godine, bilo je malo objavljenih formalnih definicija za ta vozila i njihovu operativnu upotrebu.

Slika o tim vozilima dalje se komplikuje zbog načina kako proizvođači lakih vozila (često male firme) razvijaju ta vozila, bez ikakvog uvida u bilo koji taktičko-tehnički zahtev, specifičan za vojne potrebe. Ta vozila imaju mnogo imena, kao što su: FAV (Fast Attack Vehicle — brzo jurišno vozilo); MPV (rapid Multi-Purpose Vehicle — brzo univerzalno vozilo); LFV (Light Forces Vehicle — vozilo lakih snaga) i LSV (Light Strike Vehicle — lako udarno vozilo). Američka mornarička pešadija traži vozilo koje će moći koristiti ekspedicione snage za specijalne operacije MEUSOCV (Marine Expeditionary Unit Special Operations Capable Vehicle). Mnogima ti različiti nazivi malo znače. Američka KoV ta vozila naziva FAV, a mornarička pešadija LSV. Britanci, na primer, prave razliku između lako opremljenih vozila i vozila sa ograničenim trajanjem dejstva (FAV)

P.M.

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 3/1991.

i težih LSV, koja mogu da dejstvuju nezavisno do sedam dana. Za svrhe ovog članka koristiće se termin LA/RV (Light Attack and Reconnaissance Vehicle — lako jurišno i izviđačko vozilo) i odnoseće se na sve varijante.

Oružane snage imaju, dakle, mnoge konstrukcije, od kojih većina ne zadovoljava njihove taktičko-tehničke zahteve, ali koje su jeftinije od vozila koja se razvijaju po posebnom programu. Jedan od proizvođača, vodećih u masovnoj proizvodnji, komentariše da će ponuđeni modeli siromašnih kvaliteta loše uticati na buduće izgleda za njihovu prodaju. I mnogi drugi smatraju da neke firme, koje učestvuju u konkurenciji za nabavku tih vozila, to rade na tako dezorganizovani način da vojni nabavni organi postaju oprezni zbog »kabojskih« firmi u ovoj oblasti.

Neizvesnost tržišta ima uticaja i na proizvođače, tako da je nekoliko ame-

američkoj mornaričkoj pešadiji na ispitivanja, koja je nedavno zatražila od firme još vozila za dalja ocenska ispitivanja sa mogućnošću kupovine iz serijske proizvodnje. Firma na to nije pristala, jer su bile potrebne znatne prepravke vozila, a verovatna narudžba ne bi bila dovoljna za lansiranje programa, radi čega bi bilo potrebno najmanje 300 vozila. Firma je izjavila da će proučiti poziv za učestvovanje u konkursu za vozila za specijalne operacije (SOCV) i da će ponovo razmotriti svoj položaj.

Industrija je takođe svesna opasnosti da bi cena vozila LA/RV mogla da bude krupna prepreka za narudžbine većeg obima, kada se već mogu nabaviti odmah jeftinija i dokazana vozila tipa »Jeep«, »Land Rover« i »Land Cruiser« firme »Toyota« (sl. 1). Mada ta vozila ne zadovoljavaju uvek zahteve za performanse vozila LA/RV u pogledu stabilnosti kao platformi za oru-

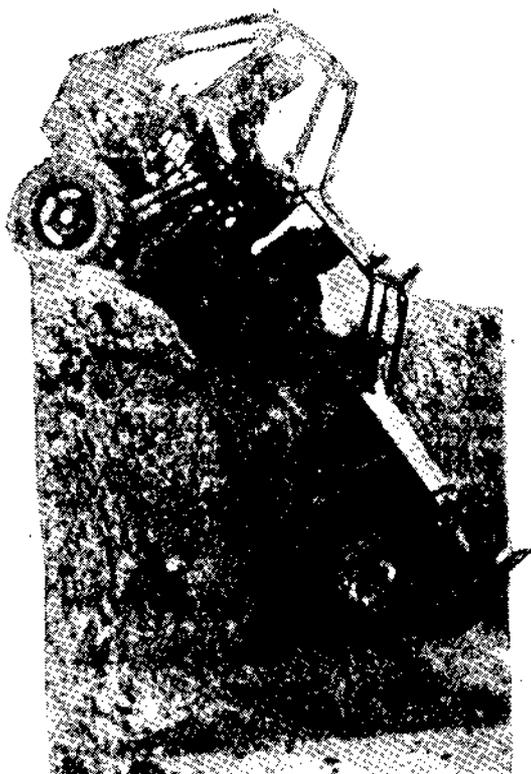


Sl. 1 Vozila kao što su »Jeep«, »Toyota« ili »Land Rover« će još neko vreme zadovoljavati konvencionalne i specijalne uslove korisnika

ričkih firmi proizvelo slična vozila u malom broju, ali su se mnogi proizvođači povukli iz ovog posla, jer nisu uspeali da zaključe ugovore za proizvodnju. Firma »Teledyne Continental Motors« izradila je kao sopstveni poduhvat dva prototipa svoga vozila LFV i predala ih

zja ili manevarskih sposobnosti u vožnji, ta su vozila efikasna i univerzalnija nego LA/RV. Štaviše, ona se mogu nabaviti za oko 15.000 do 20.000 USD dok bi cena osnovnih LA/RV sa radio-stanicom i naoružanjem bila između 35.000 i 60.000 USD. Potpuno opremljeno vo-

zilo firme Chenowth (sl. 2) sa vođenim projektilima TOW moglo bi da košta oko 100.000 USD. Ova razlika u ceni između konvencionalnog vozila i vozila LA/RV verovatno je faktor u ograničavanju njihove upotrebe kod specijalnih korisnika, posebno u uslovima smanjivanja vojnih budžeta.



Sl. 2 Laka vozila firme CHENOWTH sa samo zadnjim pogonskim točkovima i 2-litarskim motorom mogu da savladaju prepreke koje bi mogle biti nesavladive za mnoga oklopna vozila na gusenicama

Operativna uloga vozila LA/RV proteže se unazad do grupa za daljna dejstva u pustinji iz doba drugog svet-skog rata, zahvaljujući pojavi takvih pogodnih vozila kao što je bio »Jeep«, koji je imao veliku pokretljivost. Danas je to samo deo zadataka predviđenih za vozila LA/RV, ali treba takođe na-

glasiti da te vrste zadataka, koji spadaju u specijalne operacije i daljno izviđanje, postavljaju i najveće zahteve i za vozila i za njihove posade. Vojni stručnjaci smatraju da je to osnova britanskih taktičko-tehničkih zahteva za vozilo LA/RV, a da slično interesovanje postoji u OS Francuske.

Davanje prioriteta vrlo lakim vozilima za napade u dubinu i daljna izviđanja je u suprotnosti sa onim što se zahtevalo od tih vozila u ranijim periodima. Kod ranijih daljnih patrolnih grupa često su na ceni bila vozila koja su mogla da ponesu potrebne količine hrane, municije i goriva za podržavanje nezavisnih operacija na velikim daljinama i u teškim uslovima. Tendencija je bila da se ide na vozila srednje težine, uključujući lake kamione. Danas u ta vozila spadaju francusko VLRA sa masom u punom stanju od 5.650 kg, britansko »Land Rover 110« sa masom od 4.500 kg i izraelsko M-325 »Commandcar« sa nosivošću korisnog tereta od 1.950 kg i ukupnom masom od 4.500 kg. Najnovije razvijeno vozilo za daljne patrole ima slične karakteristike — australijski »Land Rover« 6 × 6 ima masu od oko 5.500 kg, uključujući 2.000 kg korisnog tereta. Bez svake sumnje je da vozila veće nosivosti imaju svojih preimućstava: korisna nosivost je manje kritična, može se ugraditi efikasnije naoružanje a i posada ima više komfora. Međutim, uopšteno uzevši, »teža« kola su i »veća« pa bi se morao naći kompromis između njihove nosivosti u zonu operacija i skrivenosti kada se nađu na bojištu.

Mogućnost da obavljaju strategijsko prevoženje je preduslov za većinu operativnih scenarija za vozila LA/RV. U takva operativna scenarija mogu se ubrojati prevoženja na velike i srednje daljine, koja mogu da budu kombinacije prevoženja na nekoliko hiljada kilometara do vojišne prostorije, a zatim stotine kilometara do zone taktičkih o-

peracija: Najteži slučaj scenarija obuhvata brzo reagovanje sa vazдушnim prevoženjem na velike daljine do zone taktičkih operacija, a na bojištu bi se koristili i avioni i helikopteri.

Prevoženje na velike daljine bio bi mali problem za vozila tog tipa, kada bi se koristili transportni avioni tipa C-5 »Galaxy« i C-130 »Hercules«. Poseban zahtev da se takvo vozilo može prevoziti avionom pod uglom od 45°, a da pri tome ne curi ulje ili gorivo, omogućio bi da većina korisnog tereta aviona bude baš ulje i gorivo. Ograničenja se uslođavaju ako vozilo treba da bude parašutirano ili izvučeno iz aviona pomoću sistema padobrana za izvlačenje. U ovom zadnjem slučaju ograničava se ukupna visina pripremljenog vozila. Dozvoljava se 2,54 m za vozilo, paletu, amortizacioni jastuk i padobrane za izvlačenje, kada se koristi sistem padobrana za izvlačenje tereta iz aviona na maloj visini LAPES (Low-Altitude Parachute Extraxtion System). Razmatra se zahtev »top-of-curve« (vrh krive) koji obezbeđuje da se teret izbaci iz aviona bez kočećeg padobrana, a da se pri tome ne ošteti avion.

Izgleda da će transport u vojišnu zonu biti helikopterski, pa će biti postavljena još stroža ograničenja. Helikopter bi mogao da prevozi jedno vozilo LA/RV obešeno kao spoljašnji teret, ali je pilot izložen znatnom naporu pri letu na veliku daljinu, a čeonu otpor vozila smanjio bi dolet helikoptera. Pri tome se javlja i drugi problem za članove posade helikoptera pri vešanju vozila za spoljašnje nosače — to je duže vreme koje je potrebno helikopteru da krene na zadatak. Zbog toga u taktičko-tehničkim zahtevima SAD naglašava se unutrašnje nošenje sa izlaskom borbeno spremnog vozila 10 s posle prizemljenja. To se specijalno odnosi na helikoptere CH-46, CH-53 i buduću srednju transportnu letelicu, V-22. Helikopter C-53 je dovoljno velik da prevozi dva vozila dok je CH-46 ograničen za jedno

vozilo. Pored toga, kod tog helikoptera je ograničena i širina ispod 1.730 mm, pa mnogi potencijalni učesnici na konkursu američke mornaričke pešadije ne zadovoljavaju taj uslov u svome sadašnjem obliku. Mada se ne pominje nikakvo ograničenje u masi prevoženog tereta, američka mornarička pešadija određuje maksimalnu masu vozila u pripremljenom stanju ali bez korisnog tereta na 1,341 kg, a maksimalnu masu u napunjenom stanju 2.159 kg.

Kada se nađe na bojištu, malo vozilo ima preimućstva. Lakše se sakrije i na mestu i za vreme kretanja, a mogućnost da koristi manje važne puteve i prilazne tačke (rampe, zapreke, mostovi i prolazi) obezbeđuje mu veliku pokretljivost. Ako zastane u blatu, posada ga može ručno izneti, a guma se može promeniti bez upotrebe dizalice. Niska silueta može da smanji radarski ili toplotni odraz, posebno zbog činjenice da većina vozila LA/RV ima konstrukciju sa otvorenim skeletom. Manje vozilo je okretnije, pa je kao takvo mnogo teži cilj od većeg i sporijeg vozila.

Dok je još rano da se otpiše »teško« vozilo specijalnih snaga, ograničenja u pogledu njegovih dimenzija i mase, koja postavlja mnoge oružane snage, isključuju njegovu upotrebu za mnoge korisnike. Međutim, neke zemlje smatraju kao neprimenjiva neka ograničenja koja važe u SAD. Oružane snage koje ne raspolažu helikopterima tipa CH-46 neće zabrinjavati ograničenja širine vozila, a i u samim SAD će jednog dana biti izbačen iz upotrebe kao zastarela letelica. Zemlje okružene kopnom sa ograničenim strategijskim interesom možda uopšte neće imati potrebe za prevoženjem vazдушnim putem, dok će se druge zemlje jednostavno spotaći na visokoj ceni tih specijalizovanih vozila.

Teža vozila će ostati izgleda u službi za dužnosti koje su obavljale i do sada, ali i kao »matični kamion« za pre-

voz snabdevanja za grupe udarnih i izviđačkih vozila. Kamioni, kao što su TRM 2000 firme »RENAULT«, sa nosivošću korisnog tereta od 2.300 kg, koriste se u nekim oružanim snagama za podršku daljnjih operacija i nije verovatno da će se taj zadatak smanjiti uvođenjem u službu vozila LA/RV. Njihova uloga može da bude još važnija, jer manje vozilo ima i manji koristan teret. Možda bi se neka od varijanti vozila LA/RV i mogla koristiti za dotur rezervi. Ni jedan od proizvođača lakih vozila ne planira da razvija takvo vozilo i u odsustvu snabdevanja vazдушnim putem, konvencionalni kamioni ostaju jedina alternativa.

Razvoj malih vozila u SAD

Logično je da se počeci razvoja vozila LA/RV nalaze u SAD, jer njihove oružane snage ne samo da imaju potrebe za ovim vozilima, već imaju i novčana sredstva, a takođe i postojećeg proizvođača lakih terenskih vozila — firmu CHENOWTH — koja bi služila kao osnova za preliminarne procene sa vojnog aspekta.

Rad sa vozilima LA/RV u SAD počeo je KoV sa vozilom FAV (Fast Attack Vehicle — brzo jurišno vozilo). Potreba za ovim vozilom zasnovana je na formiranju lakog jurišnog bataljona, kome su nedostajala bilo kakva transportna sredstva. Mada bi mnogima izgledalo, da bi vozilo zasnovano na vozilu FAV firme CHENOWTH moglo zadovoljiti potrebe pomenutog bataljona, KoV SAD je krenuo u ocenjivanje relativnih vrednosti kompletnog asortimana vozila pre nego što stvarno nabavi vozilo FAV. Obavljena je serija ispitivanja. U toku petodnevni ispitivanja po 8 časova dnevno voženo je 7 tipova vozila maršrutom dugom 12,5 km (25% nepripremljenim putevima i 75% van puteva). Vozilo FAV firme CHENOWTH bilo je jedino koje je izdržalo sva ispitivanja i koje bi se moglo naba-

viti po planu. Prosečna vremena savlađivanja pomenute maršrute su bila:

- vozilo FAV — 9 min,
- vozilo HMMW i LAV — po 16 min,
- vozilo M151A2 »Jeep« — 18,2 min,
- vozilo »Wiesel« firme »Porsche« — 22 min,
- oklopni transporter M113A1 — 32 min,
- tenk M60 — 37 min.

Terenska ispitivanja su pokazala da je vozilo FAV imalo sličnu taktičku pokretljivost kao tenk M1 i borbeno vozilo pešadije »Bradley«. Vozilo FAV moglo je da ubrza do 48 km/h za manje od 6 s sa korisnim teretom od 640 kg, da savlađuje nagibe od 60° i da dejstvuje na bočnim nagibima do 40°. Vozilo je imalo autonomiju vožnje bez dopunjavanja goriva do 528 km, moglo je da savlada zid visine 30 cm i vodenu prepreku dubine 45 cm bez dodatne opreme (taktičko-tehnički uslov američke mornaričke pešadije je savlađivanje gaza od 92 cm brzinom od 8 km/h za najmanje 3 min, bez prethodne pripreme i bez kasnijih radova na vozilima za nastavak vožnje).

Površina prednjeg dela vozila FAV je samo 3,2 m², a zadnjeg 4,2 m² i iznenađujuće je tiho. KoV SAD je izmerio nivo spoljašnjeg zvuka ispod 83 dB na daljini 15,2 m od ose vozila i pri radu motora na obrtima od 5.000 min⁻¹. Trajna buka u prostoru za posadu je ispod 105 dB. Motor je ugrađen u zadnji deo, nema obloga, a njegovi cilindri i sistem hlađenja su postavljani u donjem delu motorskog odeljenja, ispod sistema usisnika vazduha i karburatora, pa je toplotni odraz vozila vrlo nizak kada se posmatra sa prednje strane ili odozgo.

Kad je već reč o firmi CHENOWTH, treba dodati da je ona do sada izgradila ili isporučila delove za oko 30.000 vozila za trke ili rekreaciju van puteva a navodi se da je ona dobila sva-ki ugovor za proizvodnju do sada za

potrebe američkih OS. Godine 1983. firma je dobila narudžbinu američkog KoV za isporuku dvosednih vozila FAV. Firma je do sada isporučila oko 300 vozila FAV drugim vidovima i organizacijama, pored isporuka za KoV. Pet vozila je isporučeno Portugaliji, moguća narudžbina je još 12 vozila a i neke druge specijalne snage u Evropi su nabavile ova vozila.

Firma CHENOWTH je razvila seriju poboljšanja koja će proširiti privlačnost vozila FAV. Firma ispituje dizel-motore kao alternativu sadašnjim benzinskim motorima i konstruisala je postolje za oružje (360° azimut) za vojnika koji sedi u gornjem delu (vidi sl. 2).

U uloge koje za vozila FAV predviđa američki KoV spadaju komandovanje i upravljanje, nošenje oružja, borbena dejstva u pozadini, izviđanje, istureno osmatranje i lasersko obeležavanje za podršku artiljerije i brodskih topova i protivoklopna dejstva. U toku ispitivanja protivoklopne uloge, vozila FAV su pokazala povoljne rezultate dvoboja od 4:1 do 9:1 protiv teških i lakih oklopnih vozila. Zbog takvih rezultata proizvođače oklopnih vozila na gusenicama istinski je zabrinula efikasnost i finansijska privlačnost lakih i mobilnih protivoklopnih snaga.

Mišljenje američkog KoV o vozilima FAV je sledeće: »Vozilo FAV uveliko povećava mogućnosti komandira da napadne neprijatelja po svoj dubini njegove formacije. Teškoće otkrivanja vozila i njegova nadmoćna taktička pokretljivost omogućuje vozilu da napadne bokove i pozadinu bilo kojih snaga sa kojima dođe u dodir«.

Međutim, brzi početni tempo programa vozila FAV zaobišao je normalnu ulogu koje imaju takve organizacije, kao što su komanda za obuku i doktrinu (TRADOC), automobilsko-tenkovska komanda (TACOM) i pešadijska škola i koja se rezultuje jedva svesrdnom podrškom programa. Zbog te situacije američki KoV ne može da jednoglasno

istupa kad traži nova finansijska sredstva za program FAV, uprkos očiglednom entuzijazmu u KoV za vozila FAV. Kongres je ponovo odbio odobrenje dodatnih sredstava, što može da bude izmenjeno zbog rezultata u ratu u Perzijskom zalivu. Posle završetka ispitivanja vozila FAV, američki KoV nije u mogućnosti da bude na čelu programa razvoja, pa je pažnja usmerena na američku mornaričku pešadiju.

Istraživačka, razvojna i nabavna komanda američke pomorske pešadije izradila je spisak operativnih zadataka koji, mada zasnovan na radovima u okviru KoV, ima više detalja nego što je ranije objavljeno. To su:

- Amfibijski naleti,
- Operacije osiguranja,
- Ograničeni napdi na ciljeve,
- Pokretne ekipe za obuku,
- Operacije za evakuaciju nebo-račkog ljudstva,
- Operacije za demonstriranje sile,
- Operacije za ojačanje,
- Civilna dejstva,
- Operacije za dovođenje neprijatelja u zabludu,
- Protivobaveštajne operacije,
- Početna faza navođenja,
- Elektronsko ratovanje,
- Vojne operacije u urbanim uslovima,
- Specijalne rušilačke operacije,
- Spasavanje talaca,
- Spasavanje aviona i ljudstva u taktičkim uslovima.

U kraćem dopunskom paragrafu borbena uloga vozila za specijalne operacije (SOCV) definisana je kao »da služi kao nosač/platforma oružja za obavljanje izviđačkih, protivvazdušnih i pozadinskih operacija i zadataka napada u dubinu«.

Za zadovoljavanje operativnih zadataka američka mornarička pešadija izdala je spisak nužnih i poželjnih taktičko-tehničkih uslova za ova vozila, koja treba da imaju malu masu, velike

manevarske sposobnosti i okretnost na svim vrstama zemljišta i sposobnost vožnje velikom brzinom van puteva. U nužne taktičko-tehničke uslove spadaju:

— u primarno naoružanje spada automatsko oružje sa nišandžijom, kao što su mitraljezi M2 i M60 i bacač bombi M19, sa mogućnošću da u pokretu gađaju kružno 360°. U sekundarno naoružanje spada sistem protivoklopnih projektila TOW;

— tročlana posada, uključujući i vozača;

— korisna nosivost od 454 kg i autonomija krstarenja od 480 km;

— mogućnost ugradnje opreme za vezu i kopnenu navigaciju, uključujući prijemnik globalnog sistema za određivanje pozicije GPS i terminal sitsema za izveštavanje o lociranju položaja PLRS;

— odgovarajuća brzina na putu od 96 km/h sa ubrzanjem do te brzine u toku 15 s, a do 48 km/h za 6 s;

— pojasevi sedišta koji odgovaraju tipu H-pojaseva;

— nosivost 336 bombi bacača M19 i 2.000 metaka mitraljeza 12,7 mm ili 6 vođenih projektila TOW;

— zaštita članova posade od prevrtanja vozila;

— operacije sa termovizijskim uređajima za noćno osmatranje.

U poželjne taktičko-tehničke uslove spadaju:

— sposobnost da se gađa sekundarnim naoružanjem (TOW) iz pokreta sa prednjeg putničkog sedišta, u luku od 270°;

— četvoročlana posada, uključujući i vozača;

— mogućnost velike taktičke pokretljivosti;

— mere za punu ili delimičnu zaštitu posade od balističkih zrna;

— autonomija vožnje od 480 km brzinom krstarenja preko ravnog i talasastog zemljišta sa korisnim teretom od 681 kg.

Prvobitno je američka mornarička pešadija planirala da nabavi dva ili tri vozila za specijalne operacije (prototipa) za razvojna i ocenska ispitivanja, koja bi trajala do dve godine. Planirano je da ova ispitivanja traju samo 180 dana, ali izgleda da je ta odluka izmenjena zbog obnavljanja interesovanja za veoma pokretljiva terenska vozila za korišćenje u Persijskom zalivu.

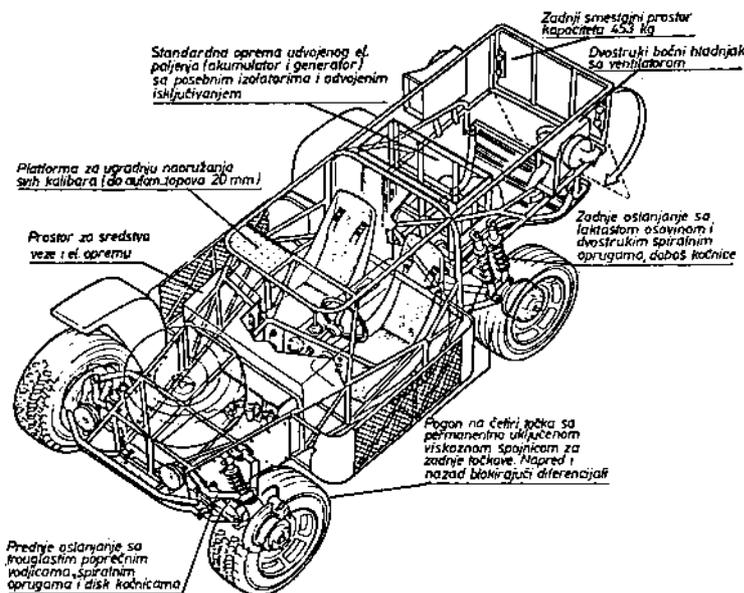
Američka mornarička pešadija deluje kao vodeći rod OS za ovaj program u njenoj sadašnjoj fazi, jer su njene potrebe velike, obzirom na prevoženje kao unutrašnji teret helikoptera i aviona V-22 »Osprey« sa obrtnim motorima. Američka mornarička pešadija planira da nabavi do 301 vozilo za specijalne operacije za opremanje pomorskih ekspedicionih jedinica i zamenu modifikovanih vozila M151 »Jeep«, a i drugi elementi američkih OS bi mogli učestvovati u ovom programu. Mornaričkoj pešadiji možda će biti potrebno još oko 200 vozila tipa LSV za izviđanje.

Razvoj specijalnih vozila u V. Britaniji

Pitanje određivanja klase vozila bilo je takođe problem u Velikoj Britaniji. Posle odlaska ključnog ljudstva iz britanskih jedinica, koje je razvijalo sopstveno vozilo na bazi vozila firme CHENOWTH, zadatak daljeg razvoja poveren je ustanovi za istraživanje i razvoj naoružanja RARDE. Ovoj ustanovi je skrenuta pažnja, da korisnik gleda na ovo vozilo kao platformu za nošenje oružja, ili lako udarno vozilo pre nego kao transportno sredstvo. Projekat je poveren firmi LONGLINE LTD, koja ima uspostavljene veze sa britanskim ministarstvom odbrane u oblasti razvoja specijalizovanih vozila. Firma je nastavila rad zajedno sa ljudstvom britanskih OS na doterivanju vozila LSV i brzo su došli do zaključka, da su potrebne promene za obezbeđenje potrebnih performansi i pouzdanosti. Mada je firma izradila 12 razvojnih modela, ve-

ruje da još ima prostora za popravku specifičnih aspekata vozila kao što je oslanjanje (postojeće torziono oslanjanje će se zameniti oslanjanjem sa trouglastom poprečnom vođicom — wish-bone suspension), a ram šasije od bešavnih čeličnih cevi visokog kvaliteta zameniće se ramom od mekih čeličnih cevi. Firma LONGLINE takođe je uspešno modifikovala vozila LSV za zadovoljavanje taktičko-tehničkih uslova američke mornaričke pešadije u pogledu širine i drugih dimenzija.

Oprema koja je potrebna vozilu za izvršavanje daljinskih izviđačkih i jurišnih operacija razlikuje se od korisnika do korisnika. Obično koristan teret od 500—600 kg se deli između vode i hrane, municije i drugih sredstava. Iskustvo pokazuje da je potrebno poneti 300 kg municije, što predstavlja 2.000 metaka 12,7 mm, 350 metaka 30 mm, 400 bombi 40 mm, ili 5.000 metaka 7,62 mm, ili neku od kombinacija ove municije. I američke i britanske oružane



Sl. 3 Lako jurišno vozilo LSV firme LONGLINE

Zbog različitih pristupa za razvoj ovih vozila, mnogi potencijalni kupci neće moći odabrati najbolji model za svoje potrebe bez obimnih ispitivanja. Jedna od oblasti u kojoj je očigledna razlika pristupa između proizvođača je sistem pogona vozila. Firme CHE-NOWTH WESSEX DEFENCE prihvataju pogon na sva četiri točka, ali izražavaju sumnju, da će pogon na četiri točka imati bolje performanse od pogona na dva točka. Firma LONGLINE prihvata pogon na sva četiri točka i već ga je uvela u svoje vozilo LSV (sl. 3).

snage postavljaju zahtev za ugradnju protivoklopnih projektila TOW 2 ili MILAN uz nošenje još 6—10 rezervnih vođenih projektila za popunu. Najveći problem što se tiče vođenih projektila je robustnost sistema za nišanje i komandovanje pa iz tog aspekta vođeni projektil MILAN nije podesan za operacije na lakim vozilima.

Ostala važna oprema se sastoji od navigacijskih sistema, čije su potrebe za preciznom navigacijom bile očevidne u pustinjskom ratu, a takođe od preno-

snih i ugrađenih radio-sistema. Takođe treba uzeti u obzir i tendenciju da vojnici nose prekomernu količinu lične opreme, što može da dostigne i 35 kg, a takođe i skoro neizbežno pretovarivanje vozila kada se njime prebacuju druge jedinice, ranjenici i oprema. Poznato je da vozilo firme LONGLINE može da prevozi 12 vojnika sa ličnom opremom pored svog normalnog tereta, što se videlo u toku nedavnih operacija.



Sl. 4 Projekt francuskog borbenog aeromobilnog vozila VCA specijalno konstruisanog za prevoženje budućim helikopterom NH90

Britanska firma WESSEX (UK) PLC, koja već proizvodi »Bog-Cog« pa ima iskustvo iz aspekta pokretljivosti terenskih vozila, ušla je u oblast vozila LA/RV krajem osamdesetih godina. Od samog početka firma je bila svesna međunarodnih potencijala ovog vozila, pa je uspostavila veze sa mogućim proizvođačima, posebno u V. Britaniji. Do sredine 1990. godine firma je izradila dva prototipa lakog jurišnog vozila »Saker« (Stepski soko) (sl. 5). Od tada se radi na poboljšanju konstrukcije šasije i da se konstrukcija dovede do faze proizvodnje.

U svome sadašnjem obliku vozilo »Saker« je dvočlano vozilo sa formulom točkova 4×2 i VW motorom zapremine 1.950 cm³ i snage 62,5 kW, sa vazдушnim hlađenjem koji obezbeđuje vozilu brzinu do 135 km/h. Firma WESSEX razmatra mogućnost ugradnje

Perkinsonovog dizel-motora sa turbo-prehranjivačem snage 59,5 kW. Motor je ugrađen sa zadnje strane vozila i pokreće zadnje točkove, mada se može isporučiti verzija 4×4 po zahtevu. Benzinski motor obezbeđuje autonomiju vožnje od 960 km sa korisnim teretom od 400 kg. U vreme pisanja ovog članka taktičko-tehnički zahtevi postojali su samo za ispitna vozila. Tu spada: sopstvena masa vozila sa napunjenim gorivom i uljem, bez tereta, od 900 kg, dužina od 3,7 m, i klirens od 38 cm. Prednji prilazni ugao vozila je 80° a zadnji 48°. Može da savladuje bočne nagibe do 45° i prednje i zadnje uspone do 50°.

Francusko vozilo VCA

U nedostatku vojnih tehničkih uslova, francuska Generalna delegacija za naoružanje (DGA) objavila je konkurs za ideje o aeromobilnom borbenom vozilu VCA (Véhicule de Combat Aéromobile). Njegove su dimenzije posebno kompaktne, jer je dužina ograničena na



Sl. 5 Lako britansko borbeno vozilo »Saker« sa raketnim bacačima »Hellfire«

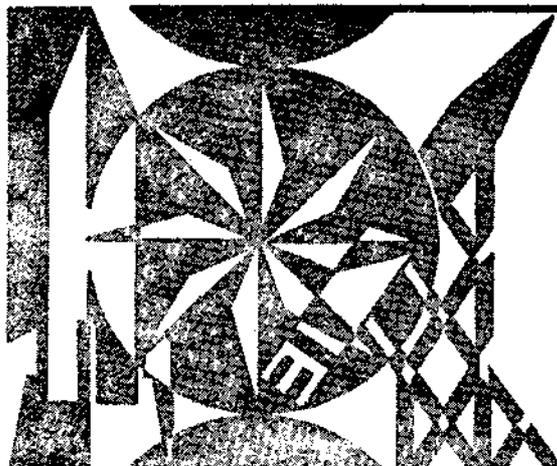
3 m, širina na nešto ispod 2 m i visina na 1,5 m. Imaće brzinu na putu od 100 km/h, masu ispod 2 t i zaštitu od običnih pušćanih zrna 7,62 mm sa daljina od 200 do 400 m.

Zaključak

Manji proizvođači lakih borbenih vozila LA/RV pokazali su veliku rezervisanost za njihove programe razvoja — posebno zbog sporog reagovanja vojnih krugova. Drugi tvrde, da tržište u svetu može da primi do 15.000 vozila LA/RV za vojne, paravojne i civilne potrebe. Svi tvrde, da je za nastavak radova potrebna veća vojna narudžbina,

uključujući veliku američku narudžbinu, ili ugovor sa jedinicama specijalnih snaga, kao što su britanska SAS ili francuski Prvi pešadijski puk. Što se tiče manjih korisnika, mogućnosti za rentabilnu lokalnu proizvodnju mogu da budu ograničene, ali bilo gde LA/RV može da bude idealni predmet za proizvodnju po licenciji.

P. M.



tehničke novosti i zanimljivosti

Mađarski automat 9 mm »KGP«¹

Mađarska izvozna kompanija TECHNICA FOREIGN TRADING COMPANY predstavila je prototip automata kalibra 9 mm (za metak 9×19 PARABELLUM), oznake KGP, koji je razvila mađarska firma FEG. Oružje je namenjeno jedinicama armije i policiji.



Novo oružje deluje kompaktno. Izrađeno je dosta kvalitetno. Funkcioniše

¹ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1990, br. 3, str. 251.

na principu trzanja zatvarača. Ručica za zapinjanje zatvarača postavljena je sa leve strane, a kundak se preklapa sa desne strane. Rukohvat i prednja obloga cevi izrađeni su od plastične mase. Zadnji nišan može da se postavi u dva položaja, prednji nišan privijanjem ili odvijanjem može se podešavati po visini. Cev je vezana za sanduk i učvršćena slično kao kod automata BERETTA Model 12 S. Kočnica je smeštena unutar branika obarače, tako da se njom može lako rukovati. Međutim, u određenim (»ekscenim«) situacijama, to rukovanje može da bude i opasno. Na automat mogu da se stavljaju okviri kapaciteta 15, 20 i 40 metaka.

Automat KGP namenjen je samo za izvoz, budući da se u naoružanju mađarske armije ne nalazi municija 9×19 mm PARABELLUM.

Iračko angažovanje na izradi »SUPER TOPA«²

60-tih godina SAD i Kanada su zajednički radile na projektu HARP (High Altitude Research Project) koji

² Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1990, 24. novembar, str. 1009.

je rezultirao izradom tri topa dobijena sastavljanjem po dve cevi kalibra 406 mm, ispitivana u Kvibeku, Arizoni i na Barbadosu, u cilju lansiranja projektila na visinu 180 km. Dokazano je da se raketno pogonjenim projektilom na taj način masa od 214 kg može izbaciti na daljinu preko 1570 km. Projekat je trebalo da dokaže mogućnost jeftinog lansiranja korisnog tereta u orbitu oko Zemlje, ali je napušten i pored uspešnih rezultata ispitivanja.

Otrprike 25 god. kasnije, nosilac ovog projekta sa kanadske strane dr Džerald Bul, nastavio je da razvija ovu ideju u Iraku, kao direktor i vlasnik firme SRC sa sedištem u Briselu. U planu je bila izrada 3 topa, od kojih je prvi, kalibra 350 mm, bio podvrgnut poligon-

skim ispitivanjima u aprilu 1989. godine, a sledeća dva su trebala biti ogtova 1992—1993. godine. Citav projekt je otkriven i prekinut posle ubistva Bula u martu 1990. godine. On je bio jedan od vodećih svetskih eksperata za artiljeriju i balistiku, koji je razvio i haubice NORICUM GH N-45 i ARMSCOR G-5. Na osnovu toga, bio je nosilac programa razvoja iračke artiljerije, u kome je bio predviđen razvoj »super topa« BABYLON, te samohodnih topova kalibra 155 mm MAJNOON i 210 mm AL FAO, sa pripadajućom municijom, koji su prikazani na izložbi u Bagdadu 1989. godine. Tom prilikom je za top 210 mm naveden domet 57,34 km. Prototipove oba topa za tu priliku kompletirala je firma FOREX SA u Bilbaou (Španija) a sovjetskim avionom prebačeni su na izložbu.



Poređenje
HARP topa i
haubice kalibra
155 mm

Modernizacija 40 mm topa »L/60« švedske firme Bofors³

U mnogim zemljama, topovi švedske firme BOFORS kalibra 40 mm L/60 nalaze se još u službi istovremeno sa novijim modelom L/70. Firma BOFORS sad kooperira sa australijskom firmom PTY Ltd. na zadatku modernizacije topa L/60, radi pojačanja njegove efikasnosti protiv savremenih vazдушnih ciljeva i uvećanja efektivnog dometa do 3500 m.

Australijska firma razvila je mornaričku varijantu koja treba da obezbedi veću pouzdanost i povišene performanse. Tako renovirani topovi već se nalaze u službi australijskih OS.



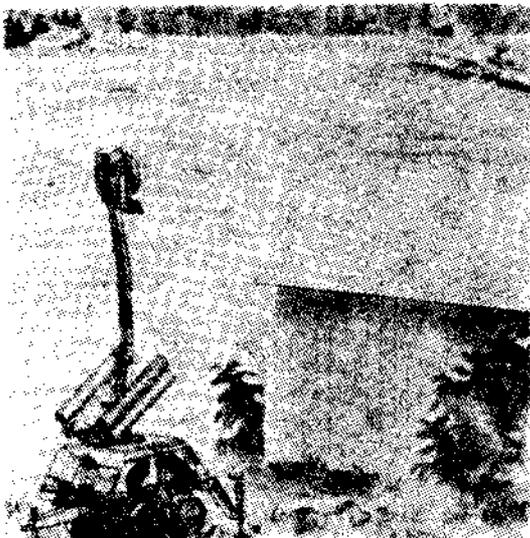
Za kopnene modele, najznačajniji modernizovani moduli koje je realizovala firma BOFORS su: mehanizam za usmeravanje cevi pri nišanjenju, nišanski sistem sa laserskim daljinomerom i kompjuterom za upravljanje vatrom, i oprema za povećanje brzine gađanja od 120 do 200 metaka/minuti.

Familija municije, zajednička za oba modela, posebno obuhvata: reaktivno zrno sa blizinskim upaljačem koje znatno proširuje zonu dejstva i verovatnoću pogađanja vazduhoplova ili rakete, višenamensko zrno i probojno potkalibarno zrno protiv oklopnih ciljeva.

³) Prema podacima iz: DÉFENSE & ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL 1990, br. 100, str. 71.

PVO raketni sistem »BAMSE« švedske firme BOFORS⁴

Do kraja ove godine u švedskoj firmi BOFORS biće završena studija o novoj PVO raketi, čiji dolet treba da bude do 15000 m. Osim toga zahtevana je mogućnost dejstva pod svim vremenskim uslovima i dobro pokrivanje svih visina. Namena nove rakete srednjeg dometa je zaštita objekata na aerodromima, na uporištima mornaričke pešačije i telekomunikacionim centrima, kao i zaštita oblasti na kojima se izvode operacije. Firma BOFORS je glavni nosilac ugovora za fazu projektovanja novog sistema za PVO, a firma ERICSSON RADAR ELECTRONICS isporučiće senzore za osmatranje vazdušnog prostora i sisteme za upravljanje vatrom.



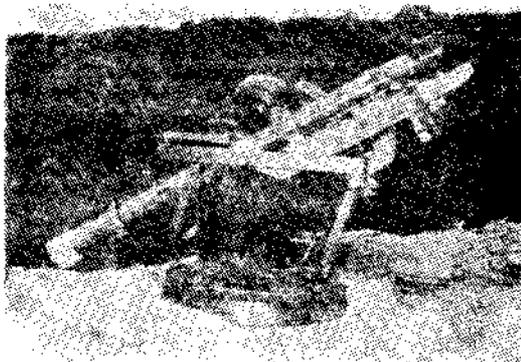
Novi PVO sistem sastojaoće se od osmatračkog radara i od dve prikolice sa po 4 lansera raketa. Na svakom vozilu se nalazi sklopivi jarbol, koji nosi antenu sistema za upravljanje vatrom radi smanjenja refleksije od tla. Na taj način rakete mogu uspešno da dejstvuju i protiv niskoletućih ciljeva.

⁴ Prema podacima iz časopisa: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 10, str. 750.

Na slici je principijelna skica načina korišćenja sistema BAMSE u ulozi zaštite aerodroma. Planirano je da novi raketni PVO sistem bude spreman za uvođenje u naoružanje i opremu jedinica krajem 90-ih godina.

Francuski ručni bacač zemlja-vazduh »ALBI«⁵

Francuska firma SOCIETE HIS-PANO-SUIZA konstruisala je i realizovala sa firmom MATRA kao nosiocem ugovora laki protivavionski raketni bacač ALBI koji se može ugraditi na krov lakih oklopnih vozila, koja zadržavaju pri tome svoju NBH-zaštitu u toku kretanja.



Namenjen je da štiti motorizovane jedinice i pozadinske konvoje od napada iz vazduha aviona u niskom letu i helikoptera.

Bacačem upravlja jedan čovek, jednostavan je i robusan, a zadržao je neke delove prenosne verzije MISTRAL. Ima sistem za označavanje cilja i može se integrisati u mrežu protivavionske odbrane u cilju davanja ranog upozorenja i koordinacije vatre. Masa je 250 kg, prečnik ugradnje na vozilu je 790 mm. Ima dva projektila MISTRAL spremna za gađanje i dva

⁵ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 1990, tom 1, str. 36.

do šest rezervnih projektila, zavisno od tipa vozila.

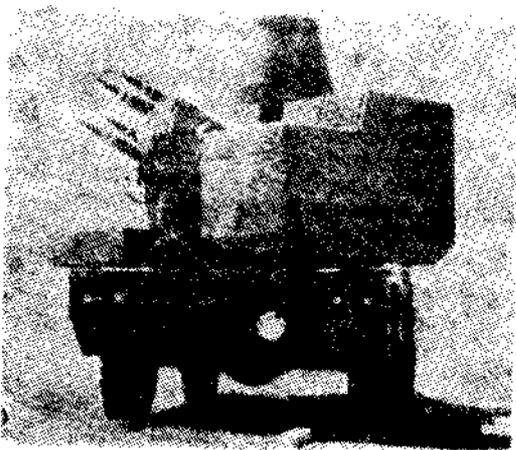
Nišanjenje je ručno, elevacija je od -10° do $+45^\circ$, a azimut $n \times 360^\circ$.

U operativno stanje bacač dovodi nišandžija. Inače je za vreme kretanja vozila sklopljen. Posle toga, nišandžija može da nišani po visini i po pravcu na cilj, koji tada »hvata« glava za samonavođenje odabranog projektila.

U toku je izrada prototipa.

Britanski PVO raketni sistem »RAPIER LASERFIRE«⁶

RAPIER LASERFIRE razvijen je kao sistem umerene cene da bi omogućio korisniku nabavku potrebnog broja vatrenih jedinica za kompletnu odbranu, po danu i noći. Kompletna vatrena jedinica smeštena je na okretnoj platformi (masa 2000 kg, dimenzije $3,3 \times 2,4 \times 1,9$ m), koja se može monti-



rati na svako točkaško vozilo korisne nosivosti od 3 do 4 tone, na gusenično oklopno vozilo, ili postaviti na zemlju. Automatski redosled angažovanja sistema je sledeći: smešten ispod kupole

⁶ Prema podacima iz: DEFENSE & ARMENT HERACLES INTERNATIONAL 1990, br. 99, str. 80.

oblika zarubljenog konusa, osmatrački milimetarski radar dometa 10 km (firme RACAL) programirano kontinualno pretražuje prostor zavisno od taktičke situacije. Kada je otkriven neki cilj, laser za praćenje (FERRANTI) sa vrlo uskim snopom (nekoliko miliradiana), dakle vrlo precizan, automatski se uperi na cilj i prati ga da bi napravio referentnu nišansku liniju za vođenje rakete. Kada cilj dospe u područje paljbe, kompjuter informiše operatora da može otvoriti vatru, pritiskom na dugme, što je jedino potrebna manuelna operacija. Jedna od četiri rakete RAPIER u stanju borbene gotovosti se tada lansira duž nišanske linije (vreme protoklo između detekcije cilja i ispaljivanja je reda 7 sekundi), a TV-kamera (koja koristi isti optički sistem kao laser) »zakači se« na signale rakete. Ako raketa skrene sa nišanske linije, ovo odstupanje odredi TV-kamera i dostavlja ga računaru koji izračuna potrebnu korekciju, a predajnik komandi šalje potrebne kodirane signale za povratak rakete na nišansku liniju do udara.

U kabini, komandir i operator imaju na raspolaganju komandnu tablu sa komandama i vizuelnim efektima, koji omogućuju praćenje akcija radi obezbeđenja kontinuiteta paljbi protiv sledećih ciljeva i eventualno, korišćenja pomoćnog nišana za vreme mirovanja radara.

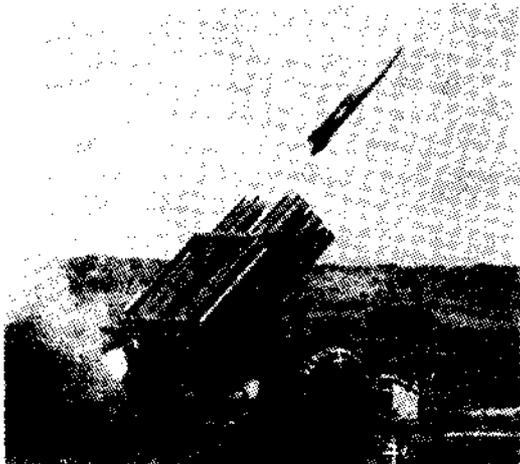
Masa rakete RAPIER je 43 kg, do met oko 7 km, sposobnost manevrisanja do 22 g pri brzini leta 2 Maha. Raketa je neosetljiva na lažne ciljeve kao i na protivielektronska dejstva.

Višecevni bacač raketa »VALKIRI 5« južnoafričke firme ARMSCOR⁷

Na bazi osnovne koncepcije ranijeg sistema VALKIRI 22 koji se potvr-

⁷ Prema podacima iz: DEFENSE & ARMENT HERACLES INTERNATIONAL 1990, br. 94, str. 74.

dio u borbenim akcijama u prethodnoj dekadi, južnoafrička firma ARMSCOR razvila je višecjevni bacač raketa VALKIRI 5, čijih 12 raketa imaju domet 5,5 km.



Instaliran na prikolici sa dva točka, ovaj bacač ima masu 1340 kg i četveročlana posada ga stavlja u borbenu gotovost za 3 minuta (odvajanje od traktora, punjenje lansirnih cevi, postavljanje blizinskih upaljača i otvaranje vatre). Blok cevi u jednom nivou može se ručno pomerati po pravcu i elevaciji pomoću dva točka. Rakete se lansiraju posredstvom daljinske komande povezane sa bacačem preko kabla, jedinačnom ili rafalnom paljbom sa kadencom od jedne sekunde.

Svaka raketa ima masu 28,5 kg i dužinu 1,4 m. Pomoću raketnog motora sa čvrstim gorivom, čije sagorevanje traje 0,8 s, ona postiže brzinu leta 250 m/s. Na nosu rakete mogu se pričvrstiti usporavajući prsteni za smanjenje dometa od 5,5 do 3 km. Visina detonacije iznad tla je oko 8 m. Bojna glava (18 kg) sadrži oko 8000 čeličnih kuglica čije ubojno dejstvo pokriva površinu 1000 m².

Američki bacači raketa koji mogu da lansiraju i rakete »MLRS« i rakete »ATACMS«⁸

Nedavno je firma LTV-VOUGHT isporučila KoV SAD prve bacače, koji omogućavaju lansiranje kako raketa MLRS tako i raketa ATACMS.



Firma je februara 1989. godine primila prvi nalog za izradu 66 raketa ATACMS, a februara 1990. godine je taj broj povećan na 104 komada. Novim bacačima opremljen je jedan artiljerijski bataljon V korpusa SAD, a krajem jula 1990. godine vršeno je gađanje vežbovnim raketama. Rakete ATACMS se u Evropi mogu lansirati samo sa NATO poligona NAMFI na Kreti. Svaki kontejner za lansiranje raketa ATACMS ima umesto šest raketa MLRS samo jednu raketu, čiji je domet preko 10 km. Na slici je prikazan raketni bacač MLRS pri ispitivanju lansiranja raketa ATACMS na poligonu WHITE SAND u okviru opšteg povećanja mogućnosti lansiranja raketa ATACMS.

⁸ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 10, str. 751.

Sovjetski laki prenosni bacač raketa za PVO »SA-16/GIMLET«⁹

Oruđe SA-16 (NATO oznaka GIMLET, sovjetski popularni naziv IGLA), usvojeno u naoružanju armije SSSR-a i drugih istočnoevropskih zemalja 1984. godine, i namenjeno da zameni svoje prethodnike SA-7/GRAIL i SA-14/GREMLIN, je lako prenosno lansirno oruđe za protivvazdušnu odbranu, koje se ispaljuje sa ramena jednog vojnika. Ukupna masa kompletnog oruđa (lan-



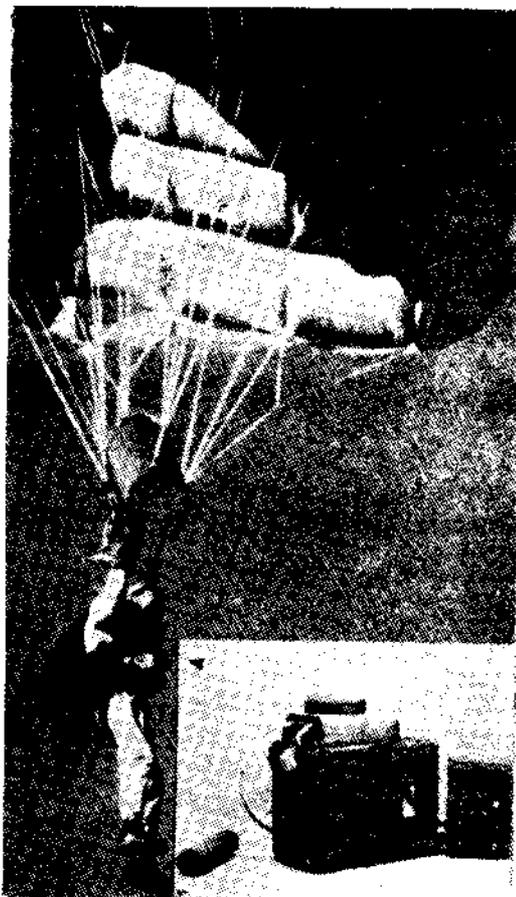
sirni uređaj i vođena raketa) iznosi oko 17 kg. Vođena raketa GIMLET, koja se sa svojom hladenom glavom za samovođenje na cilj i brzinom od 1,7 M može upotrebljavati protiv dolazećih vazdušnih ciljeva, ima dužinu 1,7 m i prečnik 70 mm. Masa rakete je oko 11 kg, od čega na bojnu glavu otpada 1,18 kg. Operativni dometi nalaze se između 300 i 4500 metara, a visina gađanja cilja doseže 3500 metara.

Američki prijemnik globalnog sistema za određivanje položaja »HANO AN/PSN-9A«¹⁰

Novi prijemnik globalnog sistema za određivanje položaja (GPS — Global Positioning System), oblikovan specijalno za potrebe padobranaca, pred-

⁹ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 11, str. 832.

¹⁰ Prema podacima iz: DEFENCE 1990, oktobar, str. 656.



stavila je firma TEXAS INSTRUMENTS. Prijemnik HANO (High-Altitude, High-Opening) omogućuje padobrancu da precizno upravlja spuštanjem od tačke iskakanja do zane prizemljenja. Ima oznaku PSN-9A, masa mu je 4,5 kg i sada je najmanji i najlakši 5-kanalni prijemnik za precizno određivanje položaja koji se nalazi u proizvodnji za potrebe američkih OS. Ovaj sistem prima i dešifruje signale od satelita za globalni sistem za određivanje položaja NAVSTAR i određuje lokaciju, brzinu i vreme padobranca. Tehnologija »Channel-on-a-chip« omogućuje određivanje položaja i navigaciju po svakom vremenu za različite misije.

Ovaj prijemnik je konstruisan da stane u ranac za korišćenje kod kopne-

nih snaga. Firma je takođe omogućila korišćenje ovog prijemnika u vojnim vozilima i za ugradnju u avione i helikoptere. Firma ima ugovor za isporuku 115 jedinica prijemnika za američke specijalne padobranske snage.

Na slici je prikazan padobranac američkih specijalnih snaga u zimskoj odeći sa kiseonikom kako koristi prijemnik HANO AN/PSN-9A. Pomoćna antena se prikači za gurtu padobrana posle njegovog otvaranja i može se otkaćiti brzo posle prizemljenja.

Termalna kamera produženog dometa »ERTI« britanske firme THORN EMI¹¹

Britanska firma THORN EMI prikazala je model nove termalne kamere produženog dometa ERTI (Extended Range Thermal Imager) namenjene za zadatke izviđanja na velikim daljinama, uključujući isturena artiljerijska osmatranja i izviđanja.

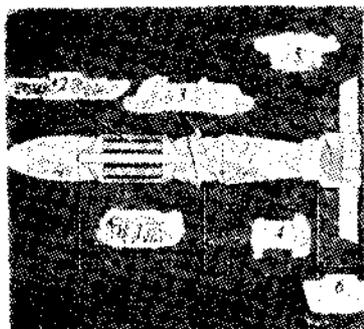
Firma THORN EMI ELECTRONICS bila je odgovorna za razvoj i proizvodnju modula termalne kamere I klase budući da je britansko ministarstvo odbrane donelo program za zajedničke module termalnih kamera TICM (Thermal Imaging Common Modules). Konceptija ERTI zasniva se na lakim modulima TICM I klase, koji se prvenstveno koriste u prenosivim kamerama direktne vidljivosti sa malom potrošnjom električne energije.

Nova termalna kamera, čija je masa oko 5,5 kg, povezuje elemente usvojene od ručne termalne kamere HHTI, ove firme, sa novim kompaktnim teleskopom dvojnog vidnog polja ($8^{\circ}/3^{\circ}$) i uveličanje $\times 5$, odnosno $\times 13$. (Za poređenje, HHTI je imala masu oko 5 kg, dva vidna polja od 20° i $8,6^{\circ}$ i odgovarajuća uveličanja $\times 2$ i $\times 5$).

Druge razlike uključuju opciju upotrebe malog rashladnog motora integrisanog sa termalnom kamerom, kao alternative za boce napunjene komprimiranim vazduhom za hlađenje detektora. Potrošnja energije je oko 20 W za verziju sa rashladnim motorom, ili 3 W za boce sa vazduhom pod visokim pritiskom. Ako se zahteva rashladni motor, baterija je odvojena od kamere, dok je u verziji sa bocom baterija smeštena u kameri na isti način kao kod HHTI.

Pogonska punjenja francuske protivoklopne rakete »ACCP ERYX«¹²

Protivoklopna raketa kratkog dometa ACCP (Antichar Courte Portée) ERYX francuske firme AEROSPATIALE, koja treba da uđe u serijsku proizvodnju (za potrebe KoV-a Francuske), ima masu oko 10 kg i nominalan



1 — pogon krstarenja; 2 — punjenje FRICKA; 3 — dva mlaznika sa defektorima mlaza; 4 — bojna glava; 5 — punjenje ARCHIRAC; 6 — izbacno punjenje

domet 600 m. Vođena pomoću žice (traserski indikator na raketi, kamera CCD na lansirnom položaju), ERYX sadrži dva pogonska punjenja firme SNPE (Société National des Poudre et

¹² Prema podacima iz: DÉFENSE & ARMEMENT HERACLÉS INTERNATIONAL 1990, br. 88, str. 73.

¹¹ Prema podacima iz: DEFENCE 1990, septembar, str. 584.

Explosifs) koji čine 43 % ukupne mase rakete. Najmanje punjenje ARCHIRAC (»ubrziivač«) od specifično oblikovanog propelgola 5D, ima masu 1 kg, čije sagorevanje u vremenu manjem od jedne sekunde obezbeđuje izbacivanje rakete iz njene lansirne cevi, dajući joj pri tome početnu rotaciju.

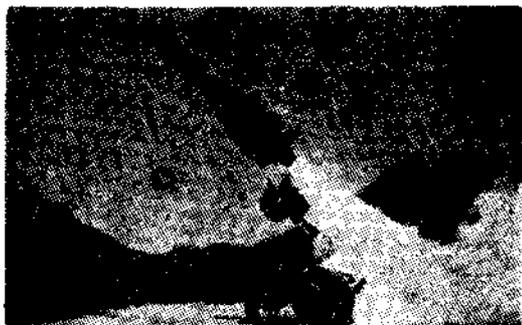
Drugo punjenje FRICKA (»krstareće«) od propergola NITRAMITE, čija je masa oko 2,1 kg, pali se na 5 m od lansirnog položaja i gori do udara u cilj, dakle 4 sekunde za 600 metara. Korekcija putanje rakete u letu ostvaruje se na principu upravljanja reaktivnim silama preko dva mlaznika opremljenih deflektorima za skretanje mlaza.

Osim ispunjenja strogih zahteva u vezi balističkih performansi (naročito što se tiče malih funkcionalnih odstupanja za sve vreme) i cene koštanja, firma SNPE je u tok razvoja posvetila veliku pažnju dvema ključnim tačkama u operacionoj efikasnosti ERYXa: prvo, diskrecija (maksimalna redukcija emisije dima) i odsustvu plamena na izlasku iz mlaznika sa deflektorima mlaza nastalog sagorevanjem krstarećeg punjenja; reduciranu toksičnost izbačenih sagorelih gasova i mogućnosti funkcionisanja na visokom pritisku i ekspanzije na atmosferski pritisak za izbacno punjenje, što garantuje da bi raketa mogla biti ispaljena iz ograničenog prostora.

Proizvodnja propulzora za PVO rakete »HAWK« u evropskim zemljama NATO-a¹³

Raketa klase zemlja—vazduh srednjeg dometa za velike visine HAWK (High Altitude Weapon Killer) predstavlja već trideset godina okosnicu protivvazdušne odbrane KoV-a. Njen

domet je 40 km, a maksimalna visina dejstva 16 km. Ova raketa, razvijena u američkoj firmi RAYTHEON, nalazi se u službi OS SAD i 21 druge zemlje, od kojih su 7 članica NATO-a. Godine 1982. američki KoV odlučio je da će raketa ostati »na neodređeno vreme« u inventaru ovih sistema. U evropskim zemljama HAWK je modernizovan između 1979. i 1983. Francuskoj firmi SNPE, koja od 1960-tih godina učestvuje u proizvodnji raketnih motora za HAWK za evropske potrebe, ponovo je povereno 1985. (posle internacionalnog konkursa) provođenje kompletnog NATO-programa za novu tranšu proizvodnje raketnih motora u okviru radova za održavanje raketa ovog tipa dislociranih u Evropi.



Osnovni zahtevi koje SNPE treba da realizuje ovim programom su:

- proizvodnja ili koprodukcija različitih podsklopova (metalni delovi, upaljači, termička zaštita),
- proizvodnja motora, koja posebno obuhvata:
 - pripremu konstrukcije,
 - fabrikaciju liveno-presovanog dvokomponentnog punjenja od kompozitnog propelgola reda 200 kg,
 - finalno kompletiranje i isporuka posle operacija prijema.
- organizacija i realizacija transporta motora ka različitim centrima montaže u Evropi i vraćanja motora za rastavljanje ili montiranih podsklopova (radi ponovnog osposobljavanja nekih

¹³ Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLÈS INTERNATIONAL 1990, br. 100, str. 71.

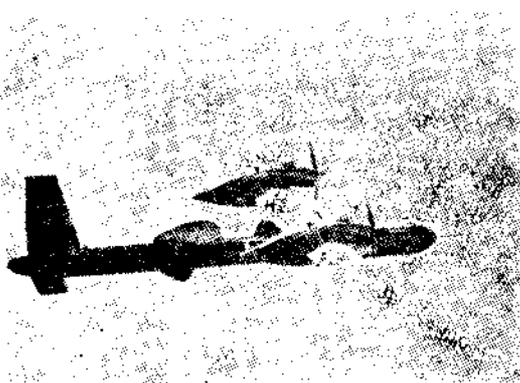
elemenata, ili uništavanja elemenata koji se ne mogu iskoristiti, naročito pirotehničkih).

Od oktobra 1985. kada je započelo izvršavanje programa ugovora, SNPE je investirala u realizaciju tehnoloških procesa proizvodnje, počev od tehničke dokumentacije AEROJET i uspešnog ostvarenja ovog proizvodnog lanca, kako statičkim ispaljivanjem raketnih motora na probnom stolu tako i u letu (u oklopnom centru Landes 1988).

Prve serijske isporuke započele su u martu 1988. pošto su sve aktivnosti predviđene ugovorom uspešno ostvarene.

Višenamenski bespilotni avion »CONDOR« američke firme BOEING¹⁴

Američka firma BOEING razvila je »najveći bespilotni avion na svetu« za potrebe Agencije za vojne istraživačke projekte DAPRA (Defense Advanced Research Projects Agency). Za vre-



me 140 časova opitnih letova, koji su bili obavljani tokom 1990. godine pokazao je svoje mogućnosti izvršavanja programiranih zadataka na velikoj vi-

¹⁴ Prema podacima iz: DÉFENSE & ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL 1990, br. 100, str. 72.

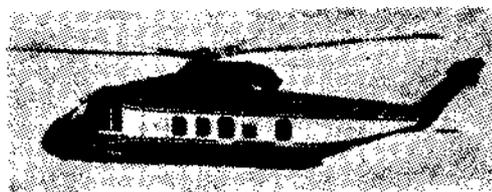
sini (20000 m) sa korisnim teretom, koji se sastojao od različitih senzora kao što je sistem za perspektivno aero-fotografiranje na velikoj daljini LOROP (Long Range Oblique Photography).

Među mogućim zadacima izviđanja prioritet ima detekcija krstarećih raketa.

CONDOR, čiji je razmah krila 61 m, opremljen je sa dva klipna motora TELEDYNE CONTINENTAL snage 128 kW i elisama prečnika 4,8 m. Ovaj prečnik i veliki razmah vitkih krila zahtevaju učvršćenje noseće površine na jednom pilonu iznad trupa da bi se postigla potrebna zaštita na zemlji. Rezerva goriva u ovom avionu bez pilota dozvoljava autonomiju leta od više dana na velikoj visini.

Italijansko-britanski program »EH-101« za višenamenski helikopter¹⁵

U okviru programa EH-101, svoj prvi let obavio je prototip treće verzije helikoptera klase 14. Posle prvog prototipa, razvijenog u saradnji firmi AGUSTA (Italija) i WESTLAND (V. Britanija), srednjeg višenamenskog helikoptera, koji je prvi put poleteo 1987. godine, usledile su verzije za RM i KoV. Sada se, međutim, ukazala potreba da se razvije verzija ovog tipa helikoptera i za civilne potrebe.



Nova verzija, koja je dobila naziv HELILINER, moći će da prevozi 30 putnika brzinom 280 km/h na daljinu 950

¹⁵ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK, 1990, br. 10, str. 753.

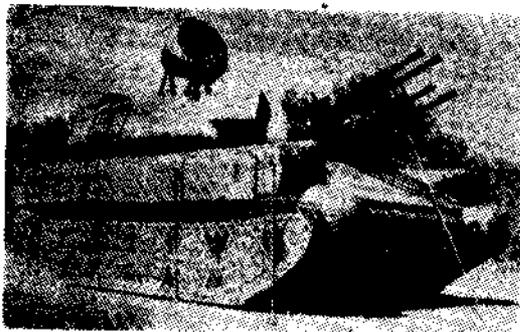
km. Očekuje se da će njegova homologacija uslediti do kraja 1991. godine.

Prva isporuka mornaričke verzije EH-101, koju su naručile RM Italije, V. Britanije i Kanade, trebalo je da započne već 1989. Helikopteri koje je naručila Kanada biće montirani u toj zemlji.

Britanska naduvna lažna meta, kopija tenka¹⁶

Britanska firma AIRBORNE INDUSTRIES LIMITED nedavno je predstavila najnoviju iz širokog asortimana naduvnih lažnih meta — protivavionski tenk ZSU 23-4. Ove mete mogu da budu opremljene toplotnim i radarskim priznaciama tako da mogu da služe i kao lažni mamci.

Prve dve lažne mete koje su naručene u prirodnoj veličini, isporučene su britanskom ministarstvu odbrane i korišćiće se u oružanim snagama kao realni modeli za identifikaciju iz vazduha i za uvežbavanje na elektronskim ciljevima.



ZSU 23-4 se mogu lako naduvati pomoću prenosnog kompresora 2—3 kW kojeg pogoni akumulator od 12 V. U spakovanom stanju ova meta ima masu 100 kg, a dimenzije paketa su 1,8×0,9×0,9 m.

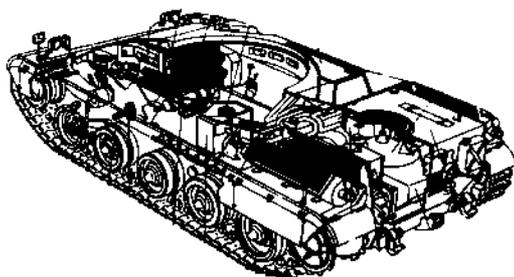
¹⁶ Prema podacima iz: DEFENCE 1990, oktobar, str. 11.

Napravljena da izdrži operacije u uslovima teških zemljišta, ZSU 23-4 obezbeđuje realnu obuku isturenih oficira za navođenje aviona za usmeravanje brzih jurišnih aviona na pojedinačna oklopna vozila ili na borbene formacije. Ova lažna meta će, takođe, biti od vrednosti kao sredstvo za obuku posada letelica u taktičkom izviđanju i ulogama neposredne podrške iz vazduha.

Proizvođač veruje da će zbog smanjenih budžetskih troškova za odbranu biti potrebno veće korišćenje lažnih meta i mamaca umesto realne opreme za obuku u budućnosti.

Francuski tenk »AMX30C2«¹⁷

Francuska grupacija za naoružanje GIAT razvila je tenk AMX30C2. Tenk je realizovan na bazi modernizacije tenka AMX30 odnosno dalje modernizacije tenka AMX30B.



Modernizacija ovog tenka postignuta je zamenom postojeće pogonske grupe (motor snage 456 kW, mehanički menjač) sa motorom od 625 kW i automatskim menjačem i povećanjem vatrene moći ugradnjom automatskog numeričkog SUV-a sa mogućnošću gađanja u pokretu sa stabilizacijom nišanske sprave, odnosno kupole, a po potrebi i ugradnjom termovizijske kamere.

¹⁷ Prema podacima iz: KATALOG SATORY '90, str. 2—18.

Osnovne tehničke karakteristike tenka:

Pogonska grupa: motor snage 625 kW, menjač automatski 2F LSG 3000, uređaj za upravljanje hidromehanički sa usporačem (moguća je ugradnja različitih pogonskih grupa po želji kupaca).

Oslanjanje: ojačano sa amortizerima i performansama koje poboljšavaju stabilizaciju kupole.

Vatrena moć:

— stabilizacija nišanske sprave, stabilizacija kupole, numerički SUV i laserski daljinomer omogućuje paljbu za manje od 8 s na nepokretnu ili pokretnu metu, sa zastanka ili pokreta, sa velikom preciznošću.

Mogućnost gađanja municijom AP-FSDS sa početnom brzinom 1525 m/s.

Termovizijska kamera omogućuje paljbu po svakom vremenu, a monitor za komandira i nišandžiju se može ugraditi na poseban zahtev.

Ova modernizacija omogućava da se sa tenka AMX 30 prve generacije pređe na tenkove približne drugoj generaciji, zadržavajući maksimalan broj zajedničkih komponenata, čime se olakšava logistička podrška.

Francusko lako oklopno točkaško vozilo »ALBI 4 × 4«¹⁸

Francuska firma PANHARD et LEVASOR razvija, na osnovi lakog oklopnog vozila ULTRAV M-11, lako oklopno točkaško vozilo ALBI 4×4. Vozilo je namenjeno za odbranu od letućih objekata na malim visinama, a može da služi i za PVO lakih jedinica koje imaju delikatne zadatke.



Tehničke karakteristike vozila:

- naoružanje: lanser sa dve rakete (firme MATRA) sa kojeg se lansiraju rakete MISTRAL
- borbena masa [t] — — — 3,7
- specifična snaga [kW/t] — 19,13
- posada 3 člana (vozač, nišandžija i komandir)
- dimenzije sa opremom i naoružanjem [m]:
 - dužina — — — — 3,85
 - širina — — — — 2,02
 - visina do krova — — — 1,70
 - klirens [m] — — — — 0,35
 - savlađuje prepreke:
 - uspon [%] — — — — 50
 - bočni nagib [%] — — — 30
 - vodeni gaz dubine [m] — — — 0,90
 - rov širine [m] — — — — 0,50
 - najveća brzina na putu [km/h] — — — — 95
 - autonomija pri jednolikom kretanju sa 60 km/h na putu [km] — — — — 600
 - šasijski zatvorena oklopna konstrukcija sa svih strana
 - pogonska grupa:
 - motor XD 3 T PEUGEOT dizel, turboprehranjivani, snage 70 kW, obrtni moment 21 mdaN pri 2250 min⁻¹

¹⁸ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 1980, str. 2-128.

Pretvarač obrtnog momenta sa automatskim menjačem brzina sa 3 stepena prenosa.

— razvodnik pogona sa 2 stepena prenosa,

— transmisija — oslanjanje:

— 4 pogonska točka

— oslanjanje sa nezavisnim točkovima

— oprema na poseban zahtev: NBH uređaj i uređaj za klimatizaciju.

Nemački tenk za raščišćavanje minskih polja »KEILER«¹⁹

Tenk za razminiranje KEILER dospo je u završnu fazu razvoja. Ovaj sistem omogućava, sa velikim procentom sigurnosti otvaranje prolaza širine vozila kroz svaku vrstu minskih prepreko i to za kratko vreme.

Glavni nosilac ugovora za razvoj bila je firma KRUPP MaK i ona je uspeła, zajedno sa brojnim kooperantima, da automatizuje sistem »rotirajućih razminirajućih elemenata« i da, pri tom, postigne veliku pouzdanost. Sa hidrauličnim pogonom, specijalnom regulacijom i upravljačkim delovima realizovan je uređaj za mehaničko razminiranje tla, koji nema konkurencije u svetu.

KEILER radi na principu mehaničkog razminiranja glodanjem tla. To se pokazalo kao najefikasniji način raščišćavanja minskih polja svih vrsta. Rotirajući delovi odbacuju zemlju bočno, a istovremeno i sve predmete — pa i mine — koji su u tlu ili na njemu, i to bez nepoželjnih sporednih dejstava.

Tenk za razminiranje KEILER ima dve osnovne komponente: vozilo-nosač i uređaj za razminiranje. Vozilo se sastoji od modifikovanog tela tenka M-48 A2 sa delovima hodnog mehanizma. Karakteristično je da su za tenk iskorište-

ni postojeći i provereni delovi, dok su novorazvijeni samo specifični delovi uređaja za razminiranje KEILER, koji se sastoji od:

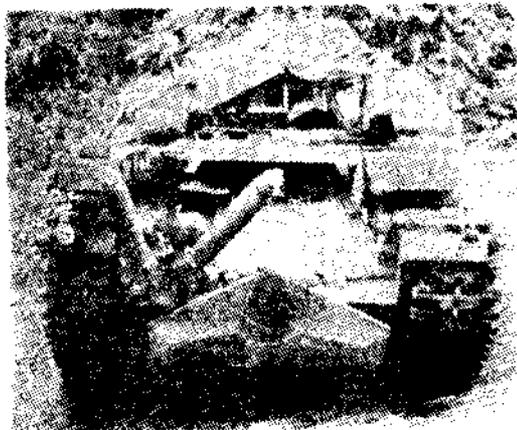
— nosača, koji uređaj za razminiranje izvodi iz transportnog položaja u radni položaj pod 20°;

— uređaja za elevaciju i bočno pomeranje radi prilagođavanja terenu;

— nosača i okvira osovine i hidromotora;

— osovine, podeljene na dva dela sa 24 alata za razminiranje;

— merača visine.



Rotaciono simetrični alati za razminiranje, u obliku slonove noge, obezbeđuju jednako dejstvo na tlo, brzo se centriraju, skoro se uopšte ne troše, a mogu se zamenjivati.

Osnovni podaci: pogonski motor MTU MB 871 Ka 501 je modifikovani osmocilindrični četvorotaktni dizelmotor nominalne snage 814 kW, napajan jednosmernom strujom od 24 V, 28 V, 5 V; baterije 6 komada po 125 Ah; hidraulika je tipa zatvorenog kola; efikasnost razminiranja 98%; brzina razminiranja 0,2—4 km/h; širina pročišćene staze 4700 mm, dubina razminiranja 250 mm; posadu čine vozač i komandir.

Na slici je prikazan tenk sa sistemom KEILER u položaju za transport železnicom.

¹⁹ Prema podacima iz WEHRTECHNIK 1990, br. 10, str. 55—57.

Francuski oklopni transporter točkaš »V.A.B. NG (N)«²⁰

Firma RENAULT VEHICULES INDUSTRIELS radi nultu seriju oklopnih transportera točkaša V.A.B. NG(N).

Vozilo spada u novu generaciju, koncipirano je na osnovi dosadašnjeg vozila VAB, a namenjeno je za brzi transport pešadije do zone angažovanja. Proizvodi se u verziji 4×4 ili 6×6, ima amfibijska svojstva, a može da se prenosi i avionima.



Tehničke karakteristike vozila:

Vozilo VAB-NG (N) ima znatno bolje performanse u odnosu na dosadašnja vozila a naročito:

— oklopno telo zavarene konstrukcije od pancirnog čelika i čelika visoke tvrdoće (THD) sa mogućnošću ugradnje dodatnog oklopa,

— novu pogonsku grupu (GPM),

— novi uređaj za upravljanje, klimatizaciju i NBH-zaštitu

— uređaj za podešavanje pritiska u pneumaticima, i

— novi raspored u zadnjem delu vozila.

Oklopno telo:

— mogućnost za brzi ulaz i izlaz posade iz vozila pomoću duplih vrata bez centralnog penjanja,

— nezavisno-posebna vrata za vozača i komandira,

— poklopci na krovu: za evakuaciju, ugradnju i izgradnju pogonske grupe GMP, ili ugradnju sistema naoružanja.

— motor: dizel, šestocilindrični, turboprehranjivani, hlađeni, snage 184 kW,

— menjač: automatski, sa 5 stepeni prenosa za hod napred (lock-up na 4 i 5 stepenu),

— rezervoar za gorivo: 360 l (280 l u oklopnom telu i 4 kante po 2 l),

— oslanjanje: sa nezavisnim točkovima i torzionim štapovima,

— pneumatici: neranjivi, omogućuju kretanje vozila i posle perforacije od streljačke municije,

— centralno pumpanje pneumatika: sistem se aktivira sa table vozača i omogućuje promenu pritiska,

— propulzija u vodi pomoću hidropropulzora

— čekrk — — hidraulični, vučne sile 6000 daN

— radio-uređaj — — VHF-FM

— dimenzije [m]:

— dužina — — — — 6,102

— širina — — — — 2,500

— visina — — — — 2,060

— klirens [m] — — — — 0,400

— prilagdni ugao [°] — — — — 45

— masa praznog ugla [t] — — — — 10,6

— masa opterećenog vozila [t] — — — — — — 13

— performanse:

— maksimalna brzina na putu [km/h] — — — — — — 95

— maksimalna brzina na vodi [m/s] — — — — — — 2,3

— maksimalni(uspon [‰] — — — — — — 60

— maksimalni bonči nagib [‰] — — — — — — 30

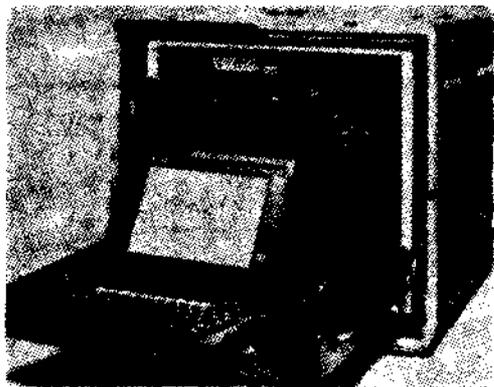
— autonomija kretanja [km] — — — — — — 1000

— faza razvoja: u toku je ispitivanja nulte serije u francuskoj armiji.

²⁰ Prema podacima iz KATALOG SATORY 1990, str. 2-72.

Prevozni VF/SSB RADIO-UREĐAJ »AN/URQ-129(V)1« AMERIČKE FIRME HARRIS²¹

AN/URQ-129(V)1 je prevozni VF/SSB radio-uređaj izlazne snage 125 W. Sastoji se od primopredajnika, pojačavača snage, napajnja, modema za prenos podataka, automatskog kontrolera frekvencija i GRiD kompjutera. Svi ovi delovi smešteni su u robustno kućište prilagođeno radu u otežanim ratnim uslovima. Frekvencijski opseg ovog radio-uređaja je 1.60000 do 29.99999



MHz. Stabilnost frekvencije je $0,25 \times 10$, a ukupan broj raspoloživih frekvencija iznosi $2,84 \times 10$. Uređaj ima mogućnost programiranja 100 simpleksnih ili poludupleksnih kanala (9 pomoću preklopnika i 100 uz pomoć tastature). Zastupljene vrste rada su J3E (jedan bočni opseg, gornji i donji, telefonija sa potisnutim nosiocem); H3E (kompatibilna AM sa jednim bočnim opsegom plus telefonija sa nepotisnutim nosiocem); i J2A MCW (tonski sa jednim bočnim opsegom i potisnutim nosiocem). Osetljivost prijemnika je 113 dBm za 10 dB pri SSB prenosu, 103 dBm 10 dB pri AM i 121 dBm za 10 dB pri CW prenosu. Selektivnost prijemnika je 3 kHz na 3 dB i 3,8 kHz na 60 dB. Potiskivanje simetrične i međufrekventne učestanosti veće je od 80 dB.

²¹ Prema podacima iz: DEFENSE ELECTRONICS 1990, jun, str. 99.

Slabljenje lažnih frekvencija je veće od 120 dB na 99,9% kanala. Vršna izlazna snaga predajnika na 50 Ω je 125 W. Intermodulaciona izobličenja, bilo tonska ili dvotonska, su 30 dB. Gušenje harmonika je 40 dB. Za napajnje sistem koristi naizmenični izvor napajanja 115/230 V, 47 do 400 Hz. Temperaturni opseg rada je -40 do +70.

Osmatračko-akvizicijski radar nemačke firme SIEMENS²²

Nemačka firma SIEMENS završila je razvoj novog osmatračko-akvizicijskog radara namenjenog za upravljanje vatrom na nivou PVO baterija. To je radar čija je osnovna uloga da detektuje odgovarajuću pretnju iz vazdušnog prostora koji se štiti.



Radar je realizovan kao Doppler-impulsni sa IFF-pitačem za određivanje pripadnosti vazdušnih ciljeva na principu »svoj — tuđ«. Domet radara je oko 30 km. Sa moćnim sistemom za obradu podataka i radarske informacije u celini, radar treba da omogući prikupljanje i distribuciju podataka o ciljevima, te da vrši koordinaciju upotrebe pojedinih vatrenih jedinica. Na

²² Prema podacima iz: MILITARY TECHNOLOGY 1990, br. 8, str. 37.

osnovu podataka o konkretnom razmeštaju vatrenih jedinica i o uređenju položaja, uz primenu posebnog softvera, optimalan način odbrane određuje se tako da se izbegne suvišno i neekonomično angažovanje oruđa po svakom cilju, pa se predviđa da se odbrana ostvari uz minimalan utrošak municije. Tom prilikom se održava zahtevana verovatnoća uništenja aktuelnog cilja i obezbeđuje neophodna rezerva za angažovanje vatre po cilju sledećeg prioriteta.

Obzirom na ugrađene elemente C³, predviđeno je da u radaru bude i komandno mesto baterije, odakle se, pored ostalog, vrši i procena i izbor optimalnog razmeštaja vatrenih jedinica. Zamisljen kao taktički kordinacioni centar, ovaj radar je projektovan tako da se može koristiti za upravljanje do 12 vatrenih jedinica ili baterija sa različitim PVO oruđima, a koja mogu biti bilo stacionirana ili pokretna, sa ili bez vlastitog podsistema za upravljanje vatom.

Primenjena savremena tehničko-tehnološka rešenja omogućila su da se razvije radar na modulatornim principima koji omogućuju vrlo brzu zamenу neispravnih delova, bez neophodnih prethodnih podešavanja, a čije se testiranje vrši automatski, primenom za tu svrhu posebno ugrađenog bloka. Radar je smešten u kabinu kontejnerskog tipa i može biti različito transportovan, a sam prototip je postavljen na modifikovano troosovinsko točkaško vozilo.

Francuski osmatrački radar »ORCHIDEE«²³

U toku je testiranje prvog prototipa novog francuskog radara namenjenog za ugradnju u helikoptere, a u čijem razvoju su angažovane firme AERO-

SPATIALE, THOMSON CSF, DASSAULT, MATRA i dr. Prototip radara pod nazivom ORCHIDEE ugrađen je na helikopter SUPER PUMA. Sam helikopter kao platforma i radar kao senzor predviđeni su da se (iz bezbednosnih razloga) koriste nekoliko desetina km ispred linije fronta.



Bespilotna letelica nemačke firme DORNIER kao platforma ispitivanja jednog od rešenja radara ORCHIDEE francuske firme THOMSON CSF



Prototip radara ORCHIDEE ugrađen na helikopter SUPER PUMA

²³ Prema podacima iz: SIGNAL 1990, septembar, str. 93-95.

ORCHIDEE je impulsni Doppler-radar, u X-opsegu frekvencija, projektovan da otkrije kolonu pokretnih vozila, niskoleteće helikoptere i pokretne pojedinačne ciljeve kao što su kamioni, tenkovi, helikopteri i drugi ciljevi, u oblasti zone širine 80 km i dubine 100 km iza linije fronta.

Antena je konstruisana tako da se pri spuštanju helikoptera njen nosač presavije nazad, dovodeći antenu u položaj ispred repnog dela helikoptera. Zaštita radara od elektronskih ometanja zasniva se, pre svega, na kvalitetnoj anteni sa veoma niskim bočnim lobovima u dijagramu zračenja i na frekventijskoj agilnosti u relativno širokom opsegu. Između ostalog, i u tu svrhu realizovan je potpuno koherentan radarski predajnik, ukupne mase 150 kg, na bazi cevi sa progresivnim talasom srednje snage 750 W.

Sam senzor je realizovan modularno, na principima arhitekture blokova i podсистема oko mikroprocesorske jedinice kojom se direktno upravlja rad antene, primopredajnika, signal-procesora i drugih delova radara. Najveći doprinosi ostvareni su na nivou obrade radarske informacije. Primljeni su materijali na bazi jedinjenja iz III—V grupe elemenata iz periodnog sistema, kao što su galijum-arsenid, indijum-fosfor i nove poluprovodničke tehnologije, a što je omogućilo da se materijalizuju, anače u teoriji poznata rešenja, digitalne kompresije radarskog impulsa, frekventijska agilnost i burst-mode. Za potrebe takve obrade razvijen je nov sintisajzer frekvencija sa vrlo visokom stabilnošću faze, sa velikim brojem frekvencija i veoma kratkim intervalima odziva.

Za ovaj radar projektovan je i novi procesor sa do 4000 kopija daljine, koji koristi vrlo brzu Fourierovu transformaciju, vrši merenje radijalne brzine cilja sa relativno velikom tačnošću i bez neodređenosti u oblasti iznad brzina helikoptera, te ima vrlo tačan ekstraktor ciljeva. Na bazi lakog procesora

vrši se automatska klasifikacija ciljeva i prigušenja klatera i smetnji uopšte.

Prenos podataka je predviđen preko podсистema veze AGATHA, koji obezbeđuje domet 60 km u svim meteo-uslovima. Ovaj podсистem, kojim se mogu prenositi bilo sirovi, bilo obrađeni podaci, zaštićen je od izviđanja i ometanja izborom relativno niskog nivoa emitovane snage i usmerenim prenosom ka delovima instalacije na zemlji, kao i frekventijskom agilnošću nosioca. Pored toga, ovaj prenos podataka obavlja se uz korišćenje posebno projektovanog korekcionog koda — detektora grešaka. Podсистem stanice za prijem podataka na zemlji sastoji se, između ostalog, od 2 identična bloka za 3 radna mesta operatora, opremljena grafičkim monitorima i uređajima za obradu podataka (disk, magnetna traka, brzi printer i dr.).

Nemački digitalni računar »DMC 32« za vojnu primenu²⁴

Firma CONTRAVES proizvela je računar na jednoj ploči, koji spada u gornju klasu po snazi, a predviđen je za vojnu primenu kako u novim sistemima naoružanja, tako i za povećanje



²⁴ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 10, str. 756.

borbene gotovosti i modernizaciju već postojećih sistema naoružanja. DMC 32 je hardverski i softverski tako koncipiran, da je naročito pogonad za rad u realnom vremenu. Po karakteristikama i konstrukciji računar pokriva širok spektar primene u sistemima sva tri vida oružanih snaga.

Osnovna primena mu je u SUV za PVO i artiljeriju. Tako je npr. modernizovan PA tenk (na slici FLAKP_z 2) pomoću digitalnog računara DMC 32. Računar se može koristiti i u sistemima naoružanja i komandovanja, kao i u simulatorima. Ostale primene omogućava u širokim granicama konfiguracija hardvera i softvera računara.

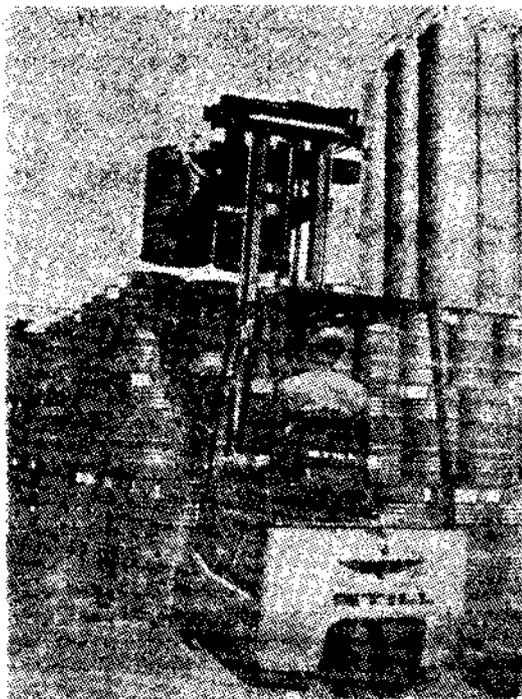
Firma CONTRAVES poseduje i odgovarajuću izvedbu za civilnu primenu po nižoj ceni. Velika efikasnost DMC 32 počiva između ostalog na njegovoj arhitekturi sa sistemom više BUS-eva. Snaga i kapacitet memorije su, osim toga, fleksibilni i zahvaljujući modularnoj konstrukciji, što omogućava specifičnu konfiguraciju za svaki zadatak. Dodatne funkcije BIT i različiti tajmeri još više proširuju primenu. Korišćenjem modernih komponentata (SMT) podržavaju se dobre logističke karakteristike.

Otvorena arhitektura računara dozvoljava izgradnju sistema sa više procesora i omogućava lako proširenje prema potrebama primene uz pomoć komercijalnih VME-ploča. Zahteve modernog softver-inžinjerinaga zadovoljiće i u budućnosti dalji razvoj sa ADA kompajlerom.

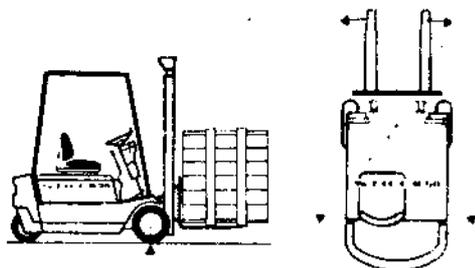
Nemački viljuškar »R-20«²⁵

Firma STILL iz Hamburga dopunila je svoj program električnih viljuškara trotočkaša novom serijom R-20 sa prednjom vučom i sa po jednim motorom za svaki točak. Tako je R-20 — po-

stoje dve verzije nosivosti 1,65 t i 1,75 t — postao »teški radnik«, koji može sa teretom da savlada naročito strme rampe i ekstremne nagibe. Prednje pogonske točkove pritisne utovareni teret na tlo, tako da uvek dobro naležu čak i na glatkim stazama.



Sl. 1



Sl. 2

Osnovna konstrukcija R-20 je, kao i kod ranije serije R-50, viljuškar sa tri točka, ali je zadnji točak izveden

²⁵ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 10, str. 734.

kao dupli, što je tehnička prednost, jer štiti gume i povećava stabilnost (sl. 1). Baterija, ugrađena duboko između prednjih osovinu točkova, takođe doprinosi stabilnosti viljuškara.

Novo u ovoj seriji je impulsno upravljanje celokupnom hidraulikom, u čija kola se može dozirati odgovarajuća količina ulja prema promenljivim potrebama. Impulsno upravljanje brzinom vožnje, polazak ili kočenje bez trzaja su već odavno postali standard kod ove firme.

Viljuškari serije R-20 detaljno su ispitani. Jedan je bio potopljen u reku Elbu i pri tom je dokazano da je celo vozilo, a naročito ugrađena elektronika,

sasvim neosetljivo na uticaj kiše ili prskajuće vode.

Treba još naglasiti ergonomski smišljeno sedište vozača, koji može iz stojećeg stava jednostavno da klizne u sedište, čime otpada zamarajuće penjanje i silaženje.

Na sl. 2 uporedno je skiciran viljuškar R-20 sa prednjim pogonom, dobrim naleganjem na tlo zbog velikog pritiska na pogonsku osovinu sa ili bez tereta, i viljuškar serije R-50 sa zadnjim pogonom, velikim bočnim silama na zupce viljuške, koji je pogodan za rad u kamionima, kontejnerima ili vagonima. Serija R-50 ima varijante, čija se nosivost kreće od 1,0 do 1,5 t.

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, Svetožara Markovića 70, VE-1.