

HRVATSKI VOJNIK

ISSN 1330-500X

BROJ 1. GODINA. LIPANJ - SRPANJ 1995. CIJENA 20 KUNA



**RT-20
RUČNI TOP**

LOV "Torpedo" 4x4

Mil Mi-24 HIND

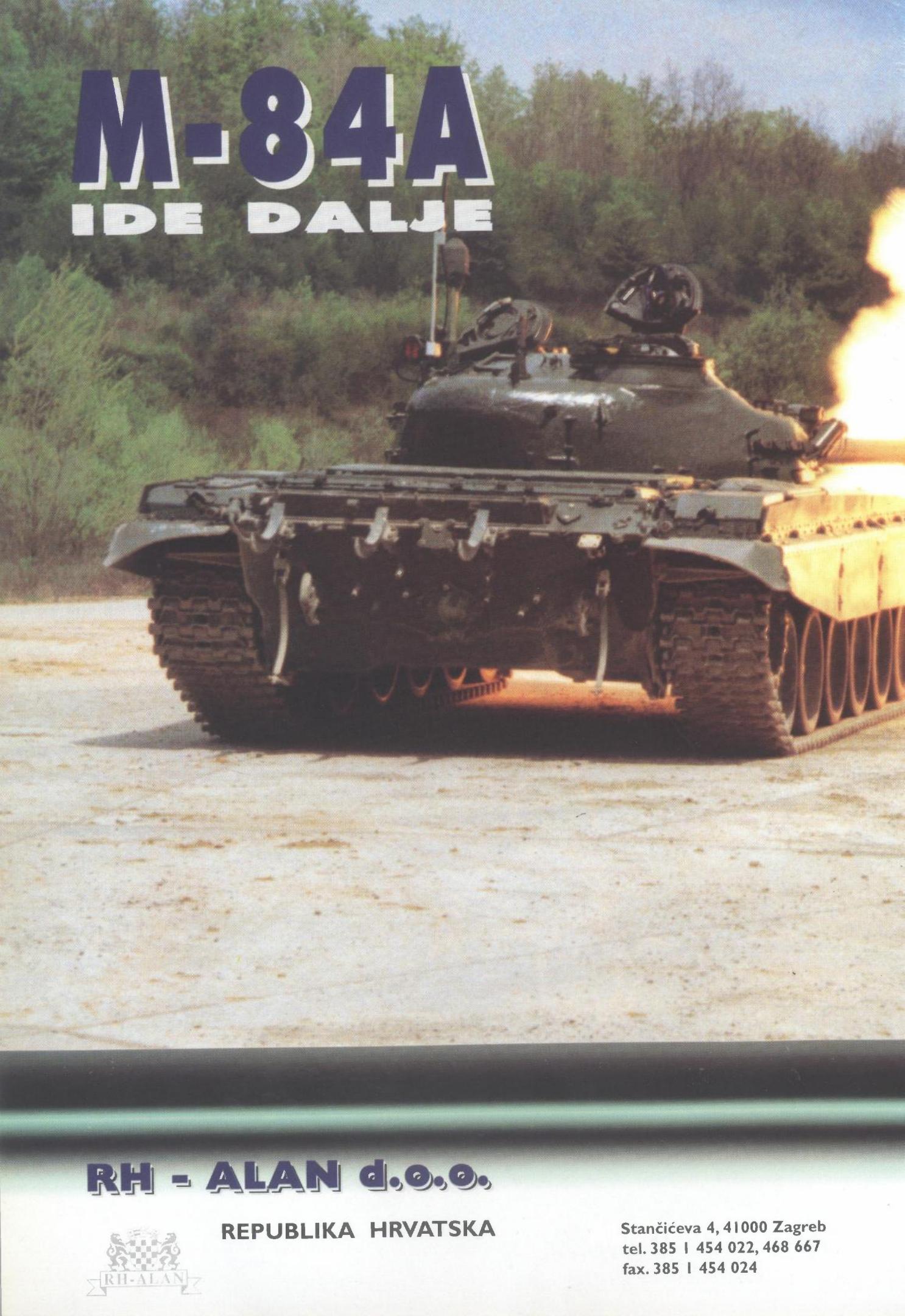
**HRVATSKA
VOJNA INDUSTRIJA**



HRVATSKA VOJNA GLASILA

M-84A

IDE DALJE



RH - ALAN d.o.o.

REPUBLIKA HRVATSKA



Stančićeva 4, 41000 Zagreb
tel. 385 | 454 022, 468 667
fax. 385 | 454 024



**M-84A, GLAVNI BORBENI TANK, UČINKOVIT ODGOVOR NA BUDUĆE
PRIJETNJE, S POSADOM OD TRI ČLANA I SPOSOBNOŠĆU OTVARANJA
PALJBE IZ POKRETA DANU I NOĆU**

PALJBENA MOĆ

TOP KALIBRA 125 mm S GLATKOM CIJEVI

BORBENA SPOSOBNOST

KOMPJUTORIZIRANI SUSTAV NADZORA PALJBE

POKRETLJIVOST

MOTOR SNAGE 1000 KS

SPOSOBNOST PREŽIVLJAVANJA

VISOK STUPANJ BALISTIČKE ZAŠTITE
SUSTAV ZAŠTITE POSADE

FOTO: Tomislav Brondž



8

Hrvatska vojna industrija

Prvi put za ovu prigodu sustavno se iznose golemi napor i naših stručnjaka i svekolikog gospodarskog potencijala koji su ugrađeni kroz minulo razdoblje u izgradnju hrvatske vojne industrije

FOTO: Tomislav Brondž



18

62

Deny Flight

Zbog spriječavanja povreda zračnog prostora iznad BiH, kao i napadaja srpskog zrakoplovstva na civilne ciljeve, Ujedinjeni narodi su u suradnji s NATO-om 1993. godine pokrenuli operaciju Deny Flight



FOTO: John Gilbert

Usprkos tome što je u naoružanje ušao prije dva desetljeća, Mil Mi-24 zahvaljujući brojnim poboljšanjima provedenim tijekom njegove operativne službe, predstavlja i danas helikopter respektabilnih osobina.

Mil Mi-24 Hind



FOTO: Sašo Bošković



113

68

Tank M-84A

Tank M-84 is armour fighting vehicle, weighting 42 tons, with three man crew members (Commander, Gunner and Driver), lenght 9530 mm, (with gun in front), width 3950 mm, height to turret roof 2190 mm, ground clearance 470 mm and nominal ground pressure 0.83 bars

FOTO: RH ALIAN d.o.o.

Nakladnik:

Ministarstvo Obrane Republike Hrvatske

Glavni i odgovorni urednik
brigadir Ivan Tolj

**Zamjenik glavnog i
odgovornog urednika**
pukovnik Miro Kokić

Grafički urednik
natporučnik Svebor Labura

Urednički kolegiji:
Vojna tehnika
poručnik Tihomir Bajtek
Ratno zrakoplovstvo
Robert Barić
Ratna mornarica
natporučnik Dejan Frigelj

Vojni suradnici
brigadir Dr. Marko Parizoski, dipl. ing.
pukovnik Milovan Buchberger, dipl. ing.
pukovnik Dr. Dinko Mikulić, dipl. ing.
pukovnik Mr. Vlado Bogović, dipl. ing.
pukovnik Mr. Branko Žirović, dipl. ing.
pukovnik sci. Milan Prpić, dipl. ing.
pukovnik sci. Vinko Aranđoš, dipl. ing.
pukovnik Vladimir Superina, dipl. ing.
bojnik Mr. Dario Matika, dipl. ing.
bojnik Mr. Mirko Kukolić, dipl. ing.
bojnik sci. Mirko Jukl, dipl. ing.
bojnik Josip Martinčević-Mikić, dipl. ing.
bojnik Damir Galešić, dipl. ing.
satnik Berislav Šipicki, prof.
Dr. Vladimir Pašagić, dipl. ing.
Josip Pajk, dipl. ing.

Grafička redakcija
Hrvoje Sertić
Denis Lešić
Hrvoje Budin
poručnik Davor Kirin
Tomislav Brandt

Marketing
Ivan Babić
Tajnica uredništva
Zorica Gelman

Kompjuterski prijelom i priprema
HRVATSKA VOJNA GLASILA

Lay out
Svebor Labura
Tisk
Hrvatska tiskara d.d., Zagreb

Naslov uredništva
Zvonimirova 12, Zagreb,
Republika Hrvatska

Brzoglas
385 1/46 80 41, 46 88 11, 46 79 93

Dalekomernoživač (fax)
385 1/45 00 75, 45 18 52
Rukopise, fotografije i
ostalo tvarivo ne vraćamo

- | | | |
|-----------|------------------------------|-------------------------|
| 8 | Hrvatska vojna industrija | |
| 18 | Obitelj vozila LOV-1 | <i>Dinko Mikulić</i> |
| 25 | Ručni top RT-20 | <i>Mirko Kukolj</i> |
| 44 | Radarski nadzor bojnog polja | <i>Vili Kezić</i> |
| 58 | POVRS | <i>Berislav Šipicki</i> |

RATNO ZRAKOPLOVSTVO

- | | | |
|-----------|----------------|--------------------------|
| 68 | Mil Mi-24 HIND | <i>Robert Barić</i> |
| 81 | Laki jurišnici | <i>Dario Vuljanić</i> |
| 86 | Stinger | <i>Vladimir Superina</i> |

RATNA MORNARICA

- | | | |
|-----------|-------|-------------------|
| 97 | AEGIS | <i>Vili Kezić</i> |
|-----------|-------|-------------------|

CROATIAN DEFENCE INDUSTRY

- | | | |
|------------|---------------------------|--|
| 103 | Croatian defence industry | |
|------------|---------------------------|--|

- | | | |
|------------|------------------|--|
| 113 | M-84A Goes ahead | |
|------------|------------------|--|



FOTO: Svebor Labura

Na fotografiji je prikazan borbeni helikopter **Mil Mi-24V Hind** Hrvatskog Ratnog Zrakoplovstva tijekom borbenog leta



HRVATSKI VOJNIK- DOKAZ HRVATSKE SNAGE

Osobito mi je zadovoljstvo predstaviti vam hrvatski vojno-stručni časopis, koji nosi časno ime "Hrvatski vojnik". Zadovoljstvo je još veće kada se sjetimo da je još prije pet godina Hrvatska vojska bila tek san, a danas je to suvremena vojna sila koja ima potrebu za publikacijama kakva je i naš novi časopis. Prije pet godina razmišljali smo o učinkovitim puškama i dovoljnoj količini streljiva. Vremena se mijenjaju i javljaju se neki novi zahtjevi, zadovoljan sam što se stvari odvijaju ovim tijekom.

Počeli smo ni iz čega, koliko smo puta to ponovili u ovih pet godina, no jednostavno, to je istina koja ne smije biti zaboravljena. Počeli smo razoružani od jugosoldateske, od svijeta optuženi za rušenje neprirodne tvorevine, prepušteni, bar su moćnici tako htjeli, na milost i nemilost osvajača s Istoka. Bili smo naoružani voljom i hrabrošću, najmanje oružjem. No i tada smo bili jaki, u prkosu, u odlučnosti, u jasnoći zadanog cilja- slobode naše vječne Hrvatske.

Nije bilo nimalo jednostavno stvarati vojsku ni iz čega. Naši hrabri momci otimali su od neprijatelja prve puške, prve topove, zapravo vraćali to oružje onome tko ga je i kupio hrvatskome narodu. Istovremeno, hrvatski čovjek vičan tehničari uključio je svoje znanje i vrijedne ruke u obranu domovine. Tko se još ne sjeća prvih oklopljenih vozila takoreći kućne izrade, prvih strojnica, niza tehničkih pomagala koja su u tim prijelomnim vremenima ulijevala povjerenje jačala svijest da i sami možemo učiniti puno ako na pravi način uključimo hrvatske industrijske potencijale u jačanje naše oružane moći.

Danas je hrvatska vojna industrija, koja je rasla s razvojem Hrvatske vojske, usvajajući iz dana u dan sve suvremenija rješenja, dokazala svojim djelovanjem neutemeljenost optužbi zlonamjernika kako u svezi njezinog razvoja nije napravljeno ništa. A učinjeno je puno, u to će se ubrzo uvjeriti i zadnji kritičar bez pokrića.

Papir trpi sve, a ljudi koji vide samo svoje interese vole davati olake ocjene i neobvezujuće procjene. Na sreću, stvarnost je nešto potpuno različito od njihovih neodmijerenih riječi.

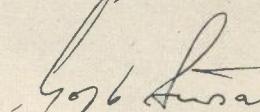
Neka i stranice našega "Hrvatskog vojnika" prikažu gdje je stigao hrvatski čovjek u razvoju suvremenih bojnih sredstava. Nismo sjedili prekriženih ruku, u to ćemo hrvatsku javnost djelima uvjeriti. Proizvodi naših tvornica pokazali su svoju učinkovitost u nedavnoj ograničenoj redarstvenoj akciji u zapadnoj Slavoniji. Spoj hrvatske snage i hrvatske tehnike nitko ne može pobijediti. Toga je danas svjestan svaki hrvatski čovjek.

Hrvatska se vojska spremi za mimohod koji će se upriličiti u čast Dana hrvatske državnosti i Dana Hrvatske vojske. Pokazat ćemo i na tom mjestu da hrvatska država ima organiziranu vojnu silu, ustrojenu po najsuvremenijim svjetskim standardima, odlučnu sprovesti svaku zapovijed Vrhovnika Oružanih snaga Republike Hrvatske dr. Franje Tuđmana.

Od rijetkih pušaka do sofisticiranih bojnih sredstava proteklo je pet godina. Hrvatski je čovjek pokazao da je dostojan zavjeta pradjedova, spreman i sposoban stvoriti, braniti i obraniti jedinu nam domovinu Hrvatsku. Ponosan sam na sinove hrvatskoga naroda u odorama Hrvatske vojske, ali i na stručnjake naših tvornica koji također daju svoj nemjerljiv doprinos hrvatskoj slobodi. Bez i jednih i drugih bilo bi gotovo nemoguće doći do trenutaka u kojima danas živimo, vremena kada se i prijatelj i neprijatelj mogao uvjeriti da smo izvlačeći pouke iz domovinskog rata, postali jaki, ne da bi napadali bilo što tuđe, već da bi branili i obranili hrvatski dom i hrvatsku grudu.

Poželio bih da i naš "Hrvatski vojnik" na svoj način, kao i njegov "mladi brat" tjednik "Velebit" nastavi donositi aktualne i vojno stručne teme koje su bitne za podizanje vojnoslužbene razine naših vojnika. Uvјeren sam da će on tu svoju zadaću ostvariti na najbolji mogući način, opravdavajući tako i ime koje je ponio.

Ministar obrane Republike Hrvatske
Gjoko Šušak



HRVATSKA VOJNA INDUSTRija

(I. dio)

Prvi put za ovu prigodu sustavno se iznose golemi naporci naših stručnjaka i svekolikog gospodarskog potencijala koji su ugrađeni kroz minulo razdoblje u izgradnju hrvatske vojne industrije

**Milovan
BUCHBERGER**
Načelnik Uprave za proizvodnju

**Kratka strojnica kalibra
9 mm "ero" i njezina
inačica "mini ero"**

Krijeni namjenske proizvodnje niču u vrlo ne-povoljnom ozračju dogadanja rane 1991. godine. Ne ulazeći u pozнатi slijed zbivanja tog vremena činjenica je da Hrvatska nije imala zao-kružene proizvodnje ni jednog vojnog sredstva, niti je posjedovala tehnologiju proizvodnje naoružanja, streljiva, minskoeksplozivnih sredstava, a kapaciteti proizvodnje eksploziva i baruta ostaju daleko izvan naših granica.

Navedene tvrdnje lako je

dokazati jer međunarodna komisija za sukcesiju imovine bivše Jugoslavije, bez rezerve, ponajprije prihvata činjenice koje se odnose na izgrađene kapacitete vojne industrije. Naime, tadašnja SR Hrvatska izdvajala je 27 posto za "zajedničku" namjensku industriju. Izgrađeni kapaciteti te "zajedničke..." u Hrvatskoj su iznosili samo 7 posto, a i ovako ništavan postotak bilježimo tek sredinom osamdesetih kad Hrvatska vlastitim sredstvima kreditira namjenske investicije dok druge republike obilato koriste znatno povoljnije uvjete tzv. zajedničke JUBMES banke.

Pritiješnjeni realitetom agresije i rata Hrvatskom se narodu osim srca i odlučnosti za čuvanje opstojnosti na vjekovnim prostorima nametnuo imperativ razvoja i proizvodnje naoružanja. Pod takvim je okolnostima donesena odluka s definiranim prioritetskim zadaćama:

- Izvršiti izbor sredstava čija je proizvodnja moguća u najkraćem roku,
- Izvršiti odabir proizvođača, koji se uz nadzor stručnjaka, u najkraćem vremenu mogu preustrojiti u namjenske proizvođače,
- Organizirati sustavno praćenje kakvoće namjenskih proizvoda.

Polazeći od postavljenih zadaća, u rujnu 1991. godine ustrojena je Uprava za proizvodnju MORH. Učinjenom raščlambom, imajući u vidu masovnost i učinkovitost upotrebe sredstava na bojišnici, primarno

se morala postaviti ratna proizvodnja minobacača, minobacačkih i tromblonskih mina i ručne bombe. Zadaća pokretanja takve proizvodnje s uspjehom je izvršena već u prosincu 1991. godine uspostavljanjem kapaciteta preradbe eksplozivnih tvari i usvajanjem proizvodnje mina i raketa za VBR.

Tekst koji slijedi trezveno inženjerski oslikava događanja trnovitog puta podizanja namjenske proizvodnje.

Pješačko naoružanje i oprema

Oružja koja je iznjedrila ratna nužda rane 1991. godine, bila su kratke strojnica (automati) s najjednostavnijom konstrukcijom. Najveći broj je rađen za streljivo kalibra 9x19 mm, koji predstavlja najrasprostranjeniji standardni metak NATO-a. U toj klasi strojnica najpoznatija su oružja znana dragovoljcima domovinskog rata: "zagi", "pleter" i "šokac".

Prateći svjetski trend, ubrzo se prišlo razvoju i proizvodnji suvremenijih oružja i opreme za pješaštvo. Tako nastaje kratka strojnica "ero" i "mini ero", u kalibru 9x19 mm. To su oružja čije osobine odgovaraju najpoznatijim kratkim strojnicama Zapada. Pomnim proračunavanjem težišta i mase strojnica, osigurana je visoka stabilnost tijekom paljbe, čime je eliminiran odskočni kut. Prilagoditi ciljnik daje mogućnost "upucavan-





Vojni samokres kalibra
9 mm HS

ja" oružja na visoku točnost i preciznost do 200 metara. Sila trzaja svedena je na minimum, što se dodatno povoljno odražava na preciznost oružja. Strojnicom se može rukovati s otvorenim ili sklopljenim kundakom, a ugrađeno je višestruko osiguranje od neželjenih slučajeva.

Prvi hrvatski samokres **PHP MV kal.9x19 mm**, je prošao u kratkom vremenu razvojne muke od tehničko-tehnološke razradbe originalne konstrukcije do usvajanja proizvodnje ravnog svjetskih poznatih tvornica. Razvoj ovakvog oružja u normalnim okolnostima zahtijeva barem četiri godine. Originalnost mu daju konstrukcijska rješenja, koso postavljena povratna opruga u odnosu na cijev koja osigurava minimalni odskočni kut a time i dobru preciznost. Dosadašnje spoznaje uz korištenje najsuvremenije tehnologije dovelo je do novog modela vojnog samokresa **HS-a**, koji posjeduje automatsku kočnicu, okidač dvosstrukog djelovanja i inercionu iglu. Spremnik je izrađen od visoko kvalitetnog pokron-čelika, kapaciteta 15 metaka raspoređenih u dva reda. Jednostavan je za rastavljanja i s ponosom ga svrstavamo u klasu najboljih svjetskih samokresa.

Snajperske puške, prepoznatljivih oznaka **EM-992, EMM-992, EM-994 i SPM 95** su oružja koja imaju zadaću ostvariti pogodak prvim ispaljivanjem na velike daljine pre-

cizno i točno. To omogućava kovana cijev s plinskom kočnicom i optički ciljnik. Prilagodivost ciljnika dopušta brzo zauzimanje duljine do 900 odnosno 1200 metara. Primjenom posebnog streljiva ostvaruju se vrlo učinkoviti rezultati na cilju. Specijalni prilagodavajući okidač omogućuje precizno gađanje, a udarna igla ima kratak hod što rezultira ekstremno malim vremenom opaljenja. Kundak izrađen od višeslojnog lameliranog drveta anatomski je oblikovan i otporan na utjecaje okoline i habanje. Teleskopske nožice daju prilagodljivu uporabu puške u terenskim uvjetima.

Iako u svijetu postoji već duže vrijeme trend postupnog smanjenja kalibra streljačkog oružja, iznimku čine snajperske puške namijenjene specijalnim zadaćama, čiji kalibr se neprekidno povećava. Takvo rješenje je i robusna konstrukcija **snajperske puške kalibra 12,7 mm MACS M2-A**, koja omogućava us pješino gađanje na daljinama do 1500 metara. Suprotstavljeni zahtjevi postavljeni pred konstruktora uspješno su riješeni, od sile trzaja oružja, težine i dužine samog oružja, kao i mogućnosti brzog zahvata cilja pomoću poseb-

nog optičkog ciljnika. Rezultati koji se postižu MACS-om uvrštavaju ovu pušku u sam vrh.

Daljnja nadgradnja oružja specijalne namjene, većeg kalibra, je **ručni top kalibra 20 mm RT-20**, čija konstrukcijska izvedba, jedinstvena u svijetu, omogućuje snajpersko djelovanje na izabrane točkaste ciljeve do 2000 metara. Balističkom končanicom optičkog ciljnika brzo se i precizno "hvataju" ciljevi. Protežnosti ručnog topa RT-20 prilagođene su uporabi jednog strijelca. Odgovor zašto je to oružje nazvano "topom" proistječe iz nazivnog kalibra i učinkovitog djelovanja na cilju, iako po svojoj konstrukciji (mala masa, ugrađeni optički ciljnik i mali trzaj), kao i po taktičkim radnjama (ručno

Snajperska puška kalibra
300 Winchester Mag.
EMM-992



nečujno opaljenje. Brzina ispaljivanja šest granata iz spremnika iznosi samo 30 sekundi.

Temeljnu prepoznatljivost pješaštva čine automatske puške. Slijedeći odrednice NATO-a i koncept uporabe pješačkih postrojbi s nalaženom mobilnošću i povećanom paljbenom moći vojnika, razvijena je **jurišna puška u kalibru 5,56 mm**. Izravnim korištenjem tlaka barutnih plinova, po poznatom načelu "pozajmice", nastalih izgaranjem u čahuri metka, karakterizira rad automatičke jurišne puške **APS 95**. Puška je pouzdane i vitke konstrukcije, lako se rasklapa, a težina joj ne prelazi 3,8 N. Brižljivo odabran odnos mase nosača zatvarača i zatvarača rezultira dobrom pouzdanosću. Mechanizam za okidanje s ugradenim regulatorom s obje strane rukohvata, omogućuje izbor brzometne i pojedinačne paljbe, i ukočeni položaj. Izrađena cijev s korakom uvijanja sedam inča namijenjena za NATO streljivo 5,56x45 mm SS-109, rezultira dobrom preciznošću i pri uporabi streljiva prve verzije 5,56x45 mm M193. Na zahtjev taktičara, jurišna puška je opremljena i jednocijevnim lanserom granata 40 mm.

Za izvršavanje specijalnih taktičkih zahtjeva razvijen je **ručni bacač granata 40 mm**, kao moderno borbeno sredstvo za anti-terorističko djelovanje u naseljenim mjestima. Razvoj bacača **RGB-6** je usporedo pratio i razvoj **metka kalibra 40x46 mm u inaćici rasprskavajuće, kumulative i zapaljive granate**. Učinkovito djelovanje moguće je ostvariti na daljinama 50 do 375 metara, jednostavnim i preciznim ciljanjem "crvenom točkom" gledajući s oba oka. Posebna konstrukcija metka s visokotlačnom i niskotlačnom komorom, omogućila je ispalj-

prenošenje i izravno gađanje) može se svrstati u snajperske puške.

Zaštitnoj vojničkoj opremi pješaštva pridaje se pozornost u svim vojskama. U dosadašnjim ratnim sukobima čak 75-80 posto smrtnih slučajeva uzrokovan je krhotinama granata i topničkim projekttilima. Zbog toga je u Hrvatskoj započeta proizvodnja **zaštitnih prsluka** čije balističke značajke zadovoljavaju standarde NATO-a. Usvojeni su i prsluci protiv zrna, čiji način kopčanja dopušta prilagođavanje različitim tjelesnim veličinama. Umetanjem keramičkih pločica moguće je dodatno povećati balističku zaštitu, čime se postiže zaštita od svih tipova streljačkih projektילה.

Sustav balističke zaštite vojnika upotpunjeno je novom **borbenom kacigom** čije su zaštitne mogućnosti, težina 1300 do 1500 grama i udobnost nošenja na razini najboljih rješenja. Kaciga tako predstavlja optimalno rješenje teško pomirljivih di-

metara kacige je balistička granična vrijednost V50 (iznad 620 m/s), koji stručnjacima govori o visokoj razini zaštite. Dobiveni certifikat kakvoće zadovoljava NATO standard, a to znači da kaciga štiti glavu od proboga krhotine i projektila energije 220 J, dinamičko ulegnuće na čelu do 20 mm, a ispaljeni naboj 9x19 mm s pet metara u tjeme je ne probija.

Za izvršavanje specijalnih taktičkih zahtjeva razvijen je **ručni bacač granata 40 mm**, kao moderno borbeno sredstvo za anti-terorističko djelovanje u naseljenim mjestima. Razvoj bacača **RGB-6** je usporedo pratio i razvoj **metka kalibra 40x46 mm u inaćici rasprskavajuće, kumulative i zapaljive granate**. Učinkovito djelovanje moguće je ostvariti na daljinama 50 do 375 metara, jednostavnim i preciznim ciljanjem "crvenom točkom" gledajući s oba oka. Posebna konstrukcija metka s visokotlačnom i niskotlačnom komorom, omogućila je ispalj-

Topništvo

Prvi ručni bacač **M57** namijenjen za korištenje protiv tankova i oklopljenih vozila, proizведен je od petka do ponедeljka korištenjem uzorka i neprilagođenog strojnog parka, koji je do tog trenutka proizvodio dijelove hidrauličnih sustava. Takav je ručni bacač danas pred modernim protuoklopnim sustavima neperspektivno oružje, ali svojim primjerom svjedoči o načinu na koji se hrvatski narod morao naoružavati.

vergentnih zahtjeva. Napravljena od kompozitnih tvoriva daleko premašuje dosadašnje čelične kacige. Jedan od najvažnijih ostvarenih para-

vanje granate iz ručnog bacača podzvučnim brzinama i malim silama trzanja. Takvo rješenje daje povoljan "subjektivni" osjećaj strijelcu,

Zaštitna oprema od krhotina: borbena kaciga s ispitnim uzorkom i zaštitni prsluk



snimio: T. Brandt





*Rucni bacac granata i
streljivo kalibra
40x46 mm*

Uz velike napore stručnjaka u nedostatku kapaciteta za proizvodnju streljiva i naoružanja, prilagođeni su odgovarajući kapaciteti kako naših željezara tako i modernog strojnog parka (CNC strojevi) za proizvodnju topničkog streljiva. Danas hrvatska industrija serijski proizvodi topničko streljivo svih kalibara čije performanse ne zaostaju za svjetskim proizvođačima. Streljivo kalibra 122 mm se proizvodi u dvije izvedenice i to za standardne domete 15 kilometara, kao i za domete veće od 17 km. Istaknimo još i streljivo kalibra 152 mm za korištenje topa-haubice 152 mm **M84** koje je u potpunosti usvojeno u Republici Hrvatskoj. Osim klasičnog topničkog streljiva uspešno je ispitano streljivo povećanog dometa uz korištenje generatora plina. Riječ je o uređaju koji se ugrađuje u zadnji dio projektila, a služi za smanjenje otpora što djeluju na projektil u letu. Korištenjem takvog uređaja projektilu 130 mm povećava se domet sa standardnih 27 na 32 km.

Nužno je također istaći da je Hrvatska usvojila proizvodnju topničkih i monobacačkih upaljača, bilo da je riječ o istočnim ili zapadnim inačicama. Današnji kapaciteti omogućuju proizvodnju velikih serija upaljača M557 koji je poznat kao temeljni topnički upaljač NATO zemalja, a koristi se za trenutačno i usporeno djelovanje kao i upaljača **UTIU M72 B1** kojim se upotpunjaju

istočni projektili. Također je usvojena proizvodnja piezoelektričnih kontaktnih upaljača, dok je razvoj blizinskog upaljača u završnim fazama ispitivanja.

Domaća proizvodnja izruba prve topove još 1991. godine kad su napravljeni netrzajni topovi s odgovarajućim streljivom koji se i danas uporabljaju u HV.

Napori koji su uloženi u skraćivanje ciklusa usvajanja proizvodnje i prilagodljivost strojnog parka tako zahtjevnoj proizvodnji, urodili su plodom pa Hrvatska vojska danas ima na uporabi haubice 122 mm **D30** domaće proizvodnje.

Zametak proizvodnje pojedinih topničkih sklopova datira od početka domovinskog rata kada je velik broj osvojenog oružja zatečen bez protutrzajućih hidropneumatskih sustava. Karakterističan primjer su topovi 130 mm kod kojih se bez potrebnog konstruktorskog i proizvodnog iskustva pristupilo proizvodnji zahtjevnih sustava proizvedenih na temelju uzorka uz neznatnu tehničku dokumentaciju. Na taj su način brzo kompletirana sva oružja.

Hrvatska vojna proizvodnja je u potpunosti osposobljena za proizvodnju svih vrsta minobacača. U početku su to bile priručne naprave

Jurišna puška





Netrjavni topovi 82 mm s odgovarajućim streljivom proizvodili su se 1991. godine



koje su podrazumijevale korištenje cijevi na minobacačkom načelu, dok današnji proizvodi mogu stati uz bok poznatim francuskim minobacačima "Hotshkiss-Brandt".

Hrvatskoj su vojsci osim klasičnih minobacača dane dvije nove generacije: 60 mm **Commando** i minobacači duge cijevi za povećani

domet streljiva.

Od širokog spektra minobacača unificirani su modeli u pogledu kompatibilnosti i zamjenjivosti dijelova i sklopova, posebno minobacači 60 i 82 mm. Danas se uspješno serijski proizvode minobacači 60 mm **Commando**, 60 mm **M84**, 82 mm **M93** i 120 mm **M75**.

Minobacač Commando zbog svoje je jednostavnosti i male mase (7.8 kg) namijenjen za izvođenje brzih akcija. Koristi se iz ruke i ostvaraće domete do 1500 metara. Minobacač 60 mm M84 odlikuje se lakom konstrukcijom. Razvijeni su i minobacači 120 mm NATO, koji korištenjem nove generacije streljiva postižu domete do 10 km.

Da bi oružja mogla poslužiti svrsi trebalo ih je opremiti odgovarajućim ciljničkim napravama. Zahrobljena vojna tehnika u većini je slučajeva zatečena bez ciljničkih naprava, pa je to bio razlog više za proizvodnju. Hrvatska je ovdje morala čvrsto napregnuti znanstveno istraživačke potencijale što je imalo za posljedicu da se već 1991. godine proizvodoilo ciljničke naprave **UN-1** i **UN-2** za minobacače i lansere raketa, kao i **UN-3** za netrjavne topove. One su danas zamijenjene modernim napravama **CN-4** i **CN-5**. Naprave **CN-4** i **CN-5** nove su konstrukcije i maksimalno unificirane, uz uvažavanje specifičnosti svakog konkretnog sredstva za koje su namijenjene. Mogućnost korištenja u noćnim uvjetima dobivena je tricikliskim izvorima svjetla.

Sveobuhvatnom raščlambom postojećeg stanja definirani su taktičko tehnički zahtjevi esencijalne optičke skupine za topništvo čiji se prototip nalazi na ispitivanjima. Riječ je o univerzalnoj skupini ciljničkih naprava (panoramski cilnik, kolimator, direktni cilnik i topnički kompas) proizvedenih po uzoru na moderne ciljničke naprave sa bitnom zna-

čajkom da omoguće jedinstveno korištenje topništva prema NATO tablicama gađanja.

Činjenica da je danas veliki broj protuoklopnih "snajper topova" 100 mm **T-12** opskrbljen i kompletiran laserskim daljinomjerom i noćnim kanalom za pouzdan rad u svim vremenskim uvjetima. Naime, za uspješno uništenje cilja prvim projektilom, moderne vojske koriste sustave za upravljanje paljbom, pa je to bila nužnost i u Hrvatskoj vojsci. Razvijen je model koji za određivanje stojne točke koristi podatke globalne postaje za određivanje pozicije (GPS), a podatke o cilju i balističke parametre streljiva pohranjuje u memoriju balističkog računala. U svakom trenutku preko taktičkih terminala podatci se prenose konkretnom oružju na paljbeni položaj. Zadaća ovakvih sustava je brzo uništenje cilja s minimumom utroška streljiva.

Daljnje aktivnosti na sustavu za upravljanje paljbom odvijaju se kroz poboljšanje mogućnosti praćenja putanje projektila balističkim radarom i drugim senzorima. Time domaći sustav za upravljanje paljbom postaje suvremeno rješenje koje primjenjuju mnoge vojske Zapada.

Minskoeksplozivna sredstva



Hrvatska industrija je ovladala proizvodnjom modernih topničkih sustava kao što je haubica 122 mm D-30

je započela na više lokacija u Republici Hrvatskoj, do danas je proizvela milijun mina. Bitno je napomenuti da prigodom proizvodnje ovih sredstava, koja se odvijala u iznimno teškim uvjetima, djelomice i u zonama neprijateljskog djelovanja nije bilo značajnih incidentnih situacija u smislu sigurnosti postavljene proizvodnje. Slijedi kratki opis usvojenih proizvoda:

Mina 120 mm (laka) predstavlja izvornu kopiju minobacačke mine **M62P3** te uz minu 120 mm (tešku) čini ubojno streljivo za borbu protiv žive sile i luke tehnike neprijatelja. Također se koristi za neutralizaciju utvrđenih položaja, otvaranje minskih polja i čišćenje terena. Tijelo mine izrađuje se u lijevanoj (nodularni ili temper lijev) i kovanoj verziji.



Detalj iz proizvodnje topničkog streljiva velikog kalibra

Mina se može koristiti za gađanje ciljeva udaljenih 500 do 6400 m.

Mina 82 mm uporabljava se u pješačkim postrojbama za uništavanje žive sile i luke tehnike neprijatelja na domaćnjima 250 do 4250 m, dok je **mina 60 mm** slične namjene, a radi male mase bacača iz kojeg se ispaljuje koristi se pri pješačkim bojnim djelovanjima na svim terenima s domaćnjem 250 do 2550 m.

Nakon organiziranja serijske proizvodnje klasičnih minobacačkih mina pristupilo se razvoju minobacačkih mina znakovito boljih taktičko-tehničkih osobina u pogledu učinkovitosti na cilju i povećanja dometa uz mogućnost korištenja postojećih minobacača. Tijekom 1993. godine razvijene su kasetna i aktivnoreaktivna mina, a u visokom

stupnju usvajanja nalaze se i minobacačke mine 120, 82, i 60 mm povećanog domaćaja.

Kasetna minobacačka mina

120 mm u potpunosti je idejno osmišljena i izrađena vlastitim snagama. Opremljena je elektronskim tempiрirnim upaljačem kojem se vrijeme aktiviranja prilagođava pomoću elektronskog satnog mehanizma neposredno prije ispaljivanja.

Na postavljeno vrijeme potisno punjenje izbacuje 23 ubojne kasetne bombe na visini od 300 m, koje prekrivaju površinu 4000-8000 m². Uz trenutačno rasprskavajuće djelovanje, bombe padom iz zraka probijaju pancirni oklop debljine 80 mm. Maksimalni domaćaj mine iznosi 5400 m.

Aktivno reaktivna mina 120



Streljivo kalibra 152 mm za uporabu iz topa-haubice M84

punjene rasprskava specijalno lijevanu košljicu mine 120 mm na petnaest tisuća dijelova koji uslijed velike brzine prigodom ranjanja izazivaju hidrodinamički šok.

Domaća namjenska proizvodnja također proizvodi veće količine tromblonskih mina, ručnih bombi, protupješačkih, protutankovskih mina i upaljača sljedećih osobina:

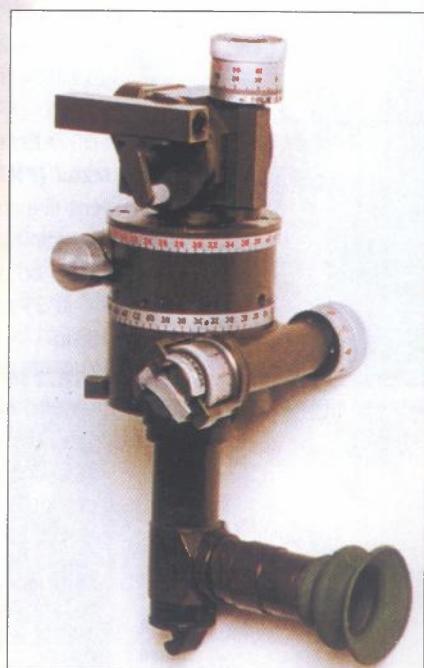
- **Tromblonska trenutačna mina** namijenjena za borbu protiv žive sile maksimalnog domaćaja 400 m. Djele je rasprskavanjem košljice koja sadrži 100 g brzintnog eksploziva.

- **Tromblonska kumulativna mina** namijenjena je uništavanju oklopnih ciljeva i bliskih utvrđenih bunkera. Maksimalni domaćaj mine je 330 m a u protuoklopnjoj borbi učinkovita je do 150 m.

- **Ručna bomba** po izbacivanju, rasprskavanjem košljice ubrzava 800 celičnih kuglica.

- **Protupješačka mina usmjerenog djelovanja (MRUD)** učinkovito je sredstvo bliske protupješačke borbe. Djele je kinetičkom energijom celičnih kuglica koje izbacuju visokobrzantno eksplozivno punjenje težine jednog kilograma. Mina se aktivira

Primjerak modernog panoramskog ciljnika PC-1 za izvođenje posrednog ciljanja ciljeva topničkim i topničko-raketnim sustavima





Klasične minobacačke mine 60, 82, i 120 mm

ra mehaničkim ili elektronskim induktorm.

• **Protupješačka mina nagazna (PMA-3)** ne sadrži metalne dijelove, a aktivira se pirotehničkim upaljačem nagaznom silom većom od 80 N.

• **Protupješačka mina potezna (PMR-2A)** se postavlja na drvene ili metalne kolčiće, a aktivira se potezom žice dužine do 20 m, silom većom od 30 N. Mina je ubitacna u krugu 25 m, a ranjavajuća u krugu 100 m.

• **Protutankovska mina (TMRP-6)** aktivira se na nagaz i potez pomoću poluge ili antene. Opremljena je sigurnim upaljačem koji sadrži pirotehnički usporivač što omogućuje aktiviranje mine po sredi-

Mine nove generacije 120 mm; kasetna mina; aktivnoreaktivna mina i mina povećanog dometa

ni vozila. Mina sadrži 5,2 kg lijevanog TNT, djeluje destruktivnom snagom uz probijanje dna tanka debljine 40 mm. Sila aktiviranja mine na nagaz iznosi 1500-3000 N.

Usporedo usvajaju različitih vrsta minobacačkih i drugog streljiva



pristupilo se razvoju odgovarajućih upaljača. Ostvarena je serijska proizvodnja više vrsta upaljača potrebitih za naoružanje, trenutačnih i trenutačno fugasnih lakih i teških minobacačkih mina, topničkog streljiva 76 do 203 mm te različitih mehaničkih i pirotehničkih upaljača za protupješačke i protutankovske mine. Također je usvojena proizvodnja supertrenutačnih-piezoelektričnih upaljača za potrebe kumulativnih raketnih i topničkih projektila.

Razina kakvoće proizvoda namjenske industrije danas približno zadovljava 85 posto standardne mirnodopske kakvoće, a naglasak se postavlja na sigurnost uporabe sredstava. Ostvarenim rezultatima možemo biti zadovoljni jer je registriran zanesljivo mali broj incidentnih situacija.

Proizvodnja streljiva i MES-a esencijalno je ovisna o vlastitoj proizvodnji strateških sirovina **EKS-PLOZIVA i BARUTA**. Uz entuzijazam i iznimno zalaganje, prva je proizvodnja eksploziva započela u prosincu



Tromblonska trenutačna mina, tromblonska kumulativna mina, protupješačka-MRUD - PMR-2A, -PAM3, protuoklopna mina TMRP-6 i ručne bombe

1991. godine. Do danas su provjereni postupci dobivanja brizantnih eksploziva **oktoga**, **heksoga** i **pentrita** te pokrenuta poluindustrijska proizvodnja **trotila**. Ponajprije se započelo sintetizom oktoga, najbrizantnijeg eksploziva, brzine detonacije 9000 m/s. Malim dodatkom flegmatizatora (voska) vrlo je kompresibilan i pogodan za prešanje

detonatora i detonatorskih pojačala (mase do 50 g), te za izradbu kumulativnih punjenja protuzrakoplovnih i protuoklopnih raketnih projektila.

Trotil (TNT) koji je također proizведен u najkraćem roku, ima brzinu detonacije 7000 m/s, a manje je osjetljiv na trenje i udar. Široko se primjenjuje za topničko streljivo (punjenja do 40 kg), minsko eksplozivna sredstva (punjenja do 10 kg), zrakoplovne bombe (punjenja do 500 kg), morske mine (punjenja do 1000 kg), rakete (punjenja 0,5 do 1000 kg) i sl. Preša se i uporabljava u smjesi heksotola (trotil + heksogen) i heksala (trotil + heksogen + aluminij).

Raketni sustavi

Nevodenii raketni sustavi

zemlja-zemlja. U početku skupina raketnih modelara i ljudi koji su poznavali raketnu tehniku pristupa modifikaciji raket za obranu od tuče **TG-9** i **PP-6** (kalibra 70 mm) i **SAKO-6** (kalibra 80 mm) s ciljem prenamjene u bojne rakete. Tako su nastale bojne raketu pod nazivom **RB I, Tomislav, Grom** koje su se bojno uporabile već u kolovozu 1991. godine. Modifikacija je bila relativno jednostavna, odvaja se kontejner s reagensom od raketnog motora, stavlja se nova pripala, a na raketni motor spaja se bojna glava. Upaljač koji je imao samo mehanički osigurač za transport i žicu koja se prekidala pri udaru bojne glave u prepreku, postavlja se na bojnu glavu prije uporabe. Raka se lansirala s višestaznih lansera različitih tipova kao što su: 12 - stazni prenosivi s paljbenim uredajem od lansera za obranu od tuče, 12 - stazni "L-12CII" i 24-stazni "GROM" na prikolici s tri stabilizatora i novim paljbenim uredajem. Preciznost ovih raket bila je mala, jer je u bakelitnoj mlaznici uslijed rada motora dolazilo do erozije i nepredviđenih skretanja raketne, ponekad i do progorijevanja komore motora izrađenog iz stakloplastike. Zbog navedenih nedostataka raketu su bile uporabljive samo za direktna gadaњa kako ne bi dolazilo do ugroze vlastitih snaga. Iza raket RB I razvijena je raka **RB II** s metalnom komorom, krilima i mlaznicom, koja



se lansirala s istih lansera. Preciznost raketne znatno se povećala, zbog prisilnog davanja rotacije za vrijeme rada raketnog motora i smanjene erozije mlaznice. Upaljač je bio profesionalne izvedbe i unificiran s raketom 128 mm. Uporabljeno raketno gorivo od raketne za obranu od tuče, nakon rada motora zbog lošije kakvoće i gorenja inhibitora, ostavljalo je dosta jaki dimni trag koji je mogao otkriti vlastiti položaj. Novi razvoj raket 70 mm rezultirao je poboljšanjem konstrukcijske izvedbe, dobrom izborom vrste i oblike goriva, povećanjem preciznosti i učinkovitosti bojne glave, serijskom proizvodnjom raket 70 mm sa sklopivim krilcima te lakog **četrdeset-cijevnog lansera**. U razvoju je raka većeg dometa s više vrsta bojnih glave. Taktičko-tehničke značajke ovih raket i lansera su slične sustavima koji su u naoružanju **NATO**.

Usporedno s modifikacijom, razvojem i proizvodnjom sustava 70 mm razvijao se raketni sustav 128 mm. Nakon osvajanja skladišta zaplijenila se veća količina raket, ali uz tek nekoliko višecijevnih lansera. Razvoj lansera počeo je razvojem cijevi, bez dokumentacije, poznavanja tvoriva, tehnologije izrade i potrebitih tolerancija kalibra cijevi. Tako je u

početku listopada 1991. godine napravljen prvi četverocijevni lanser. Do kraja listopada na jednoosovinskoj prikolici sa četiri stabilizatora razvijen je 12 cijevni **prototip lansera "RAK-12"**. Prva bojna ispitivanja odmah su provedena na bojišnici Kupe. Vodeće staze u lansirnim cijevi

Upaljači za topničko, raketno i minobacačko streljivo



Pilot proizvodnja oktoga

ma se izvode specijalnim postupkom navarivanja i unutarnjom strojnom obradom uz zadržavanje neznatno modificiranog donjeg postolja. Verifikacijska ispitivanja provedena su u prosincu 1991. godine, nakon čega proizvedeni lanseri odlaze u postrojbe. Pokreće se serijska proizvodnja s novim poboljšanjima, umjesto donjeg postolja tipa prikolice razvija se lafetna konstrukcija koja daje pravi izgled i stabilnost lanseru. Svaka nova serija nosi poboljšanja. Najnoviji model **VLR 128** osim raket 128 mm



Postrojenje za proizvodnju trolila



**VLR "RAK -12" s modulom
60 mm**

može biti opremljen s modulom "OBAD-24" za lansiranje rakete 60 mm. Pored **VLR "RAK-12"** koji se serijski proizvodi, razvijena je i proizvodi se samovozna inačica s **24 cijevi** i sustavom za automatsku niveličaju i zauzimanje elemenata ciljanja s mogućnošću uključivanja u razvijeni sustav centraliziranog upravljanja paljborom topništva. Nakon usvajanja **cijevi kalibra 122 mm** s vodilicom brzo se razvijaju i proizvode **samovozni VLR 122 mm VULKAN** i **TAJFUNK** boljih

značajki od lansera **OGANJ**. Proizvedene su i ograničene količine različitih inačica lansera 128, kao što su četverocijevni lanser na vozilu, s mogućnošću istodobnog gađanja do 4 cilja u području $\pm 30^\circ$, te modularni prenosivi **lanser sa 2, 4 ili 6 cijevi** i dvocijevni lanser za korištenje modificirane rakete tipa **SVITAC**.

Laki višecijevni lanser raketa 70 mm i raketa tijekom lansiranja



Za potrebe domobranskih postrojb razvijen je od kompozitnog tvoriva **laki jednocijevni lanser 128 mm** s mogućnošću daljinskog lansiranja rakete šifriranom radiovezom. Za potrebe pješaštva specijalno je razvijen **četverocijevni prenosivi lanser 60mm**. Razvijeni lanseri uporabljaju **dva domaća modela rakete 60 mm** dometa 4500 m i 7500 m s lakom ili teškom bojnom glavom koja sadrži 2300-4050 fragmenata promjera 5 mm. Po potrebi oni se lako prenose po teškim terenima.

Razvoj **rakete 128 mm** započinje većim dijelom od poznate originalne dokumentacije koja se zatekla u RH. Bilo je puno nepoznatice u izboru tvoriva komore raketnog motora, mlaznice i košuljice bojne glave kao i uporabe nepoznatih tehnologija, osobito pripale, nalijevanja TNT te izradbe pravog profesionalnog raketnog upaljača. Statička ispitivanja parametara raketnih motora provode se u **listopadu 1991.** godine na za tu prigodu razvijenom ispitnom stolu. Zahvaljujući struč-

polibutadien), sa specifičnim impulsom 2400 Ns/kg. Timovi stručnjaka različitih specijalnosti uz vrhunsku ispitno-mjernu opremu i nadalje uskladjuju vrlo složene tehnološke parametre ove proizvodnje. Na temelju tih dostignuća s optimizmom očekujemo brzu realizaciju domaće inteligentne rakete većeg dometa.

Raketni sustavi PZO. Nakon zauzimanja skladišta bivše JA dolazi se do PZO raketa tipa **Strijela 2M**, slabo se poznaje uporaba sustava, a nema se ni na čemu naučiti. Uzima se bojna raka, vadi se raketni motor i bojna glava, čime nastaje prva **ispitno-školska funkcionalna raka** za osposobljavanje operatora. To nije bilo dovoljno jer originalna raka koristi termičku bateriju koja se aktivira iznimno prije dolaska zrakoplova i traje samo pedesetak sekundi nakon čega se odbacuje. Ovakav način osposobljavanja operatora bio je neprihvatljiv, pa se izrađuje specijalni izvor s baterijama za višekratnu uporabu. Primjenjivost izvora odmah se proširuje na bojne komplete čime se



**Višecijevni
lanseri 128 mm
a) Funkcionalni
prototip SVLR
"MRAV"
b) SVLR "TAJFUNK**

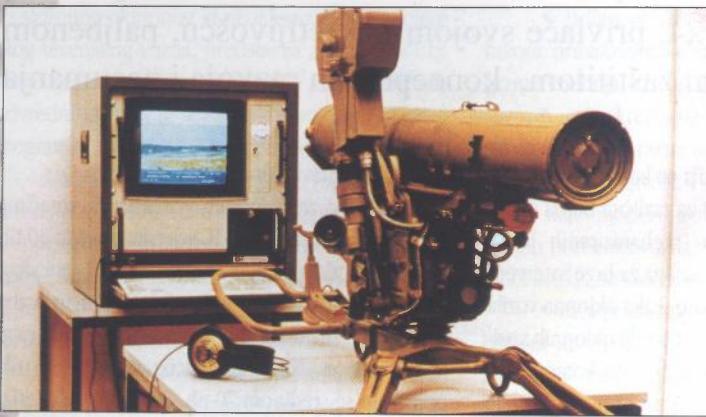




VLR "RAK - 12" u proizvodnji

ostvaruje mogućnost brže priprave za djelovanje i provedba do 200 lansiranja bez punjenja baterije. U reko-

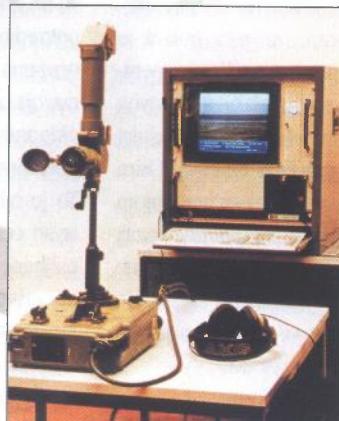
noći rad. Samovozni sustav **PZO Strijela-10CRO** je centralizirani sustav upravljanja od najviše razine do



Trenažeri za protuoklopne raketne sustave **Maljutka** i **Fagot (Metis)**

rdnom vremenu, primjenom novih rješenja uz dostizanje bolje kakvoće i pouzdanosti, razvijen je i lansirni mehanizam **Strijela-2M**.

U početku rata u RH su se nalazila tri nekompletne prototipne samovozne lansere **Strijela-10** na vozilu s gusjenicama proizvedena po originalnoj ruskoj licenci. Sredstva su u rekordnom roku kompletirana i ispitana, te uz izobrazbu poslužitelja dana na uporabu. Nabavljene su rakete najnovije generacije koje učinkovito djeluju u uvjetima ometanja IC mamaca. Ubrzano se nastavlja program modernizacije sustava uz supstituciju najvećeg dijela licencnih sklopova novorazvijenim softificiranim sklopovima (računala, laserski daljinomjer, TV i termovizijski podsustav). Razvijeno je novo oklopno vozilo na kotačima, provedena je integracija novih optoelektroničkih podsustava koji omogućuju dnevni i



noći rad. Samovozni sustav **PZO Strijela-10CRO** je centralizirani sustav upravljanja od najviše razine do

Protuoklopni raketni sustavi.

Danas se serijski proizvodi protuoklopna raketa 90 mm tipa "Osa" i lanser. U tijeku je razvoj nove kumulativne bojne glave s većom učinkovitostu.

Glede logističke potpore protuoklopnih vodenih raketnih sustava razvijaju se i proizvode dijelovi sistema koji se nisu mogli nabaviti, trening i mjerno dijagnostička oprema. Tako su razvijeni suvremeni treneri za **Maljutku**, **Fagot** i **Metis**, koji omogućuju jednostavno i brzo osposobljavanje operatora u realnim uvjetima vođenja protuoklopne borbe, uz stalni nadzor sposobnosti operatora. Mjerno-dijagnostička oprema nužna je pri tehničkom održavanju i automatskoj dijagnostici parametara sustava **Fagot** i **Metis**. Razvoj ide dalje, zahvaljujući već sada razvijenom i ispitanim samovoznom funkcionalnom prototipu poluautomatskog sustava vođenja, stvoreni su preduvjeti razvoja prijenosnog i samovoznog protuoklopog vođenog sustava.

(nastaviti će se)

Samovozni raketni sustav
PZO "Strijela - 10 CRO"



LAKA OKLOPNA VOZILA OBITELJI LOV "TORPEDO" 4x4

Hrvatska laka oklopna vozila na kotačima obitelji LOV "TORPEDO" 4x4, privlače svojom pokretljivošću, paljbenom moći i oklopnom zaštitom, konцепцијом razvoja i nastupanja

Dinko Mikulić

Lako oklopno vozilo LOV IZV 4x4

Laka oklopna vozila na kotačima su namijenjena bojišnici za različita bojna djelovanja u sastavu mehaniziranih izvidničkih postrojbi, snaga za brze intervencije i opće potpore. Laka oklopna vozila na kotačima, izraduju se kao obitelji oklopnih vozila, na više podvozja formule pogona kotača 4x4, 6x6, i 8x8, ukupne mase od 5 do 20 tona. Zoran je ubrzani razvoj i posebna primjena u "Peacekeeping" operacijama. Njihova sve veća pojавa je rezultat novih zahtjeva uporabe na širem operativnom prostoru, prijevozu strijelaca i njihovog naoružanja što bliže mjestu uporabe na bojišnici (transporteri) a rijede za praćenje tankova. Osim zahtjeva izvidanja u nekim zemljama su ugradnjom protuoklopnih i drugih sustava na oklopna vozila visoke pokretljivosti, stvorene borbene cjeline koje se u potpunosti integriraju u sve bojne postrojbe, kao lovci tankova, višecijevni bacači ra-

keta, PZO sustavi, i drugo.

Zahtjevi za oklopnim vozilima na kotačima postavljeni su između I. i II. svjetskog rata, a 30-tih godina je počela serijska proizvodnja u Njemačkoj za potrebe izvidničkih postrojbi. Široka uporaba oklopnih vozila dolazi tek poslije II. svjetskog rata, 50-tih godina. Nove generacije oklopnih vozila pojavljuju se sredinom 70-tih, 80-tih, te u početku 90-tih godina, prema vojnim zahtjevima za većom pokretljivošću izvan cesta, paljbenom moći naoružanja i oklopnom zaštitom. Očito je kašnjenje razvoja oklopnih vozila na kotačima prema razvoju oklopnih vozila na gusjenicama (oklopnim transporterima, tankovima i drugim bojnim vozilima). To je bila posljedica njihove slabije prohodnosti izvan cesta - po ispresjecanom zemljištu, slabije paljbine i razorne moći naoružanja, slabije oklopne zaštite (zbog ograničene nosivosti vozila) i ranjivosti pneumatika od streljačkog oružja i eksplozivnih krhotina. Današnji pogled u svijetu, na ulogu oklopnih vozila na kotačima, u obrani i u napadaju, znatno se izmjenio, u njihovu korist. Posebice kao rezultat zapadne doktrine, zračno-kopnene bitke, velike mobilnosti bojnih snaga, kao odgovora masovnosti oklopa bivših istočnih snaga.

Pozornost uporabe i razvoja LOV u svijetu

Razvoj oklopnih vozila na kotačima, koji se zasniva najprije na automobilskoj industriji - komercijalnom programu vozila, postupno se napušta, a koji je ekonomski bio vrlo racionalan. Zbog sve strožijih vojnih zahtjeva, ovaj koncept se teško može održati. Razvijena oklopna vozila novije generacije, po svojim tehničkim značajkama ključnih cjelina (motor, transmisija, ovjes, kotači, i



FOTO: D. Kirin

drugo) uvelike nadilaze svoje komercijalne cje-line prethodnika. Danas se gospodarska vozila više izvode i vežu s vojnim programima, terenskih i oklopnih automobila, što onda povećava njihove tehničke značajke i umanjuje troškove razvoja vojnih i gospodarskih vozila. Ovako postavljen koncept, pr

vo složenog oklopног ili neoklopног višenamjen-skog terenskog vozila, predstavlja zatim bazu i za serije jednostavnijih ali jačih i perspektivnijih privrednih vozila, te usklađenost vojnog i civilnog programa, unifikacije i standardizacije.

Na razvoju i modernizaciji vojne tehnike, razvijene zemlje NATO-a rade u kooperaciji, prema preporkama, zahtjevima i standardizaciji na razini pakta. Međutim, na području lakiх oklopnih vozila, unifikacija i standardizacija nije provedena, jer svaka zemlja članica ima drukčija vozila. Zbog zahtjeva da NATO postrojbe, budu razvrstane u multinacionalne formacije, to onda samo po sebi ubrzava razvoj mobilnosti naoružanja i vojne opreme. Predviđa se razvoj i izradba baznih lakiх oklopnih vozila na kotačima i gusjenicama, te njihove višenamjenske uporabe, na razini pakta. Vozila trebaju biti taktička oklopna vozila, i jeftinija, koja će zamijeniti postojeća laka gusjenična i kotačna vozila iz 2000 - te godine.

Kod većeg broja zapadnih zemalja, razvoj višenamjenskih oklopnih vozila podrazumijeva razvoj kompletnih inačica na unificiranim podvozjima, velikog broja inačica. Sukladno temeljnoj namjeni i taktici uporabe, definirani su taktički, tehnički i logistički zahtjevi svake inačice. Zahtjevima se određuju i prioritetne inačice lakiх oklopnih vozila na kotačima. Strožiji zahtjevi odnose se na specifičnosti taktičke uporabe, amfibije, prijenosa ili spuštanja padobranom iz zrakoplova.

Opće zastupljene inačice lakiх oklopnih vozila na kotačima, za izviđanje, borbu i ostalu potporu, su: LOV za izviđanje, LOV za zapovijedanje, LOV za transport, LOV za protuzrakoplovnu obranu, LOV za topničku potporu, LOV nositelj raketnog sustava, LOV za opkoparsko osiguranje, LOV za elektronsko djelovanje, LOV za NKB detekciju i zaštitu, LOV za sanitetsko osiguranje, LOV za održavanje, i drugo.

U odnosaу prema lakiм oklopnim vozilima gusjeničarima, slične ili iste namjene, laka oklopna vozila na kotačima imaju sljedeće prednosti:



FOTO D. KRIŠ

Lijevo i dolje: Laka oklopna vozila LOV IZV 4x4 u ophodnji

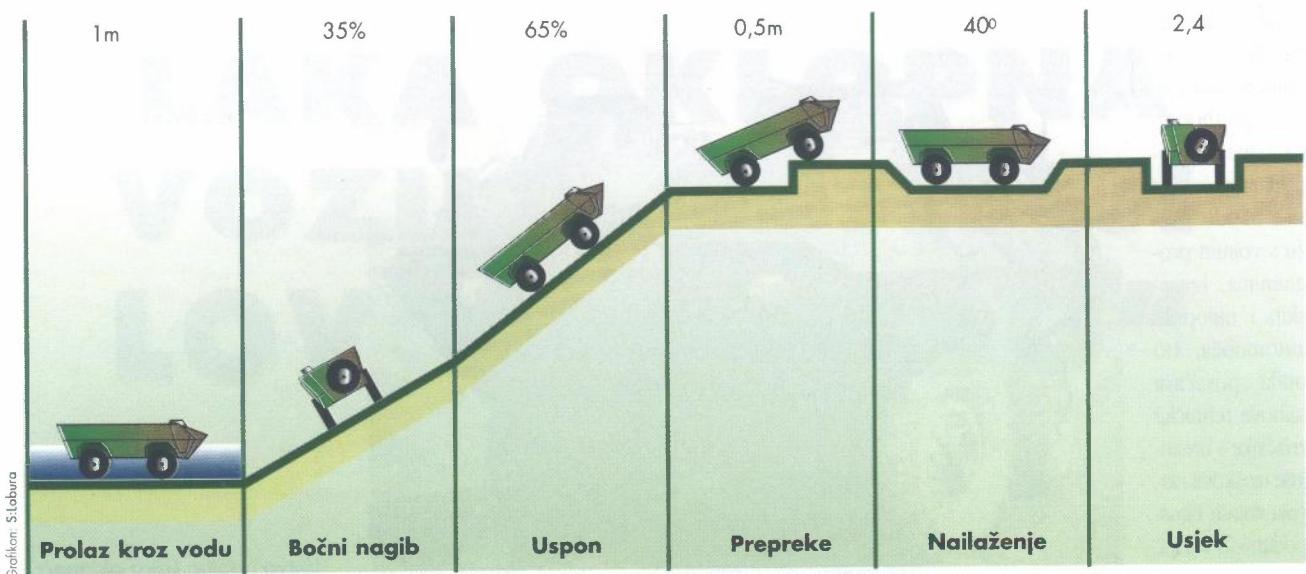
- prilagodljivost dugim premještanjima i brzom približavanju cilju, jer pruža veće srednje brzine kretanja, i živosti vozila,
- najpokretljivije platforme različitih borbenih sustava za razne namjene,
- pokretljivost i živost baznog oklopног vozila daje model suvremenog lovca tankova i drugih borbenih vozila, velike paljbene i razorne moći oružja, te oklopne zaštite,
- veća pouzdanost i raspoloživost, resurs za remont je nekoliko puta duži nego za vozila gusjeničare, a prema tome lakše i jeftinije održavanje. Potrošnja goriva kotačnih vozila po jednom prevoženom vojniku je nekoliko puta manja,
- laka oklopna vozila su jeftinija za izradbu od gusjeničnih vozila, ali zbog sve strožijih zahtjeva složenosti koje vozila moraju ispuniti, razlika u cijeni je sve manja.

Laka oklopna vozila LOV 4x4 se nalaze u kategoriji korisne nosivosti naoružanja do dvije tone. Za potrebe veće nosivosti (tri tone i više), laka oklopna vozila se rade u inačici LOV 6x6 i LOV 8x8, a ponekad LOV 10x10. U kategoriji LOV 4x4, poznati su sljedeći tipovi lakiх oklopnih vozila:

- Condor 4x4, Njemačka
- Piranha 4x4, Švicarska



FOTO D. KRIŠ

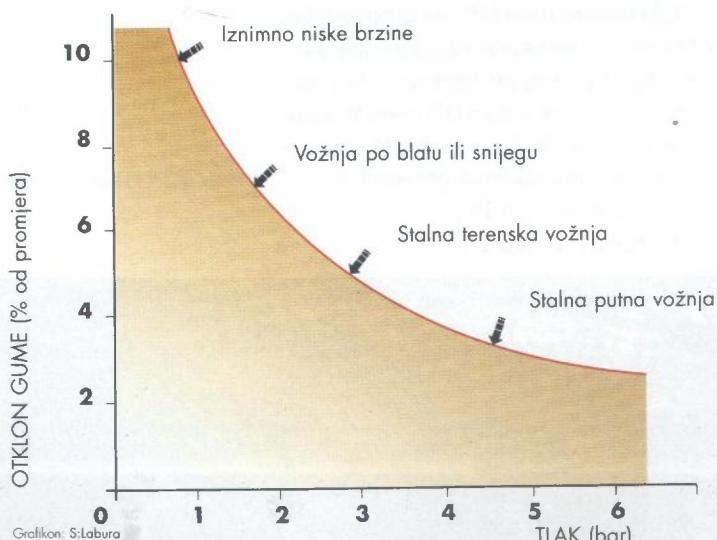


Performanse prohodnosti LOV Torpedo 4x4

- Commando 4x4, Sjedinjene Američke Države
- Fox 4x4, Velika Britanija
- VAB 4x4, Francuska
- BRDM 4x4, Rusija

Zahtjevi kvantifikacije ključnih parametara pokretljivosti

LOV je dakle pokretni zaštićeni sustav oružja i stoga njegova konstrukcija treba imati finu ravnotežu između međusobno suprotstavljenih zahtjeva za **pokretljivošću, oklopnom zaštитom i paljbenom moći oružja**. Konstruktori različito tumače ovu ravnotežu. U praksi se za



Uporaba LOV-a 4x4 na svim uvjetima podloge prema tlaku zraka u pneumaticima

LOV-a naglasak stavlja na pokretljivost, jer je "kotač brži od gusjenice". Pokretljivost se može procjenjivati i nekim drugim kriterijima osim specifičnom snagom (kW/t), što se kvantificira i naplaćuje. U vojski vladaju pojmovi strategijske i taktičke pokretljivosti bojnih vozila. Strategijska pokretljivost je sposobnost vozila da dođe na bojišnicu, a taktička pokretljivost je sposobnost da se

vozila terenski razmjesti na području sukoba. Dakle, osim specifične snage vozila za pokretljivost su dominantni uvjeti uporabe vozila. U ovom slučaju to je infrastruktura zemlje na kojoj će se LOV kretati. Strategijski čimbenici su: klimatski uvjeti (temperatura, visina, raskvašen teren, prašina, snijeg), prolaznost mostova, i drugo. Taktički čimbenici su: fizičke prepreke (jarak, usponi, kosine, vodene prepreke), prohodnost po slabonosivom zemljištu (propadanje, vuča), te tehničke performanse (brzina, ubrzanje, kočenje, upravljanje).

Klimatski uvjeti su vrlo važni. Ako je vozilo konstruirano za rad u europskoj klimi, nisu pogodna za djelovanje u tropskim pustinjama gdje su ekstremni uvjeti rada motora. Primjerice, može se dogoditi da će biti potrebno ograničiti snagu motora da bi se mogla održati stabilna temperatura motora. Danas je neophodno da LOV može svladati uobičajene zapreke. Sposobnost da se penje stubišnim zemljištem, prolazi pješčanim i raskvašenim zemljištem, ovisi od promjera prednjih pogonskih kotača, kutovima prilaska prepreci i izlaska s nje. Smještaj težišta vozila, nisko prema naprijed, umanjuje rizik eventualnog prevrtanja. Sposobnost svladavanja jarka, tankovskog rova, uglavnom ovisi o smještaju težišta vozila i rastojanju kotača. Mogućnost kretanja po bočnom nagibu je mjera dinamičke stabilnosti, a ne samo statičke stabilnosti (težište, krutost ovjesa, širina kotača). Sposobnost svladavanja ovakvog zemljišta teže se kvantificira i uglavnom će ovisiti o hrabrosti posade i njihovom mišljenju o mogućem ponašanju vozila. Rijeke i prelasci preko brze vode do jednog metra dubine je uobičajan zahtjev svladavanja vodene prepreke za LOV bez njegove prethodne pripreme.

Mjera propadanja vozila na slabonosivom terenu se može kvantificirati, nominalnim pritiskom na tlo (masa vozila podijeljena s dodirnom površinom kotača i podloge), i srednjim maksimalnim tlakom na tlo (koji pruža dobru uspored-

bu vozila po prohodnosti kotačnih i gusjeničnih vozila). Uz propadanje kotača rastu otpori kotrljanja kotača ali je i manji tlak na tlo što je dobro radi realizacije motorne vučne sile na teškom terenu. Umanjivanjem tlaka zraka u pneumaticima, uredajem za središnje reguliranje tlaka zraka, daje pozitivne reakcije za vuču. Na primjer, kod teškog vozila 8x8, smanjenjem tlaka zraka s normalnih 5.5 bara na minimum od 1.1 bara, tj. povećanjem otklona gume, povećavaju se otpori, odnosno povećava mogućnost realizacije vučne sile oko 4.5 puta na pjeskovitom terenu.

Ponašanje LOV-a na određenom zemljишtu, odnosno život vozila je od iznimne taktičke važnosti. Ako se LOV ne može brzo premjestiti iz točke u točku, onda je više izložen neprijateljskoj paljbi. Od modernih LOV-a se očekuje da mogu projuriti dionicu od 200 do 250 metara do 20 sekundi. Isto tako sustav kočenja mora biti u stanju apsorbirati energiju koja je potrebna da se na odgovarajući način uspori vozilo. Uz motor, vrlo važna je transmisija vozila. Ekstremni prijenosni odnosi transmisije se koriste za penjanje po kosinama s jedne strane i na putu s najvećim ubrzanjem s druge strane. Premali broj stupnjeva prijenosa ili motor s previsokim momentom mogu značiti da motor često pada ispod maksimalnog broja okretaja, što ne bi dalo mogućnost ubrzavanja na usponima.

Kad se razmatra vožnja i utjecaj nepravilnosti podloge na vozilo i posadu, glavni čimbenik je ovjes, pod pretpostavkom da vozilo ima odgovarajuću brzinu i mogućnosti svladavanja zemljишta. Ako se to gleda pojednostavljeno, uz pretpostavku da vozilo stoji, a podloga se kreće ispod njega, očito je, ako se želi da vozilo ostane stabilno, onda ovjes mora imati dovoljno slobodnog prostora da omogući kotačima da prelaze preko neravnina i da ovjes ne udara u neravnine i da se kotači ne podižu od zemlje. Iz toga je jasno da je put koji prolazi kotač u stvari ključ za ocjenjivanje kakvoće vožnje. Nadalje, ako svaki sklop kotača nosi svoj dio mase vozila, a da ne bi prenosi višak sila na konstrukciju vozila, najpovoljnije je koristiti mekane opruge. S druge strane, mekane opruge će omogućiti da se vozilo slobodno nagnje, što je za posadu vrlo neudobno. Isto tako, mekane opruge će omogućiti da ovjes češće udari o neravnine, pa će se udarac prenosi na kućište vozila. Čvrste opruge bolje amortiziraju energiju od mehaničkih, pa će stoga bolje apsorbirati udarce neravnog zemljишta u određenom gibanju ovjesa. Idealni bi kompromis bila opruga koja ima takve osobine da je dovoljno mekana pod normalnim uvjetima da omogući udobnu vožnju a da postaje sve čvršća što put podizanja kotača postaje veći.

Kod vozila namijenjenih vožnji putovima, kakvoća vožnje se mjeri brojem sati koje vozač može provesti u upravljanju vozilom prije nego što mu učinkovitost padne kao rezultat zamora. Granice smanjenja učinkovitog djelovanja zamorom određene su ISO standardom 2631. Kao



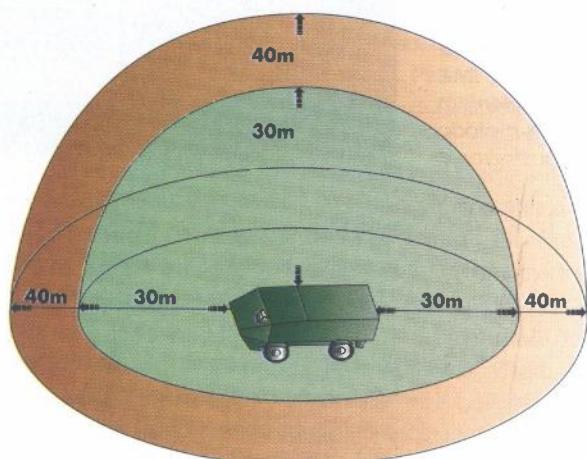
FOTO: D. KIRIN

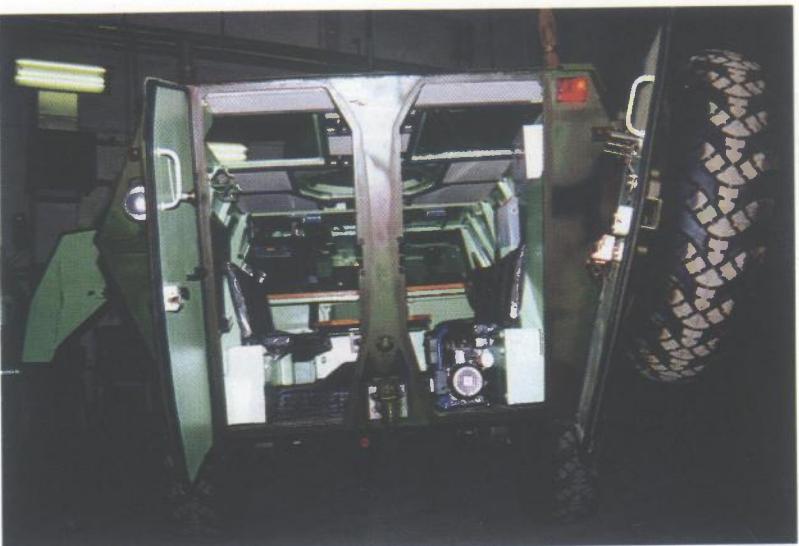
LOV OP 4x4, prostor i udoban smještaj posade, 2+8

standard za kamione koristi se granica od osam sati, a laka oklopna vozila se mogu uklopiti u te standarde. Kad vozilo ide po popločanom putu granica zamora naglo pada, a kod kretanja po otvorenom zemljишtu može doći do vrlo visokih vrijednosti ubrzanja. Razina vršnog ubrzanja dolazi od preko 2,5 g.

U praksi postavljanje spomenutih prepreka i vožnja preko njih, složeni su i skup posao, pa je simulacija na računalu korisno sredstvo izučavanja ponašanja. Dvoprotežnom simulacijom LOV na digitalnom računalu, kod kojeg tijelo ima tri stupnja slobode (nagib, elastičnost i kretanje prema naprijed), moguće je predvidjeti ubrzanje na vozačevu sjedalu u slučaju kad vozilo prelazi preko poznatog zemljишta. Na taj je način moguće procijeniti utjecaj promjena konstrukcije na vozilo, a bez da se te promjene stvarno moraju izvršiti. Druge raspoložive tehnike uključuju konstruiranje modela ponašanja vozila prelaskom preko određenog zemljишta, uz zanemarivanje učinka ovjesa, no procjenjujući ponašanje pogonskog sustava. Razmatra se snaga motora, odnos prijenosa, rad turboubrizgivača itd., određuje broj promjena stupnjeva prijenosa koji je potreban i predviđa prosječna brzina vozila pri prolasku 80 posto

Stere standardne zaštite LOV prema NATO standardima od streljačkog oružja i topničkih krhotina





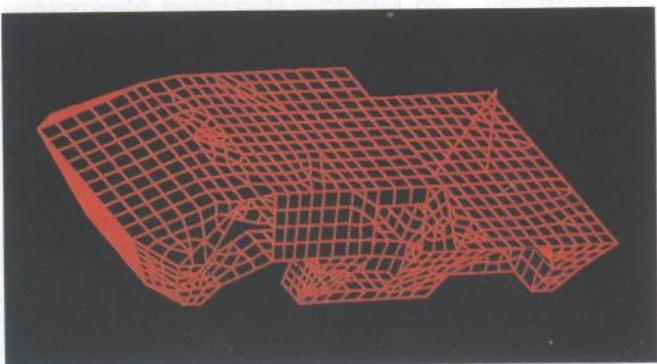
Pogled na otvorena stražnja vrata LOV OP 4x4

određenog zemljišta. Uz to, ovom se metodom može procijeniti koji su dijelovi zadanog zemljišta neprolazni za određeno vozilo.

Konstruktori bojnih vozila često se ne pouzaju u velika modeliranja koja ovise od mnoštva podataka, jer vozilo, posebno ono namijenjeno izvozu, mora biti u stanju svladati praktički široki raspon različitih zemljišta, optimalno koristiti sustav prijenosa itd. Ipak konstruktori preferiraju tehnike modeliranja gdje se simulira samo manji broj varijabli, a rezultati su povezani sa stvarnim vozilom koje se ispituje. Zato je u okvirima malog vremena razvoja pragmatičnost konstruktora vrlo važna.

Temeljne značajke oklopnih vozila LOV Torpedo 4x4

Dva bazna prototipa **LOV OP 4x4** pojavila su se 1992. godine. S naknadno izvedenim poboljšanjima razultirali su razvojem obitelji **LOV Torpedo 4x4** za hrvatsku vojsku. Prvotnu masu



LOV-a od 6,5 tona pokretala je snaga Torpedovog Dieselova motora od 95 kW / 130 KS, pomoću transmisije terenskog vozila Torpedo 130T-7 4x4 (5+1 stupanj prijenosa u mjenjaču i dva stupnja prijenosa u razdjelniku pogona). Nova poboljšanja na dizajnu i povećanju specifične snage, dolazi ugradnjom jačeg Dieselova motora od 150 KS, te poboljšanjem ovjesa. Obitelj lakih bojnih oklopnih vozila LOV Torpedo 4x4 je dizajnirana u skladu sa zahtjevima hrvatske vojske, sljedećih inačica:

- **LOV OP 4x4**, opće potpore / transporter (APC),
- **LOV IZV 4x4**, izvidničko vozilo,
- **LOV Z 4x4**, zapovjedno vozilo,
- **LOV ED 4x4**, elektronsko djelovanje,
- **LOV ABK 4x4**, ABK vozilo,
- **LOV RAK 24/128 4x4**, samovozni lanser raketa,
- **LOV UP 4x4**, upravljanje paljicom,
- i drugo.

Opća konstrukcija lakog oklopnog vozila LOV Torpedo 4x4, dobar međusobni razmještaj ključnih sklopova u vozilu, dispoziciju ljudstva (upravljični dio), naoružanja (borbeni dio), i pogonskog dijela (motor, transmisija), je rezultat postavljenih zahtjeva načina njegove uporabe.

Usvojena konstrukcija vrlo niske siluete, ispod dva metra, odredila je dobro iskorištenje unutrašnjosti prostora, komunikaciju - brz ulaz i izlaz ljudstva iz vozila, ergonomiju, preglednost i pogodnost otvaranja paljbe iz formacijskog naoružanja, te suradnju između članova posade LOV OP 4x4 (2+8). Motor je smješten iznad prednje osovine. Brzi ulazak i izlazak posade omogućen je kroz troja vrata, vrata vozača, vrata zapovjednika i stražnja dupla vrata posade. Zapovjednikova kupolica s periskopom nalazi se s desne strane vozila, s mogućnošću okretanja u punom krugu. Vozač dobro vidi kroz neprobojna stakla, kao i posada kroz neprobojna stakla iznad puškarnice. Na krovu, ispred protuzrakoplovne strojnica (PZS) Browning 12,7 mm, nalazi se vitlo za samoizvlačenje.

Standardna telekomunikacijska oprema se nalazi iznad radnog stola / radio uredaj, kao i unutarnja veza. Druge inačice LOV-a imaju dodatnu telekomunikacijsku opremu za obavljanje svojih zadataka. Opcijska unutarnja oprema uključuje NKB sustav, zaštitu od požara, air-condition. U odnosu na postojeća laka oklopnja vozila u svijetu,

u koja se ergonomski teško ulazi i izlazi iz oklopnog tijela, ovaj originalni dizajn LOV Torpedo je pokazao da je to moguće izbjegći i vrlo uspješno riješiti. Korisni unutarnji prostor LOV OP 4x4 iznosi oko 6 m³. Protežnosti vozila se nalaze unutar (DxŠxV = 5890x2360x1860). Uporaba LOV Torpedo 4x4 zadovoljava sve

najteže ekstremne klimatske uvjete područja Republike Hrvatske.

Pokretljivost LOV-a

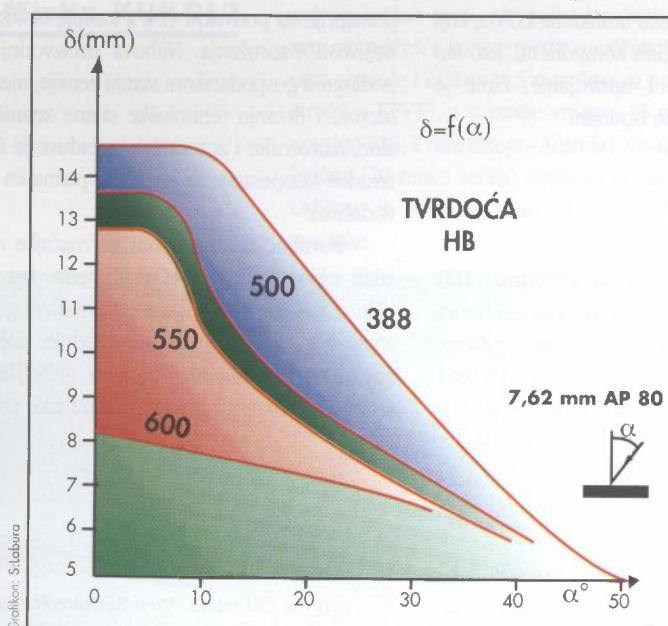
Pokretljivost oklopnih vozila osigurava se visokom **prosječnom brzinom kretanja, autonomijom kretanja, i prohodnošću izvan cesta**. Kod LOV Torpedo 4x4, prosječna brzina (65

Optimizacija konstrukcije oklopnog tijela LOV RAK 24/128 4x4, korištenjem suvremenih metoda konstruiranja

km/h) i maksimalna brzina (100 km/h) se osigurava velikom specifičnom snagom vozila od 11 - 17 kW / t. Drugo, autonomija kretanja je u rasponu 500-700 km (francuski AMX 10 RC ima autonomiju 800 km po putu ili 18 sati borbe - norma NATO).

Treća značajka je izvedena svepogonskim kotačima (operativnost vozila i poslige oštećenja pneumatika), njihovim promjerom i širinom, pneumaticima s "run flat" umetkom sa središnjom regulacijom tlaka zraka u njima, lakom upravljivošću vozilom, zapaženom visinom klirensa, svladavanjem prirodnih i umjetnih zapreka, uspona, nagiba, gaza vode, i drugo. Prema tome, pokretljivost LOV-a se dokazuje sljedećim osobinama: sveterenskim uvjetima kratanja, visokim tehničkim performansama, operativnosti vožnje i poslige oštećenja.

Sposobnost sveterenskog kretanja LOV-a



Zaštita LOV-a u funkciji tvrdoće debljina pancir ploča i njihovog nagiba, od proboga streljiva 7,62 mm AP 80

primarno ovisi o njegovom tlaku na tlo (tzv. zemljani tlak), veličini i ostalim značajkama pneumatika. Prilagođavanje tlaka zraka u pneumaticima obavlja se prilagođavanjem iz kabine vozača ručno, od 0.7 - 4.5 bara, prema mjestopisnim uvjetima kretanja, pomoću uredaja za središnje prilagođavanje tlaka zraka u gumama iz vozila, od strane vozača. Umanjivanje tlaka zraka u pneumaticima daje pozitivne reakcije za vuču. Otklon pneumatika može biti veći od 8 posto promjera gume za vožnju po blatinjavom terenu i snijegu. To drastično umanjuje tlak zraka u pneumaticima, ograničavaju brzinu kretanja vozila na manje od 10 km/h, što dalje umanjuje stabilnost vozila na nagibima uslijed mogućih posjekotina na bočnim stranicama guma. Zato se koristi samo u otežanim uvjetima kretanja. Vožnja sa smanjenim tlakom



zraka u pneumaticima umanjuje izdržljivost gume, pa je vožnja ograničena brzinom i vremenom. Kod druge poboljšane opcijeske izvedbe pneumatika LOV ovaj problem se rješava na nekoliko načina. Naime, postavljanjem prstenastog umetaka unutar gume pod nazivom "RUN FLAT" omogućeno je vozilu da se kreće i pri "nultom" tlaku u pneumaticima, tj. kad su gume sasvim oštećene. Tzv. "run flat" vožnja iznosi nekoliko desetaka km. Nudi se inačica s Hutchinsonovim VFI prstenom, (**Variable Function Insert - umetak s varirajućom funkcijom**), tj. sa čvrstim gumenim umetkom - prstenom koji sprječava da guma potpuno popusti kad je pogodena (VFI prsten je 45 posto lakši od posljednje VP-PV gumenе cjevaste jezgre). LOV Torpedo preferira NATO opciju pneumatika 14.5 R 20 MPT 80, koristeći njemački izum sigurnosnog kotača, "run flat" vožnje od 50 km poslige oštećenja, tzv. **NRL** umetak 14.5-20 (**Notlaufring**), naplatci 11-20 SDC, tubeless.

Oklopna zaštita i paljbeni moći LOV-a

Oklop LOV Torpedo 4x4 (zavareno tijelo od "pancir" čelika, i neprobojnog stakla), se izvodi kombinacijom debljina i nagiba ploča, a pruža punu sferu standardne zaštite od automatskog streljačkog oružja od kalibra 7,62 x 51 mm AP (P80) NATO s daljine od 30 m (izvan polusfere od 30 m), i fragmenata od djelovanja topničkih projektila haubice, s daljine od 40 m. Prednji dio oklopa vozila, ima iznimno mali broj ploha, što je značajka dobre konstrukcije. Korištene ploče "pancir" čelika, debljine 6-8-9 mm, imaju tvrdoću oko 500 HB. Nudi se mogućnost dodatne zaštite od streljiva većeg kalibra, dodavanjem na osjetljiva mesta oklopne površine keramičkih pločica po načelu "čička".

U standardnu opremu naoružanja svih inačica LOV Torpedo 4x4 ulazi PZ strojnica 12,7 mm Browning, paljbene moći do 500 metaka u minuti. Inačica LOV IZV 4x4 koristi i dodatnu paljbenu moć ručnog topa 20 mm RT-20 i osmerocijevni lanser raketa **Obad**, 60 mm, raketnog dometa 8000 m. Poboljšanje izviđanja se osigurava dodatnom dogradnjom izvidničke platforme. Najveću paljbenu moć daje inačica LOV RAK 24/128 4x4, 24 rakete/17 sekundi, dometa raketa

Logistički identitet LOV-a

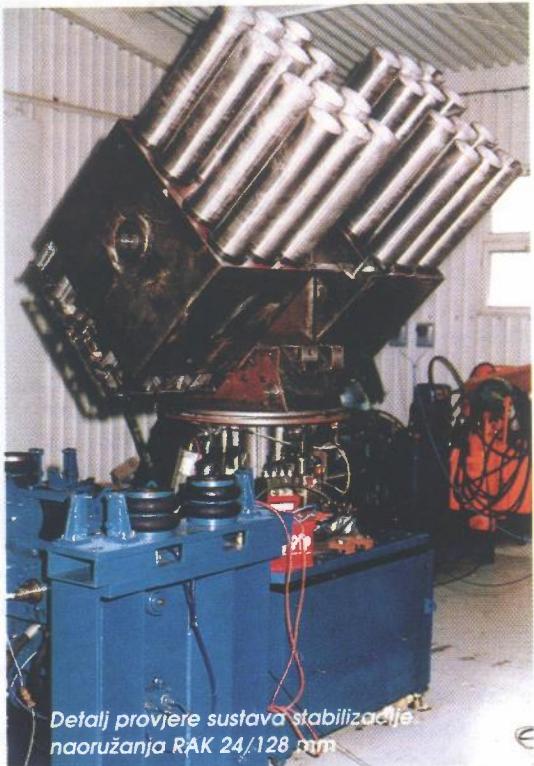
Radi sveobuhvatne potpore i logističkog optimiranja LOV-a, inženjeri logističari sagledali su logističke probleme za životni vijek, prije njegovog uključivanja u sustav vojne tehnike, još u fazi njegovog razvoja, a na temelju prosudbe složenosti logističkih čimbenika: primijenjene tehnologije proizvodnje, specijalnih alata, opreme za ispitivanje, potrebne stručnosti ljudstva za uporabu i održavanje, pričuvnih dijelova i drugo.

U fazi postavljanja taktičko-tehničkih zahtjeva, postavljeni su zahtjevi i smjernice logističkog inženjerstva, ugradujući pouzdanost, pogodnost za održavanje, čime su dana jednaka značenja taktičko-tehničkim i logističkim zahtjevima. Uкупna logistička potpora za životni vijek je sagledana kroz "leđeni brije troškova". LOV Torpedo 4x4 i terensko vozilo Torpedo 130 T-7, 4x4, je dobar primjer kako je napravljena unifikacija LOV-a, koji imaju velik broj zajedničkih komponenti, kao što su motor, transmisija, i upravljanje, čime je logistički zahtjev potpuno ispunjen.

Zaključak

Laka oklopna vozila na kotačima, LOV Torpedo 4x4, se ponajprije izvode kao izvidnička, zapovjedna vozila, i transportna vozila za prijevoz pješaštva, a zatim kao nositelj različitih vrsti oružja. Zbog specifičnosti taktičke namjene na bojišnici, laka oklopna vozila na kotačima i oklopna vozila na gusjenicama se dopunjavaju u djelovanju, zbog toga se i formacijski ujedinjuju, a ne isključuju.

Tendencija uporabe višenamjenskih laka oklopnih vozila LOV, podrazumijeva razvoj kom-



Detalji provjere sustava stabilizacije naoružanja RAK 24/128 mm

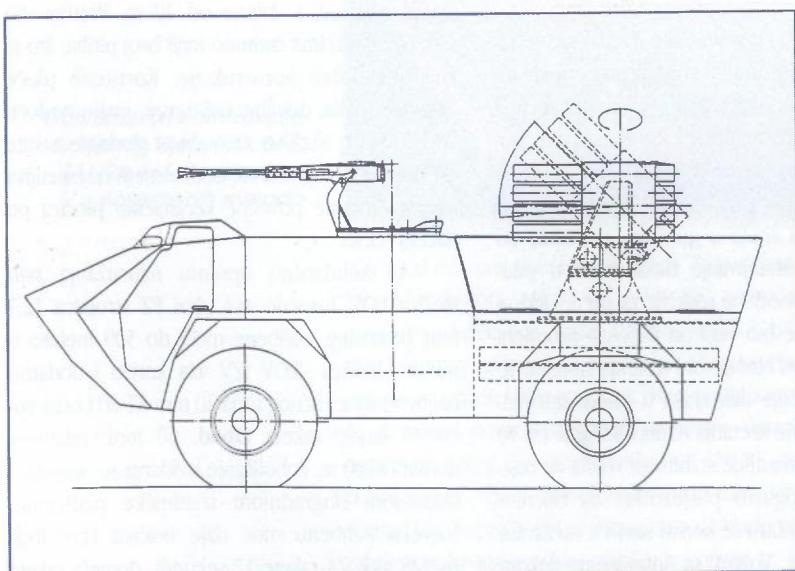
pletnih obitelji na unificiranim baznim vozilima ponajprije na podvozju 4x4, a kasnije 6x6 za veće nosivosti naoružanja. Njihova proizvodnja ima podlogu u gospodarskom stanju zemlje, njezinom razvoju i držanju tehnološke razine znanja metalne, namjenske i automobiličke industrije ili proizvodne kooperacije sa svjetskim poznatim proizvođačima.

Povoljne taktičko-tehničke značajke obitelji laka oklopnih vozila LOV Torpedo 4x4, originalnog dizajna, niske siluete, suvremenog logističkog koncepta, domaće proizvodnje, daje perspektivnost njihovom dalnjem poboljšanju k stvaranju pokretnih bojnih sustava jake paljbenе moći.



LITERATURA:

- [1] CH. DELAMAIN: "New Horizons For Light Armoured Vehicles in NATO", Military Technology, MILTECH, 12/91.
- [2] CH. DELAMAIN: "A First For NATO", Military Technology, MILTECH, 4/93.
- [3] Thissen Henschel: "The Evolution of the Wheeled Armoured Vehicle"; "The US FOX Program"; "Wheeled and Tracked Vehicles, Military Technology", MILTECH, A Special Supplement, ISSN 0722-3226, 1990.
- [4] E. PO.: "Light Armoured Vehicles: Heading Where?", Military Technology, MILTECH, 6/93.
- [5] T.J. O'MALLEY: "Trends in Armoured Vehicles", Armada International 6/93.
- [6] R.M. OGORKIEWICZ : "World-wide trends in the development of armoured fighting vehicles", International defense review, Special report 6/94.
- [7] D. MIKULIĆ: Oklopni automobili, Hrvatski vojnik, br.46/93.



RUČNI TOP

RT-20

Zbog svojih balističkih i konstrukcijskih osobina ručni top RT-20 namijenjen je obavljanju specijalnih zadaća na daljinama do 2000 metara

Mirko KUKOLJ

Ustručnoj vojnoj literaturi sreću se različite klasifikacije ručnog paljbenog oružja, već ovisno o tome prema kojem se kriteriju ta podjela obavlja. Najčešće se rabe podjele prema namjeni oružja i prema konstrukcijskim značajkama. Tako srećemo samokrese, kratke strojnica, puške, strojopuške i strojnica. Svi se oni izrađuju u različitim kalibrima, pri čemu najčešći kalibr imaju tzv. teške strojnica. One za svoj rad najčešće koriste metke u kalibru 12,7 mm, iako se sreće i kalibr 14,5 mm (ima ga npr. ruska strojnica KPVT), a u novije vrijeme 15 mm (Francuska) i 15,2 mm (Steyr - Austrija). Oružja većeg kalibra (20 mm i većeg) smatraju se **topovima**. Odlikuje ih povećana masa, ali i bolje balističke značajke.

ka, Nizozemska, Italija i Njemačka. Konstrukcionalo rješenje omogućavalo je poluautomatsku paljbu, ali je težina topa bila prevelika (više od 50 kilograma) te je proizveden vrlo mali broj primjeraka. Cijev oružja bila je dugačka 1,45 metara što je omogućavalo da se projektil ispaljuje s početnom brzinom od 914 m/s. Spremnik s metcima kapaciteta 5 ili 10 metaka postavlja se s lijeve strane kućišta. Top je bio dugačak nešto više od dva metra, a oslanjao se na potporne nožice smještene ispod cijevi.

Druge oružje u kalibru 20 mm sličnih performansi napravljeno je u dalekom Japanu, a u naoružanje je uvedeno 1937. godine. Ovaj ručni top po konstrukciji je bio vrlo sličan švicarskom topu Hispano-Suiza tako da je mogao gađati čak automatskom paljbom. Imao je ugrađen povrtni mehanizam i uljni amortizer što je trebalo smanjiti trzanje topa na razinu koju je prosječni japski vojnik mogao podnijeti. Masa topa bila je također vrlo velika (nešto više od 52 kg), a dužina veća od dva metra. Nosila su ga četiri vojnika.

Stjecajem okolnosti, u Hrvatskoj je također napravljen ručni top u kalibru 20 mm.

Namjena

Zbog velike energetske moći, te problema oko trzanja, konstruktori su izbjegavali razvijati ručne izvedbe takvog oružja, iako im je veći kalibr pružao mogućnost postizanja boljeg učinka na cilju. Od rješenja koja su uspjela proći fazu prototipskog razvoja poznato je nekoliko konstrukcija koje su razvijene u razdoblju nakon I. svjetskog rata. Ta su oružja uglavnom bila namijenjena za protuoklopnu borbu što je imalo smisla s obzirom na relativno malu debljinu tadašnjih oklopa.

Jedan od takvih ručnih topova u kalibru 20 mm označen je kao **S18-1000**, a usvojilo ga je u naoružanje nekoliko zemalja među kojima Švicarsko

Zbog svojih balističkih i konstrukcijskih osobina ručni top RT-20 namijenjen je obavljanju specijalnih zadaća na daljinama do 2000 metara. Topom rukuje strijelac a može mu pomagati poslužitelj. Konstrukcija topa omogućava izravno gađanje pojedinačnom paljbom, a zbog relativno male ukupne mase (26 kg) prenosi se samo pomoću transportnog samara.

Konstrukcija

Top se sastoji iz cijevi s plinskom kočnicom, kućišta, zatvarača, sustava za odvođenje barutnih plinova, mehanizma za okidanje, kundaka i nožica.

Cijev topa je izradena posebnom tehnologijom iz kvalitetnog čelika. Na vrhu cijevi montirana je plinska kočnica koja smanjuje energiju trzanja



Ručni top RT-20 (ispred) i noviji model manje mase (iza). Uočava se razlika u protežnostima

nakon opaljenja, pomoću otvora za bočno istjecanje plinova raspoređenih u tri reda.

Zatvarač topa ima cilindričan oblik, a sastoji se iz tijela, udarne igle, udarača, udarnih opruga, spojnice, izvlakača i izbacivača. Po konstrukciji spada u skupinu repetirajućih zatvarača. Na vrhu ima bradavice raspoređene u tri reda. Ovakav način bravljjenja prvi je na svojim puškama primijenio američki konstruktor Roy Weatherby. Prednosti ovakvog rješenja ogledaju se u boljoj integriranosti konstrukcije i većoj čvrstoći što je vrlo važno kod ispaljivanja snažnih metaka.



Izgled ručnog topa s postavljenim samarom na desnoj strani kućišta. Samar služi za lakše prebacivanje topa s jednog položaja na drugi

U usporedbi s rješenjima, samo s dvije bradavice, površina nalijeganja je povećana u ovom slučaju višestruko. Osim toga, kod ovakvog rješenja zatvarač je prigodom bravljjenja potreban zakretati za svega 60 stupnjeva čime se olakšava i ubrzava rukovanje puškom. Uzduž tijela zatvarača nalaze se žljebovi koji smanjuju površinu zatvarača čime se olakšava njegovo kretanje u kućištu. Osim toga, na ovaj je način djelimice smanjena i njegova težina. Na tijelu zatvarača izbušene su rupice kako bi se barutnim plinovima, koji su pod velikim tlakom, omogućilo bočno istjecanje. Na čelu zatvarača ugrađen je izvlakač, a nasuprot njemu izbacivač tako da do izbacivanja čahure dolazi u trenutku kad čahura prigodom izvlačenja nađe na otvoren dio kućišta topa.



Bravljjenje zatvarača za cijev obavlja se pomoću bradavica raspoređenih u tri reda

Radi lakšeg i preciznijeg gađanja na prednjoj strani topa montirane su modificirane potporne nožice. Nožice se mogu teleskopski izvlačiti na visinu od 215 do 295 mm. Prigodom transporta nožice se preklapaju prema naprijed. Moguće ih je i skinuti jednostavnim pritiskanjem na polužni utvrđivač.

Komplet topa dopunjava samar koji služi za njegovo prenošenje. Postavlja se na poseban nosač smješten na desnoj bočnoj strani kućišta topa.

Za čišćenje i najnužnije održavanje topa koristi se pribor, koji se sastoji iz trodijelne šipke i kantice s uljem, te zaštitnih čepića za uši.

Optički ciljnik

Na topu je montiran specijalno priređen optički ciljnik s šesterostrukim povećanjem i ugradenom balističkom končanicom. Na končanci su strjelicama i brojevima označene daljine od 400 do 2000 metara. Na gornej strani ciljnika smješten je mehanizam (u obliku bubenja) koji omogućuje obavljanje potrebnih korekcija prigodom upućivanja topa, a s lijeve strane regulator smjera koji omogućuje korekcije po smjeru. Objektiv i okular ciljnika zaštićeni su u transportu zaštitnim kapama, spojenih rastegljivom vrpcem.

Prigodom prebacivanja topa, na kraćim raspoloženjima, preko ciljnika i kućišta topa postavlja se zaštitna navlaka koja se utvrđuje pomoću kopča. Kod dužeg transporta ciljnik se može skinuti i staviti u poseban pretinac navlake koja u tom slučaju služi i kao torbica.

Metak 20 mm

Na početku teksta spomenuli smo da se ovaj kalibr često sreće na ratištima kao topovsko streljivo. Brojna oznaka osim kalibra u nazivu metka predstavlja dužinu čahure, kako bi se metak mogao razlikovati od metaka istog kalibra, budući da ih se u svijetu koristi više od desetak tipova, a nisu međusobno kompatibilni.

U kalibru 20 mm razvijene su različite vrste projektila. Tako srećemo trenutačno zapaljivi projektil, probojno zapaljivi, probojno obilježavajući projektil itd. Najviše se koristi metak s trenutačno zapaljivo obilježavajućim projektilom (granatom). Sastoji se iz čahure s inicijalnom kapsulom, barutnog punjenja, upaljača, te košuljice s eksplozivnim punjenjem i traserom. Upaljač je udarni, trenutačnog djelovanja s mehaničkim samolikvidatorom. Armiranje upaljača obavlja se pod djelovanjem centrifugalne sile i to tek kad granata napusti cijev topa, jer za vrijeme njezinog prolaska kroz cijev, svi dijelovi (zbog trenja) ostaju u prvobitnom položaju i vrše pritisak na svoje osline površine. Kad granata napusti cijev i sila inercije bude manja od centrifugalne sile, transportni osigurač se širi i ispada u slobodan prostor između tijela upaljača i vodice. Kad granata pogodi cilj, udarač potiskuje udarnu iglu koja izaziva opaljenje kapsule. Ako dođe do promašaja cilja, nakon 4,5 do 9,5 sekundi od trenutka ispaljivanja metka doći će do aktiviranja projektila preko mehaničkog samolikvidatora. To spominjemo zbog toga jer projektil do daljine od 2000 metara leti manje od pet sekundi tako da ne postoji mogućnost da dođe do njegovog rasprskavanja na putanji odnosno učinkovitim daljinama gađanja topa.

Za gađanje lako oklopljenih vozila koristi se metak s probojno zapaljivim projektilom. Radi raspoznavanja, projektil (zrno) ovog metka obojen je crnom bojom s ucrtanim pojasom crvene boje. U sebi nema nikakvog upaljača ili eksploziva tako da se sastoji samo iz tijela od visokokvalitetnog čelika, te zapaljive smjese. Tijelo se posebno termički obrađuje kako bi se povećala mogućnost probijanja čeličnog oklopa. Prema podatcima, probojnost ovog projektila tvrde čelične ploče postavljene na daljini od 200 metara, iznosi 20-25 mm.

Drugi parametar koji daje prednost projektilu metku u kalibru 20 mm u odnosu na ostala ručna oružja je njegova masa. Naime, nije svejedno da li u cilj udara projektil mase 8,0 grama (puška 7,62 mm Kalašnjikov), 9,4 grama (snajperske puške u kalibru 7,62x51 mm), 45 grama (strojnica 12,7 mm Browning) ili 140 grama koliko ima projektil kalibra 20 mm.

Rasklapanje i sklapanje topa

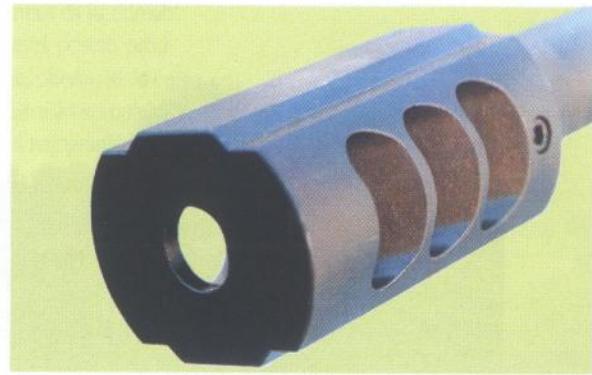
Prije početka rasklapanja topa potrebno je provjeriti da u cijevi nema metka. Postupak rasklapanja je jednostavan i ne zahtijeva uporabu nikakvog alata ili sile. Najprije se skida optički ciljnik. U tom cilju potrebno je potisnuti polužicu osigurača na stražnjem nosaču, zakrenuti ciljnik oko prednjeg oslonca za devedeset stupnjeva, te ga podizanjem odvojiti od topa. Slijedi vadenje sklopa zatvarača iz kućišta koje se izvodi na taj način da se zatvarač povuče unatrag sve do graničnika, a zatim se palcem lijeve ruke potisne graničnik i izvuče zatvarač. Odvajanje cijevi kompenzatora trzanja obavlja se tako da se pritisne utvrđivač smješten na gornjoj strani kućišta, a zatim cijev odvije zakretanjem u lijevu stranu. Ako se radi o čišćenju topa daljnje rasklapanje nije potrebno.

Rad dijelova

Punjeno topa obavlja se na način uobičajen za punjenje pušaka repetirki. Podizanjem ručice zatvarača obavlja se njegovo odbravljinjanje pri čemu ispusti na zatvaraču izlaze iz žljebova na kućištu. Zatvarač se zatim povlači unazad, a pred njega u oslobođenom prostoru u kućištu postavlja metak. Vraćanjem zatvarača u prednji položaj dolazi do ubacivanja metka u cijev te zakretanjem zatvarača njegovo zabravljinjanje. Pritom se napinje i udarna igla zatvarača. Opaljenje se obavlja na taj način da se povuče otponac koji preko spojne poluge potapa zapinjaču i oslobađa udarni mehanizam. Oslobođena udarna igla udara u inicijalnu kapsulu metka. Aktiviranjem barutnog punjenja metka stvaraju se barutni plinovi koji potiskuju projektil prema naprijed. Nakon što projektil prođe kroz cijev, počinje djelovati sustav za sman-

jivanje trzanja, na način da plinovi izlaze kroz cijev kompenzatora trzaja. Time se stvara reakcija slična djelovanju mlaza barutnih plinova kod opaljenja iz bestrzajnih topova. Zbog toga je prigodom gađanja nužno osigurati slobodan prostor izravno iza topa. Taj prostor proteže se i u stranu pod kutom od trideset stupnjeva.

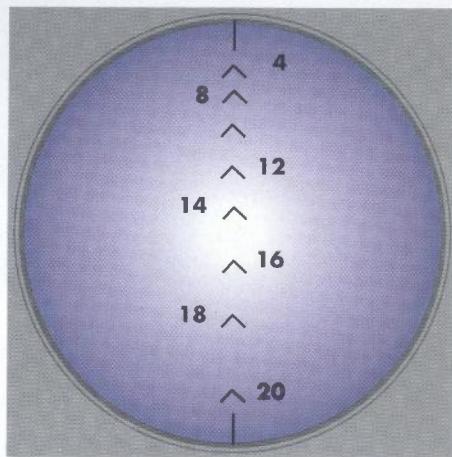
Prigodom izljetanja projektila iz cijevi počinje djelovanje plinske kočnice na vrhu cijevi. Uočavaju se bočni otvori koji usmjeravaju barutne plinove



Zaglavak

Iz izloženog teksta dan je odgovor zašto je to oružje nazvano topom. Naime, po svojoj konstrukciji (mala masa, ugrađen optički ciljnik) i taktičkim radnjama (ručno prenošenje, izravno gađanje) može se reći da spada u klasu pušaka. No, zbog učinkovitog djelovanja na cilju uporabljenog streljiva 20 mm specijalne izvedbe, ipak se svrstava u skupinu topova.

Na kraju ovog opisa neminovno se postavlja pitanje koje su prednosti ovog topa u odnosu na ostala oružja. Ako se pomno pogledaju tehničke značajke ručnog topa RT-20 može se izvući nekoliko zaključaka. Prvo, njegova prednost u odnosu na klasičan jednocijevan top 20 mm M55 je u manjoj težini, a to znači da se s većim mogućnostima postavi na željeno mjesto odnosno lakše prebac s jednog položaja na drugi. Ova prednost još je izraženija kod novog modela ručnog topa čija masa iznosi svega 18 kg. Sljedeća prednost ogleda se u većoj preciznosti u odnosu na ostale topove istog kalibra zbog ugrađenog optičkog ciljnika, što je dosad bila odlika samo snajperskih pušaka. U odnosu na oružje manjeg kalibra npr. teške strojnice ili puške kalibra 12,7 mm prednosti se ogledaju u većoj učinkovitosti, te razornoj moći i probojnosti metka 20 mm. Da li su ove prednosti dovoljne za masovniju uporabu ručnog topa RT-20 - vidjet ćemo.



Izgled končanice optičkog ciljnika

RT-20 postavljen na potporne nožice. Izgled streljiva kalibra 20 mm i 7,62 mm





T-72 M2 MODERNA

Tank **T-72 MBT** jedan je od najviše korištenih tankova danas u svijetu. Tisuće njih se koristi unutar i izvan granica nekadašnjeg Sovjetskog Saveza. Ovaj tank ima najveći kalibar topa u svijetu, koristi tri vrste projektila i automatsko punjenje topa. Niski profil, dobar nagib teškog oklopa, visoka pokretljivost, uz poboljšanja modernim zapadnim sustavom za upravljanje paljbom, reaktivnog oklopa, dodatno naoružan s dva PZ topa, čini slovački tank **T-72M2 Moderna** razornim ratnim strojem, a kojeg je teško pogoditi i uništiti.

Dinko Mikulić

Iako top kalibra 125 mm ima veću paljbenu moć od zapadnih MBT tankova, ta se prednost umanjuje zbog zastarjelog sustava za upravljanje paljbom i komunikacijske opreme. Temeljna oklopna zaštita ima jasnih nedostataka kad se nade nasuprot nove generacije protutenkovskog oružja. Jasno je da **T-72** uglavnom koriste bivše članice Varšavskog pakta ili nekadašnji kupci sovjetske opreme, koji ne mogu ili ne žele kupiti učinkovitije i skuplje zapadne tankove. Općenito, vojske bivšeg istočnog bloka u čudnom su položaju. Istodobno dok traže načine integracije u zapadne sigurnosne strukture, počinju i prihvati potrebu da svoje oklopljene sus-

tave dovedu na razinu bivših protivnika. Problem je naravno, u tome da ne posjeduju potrebna finansijska sredstva da se na željenu razinu uzdignu jednostavnom nabavom novih vozila. Jedini način da se problem riješi je modernizacija i "pozapadnjačenje" ("Westernised") najboljih sovjetskih tankova s kojima raspolažu, odnosno MBT tanka **T-72**.

Prva tri "pozapadnjačena" modela **T-72** tanka pojavila su se na Međunarodnoj izložbi obrambene tehnologije (IDET) u Brnu, Česka. Dva od njih su bila jednostavno eksperimenti češke vojske, koja je iskoristila "posuđeni" francuski **SAGEM** sustav upravljanja paljbom paljbe. Treći je postao zanimljiv. Radi se o **Moderna** poboljšanoj

inačici tanka **T-72M2**, koju je za potrebe slovačke vojske izradio slovački proizvođač tankova **ZTS TEES - Martin Dubnica** i skupina sa Zapada, predvodena belgijskim proizvođačem zrakoplova **SABCA**. Tank T-72M2 Moderna također predstavlja prvi zajednički pothvat Istok-Zapad na vojnom području od kraja hladnog rata. Udio zapadnih tvrtki: SABCA - kompjuterizirani sustav za upravljanje paljicom i ciljnička termovizijska sprava, tvrtka **SFIM** - stabilizirana zapovjednikova sprava, tvrtka **GEC Marconi** - odgovornost za računarsko upravljanje sustavom, tvrtka **Oerlikon** - dva PZ topa KAA 20 mm.

Tank T-72 M2 Moderna je smislen tako da udovolji potrebama slovačke vojske, no po izradbi je očito da se mislilo i na izvozno tržište. Inovacije uključuju poboljšanja koja su jednaka većini zapadnih sustava, a potrebno je tek minimalno rasklapanje kupole, dok "rezanje" uopće nije potrebno, pa se sve prilagodbe mogu obaviti vrlo brzo. Cijena je značajno niža od cijene tankova **Leclerc**, **Leopard 2**, **Abrams** ili **Challenger**, pa se poboljšani T-72 može smatrati pravom konkurenčiom zapadnim oklopnim sredstvima. Veći broj zemalja (a govori se o Indiji, Siriji i Maleziji) počeo je pregovarati sa Slovacima oko mogućih narudžbi.

Pozadina programa

U ukupnoj industrijskoj strategiji Varšavskog pakta bivša Čehoslovačka je isporučivala oklopna vozila vojskama članicama (uključujući i Sovjetski Savez) i bila je jedina zemlja članica kojoj je dopušteno da zadrži sposobnost vlastitog oblikovanja oklopnih vozila. Čehoslovačka vojna oprema naširoko se koristila i u Trećem svijetu. Štoviše, tijekom osamdesetih godina Čehoslovačka je bila sedmi izvoznik oružja u svijetu, a oklopna vozila činila su velik dio izvoza.

Proizvodnja tankova bila je usredotočena u današnjoj Slovačkoj, no dijelovi su se proizvodili širom Slovačke i Češke. U tom je razdoblju slovačka proizvodnja teškog oružja bila na vrhuncu, a prema nekim izvorima proizvodilo se čak 1000 oklopnih vozila godišnje. Čehoslovački T-72 bio je samo jedna od proizvodnih crta koje su djelovale u sovjetskom bloku, službeno identična ostalima, a graditelji tih tankova danas tvrde da su njihovi proizvodi bili kvalitetniji od drugih, zahvaljujući tome što im je tehnologija proizvodnje bila modernija.

Nakon pada komunizma 1989. godine, Čehoslovačka se golema vojna industrija suočila po prvi put s demokratskom vladom neprijateljski

raspoloženom i otvoreno spremnom da ju odmah likvidira. Nakon što je Václav Havel postao predsjednikom u siječnju 1990. godine, obećao je da će u potpunosti zatvoriti vojni industrijski kompleks. Nova vlast prihvatiла је i jedan od najograničenijih režima izvoza oružja u svijetu.

Slovačka industrija teškog oružja najvjerojatnije bi se potpuno ugasila tijekom 1991. da nova vlast nije djelomice izmjenila stavove i dopustila ponešto prodaje u inozemstvo. No, bilo je prekasno: šteta je već učinjena. Ta je situacija dodatno potakla slovačko neraspoloženje prema Pragu, kao i Češku antipatiju prema ekonomskom sustavu za koji se sumnjalo da ne može ozdraviti. To je bila pozadina iz koje je Slovačka, po raspodu Čehoslovačke u početku 1993. godine, izšla kao zemlja s jednom od najvećih industrija teškog oružja u svijetu, ali se istodobno našla u situaciji da su kupci velikim dijelom nestali. Nadalje, raspad federacije imao je sam po sebi katastrofalan utjecaj na integriranu češku i slovačku vojnu industriju.

Nakon što je proizvodnja tankova prestala sredinom 1993. godine, s isporukom 250 tankova Siriji, ZTS i druge tvornice proširili su svoje nevojne programe. Tvrtka ZTS iz Dubnice počela je proizvoditi crpke za vađenje nafte i neke druge proizvode, a ZTS TEES Martin proizvoditi poljoprivredne i šumarske traktore. Rukovoditelji tih tvrtki su izjavili da žele održati vojnu proizvodnju na razini koja neće premašiti 20 posto ukupne proizvodnje. Problem je u tome što zbog ukupne recesije u svijetu i nepoznavanja marketinškog poslovanja, ovi proizvođači teško pronalaze nova tržišta. Na primjer, potrebno je prodati 79 traktora

Tank Moderna je po prvi put prikazan na IDET izložbi 1994. godine u Brnu (Češka). Pokretanje Moderna programa može se protumačiti i kao odluka slovačke vlade da osigura preživljavanje svoje vojne industrije



da se dobije vrijednost jednog tanka, a svjetsko tržište traktora prilično je ograničeno.

Novi početak

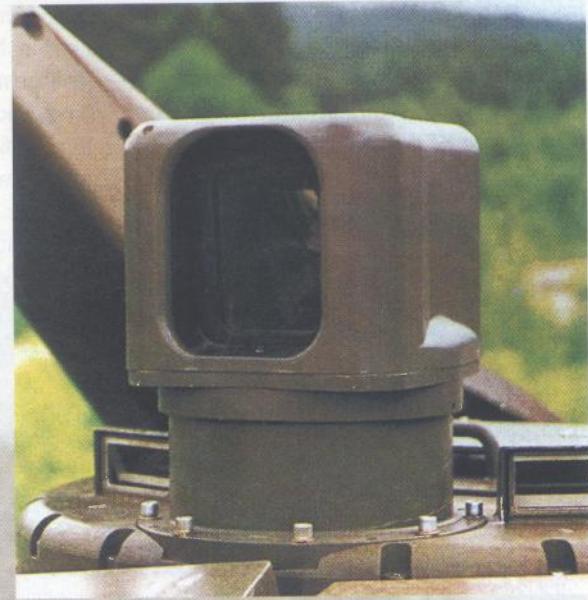
U prethodnom sustavu, kao i sve državne tvornice posebne proizvodnje, tvrtka ZTS iz Dubnice nije brinula o tome otkud će doći sljedeća narudžba, odnosno o financiranju i marketingu, a niti o tome kako zadržati dobavljače. O

tom se brinuo netko drugi. Kad se "stari svijet" raspao, postalo je očito da treba potražiti vlastita rješenja. Da to nije učinjeno, ne bi preostalo drugo nego da se rade doknadni dijelovi. Dalje, tvornica je na vrijeme počela planirati i izvoditi poboljšanja T-72 tanka.

Kako više nije bilo starih ograničenja kojima su se sprječavale inovacije i korištenje stranih komponenata, slovački inženjeri počeli su koristiti računalno modeliranje i kroz njega pokušali doći do poboljšanja T-72 tanka. Povezali su matematičke modele s pojedinačnim sustavima. Neke od tih računalnih simulacija pokazale su da je moguće postići bolje parametre i tamo gdje to nije bilo definirano vojnim zahtjevima. U isto vrijeme dolazio je velik broj posjetitelja iz vojno-industrijskog kompleksa Zapada, voljnih da se susretnu s bivšim "suparnicima" i porazgovaraju o struci i poslu. Tijekom četrdeset godina hladnog rata proizvođači vojne opreme s Istočna i Zapadom uglavnom nisu ništa znali o sposobnostima druge strane. Radilo se o državnim poslovima. No, državni interes vrlo su brzo zamijenili "turisti." Zapadnjaci su se iznenadili kad su vidjeli da su kapaciteti za proizvodnju tankova u Slovačkoj sasvim suvremeni, da se koriste računala, suvremeni proizvodni sustavi, pa čak i industrijski roboti. Francuska tvrtka za izvoz vojne opreme SOFMA bila je prva zapadna organizacija čije se prisustvo moglo osjetiti još za vrijeme postojanja čehoslovačke vojne industrije. U početku 1990., predstavnici tvrtke SOFMA, su svojom opremom modernizirali njihove tankove. Ustanovili su da postoji zanimanje za takvu suradnju u bivšoj čehoslovačkoj vojsci, no, kako je trebalo prevladati još mnoge političke probleme i kako je obrambeni proračun bio srezan na nulu, Francuzi nisu bili u položaju da razmatraju neki konkretni program. Uz to, tada su još djelovala i mnoga ograničenja glede transfera tehnologija, pa nisu imali niti pristupa sustavima koje bi trebali.

Stvari su se počele mijenjati nakon raspada zemlje, u početku 1993. slovački vojni planeri brzo su shvatili da trebaju odrediti nove zahtjeve

za svoje tankove, takve koji će ih učiniti ravnopravnim zapadnim tankovima. U isto vrijeme, shvatili su da potrebe slovačke vojske nisu velike u usporedbi s kapacitetima tvornica i da oni sami nikad neće biti najveća "mušterija" tih tvornica. Kao rezultat toga, vlasti su omogućile proizvođačima da sačine poboljšanja s kojima se može računati i na izvozna tržišta. Nakon ocjenjivanja ponuda različitih zapadnih tvrtki, odabrana je francuska tvrtka SFIM kao glavni partner, a SABCA iz Belgije kao glavni dobavljač dijelova. Potpisani je i **ugovor o industrijskoj suradnji po kojem se 40 posto svih dijelova proizvodi u Slovačkoj.**



SFIM VS 580 panoramska naprava za zapovjednika postavljena na kupolu tanka

Inačica Moderna

Već po izgledu tank T-72 M2 Moderna "dramatično" odudara od konvencionalnog T-72 tanka. Dodana su dva velika protuzrakoplovna topa Oerlikon kalibra 20 mm, postavljena izvana s obje strane kupole. Inovacije se uglavnom sastoje od poboljšanja borbenog sustava, te nekih mehaničkih usavršavanja, a sve se to može instalirati na terenu, bez ikakvih promjena na kupoli i pripadajućoj opremi. LYRA elektronski i elektro-optički paket uključuje VEGA sustav za upravljanje paljborom, panoramsku spravu za zapovjednika tanka, novi žiroskopski blok za stabiliziranje topa, računalo za upravljanje kupolnim naoružanjem, laserski uređaj za upozoravanje, kao i višefrekvenčni i samošifrirajući radio-sustav veza, reaktivni oklop, nova zaštita od požara, sustav pročišćavanja zraka, poboljšani motor, i drugo. Bolji oblik vozačeva sjedala koji pruža poboljšanu zaštitu od protutančkovskih mina i udara uslijed neravnog zemljišta, kao i nove gusjenice s gume-

Značajke sustava za upravljanje paljborom temeljnog tanka T-72

Uredaji za ciljanje:

- danju
- noću

Uredaji za motrenje:

Stabilizator, vertikalni, horizontalni:

Daljina cilja, maks. s uređajem za ciljanje:

Uvjeti okoline:

Vjerojatnost pogotka iz pokreta, s PK zrnom, na 1000 m:

Temeljna ruska izvedba T-72

TPDK-1

TPN-1-49-23

TKN-3, dnevno-noćni periskopi: zapovjednik 4, operator 2, vozač 3

Elektrohidraulički

-PK 4000 m, potkalibarni
-KM 4000 m, kumulativni
-TF 5000 m, trenutno-fugasnii

Monogrami za određivanje korekcije na temelju podataka o temperaturi, tlaku i istrošenosti cijevi

50%

nim oblogama koje pružaju bolje kretanje po neravnom zemljištu, a u isto vrijeme štite ceste od oštećenja.

Modernizacija sustava za upravljanje paljborom

Korištenjem VEGA sustava za toplinsku tvorbu slike, koji je zamijenio prvotni uredaj za ciljanje - aktivnu spravu TPN-1, sustav pruža tanku povećanu mogućnost borbe noću. **Ciljatelj i zapovjednik** imaju na raspolaganju visoko kvalitetnu termovizijsku sliku, tako da danju i noću mogu motriti zemljište i tražiti cilj, kao i kroz dim i maglu. Stabilizirani uredaj zapovjednika V5580, zamjenjuje prvotni TKN-3 periskop/uredaj dnevno noćnog motrenja, koji omogućava zapovjedniku da traži i napada cilj istodobno, a to

Tehničke značajke termovizijskog uredaja VEGA

Usko polje gledanja, NFOV:

3,3° (elevacija) * 5,0° (azimut)

Široko polje gledanja, WFOV:

10° (elevacija) * 15° (azimut)

Povećavanje:

-NFOV 5,5x

Ulazna zjenica:

-WFOV 1,8x

Operacijski domet:

NFOV 90 mm

- identifikacija
- prepoznavanje
- uočavanje

R>1800 m

R>3000 m

R>7800 m u NFOV

R>3600 m u WFOV

Spektralno područje detekcije:

8-12 μ m (III infracrveno)

ICDA:

8 elem. SPRITE, HgCdTe

Srednje vrijeme između otkaza:

MTBF > 1,700 sati

učinkovito povećava njegovu borbenu moć tanka. Vjerovatnost pogodačanja iz pokreta tanka na 1000 m se povećava gotovo dvostruko, s prijašnjih 50 posto na oko 95 posto. Zapovjednik ovim uredajem može motriti zemljište dok se nalazi pod zaštitom oklopa, bez obzira da li tank stoji ili se kreće.

Ključna poboljšanja temeljnog tanka T-72, sastoje se od tehničkih mogućnosti ugra-

dene nove opreme:

- VEGA termovizijskog ciljničkog uredaja,
- V5580 panoramskog uredaja za zapovjednika,
- balističkog računala za upravljanje paljborom
- poboljšanje stabilizacije topa,
- protuzrakoplovnih topova KAA, i
- povećanje snage motora.

Termovizijski ciljnički uredaj

Uredaj je smješten na lijevom dijelu kupole, tamo gdje je u prvotnom modelu bio **TPN-1-49-23** uredaj za ciljanje noću. Kupola nije mehanički mijenjana. Konisti se postojeća teleskopska glava TPN uredaja, modificirana tako da može primiti pasivne infracrvene slike. Glavno zrcalo termovizijskog uredaja je mehanički povezano s TPDK-1 ciljničkim uredajem. Postojeća veza TPDK-1-dnevni ciljni uredaj i laserski daljinomjer, prijenosna osovina i mehanizam za podizanje ostaju nepromijenjeni. Postavljanje VEGA termovizijske sprave za tvorbu slike brzo je i jednostavno.

VEGA termovizijski ciljnički uredaj pruža sljedeće:

Operacijske taktičke prednosti:

- poboljšana mogućnost borbe noću,
- vidljivost kroz maglu,
- vidljivost kroz dim i prašinu na bojnom polju,
- ugradenu opremu za provjeravanje uredaja.

Logističke prednosti:

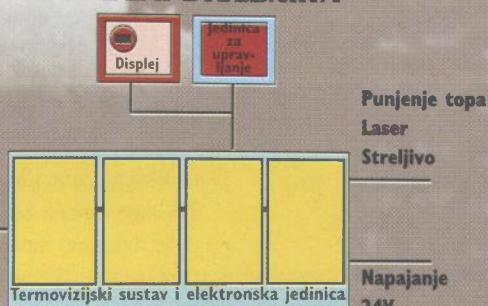
- nema potrebe za modifikacijom postojećeg sustava,
- lako postavljanje,
- lako korištenje,
- lako održavanje.

Sustav VEGA uključuje pasivni tj. toplinski odnosno termovizijski sustav za dobivanje slike **TIS** (engl., Thermal Imaging System)

Upadna IC energija



OPCIJE ZAPOVJEDNIKA



Shema termovizijskog sustava VEGA, za modernizaciju temeljnog tanka T-72

Tehničke značajke zapovjedničkog uređaja **V5580 Moderna**

Stabilizacija:

ogledalo stabilizirano žiroskopom pri izlazu struje SFIM GAM 1 G žiro

Preciznost stabilizacije:

veća od 0,2 mil

Pomak:

manji od 30° nakon kompenzacije

Otklon crte gledanja:

-azimut-kontinuiran

Brzina pregledavanja:

-elevacija -od-35° do +55°

Preciznost crte gledanja u odnosu na kutni položaj topa:

-minimalna 0,1 mil/sek

-Azmrit:

-maksimalna 900 mil/sek

-Elevacija:

+/- 0,1 mil u rasponu od +/-5°

+/- 0,9 mil u rasponu od 360°

+/- 0,1 mil u rasponu od 0° do +10°

+/- 0,2 mil u rasponu od -10° do +20°

Optičke značajke

NFOV

WFOV

Povećanje:

x 10,5

x 3,2

FOV

85 mil

285 mil

(5°)

(16°)

Fokusiranje okulara:

5 a + 2 dioptera

Izlazna zjenica:

4,5 mm

Optička rezolucija:

20 par crta/mil

Vrijeme potrebno za promjenu povećanja: M x 10,5/M x 3,2 u 0,15 sek.

Slike: S. Lekić

Tehničke značajke stabilizatora temeljnog tanka **T-72**

Temeljna ruska izvedba **T-72**

Model:

2E28M, elektrohidraulički,
2 ravnine stabilizacije

Vrijeme neprekidnog rada:

4 sata

Brzina upravljanja topom po visini:

min: 1 mrad/s (0,05 s⁻¹),
max: 61 mrad/s (3,5 s⁻¹)

Brzina upravljanja kupolom po smjeru:

min: 1,2 mrad/s (0,07 s⁻¹),
max: 310 mrad/s (18 s⁻¹)

Brzina okretanja kupole:

vozač: 310 mrad/s (18 s⁻¹)
zapovjednik: 350 mrad/s (20)

Vrijeme spremnosti za rad:

1.5-2 min

Granični kutovi po visini:

-5° do 15°

Temperatura okoline:

-40°C do + 50°C

Hidrauličko ulje:

HUNT-S

Slike: S. Lekić

koji formira sliku na temelju temperaturne razlike zračenja objekta i okoline (**SPRITE** tehnologija). Belgijска војска користи VEGA-u kod svoje inačice poboljšanog tanka **Leopard 1**. Ovaj noćni termovizijski ciljnički uređaj, se veličinom uklapa u postojeće mjesto aktivnog ciljničkog uređaja TPN-1 za gađanje noću, a zadržava se postojeći periskop i nadzorni mehanizam. Ciljatelj vidi infracrvenu sliku na minijaturnom monitoru visoke rezolucije, izravno kroz veliki okular. SPRITE toplinska slika sastoji se od 512 infracrvenih crta, svaka sa 790 točki po crti, što ukupno čini 400.000 točaka po slici, a to je dvostruko više nego kod uobičajenih američkih modula. Kao rezultat toga, TIS daje mnogo bolju rezoluciju za isto vidno polje, odnosno mnogo veće vidno polje s istom rezolucijom. TIS je također opremljen s teleskopom za dvostruko povećanje. **Elektronska jedinica** sustava za tvorbu toplinskih slika (TISEU) sustava VEGA, integrira balističko računalo sustava za upravljanje paljbom s FLIR

nadzorom, procesorom signala, lasera, senzora, uređaj za odabir streljiva i automatski sustav za punjenje topa. Ugradena je oprema za provjeravanje sustava. Energetsko napajanje je 24 V. Ciljatelj jednostavno pritisne laserski uređaj za određivanje udaljenosti cilja, balističko računalo očitava balističke parametre, izračunava potrebnii kut pretjecanja i pokreće označku ciljničke točke u obliku obrnutog slova "V" na slici. Ciljatelj dobije cilj s novom mrežom i oznakom indikatora paljbe i pritišće okidač.

Verzija s proširenim mogućnostima, pod nazivom **VEGA Plus**, ima nadzorni uređaj za zapovjednika, kao i monitor na kojem zapovjednik može pratiti gađanje, kao i brzinomjer koji prati kretanje cilja, uređaj za mjerjenje kuta nagiba, te senzore za atmosferske uvjete, a sve je to ugrađeni u ciljnički uređaj. VEGA Plus sustav povezan je mehaničkom vezom s topom, pa tako može koristiti i pogodnosti stabilizacije. Tu je i električna veza s postojećim TPDK-1 ciljnikom i laserskim uređajem za određivanje udaljenosti cilja i uređajem za odabir streljiva. Kako se cilj često gubi iz videokruga dok se top povlači u položaj za punjenje, za VEGA sustav je izrađen "inteligentni vezni mehanizam", koji održava cilj na crti gađanja za vrijeme punjenja, tj. stabilizator s neovisnom crtom ciljanja. Kad počne postupak punjenja, ovaj uređaj oslobada mehaničku vezu između topa i ciljnika, tako da ciljnik ostaje usmjeren na cilj za vrijeme čitavog slijeda rada. Kad je glavni top napunjen i kad se vrati u položaj gađanja, mehanička veza se ponovno uspostavlja.

Uredaj zapovjednika

Kako bi se ispunio zahtjev slovačke vojske da se zapovjedničko mjesto u tanku poboljša na razinu motrenja zapadnih tankova i prioriteta gađanja, Moderna je počela koristiti isti uređaj **SFIM VS 580** panoramsku napravu, kakvu trenutačno koriste poboljšani belgijski **Leopard 1**, francuski **Leclerc**, britanski **Challenger 2**, korejanski **Type 88** i drugi tankovi. VS 580 naprava omogućava rotaciju i pogled od 360 stupnjeva, te dvoravninsku stabilizaciju crte gledanja, a omogućava zapovjedniku da motri, uoči i identificira ciljeve daleko izvan učinkovitog dometa glavnog topa, čak i u pokretu. Osim toga što može raditi kao nezavisni uređaj za motrenje, ovaj sustav može raditi i zavisno (kad uređaj slijedi os topa), te kao uređaj za navođenje na cilj (kad top slijedi uređaj). Sustav VEGA također zamjenjuje prethodni dvoravninski žiroskopski uređaj i uводи **SFIM 8041V** žiroskopsku jedinicu, koja na izlazu daje tri kutne brzine i dva ubrzanja, a njih zatim obrađuje balističko računalo.

Prilagođeni panoramski uređaj zapovjednika **V5580 Moderna** ima sljedeća svojstva:

- panoramski pogled bez ograničenja (n x 360),

- dvoravninsku stabilizaciju (vertikalnu i vodoravnu),
- izravno gledanje po danjem svjetlu,
- dva polja gledanja (FOV):
 - široko polje gledanja (WFOV) za motrenje i
 - usko polje gledanja (NFOV) za traženje cilja,
- tri načina rada:
 - neovisno,
 - povezan, slijedi os topa,
 - usmjeren na cilj-nadzire top,
- laserski uredaj za određivanje udaljenosti cilja (LRF)
- noćni kanal (pojačalo slike), i toplinski kanal.

V5580 panoramski uredaj zapovjednika osigurava finu stabilizaciju crte gledanja, pa zapovjednik može motriti, uočavati i raspoznavati ciljeve značajno izvan dometa topa i izvan neprijateljskog dometa. Preciznost V5580 naprave je takva da zapovjednik može pronaći i pogoditi neprijateljske ciljeve na velikoj udaljenosti i dok je tank u pokretu. Za vrijeme topničkog napadaja, odnosno pod ABK uvjetima (atomsko, biološko, kemijskim), zapovjednik može ostati u kupoli i u potpunosti koristiti prednosti oklopa, a u isto vrijeme pridonijeti borbenoj gotovosti vozila. Zahvaljujući mogućnosti tihog motrenja nije potrebno okretati kupolu, pa motor može biti isključen kad se tank nalazi u zasjedi ili na čekanju.

Stabilizacija topa i strojnica

Stabilizator 2E28M na temeljnem tanku T-72 je elektrohidraulički sustav koji služi za osiguranje točnosti i brzine iz topa i povezane strojnica. Zajedno s uredajem za ciljanje TPDK-1, stabilizator osigurava:

- stabilizaciju i upravljanje topom i strojnicom u vodoravnoj i vertikalnoj ravnini pri kretanju tanka,
- kontinuiranu promjenu brzine upravljanja,
- pokazivanje ciljeva ciljatelju od strane zapovjednika,
- upravljanje topom i strojnicom u vodoravnoj ravnini i bez stabilizacije (okretanje kupole),
- okretanje kupole od strane vozača.

TPDK-1 ciljnički uredaj temeljnog tanka T-72

Uredaj za ciljanje i laserski daljinomjer TPDK-1, je optičko-žiroskopska naprava za navođenje topa i povezane strojnice na cilj po smjeru i po visini u režimima stabilizacije i polustabilizacije, te mjerjenje udaljenosti do ciljeva u području 500 m do 4000 m, dobre dnevne vidljivosti. Radi



Pogled na detalje stražnjeg dijela tanka Moderna

prijenosu kuta elevacije topa, uredaj za ciljanje TPDK-1 je mehanički - paralelogramom, povezana za postolje topa. Glavni dijelovi laserskog daljinomjera su dijelovi za upravljanje, blok za mjerjenje udaljenosti, blok za uvođenje udaljenosti, blok za napajanje, elektroblock i dijagram balističkih popravki. Blok za mjerjenje udaljenosti je optoelektronski uredaj namijenjen za mjerjenje udaljenosti, a radi po načelu proračuna vremenskog intervala od predaje i primanja laserskog snopa. Blok za uvođenje služi za automatsko pomicanje ljestvice duljine prema izmjerenoj udaljenosti, pomicanje konačnice uredaja za ciljanje po visini za iznos kuta elevacije koji odgovara izmjerenoj duljini. Za stabilizaciju vidnog polja i zadržavanje oznake na cilju pri kretanju tanka po neravnom terenu, u uredaju za ciljanje je ugrađen stabilizator vidnog polja u vertikalnoj ravnini pomoću pozicijskog žiroskopa (tri stupnja slobode).

Uredaj za ciljanje TPN-1-49-23, je stara naprava za motrenje bojišta, ciljanje i korek-

Tehničke značajke uredaja za ciljanje TPDK-1 temeljnog tanka T-72

Dnevna uporaba

Najveća udaljenost gađanja:

| | |
|-----------------------------------|-------|
| - pancirni potkalibarni projektil | 4000m |
| - kumulativni projektil | 4000m |
| - trenutno-fugasni projektil | 5000m |
| - strojnica 7,62 | 1800m |

Povećanje optičkog sustava:

8x

Vidno polje:

9°

Mjerjenje udaljenosti laserom:

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| - za dobru vidljivost | 500-3000m |
| - za meterološku vidljivost 10 km | 4000m |

Rasipanje izmjerene udaljenosti:

| | |
|-----------------|------|
| - 500 - 3000 m | 10 m |
| - 3000 - 4000 m | 15 m |

Područje rektifikacije smjera i visine:

+/-0,09

Kutevi upravljanja stabiliziranim crtom ciljanja po visini:

-15 st do +25 st

ciju paljbe pri gađanju iz topa i povezane strojnice noću, pri dometima do 800 metara. Smještena je naprijed - lijevo od ciljatelja. Paralelogramom je preko uredaja za dnevno ciljanje TPDK-1, po-

vezana s postoljem topa. Glavni dijelovi naprave su: dvogled TPN-1-49-23, blok za napajanje, IC reflektor. U sustavu termovizije, zamjenjuje se s ciljničkim uređajem VEGA.

Budući da su kod temeljnog modela T-72 tanka tehnološki zastarjeli elementi i upravljački sustavi, koji ne zadovoljavaju zahtjevima suvremenih sustava za upravljanje paljbom. Stoga se potražilo novo rješenje od tvrtke SABCA, **prvi koncept**: LIRA, VEGA - zamjena za TPN-1, nadgradnja postojećeg stabilizatora T-72 u vertikalnoj i vodoravnoj ravni (u razvoju SABCA, **drugi koncept**: ORION, SAIPH-T72, ima potpuno integriran sustav zamjena za TPN-1 i TPDK-1). Ono udovoljava zahtjevima glede stabilizacije kod ispaljenja, bez obzira da li se tank kreće ili stoji i da li cilj stoji ili se kreće. Nadzorna kutija K1, žiroskop i dizajn topa su poboljšani. Za stabilizaciju starih modela T-72 tanka koristio se žiroskopski uređaj pričvršćen na postolje topa. Taj se uređaj temelji na sada zastarjelim žiro tehnologijama. U zamjenu za njih sad se koristi **žiroskopski paket DA 8041V**. On daje izlaz od tri kutne brzine i dva ubrzanja. Signali s DA 8041V žiroskopa obrađuju se i pojačavaju tako da se mogu povezati s pokretima topa i kupole. Strujni kružni generiraju i signale u svezi s pogreškama, a oni se upućuju do LOS elektronske jedinice za stabiliziranje. Postignut je i napredak glede preciznosti topa, tj. učinjene su i neke konstrukcijske promjene u dizajnu topa da bi mu se povećala preciznost.

Sustav za upravljanje kupolnim naoružanjem tanka Moderna sastoји se od računala koje vrši balističke proračune i servo procesiranje (koje se prethodno vršilo uz pomoć K-1 "kutije"). Računalo daje dvoravninske podatke za glavni top, tako što obrađuje signale koji dolaze iz žiroskopske jedinice. Računalo također daje balističke proračune za panoramsku napravu zapovjednika, pozicijski nadzor topa i kupole, servo procesiranje, a ugrađen je i uređaj za provjeravanje opreme, kalibriranje, te rješavanje problema oko oštećenja nastalih zbog otkaza ili u borbi. Nadalje, ono se povezuje sa senzorima sustava i s integriranim **laserskim sustavom za upozor-**

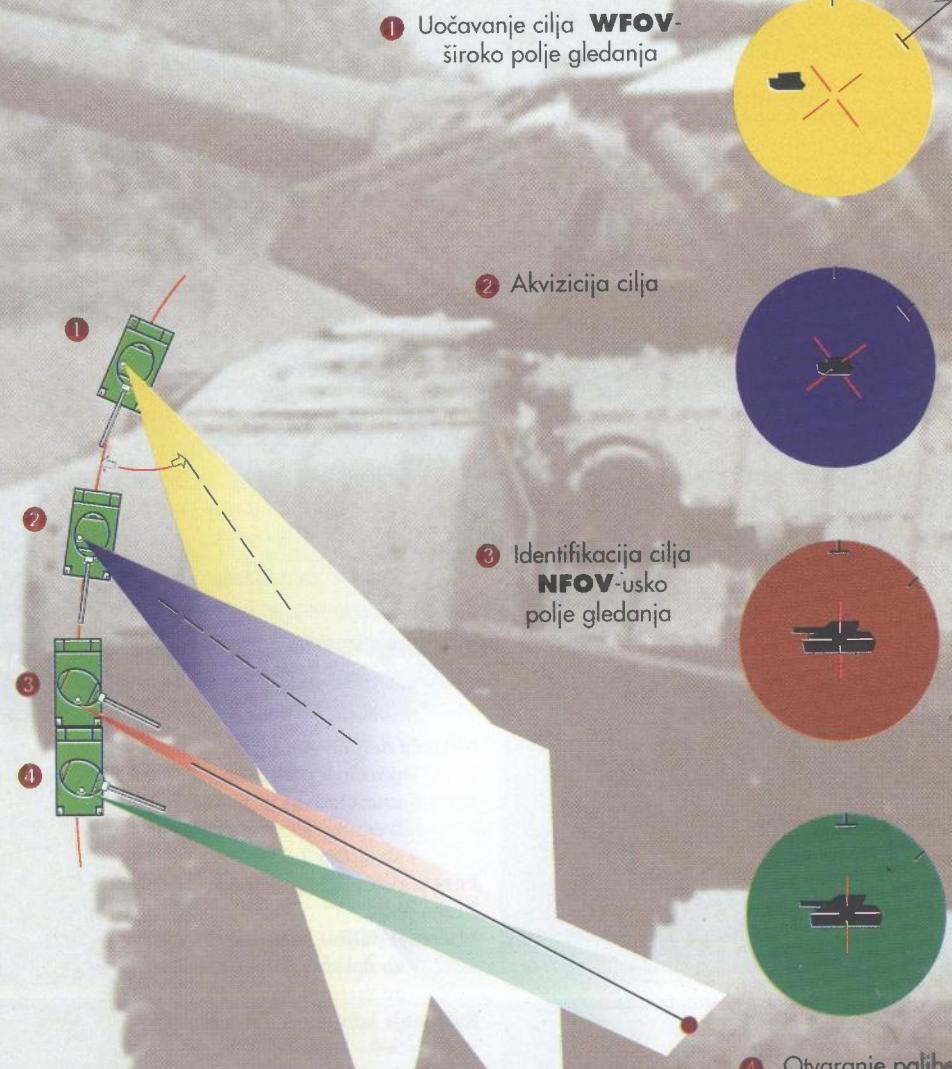
Tehničke značajke uređaja za ciljanje **TPN-1-49-23** temeljnog tanka T-72

| | Noćna uporaba |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Model: | IC, monokularna |
| Povećanje: | 5,5x |
| Vidno polje: | 6° |
| Daljina motrenja i gađanja: | 600 do 800 m |
| Periskopičnost: | 260 mm |
| Izvor IC svjetla: | reflektor L-2AG s IC filterom |

Foto: S. Labura

vanje (ILWS). ILWS daje automatsko prethodno upozorenje koje dolazi preko infracrvenih reflektora i laserskih uređaja za pronalaženje cilja, a koje koristi zračne ili kopnene platforme. Ovaj uređaj identificira vrstu napadaja i smjer iz kojeg dolazi, te

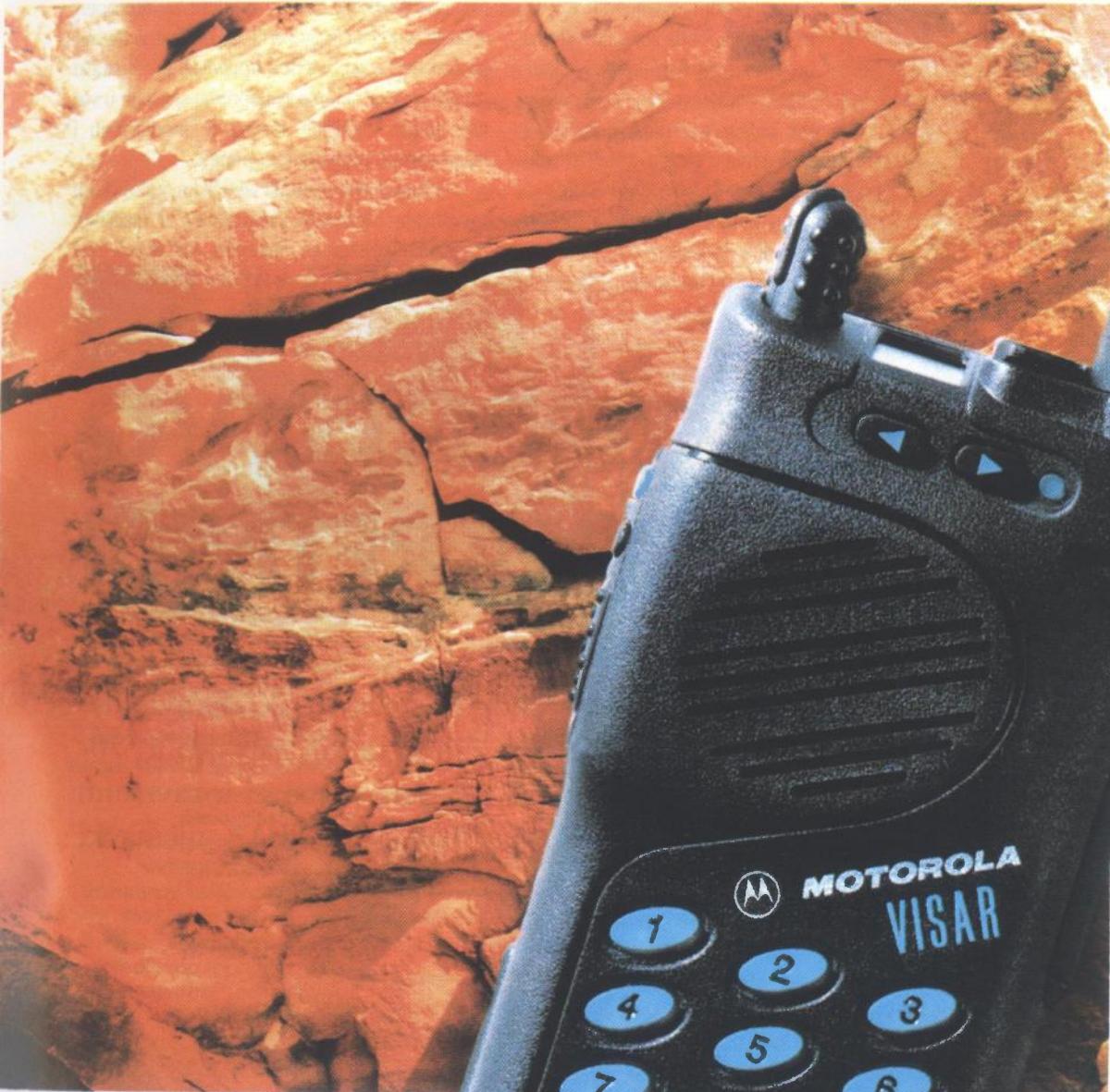
SHEMA OPERATIVNOSTI TAKTIČKE UPORABE SUSTAVA ZA UPRAVLJANJE PALJBOM **VEGA**



omogućava posadi da poduzme odgovarajuća djelovanja, odnosno manevar za izbjegavanje ili korištenje dimnih granata. (nastaviti će se)

**CONTROL
ENGINEERING**

d.o.o. RIJEKA



VISAR

PROJEKTIRANJE • INŽENJERING • ZASTUPSTVA
M.ALBAHARIJA 14, 51000 RIJEKA, TEL. 051/ 513-510 • 051/ 513-692• FAX. 051/510-419

Josip PAJK

Za europske oružane snage, dani paljbenih zadaća širih razmjera (na razini divizije i više) su sigurno prošli, što ni u kojem slučaju ne mora biti točno za obrambene snage stacionirane, ili koje treba poslati u neko krizno područje. U svakom slučaju, njihova topništva trebaju makar pokazati da posjeduju sposobnost združenog gađanja različitim cijevnim, topničkim i raketnim oružjem, ako ni zbog čega drugoga, onda zbog odvraćanja potencijalnog protivnika od napadaja na njihov nacionalni teritorij. U razvijenim zemljama postoji i želja da se takve zadaće koordinacije gađanja i veliki broj drugih s njima u svezi mogu obavljati i u kontekstu zadaća snaga za brze intervencije.

Ovaj zadnji zahtjev posebnu pozornost poklanja strategijskoj predislokaciji, visokoj taktičkoj mobilnosti, minimizaciji logističkih

ograničenja, te združenom djelovanju. U ovom zadnjem slučaju, topničku potporu za snage koje se iskrcavaju na određeno područje čine i oružja na zračnim i pomorskim platformama, zajedno s onim snagama na kopnu. Komunikacijski problem se dodatno komplicira ako su snage nastale koalicijom različitih zemalja. Zbog svega toga korisnici su i sami morali izmijeniti svoje zapovjedne platforme i preispitati hijerarhijsku strukturu topničke potpore, oružja i zahtjeve za interoperabilošću. Da bi odgovorili na ovakve zahtjeve, proizvođači zapovjedno-upravljačkih sustava topništva svoju sklopovsku opremu spuštaju u sve niže razine topničkih sustava te modificiraju i odgovarajuću programsku opremu.

Pостоји више приступа тактичком и техничком управљању топничким капацитетима у разлиčitim земљама (војском). Међутим, још увек није јасно дефинирано на којој је релативној најбоље управљању.

ZEMALJSKO TOPNIŠTVO NA PREKRETNICI

Nekoliko sofisticiranih i skupih sustava za upravljanje gađanjem zemaljskog topništva, čiji je razvoj započeo u '70-tim ili ranim '80-tim godinama tek sada se nalazi u završnim fazama razvoja. Među njima su: francuski ATLAS, njemački ADLER, britanski BATES i američki AFATDS

Slika prošlosti? Izraelske haubice 155 mm M109A18 tijekom operacije u Libanonu 1982. godine



FOTO: IDR

ati gađanjem (na izvidničko-motriteljskoj postaji, bitnici, bojni ili višoj razini). Primjerena upravljačka konfiguracija toliko zavisi od scenarija odvijanja borbi, da korisnik mora biti što je moguće fleksibilniji u tom pogledu, pa prema tome na raspolaganju mora imati i opremu koja će mu to omogućiti.

Problem

Dok se ovakve rasprave o hijerarhijskoj strukturi sustava nastavljaju, profesionalni topnici (barem oni britanski i američki) zaokupljeni su bližim problemom. Izvorna logika, kojom se topništvo čini dijelom u potpunosti fleksibilnih "na sposobnosti temeljenih" obrambenih snaga,

ne dovodi se u pitanje, no naglašava se da su jedine operacije koje se vode danas one u Bosni i Hercegovini, na Haitiju, u Panami, Ruandi, Somaliji i sl. U takvom kontekstu je izbjegavanje kolateralnih oštećenja prioritetno, a za uporabljeno topništvo, točnost, konzistentnost i stroga pravila uporabe topništva automatski postaju nezaobilazni zahtjevi.

To znači da topništvo mora biti sposobno djelovati i kao "snajper" uz klasičnu zadaću pokrivanja sektora u svrhu pripreme, presretanja i zaprečavanja, ako za takvim djelovanjem danas potreba još postoji. Tako "kirurška" paljba nije samo potreba američkih snaga za brze intervencije. Unutar kritične zone borbenih djelovanja (oko 20 km) gdje je uporaba zrakoplovstva, zbog jake protivničke PZO, riskantna, postoji stalna potreba za brzim i točnim topniškim djelovanjem po ciljevima koji vrlo brzo mijenjaju položaj, no u ovakvim slučajevima je opasnost od krivog usmjeravanja oružja i pogodanja vlastitih snaga vrlo velika, te trebaju biti primijenjena stroga pravila tijekom gađanja. U takvim okolnostima su "skalpel" puno pogodniji od "sabli" za postizanje preciznih pogodaka okloppljenih vozila, topničkih oružja i drugih visoko-vrijednih ciljeva.

Trebaju li topovi?

Studije učinkovitosti koje se trenutačno pišu naglašavaju da su ograničenja svakog pojedinog oružja takva da je opravdano zadržavanje svih njih u operativnoj uporabi, ako novac nije problem, naravno. Međutim, stalnim napretkom tehnologije, čini se da postoji mogućnost da se tradicionalno topničko oružje kao što je haubica u potpunosti izbaci iz uporabe.



Britanska vojska potpuno uvođenje svojeg zapovjedno-upravljačkog sustava za zemaljsko topništvo BATES, očekuje u 1996. godini. U međuvremenu, DRA ispituje sustav MARTIS (engl., MARTIS - Management of Artillery Resources Tactical Information System), inteligentni, na znanju zasnovani sustav za potporu taktičkom odlučivanju u planiranju zadaća zemaljskog topništva. GEC-Marconi, jednostavniju inačicu sustava BATES nudi za izvoz pod nazivom Surefire (na slici). Ta će inačica najvjerojatnije biti temelj za ponudu na predstojećem natječaju za sustav LACS (engl., LASCS - Lightweight Artillery Computing System) namijenjen za topničku potporu britanskim snagama za brze intervencije



FOTO: ARI

Slika budućnosti? "Kirurško" topništvo još uvijek može imati značajnu ulogu u politički osjetljivim "operacijama koje nisu ratne". Američka vojska ispituje - automatizirani sustav za precizno gađanje haubicama M198

Umjesto njome, sve zadaće gađanja šireg područja u većoj dubini protivnika mogu se izvesti VBR-ovima (**MRLS - Multiple Rocket Launchers System**), dok bi se "snajperske" zadaće mogle dodijeliti novoj generaciji visoko-preciznih optički vođenih (**FOG - Fibre-Optically Guided**) raket. One već imaju domet od 20 km s naznakama da ga je moguće povećati i na više od 80 km.

Međutim, VBR-ovi su još uvijek previše neprecizni i logistički zahtjevnji za uporabe koje ne spadaju u klasični ratni sukob većeg intenziteta, a FOG sustavi su još uvijek toliko zavisni od operatera i terenski ograničeni da bi se mogli uporabiti na terenima koji nisu ravnice. Haubice sa svojim kompletom streljiva su uglavnom lakše za prijenos od bilo kojeg VBR i mogu se uporabiti i u slučajevima gdje su FOG rakete neuporabljive. Njihove značajke su takve da se iste bitnice, bez potrebe za mijenjanjem njihova položaja, mogu uporabiti i za blisku potporu, i za zadaće presretanja protivničkih pričuvnih snaga na udaljenostima od više desetaka kilometara.

Međutim, bez skupih upravljaljnih projektila (**kao što je laserski navođeni Copperhead**) ispaljenih iz namjenskih haubica, današnji topnički sustavi su vrlo neprecizni, no potencijali za njihov razvoj još uvijek postoje. Iz tog razloga su združeni istraživačko-razvojni kapaciteti u Velikoj Britaniji i Americi nakon pokretanja razvoja "kompetentnog" ili "sensitivnog" streljiva sada zaokupljeni poboljšanjima u samoj opremi za upravljanje topničkim gađanjima. Napor se usmjeravaju u prvom redu na tegljene haubice, mada su neka od poboljšanja direktno primjenjiva i na samohodna oružja. Bilateralna suradnja bit će uskoro uspostavljena na zajedničkoj procjeni lakih 155 mm-tarskih topničkih sustava s pripadajućom opremom za upravljanje gađanjem, čije bi inačice



FOTO: IDR

Slovenska tvrtka Fotona (bivša Iskra) najavila je završetak razvoja sustava **Artes-1000** vrlo prenosivog i hijerarhijski fleksibilnog. Temeljna konfiguracija na tronošcu sadrži goniometar s ugrađenim elektroničkim kompasom i balističkim računalom, **RLD-E** laserski mjerač daljine bezopasan za oči, i šest-kanalni **GPS** prijamnik ugrađen u dršku. Prednji panel ima **LCD** zaslon sa stražnjim osvjetljenjem 4x20 slovnih znakova i ravnu tipkovnicu s 24 tipke. Sustav ima i dva **RS232** kanala za spoj s dodatnim senzorima i komunikacijskim sustavom, te treći za provjeravanje sustava. U samostojeočoj inačici Artes-1000 je namijenjen motrenju i identifikaciji ciljeva (moguća dogradnja i termovizionske kamere). Istaknuti motritelj pomoću ovog sustava može obaviti sva mjestopisna mjerena i proračune, spremiti podatke o ciljevima i druge (logističke) podatke, obaviti planiranje paljbe, te proračunati podatke za usmjeravanje najviše osam oružja, koje prenosi ili glasom ili direktno digitalnim kanalom. Osim toga Artes-1000 može se uporabiti kao računalo u sklopu zapovjednog mjeseta bitnice uz dodatak grafičkih pokazivača, printeru i meteoroloških sustava, ili (bez laserskog mjerača daljine) kao jednostavni pokazivač podataka na topu.

nevođenih balističkih projektila dovesti unutar kruga polumjera 200 m oko cilja koji se nalazi na udaljenosti od 40 km. Takvi se rezultati predviđaju u slučaju postojanja neke vrste mjerena trajektorije s čvrstom strukturom sustava upravljanja gadanjem. Među sustavima koji prate putanju projektila koji se trenutno ispituju je i Grummanov monoimpulsni radar koji se montira na top, te ARL-ov sustav **TRAC/GPS** koji koristi poseban registracijski projektil s ugrađenim GPS-om umjesto upaljača. Uz poboljšanja samo na topu, najbolja točnost koja bi se mogla postići na 40 km je 6 mil (mil = 1/6400 punog kruga) vjerovatne kružne pogreške.

Različiti paketi za modernizaciju sustava upravljanja namijenjeni smanjenju dijela ili svih pogrešaka iz uočene skupine, sada se ispituju. Središnji čimbenik svih je sustav za automatsko ciljanje i usmjeravanje (engl., **APS - Automatic aiming and Pointing System**) temeljen na žiroskopima s laserskim prstenom kojima se pogreške usmjeravanja senzora mogu smanjiti s oko sadašnjih četiri na jedan mil, te (naravno) pogreške usmjeravanja topa u sličnim granicama uz dužnu kalibraciju i prilagodenja vrsti oružne platforme. Točnost predviđanja početne brzine projektila moguće je povećati ugradnjom na top radara za mjerjenje stvarne početne brzine (prethodno) ispaljenih projektila, te posebno ako se u obzir uzmu još i podatci o temperaturi barutnog punjenja, seriji baruta, temperaturi u komori, masa i ostali podatci o samom projektilu prije njegova ispaljenja.

Povećanjem zahtijevanih dometa povećava se i duljina cijevi. Kako raste duljina cijevi tako se povećava i njezin kut savijanja (deformacija) zbog same težine cijevi (pogreška može narasti do 3-4 mil na malim elevacijama). Ova se pogreška može poništiti mjerjenjem stvarnog položaja usta cijevi referentnim sustavom. Ovakav sustav je mnogo složeniji od onoga koji se uporablja na tankovima gdje su kutevi maksimalne elevacije puno manji a cijevi su opremljene termičkim ovojnjacima. Takvi sustavi bi se trebali ugrađivati i na haubice, kako na lasersku zraku koja se odbija s referentnog ogledala na dnu cijevi ne bi utjecalo toplinsko isijavanje same cijevi.

Nova generacija manjih i snažnijih procesora sposobnih za obavljanje brzih prostornih i vremenskih ekstrapolacija meteoroloških podataka mogu dati točnija predviđanja za specifično usko područje na kojem se obavlja gadanje nego globalna predviđanja za šire područje koja se obavljaju u meteorološkim postajama.

Vode se diskusije koliko je opravdano daleko ići u povećanju točnosti sustava, no ako se i na 40 km žele postići točnosti koje se danas postižu na 25 km, tada su ova poboljšanja nužna, tj. bolji uvid u početnu brzinu projektila i stvari položaj usta cijevi topa, raščlamba putanje projektila u stvarnom vremenu, uz češće osvježavanje meteoroloških podataka, i to sve u sustavu za



FOTO: THOMSON-CSF

Zapovjedno središte u vozilu francuskog sustava ATLAS kojeg je razvio Thomson-CSF. Prvi sustavi namijenjeni upravljanju gađanjem i taktičkim proračunima za sustave VBR već su isporučeni

Artillery Accuracy Improvement Analysis) koja je izgrađena u vojnom sre-dištu za zemaljsko topništvo u Fort Stillu. Objekti su pokazale da, uzimajući u obzir sve čimbenike koji utječu na trajektoriju projektila, i, gdje je god to moguće, smanjenjem potencijalnih pogrešaka svakog od tih čimbenika, je teorijski moguće 75 posto



FOTO: HAI

Grčki sustav Pythagoras namijenjen upravljanju gađanjem zemaljskog topništva na razini bitnice i/ili bojnama, moderniziran je dodavanjem sustava za digitalni prijenos poruka Hermes (sasvim desno) nedavno razvijenog u Hellenic Aerospace Industry. Težak je 1.8 kg i u sebi ima ugrađen FSK radio modem od 600/1200 bita/s i RS232 sučelje za vezu s računalom ili laserskim mjeričem daljine

upravljanje gađanjem svakog pojedinog topa.

Još uvijek u nekim sredinama postoje doknade prema opremanju svakog topa vlastitim sustavom za balistički proračun (engl., **OBC - On-board Ballistic Computation**), no, kako ugradnja dodatne računalske kartice u sustave koji već imaju odgovarajuću prikazačku i komunikacijsku opremu nema većeg utjecaja na cijenu sustava, broj topova s ugrađenim OBC stalno raste.

Prvi eksperimentalni OBC sustav ispitana je prije 15 godina na jednoj američkoj vježbi. Temeljni razlog zbog čega je na top preseljen balistički proračun bila je intencija da se poveća učinkovitost tadašnjeg sustava Copperhead u protutankovskoj borbi, omogućujući direktnu vezu istaknutog motritelja i topa, smanjujući tako mogućnost ometanja radio-veze koja bi se normalno zatvarala preko nekog zapovjednog središta, te radi postizanja raspršenog razmještaja topova.

Pobornici združene (masovne) uporabe topništva (i to uglavnom oni koji na raspolažanju nemaju sustav sličan Copperheadu), tada su kao i danas bili protiv OBC, pravdujući to time što jedan top vrlo rijetko sačinjava i paljbenu postrojbu. Tehnička potpora upravljanja gađanjem se vrlo učinkovito može obavljati i na razini bitnice ili bojne. Osim toga, po njihovim riječima, OBC ne smanjuje cijenu sustava u cijelini, jer je za gađanja više ciljeva u složenim uvjetima bojišnice ipak potrebna stalna veza s nekim višim zapovjednim središtem.

Što se tiče komunikacija, čak i protivnici OBC priznaju da se u složenijim uvjetima gađanja može prijeći prag zagruženja komunikacija, pa da je sa stanovišta, kako vremena reakcije sustava, tako i elektroničkih protumjera (ometanja) bolje imati mogućnost balističkog proračuna na svakom oružju, no za to kažu još ne postoji potreba. OBC je možda opravdan kod djelovanja topova u paru, kakvo se predviđa za američku samovoznu haubicu **M109A6 Paladin**, ili za djelovanja jednog

topa kad više projektila istodobno dolaze na cilj (engl., **MRSI - Multiple-Round Simultaneous Impact**). Međutim, u Europi se korisnici baš ne oduševljavaju takvim rješenjem, jer smatraju da se puno kvalitetniji učinak simultanog pada na cilj više projektila postiže pogodnom koordinacijom gađanja iz više oružja, pod pr

et postavkom da brzina paljbe (tri projektila u 10-15 sekundi) koja se može postići haubicom kao što je npr. **FH70**, nije dovoljna za uništenje cilja. Osim toga, MRSI putanje povećavaju vjerojanost detekcije paljbenih položaja takvih topova protivničkim radarskim protutopničkim sustavima.

Međutim

Kako bilo da bilo, stvar je u povećanju točnosti gađanja, a da bi se to postiglo nema druge alternative nego da se sofisticirani balistički proračun obavlja na samom topu. Ako se ne primjeni OBC, nemoguće je sve podatke, od kojih je većina ionako izmjerljiva samo na topu, uključiti u pogodan proračun koji će dati pravo usmjerenje za svaki pojedini top. Gađanje šireg područja će, bez sumnje, i dalje biti jedna od značajnih zadaća zemaljskog topništva. No, dok topovi osposobljeni za precizna gađanja mogu vrlo lako obaviti i ovakve zadaće, obrnuto jednostavno ne vrijedi.

Citava rasprava se dosad temeljila na poboljšanjima koja se mogu postići na samom topu, no korištenjem "kompetentnih" ili "senzibilnih" projektila manje cijene postižu se još bolji rezultati. Osim učinka kojeg precizna po-gađanja imaju na protivnika, ona smanjuju i logistička opterećenja vlastitih snaga.

Cinjenica je da su za sva ova poboljšanja potrebni novci, pa je potrebno pomno sagledati koja i kakva poboljšanja ulti u nove i postojeće sustave zemaljskog topništva kako bi njihove značajke i cijena razvoja (modernizacije) odgovarale zadaći za koju su namijenjeni.

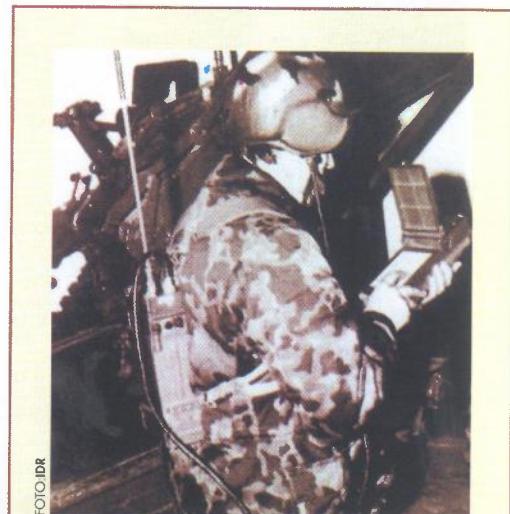
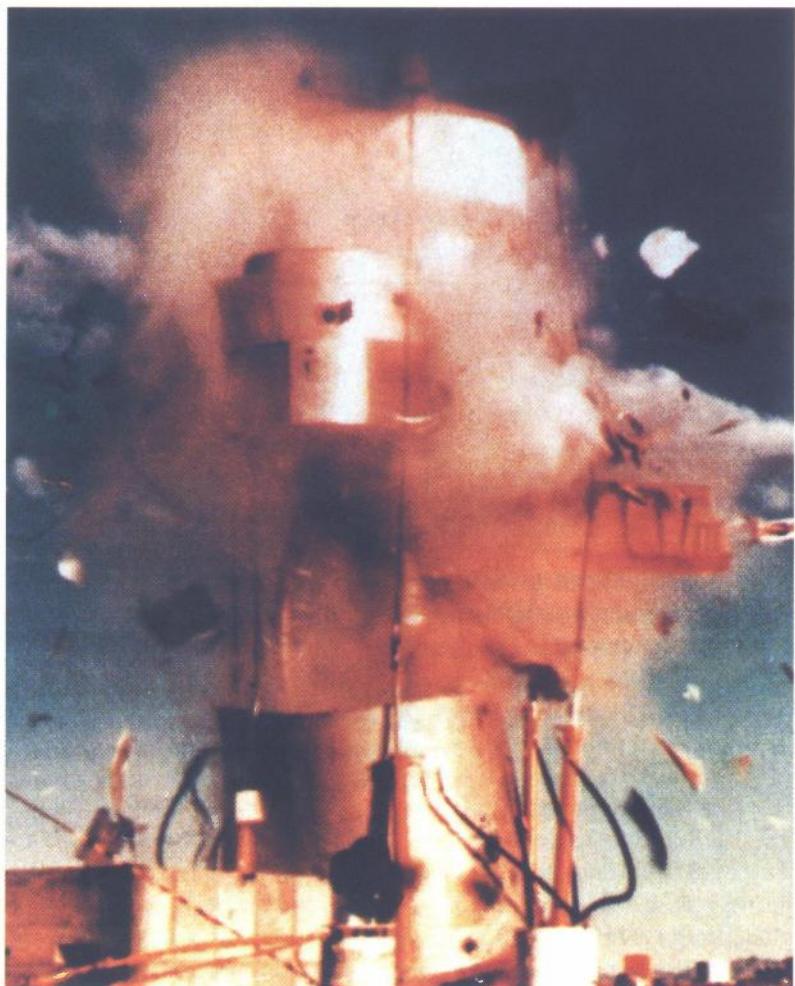


FOTO: IDR

Novi ruski sustav razvijen za potrebe topničke potpore snaga za brze intervencije je prijenosni sustav upravljanja gađanjem, **Riga**. Pogodan za uporabu kako s minobacačima tako i s topništвom, **Riga** je namijenjen za uporabu u kombiniranim zapovjednim i motričkim postajama s ljudstvom iz kopnene vojske, specijalnih postrojbi i za mornaričku topničku potporu. Sastoji se od opreme koju nosi zapovjednik-motritelj i koja je teška 17 kg uključujući baterije i VHF manpack radio. Ovaj omogućuje vezu s topničkim položajem gdje se nalazi drugi dio opreme težine također oko 17 kg. Ovaj dio opreme sadrži minijaturnu meteorološku postaju **MAMK** (6 kg) koja generira procijenjeni meteo-bilten na temelju mjerjenja u nižim slojevima atmosfere (do 4000 m), opremu za nadzor i proračun, te pokazivače za topove. Motritelj podatke o cilju priku-pija **DUK** (1,6 kg) ručnim laserskim mjeričem daljine s integriranim goniometrom, kojeg je razvila tvrtka Polyius ili ga osvjetljava laserskim pokazivačem ako se koriste laserski vodeni projektili. Sustav DUK je povezan sa sustavom **RUMB** kojeg motritelj nosi na grudima (2,65 kg) i u sebi sadrži sustav za inercijsku navigaciju i topogeodetsku napravu za pretvorbu koordinata cilja u skladu s referentnom mrežom koordinata. Mreža se uključuje u standardni oblik poruke zapovijedi za paljbu, koja se utipkava preko integrirane tipkovnice i dostavlja na paljbenе položaje. Riga može proračunati početne podatke za gađanje bitnim od šest topova u osam do devet sekundi.





Prikaz eksperimenta u kojem se ispituju mogućnosti lasera MIRACL (Mid-Infrared Advanced Chemical Laser), koji radi s deuterij-fluoridom. Njegova snaga za sada iznosi 1 MW ali radi na valnoj duljini koja se može propagirati kroz atmosferu (od 3.5 do 4.2 um)

puta 10^{14} Hz, a razdoblje titranja reda veličine nekoliko fs ($fs = 10^{-15}$ sec.). Zato se pomoću svjetlosti mogu pratiti vrlo brzi procesi u prirodi, realizirati vrlo brzi prekidači i prenositi velike količine informacija s najvećom u prirodi mogućom brzinom tj. brzinom svjetlosti.

Elektron je malena čestica ali s konačnom masom (inercijom) te je omogućio razvoj uređaja i sustava koji su u stanju da prate vrlo brze pojave s vremenskom rezolucijom od 10^{-10} do 10^{-11} sekundi. Brže prijenose elektroni, zbog svojih fizikalnih osobina, ne mogu pratiti i tu su praktički došli do granica prirodne mogućnosti elektronike.

U načelu svaki optoelektronski uređaj sadrži izvor optičkog signala, medij kroz koji se signal prostire i detektor. Ovaj članak uglavnom prati istu logiku, pa je u njemu obrađeno stanje tehnološkog razvoja lasera, prostiranje signala kroz atmosferu i optička vlakna i stanje tehnološkog razvoja detektora i detektorskih sustava. Pojedini optoelektrični uređaji ili sustavi nisu detaljno opisani, jer njihov je broj iznimno velik, a određeni optoelektronski sustavi zaslužuju cjeleviti prikaz. Više pozornosti je posvećeno temeljnim načelima rada klase uređaja i sustava da bi se temeljna zadaća tj. tendencije razvoja optoelektronike mogle bolje obrazložiti i shvatiti.

Laseri

Od pojave lasera proteklo je tek nešto više od trideset godina a oni su u tom relativno

TREND OVI RAZVOJA OPTOELEKTRONIKE

Nagli razvoj i primjena optoelektronskih sustava proizašla je iz potrebe pribavljanja pouzdane i pravodobne informacije koja je nužna za učinkoviti rad modernih sredstava ratne tehnike

Optika i elektronika su u mnogim primjenama povezane u tolikoj mjeri da je iz te vezanosti nastala nova znanstvena oblast - optoelektronika.

Ona poglavito proučava pojave u kojima se zajedno sreću foton i elektroni u međusobnoj interakciji i realiziraju funkcije neostvarive bez te interakcije. Razvoj optoelektronike se kreće u smjeru u kojem foton preuzimaju ulogu koju su prije toga imali elektroni, pa se sve češće spominje oblast, fotonika, no koja se istina još nije u cijelosti razvila. Fotoni su kvazičestice bez inercije i prostiru se brzinom svjetlosti ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s). Za vidljivu svjetlost frekvencija fotona je reda veličine nekoliko

kratkom razdoblju prošli intenzivni razvoj. Laseri se razvijaju usporedno i za vojne i za civilne potrebe i vrlo često se tehnologija razvijena u jednoj oblasti primjene prenosi u drugu. Ipak, bar kad su laseri u pitanju, vojna primjena i istraživanja vezana za njih su na višem tehnološkom stupnju u odnosu na civilne primjene. To je i razumljivo jer je laserska tehnologija vrlo suvremena tehnologija i gotovo su sve civilne primjene, kao što je obradba tvoriva, razna mjerjenja, telekomunikacije, medicina i drugo, također od interesa i za vojsku. Nasuprot tome, pojedine vojne primjene, kao što su laserska oružja, su iz više razloga nedostupne civilnom sektoru.

Na razvoju lasera radi se u mnogim lab-

Vladimir PAŠAGIĆ

oratorijima širom svijeta. Otkriveno je na stotine tvoriva u kojima je moguća laserska emisija i na tisuće emisionih crta od kojih je većina od čisto akademskog interesa. Mnogo je manji broj lasera koji imaju praktičnu, odnosno komercijalnu primjenu. Veliki broj tvrtki bavi se usavršavanjem lasera i njihovom proizvodnjom za vojsku i tržište.

Razvoj laserske tehnologije se kreće u smjeru realizacije lasera s novim tvorivima odnosno novim valnim dužinama, poboljšanja performansi i pouzdanosti već postojećih lasera i prilagodavanja lasera pojedinim vrstama primjene. Pri tome su pojedini tipovi lasera, kao što su, na primjer, helij-neonski, jonski, rubinski i neodijski, dostigli takav stupanj razvoja da su značajna poboljšanja malo vjerojatna. Kod ovih lasera napor su usmjereni k unapređenju i pojefitjenju proizvodnje, traženju novih primjena i usavršavanju osobina. Veći napredak se očekuje u drugim oblastima, kao što su valovodni i zapečaćeni CO₂ laseri, eksimerski laseri, laseri sa slobodnim elektronima i laseri X-zraka.



Prikaz postrojenja gdje se vrši ispitivanje kemijskog lasera Alpha, lasera s vodik-fluoridom koji ostvaruje snagu od 2 MW, u uvjetima koji vladaju u svemiru. Ovaj laser bit će izbačen u orbitu oko Zemlje jer se njegovo zračenje ne može transportirati kroz atmosferu zbog nepovoljne valne duljine (2.7 um)

CO₂ laser spada među lasere koji su našli najširu i najraznovrsniju primjenu i to zahvaljujući činjenici da postoji nekoliko različitih tipova ovog lasera kod kojih je zajednički aktivni medij, međutim postoje velike konstruktivne razlike, a što ima za posljedicu različite funkcionalne osobine i različite performanse. Zahvaljujući čitavom spektru funkcionalnih osobina i performansi CO₂ laseri su ostvarili najširu primjenu. Njihova uporaba u industriji se proširuje razvojem snažnih lasera kod kojih je glavni problem koji treba svladati oštećenje optičkih komponenti. Očekuje se da će oni naći mjesto i u teškoj industriji, na primjer u brodogradnji, a ne samo u primjenama gdje se zahtijeva velika preciznost ili univerzalnost.

Rezultati razvoja su pokazali da je i od valovodnih CO₂ lasera s radio-frekvencijskim pobuđivanjem moguće očekivati snage od nekoliko stotina vati a bez narušavanja kompaktnosti, stabil-

nosti, dugog radnog vijeka i kakvoće snopa karakterističnih za valovodne lasere. Rješenje se traži u postavljanju valovodnih matričnih struktura unutar jednoj optičkog rezonatora, čime se može postići višestruko povećanje snage u odnosu na pojedinačni valovod. Kako ovi laseri nisu protočnog tipa također se očekuje da će se s povećanjem snage znatno proširiti i oblast njihove primjene. Na njemu je temeljena i nova generacija vojnih daljinomjera i tzv. laserski radar, lidar. CO₂ laser je interesantan i stoga što je valna duljina njegova zračenja (10.6 um) u spektralnom pojasu termovizije. Razvojem optičkih vlakana koja bi bila u mogućnosti učinkovito transportirati zračenje CO₂ lasera njegova će se primjena još više proširiti.

Mada su poluvodički laseri već sada u masovnijoj uporabi nego bilo koji drugi tip lasera očekuje se da će se njihova oblast primjene još više širiti. U tom pogledu najveću perspektivu imaju poluvodički laseri koji odašilju zračenje u vidljivom dijelu spektra. Predviđa se da će vrlo brzo oni zamijeniti helij-neonske lasere. Uporabom lasera s vidljivom svjetlošću poboljšat će se i rezolucija štampača i zapisa na mikrofilmovima, čija je emulzija, osim toga, osjetljivija na vidljivu nego na infracrvenu svjetlost. Helij-neonski laseri su još uvek pouzdaniji, kvalitetniji i dugotrajniji u odnosu na poluvodičke koji rade u vidljivom dijelu spektra, ali je izvjesno da će ih ovi zamijeniti u većini primjena u bliskoj budućnosti.

Poluvodički laseri se, kao i druge poluvodičke komponente, pakiraju u kućišta koja im osiguravaju termalnu i mehaničku stabilnost, i zaštitu. Specifičnost ovih kućišta je u tome što ona moraju omogućiti i sprezanje s monomodnim optičkim vlaknima, a čija je debljina samo nekoliko mikrometara. Poboljšanje performansi poluvodičkih lasera ide u smjeru povećanja izlazne snage, smanjenja pobudne struje, smanjenja širine crte, povećanja širine modulacijskog opsega i generiranja novih valnih duljina, poglavito u vidljivom dijelu spektra.

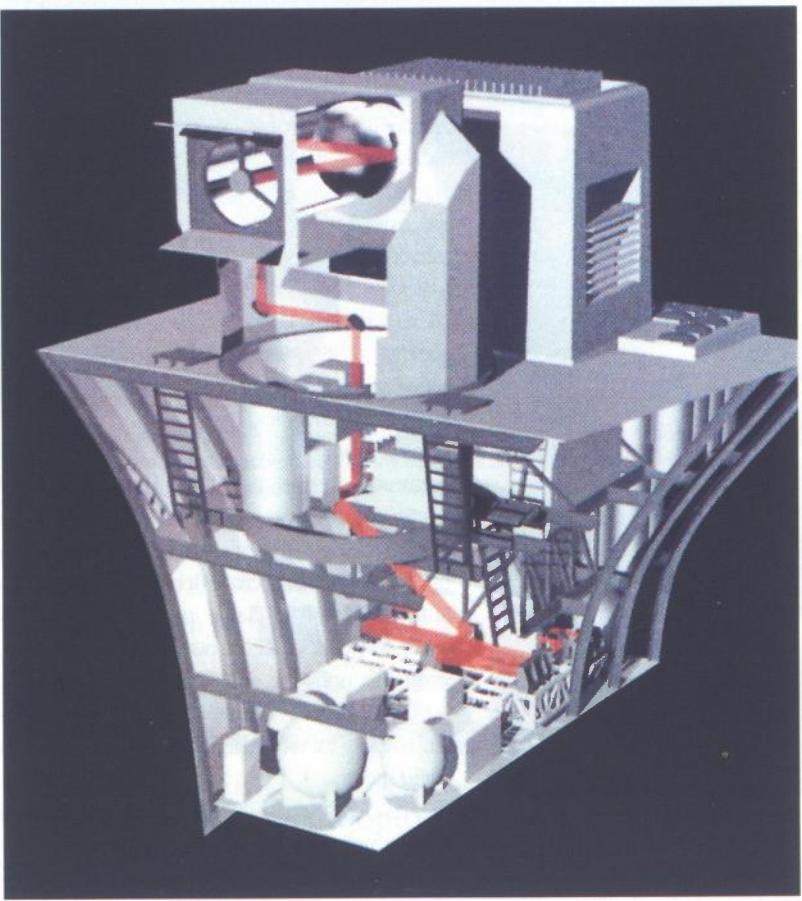
Zahvaljujući poluvodičkim laserima koji rade na većim snagama započeo je proces minijaturizacije neodijskih lasera, kod kojih se osim manjih protežnosti postiže i veći koeficijent korisnog djelovanja. Osim pobuđivanja neodijskih lasera snažne laserske diode se koriste i za noćno osvjetljavanje i slične primjene.

Usavršavanjem poluvodičkih lasera koji se koriste u telekomunikacijama stalno se povećavaju kapacitet i dužina ostvarljivih veza. Pri tome nije od primarnog značenja povećati snagu lasera, jer dvostruko veće snage ne znači i dvostruko veći domet zbog toga što je slabljenje eksponencijalno, već je važnije poboljšati njegove spektralne osobine i prilagoditi ih osobinama optičkih vlakana. Novi poluvodički uređaji, kao što su laseri s promjenjivim valnim duljinama i laserski pojačivači otvorit će put k primjeni klasičnih telekomunikacijskih tehnika.

S tehnološke točke gledišta glavni

napredak kod poluvodičkih lasera se očekuje od razvoja tehnike za formiranje tankih slojeva. To također važi i kod lasera temeljenih na solima olova koji emitiraju u dalekom infracrvenom dijelu spektra. Poboljšanjem osobina ovih lasera, ublažavanjem zahtjeva za niskim radnim temperaturama i smanjenjem cijene omogućit će se njihova masovnija uporaba.

Tijekom sedamdesetih i većeg dijela osamdesetih go dina laseri s bojom su predstavljali jedine lasere s promjenljivom prilagodljivom valnom duljinom. Tek potkraj osamdesetih godina pojavio se laser sa safirnim kristalom dopiranim titanom (Ti:safir ili $\text{Ti}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$). Ovaj laser je predstavljao krutinski ekvivalent lasera s bojom. Kristal se pobuduje ("pumpa") plavo-zelenim laserom (npr. Argonskim), a promjenom duljine laserske



Izgled cijelog integriranog sustava laserskog oružja MIRACL/SLBD (Mid Infrared Advanced Chemical Laser/Sea Lite Beam Director) u pramčanom prostoru broda. Ukupna masa sustava laserskog oružja instaliranog na brodu je otprilike 89 tona što predstavlja redukciju od oko 15 posto u odnosu na težinu topničkog sustava 127 mm/54

šupljine može se kontinuirano mijenjati valna duljina u području od 700-1050 nm. Noviji laser ove obitelji poznate i pod imenom "vibrionski" laseri (ime dolazi otud što do izmjene energije u laseru dolazi putem uzbude vibracija u kristalnoj rešetki), je aleksandritni laser ($\text{Cr}^{3+}:\text{BeAl}_2\text{O}_4$). Tipične učinkovitosti ovih lasera su oko 10 posto (tj. za pobudu od 10W dobiva se izlazna snaga od oko 1W s po izboru promjenljivom valnom duljinom). Posebno značenje ovih lasera dolazi od njihove primjene u protu i protu-protu mje-rama protiv optoelektroničkih sustava navođenja, praćenja i upravljanja. Druga značajka ovih lasera su vrlo kratki impulsi tipične duljine od oko 100fs. Daljnji smjerovi razvoja kreću k smanjenju protežnosti, potrošnje i težine "pumpajućeg" izvora

uz povećanje njihove učinkovitosti. U tom kontekstu posebno značenje ima diodno pumpanje. Smjerovi dalnjeg razvoja se kreću k direktnom diodnom pumpaju vibrionskog lasera uz proširenje opsega prilagodivih valnih duljina. Najsvježiji primjer je direktno diodno pumpan $\text{Cr}^{3+}:\text{LiSrAlF}_6$ laser.

Drugi interesantan pristup ostvarenju izvora svjetlosti prilagodivih valnih duljina su optički parametarski oscilatori. Striktno gledano OPO nije laser, jer u generacijskom procesu nije uključena inverzija naseljenosti. OPO je, naime, izvor koji generira koherentno svjetlo putem optičkog pojačanja šuma. Suština je nelinearni optički proces u kojem se koristi nelinearni kristal da se "rascijepi" foton iz pumpajućeg izvora (konvencionalnog lasera) u dva nova koji se nazivaju signal i idler ("besposličar"), "signal" ima veću frekvenciju od idlera a njihova je suma jednak frekvenciji pumpajućeg izvora. Uvjeti slaganja faza unutar kristala određuju odnos frekvencija. Promjena uvjeta slaganja faze mijenja odnos cijepanja, odnosno frekvencija te se tako prilagođava željena frekvencija. Izbor i značajke kristala za OPO su kritične, tako da se razvoj usmjerava k iznalaženju novih tvoriva i poboljšanju svojstava. Najpoznatiji kristali su KTP, LBO i BBO.

Napredak u pumpanju, povećanju konverzijskih učinkovitosti i općih performansi prilagodivih krutinskih lasera ide u smjeru ostvarenja učinkovite konverzije električne u optičku energiju prilagodive frekvencije u širokom opsegu od vidljivog do IC a u vremenskoj domeni od superkratkih impulsa (< 100fs) do kontinuiranog rada.

Najznačajnija osobina eksimerskih lasera je valna duljina njihova zračenja koja leži u ultraljubičastom dijelu spektra. U stalnom naporu da se proizvedu laseri koji rade na što kraćim valnim duljinama, zahvaljujući ovoj osobini razvoju eksimerskih lasera je posvećena posebna pozornost. Problemi koje ovaj laser ima u svezi s optikom, vijekom trajanja, radne smjese i nepovoljnim učincima na okolinu (RF smetnje, X zračenje, reaktivni plinovi) se brzo prevladavaju pa se on sve više koristi u industriji i medicini, mada je još uvijek nezamjenjiv u mnogim oblastima vezanim za znanstveno-istraživački rad.

Za sada eksimerski laseri, u pogledu valne duljine zračenja nemaju ozbiljnog konkurenta, što predstavlja još jedan poseban razlog da se njegovom usavršavanju posveti i posebna pozornost i posebna sredstva. Očekuje se da će mnogi industrijski sustavi temeljeni na ovom laseru, osobito za mikroobradbu tvoriva i proizvodnju poluvodičkih elemenata brzo ući u široku uporabu. Prvi modeli namijenjeni mikrolitografiji, markiraju na različitim tvorivima pa i teflonu, naparavanju i slično se već pojavljuju na tržištu. Ovi laseri su u mogućnosti da vrše preciznu obradbu tvoriva s točnošću od 1 um što je od iznimne važnosti za suvremenu mikroelektroniku. Međutim, najveći eksimerski laser se razvija za vojne

potrebe u Air Force Weapons laboratoriji u SAD. Ovaj laser bi trebao emitirati 100 impulsa u sekundi sa srednjom snagom od 5 kW.

Glavni smjerovi razvoja usmjereni su ponajprije na razvoj zatvorenih sustava, s mogućnošću ispaljenja milijardu impulsa u visokofrekventom režimu rada, uz veliku kakvoću snopa (veliku prostornu koherenciju i malu divergenciju).

Laser sa slobodnim elektronima se razlikuje od svih ostalih tipova lasera jer kod njega u emisiji fotona sudjeluju slobodni a ne vezani elektroni. Budući da u ovom slučaju nema diskretnih energetskih razina kojima je determinirana energija emitiranih fotona to valna duljina ovog lasera može u načelu imati bilo koju vrijednost, odnosno od mikrovalnog dijela spektra pa do X zraka. Predviđa se da će laser sa slobodnim elektronima imati mogućnost promjene valne duljine a i veliku snagu, jer energiju dobiva od snopa elektrona kojem se može putem klasičnog akceleratora predati velika energija i velika gustoća snage kako se proces odvija u vakuumu te nema medija koji bi predstavlja ograničavajući čimbenik.

Prvi prototipovi ovog lasera su pokazali da postoji dobro slaganje teorije i eksperimenata, mada se ni teorija još uvek ne može smatrati završenom, niti su svi eksperimentalni problemi riješeni. Problemi su vezani za sve ključne elemente ovog lasera, kao što su ubrzavanje elektrona do velikih energija i stvaranje prostorno periodičnog magnetskog polja sa željenim osobinama, a također i sprečavanje oštećenja optičkih komponenti do kojeg dolazi uslijed velike gustoće snage u laserskom snopu, koja je opet neophodna za uspješan rad lasera.

Kad se radi o laseru kao oružju, transport laserskog zračenja do granica atmosfere je također problem, koji istina nije direktno vezan za lasersku tehnologiju, ali joj je vrlo blizak jer će možda biti neophodno da se laser postavi u orbitu oko Zemlje.

Laserska fuzija je također kandidat za primjenu lasera sa slobodnim elektronima. O drugim potencijalnim kandidatima za sada se mnogo ne razmišlja jer su svi izgledi da će to biti vrlo skup laser na kojeg će se čekati još izvjesno vrijeme, mada se ističe da su njegove iznimne osobine interesantne za mnoge oblasti primjene. Iznimka je primjena lasera sa slobodnim elektronima u medicini, u što je na ime istraživanja uloženo 70 milijuna dolara i angažirano je oko 10 institucija u SAD. Rezultati ovih istraživanja još nisu objavljeni, ali se zna da su, između ostalog, ispitivane mogućnosti primjene lasera sa slobodnim elektronima u kirurgiji i za prečišćavanje krvi, na primer ubijanjem virusa AIDS-a.

Laser X-zraka je nastao kao posljedica nastojanja da se napravi laser koji će emitirati elektromagnetsko zračenje što kraće valne duljine. Istraživanja koja se na tom planu provode su moguća samo u zemljama koje imaju najrazvijeniju

tehnologiju sada već klasičnog nuklearnog oružja i sve što je vezano za njih je pod najvećim stupnjem tajnosti. Osim toga u laboratorijima širom svijeta se istražuju načini pobudiranja dubljih energetskih razina u atomu i stimulirana emisija X-zraka. Očekuje se da će laser X-zraka otvoriti nove mogućnosti primjene u oblastima u kojima se već koriste X-zrake, kao što su mikroskopija, litografija i slično. Međutim, postavlja se pitanje da li će laser X-zraka ili bar pojedini njegovi dijelovi moći se koristiti više nego jednom zbog mogućnosti da ih razori velika snaga koju je potrebno deponirati u aktivnom tvorivu radi njegovog pobudivanja.

U nastojanjima da se realiziraju laseri sa što kraćim valnim duljinama došlo se na ideju da se iskoriste energetske razine jezgara atoma. Ovakav bi laser emitirao snop gama zraka. Prvi eksperimenti u tom smjeru ostvareni su u Los Alamosu. Bitan korak u realizaciji takva lasera je prečišćavanje aktivnog tvoriva koje je u ovom slučaju izomer žive stvoreni u nuklearnom reaktoru. Nadalje potrebno je naći na-



čin kako se atomi tog izomera mogu ubaciti u specijalni kristal a zatim kako pobuditi aktivne atome bez rezoniranja kristala. Evidentno je da je put do ostvarenja lasera gama zraka dalek no na istom se radi i ima ime graser (od gamma rays umjesto light).

U razvoju lasera kao oružja najdalje se otislo kod kemijskih lasera.



Najsnažniji i najpoznatiji među njima je Alpha, laser s vodik-fluoridom koji ostvaruje snagu od 2 MW, a projektiran je za snagu od 10 MW. Ukoliko se ovaj laser bude koristio kao oružje morat će biti izbačen u orbitu oko Zemlje jer se njegovo zračenje ne može transportirati kroz atmosferu zbog nepovoljne valne duljine (2.7 um). Zbog toga se razvija laser koji ima ime MIRACL (Mid-Infrared Advanced Chemical Laser) i radi s deuterij-fluoridom.

Njegova snaga za sada iznosi samo 1 MW ali mu je valna duljina mnogo povoljnija za propagaciju kroz atmosferu (od 3.5 do 4.2 um). Kemijski se laseri gotovo isključivo koriste za istraživanja i to poglavito u vojne svrhe.

(nastavit će se)

Vili KEZIĆ

Razvoj atomskoga oružja za masovno uništavanje, i njemu pratećih infrastrukturna, dominirao je dvadesetak godina poslije II. svjetskog rata. Međutim, u početku šezdesetih godina velike svjetske sile zamjenjuju doktrinu "masovne odmazde" u "strategiju elastičnoga odgovora" koja se temelji na uporabi konvencionalnoga oružja na relativno ograničenim područjima. Trka u naoružavanju, prijetnje oružjem i nastojanja da se razni ciljevi velikih sila i blokova ostvare lokalnim ratovima, znatno su utjecali na ubrzanje razvoja naoružanja pješaštva. Tijekom brojnih lokalnih ratova, vođenih od II. svjetskog rata, stekla su se iskustva koja su obo-gatila teoriju i praksu vođenja borbe na nov i učinkovitiji način. Među tim novostima posebno se ističu:

- neprekidno odvijanje borbenih djelovanja i tijekom noći, u uvjetima ograničene vidljivosti, s gotovo istim intenzitetom kao i danju i u drugim povoljnim okolnostima,
- povećanje intenziteta borbenih aktivnosti u naseljenim mjestima i oko njih,
- viši stupanj mehanizacije i motorizacije, koje prati organizacijsko i tehničko prilagodavanje pješaštva za korištenje tih sredstava, ali također i za njihovo uništavanje,
- intenzivno korištenje sredstava pješaštva za protuzrakoplovnu borbu, posebice protiv raznih vrsta letjelica na malim visinama.

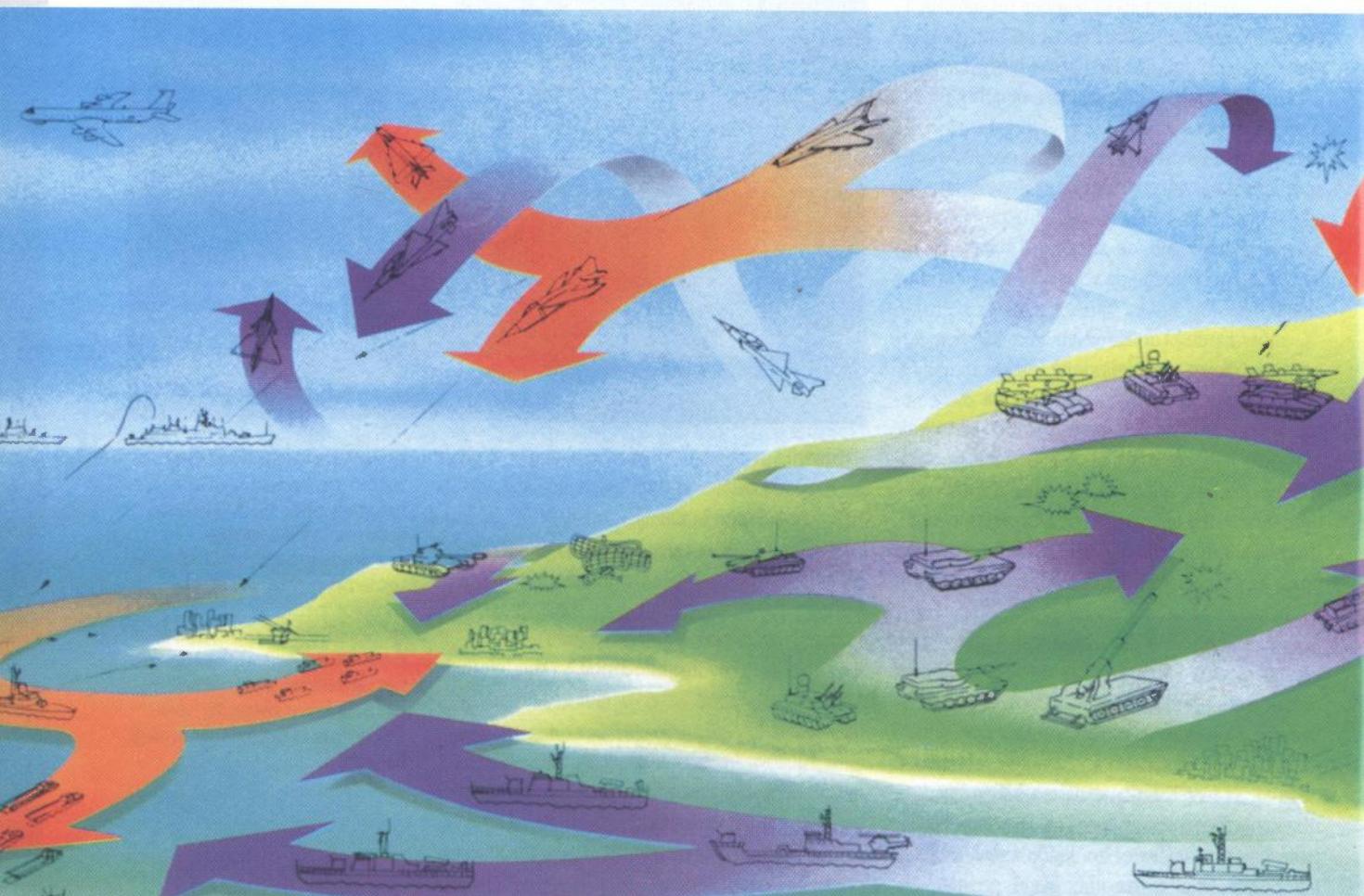
Značaj ciljeva na bojnome polju se mijenja. Većina žive sile na bojištu kreće se u borbenim vozilima (tankovima i oklopni transporterima) i iz njih djeluje, a samo povremeno i na kratko vrijeđe napušta ih zbog obavljanja posebnih zadaća.

Jasno, da je masovno korištenje oklopnih vozila uvjetovalo razvoj i uvođenje u operativnu uporabu novih generacija protuoklopnih oružja.

Osobine novih i usavršenih sustava oružja pješaštva i tehničkih sredstava, povećale su složenost borbene situacije na bojnome polju, i to u bilo koje doba dana i noći, i u svim klimatskim uvjetima. U takvim okolnostima, bitan čimbenik uspešnog borbenog djelovanja je pravodobno (na što većoj duljini) otkrivanje (detekcija) svih mogućih ciljeva i njihovih pokreta na bojnome polju, pa su se, uz razvoj oružja, počeli razvijati i uređaji za detekciju i motrenje vojnika, vozila i letjelica na malim visinama, koji su trebali omogućiti borbenu djelovanja u svim mogućim uvjetima i okolnostima. Posebno se isticao razvoj nove obitelji malih, lako prenosivih radara za nadzor bojnoga polja. Razvijala su se također i optoelektronička sredstva za motrenje, međutim, radari su bili, zbog povoljne kombinacije njihovih sposobnosti, i još uvjek su, jedinstvena i favorizirana sredstva za detekciju i praćenje fiksnih i pokretnih ciljeva na bojnome polju, danju i noću, u svim atmosferskim uvjetima, s relativno velikim područjem motrenja.

Procvat radara za nadzor bojnoga polja

Integrirano bojno polje sutrašnjice



RADARSKI NADZOR BOJNOG POLJA

Procvat radara za nadzor bojnog polja događao se ranih sedamdesetih godina, kad su vojske i industrije raznih zemalja htjele iskoristiti stečena iskustva iz ratova u Alžиру, Indoneziji i Vijetnamu, pri čemu su već 1972. godine bila 24 takva radara u različitim fazama razvoja ili proizvodnje, većinom u SAD i Francuskoj





*Konfiguracija radara
MSTAR vidjenog za vrijeme
operacije "Pustinjski štit"
1990.*

*Radar RATAC-S može se
povezati s
optoelektroničkim
sredstvima*

događao se ranih sedamdesetih godina, kad su vojske i industrije raznih zemalja htjele iskoristiti stećena iskustva iz ratova u Alžiru, Indoneziji i Vjetnamu. Već 1972. godine bila su 24 takva radara u različitim fazama razvoja ili proizvodnje, većinom u SAD i Francuskoj. Takvi radari su imali dvije temeljne namjene: (1) zadaće općeg motrenja bojnoga polja, uključujući ljudе, vozila i niskoletеće letjelice, i (2) detekciju mesta pada i eksplozije granata u svrhu korekcije topničke paljbe. Međutim, njihove potencijalne mogućnosti danas su znatno šire, pa se oni mogu koristiti i za obavljanje paravojnih zadaća kao što su nadzor granica, upravljanje kretanjem helikoptera i brodova, i za detekciju laganih i gumenih čamaca.

Zapovjednici na prvим crtama bojišta traže od ovih radara da im pruže većinu njima

potrebnih informacija za donošenje adekvatnih odluka, i to brzo, u svim uvjetima, i o svim ciljevima na što većim daljinama. Oni također traže čim lakše prenosne radare, ali ne na račun dometa detekcije, koji njima znači raspoloživo vrijeme za akciju, odnosno reakciju na prijetnju.

Očito, konstruktori trebaju kompromisno udovoljavati specifičnim zahtjevima za ovu vrstu radara posebne namjene, koji su izraženi:

- vrstom i veličinom ciljeva koje treba detektirati,
- tipovima površine bojnoga polja na kojima će djelovati, uzimajući u obzir izgrađene i prirodne prepreke na njima,
- kroz moguće atmosferske uvjete u kojima trebaju obavljati zadaće,
- svim aspektima elektroničke borbe od kojih se trebaju zaštiti,
- kroz racionalizaciju izvora električne energije za što duže napajanje radara uz što manju težinu izvora.

Neki od spomenutih zahtjeva nisu se ranije postavljali konstruktorima golemih radara za otkrivanje dalekih zrakoplova ili interkontinentalnih raketa, a ni onima koji su razvijali obalske radare za motrenje dalekih objekata na moru. Naime, oni su razmatrali uvjete i okolnosti djelovanja tih radara u makroprostoru, koji se bitno razlikuju od onih u mikroprostoru bojnoga polja.

Osobine ciljeva na bojnom polju

Maksimalni domet detekcije nekoga cilja određenim radarem ovisi ponajprije o veličini objekta. Objekt obasjan elektromagnetskim valovima iz radara, reflektira ulaznu energiju na sve strane u prostoru. Samo mali dio energije koji se reflektira natrag prema radaru predstavlja radarski odraz (engl., echo). Intenzitet ovoga odraza izražen je radarskom površinom objekta u m^2 (engl., RCS - Radar Cross Section) i obično se označava slovom σ . Odraz objekta ovisi o valnoj dužini elektromagnetskog vala, geometriji objekta, orientaciji objekta u odnosu na radar, te o reflektivnosti objekta. Radarske površine interesantnih objekata određuju se mjerjenjem na stvarnim objektima, ili na umanjenim modelima (brod, zrakoplov i sl.). Najinteresantniji cilj na bojnome polju je vojnik. Rezultati niza mjerjenja radarske površine čovjeka, iz različitih kuteva obasjavanja, prikazani su srednjom minimalnom i maksimalnom radarskom površinom koja na frekvenciji 9.375 MHz iznosi: min. = 0,495 m^2 , maks. = 1,22 m^2 . Srednje radarske površine nekih drugih ciljeva koji se mogu susresti na bojnome polju su: 200 m^2 -teški kamion, 100 m^2 -automobil, 2 m^2 -bicikla, 1 m^2 -mali jednomotorni zrakoplov, 2 m^2 -

mali mlazni lovac, 2 m^2 -mali čamac (3-10 m), 0,01 m^2 -ptica.

Detectacija malih objekata na većim dalji-



nama je jednostavan problem kad se oni nalaze na ravnom terenu (ravna pješčana pustinja) bez fiksnih i pokretnih prepreka (stabla, nisko bilje i sl.). Međutim, kad se vojnik ili vozila kreću između stabala ili kroz visoke nasade koje imaju radarsku površinu reda odraza tih objekata, operator teško može prepoznati odraz cilja među odrazima stabala, kamenja i sl. Izdvajanje odraza pokretnog cilja od odraza fiksnih objekata na terenu moguće je samo izdvajanjem neke posebne osobine, koju nemaju okolni mirni objekti na terenu. Ta posebna osobina cilja je brzina kretanja, koja proizvodi **Dopplerovu frekvenciju fd**, koja u odrazu cilja predstavlja dodatnu informaciju. Dopplerova frekvencija proizvedena pokretnim ciljem koristi se u *impulsnom Dopplerovom* radaru za određivanje relativne brzine cilja i za izdvajanje malih pokretnih ciljeva (predstavljeni su sa f_d), od velikih neželjenih odraza od zemljišta (engl., **clutter**) i objekata na njemu (predstavljeni su sa f_0 = frekvencija odašiljača). Većina proizvedenih radara za nadzor bojnoga polja koriste ovo načelo impulsnog Dopplera, koji prezentira samo pokretnе ciljeve (engl., **MTI - Moving Target Indication**).

Mikroosobine bojnog polja

Učinkovitost određenog radara na bojnome polju, osim o osobinama cilja, ovisi u znatnoj mjeri o tipu terena kojega karakterizira njegova hrapavost-grubost i dielektrička svojstva. Naime, pustinja, šuma, vegetacija, gola zemlja, kultivirana polja, planine, močvare, gradovi, ceste i jezera imaju različite osobine reflektiranja elektromagnetskih valova. Intenzitet odraza-cluttera ovisi

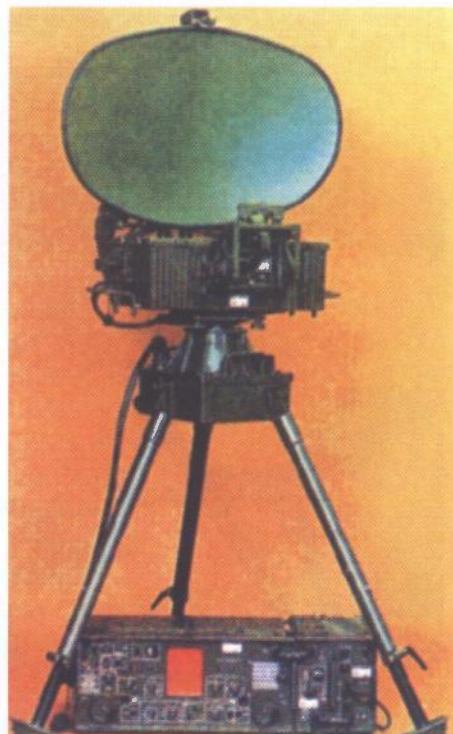
o sadržaju vlage u navedenim površinama, o snježnom pokrivaču na njima, i o stupnju rasta bilo koje vegetacije.

Clutter na nekom terenu definiran je radarskom površinom po jedinici površine terena (σ_0), što bi ukazivalo na jednolikost cluttera na čitavome bojnom polju. Međutim, u prirodi clutter nije jednolik, a poglavito ne ako na nekom bojnom polju postoje dijelovi pokriveni šumom, zatim nekim niskim raslinjem, ravne livade, kamene gro-made i sl. U takvoj situaciji, preširoki snop radarske antene može istodobno zahvatiti interesantni cilj na ravnoj livadi i dio šume ili gro-made kamenja. Tada radar prima nepoželjni clutter u kojemu je umješan odraz od cilja, što nepotrebno otoreće procesor za izdvajanje ciljeva, ili operatora. Smanjivanjem rezolucijske stанице radara može se smanjiti ili eliminirati clutter, a što se postiže sužavanjem antenskog snopa, skraćivanjem trajanja impulsa ili korištenjem tzv. "prozora daljine" kojim se motri samo jedan željeni segment ukupne daljine motrenja. Smanjenje cluttera može postići nekada i sam operator, usmjeravajući antenski snop na čisto zemljište na kojemu je cilj.

Osim cluttera od zemljišta i mirnih objekata na njemu, na bojnome polju mogu se pojaviti i povremeni clutteri od ptica i insektata, koje je teško eliminirati jer lete brzinama (25-75 km/h) koje ulaze u opseg očekivanih brzina ciljeva. Iako je srednja radarska površina ptica mala ($0,01 \text{ m}^2$) u odnosu na čovjeka ($0,5 \text{ m}^2$), ona će na daljini 500 m od radara proizvoditi jednak odraz kao i čovjek na udaljenosti 1350 m. K tome treba dodati i male visine leta ptica (300-1200 m) na kojima se mogu očekivati i borbene letjelice. Clutter od jata ptica bit će još intenzivniji, pa može pogrešno alarmirati operatora radara. Jedina olakšavajuća okolnost u prepoznavanju ptica, za uvežbanog operatora, može biti još jedna Dopplerova frekvencija, uz onu proizvedenu brzinom leta, koju ptice generiraju gibanjem krila i to u opsegu od 3Hz do 16Hz.

I insekti u rojevima, koji su obično nošeni brzinom vjetra, mogu proizvesti clutter sličan onom od nekog cilja u pokretu.

I na kraju, na bojnome polju postoji još jedan mogući izvor cluttera o kojemu konstruktori i korisnici radara trebaju brinuti. Gibanje vegetacije ili stabala naprijed-natrag, pod utjecajem vjetra, generiraju spektar Dopplerovih frekvencija koje su simetrično raspoređene s obje strane frekvencije fo radarskog odašiljača. Razvojem posebnih kru-gova i odgovarajućim procesiranjem u prijamniku radara, mogu se poništiti simetrične Dopplerove frekvencije, a za prikazivanje ostaju samo



Radar RASIT-E ima najdalji domet u njegovoj kategoriji



Radar EL/M-2140 razvile su zajedno industrije Belgije i Izraela



Radar MSR-20B proizvod američke tvrtke Motorola

asimetrične od interesantnih ciljeva.

Elementi električne borbe na bojnom polju

Visoka sofisticiranost i brza reakcija prijamnika za detekciju i raščlambu radarskih signala nalaže poduzimanje svih mogućih konstrukcijskih i operativnih mjera za smanjivanje vjerojatnosti "hvatanja" (prijama) tih signala (engl., **LPI - Low Probability of Intercept**) na najmanju moguću razinu. Naime, otkriveni izvor zračenja-radar predstavlja "svjetionik" koji označava lokaciju neke postrojbe, pa će neprijatelj radije koristiti otkriveni radar u toj funkciji, nego ga ometanjem prisiliti na isključenje. Najučinkovitiji korak k smanjivanju vjerojatnosti "hvatanja" radarskog signala je reduciranje vršne zračne visokofrekventne snage радара. Kako smanjenje vršne snage odašiljača radara rezultira i u smanjenju dometa radara, kod nekih novijih radara za nadzor bojnoga polja koristi se tehnika *impulsne kompresije* ili *frekventno modulirani kontinuirani val (FMCW)*, s čime se osigurava dovoljna srednja snaga za detekciju ciljeva na zadovoljavajućim daljinama.

I bočni, inače nepoželjni snopovi antene radara proširuju mogućnost "hvatanja" signala radara na mnogo širem području bojnoga polja, pa su naporci konstruktora bili usmjereni na razvoj antena s malim bočnim snopovima, što je inače kontradiktorno zahtjevu za malom i lagom antenom.

Opisane mikrookolnosti na bojnom polju, te operativni i konstrukcijski problemi koji iz njih proizlaze utjecali su, tijekom dva posljednja

desetljeća, na formiranje tri kategorije radara za nadzor bojnoga polja: radari dometa do 10 km, radari srednjeg dometa do 40 km i radari dometa većeg od 40 km.

Laki radari kratkog dometa

Radari ove kategorije najtipičniji su predstavnici obitelji lakih prijenosnih radara za nadzor bojnoga polja.

Radar OLIFANT-2 je jedan od prvih predstavnika u kategoriji malih radara. Iako se više ne proizvodi, ovaj radar je interesantan u povijesnom smislu. On je proizveden u francuskoj tvornici **Thomson-CSF** 1972. godine. Olifant-2 koristi načelo impulsnog Dopplera. Frekvencija odašiljača je 16.015,36 MHz, a snaga 6 mW. Ravna antenska rešetka, koja predstavlja i poklopac kutije radara (30 x 28 x 10 cm), zrači energiju u snopu širokom $4,5^{\circ}$ po azimutu i po elevaciji $5,5^{\circ}$. Težina radara je 4 kg. Olifant-2 može detektirati: usamljenog pješaka na 1500 m i lako vozilo na 2000 m. Pojava audio signala u slušalicama operatora znači detekciju cilja, a temeljem visine tona i njegova ritma može se identificirati vrsta cilja (čovjek u hodu, čovjek koji trči, skupina ljudi u hodu, biciklista, motociklista, vozilo i sl.). Točnost mjerena udaljenosti do cilja je $+/-150$ m, a azimuta manje od $1,5^{\circ}$.

Moderniji radari, koji su se kasnije proizvodili, dobili su pokazivače sa zemljovidom bojnoga polja ili alfanumeričke pokazivače, što je postala norma za ovu vrstu radara u svrhu olakšavanja interpretacije prikazane situacije. Danas se na tržištu nudi više tipova radara malog dometa od različitih proizvođača u svijetu, od kojih su neki ovdje opisani.

Radar RB12 proizведен je u tvornici Thomson-CSF, Francuska 1985. godine za potrebe francuskoga ratnog zrakoplovstva i ratne mornarice, s namjenom zaštite fiksnih položaja od pristupa nepozvanih osoba. Radna frekvencija radara je u "J" opsegu (10-20 GHz), s mogućnošću izbora jedne od pet raspoloživih frekvencija. Srednja snaga odašiljača je 35 mW, a koristi se načelo kohorentnog impulsnog radara. Snop antene može skanirati po azimutu 20° , 30° , 60° ili 120° . Nominalni domet otkrivanja pješaka je 3 km i vozila 6,4 km, uz točnost određivanja smjera $+/-1^{\circ}$ i daljine $+/-10$ m. Pokazivač može biti udaljen od radara 1200 m, a povezan je s njim običnom telefonskom paricom. S jednog pokazivača moguće je upravljati s pet radara razmještenih po bojnom polju. Ukupna težina jednoga sustava je 28 kg. Model **RB12A** prodan je Portugalu, te kupcima u Južnoj Americi i Južnoj Africi. Model **RB12B** koriste Francuzi danas u Sarajevu za zaštitu njihovih baza.

Radar MSTAR proizведен je u tvornici **Thorn EMI**, Velika Britanija 1989. godine. Osim motrenja, radarem se može obavljati i korekcija

topničke paljbe. Do kraja 1994. godine proizvedeno je više od 100 radara, a prve među njima koristila je britanska vojska tijekom rata u Zaljevu 1991. godine. Impulsni Dopplerov radar "J" opsegom zrači vršnu snagu oko 1W. MSTAR osigurava operatoru audio i vizualni prikaz odraza detektiranoga cilja na elektroluminiscentnome ravnom pokazivaču težine 6 kg. Na pokazivač se može postaviti zemljovid mjerila 1:50.000, što omogućava laku korelaciju s vojnim zemljovidima. Za potrebe korekcije topničke paljbe može se odabrati i prikaz "B" pokazivača, koji pokriva jedan četvorni kilometar oko cilja. Korekcije paljbe automatski se izračunavaju i prikazuju operatoru, koji ih prenosi glasom ili digitalnim putem do topničkih bitnica. Pokazivač može biti udaljen od radara 20 m. MSTAR otkriva pješaka na daljini 4,5 km, a lako vozilo na 10 km. Ukupna težina radara iznosi 35 kg.

Radar AN/PPS-24 proizvodi tvrtka "ICS Defense Systems", SAD, po narudžbi Kopnene vojske SAD, s posebnom namjenom zaštite pozicija zemaljskih lansera krstarećih raketa i drugih čuvanih objekata od uljeza koji se mogu provući kroz nisku vegetaciju. Zbog te namjene, ovaj radar koristi neuobičajeno nisku frekvenciju u UHF opsegu (300-1.000 MHz). On može detektirati čovjeka kroz lišće na daljini 300 m. Neskanirajućim snopom antena prekriva azimutni kut 120°, a po elevaciji 20°. Detektirani odrazi prikazuju se na elektroluminiscentnom pokazivaču.

Radari dometa do 40 km

U kategoriji radara srednjega dometa dugo vrijeme su dominirali dva radara, **RASIT** i **RATAC**, oba razvijena u Francuskoj, gdje su se odvijali mnogi pionirski radovi na razvoju radara ove obitelji.

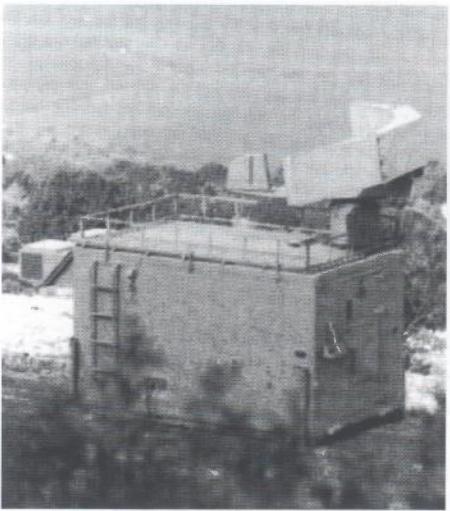
Radar RASIT je izradila tvrtka Thomson-CSF, i do danas je prodala 700 komada dvadesetorici kupaca. Sada se već proizvodi četvrta inačica radara, od dana njegove prve ponude 1971. godine. Frekvencija odašiljača je 10 GHz, izlazna vršna snaga iznosi 3 kW, a koristi tehniku kohorentnog impulsnog Dopplera. Godinama se povećavao maksimalni domet RASIT-a, od početnih 20 km do današnjih 40 km. On otkriva: vojnika na 18-23 km, skupinu vojnika na 20-27 km, jeep na 25-32 km, tank na 35-40 km, a helikopter na daljinama od 15 do 40 km. Novi **RASIT-E** model sadrži konzolu pokazivača upravljanu mikroprocesorom, na kojoj može biti odabранo jedno od tri područja duljine motrenja: 0-20 km, 10-30 km ili 20-40 km. Antenski snop može skanirati određeni sektor ili krug. Namjena RASIT-a je da sakuplja podatke o ciljevima, motri eksplozije granata i da navodi zemaljske, pomorske i zračne postrojbe. Ojačani model **RASIT-EE** dobio je i novu funkciju upravljanja topničkom paljbom. U modu "mjeren-

je devijacije paljbe", RASIT-EE može, u povoljnim uvjetima okoliša, detektirati eksploziju projektila 155 mm na daljini oko 35 km, a minobacački projektil 60 mm na 14 km. Ukupna težina RASIT-E je 85 kg, koja je podijeljena u četiri jedinice, od kojih je naj-teža 28 kg. Francuska vojska ug-raduje ovaj radar na vozilo, na kojem je moguće podignuti antenu na stup visine 17 m.

Radar RATAC je drugi radar ove kategorije, koji je prihvaćen sedamdesetih godina u vojskama Francuske, Njemačke i SAD (s vojnom oz-nakom SAD-AN/TPS-58). Sredinom osamdesetih godina nje-mačka tvrtka **SEL** (sada dio **ALCATEL-a**) počela je proizvoditi poboljšanu inačicu **RATAC-S** znatno manje težine. Ovaj monoimpulsni radar, koji radi u frekvencijskom opsegu "T" (8-10 GHz), namijenjen je motrenu aktivnosti topništva. Vršna snaga odašiljača je 7 kW. Snop antene može po izboru skanirati sektore širina od 30° do 140°, i ima raspoloživa dva daljinska segmenta motrenja: 0-20 km ili 18-38 km.

Radar GB-Scout koristi načelo frekventno moduliranog kontinuiranog vala (FMCW)





Radar EL/M-2121 ima najdalji domet u obitelji radara za nadzor bojnoga polja

Dometi detekcije su: vojnika na 14-18 km, helikoptera na 20-28 km, tanka na 25-30 km, vozila u konvoju na daljini 38 km, eksploziju granate 155 mm na 15 km, a granate 105 mm na udaljenosti 8 km. Točnost određivanja smjera 0,6° i daljine 10 m. Ukupna težina RATAR-S je oko 120 kg (dvije jedinice).

Radar EL/M-2140 proizvodi tvornica **ELTA** u Izraelu. To je širokopojasni koherentni radar s impulsnom kompresijom, a radi u "I/J" frekvencijskom opsegu s vršnom snagom 70 W. Radar EL/M-2140 automatski detektira tankove na 30 km, laka vozila do duljina 20 km, a ljude do 10 km. Antenski snop može skanirati odabrani sektor (10°-360°), uz regulaciju brzine skaniranja do 4 okretaja u minuti. U svrhu reduciranja lažnih uzbuna od cluttera, moguće je regulirati donju granicu područja detektiranih brzina između 1,5 i 48 km/h. Na TV pokazivaču-25 cm prikazuje se zemljovid motrenog područja, koji je orientiran prema sjeveru. Zbog lakše interpretacije slike, clutter i ciljevi mogu biti prezentirani u osam različitih boja s dodanim grafičkim simbolima. Pokazivač može biti udaljen od radara 50 m. Ovaj radar je već prihvativi Češka, a na procjeni je u Austriji.

Radar MSR-20B (vojna oznaka SAD-AN/PPS-25) proizvodi američka tvrtka **Motorola**. Ovaj radar je rezultat razvoja i niza poboljšanja na skupini motričkih radara (**Modular Surveillance Radar**), koje je posljednje dvije godine obavljalo tim "Tactical Electronics Division of Motorola s Government Electronics Group", koristeći najnoviju tehnologiju koja je bila primjenljiva za proizvodnju laganih radara niske vjerovatnosti "hvatanja" (LPI). Frekvencija odašiljača je 9375 MHz, vršna snaga iznosi 11 W, a koristi se

Scout) je novost iz nizozemske tvornice **Signaal**. GB-Scout radi u "I" opsegu (8-10 GHz). Pretpostavlja se da je on prvi u ovoj obitelji radara, koji koristi načelo frekventno moduliranog kontinuiranog vala (FMCW) s vrlo niskom izlaznom vršnom snagom od minimalno 10 mW do maksimalno 1 W. Niska vršna snaga smanjila je vjerovatnost "hvatanja", a istodobno dovoljna srednja snaga jamči detekciju: pješaka na 10 km, lakovozila na 17 km, a kamiona ($\sigma = 50 \text{ m}^2$) na 25 km. Na kolor pokazivaču prezentira se sektor u kojem je cilj, ili se zumira područje oko cilja. Odrazi detektiranih ciljeva mogu se kodirati bojom ovisno o njihovoj brzini, tipu ili smjeru. Model GB-Scout za instalaciju u vozilo, koji je u fazi razvoja, težit će 60 kg. Laki prijenosni model radara pojavit će se na tržištu tijekom 1995. godine.

Radari dometa veći od 40 km

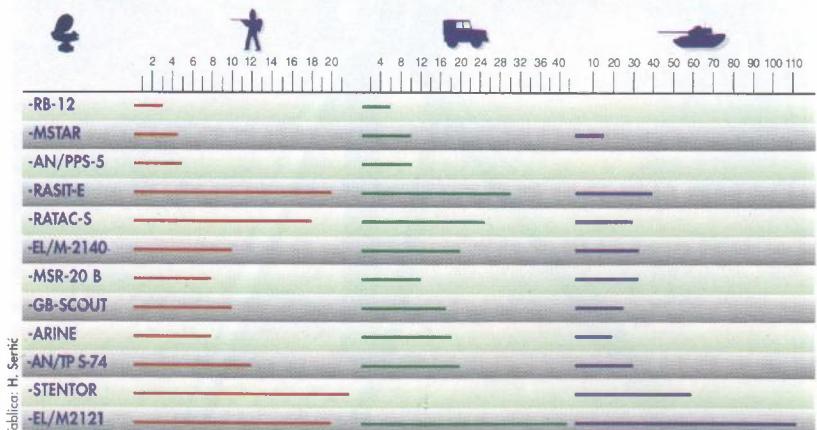
Kategorija radara za nadzor dalekoga bojnog polja nije interesantna kao prethodne dvije, jer za motrenje tih daljina već postoje druge obitelji radara.

Radar STENTOR, kojega je razvila tvrtka **Thomson-LCTAR** za francusku vojsku, ipak sada prihvata nekoliko NATO vojski. Naručeno je oko 100 STENTOR-a od raznih kupaca. Frekvencija radara je u "I" opsegu, a vršna snaga odašiljača je 60 W. Domet detekcije osoba je 23 km i tankova 60 km s rezolucijom od 40 m. On k tome otkriva i eksplozije granata 155 mm na daljinama 30 km uz rezoluciju 10 m. Težina sustava je 370 g.

Radar EL/M 2121 koriste obrambene snage Izraela, a proizvodi ga izraelska tvrtka ELTA-Electronics Industries Ltd. On je smješten u kontejneru, a antena je na krovu. EL/M 2121 najveći je radar u ovoj kategoriji i s najdaljim dometom. S vrhova planina, s kojih se pruža daleki radarski horizont, radar je sposoban pratiti velike kamione (100 m) na daljini do 120 km, ili manje ciljeve radarske površine 10 m do 70 km, a čovjeku na 20 km. Rezolucija po daljini je 15 m, a po azimutu 1,90. Antenski snop skanira 360°.

Opisani radari su tipični predstavnici u svojim kategorijama. Najinteresantnija osobina tih radara, koja navodi kupca na nabavu, sigurno je deklarirani domet detekcije određenih ciljeva. Kako je ta činjenica dobro poznata proizvođačima radara, oni nastoje demonstrirati sposobnosti radara u optimalnim uvjetima koji osiguravaju maksimalne domete. No, takve optimalne okolnosti rijetko se ostvaruju na bojnome polju, pa su korisnici radara često razočarani manjim dometima od deklariranih. Očito je, da korisnici moraju poznavati sve moguće utjecaje okoliša na učinkovitost radarskog motrenja, kako bi mogli u određenim situacijama "izvući" iz radara optimum koji bi trebao biti što bliže deklariranim osobina radara.

DOMETI DETEKCIJE RADARA ZA NADZOR BOJNOG POLJA



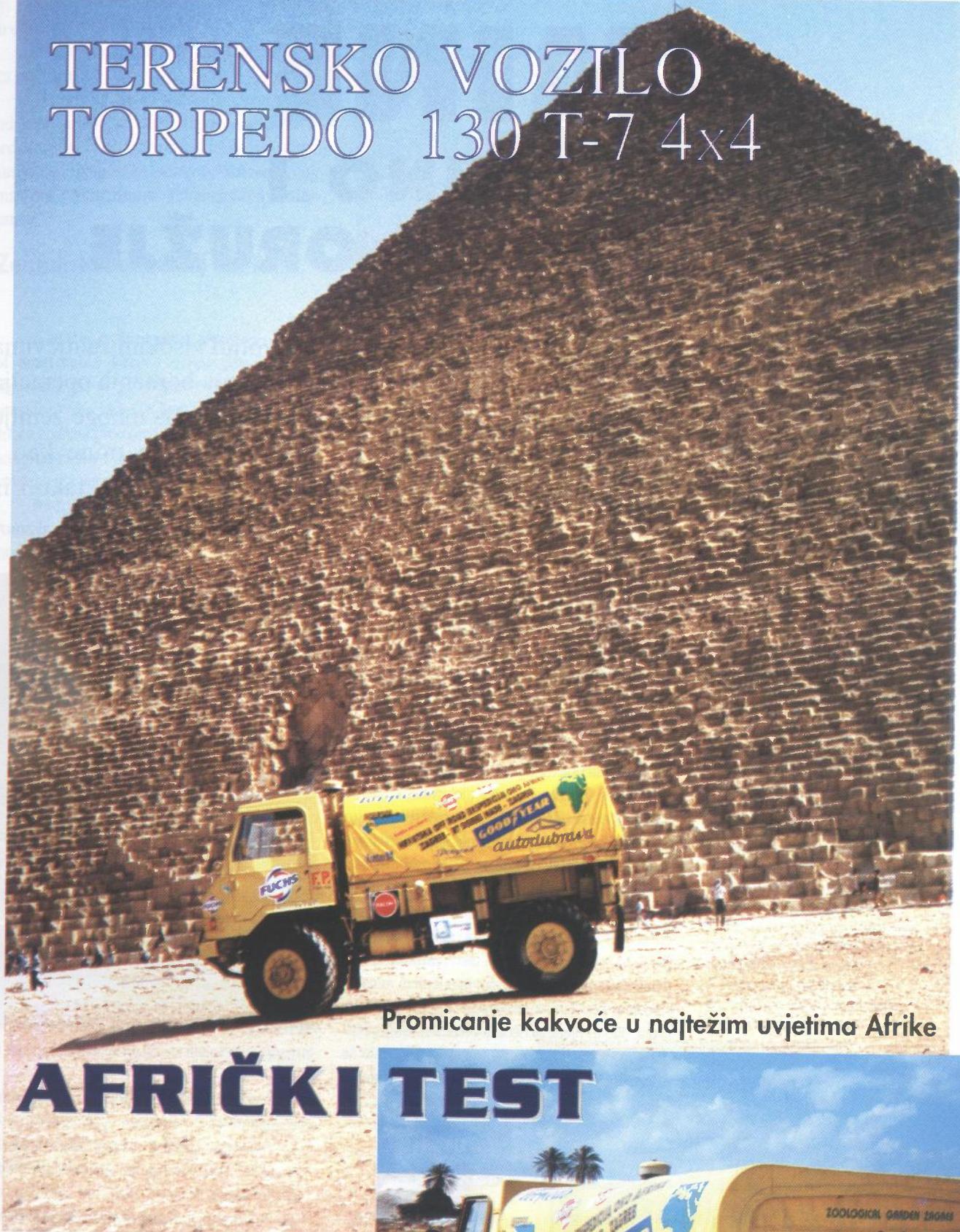
Tablica: H. Šeršić

Dometi detekcije ciljeva s radarima za nadzor bojnoga polja

načelo impulsne kompresije i MTI. Dokazano je da ovaj radar može detektirati: čovjeka koji hoda na daljini 8 km, čovjeka koji puže na 1,5 km, malo vozilo na 13 km, a veliko vozilo na cesti na daljini 30 km.

Radar GB-Scout (Ground-Based

TERENSKO VOZILO TORPEDO 130 T-7 4x4



Promicanje kakvoće u najtežim uvjetima Afrike

AFRIČKI

TEST


RH - ALAN d.o.o.

REPUBLIKA HRVATSKA

Stančićeva 4, 41000 Zagreb
tel. 385 454 022, 468 667
fax. 385 454 024



MINA -JEFTINO I UČINKOVITO ORUŽJE (I. dio)

Klasičan način postavljanja minskih polja ne može više udovoljiti visokim zahtjevima koje postavlja suvremeno bojno polje iz razloga što se pri vođenju borbenih operacija obično raspolaze s malo vremena pa su za postavljanje minskih polja mnoge zemlje razvile i proizvode svoje vlastite protupješačke i protutankovske mine kao i odgovarajuće sustave za njihovo brzo postavljanje kako s kopna i mora, tako i iz zraka

Josip
**MARTINČEVIĆ
MIKIĆ**

Presjek tipične moderne protutankovske mine Misar SB-MV sa sljedećim elementima:

1-armirajuća poluga; 2-seizmički senzor; 3-magnetični senzor; 4-aktivirajuće-usporiteljski uređaj; 5-programski uređaj; 6-izvor napajanja - baterija; 7-inicijalna kapsula; 8-izbacno punjenje; 9-detonatorska kapsula; 10-detonatorski pojačnik (booster); 11-glavno punjenje; 12-elektronika; 13-aktivni stabilizator mine

ine su s obzirom na njihovu cijenu vrlo jeftino i učinkovito bojno sredstvo koje može onesposobiti vojnika ili skupo tehničko sredstvo.

Na taj je način vojnik ili sredstvo izbačen iz borbenog stroja što samo po sebi slabti potencijal postrojbe, a kad se k tome pribroji psihološki učinak na moral pojedinca onda je više nego jasno da je korištenje takvih sredstava djelotvorno. Kad se promatra djelovanje tako jeftinog sredstva kao što su mine, protiv vrlo skupih oklopnih sredstava, ako ne i najskupljih na bojišnici i učinak konfuzije na oklopne postrojbe kad su "napadnute" djelovanjem mina, onda je nedvojbeno jasno da se u mnogim vojskama pribjegava masovnom uvođenju kako protutankovskih, tako i protupješačkih mina. Usprendno s masovnim uvođenjem minskih sredstava razvijali su se i načini njihovog postavljanja, bilo to pjeđinačno ili u obliku minskih polja. Klasični način postavljanja minskih polja nije se mogao tolerirati iz razloga što se pri vođenju

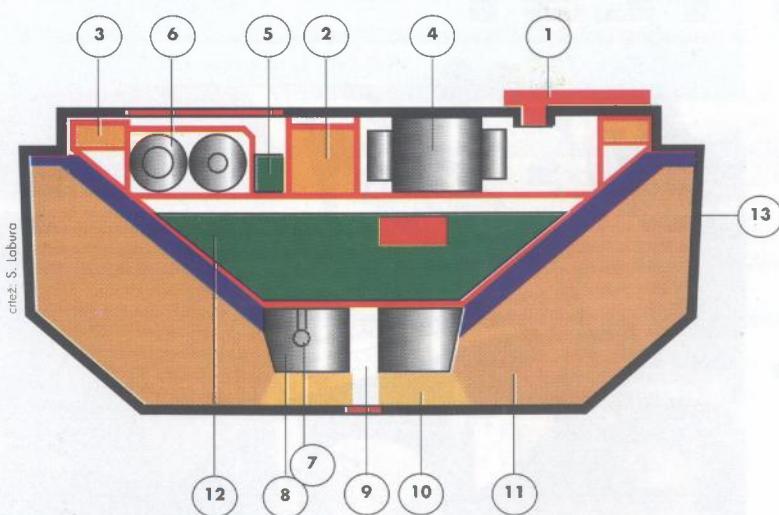


TRT-ova HPD-2 mina, sadrži eksplozivno punjenje koje je dvostruko moćnije od eksplozivnog punjenja mine HPD-1 i omogućuje penetraciju 200 mm oklopa

operacija obično raspolaze s malo vremena pa su za postavljanje minskih polja razvijani sve suvremeniji sustavi. Danas mnoge zemlje proizvode svoje vlastite protupješačke i protutankovske mine kao i odgovarajuće sustave za njihovo brzo postavljanje (disperziju) kako s kopna i mora, tako i iz zraka.

Sustavi za brzo postavljanje minskih polja omogućuju:

- brzo postavljanje minskih polja zaustavljajući tako napredovanje visokomobilnih neprijateljskih snaga,
- brzo postavljanje konvencionalnih minskih polja kad su u opasnosti bokovi i krila bojišnice,
- formiranje zapreka u nezaštićenom teritoriju gdje se očekuje prijetnja neprijateljskih zračnih i pomorskih snaga,
- "sijanje" mina unutar neprijateljskog teritorija zbog usporavanja njegovog napredovanja,
- "sijanje" mina kao zaštita savezničkim snagama od eventualnih neprijateljskih zračnih ili amfibijiskih desanata,
- uznemiravanje gerilaca na teškom terenu



u cilju zaštite vlastitih snaga,

• pomoći u utvrđivanju teško čuvanih graničnih razdvajanja.

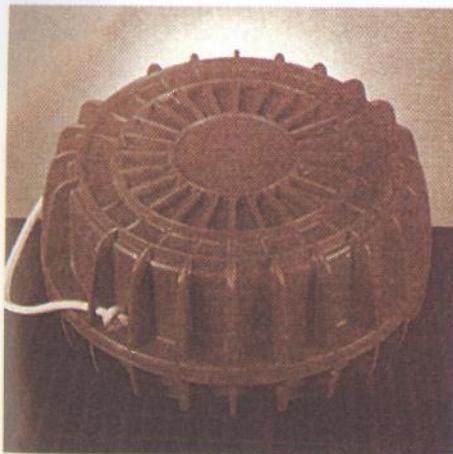
U ovom će članku biti opisani sustavi nekih od zemalja koje su razvile mnoge spomene vrijedne sustave, a detaljnije će biti riječi o talijanskim sustavima, američkom sustavu "Volcano", njemačkom "Skorpionu" i francuskom "Minotauru".

Zemaljski (kopneni) sustavi

Američki program **FASCAM** (engl., Family of Scatterable Mines) je osamdesetih godina obuhvatio razvoj površinskih mina za potrebe američke vojske gdje se nastavilo korištenje stare dobro poznate protutankovske mine **M-15** koja se postavlja mehanički-strojno ili ručno. Osim toga razvijena je i mina **M21** (killer) ubojica.

Francuski **TRT** ima razvijenu **HPD** (fr., Haut Pouvoir de Destruction - visoko razornu) model **F2**, poznatu kao **HPD-2**.

Mina je nastala iz ranije poznate **F1** koja se proizvodila za francusku vojsku i vanjske kupce. Proizvodnja HPD-2 je počela za francusku vojsku 1987. godine, a interesi su pokazale i neke druge zemlje iz sastava NATO. F-2 se polaže ručno ili strojno



Protutankovska mina BAT/7 Tecnovar

jno. U francuskoj vojsci je za tu namjenu bio korišten minopolagač **Matenin** ili **ARE type SOC** što ga je **GIAT** prodao u Nizozemsku. Mina ima ugrađen dvostruko djelujući elektronski upaljač koji registriра seizmičke i magnetne promjene. Otporna je na otkrivanje raznim elektroničkim uređajima, modularne je konstrukcije i predviđena je za eventualnu buduću nadgradnju dodatnih funkcija, kao što su izbor operativnog života i mogućnost daljinskog aktiviranja i deaktiviranja.

Alsetex i **Lacroix** su proizveli **ACPM** (fr., Anti-Char a Pose Mecanique - strojno postavljiva protuoklopna mina) obitelj mina konstruiranih za "rezanje" gusjenica tankova. Spomenuta mina je nešto jednostavnije konstrukcije ali je zato dosta jeftinija od F2. Upaljač mine može imati ugraden dvostruki štupanj usporenja

kao prevenciju od detonacije uredjaja čistača mina.

Belgijska kompanija **PRB** je provela modernizaciju svojeg potencijala protutankovskih mina prve generacije koje uključuju zamjenu



Minopolagač FFV 5821 ima masu 2,8 tona i može biti vučen brzinom od 7 km/h prikladnim vozilom dopuštajući četvorčlanoj posluži postavljanje više od 300 mina FFV 028 za jedan sat. Ako se mine postavljaju na ravno zemljište onda se može postaviti 500 mina za jedan sat. Nadalje, FFV može popuniti 1000 metara dugu minsko polje sa 70 postotnom vjerojatnošću aktiviranja što je pri klasičnom postavljanju ekvivalentno radu 30 vojnika u trajanju 3,5 sati uz korištenje tri kamiona

nagznog upaljača s elektroničkim paketom koji može razlikovati gusjenično i višeosovinsko vozilo na ko-čaćima od npr. dvoosovinskog (običnog) vozila.

FFV je svoju protutankovsku minu **FFV 028** prodao švedskoj vojski pod oznakom **028RU**, dok je njemačka i nizozemska vojska kupila svaka po 100.000 mina **028SN** sa samolikvidatorom. Osim toga su izručeni i minopolagači **FFV 5821**.

Spomenuta mina ima masu oko 8 kg od čega 4 kg otpada na eksplozivno punjenje (RD-X/TNT) i može se postavljati ručno ili strojno.

Talijanske kompanije **Missar**, **Tecnovar** i **Italiana i Valsella Meccanotecnica** su talijansku vojsku i druge vanjske kupce opskrbili širokom palatom mina. Italija je među vodećim zemljama koje su radile i još uvijek rade na razvoju minskog potencijala zahvaljujući upornom radu svojih kompanija. Valsella i Tecnovar su u ovom poslu već gotovo četvrt stoljeća. Sve tri kompanije imaju razvijene sustave za postavljanje minskih polja iz zraka pomoću helikopterskih disperzera mina koji dopuštaju veliku brzinu postavljanja minskih polja s konvencionalnim minama.

Talijanska vojska je 1983. godine definirala tender za takve sustave na kojem su se natjecale sve tri kompanije. U veljači 1985. godine odlučeno je u korist Tecnovarovih

DATS sustava koji će u čast pobednika biti ovdje prvi opisani, mada ni Valsella ni Misar nisu puno zaostajali za njima. Međutim ni Valsella ni Misar nisu usporili razvojni elan.

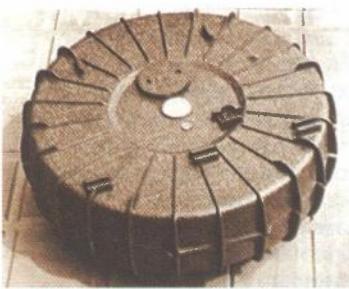
Jasno, da je nacionalno tržište bilo pretjesno za sve tri kompanije, pa su one bile snažno orijentirane na izvoz. Obično su dobro korištene kon-



Minopolagač Misar ST-AT/V



Učinak PT mine BAT/7 na pod tanka



Misarova SB-81, površinska protutankovska mina, može biti izbačena iz helikopterskog disperzera mina ili postavljena ručno

Učinak PT mine BAT/7 na gusjenice tanka. Očito da je nakon djelovanja mine tank zaustavljen i predstavlja statičnu metu za PO sredstva

fliktne situacije kao što su Irak-Iran, Velika Britanija-Argentina, Maroko i Polisario u Zapadnoj Sahari i dr.

U prosincu 1985. godine Misar je započeo razvoj vučnog mehaničkog minopolagača **ST-AT/V** za potencijalne NATO kupce. On se sastoji od metalnog okvira smještenog na jednoosovinsko podvozje relativno malog obujma koje je prilagođeno za teške terenske uvjete. Plug minopolagača je opskrbljen osobitim uredajem koji ga podiže iznad zemlje ako naide na čvrstu zapreku.

Iza poluga su postavljeni zagrtači mina s valjkom za poravnavanje terena. Minopolagač je kompletiran sa sofisticiranim nadzornim uredajem koji automatski upravlja polaganjem mina. Operater je smješten na teglačkom vozilu i daljinski rukuje sigurnosnim uredajem i postavlja mine u žlijeb kojim se spuštaju do pluga. Mine se unaprijed poslažu i postavljaju prema programiranim razmacima s elektromehaničkim uredajem koji omogućuje sigurno rukovanje. Prije prekrivanja mine zemljom namješta se njihov sigurnosno-ar-

mirajući uredaj. Interval postavljanja mina može se prilagodavati od 3 do 8 metara. ST-AT/V ima operativnu brzinu 4 do 8 km/h i polaže SB-81 ili SB-MV protutankovske mine. U prevoženju po dobrim cestama je dopuštena brzina do 80 km/h, a masa od 2300 kg omogućuje prenošenje helikopterom. Dužina minopolagača u operativnom položaju je 5,46 metara, a u prevoženju 4,4 metara. Širok je 2,2 m i visok 1,95 m.

Nagazne mine

Svaka od tri talijanske kompanije proizvode opsežno područje protutankovskih, protupješačkih i svjetlečih mina, ali će ovdje biti opisani neki noviji modeli. Većina novijih mina su proizvodno prilagođene za helikopterske disperzere, ali se također mogu postavljati s vozila ili ručnim polaganjem. Za korištenje s DATS disperzera Tecnovar ima razvijene **MATS/2** i **TS/50** mine za površinsko postavljanje koje su homologirane u talijanskoj vojsci prema NATO standardu. MATS/2 je kompletirana sigurnosnim uredajem koji sprečava detonaciju u glavnom punjenju čak i ako dođe do slučajne eksplozije detonatora.

Detonator je izmaknut iz eksploziva do trenutka dok mina ne "stigne" na svoje odredište. Mina je promjera 260 mm visine 90 mm u plastičnom kućištu koja napada gusjenice i uredaje za pokretanje oklopnih vozila. Aktivira se nagaznom silom od 1800 do 3100 N (180 do 310 kg), a radi u ekstremnim temperaturama od -31 do +70 stupnjeva. Mina se također može postavljati ručno na dubinu do 75 mm i funkcioniра normalno u slatkoj i slanoj vodi, a može biti korištena kao dubinsko punjenje protiv dubinskih ronilaca do 7 metara. Njezina masa je oko 4 kg uključujući 2,6 kg eksploziva **T4** i **Composition B (CB)**.

TS/50 je protupješačka mina promjera 90



mm i visine 45 mm. Teška je 190 grama od čega na eksplozivno punjenje (**RDX**) otpada 50 grama. Vodootporna je i može plutati na vodi ili se ukopavati na tvrdom zemljištu do dubine 30 mm. Aktivira se nagaznom silom od 125 N (12,5 kg) i pouzdano funkcioniра u temperaturnom području -40 do +70 stupnjeva.

Novija Tecnovarova protutankovska mina **BAT/7** prema riječima proizvođača probija 150 mm čeličnog oklopa, a operativni život njezinog upaljača je šest mjeseci. Vodootporna je i ne može plutati, a može se polagati u slatku i slanu vodu i močvarno tlo. Promjera je 270 mm i visine 160 mm. Masa mine je 5,6 kg od čega je 3,6 kg eksplozivnog punjenja.

Misarove površinski padajuće mine za korištenje iz njihovih **SY-AT helikopterskih disperzara** su **SB 81 PT** mina i **SB-33 PP** mina. One se proizvode pod licencom u Španjolskoj i Portugalu, a PP i u Grčkoj. Obje mine se izrađuju pohranjene u spremnike koji ujedno služe kao moduli za izbacivanje iz disperzera SY-AT.

Mine se drže u spremnicima, a u slučaju



ovsku minu. Može se postavljati mehanički ili ručno. Mina "napada" pod tanka ili razara gusjenice čime je tank obično izbačen iz uporabe. Prema Misaru probija više od 100 mm čeličnog oklopa. Elektronski upaljač uključuje seizmički senzor koji hvata vibracije približavajućeg tanka. Obrad bom signala i "prepoznavanjem" tanka uzbunjuje magnetski senzor koji reagira na prolaz oklopa iznad mine. SB-MV ima promjer 236 mm i visoka je 101 mm. Masa mine je 5 kg od čega je 2,6 kg eksploziva CB koji čini glavno punjenje.

Valsella ima razvijene tri mine za korištenje s **VS-MD H helikopterskog disperzera**. Osamdesetih godina taj je minski program prodan u Maroko, Irak i Nigeriju.

Protutankovska mina **VS-1.6**, te **VS-50** i **VS-Mk2** protupješačke mine su vodootporne nagazne mine koje su opskrbljene pneumatskim anti-šok uređajima što ih čini otpornim na obližnju detonaciju i otkrivanje. Mogu se postavljati s visine 200 metara i brzinama helikoptera do 300 km/h.

VS 1.6 je mina namijenjena za rezanje gus-

Izbacivanje mješovitih mina, protutankovskih SB-81 i protupješačkih SB-33 disperzera mina Misar SY-AT uz pomoć helikoptera Augusta-Bell 412



Protutankovska mina Valsella VS-1.6 AT može se izbaciti iz helikopterskog disperzera mina ili minopolagača

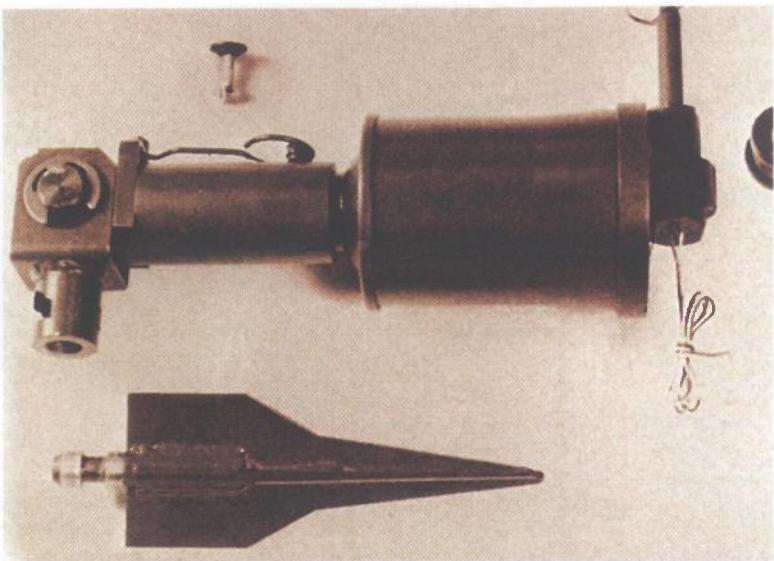
potrebe njihovi se detonatori kompletiraju bez vade-nja mina iz spremnika. Obje mine su plastične, aktiviraju se nagazom, opskrbljene pneumatskim anti-šok uređajima, vodootporne i neplutajuće. SB-81 je promjera 230 mm i 90 mm visoka, a teška je 3,15 kg od čega je 2 kg eksploziva. Aktivira se nagazom od 1800 do 2000 N (180 do 200 kg).

SB-33 je protupješačka mina relativno malih protežnosti i neobičnog oblika što je čini lakom za maskiranje, a teškom za otkrivanje. Slično kao i SB-81 njezin detonator funkcioniра jednako bez obzira na koju stranu mina padne na tlo. Mina je učinkovita i protiv vozila na kotačima, a može probiti do 5 mm oklopa. Može se postavljati i ručno na dubinu do 20 mm ispod površine tla. Promjera je 88 mm, a visine 32 mm i teška je 140 grama od čega je 35 grama eksplozivnog punjenja. Aktivira se nagaznom silom od 100 do 120 N (10 do 12 kg).

Misar također proizvodi SB-MV protutank-

Protupješačka mina Valsella VS-Mk2 AP prikazana sa sigurnosnom kapom koja otpada prigodom pada mine iz disperzera prema zemlji





Podizna protupješačka mina Valsella VS-ER-83 sa sastavnim elementima

jenica koja se aktivira na-gaznom silom od 1800 do 2200 N. Visoka je 92 mm, promjera 222 mm, mase 3 kg s 1,85 kg eksploziva.

VS Mk 2 je protupješačka nagazna mina mase 135 gama s 33 gama prešanog eksploziva. Visoka je 32 mm, a promjer tijela mine je 90 mm. VS-50 je visoka 45 mm i 90 mm promjera. Masa mine je 185 gama s 43 gama prešanog eksploziva.

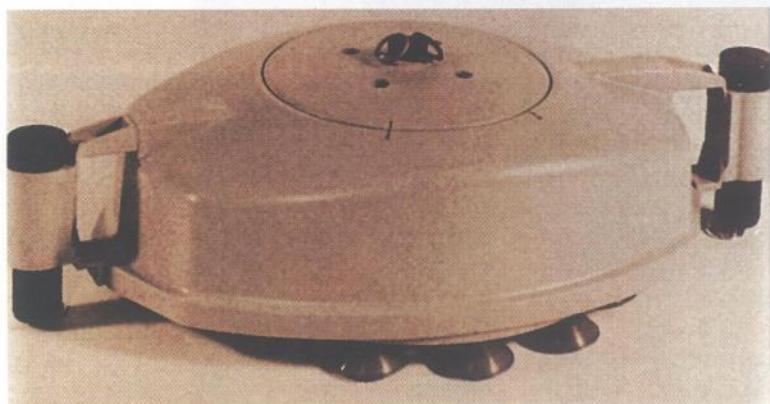
Valsella je osim toga razvila vrlo modernu minu VS-HCT koja je upotpunjena elektronskim upaljačem i prema riječima proizvođača može probiti do 175 mm čeličnog oklopa. Može se programirati za djelovanje od 1 do 128 dana. Visoka je 123 mm, a promjer tijela mine je 222 mm, teži 4 kg od čega je 2 kg eksploziva.

Ostale mine

Valsella također proizvodi osobite "rastuće" mine VS-ER-83. U košuljici mine se nalazi 1600 čeličnih kuglica koje se rasprskavaju pod odgovarajućim kutem u odnosu na tijelo mine koje je bilo postavljeno na kolčić. Kad se mina aktivira povlačenjem konopčića ili daljinski električnim opaljenjem, malo punjenje detonira u glavi mine i rezultira potiskom koji u tom slučaju uspravlja minu u odnosu na kolčić.

Prigodom podizanja mine dolazi do armiranja sigurnosnog mehanizma i kad se mina pot-

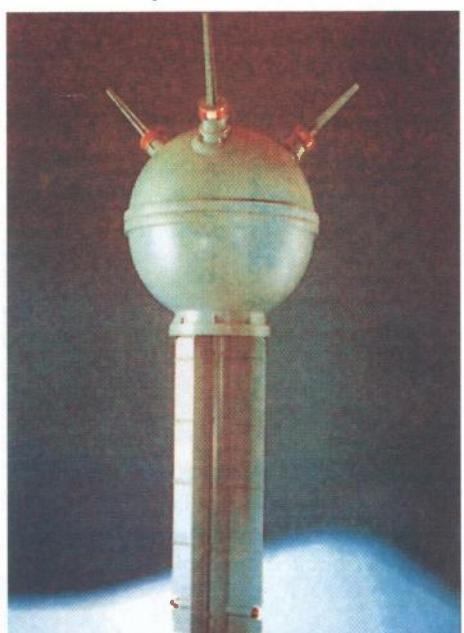
Priljepna mina Valsella VS-SS-22 s odstranjivačima priljepaka i školjki sa svake strane tijela mine



puno uspravi dolazi do njezine eksplozije. Kuglice gusto pokrivaju površinu u krugu polumjera 25 metara, a mogu biti ubitačne i do 50 metara od središta eksplozije. Mine su pogodne za zasjedu jer se mogu elektronski aktivirati istodobno. Prigodom skladištenja i transporta su detonator, upaljač i pirotehnički plinogenerator uklonjeni. Nakon postavljanja mine osigurač se vadi u vodoravnom položaju čime se postiže preventiva od njezinog iskakanja. Masa mine je 4,35 kg, a kolčića 0,35 kg.

Italija je zbog specifičnosti svoje obale bila prisiljena raditi na protudesantnim minama za zaprečavanje obale od iznenadnih iskrcaja protivničkih snaga. Tako je i od strane SAD bio izražen interes za Misarovu minu "Manta" namijenjenu za uništavanje desantnih brodova do 1300 tona. Mine se mogu postavljati brodovima minopolagačima, helikopterima ili ronilicama. Mantin oblik i masa čine je pogodnom za postavljanje u kanalima i rijekama. Upotpunjena je magnetno-akustičnim upaljačem.

Tecnovar proizvodi dvije inačice protude-



Tecnovarova sidrena protudesantna mina MAL/17

santnih mina za uništavanje desantnih brodova i amfibijskih vozila. Jedna je **MAL/17**, a druga **MAS/22**. Mine su pogodne za postavljanje na dno močvara, kanala, rijeka i mora. Obje mine se aktiviraju kontaktnim senzorima ugradenim u tri pipku na gornjoj strani tijela mine.

Osim protudesantnih mina, nužno je spomenuti i priljepne mine Tecnovara i Valselle. Tecnovarova **ERP/2,5** mina je opskrbljena vremenjskim elektronskim upaljačem, a može biti korištena kao ukopna ili priljepna mina. Njezin eksplozivno punjenje mase 2,5 kg je na provjeru izvan vode napravilo probaj promjera 250 mm na čeličnoj ploči protežnosti 1000 x 1000 x 30 mm.

Valsellina **VS-SS-22** priljepna mina je namijenjena za uništenje brodova do 400 tona i ozbiljna



Disperzer mina DATS
prigodom popune
spremnicima s
protutankovskim minama
MATS/2

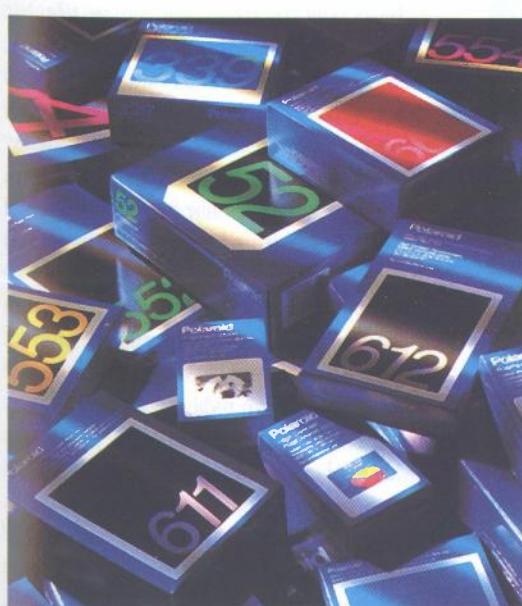
oštećenja srednjih brodova do 1500 tona. Ona ima prijnaljke (vakuum pločice) za pričvršćenje na tijelo broda i par pneumatskih čekića, za slučaj ako je dno broda zaraslo priljepcima ili školjkama. Pneumatski čekić pri radu ne ispušta mjeđuhuriće, a buka koju stvara pri radu je pokrivena normalnom bukom broda. Masa mine je 20 kilograma uključujući 10 kg eksploziva. Upaljač se može priлагoditi između jedan i deset sati.

Britanska kompanija **Marconi Command and Control Systems (MCCS)** je u suradnji s Valsellom razvila elektronički upaljač za njihovu

VS-HCT 2 i **VS-HCT 3** protutankovsku minu. Upaljači su razvijani u sklopu britanskog programa modernizacije minskog potencijala.

Austrijska kompanija **Dynamit Nobel** iz Beča je proizvela protutankovsku minu **PM 3000** koja koristi upaljač s više detonatora (u svakom kutu mine). Mina probija 180 mm oklopa. **Hinterbergerova** mina **PM 83** također ima piezoelektrični upaljač s više detonatora u svakom kutu mine.

(nastavit će se)



Polaroid **KAISSER**
FOTOTECHNIK

Zastupstva i prodaja

Poletti d.o.o.

Ulica Kralja Držislava br. 2
HR-1000 Zagreb
Tel. / Fax: +385 1 / 277 296, 273 802, 427 151

PROTUOKLOPNA BORBA I POVRS

Kad je 1916. godine prvi tank stupio na pozornicu modernog bojišta došlo je do revolucionarnih promjena u taktici ratovanja. No, kao što je to u povijesti ratovanja slučaj i s drugim bojnim sustavima i ovaj je sustav vrlo brzo dobio svog suparnika - protuoklopno oružje. Ovime je započela utrka između konstruktora oklopnih sredstava i konstruktora protuoklopnih sustava koja traje još i danas. Tijekom posljednjih desetljeća dolazilo je do ubrzavanja i usporavanja ove utrke, a ovaj će članak nakon određenog uvoda, kao i ostali članci koji će uslijediti, pokušati definirati kakvo je stanje na protuoklopoj sceni danas i glede tehničkog razvoja PO sustava i glede taktičke uporabe istih

Berislav ŠIPICKI

Urazdoblju između dva svjetska rata jedino rješenje koje su imali konstruktori oklopnih sredstava prigodom rješavanja pitanja povećanja oklopne zaštite bilo je povećanje debljine oklopa. Jednostavnost ovog pristupa nije se uvijek poklapala s drugim problemima koje su morali riješiti konstruktori oklopnih sredstava. Jedan od značajnih problema bio je i povećanje mobilnosti takvih vozila. No, s obzirom na doktrinu korisnika oklopnih sredstava uvijek se nalazio kompromis između stupnja zaštite i mobilnosti. Do ovog kompromisa se dolazilo sve lakše i lakše s razvojem tehnologije pogonskih sustava oklopnih vozila.

Prije početka samog drugog svjetskog rata vladalo je mišljenje da su protuoklopni "sustavi, odnosno oružja, u prednosti pred oklopnim sredstvima. Iskustvo u španjolskom gradanskom ratu je, čini se, potvrdilo takvo mišljenje. U to vrijeme penetratori koji su se mogli ispaljivati iz oružja kalibra do 37 mm bili su sposobni da probiju oklop na prednjem dijelu tijela i kupole većine tankova koji su tada bili u operativnoj uporabi. Čak iako su neki tipovi tankova mogli odoljeti ovakvim protuoklopnim projektilima, oni nisu mogli odoljeti topničkim oružjima većeg kalibra. U to vrijeme bojište je bilo vrlo statično pa se mislio da će, uz takvo stanje, biti relativno lako organizirati učinkovitu protuoklopnu obranu uz uporabu protuoklopnih oružja koja su tada "vladala" na protuoklopoj sceni.

S druge strane, ovjek se u praksi javlja problem u svezi prevelike ovisnosti o doktrini. U tom se slučaju može postaviti pitanje: što ako druga strana počne raditi po drugim pravilima? Kao što je dobro poznato, koncept statičkog i strogo

definiranog bojišta nije bio prihvaćen, odnosno, odobravan od strane njemačkih vojnih teoretičara koji su razvijali taktiku uporabe oklopnih snaga. Naglasak na mobilnosti i operativnoj doktrini kombiniranih snaga bio je kao takav revolucionaran korak koji je jednim zamahom "pomeo" sve dotadašnje teorije.

Usred tog trijumfa mobilnosti, bilo je također i određenih "pokazivača" za budućnost. Teško okopljene britanske i francuske tankove namijenjene za pružanje potpore pješaštvu bilo je u stvarnosti nemoguće poraziti koristeći standardna protuoklopna oružja, no, tijekom jedne akcije sasvim slučajno došlo se do otkrića da protuzrakoplovni top kalibra 88 mm predstavlja moćno protuoklopno oružje koje je nekoliko puta tijekom istog dana preokrenulo situaciju u korist njegovih korisnika.

Jasan odgovor na to, bar što se tiče Njemačaca, bio je zamjena njihovih PO topova kalibra 37 mm sa topovima kalibra 50 mm koji su imali povećanu probognost. No međutim, sposobnost pješaštva da izlazi na kraj s oklopom uz korištenje svojih vlastitih potencijala počela je polako nestajati. Naime, pješaštvo više nije bilo u stanju voditi protuoklopnu borbu uz korištenje oružja malog kalibra zbog njihove neučinkovitosti na teško okopljenim ciljevima, pa je praktički stvoren novi rod - **rod protuoklopog topništva**. Ovaj je "rod", koji je tada u stvari bio, ako se to tako može reći, "podrod" u okviru roda topništva, jer je već tada s obzirom na namjenu oružja koje je koristio, njihovim osobinama, taktici uporabe, izobrazbi posada te mjestu u bojnom rasporedu izlazio iz okvira taktike roda topništva za potporu. Ova će podjela u okviru topništva pojmom novih protuoklopnih sustava kasnije doći još više do izraža-



ja. Dakle, nove postrojbe su postale sastavni dio protuoklopog topništva a ne roda pješaštva, no njihova je namjena opet u krajnjem slučaju ostala ista - pružanje snažne protuoklopne potpore pješačkim postrojbama i to kako će kasniji razvoj pokazati na sve većim i većim daljinama. No, opet s druge strane, razdvajanje pješaštva i protuoklopnih topova ili oklopa koji mu pruža potporu dovodi do smanjenja ukupnog obrambenog potencijala pješaštva, a pogotovo protuoklopog obrambenog potencijala. Bojna iskustva u Rusiji tijekom drugog svjetskog rata pokazala su koliko je važno da pješaštvo ima i svoj vlastiti, da tako kažemo, organski protuoklopni kapacitet, odnosno, svoja protuoklopna oružja koja će biti u velikom broju raspoređena na samoj prvoj crti. Isto tako će daljnji razvoj protuoklopnih vođenih sustava pokazati kolika je nužnost organiziranja PO kapaciteta i u visini granice između prvog i drugog pješačkog ešalona s namjenom pružanja PO potpore na srednjim i velikim daljinama.

Prvi pješački PO sustavi

Bojna iskustva u Rusiji u svezi uporabe ručnih PO sredstava dovela su do razvoja protuoklopnih oružja kao što je njemački ručni bacac **WW II Panzerfaust**. Ova su lagana PO oružja imala kumulativne bojne glave koje su iskorištavale kemijsku energiju radije nego kinetičku. Panzerfaust i slični sustavi kao što su **Panzerscherk** i **PIAT** osiguravali su pješaštvu vođenje učinkovite borbe protiv tankova i drugih oklopnih vozila. Ova oružja možda nisu bila savršena, no prilično su uspješno uništavala oklop a to je u to vrijeme bilo, naravno, sasvim dovoljno.

Njemački je Panzerfaust, prema prvim procjenama u ono vrijeme, bio zaslужan za uništenje 24 posto sovjetskih tankova u vremenu između siječnja i svibnja 1945. godine, no međutim, najnovije raščlambne pokazuju da je prvim procjenama doprinos ovog oružja uvelike umanjen. Naime, prema izjavi jednog višeg njemačkog zapovjednika, dvije trećine od 580 sovjetskih tankova bilo je u Pomeraniji uništeno Panzerfaustum. Naravno, treba napomenuti da je borba na "zatvorenom" terenu i u urbanim područjima sovjetski oklop učinila vrlo osjetljivim na oružja tipa Panzerfaust, međutim, čovjek ne može negirati njihovu stvarnu uspješnost na terenu. Također treba spomenuti i činjenicu da su protuoklopni vođeni raketni sustavi, kod kojih se zapovijedi od sustava za vođenje do rakete prenose žicom, imali svoj borbeni debi 1945. godine.

U razdoblju poslije 1945. godine, konvencionalni su protuoklopni sustavi nestali sa scene, iako su bivša sovjetska vojska i njezini sateliti u velikom broju koristili protuoklopne topove kalibra 85 mm i 100 mm. Na njihovo su mjesto došla nova netrzajna oružja, prva generacija protuoklopnih vođenih raketaka kao i novo razvijena pješačka

ručna protuoklopna oružja. Većina, ako ne i svi, ovi sustavi bili su u stanju da na bojištu probiju lagano oklopljena vozila kao i tijela teško oklopljenih tankova, ali ne uvijek i s prednje strane.

Za konstruktore tankova je izazov masovnog protuoklopog arsenala bio problem s kojim su se teško suočavali. Standardni odziv bio je povećanje razine oklopljenosti tankova. To je, naravno, bila jedna od mogućnosti, no postojala su ograničenja u svezi toga koliko oklopa tank može nositi a da ipak ostane dovoljno mobilan. Tada je zaključeno da rješenje za protuoklopna oružja treba raditi na području taktike nego na području konstrukcije oklopnih vozila.

Također je došlo i do promjene u naglašavanju važnosti konstrukcije tanka pri čemu su utemeljene dvije škole. Jedna, britanska držala je da je zaštita omogućavala i veću mobilnost, dok je druga, podržavana od strane Nijemaca i Francuza, držala da je povećana mobilnost pružala veću zaštitu. Svaka, naravno, vojska može odlučiti



Na slici je prikazan poljski tank T-72 opremljen ERA oklopom koji mu pruža dodatnu zaštitu od djelovanja klasičnih kumulativnih bojnih glava



kojoj će se školi prikloniti. Jedina stvar u kojoj su se u ono vrijeme slagali pobornici i jedne i druge škole bila je činjenica da je najbolje oružje za borbu protiv tanka drugi tank koji ima top koji može učinkovito djelovati s potkalibernim projektilima. No, do revolucionarnih promjena ipak dolazi uvođenjem u operativnu uporabu malih (portabl) protuoklopnih vođenih raketnih sustava pomoću kojih se do cilja vode protuoklopne vodene raketke I. generacije naoružane kumulativnim bojnim glavama.

Upravo u svezi s tim u listopadu 1973. godine tijekom arapsko-izraelskog rata stečena su određena bojna iskustva i dobivene potvrde glede potrebe ubrzanja sljedeće faze razvoja sustava u okviru utrke između oklopnih i protuoklopnih sustava. Egipt je vojska, naime, tada shvatila da će morati sprječiti izraelske manevarske snage da zaštite svoje mostobrane na Sueskom kanalu. Da bi to mogli provesti Egipćani su došli do zaključka da trebaju rasporediti protuoklopna oružja na prednjem kraju svoje obrambene crte. Oni su se u ovim svojim planovima za organiziranje protuok-



Na slici je prikazan način funkcioniranja elektronske zaštite ili elektronskog maskiranja tankova na bojištu u uvjetima smanjene vidljivosti danju ili po noći kad do izričaja dolaze termovizijske kamere. Na gornjoj slici su prikazana dva tanka snimljena optičkom kamerom a na donjoj slici su prikazani odrazi ista ta dva tanka pri uporabi termovizijske kamere uz uporabu elektronskog maskiranja

lopne obrane oslanjali na desetine naoružane ruskim sustavima **9K11** (NATO naziv - AT3 "Sagger") pomoću kojih su se lansirale i vodile protuoklopne vodene rakete **9M14M "Maljutka"**. Te su PO desetine bile podržavane ručnim raketnim bacačima **RPG-7** i pješaštvo. Ovdje treba, također, naglasiti da su tada prvi put masovno i na veliko iznenadenje protivnika bile uporabljene PO vođene rakete I. generacije.

Protuoklopne vođene rakete "Maljutka" bile su bez dvojbe naj sofisticiranija PO vođena oružja 70-tih godina, no treba naglasiti da su mogle biti i visoko učinkovite samo u rukama iznimno dobro izučenih operatora. To znači da je njihova visoka sofisticiranost došla do izražaja jedino kroz učinkovitu uporabu od strane kvalitetno izučenih posada. Kad je vodeća izraelska oklopna brigada počela napredovati prema Sueskom kanalu ona je upala u zasjedu egiptskih PO postrojbi pri čemu je doslovce bila uništena. Reakcija na takav razvoj događaja mnoge je vodila do pitanja: kakva je u stvari ranjivost oklopa na modernom bojištu? No, svima je bilo jasno da je situacija na Sinaju potvrdila činjenicu koje su svi

slojeve oklopa.

Razvoj novih oklopa

Prvi ozbiljni **pasivni ili ERA** (engl., **Explosive Reactive Armour - eksplozivni reaktivni oklop**) oklopni sustav proizveden je od strane izraelske tvrtke **Rafael**. Ovaj tzv. "Blazer" sustav ohrabrio je mnoge druge zemlje da počnu s razvojem i uvodenjem u operativnu uporabu ERA oklopa, posebno nakon uspješne demonstracije Blazera na izraelskim oklopnim vozilima. U načelu, instalacija ERA na prednjim površinama tanka trebala bi sprječiti kumulativne glave da probiju "klasični" sloj oklopa - uz naravno, pretpostavku da ERA elementi (pločice) ostanu na mjestu.



Trenutak pogadanja raket RBS56 BILL. Jasno se vidi mlaz koji pod kutom od oko 30° u odnosu na vodoravnu crtu pogada gornji dio tanka

kutem od oko 30° u odnosu na vodoravnu crtu pogada gornji dio tanka

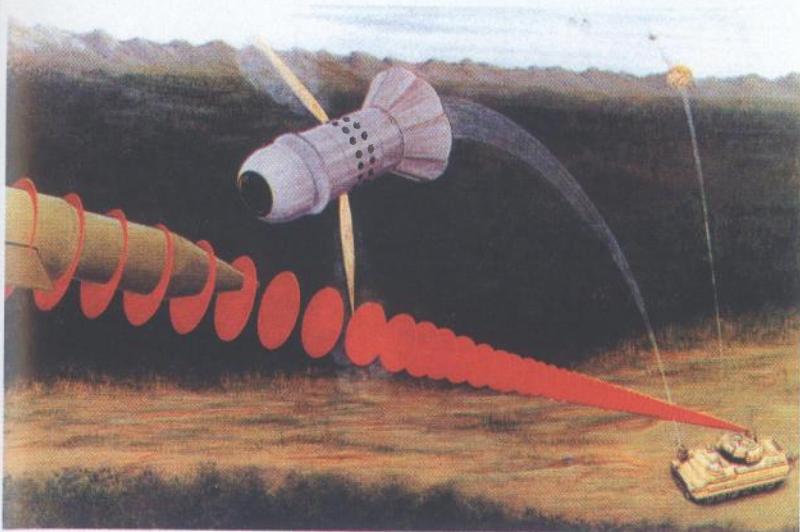
svjesni - oklop koji nema potporu pješaštva i drugih robova ranjiv je oklop.

Nakon šoka izazvanog prvim susretom s ovakvim oblikom protuoklopne zaštite izraelska je vojska razvila odgovarajuću taktiku kako bi mogla odgovoriti na izazov novonastale prijetnje.

U stvari, ova je promjena taktike bila povratak na **doktrinu kombiniranih snaga**. Možda je najvažniji odziv na ove početne velike gubitke u oklopu bila odluka da se nastavi s razvojem novih tipova oklopa koji će biti tako konstruirani da smanje učinkovitost kumulativnih bojnih glava. Stoga zaista u to vrijeme nije bilo nikakvo iznenadenje da je Izrael bio prva zemlja koja je u operativnu uporabu stavila učinkovite dodatne

Kao i s mnogim drugim stvarima, napredak na jednom području popraćen je napretkom i na drugom - suparničkom području; to je svakako slučaj s ERA oklopom. Rješenje je ležalo u činjenici da bi trebalo prije probijanja glavnog (klasičnog) sloja oklopa potaknuti na eksploziju element (eksplozivnu pločicu) ERA oklopa kako bi se "očistio" put za glavnu kumulativnu bojnu glavu namijenjenu za probijanje klasičnog sloja oklopa. Klasično rješenje ovog problema leži u tandem bojnoj glavi. **Inicijalno** ili tzv. **prekursor** (ono koje prethodi) kumulativno punjenje uklanja ERA sloj te omogućava glavnom kumulativnom punjenju da probije glavni sloj oklopa. Na prvi pogled ovime je riješen problem ERA oklopa; međutim, nitko to nije rekao konstruktorima oklopa.

Druga generacija ERA oklopa puno je kompleksnija prijetnja s kojom se moraju suočiti konstruktori PO vođenih raket. Ovaj novi tip ERA oklopa sastoji se od "sendvič" pločica koje imaju vanjsku oklopnu oblogu iza koje se u prvom sloju nalazi eksplozivni element, iza njega u drugom sloju keramička ploča i napokon u trećem sloju ponovno eksplozivna pločica. Sendvič pločica se montira na osjetljive površine na tanku. Ukoliko ni to nije dovoljno konstruktori tankova nude i široku lepezu novih oklopa koji nude puno veću zaštitu nego konvencionalni lijevani ili valjani celični oklopi - tzv. sendvič oklopi. Ovi novi oklopi

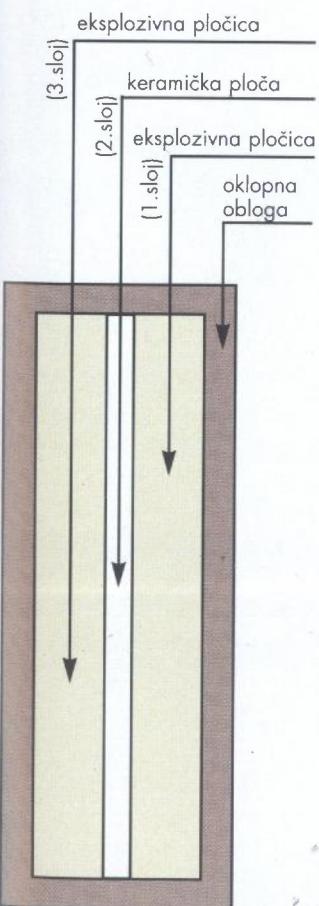


Aktivna zaštita tankova od projektila koji napadaju odozgo može biti izvedena pomoću SLID projektila.

Projektili su opremljeni glavama za samonavodenje i štite tank na načelu

"raketnog štita". Naime, ovi se projektili lansiraju prema napadačkoj raketni koja napada tank odozgo čim se na malim visinama iznad tanka pojavljuje kakav objekt

Na slici je prikazan u presjeku ERA oklop II. generacije



su, kako to govori i sam naziv "sendvič", sačinjeni od više slojeva različitih materijala (čelika, slitine, keramike, raznih vlakana itd.). Ukoliko se na ovakav oklop doda još i sloj ERA oklop II. generacije tank zaštićen takvim oklopom postaje vrlo "komplikiran" protivnik.

No, treba naglasiti da današnja nazočnost ERA oklopa II. generacije ne jamči potpunu neranjivost tanka. Ono što se može postići s dodavanjem ovog oklopa je smanjenje učinkovitosti kumulativne bojne glave za 75 posto, prema tome može se zaključiti da protuoklopne raketne s klasičnim (jednostrukim) bojnim glavama i one s ranijim tipovima tandem bojnih glava neće probiti oklop tanka. Većina modernih tandem bojnih glava, uglavnom onih s prekursor bojom glavom promjera većeg od 60 mm, može probiti ERA blokove i "pročistiti" put kroz glavni oklop. Međutim, to zahtijeva veliku i stoga i skupu raketu, a da se ne jamči potpun uspjeh na cilju.

Implikacije za sadašnja protuoklopna oružja nisu tako pozitivna. Izgleda da će lagana pješačka protuoklopna oružja biti ugrožena novim oklopom iako ona još uvijek mogu biti uporabljena protiv drugih (manjih) oklopnih prijetnji. Na području protuoklopnih raket malog (do 1000 m) i srednjeg (do 2500/3000 m) dometa većina protuoklopnih raket bi moglo biti ugroženo novim oklopom izuzevši raketu koja napadaju cilj po tzv. "top attack" scenariju. Međutim, određena područja na tanku bit će i nadalje osjetljiva na djelovanje bojnih glava PO vodenih raketnih sustava II. generacije.

Ovime se ne sugerira da ne može biti nađeno rješenje za prijetnju koju pružaju ERA oklopi II. ili novije generacije, odnosno napredni oklopi. Tankovski top koji koristi potkalibarne projektili još uvijek probija sve ovake oklope kao što bi morala svaki oklop probiti i raketu nadzvučne brzine. Za konstruktore laksih protuoklopnih vodenih raketnih sustava izazov je da naprave POVR koja će imati dovoljno veliku tandem bojnu glavu a da sustav pri tome ostane portabil (prijenosni) sustav. Ovdje se, dakle, može u određenom trenutku doći do granice na kojoj

ovakav sustav nije više sposoban da uništi sve oklopne prijetnje. Izazov, dakle, leži u pronalaženju odgovarajuće organizacije PO sklopovlja u okviru raketne s ciljem izvlačenja prednosti koje pružaju njihove performanse.

U ovom trenutku vrijedno je zapamtiti da je relativno lako opremiti vozila naprednim ERA oklopima. Jedini problem je cijena takvog zahvata. Mnoge vojske jednostavno neće biti u stanju da si priušte utrošak značajnih sumi novca za opskrbu svih svojih vozila naprednim ERA oklopima; prema tome još će uvijek zasigurno biti pogodnih ciljeva na bojištu i za PO vođene raketne sustave s klasičnim kumulativnim bojnim glavama. Kao dodatak tome dolazi i činjenica da ERA te napredni oklopi još uvijek ne mogu jamčiti potpunu neranjivost vozila koje štite - ova činjenica predstavlja pozitivnu novost za one koji organiziraju i provode taktičke igre u kojima se oslanja na protuoklopne vođene raketne sustave koji su trenutačno u operativnoj uporabi u većini vojski svijeta i tijekom kojih se proigravaju različite taktičke situacije u kojima do izražaja dolazi međusobna povezanost najbitnijih čimbenika u svim današnjim a i budućim ratnim operacijama - pješačta, oklopništva i protuoklopništva.

Da bismo završili s našim razmatranjima vezanim uz "oklopne" i "zaštitne" aspekte protuoklopne scene, trebamo pogledati na trenutak i u budućnost. U početku sljedećeg stoljeća, zaštita tankova bi trebala kako se očekuje krenuti u novom smjeru, i to od pasivne zaštite koju imamo danas k području aktivne zaštite. Na tom je području uloženo zaista puno napor, no trenutne tehnologije još uvijek morati sačekati nekoliko godina da budu stavljenе u operativnu uporabu. Osim toga, različiti su pristupi bili iskušavani, od onih ideja zasnovanih na tehnologijama bliskim mornaričkim CIWS sustavima (engl., CIWS - Close-In Weapon System - oružnički sustav za blisku obranu), preko ideja koje imaju za cilj izradbu tzv. elektronskih kamuflažnih sustava, pa do onih ideja koje imaju za cilj izradbu punjenja ili granata koje se aktiviraju pomoću senzora s ciljem da ometu POVR-e prije negoli njihova bojna glava postigne odgovarajuću tzv. "stand-off" distancu.

Tank budućnosti će zacijelo imati bolje zaštitne osobine nego današnji tankovi, no kako smo stalno svjedoci razvoja i oklopnih i protuoklopnih tehnologija možemo doći do zaključka da će i u budućnosti biti nemoguće osigurati potpunu zaštitu oklopnih vozila.

S dobrim oružjem i odgovarajućom taknikom tankovi mogu biti zaustavljeni. Na sreću, postoji dovoljno protuoklopnih oružja koja mogu izvršiti ovu zadaću. U sljedećim ćemo nastavcima pozornost fo-kusirati na neke sadašnje i buduće protuoklopne vođene raketne sustave za koje se može očekivati da će se suočiti s "oklopnim izazovom" i poraziti ga.



OPERACIJA DENY FLIGHT

Zbog sprječavanja povreda zračnog prostora iznad BiH, kao i napadaja srpskog zrakoplovstva na civilne ciljeve, Ujedinjeni narodi su u suradnji s NATO-om 1993. godine pokrenuli operaciju *Deny Flight*



Kako bi se spriječile povrede zračnog prostora **Republike Bosne i Hercegovine**, kao i brojni napadaji na civilne objekte, izvedeni od strane srpskih letjelica, Ujedinjeni narodi odlučili su zatvoriti zračni prostor nad BiH. To je bio uvod koji je doveo do operacije "**Deny Flight**". Godine 1992. započele su i humanitarne operacije dopreme pomoći zračnim putem, a među njima bila je i operacija "**Provide Promise**" sponzorirana od strane UN-a. Operaciji "Deny Flight" prethodila je operacija "**Sky Monitor**". UN su 9. listopada 1992. godine zapovijedili zatvaranje zračnog prostora iznad BiH za sve letove vojnih zrakoplova, a ta je akcija započela 16. listopada 1992. godine na temelju rezolucije Vijeća sigurnosti UN br.781. kojom je i ustanovljena zabrana

letova, osim letova za potrebe Zaštitnih snaga UN (UNPROFOR) u BiH.

U nadgledanje zračnog prostora u okviru "Sky Monitora" uključuje se NATO sa svojim zrakoplovima **Boeing E-3A Sentry AWACS**, koji su od srpnja 1992. godine sudjelovali u nadgledanju pomorskog prometa na Jadranu (operacija "**Maritime Monitor**" za provođenje rezolucija UN 713 i 757, što je 22 studenog iste godine donošenjem rezolucije UN 787 postala operacija "**Maritime Guard**"). AWACS zrakoplovi od 16. listopada kruže iznad Jadrana, a zatim i nad Madarskom. Informacije koje prikupe AWACS-i dostavljaju se UNPROFOR-u kao dio njegovog ukupnog nadzora. Na temelju ovih podataka dužnosnici UN procijenili su da je od zatvaranja zračnog prostora BiH do početka operacije "Deny Flight" više od 500 letova prekršilo UN-ovu zabranu.

Dario VULJANIĆ



Nizozemski F-16A(R)
opremljen izvidničkim
povjescnikom Oude Delft
Orpheus



FOTO: JOHN GILBERT za VELEBIT

Vijeće sigurnosti UN 31. ožujka 1993. godine donosi rezoluciju 816, koja proširuje zabranu na sve letjelice u zračnom prostoru BiH, osim za one koje odobri UNPROFOR, te je pozvalo zemlje članice UN da poduzmu sve potrebne mјere u slučaju dalnjih povreda zabrane leta. Sjeverno-atlanski savjet (NAC) obavio je potrebljano planiranje odvijanja ovih aktivnosti i 2. travnja 1993. godine naložio vrhovnom savezničkom zapovjedniku u Europi (SACEUR) da poduzme pripremne korake kako bi započelo provođenje rezolucije 816. Provođenje zabrane leta ubrzao je bombarderski napadaj tri srpska zrakoplova **Antonov An-2** na Srebrenicu 15. ožujka iste godine, te borbena djelovanja njihovih helikoptera kraj Maglaja 4. travnja. Osmog travnja NAC odobrava provođenje zabrane leta u okviru rezolucije 816.

Operacija "Deny Flight" započinje **12 travnja 1993.** godine, u 12.00 sati (GMT). SACEUR je prenio ovlasti za provođenje ove operacije na glavnog zapovjednika savezničkih snaga u

15C Eagle u zračnoj bazi Aviano u sjevernoj Italiji, mornarički zrakoplovi s nosača **USS Theodore Roosevelt** (CVN 71) u Jadranu. Pet zrakoplov-cisterni **Boeing KC-135R Stratotanker** u bazi američke mornarice Sigonella na Siciliji služi za popunu gorivom američkih i nizozemskih zrakoplova;

-Nizozemska: - 14 lovaca **General Dynamics F-16A/B Fighting Falcon** smještenih u zračnoj bazi Verona/Villafranca i četiri izvidnika **F-16A(R)** s povjescnicima Orpheus;

- Francuska: - 10 lovaca **Dassault Mirage 2000C** u zračnoj bazi Cervia kraj Rimina i četiri izvidnika **Dassault Mirage F.1CR** u bazi Istrana kraj Venecije;

- NATO: - zrakoplovi **E-3A** iz satava Airborne Early Warning Force (NAEWF).

Komponenta E-3A iz NAEWF pruža potporu operaciji "Deny Flight" i NATO-voj operaciji "Maritime Guard" iz svoje matične baze u Geilenkirchenu (Njemačka) i izdvojenih baza u Avianu i Trapaniju (Italija), te Previzi (Grčka).

Oprema za satelitske komunikacije i osoblje iz USAF-ove 603rd Mobile Command and Control Unit, inače smještene u njemačkom Sembachu raspoređena je u Aviano kako bi pružila potporu operaciji (priključivanje i distribucija svih informacija o situaciji u zračnom prostoru BiH).

Neslavnom početku operacije pridonio je pad jednog Miragea 2000C tijekom prve noći nakon problema pri punjenju gorivom u letu. U prva dva dana operacije izvršen je ukupno 91 let, od čega su 62 bili lovačke misije.

Akcije srpskih letjelica nastavile su se smanjivati nakon početka "Deny Flighta", ipak zbog nedostatka odgovora od strane NATO zrakoplova, Srbi su nastavili redovito koristiti helikoptere, a povremeno čak i zrakoplove protiv postrojbi **Armije BiH** u istočnoj i postrojbi Armije BiH i **HVO-a** u sjevernom djelu Republike Bosne i Hercegovine.

U svibnju 1993. godine, UN i NATO donose planove za pružanje bliske zračne potpore za UNPROFOR-ove postrojbe u BiH. Ambasadori NATO zemalja u Bruxellesu 7. lipnja odobravaju planove, te su u roku od jednog tjedna američki, britanski, nizozemski i francuski borbeni zrakoplovi bili na putu u talijanske zračne baze. SAD su osigurale većinu letjelica, poslavlji 12 jurišnika **Fairchild A/OA-10A Thunderbolt II** iz 510th FS



FOTO: JOHN GILBERT za VELEBIT

Zrakoplov-cisterna Boeing KC-135R u Pisi

južnoj Europi (**CINCAFSOUTH**), koji operativni nadzor svakodnevnih misija lovačkih zrakoplova CINCSOUTH prenosi na zapovjednika 5. savezničkih taktičkih zračnih snaga (5th ATAF), u Vicenzi. Koordinacija između NATO-a i UN dogovorena je kroz razmjenu predstavnika između zapovjednika 5th ATAF s jedne, te Glavnog stožera UNPROFOR-a u Zagrebu i Glavnog stožera Zapovjedništva UN za BiH sa sjedištem u Kiseljaku s druge strane.

Provodenje operacije započeli su zrakoplovi iz Francuske, Nizozemske i SAD, raspoređeni u zrakoplovnim bazama u Italiji, te na nosačima u Jadranu. Po zemljama tu su bili uključeni:

-SAD: - 12 lovaca **McDonnell Douglas F-**

(kasnije dobio oznaku 81st FS) koji su se priključili lovциma F-16C iz 23rd FS (oba squadrona su iz istog, 52nd FW, baza Spangdahlem) koji su od 2. srpnja vršili borbene ophodnje iznad BiH, zamjenivši F-15C. Drugi američki zrakoplovi za paljbenu potporu u Avianu su osam F/A-18C iz squadrona VMFA(AV)-533 Marinskog korpusa, opremljeni za vršenje napadaja laserski vođenim bombama noću i u lošim meteorološkim uvjetima. Četiri **Lockheed AC-130H Spectre** iz 16th Special Operations Squadron bili su poslani kako bi osigurali veću mogućnost borbenog djelovanja po noći. U rujnu u Aviano stiže 512th FS sa **12 F-16C** (86th FW iz baze Ramstein).

Na pučini Jadranskog mora nalazio se nosač zrakoplova USS *Roosevelt* s deset lovaca-bombardera **Grumman F-14A "Bombcats"** (iz squadrona VF-84), 14 jurišnika **Grumman A-6E (SW-IP) Intruder** (VA-36) i 30 lovaca-bombardera **McDonnell Douglas F/A-18C Hornet** (VFA-15, VFA-87, VF-MA-31-2). Šest **BAe Sea Harrier FRS-Mk.1** nalazilo se na britanskom nosaču **HMS Invincible (R 05)**, a šest francuskih **Dassault Super Etandarda** za borbene i izvidničke misije na nosaču **Foch (R 99)**.

Vodenje i zapovijedanje udarnim snagama osiguravali su NATO-vi, RAF-ovi i francuski AWACS zrakoplovi **E-3A/D/F** potpomognuti sa šest USAF-ovih **EC-130E** iz 7th Airborne Comand and Control Squadron iz baze Kesler. **EC-130E ABCCC III** opremljeni sustavom JTIDS koriste se za prijenos podataka u realnom vremenu između NATO-vih AWACS-a, ratnih brodova i borbenih zrakoplova. Osiguranje potpore zrakoplova - cisterni, bilo je nužno za operaciju, pri čemu su KC-135 24 sata dnevno bili u zraku iznad Jadrana. U bazi Milano/Malpensa osnovan novi odjel 100th Air Refueling Winga s pet KC-153R, a tu su i dva britanska **Lockheed Tristar K.Mk.1** iz 216. Squadrona. Drugih pet KC-135R iz 100th ARW djeluju iz baze Sigonella.

Dana 22. srpnja 1993. godine NATO objavljaju-

je da je pripravan osigurati blisku zračnu potporu za UNPROFOR-ove snage koje prate humanitarne konvoje u BiH. Potreba za pružanjem CAS (bliske zračne potpore) postala je očita 25. srpnja kad su se francuske postrojbe u Sarajevu našle pod paljbom srpskih tankova, pri čemu je uništeno više oklopnih vozila. Tijekom posljednjih dana srpnja i u početku kolovoza 1993. godine udarne snage započele su pripreme za zrakoplovne operacije iznad Bosne i Hercegovine. Izvidnički zrakoplovi snimali su srpske položaje oko Sarajeva. Izviješćeno je da su američki izvidnici **Lockheed U-2R** iz sastava 9th Winga, smještenog u bazama Alconbury (Velika Britanija) i Akrotiri (Cipar), letjeli u izvidničke misije iznad područja bivše Jugoslavije, koristeći sustave za prijenos podataka Senior Span. Letove u cilju elektronskog izvidanja iznad BiH vršili su i američki **RC-135 Rivet Joint** (55th Wing, Mildenhall), **Lockheed EP-3E-II Aries II** (VQ-2, Rota), britanski **BAe Nimrod R.Mk.1P** (51. sqn., Sigonella), francuski **Transall C.160 GABRIEL** (EET 11/54 Vicenza) i **DC-8 Srs 53 SARGIUE** (EE 51 Evreux).

Velika srpska ofenziva usmjerena na osvajanje strateški važnih planina Igmana i Bjelašnice, uz izazivanje brojnih civilnih žrtava u Sarajevu dovila je i do povreda zračnog prostora BiH, te su 2. kolovoza predstavnici NATO-a naložili pripremu zračnih napadaja kako bi se olakšao obruč oko Sarajeva. Oni su odobreni 9. kolovoza i NATO izdaje ultimatum Srbima zahtijevajući da prekinu opsadu grada. U sklopu dogovorenih pravila angažiranja UN-ovi zapovjednici mogli su pozvati CAS ako su došli pod izravni srpski napadaj. Tenzije su porasle kada su srbi 11. kolovoza odbili da napuste dva vrha iznad Sarajeva. NATO je povećao tempo svojih operacija, pri čemu su borbeni zrakoplovi vršili ponovljene prolaze iznad spornih planina u pokazivanju snage, što se činilo da daje željeni učinak. Kroz nekoliko dana Srbi su povukli svoje postrojbe, a Francuzi su preuzeли njihove položaje. Usred ove krize jedan lovac F-16C srušio se 11. kolovoza u Jadran. Spasio ga je **Sea King HC.Mk 4** britanske kraljevske mornarice nakon što su NATO-zrakoplovi izvršili akciju potrage. Tijekom srpnja drugi F-16C iz 23rd FS morao je provesti noć u splitskoj zračnoj luci nakon što je tijekom ophodnje iznad BiH imao problema s hidraulikom.

U bazu Gioia del Colle u južnoj Italiji iz RAF-ove baze Coltishall 15. kolovoza stiže 12 jurišnika **Jaguar GR.Mk 1A**. Istog danu Francuzi su poslali osam (od svibnja 1994. četiri) Jaguara (EC 11 Toul) u sjeverno-talijansku bazu Rivolto. Sve je to upotpunjeno sa šest nizozemskih F-16A u bazi Villafanca. Tijekom dnevnih sati NATO je osigurao stalnu prisutnost zrakoplova za potporu iznad Bosne i Hercegovine kako bi UN-ove postrojbe imale stalnu zaštitu. To je omogućilo NATO-vim pilotima da se upoznaju sa terenom i područjima mogućih ciljeva.

NATO-vi zrakoplovi nosili su široki spektar



Punjenje gorivom u zraku francuskog Jaguara

naoružanja. Američki A-6E i F/A-18 uglavnom su imali laserski vodene bombe GBU-12 Paveway II težine 226 kg, infracrveno (**AGM-65F**) ili laserski vodene (**AGM-65E**) projektille **Maverick**. U misiji iznad Bosne A-10 letjeli su s raketama Maverick i podyjesnicima raketa za označavanje ciljeva LAU-97. Britanski i francuski Jaguari, kao i američki i nizozemski F-16 uglavnom su letjeli natovareni čeličnim ili kasetnim bombama.

U isto vrijeme iznad BiH bile su do tri CAS ophodnje. Drugi borbeni zrakoplovi i tankeri nalazili su se spremni na uzletištima u Italiji ili na nosačima kako bi odmah mogli odgovoriti pozivu za akciju. Zapovjednici NATO-a razvili su i uvježbali planove za borbenu operaciju ("pritisni CAS" sustav), tako da je bilo koja od UNPROFOR-ovih postrojbi pod napadom mogla pozvati zrakoplov koji se stalno nalazio iznad nje. Tijekom noći

početku su se centrirali na lovačke i fotoizvidničke misije, dok su Horneti sa istog nosača udruženi s F-14 letjeli u CAS misije. A-6E koncentrirali su se na borbena djelovanja, kako iznad tla, tako iznad mora, u sklopu UN-ove pomorske blokade Srbije i Crne Gore.

Prowleri iz squadrona VAQ-137 izvjestili su da su srpski radari za projektille **2K12M Kub-M** (**SA-6 Gainful**) često slijedili NATO letove iznad Bosne. S-3B iz VS-32 optimizirani za izviđanje iznad zemlje pod kodnim nazivom Project Aladdin vršili su elektronska djelovanja za otkivanje položaja srpskih radara. Za zrakoplove NATO-a najvažnije ciljeve predstavljaju četiri položaja radara za rano upozoravanje smještenih na planinama Jahorini, Kozari, Majevici i Plješivici, veliko podzemno zapovjedno mjesto kraj Han Pijeska, zapovjedništvo 3. korpusa tzv. vojske republike

FOTO: JOHN GILBERT za VELBIT



ulogu CAS preuzimali su AC-130H sa svojom uništavajućom sposobnošću za vršenje noćnih napadača i izviđanja. Kako bi se osigurala zaštita od mogućih napadača, CAS misije koordinirane su sa lovačkim ophodnjama operacije "Deny Flight".

U početku rujna 1993. godine američki nosač zrakoplova **USS America** (**CV 66**) preuzeo je dužnosti na Jadranu, a zrakoplovni wing je odmah započeo s operacijama iznad BiH. U skladu s usvojenom politikom američke mornarice "adapted force package", ovaj je wing imao znatno razlikiju mješavini zrakoplova od one na *Rooseveltu*. Squadron VF-102 imao je 14 primjeraka F-14A, VFA-82 i VFA 86 imali su 22 F/A-18C, VA-85 imao je 14 A-6E (SWIP), VAQ-137 četiri EA-6B, VAW-123 četiri **Grumman E-2C Hawkeye**, VS-32 šest **Lockheed S-3B Vikinga**, HS-11 šest **Sikorsky SH-3H Sea Kingova**. Na nosaču su se također nalazila i četiri marinska **Boeing CH-46E Sea Knight** iz HMM-162 i odjel od 300 marinaca Letačke operacije s nosača *America* bile su potpuno integrirane s NATO-vim dnevnim operacijama iznad Bosne, pri čemu je 30-40 letova dnevno bilo dodijeljen TAF-u. Tomcati s ovog nosača u

srpske smješteno u Lukavici kraj Sarajeva, bitnice protuzrakoplovnih projektila **SA-75M**, **S-75M** (**SA-2 Guideline**) i **Kub-M**, te pojedine bitnice protuzrakoplovnog topništva iz 9. protuzrakoplovne pukovnije 3. korpusa tzv. VRS.

Nakon nekoliko mirnijih mjeseci, situacija se zaoštirla kada su Srbi 5. veljače 1994. godine izvršili masakr na sarajevskoj tržnici, pa je 9. veljače donijeta odluka po kojoj zrakoplovi NATO-a mogu napasti i uništiti sve ciljeve u tzv. "zoni isključenja" od 20 km od središta Sarajeva. Srpski zrakoplovi **G-4** su 28. veljače, napali bolnicu i skladište oružanja u Bugojnu, a zatim i tvornicu "Bratstvo" u Novom Travniku. Ovaj napadaj je odmah nakon polijetanja s uzletišta u **17.31 b** (GMT), otkrio jedan E-3A što je letio iznad Jadrana i u **17.35 b** poslao upozorenje srpskim napadačima da slete ili da napuste zonu zabrane leta, no Srbi nisu reagirali. Dva američka F-16C iz sastava 526th FS/86th FW, što su tada letjeli u okolici Mostara, AWACS je usmjerio prema srpskoj formaciji. Piloti F-16 su u **17.42 b** dali još dva upozorenja, no srbi se nisu obazirali na njih. Minutu kasnije primljena su odborenja da se Fighting Falconi suprotstave **Super**

SEPECAT Jaguar A iz Escadre de Chasse 11 u letu iznad Jadrana



Mirage 2000C iz EC 5 u zračnoj bazi Crevia kreće na ophodnju iznad BiH naoružan s dva projektila Matra Super 530D i dva Matra R.550 Magic 2

Galebovima. Istodobno piloti F-16 uočili su kako srpski zrakoplovi bombardiraju Novi Travnik. U **17.45 h** vodeći F-16C (89-2137) ispalio je projektil **AIM-120 AMRAAM** i uništio prvi G-4. Isti zrakoplov u **17.47 h** lansira **AIM-9 Sidewinder** uništivši drugi G-4, a minutu kasnije on šalje drugi Sidewinder i uništava trećeg Super Galeba. Njegov pratilac lansira jedan AIM-9, ali on promašuje svoj cilj. Nakon što ih je pozvao AWACS, pristiže i drugi par F-16, te u **17.50 h** prvi zrakoplov iz ovog para (89-2009) Sidewinderom obara i četvrtog Super Galeba. F-16 zatim gube dva preostala srpska zrakoplova, no "ulovili" su ih nakon devet minuta uz pomoć AWACS-a, točno na vrijeme da vide kako bježe iz bosanskog u hrvatski zračni prostor. Preostala dva uspjela su se vratiti bazu, jer F-16 nisu imali dopuštenje za djelovanje u Hrvatskom zračnom prostoru. Cijela akcija trajala je ukupno 19 minuta. To je bilo po prvi put u povijesti NATO-a da su njegovi zrakoplovi izveli ofenzivnu akciju, a to je ujedno i prva borbeni akciji u operaciji "Deny Flight".

U "zaštićenoj zoni" oko Goražda Srbi su tijekom travnja započeli ofenzivu, što je na kraju dovelo do akcije američkih F-16 i F/A-18 protiv srps-



Turski Fighting Falcon prima gorivo kraj Biševa

skih ciljeva u okolini Goražda 10. i 11. travnja na zahtjev snaga UN s terena. Dva F-16C napala su zapovjedno središte srpskog topništva, smješteno oko 11 km jugozapadno od Goražda. Prvi F-16 je u 18.22 h bacio jednu bombu Mk 82 na cilj, da bi u 18.22 h drugi F-16 bacio još dvije. Nakon 18 minuta prestalo je srpsko granatiranje Goražda. Sut-

radan, srpski tank T-55 granatirao je Goražde. Kao odgovor, u 11.45 h dva marinska F/A-18A nisko su nadljetala položaje srpskog topništva u pokušaju da ih zaustave u bombardiranju grada, učinjena su još dva pokušaja, u 12.36 i 13.00 h, no to nije donijelo rezultate. U 14.00 h izdana je zapovijed o napadaju i u 14.19 h dva zrakoplova naciljala su T-55 i na njega bacila tri bombe Mk.82, vjerojatno uništivši srpski tank, nakon čega su iz niskog leta topom gađali ciljeve na zemlji. Bitka se nastavila i NATO-vi zrakoplovi su vršili mnoge, uglavnom izvidničke letove. Tijekom jednog takvog leta 15. travnja IC vođenim protuzrakoplovnim projektilem teško je oštećen francuski Dassault Etandard IVP (No 115) koji se uspio vratiti na nosač *Clemenceau*.

Sljedećeg dana dva Sea Harriera FRS Mk.1 iz 801 squadrona s nosača HMS Ark Royal (R 07) trebali su bombardirati srpske tankove. Kako bi mogli identificirati svoje ciljeve, morali su napraviti prolaz u niskom letu, prije no što su pokušali napasti u trećem prolazu. Prije odbacivanja bombi, raketom SA-7 pogoden je i oboren jedan od zrakoplova (XZ 498). Srpska ofenziva prestala je nakon novog ultimata NATO-a.

Dva jurišnika A-10A su 5. kolovoza 1994. godine 12 km jugozapadno od sarajevske zračne luke uništila stari srpski lovac tankova M-18 Hellcat, nekoliko sati nakon što su bosanski Srbi nasilno iz UNPROFOR-ovog skladišta na Ildži odvezli dio tamo uskladištenog naoružanja. Zatim je određeno da se izvrši napadaj iz zraka u koji su krenula četiri RAF-ova Jaguara GR.Mk.1, četiri francuska Mirage F.1CT, četiri nizozemska F-16A i dva A-10A, no zbog lošeg vremena oni nisu mogli pronaći svoje ciljeve u okolini Sarajeva. Jedan sat prije napadaja srbinima je dano upozorenje, a zatim su A-10 na M-18 ispalili 600 granata. Srbi su nakon napadaja vratili oteto naoružanje. Oko šest kilometara od središta Sarajeva 22. rujna dva Jaguara GR Mk.1A i dva A-10A su nakon zahtjeva UN uništila jedan srpski tank T-55 u sigurnosnoj zoni, kao odgovor na srpske napadaje na pripadnike postrojbi UN u Sarajevu.

Tijekom rujna NATO zrakoplovi izvršili su 40.000-tu misiju u sklopu operacije "Deny Flight" (uključujući sve letove lovaca, jurišnika i zrakoplova cisterni). U misijama su sudjelovali američki, francuski, britanski, nizozemski i turski zrakoplovi. Za vrijeme ovih misija izgubljena su četiri zrakoplova, od kojih je jedan oboren (Sea Harrier iznad Goražda), a tri su stradala u nesrećama. U operaciji "Deny Flight" angažirano je oko 4500 ljudi iz dvanaest zemalja NATO-a.

Izvođenje "Deny Flighta" nastavljeno je i ove godine, iako dosad nisu zabilježene neke posebne aktivnosti (osim redovitih) snaga koje sudjeluju u ovoj operaciji. Može se reći, uvezvi u obzir sredstva i napor uložen u ovu akciju tijekom proteklih dvije godine, da ona nisu donijela očekivane rezultate.





Robert BARIĆ

Jedan od najpoznatijih borbenih helikoptera današnjice bez sumnje je ruski **Mil Mi-24**. Ovaj helikopter, koji je također jedan od kandidata za najružniju borbenu letjelicu u povijesti, i danas nakon dva desetljeća operativne uporabe bez obzira na u međuvremenu promjenjenu sliku o njegovim sposobnostima (pokazalo se da Mi-24 nije nikakav "superhelikopter" sposoban i za zračnu borbu i za PT borbu, te da su njegove borbene sposobnosti precijenjene) predstavlja opasanog protivnika, pogotovo ako se taktikom njegove uporabe minimiziraju slabije strane Mi-24.

Prva iskustva u vojnoj upotrebi helikoptera na Zapadu nisu prošla nezapaženo u bivšem SSSR-u. Na temelju iskustava u korejskom sukobu, u Sovjetskom Savezu u početku se smatralo da je to novo borbeno sredstvo pogodno za transport i medicinsku evakuaciju, dok se o mogućem naoružavanju helikoptera nije previše razmišljalo (to se može vidjeti i iz konstrukcije transportnih helikoptera Mil Mi-4 i Jak-24, napravljenih tijekom pedesetih; istina, Mi-4 mogao je u gondoli navigadora nositi strojnici DŠK kal. 12,7 mm, no ta modifikacija nije bila masovno primjenjivana).

Francusko iskustvo u borbenom korištenju naoružanih **Alouettea** tijekom rata u Alžиру (kad se uvidjela potreba da se neutralizira protivnička zemaljska paljba pri spuštanju helikopterskog desanta, kao očito sredstvo za tu ulogu pojавio se

naoružani helikopter), zatim francuski eksperimenti s helikopterima u protuoklopnoj borbi (naoružanim PT vođenim raketama), i na kraju američko iskustvo u uporabi naoružanih helikoptera u Vijetnamu, doveli su ranih šezdesetih do promjene prvo bitnog stava o uporabi borbenih helikoptera.

Prvi korak u razvoju borbenog helikoptera u SSSR-u bio je identičan onima poduzimanim na Zapadu - bilo je to naoružavanje transportnih helikoptera. Početni pokusi uključivali su naoružavanje lakog helikoptera za vezu **Mil Mi-1** (NATO naziv Hare) PT vođenim projektilima (postavljenim na bočnim nosačima na trupu). Transportni Mi-4 (NATO naziv Hound) slično je modificiran, s 4-6 nosača oružja postavljenih na cjevastim okvirima (na bokovima trupa) na kojima se normalno nosilo lansere nevođenih raketa zrak-zemlja kal. 57 mm, plus prethodno spomenuta strojnica postavljena u gondoli navigatora. Laki transportni helikopter **Mil Mi-2** (NATO naziv Hoplite) također je eksperimentalno naoružan (po dva nosača na svakom boku, s PT projektilima AT-3 ili lanserima nevođenih raketa zrak-zemlja; ovako naoružani Mi-2 korišteni su od strane poljskih zračnih snaga u ulozi naoružanog izvidnika), a vrhunac pretvaranja transportnih helikoptera u naoružane bile su tri inačice dobivene iz srednjeg transportnog helikoptera **Mil Mi-8** (Mi-8T/TB/TBK; u početku su dobili četiri, kasnije šest nosača naoružanja PT

MIL MI-24 HIND

Usprkos tome što je u naoružanje ušao prije dva desetljeća, Mil Mi-24, zahvaljujući brojnim poboljšanjima provedenim tijekom njegove operativne službe, predstavlja i danas borbeni helikopter respektabilnih osobina



Mil Mi-24D u lebdenju, s izvučenim podvozjem

FOTO: WAR JOURNAL

**Prototip V-24**

"letećih topovnjača" u SSSR-u u godine (vježba Dnepr), kada su **Mi-4** i **Mi-8** korišteni za pružanje bliske zračne potpore. Vrlo brzo i Rusi su došli do istog zaključka do kojeg i Amerikanci s **Bellom UH-1B** tijekom vijetnamskog sukoba ovako modifirani transportni helikopteri nisu bili oklopljeni te ih se lako moglo oboriti, pogonske skupine bile su preslabе što je dovodilo do male najveće brzine leta, a kada su uz naoružanje nosili i vojnike u transportnom prostoru pilot se doslovec morao hrvati s zapovjedima (to je posebice bio slučaj s **Mi-8TBK**), pokretljivost je bila nikakva.

Iduci logični korak bio je konstruirati specijalizirani borbeni helikopter. U ovoj točki, razvojna filozofija sovjetskih i zapadnih konstruktora krenula je različitim smjerovima. Na Zapadu razvoj borbenog helikoptera išao je u smjeru stvaranja letjelice namijenjene primarno za vođenje protutankovske borbe, manjih protežnosti, dobrih letnih osobina pri letu malim brzinama i u lebdenju, dobre pokretljivosti, sposobne za tzv. NoE letenje (Nap-of-Earth, let na vrlo malim visinama pri čemu helikopter prati konfiguraciju terena koristeći osobine terena /brežuljak, udubina, isl./ kao zaklone iz kojih iskače, djeluje po cilju, i što je brže moguće vraća se nazad u zaklon; na taj način helikopter je kratko vrijeme izložen protivničkoj -

rakete, nevođene rakete zrak-zemlja/, te /Mi-8TBK/ jednu strojnicu kal. 12,7 mm u nosu). Prva javna demonstracija ovakvih izvedena je 1967.

U bivšem SSSR-u krenulo se u potpuno drugom razvojnom smjeru. Sovjetska vojna filozofija bila je zasnovana na dva načela, proistekla iz kravavog iskustva u borbi protiv njemačkog Wehrmacht-a tijekom II. svjetskog rata - iznenadni udari (kombinacija paljivene moći i pokretljivosti u dubini, od prednjih crta bojišnice do pozadinskog područja neprijatelja, s koncentracijom snaga na relativno uskom odsjeku bojišta) i izvršavanje zajedničkih borbenih djelovanja (tj. integracija raz-

**Mi-24A**

ličitih borbenih sustava u okviru jedne operacije brzi, pokretljivi klin oklopnih postrojbi probija uz potporu topničkih postrojbi prednju crtu protivničke obrane; usporedno s tim zračne postrojbe vrše udare po ciljevima u pozadini, a helikopteri ubacuju vlastite postrojbe u protivničku pozadinu radi prekida komunikacija, uništavanja protivničkih pričuva, stvaranja konfuzije isl.; u slučaju korištenja taktičkog nuklearnog oružja, helikopterske snage trebale su brzo, zaobilazeći kontaminirani teren, prebaciti vlastite snage kroz nastali otvor u protivničkoj obrani). U skladu s ovom filozofijom, novi borbeni helikopter trebao je biti opremljen integriranim oružanim sustavom, sposoban za vođenje PT borbe i pružanje bliske zračne potpore, praćenje i zaštitu transportnih helikoptera, te da simultano ponese odjeljenje naoružanih vojnika (ovaj zadnji zahtjev i danas izaziva nedoumicu, jer **Mi-24** nikada nije bio sposoban da uz osam vojnika ponese punu količinu goriva i

naoružanja; može se nagadati da li je **Mi-24** ikada bio predviđen za ulogu dvonamjenske letjelice, tj. jurišnog helikoptera istodobno namijenjenog za zamjenu naoružanih inačica **Mi-8** - jedno od mogućih objašnjenja je da je **Mi-24** trebao nositi tim vojnika naoružanih PT prijenosnim raketnim sustavima, iskratiti ih na smjerovima napredovanja protivničkih oklopnih postrojbi i zajedno u suradnji s njima voditi PT borbu). Nedoumice oko zadnjeg zahtjeva dalje su

Poljski Mi-24D; poljske zračne snage nabavile su ukupno 16 helikoptera ove inačice, od kojih se 13 još koristi



PZO čime se povećava vjerojatnost njegova preživljavanja na bojištu).

prisutne, a tek će daljnje otvaranje ruskih vojnih arhiva moći pružiti odgovor na to pitanje.

Budući helikopter morao je biti brz i dobro oklopljen kako bi mogao preživjeti na bojištu (od NoE letenja se odustalo pošto su i same osobine zemljista u Rusiji - nepregledne stepne bez nekog izrazitog reljefnog obilježja - onemogućavale takvu primjenu borbenog helikoptera; da bi stoga preživio, novi helikopter se morao oslanjati na brzinu i oklopnu zaštitu da se što kraće vrijeme zadrži u dometu protivničke PZO). Po ovim osobinama, zamišljajući ulogu i namjenu budućeg borbenog helikoptera, ruski planeri imali su u biti ideju stvaranja nasljednika borbenog zrakoplova **Iljušin Il-2 Šturmovik** - tj. otporne jurišne letjelice koja bi se koristila u masovnim zračnim udarima, i nakon koje bi neprijatelj bio doslovce raznesen u komade (što je bilo u skladu s prethodno spomenutom sovjetskom vojnom filozofijom).

Na temelju ovih zahtjeva, **Mil OKB** (eksperimentalni konstrukcioni biro Mil) otočinje 1966. godine rad na novom borbenom helikopteru. Umjesto da se u konstrukciji novog helikoptera krene od početka, voditelj biroa Marat Tiščenko odlučio je da kao temelj za njega uzme transportni Mi-8 (uostalom i Bell je stvorio **Cobru** na temelju transportnog **UH-1 Iroquisa**). S Mi-8

trupa postavljena su kratka krila, namijenjena za stvaranje dodatnog uzgona pri brzinama leta većim od 300 km/h (čime je i smanjeno opterećenje rotora), te za nošenje ubojnih sredstava (ova krila u početku nisu bila stavljena na prvi prototip). Naoružanje nije ni bilo stavljeno na prototipske letjelice. Prvi iz serije prototipa, s oznakom **V-24** (NATO kodna oznaka Hind-B; čini se da je oznaka V-24 bila skupna za sve prototipove, barem se tako može zaključiti iz najnovijih podataka), poletio je vjerojatno 1970. ili 1971. godine, mada to nije sigurno. O povijesti razvoja Mi-24 do danas praktički nisu objavljeni nikakvi podaci, pa još uvijek kolaju različite priče (na primjer, o tome da je na jednom prototipu postavljen "fenestron", zaštićeni ventilatorski repni rotor, rješenje primijenjeno između ostalog i na francuskim **Gazellama** i **Dauphinima**).

Mil Mi-24 (Hind-B)

Početne proizvodne serije Mi-24 po izgledu se nisu previše razlikovale od prototipova. Pogonska skupina ostala je ista, ali glavni rotor je redizajniran (glava rotora postavljena je nešto više), kratka bočno postavljena krila su fiksirana



FOTO: D. VUJANČIĆ

preuzeta je pogonska skupina (dva turboosna motora Isotov TV-2-117A, svaki snage 1700 KS), prijenosni sustav i repni rotor (repni rotor bio je potisni /pusher rotor/), dok je glavni peterokraki rotor dobiven modifikacijom glavnog rotora s Mi-8 (imao je manji promjer od rotora na Mi-8). Trup je detaljno redizajniran (dobio je uži presjek radi smanjivanja aerodinamičkog otpora, ali i područja izloženog paljbi protivničkih PZO sustava). Radi postizanja što je moguće veće brzine leta dano je uvlačivo podvozje, a zbog postizanja odgovarajuće zaštite helikopter je oklopljen. Prednji dio trupa sastojao se od ostakljenog kokpita. Na bokovima

(na prototipskim letjelicama krila su se mogla po potrebi skidati), a na svako krilo postavljena su dva nosača oružja vjerojatno samo za nošenje nevođenog naoružanja (bombe, kontejneri s napalmom, lanseri nevođenih raketa zrak-zemlja, možda i spremnici s topničkim naoružanjem; na objavljenim fotografijama nigdje se ne može vidjeti oprema za nošenje vodenih PT raketa). Nikakvo streljačko naoružanje nije bilo ugrađeno. Da bi se ubrzao ulazak i izlazak iz kabine, redizajnirana su ulazna vrata, sa stepenicom pos-tavljrenom u donjoj sekcijsi vrata.

Po svemu sudeći, napravljen je mali broj

**Mil Mi-24D iz sastava
Hrvatskog ratnog
zrakoplovstva**



FOTO: WAP JOURNAL

PT vođeni projektil 9M17 Falanga na lansirnoj šini

nih osobina bile provođene). Usprkos tome što se pojavila prije Mi-24A (Hind-A), ova inačica dobila je kodni naziv Hind-B jer je zamijećena posljje prethodno spomenute verzije (na Zapadu se pretpostavljalo da je Hind-B ili rani razvojni stupanj Hinda, ili predserijska verzija).

Mil Mi-24A (Hind-A)

Hind-B uskoro je u proizvodnji zamijenjen usavršenim Mi-24A, na kojem je proveden niz poboljšanja. Kao prvo, postavljena su nova kratka krila, koja su zadržala napadni kut od 190 (kao u V-24 i Hindu B) ali su dobila anhedral od 120 (struktura je mijenjana minimalno - dvije ramenjače podržavale su dva gornja i dva donja lonžerona i devet rebara), vjerojatno stoga što je dolazilo do negativne interakcije s zračnom strujom glavnog rotora. Na svako krilo postavljene su

helikoptera ove inačice, koji su služili za stjecanje iskustva u korištenju nove letjelice (pitanje je da li je Hind-B uopće bio poslan u operativne postrojbe, mada je vrlo vjerojatno da su neke vrste evaluacije borbenih osoba bile provođene). Usprkos tome što se pojavila prije Mi-24A (Hind-A), ova inačica dobila je kodni naziv Hind-B jer je zamijećena posljje prethodno spomenute verzije (na Zapadu se pretpostavljalo da je Hind-B ili rani razvojni stupanj Hinda, ili predserijska verzija).



FOTO: SVEBOR LABURA

Instalacija 12,7 mm strojnica 9-A-624 na Mi-24D (vidi se tureta USPU-24 u kojoj je smješten top)

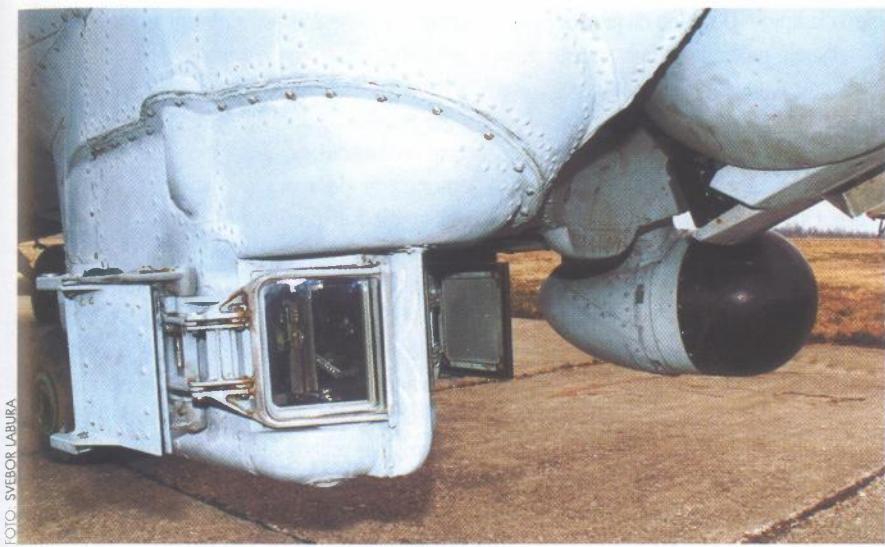


FOTO: SVEBOR LABURA

Na dolnjem dijelu nosa helikoptera nalazi se spremnik s elektrooptičkim sustavom (lijevo), te kapljicasto oblikovan spremnik s sustavom vođenja Raduga-F za Falangu (desno)

njega je skinuta većina opreme). Između 16. srpnja i 26. kolovoza 1975. godine ovaj A-10 kojim je upravljala ženska posada (pilot Galina Rasorgueva i kopilot Ludmila Poljanskaja) postavila je niz sovjetskih nacionalnih rekorda za tu vrstu letjelica (npr. postizanje brzine od 342,6 km/h pri dužini leta od 15 i 25 km, ili uspon na visinu od 3000 m za dvije minute i 33,5 sekundi).

Bar jedan Mi-24A modifirani je za ispitivanje

je sustava ugrađenih na Mi-24D (tureta sa strojnicom i elektrooptički senzori, duga pita cijev na nosu na mjestu gdje je bila postavljena prednja antena sustava SRO-2M).

Mi-24A danas je uglavnom povučen iz operativne uporabe. Zračne snage bivšeg SSSR-a povukle su ga tijekom osamdesetih, a od stranih korisnika ove inačice (Afganistan, Vijetnam, Alžir, Libija) zadnje dvije zemlje još koriste manji broj Mi-24A.

Mil Mi-24U (Hind-C)

Ovo je trenažna inačica Mi-24A, s koje je skinuto svo naoružanje (uklonjena je strojnica i PT rakete sa pripadajućom avionikom). Zadržana su kratka krila na kojima su ostavljeni potkrilni nosači za nevodena ubojna sredstva kako bi se Mi-24U mogao koristiti za temeljnu borbenu izobrazbu. Helikopter je dobio dvostrukе zapovjedi (instruktor se nalazio u prednjem kokpitu i imao je na raspolaganju kompletne pilotske instrumente). Mi-24U pojavio se 1974. godine, i napravljen je u malom broju primjeraka. Koristio ga je bivši SSSR, a postoji mogućnost da su ga dobile i zemlje koje su nabavile Mi-24A. Sadašnji status ove inačice nije

poznat, no vjerojatno su svi primjerici povučeni iz aktivne uporabe.

Mil Mi-24D (Hind-D)

Ova inačica predstavlja kompletan redizajn Mi-24A, koji je bio poduzet na temelju iskustva u uporabi Hinda A, ali i promijenjenih zahtjeva koji se tijekom sedamdesetih postavili pred borbene helikoptere u sovjetskoj vojsci.

Do tada helikopteri su bili smatrani više pomoćnim sredstvima za pružanje potpore, a ne istinskim borbenim letjelicama. Sada je kao temeljni prioritet postavljen zahtjev za uništavanjem protivničkih snaga na bojištu, te je trebalo napraviti novi borbeni helikopter učinkovitiji od Mi-24A u PT borbi i pružanju bliske zračne potpore. Čak i da nije došlo do postavljanja novih doktrinarnih zahtjeva zamjena Mi-24A boljim helikopterom bila je neophodna zbog nedostataka ove letjelice uočenih u operativnoj uporabi: nedovoljne oklopne zaštite (posebice dobro ostakljenog kokpita), slabe prednje vidljivosti pilota, strojnica kal. 12,7 mm bila je preslabo oružje, krakovi rotora trebali su biti jači. Kao najjednostavnije rješenje, Mil OKB odlučio je redizajnirati Mi-24A, kompletno promjenivši nosni dio, a zadržavši središnji i zadnji dio trupa. Tijekom rada na novom Mi-24D iz Sjevernog Vijetnama poslane su komponente oborenih američkih helikoptera (npr. u DDR-u je na jednoj izložbi američke vojne opreme prikazan kompletni rotorski sustav CH-47A Chinooka, a vjerojatno su ocjenjivane i pojedine komponente AH-1 Cobre). Pitanje je da li je sve to imalo veći utjecaj na redizajn Mi-24, ali u svakom slučaju omogućilo je sovjetskim inženjerima da se upoznaju s najnovijim tehnološkim rješenjima zapadne helikopterske tehnologije.

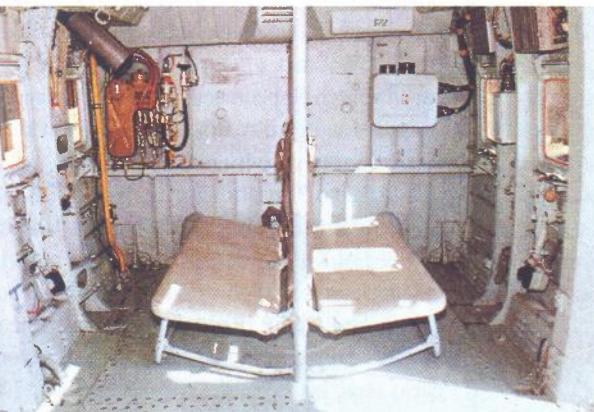


FOTO: SVEBOR LABURA

Unutrašnji prostor za prevoz do 8 vojnika

podići pokrov kokpita). U slučaju da je pilot onesposobljen, cijateli može pokušati spustiti helikopter korištenjem dodatne palice za upravljanje, ali uvezši u obzir koliko je upravljanje helikopterom komplikirano, pitam se ne služi li ova palica samo da zaokupi pozornost cijatelja do trenutka pada. Oba kokpita članova posade su pod tlakom da se sprijeći moguća NKB kontaminacija. Zadržana je mogućnost prijevoza do osam opremljenih vojnika u glavnoj kabini, kao i na Mi-24A. Zahvaljujući poboljšanoj oklopnjoj zaštiti Mi-24D otporan je na pogotke streljiva kal. do 12,7 mm a

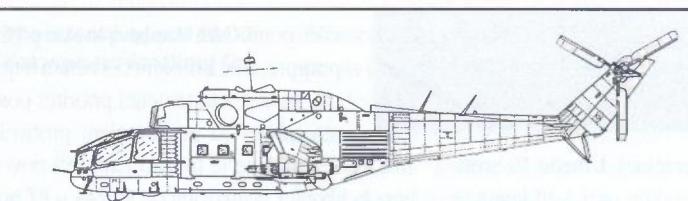
denjem jednog Mi-24A, zadržani su stari motori, te i potisni repni rotor s ranije inačice). Na kasnije proizvedenim primjerima postavljeni su PZU filteri na uvodnike zraka motora (kako zračna strujanja nastala radom velikog peterokrakog glavnog rotora prigodom uzleta i lebdenja podižu s tla veliku količinu prašine i otpadaka, to je bilo nepochodno učiniti; ova modifikacija u početku je izazvala jedan ozbiljan problem veliki pad tlaka na glavi kompresora a time i znatno snižavanje performansi helikoptera; kako su od početka osamdesetih filteri masovno ugrađivani na Hind, čini se da je taj početni problem riješen). Da bi se omogućilo postavljanje velikog kutjastog prigušivača IC zračenja na ispušne otvore motora, 1985/86. godine oni su redizajnirani (umjesto prema gore usmjereni su prema dolje). Ovi prigušivači pokazali su se vrlo učinkovitim, ali njihova negativna strana je u tome što izazivaju veliki aerodinamički otpor, te se rijetko primjenjuju.

Što se tiče oružanog sustava, najuočljivija izmjena je postavljanje turete USPU-24 na donji dio nosa helikoptera u kojoj je smještena četverocijevna gatling strojnica 9-A-624 kal. 20 mm (brzina paljbe 4000-5000 zrna u minuti). Tureta je daljinski upravljiva (njome upravlja cijateli) i po elevaciji se pokreće +20°/-60°, a po azimutu kroz 120° (postoji i jedan Mi-24D opremljen turetom sa strojnicom kal. 7,62 mm, izložen u Torjoku, ali nije poznato da li je to eksperimentalni model, ili jedna od letjelica iz ranih proizvodnih serija). Borbeni komplet streljiva za strojnicu iznosi 1470 zrna.

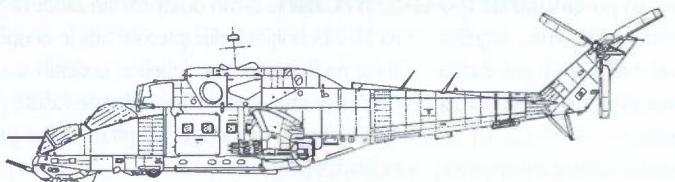
Raketno PT naoružanje je preuzeto s Mi-24A (četiri lansera za 9M17P; svaka vanjska lansirna šina 2P32M/K-4U je, kao i na Hindu-A, malo je okrenuta prema trupu helikoptera). Sustav vodenja raketa 9M17P (**Raduga-F**) premješten je u kapljičasto oblikovan spremnik na donjem lijevom dijelu nosa, koji se može zakretati za 100° (50° lijevo/desno) i time omogućava gađanje ciljeva bočno od smjera leta helikoptera. Da bi se Hindu-D pružile mogućnosti za ograničenu uporabu u uvjetima lošeg vremena, odnosno noću, na desni donji dio nosa postavljen je i spremnik s elektrotičkim sustavom.

Davač podataka za po kazivač napadnog kuta postavljen je na pokrov kokpita cijatelja. Sustav za upravljanje paljboru sastoji se od računara AIST, jedinice za nadzor naoružanja KPS-53AV (osim za upravljanje raketama, može se koristiti i pri odbacivanju bombi), ciljnika KS-53 svih ovih uređaji nalaze se u kokpitu cijatelja. Pilot na raspolaganju ima reflektorski ciljnik **PKV** koji koristi pri ispaljivanju nevodenih raket zrak-zemlja, odbacivanju bombi i upravljanju strojnicom (pilot upravlja strojnicom samo kad su njezine cijevi upravljenje prema naprijed, tj. kad je tureta zakočena; kad se tureta zakreće, strojnicom upravlja cijatelj). Strojnica se može koristiti i protiv zračnih i protiv zemaljskih ciljeva.

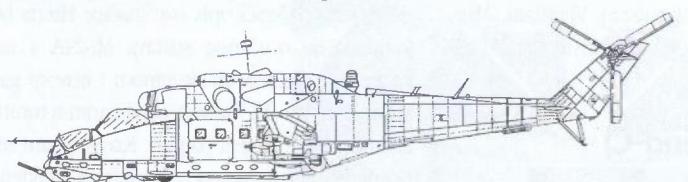
Od nevodenog naoružanja, na četiri potkrilna nosača mogu se postaviti lanseri (32-cijevni UB-



Mi-24A (kasni proizvodni model)



Mi-24D (rana proizvodna konfiguracija)



Mi-25 (izvozna inačica Mi-24D)

može izdržati i udar granate kal. 20 mm (za oklopnu zaštitu koristi se titan - njime je obložen nos helikoptera, pod i bokovi kokpita, praktički svekoliki doljni dio trupa, plus samozaptivajući spremnici goriva i reduktor).

Kao i kod Mi-24A, podvozje je uvlačivo, ali nosni kotač je u poluvučenom položaju (samo se djelomice uvlači, zbog postavljanja dužeg amortizera). Pogonska skupina sastoji se od dva turboosna motora **TV-3-117** (svaki snage 1640 kw/1900 KS; kod prvog prototipa, dobivenog preure-



Jedan od dva trenažna Mi-24DU isporučena zračnim snagama bivše Čehoslovačke (uočljiv je nedostatak lansirnih šina za 9M17 na vrhovima krila, no kako je sustav za vođenje Raduga-F zadržan, moguće je nošenje raketa 9M17)

32A-24) nevođenih raketa zrak-zemlja kal.57 mm, različite bombe mase 250 kg (FAB i OFAB, napalm spremnike ZAB, kasetne bombe RBK), dok se 500 kg bombe (ili spremnici s napalmom iste mase) mogu nositi samo na unutarnjem nosaču svakog od dva krila koje posjeduje.

Na temelju borbenog iskustva iz Afganistana (teški gubitci naneseni lakin SAM-ovima) postavljeni su dodatni zaštitni sustavi, i to u obliku IC impulsnog ometača L-166V-1AE Ispanka (postavljenog na zadnji gornji dio oplate motora), te tri lansera IC/radarskih mamaca ASO-2V (svaki sa 32 mamca) na donjem dijelu repnog konusa.

Ostale promjene na Mi-24D obuhvaćaju premeštanje kamere strojnica S-13 iz korijena unutarnjeg nosača oružja na lijevom krilu na spoj vrha lijevog krila i nosača lansirnih šina za 9M17P i relocaciju različitih antena na trupu.

Proizvodnja Mi-24D počela je 1975. godine, a u operativnu uporabu ulazi sredinom 1977. godine. Proizvodnja je završena u početku osamdesetih. Jedan Mi-24D, modificiran na sličan način

britanski helikopter Westland Lynx BERP).

Mil Mi-24DU (Hind-D)

Mil Mi-24DU je trenažna inačica Mi-24D, kod koje je instruktor smješten na mjestu ciljatelja (mjesto instruktora opremljeno je kompletним navigacijskim sustavom i sustavom za upravljanje helikopterom). Turela sa strojnicom je uklonjena, ali su zadržani elektrooptički sustavi. Moguće je nošenje naoružanja na potkrilnim nosačima i lanserima PT raketa, ali preciznost pri gađanju je dubiozna zbog uklanjanja davača podataka za pokazivač napadnog kuta.

Nije poznato da li je mali broj helikoptera ove inačice proizveden ili dobiven preinakom standardnih Mi-24D. Svi primjerici Mil Mi-24DU (osim dva koje je nabavila bivša Čehoslovačka) nalazili su se u akademiji sovjetskih zračnih snaga u Syrzanu, gdje su strani korisnici slali pilote na izobrazbu. (**nastavit će se**)





NOTAR

Primjena NOTAR tehnologije na budućim helikopterima, posebice vojnim, značajno će poboljšati njihove performanse, ali i sigurnost letenja

Već od prvih projekata helikopter se pokazao kao vrlo koristan tip letjelice. Mogućnost vertikalnog polijetanja, lebdenja na mjestu omogućavali su mu izvršavanje do tada nemogućih zadatača, kao što je spašavanje unesrećenih osoba s nepristupačnih mjeseta (npr. planinskih litica i sl.), hitna doprema tvoriva i ostalih predmeta tamo gdje ih nije moguće dostaviti na drukčiji način ...

Uz civilno korištenje primijećene su i moguće vojne primjene, koje su danas postale dominantne. Mogućnost brzog izvlačenja ranjenika s bojišta, dostava streljiva i ostalih potrebnih tvoriva, transport desantno-podobranksih postrojbi manjeg opsega, protupodmornička borba i nadzor akvatorija su samo neke od različitih namjena koje su danas preuzele helikopteri i njima srođne letjelice.

Iako iznimno versatilan ovaj tip letećih platformi pati od nekoliko nedostataka. Mala maksimalna brzina uvjetovana je samom aerodinamikom letjelice i ne može se niti teoretski doći do

brzina većih od 500-tinjak km/h - otpor kojeg pruža glavni rotor sa svojim mehaničkim mjenjačkim sklopom, čak i kod najkvalitetnije izvedenih aerodinamičkih oklopa za ovaj sustav je previelik i izaziva velika strukturalna naprezanja konstrukcije kod velikih brzina i oštih manevara tijekom leta. Zbog velikog aerodinamičkog otpora koji uzrokuje povećanu potrošnju goriva za postizanje iste brzine u odnosu prema zrakoplovu koji bi bio iste mase i posjedovao identičan pogonski motor, te zbog ograničenosti u pogledu količine goriva kojeg može ponijeti u spremnicima, helikopter općenito posjeduje manji akcioni polumjer djelovanja i manji dolet.

Zadnji problem koji će spomenuti, ali nikako i zadnji koji se javlja, je inherentna nestabilnost uzduž vertikalne osi letjelice koja prolazi osovinom glavnog rotora. Za razumijevanje ovog problema, koji je ključan u dalnjem razmatranju, potrebno je dati neka fizikalna objašnjenja.

Uzgon se kod helikoptera stvara rotacijom glavnog lebdenja. Iako esencijalna za postizanje sile uzgona rotacija proizvodi i neke neželjene učin-

K. RADANOVIĆ

ke kao što je područje reverznog toka zraka oko samog tijela letjelice i ono što je puno bitnije, zakretni moment u smjeru okretanja glavnog rotora. No kako je helikopter prije pokretanja mirovao, zbog fizikalnog zakona očuvanja impulsa doći će, nakon polijetanja do zakretanja tijela letjelice u smjeru koji je suprotan okretanju glavnog rotora. Oba ova zakretna impulsa bit će jednaki po iznosu, ali suprotnih smjerova, pa će ukupni impuls biti jednak onome prije pokretanja glavnog rotora tj. nula. Ovaj učinak se ne primjećuje dok helikopter ne poleti zbog sile trenja između letjelice i površine koja je dovoljna da uravnoteži sustav.

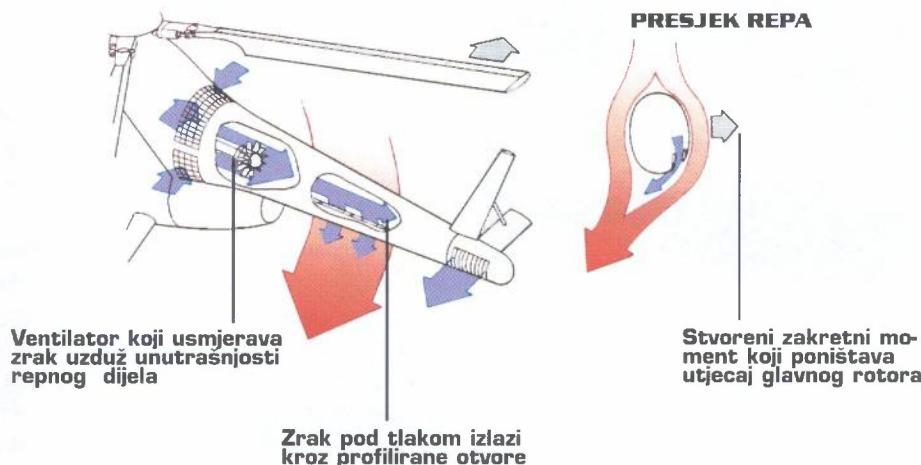
Ovaj učinak, ukoliko se ne kompenzira na drugčiji način u potpunosti onemogućuje smisleno i svrshishodno pokretanje. Postoji nekoliko načina na koji se rješava ovaj problem. Najšire je rasprostranjeno korištenje repnog rotora koji stvara silu reakcije dovoljnu za svladavanje zakretnog impulsa tijela letjelice (tzv. "penny-farthing" konfiguracija). Nešto su rjeđi, ali nikako i manje učinkoviti sustavi s kontrarotirajućim koaksijalnim rotorima (primjenjuje ih konstrukcijski biro Kamov kod svih svojih helikoptera - Ka-20, Ka-25, Ka-28, Ka-32), dvostruki rotor u tandemskoj konfiguraciji (primijenjen npr. na Boeing Vertol CH-46 Sea Knight i Ch-47 Chinook helikopterima),



FOTO: HUGHES

Za razvoj NOTAR tehnologije Hughes je koristio posebno modificirani OH-6A Cayuse

bojišta ili u nekakvom klancu odnosno slično oblikovanoj geomorfnoj formaciji - u takvim uvjetima teško da bi bilo preživjeli. Do prekida rada repnog rotora može doći iz više razloga: mehanička neispravnost u sustavu prijenosa snage prema osovinu repnog rotora, oštećenje zbog dje-lovanja neprijateljske PZO, mehaničko oštećenje ili uništenje lopatica rotora zbog udarca u čvrstu prepreku kao što su grane u krošnjama drveća, dalekovodi i slične visoke konstrukcije. Za razliku od glavnog repnog rotora nema ni dovoljnu snagu ni



Prikaz načela rada NOTAR-a (prikazana je shema primjenjena na razvojnom OH-6A, na MD-520N i Exploreru primjeleno je nešto modificirano rješenje koje koristi isto načelo)

dvostruki postranično smješteni rotori (Mil Mi-12), te koncept dvostrukih kontrarotirajućih rotora s miješanjem (primijenjen isključivo na Kaman HH-43 Huskie).

Iako svi ovi sustavi jednako učinkovito otklanjaju problem zakretanja tijela letjelice zbog okretanja glavnog rotora ne primjenjuju se svi u jednakom obujmu. Klasična "penny-farthing" konstrukcija je najjeftinija u izvedbi i dovoljno učinkovita te se najviše i primjenjuje. No postojanje repnog rotora za kompenzaciju zakretnog momenta nije bez svojih nedostataka. Ukoliko se javi potreba za lebdenjem u uskim, ograničenim prostorima postoji mogućnost oštećenja repnog rotora. Što to znači nije potrebno posebno objašnjavati; kako do danas nije stvoren pouzdani sustav spašavanja posade helikoptera, možete samo zamisliti posljedice ovakvog tipa nesreće iznad

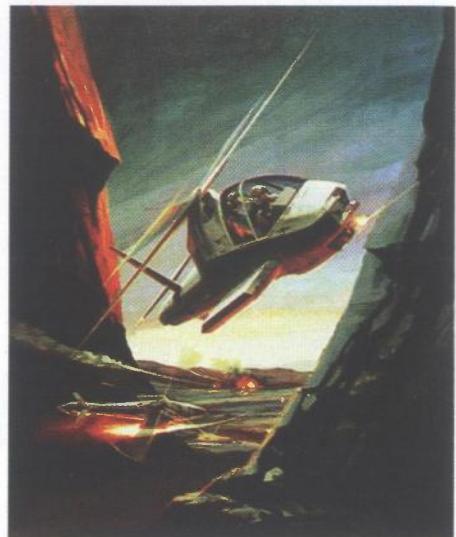
čvrstoču da bi uspješno presjekao ovake prepreke. Zapravo on je nužno zlo, koje omogućava helikopteru let, ali bilo bi bolje kad ne bi postojao tj. kad bi se zamijenio nekim drugim sustavom.

Potkraj 70-ih i u početku 80-ih MDHS (McDonnell Douglas Helicopter Systems) započinje rad na razvoju novog revolucionarnog načina za rješavanje problema repnog rotora. Iako je već postojalo djelomično rješenje razvijeno od strane francuske kompanije Aerospatial nazvano fenestron, koje je zasnovano na smještaju samog rotora u otvor na repu, gdje je puno zaštićeniji od mogućnosti oštećenja, misao vodilja je bila kako ostvariti letjelicu bez i najmanjeg mogućeg sekundarnog rotora koji bi mogao uslijed neispravnosti dovesti do neželjenih posljedica. To je vodilo do ideje o korištenju reaktivne sile mlaza usmjerenog zraka koji bi bez ikakvih negativnih posljedica

proizvodio silu istu onoj koju daje repni rotor. To je i učinjeno u projektu koji je nazvan NOTAR, što je skraćenica od izraza NO TAil Rotor - bez repnog rotora.

Načelo rada NOTAR sustava temelji se na stvaranju zakretnog momenta pomoću induciranih strujanja zraka oko repnog dijela helikoptera. Sastavni dijelovi ovog sustava su: ventilator koji usmjerava zrak prema nazad tj. kroz unutrašnji dio konstrukcije repnog dijela. Ubrzani i komprimirani zrak prolazeći kroz konstrukciju dolazi do profiliranih otvora u oplati koji su postavljeni udesno s obzirom na uzdužnu os letjelice. Prvotno strujanje zraka koje je usmjereni prema nazad, zbog visokog tlaka koji se stvara u repnom dijelu (351.85 kg/m^2), biva preusmjereni prema dolje, ogiba se sukladno konturi oplate i vrši promjenu smjera toka zraka proizvedenog radom glavnog rotora, inducirajući na taj način dovoljno velik zakretni moment, gdje se repni dio ponaša gotovo poput krila zrakoplova koje stvara uzgon (Coanda efekt).

Ovaj učinak daje otprilike 2/3 potrebnog



Hughesov prijedlog za borbeni NOTAR helikopter dan tijekom programa LHX

za ostvarivanje potrebnog zakretnog momenta prilično pridonosi buci, a time i olakšanom otkrivanju kod borbene uporabe helikoptera. Ne postoje više problemi koji su se javljali kod klasične konstrukcije kad je prigodom ubrzanog polijetanja bilo potrebno zasebice pojačavati snagu koja se prenosila na glavni i na repni rotor. Kod NOTAR-a pojačani tok fluida tj. zraka oko repne sekcije automatski proizvodi pojačani Coanda učinak i zakretni momenti su uravnoteženi u svakom trenutku.

Prednost ovog sustava možemo potkrijepiti i podatcima o procijenjenoj učinkovitosti i usporedbom tog podatka s poznatim informacijama koje su dobivene višegodišnjim korištenjem ostalih sustava za ostvarivanje protuzakretnog momenta kod helikoptera. Klasičan "penny-farthing" tj. dizajn s repnim rotorom posjeduje učinkovitost otprilike 50-57 posto. Kod fenestrona je ona nešto bolja, zbog povećanog broja lopatica u rotoru i stvaranja vrtložnog ogibanja oko rubova "tunela" u samom repu gdje se isti nalazi. Učinkovitost NOTAR sustava je oko 85 posto i neusporedivo je veća od bilo kojeg drugog načina postizanja istog mehaničkog učinka.

Smanjena mehanička složenost ovog sustava u odnosu na klasične koncepte povlači sa sobom i smanjenje troškova održavanja i povećano vrijeme između dvaju tehničkih pregleda, što dugoročno značajno smanjuje operativne troškove uporabe borbenog helikoptera zasnovanog na NOTAR sustavu, jer danas u uvjetima stalnog smanjivanja novčanih sredstava u mnogim vojskama ova osobina predstavlja veliku prednost.

Primjenom kompozitnih tvoriva u daljnjoj konstrukciji ove, već prilično povoljne vrijednosti, će postati još povoljnije uz dodatno smanjenje težine što će pomaknuti gravitacijski centar letjelice bliže osi rotacije glavnog rotora, čime bi se letne osobine, pogotovo ubrzanje i agilnost, znatno unaprijedile.

NOTAR sustav je bio razmatran već unutar projekta LHX, gdje je Hughes ponudio svoju ina-



Na slici je vidljiva jedna od prednosti NOTAR helikoptera pred konvencionalnim letjelicama: MD 520N lebdi uz stijenu bez opasnosti da repni rotor udari u zapreku

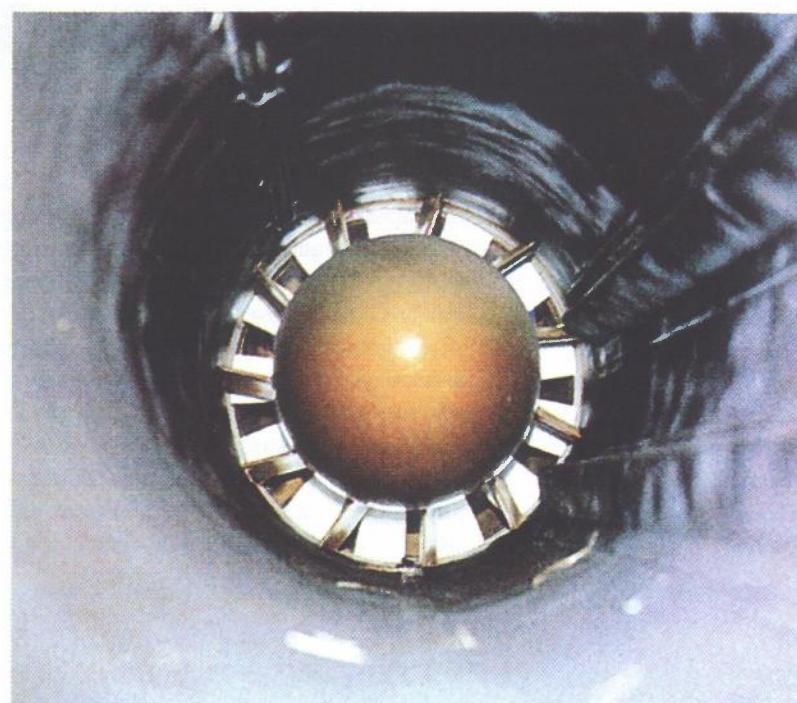
zakretnog momenta. Dio zraka kojeg daje ventilator prolazi dalje do završne kape na kraju repnog dijela, koja posjeduje upravljivi otvor stalnog presjeka, a daje preostalu trećinu i dovoljan moment za nadzor smjerovne stabilnosti. Potonjim upravlja pilot, u konjukciji sa zapovjednim površinama, što omogućava iznimnu pokretljivost NOTAR helikoptera. Prva eksperimentalna letjelica zasnovana na ovom sustavu poletjela je još u prosincu 1981. godine, a izvedena je iz poznatog Hughesovog OH-6A (Hughes je sada jedna od subsidijskih kompanija u okviru MDD konzorcija). Već pri prvim ispitivanjima pokazala su se sva dobra svojstva NOTAR-a. Uz olakšano upravljanje i smanjenu opasnost od oštećenja primjećeno je i smanjeno zamaranje pilota pri teškim i opasnim manevrima odnosno uvjetima leta (koji se javljuju npr. kod "Nap of the Earth" misija kad helikopter leti iznimno blizu površine). Sljedeći povoljan rezultat je smanjenje buke. To je potpuno razumljivo ukoliko se uzme u obzir da je uklonjeno nekoliko mehaničkih sklopova koji su služili za prijenos snage na osovinu repnog rotora i sam rotor koji je zbog velike brzine okretanja potreban

čicu koja nije prihvaćena iako je možda bila i naprednija od svih.

Za sada su u produkciji samo dva helikoptera koji koriste ovaj sustav: MDD 520N i MDD Explorer, oba zasnovana na temeljnom zmaju Hughes-MDD OH-6 Cayusea. Serijski primjerici posjeduju nešto modificirani NOTAR sustav koji posjeduje dva procijepa za stvaranje inducirano zakretnog momenta. Ova promjena je izvedena nakon ispitivanja provedenih u vodenom tunelu u St. Louisu gdje je primijećeno da se zračne strujnice odvajaju od konture repnog dijela prije nailaska na procijep, što je dovodilo do višestrukog smanjenja Coanda učinka i uvelike smanjivalo opravdanost korištenja NOTAR načela. Drugi procijep nalazi se na lijevoj strani i postavljen je nešto više u odnosu prema onome koji je originalno predložen. Kao prvi proizvođač repne sekcijske za ovaj tip helikoptera odabrana je Aircraft Engineering Corporation iz Paramounta u Kaliforniji uz financiranje DARPA-e i samog MDD-a.

Temeljni zahtjevi koji su postavljeni pred ovu letjelicu, uz već očito povećanje sigurnosti (američki vojni krugovi procjenjuju da se više od 10 posto svih gubitaka helikoptera dogodio zbog oštećenja repnog rotora, ovdje su uračunati i gubitci uslijed ratnih djelovanja), smanjenje buke i visoku pokretljivost, bili su mogućnost prevoženja osam putnika ili 984 kg korisnog tereta u unutrašnjosti i 1247 kg na vanjskim nosačima, brzina krstarenja od 248 km/h i dolet od 740 km.

Svi ovi zahtjevi ostvareni su kod najnovijeg MDD-ovog NOTAR projekta pod oznakom Explorer. Glede ostvarivanja postavljenih zahtjeva na nosivost, doletom i brzini leta bilo je potrebito iznacići odgovarajuću pogonsku skupinu s novim



Ventilator koji usmjerava zračno strujanje kroz konstrukciju repnog dijela unazad

hanički najkompliciraniji i najosjetljiviji sklop, oglavina glavnog odnosno uzgonskog rotora, izvedena je bez ležajeva (bearingless rotor). Ovakav pristup sve do nedavno nije bio moguć jer kavča tvoriva od kojih su se izradivali krakovi rotora, ali i ostali pokretni dijelovi koji su osiguravali zakretanje pojedinih lopatica s ciljem ostvarivanja pojedinih manevara tijekom leta, nije omogućava izradbu tarih komponenti koje su posjedovale dovoljno male koeficijente trenja. Sam rotor je izведен u peterokračnoj konfiguraciji koja osigurava optimalan odnos pokretljivosti, niske razine buke i internih vibracija.

Kod Explorera su konstruktori uspjeli ost-



Upравljivi otvori na završetku repa MD-520N (lijevo) i Explorera (desno)

rješenjem oglavine uzgonskog rotora. Prva izvodna serija bit će opremljena s po dva pogonska motora Pratt & Whitney Canada PW C206A koji razvijaju 469 kW svaki (prvobitna proizvodna oznaka inačice helikoptera MD 900). Otpriklje nakon 128 proizvedenih primjeraka kupci će moći birati između već spomenutog i motora Turbomeca 319-2C Arrius koji razvija 478 kW (pod oznakom MD 901). Obje ove oznake su prije nekoliko mjeseci odbačene, i koristi se samo generičko ime Explorer u propagandnoj kampanji. Me-

variti prilično dobru vidljivost u svim smjerovima. Vodoravni okvir vjetrobrana je postavljen ispod gornje razine pilotske ploče tako da ne utječe na vidljivost prema naprijed. Prednji vertikalni dio okvira je prema nekim predstavljao prilično velik problem glede sigurnosti leta, no ispitivanja su pokazala da zrakoplov koji bi bio zaklonjen ovim okvirom tijekom prednjeg prilaženja neće se sudariti s helikopterom, već će proletjeti mimo njega na sigurnoj udaljenosti. Pogled prema nazad je bolna točka helikoptera, kod nekih je situacija

toliko kritična da se prigodom vojnih operacija zadaju pojedini članovi posade da kroz već postojeće prozore ili otvore paze na zadnju polusferu što više mogu. Kod Explorera veliki prozori na vratima putničkog odjeljka znatno povećavaju i ovaj smjer vidljivosti.

Spisak novosti se nastavlja i u samom kokpitu tj. u organizaciji i ergonomiji rada pilota. Pilotska palica cikličkih zapovijedi više nema klasičan oblik, već posjeduje dodatni rukohvat na svojem gornjem dijelu koji je oblikovan poput drške samokresa, čime je omogućen prirodan položaj ruke na bedru tijekom leta. Prilično je smanjen broj pokazivača koji su ugrađeni, a predviđa se i njihova izmjena s višemodnim CRT ili LCD displayom. Ove izmjene su olakšale rad pilota u dovoljnoj mjeri da većinu akcija može ostvariti samo jedan čovjek, bez obzira na njihovo trajanje.

Na ovu letjelicu su ugrađeni i višestruki sigurnosni sustavi koji daljnje povećavaju sigurnost leta. FADEC (Full Authority Digital Engine Controls - sustav digitalnog nadzora i upravljanja radom motora s potpunim autoritetom) radi brzo i pouzdano. Tijekom jednog od probnih letova simuliran je kvar na jednom od motora. Smanjenjem njegove snage i usporavanjem rada se pokušalo predočiti kvar i ispitati brzinu reakcije FADEC-a. Gotovo trenutačno je nadzorni sustav povećao snagu drugog, "ispravnog", motora i zadržao brzinu rotacije uzgonskog rotora na 100 posto. Ujedno je i prilagodio snagu "neispravnog" motora na maksimum koji je moguć, a da ne dođe do njegovog dalnjeg oštećenja ili uništenja.

Dobre letne osobine su potvrđene tijekom



Prva tri prototipa Explorera, snimljena tijekom ispitnog programa

prethodne konstrukcije. Sve ove prednosti dolaze od nepostojanja turbulentno osjetljivog repnog rotora i brzog, ali vrlo mekog odziva direkcijskog mlaznika.

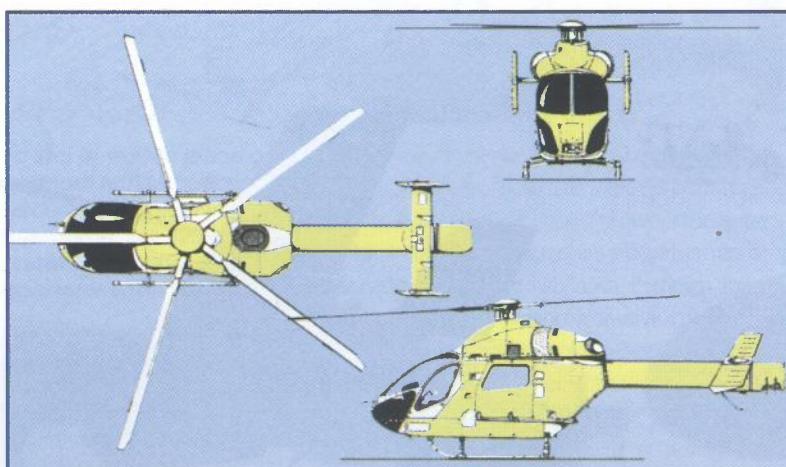
Dobre letne osobine, uz ostala povoljna svojstva poput niske razine vanjske i unutarnje buke i smanjenih strukturnih vibracija trebaju osigurati dobru prodaju kako na svjetskom tržištu civilnih, tako i vojnih letjelica. MDD je za sada rasprodao produkciju do kolovoza ove godine (podatak je iz prosinca 1994.), no mogu se očekivati i daljnje narudžbe.

Za sada se nude na prodaju civilne inačice (koja može primiti do sedam putnika ili unutarnji teret na standardnoj 1,2 metarskoj paleti), odnosno LEC (Law Enforcement Configuration - konfiguracija za policijske potrebe) koja posjeduje FLIR uređaj na prednjoj desnoj strani letjelice.

U bližoj budućnosti treba očekivati i pojavu vojnih inačica koje bi zamijenile većinu OH-6, MD500 Defender i OH-58 Kiowa u sastavu postrojbi zrakoplovstva američke kopnene vojske, pa čak možda i starije inačice borbenog helikoptera AH-1 Cobra kojé se nalaze u naoružanju SAD i još nekih zemalja.

Primjena sustava NOTAR na budućim borbenim helikopterima donijet će značajne prednosti u odnosu na borbene helikoptere sadašnje generacije, ne samo u po-većanju pokretljivosti i sigurnosti letenja, već i mogućnosti prezivljavanja na bojištu (npr. smanjenje razine buke otežat će akustično otkrivanje helikoptera od strane senzora protuhelikopterskih mina).

Jedna od prvih šansi za prodaju vojne inačice Explorera je već prije spomenuta potreba zrakoplovstva američke kopnene vojske - zamjena oko 550 UH-1H/-IV (tzv. UH-X program). Ovaj program trenutačno je "na ledu" (američki Kongres zalaže se za modernizaciju postojećih Hueya), ali će vjerojatno biti pokrenut nakon 1996. godine kad će Explorer dobiti prigodu da u oštrot konkurenčiji iskaže svoje osobine.



McDonnell Douglas Explorer
•protežnosti: dužina 11,7 m, visina 3,66 m, promjer rotora 10,31 m •masa: prazan 1458 kg, najveća uzletna 2700 kg

više od 700 sati leta na četiri probne letjelice. NOTAR sustav je pokazao visoku smjerovnu stabilnost tijekom umjerene tranzicije iz vertikalnog uzljetanja u vodoravni let. U ovim slučajevima nije bilo potrebito izvršiti nikakvu korekciju putem nožnih zapovijedi smjera (kojima se upravlja razdvojenim vertikalnim stabilizatorima i orientacijom mlaza koji izlazi iz otvora na kraju repnog dijela). Dodatno usmjeravanje je bilo potrebno tek kod prilično agresivnih prijelaza i pri nešto lošijim atmosferskim utjecajima, ali ni tada nije zahtijevalo veće korekcije. NOTAR sustav omogućava i lakši nadzor helikoptera pri lebdenju u odnosu na sve

Većina stručnih članaka i raščlamba o operativnim i tehnološkim pitanjima vezanim uz suvremene borbene zrakoplove u središtu pozornosti ima one modele koji razvijaju najveće performanse, a to znači da oni imaju i najveću cijenu. Ti zrakoplovi najčešće su rezervirani za veće i bogatije zračne snage, tako da ih većina manjih ratnih zrakoplovs-tava posjeduje samo u ograničenom broju. U mnogim slučajevima glavninu udarnih snaga malih i srednjih zrakoplovstava čine manje složeni, ali zato uvijek jeftiniji laki jurišnici.

Dok se čini da sadašnje tehnološke trendove karakterizira usmjerenje prema sve složenijim i skupljim borbenim zrakoplovima, stvarni opera-tivni zahtjevi većine zračnih snaga manjih zemalja

skim ratovima), rijetka, no ipak prisutna pojava. Ovaj će se trend vjerojatno nastaviti i u budućim lokalnim sukobima. Tijekom vršenja borbenih za-dača zrakoplovi će se suočavati s jakom PZ obr-a-nom, jer primjerice, protuzrakoplovni projektili kratkog dometa (poput Stinger-a, Mistrala, itd.) postaju dostupni gotovo svima (uključujući i teror-iste), a oni pri korištenju zahtijevaju vrlo malo izo-brazbe i logističke potpore.

Ciljevi kojima će se suprotstaviti laci jurišni zrakoplovi očito će zavisiti od organizacije i sposobnosti protivnika, tipa operacija koje se izvode i lokalnih zemljopisnih uvjeta. Uporaba vo-đenih projektila velike preciznosti neće dolaziti u obzir zbog nepovoljnog odnosa cijene i učinkovi-tosti pri korištenju protiv niskovrijednih ciljeva. Za lake jurišne zrakoplove bolji izbor predstavlja

CASA C-101CC



LAKI JURIŠNICI

Kao idealno rješenje za manje zračne snage javljaju se laci jurišni zrakoplovi koji se mogu prilagoditi za izvršavanje različitih zadaća, od pružanja bliske zračne potpore do vođenja zračne borbe, a znatno su jeftiniji i jednostavniji za korištenje od borbenih zrakoplova visokih performansi

mogu se zadovoljiti znatno jednostavnijim i jeftini-jim konstrukcijama. To otvara zanimljive perspek-tive za brojne laci jurišnike što se sada mogu naći na tržištu. Za potrebe ovog članka, uzet ćemo da se kategorija lakih jurišnika prostire od naoružanih inačica temeljnih i naprednih školskih zrakoplova, sve do lakih nadzvučnih lovaca Northrop F-5, koji su još uvijek jednostavniji i jeftiniji za uporabu.

Kad razmotrimo tijek zračnih operacija vođenih u brojnim lokalnim sukobima i ratovima koji su se zbili u nedavnoj prošlosti, očito je da je borba zrak-zrak bila, s nekoliko važnih iznimaka (npr. na Malvinima / Falklandima i izraelsko-arap-

široka paleta konvencionalnog naoružanja (laci i srednje "čelične" bombe, podyjesnici za rakete raznih kalibara, disperzeti, itd.). Top postavljen u unutarnjosti zrakoplova (kalibra 20-30 mm) vrlo je preporučljiv zbog svoje fleksibilnosti u suprot-stavljanju vrlo različitim tipovima ciljeva s dobrom izdržljivošću.

Laci jurišni zrakoplovi obično mogu ponijeti između 1500 i 2500 kg ubojnog tereta što se može smatrati potpuno zadovoljavajućim, no važan čim-benik je i ukupan broj nošenih oružja (i zbog toga zahtijevana podyjesna mjesta, uključujući viš-estruke nosače). Govoreći o budućim borbenim

Dario VULJANIĆ



BAe Hawk 200, jednosjedna inačica školskog Hawka 100, namijenjena za napadaje na zemaljske ciljeve, ali i za zračnu borbu

zrakoplovima, postoji izražena potreba da se njihov borbeni polumjer poveća u sljedećoj generaciji visoko sposobnih borbenih letjelica; a ta bi značajka trebala biti usvojena i na lakinj jurišnici. Uz to, postoji i trend postavljanja priključaka za opskrbu gorivom u letu i na lakinj jurišnike.

U skladu s temeljnom filozofijom zrakoplova ovog tipa, njihova se elektronska oprema može prilagoditi specifičnim zahtjevima korisnika. Multifunkcionalni prikazivači postaju sve popularniji čak i kod manje složenih modela (redovito se ugrađuje barem jedan, radi smanjivanja zamora pilota i lakšeg upravljanja). Multimodni HUD-ovi

proširuje operativne potencijale koji bi u suprotnom slučaju bili ograničeni isključivo na dnevne borbene misije, a ovako jurišnike pretvaraju 24-satne dnevno-noćne oružane sustave (bar u dobrom vremenskim uvjetima).

Već spomenuti napredak u učinkovitosti protuzračne obrane čini potrebitim uvodenje nekog oblika sustava za samozaštitu u praktično svim zrakoplovima koji su namijenjeni za operacije iznad bojišnice ili protivničkog teritorija, sve do najjednostavnijih tipova lakinj jurišnika. Barem kao minimum moraju se ugraditi izbacivači IC mamaca jer služe kao protumjera infracrveno navođenim projektilima.

Zbog sve veće diskriminacije glava za navođenje koje se uvode u ova oružja bilo bi vrlo preporučljivo da se koriste složeniji i učinkovitiji sustavi (kao što su sustavi za upozorenje na lansiranje projektila s automatskim uključivanjem protumjera), da bi se pilot usredotočio na izvršavanje misije. Sustavi za elektronske protumjere nošeni u unutarnosti zrakoplova našli su svoj put u opremanju lakinj jurišnika kako bi im pomogli u izbjegavanju ili suprotstavljanju posebno gustoj protivničkoj obrani.

Razlog postojanja koncepta lakinj jurišnika, dolazi izravno iz ograničenog proračuna koji je na raspolaganju mnogim zračnim snagama, koje u isto vrijeme nemaju globalnih interesa za zaštitu, te tako ni potrebu za sposobnošću projekcije snaga izvan svog područja. Ovaj operativni pristup nije ograničen samo na siromašne zemlje trećeg svijeta, već obuhvaća veliku većinu svjetskih nacija. Potraga za delikatnom ravnotežom između minimalnih brojčanih zahtjeva i cijene jednog primjeka "idealnog" (i općenito visoko sposobnog)



Aero L-59 nasljednik je uspješnog L-39 Albatrosa

dan danas su pravilo čak i kod najjeftinijih borbenih zrakoplova i sigurno se isplaćuju, posebice u navigaciji na malim visinama i tijekom jurišnih operacija. S iznimkom najlošije radarske opreme za praćenje oblika zemljista u svim vremenskim uvjetima, gotovo sve vrste navigacijsko-borbenih sustava stoje na raspolaganju za ugradbu na lakinj zrakoplove u manje više sofisticiranim inačicama, uključujući elektro-optičke modele. To značajno

zrakoplova, završava s tim da se prednost daje većem broju očito manje sposobnih borbenih zrakoplova - koji su ipak više u skladu sa stvarnim operativnim potrebama zemlje koja ih kupuje.

Drugi razlog (iako se on inače ne objavljuje) za usmjerenje prema izboru jednostavnijih tipova borbenih zrakoplova je složenost modela na vrhu ponude. Sposobnost neke zemlje da plati račun za nabavu i održavanje lovačkih zrakoplova visokih performansi, ne mora nužno značiti da ih se



AMX je namjenski konstruiran za vršenje borbenih zadaća i ima veliki dolet, te dobru nosivost naoružanja

automatski može učinkovito uporabljavati - tu je pitanje cijene izobrazbe pilota, organizacije zapovjedne strukture, mogućnosti održavanja takvih letjelica (osposobljavanje zemaljskih posada, postavljanje potrebitih instalacija, pa čak i nacionalne zrakoplovne industrije).

Laci jurišnici u njihovim različitim oblicima, nude racionalan put za rješavanje ili barem olakšavanje rješavanja temeljnog problema kročnog nedostatka visokosofisticiranih letjelica. Njihova uporaba osigurava sposobnost vođenja zračne borbe koja se može postići i održavati dok osoblje (i financije) sazriju i pripreme se za buduće uvodenje borbenih zrakoplova viših performansi. Čak i kad se postigne ovaj "korak naprijed", u većini slučajeva priroda lokalnih operativnih zahtjeva čini profitabilnim da se u uporabi ima veći broj lakih i jednostavnih borbenih zrakoplova koji će izvršavati većinu predviđenih uloga. Stoga će konačni rezultat biti kompromis mješavine visoke i niske tehnologije, kako bi se zadovoljile ambicije zemlje i njezin ponos, te njezine realne potrebe.

Mnoge zemlje tzv. "trećeg svijeta", imale su dobre odnose s bivšim Sovjetskim Savezom i Kinom. U zamjenu za politički utjecaj obje zemlje bile su voljne i spremne osigurati vojnu pomoć

pod iznimno povoljnim ekonomskim uvjetima, pa čak i gotovo potpuno besplatno. Što se tiče zračnih snaga, vojna se pomoć obično sastajala u isporuci skupine nadzvučnih lovaca (obično ruskih **MiG-21** i **MiG-19** ili njihovih kineskih kopija **F-7** i **F-6**), uz izobrazbu brojnih pilota i osoblja za održavanje zrakoplova (u nekim slučajevima, čak je i osoblje bilo uključeno u "paket").

Raspad Sovjetskog Saveza i znatno "komercijalniji" pristup koji sada primjenjuju i Rusija i Kina, radikalno su izmijenili sliku. Tržiste nije više ograničeno mogućnošću nabave visoko sposobnih zrakoplova po "priateljskim cijenama", već su cijene sada znatno više no što ih ekonomski uvjeti zemlje primatelja i prosječna tehnička sposobljenost njihovog osoblja može razumno dopustiti.

Stoga se zračne snage koje su ranije koristile, ili barem posjedovale lovce relativno visokih performansi sada nalaze pred velikim problemima i trude se formulirati zamjenske programe. Vjerojatno će neke od najsiromašnijih i najnestabilnijih zemalja jednostavno ispasti sa zrakoplovne scene za neko vrijeme, dok će druge slijediti racionalniji, ali i skromniji put.

Jedini način da se održi bar jezgra zračnih snaga (zrakoplova i osoblja) je prihvatanje smanjivanja njihovih sposobnosti. Ovakav prilaz uključivat će zamjenu zastarjelih borbenih zrakoplova visokih performansi s naoružanim školskim zrakoplovima dvostrukе namjene. Sposobnosti ovih zrakoplova da učinkovito izvršavaju luke jurišne zadaće, bar kad im je suprotstavljena **PZO** srednjih mogućnosti, može održati neki oblik sposobnosti za djelovanje iz zraka, posebice u svjetlu lokalnih operativnih zahtjeva.

Uzveši u obzir ove činjenice, vrlo je vjerojatno da će u budućnosti namjenske jednosjede borbene inačice školskih zrakoplova (poput **MB.339K**, budućeg **L-159** i **Hawka 200**), postići komercijalni uspjeh za kojim su dugo težili. Podjela lakih jurišnika

Iako je jasna podjela prilično teška, općenito, laci jurišnici mogu se prema sposobnostima svrstati u tri kategorije:

- naoružani školski zrakoplovi za temeljnu i naprednu izobrazbu;
- jednosjede, namjenski izradene borbene inačice, školskih zrakoplova;
- namjenski konstruirani laci jurišnici.

Moderno školski zrakoplovi prve kategorije posjeduju odlične mogućnosti nošenja tereta (tipične su najčešće vrijednosti sa 1000 do 3000 kg), uz odgovarajuće performanse i akcijski polomer da zadovoljavajuće izvrše operativne uloge, barem pri scenariju prijetnji srednje veličine.

Zasigurno najbolji u ovoj kategoriji, s obzirom na performanse i prodajni uspjeh, je **British Aerospace Hawk**. Jedan od najnovijih članova ove obitelji, **Hawk Series 100** ima povećanu sposobnost nošenja naoružanja, te bolju avioniku. Čini se da je njegov izravni suparnik, francusko-njemački **Alpha Jet**, izgubio bitku za



Aermacchi MB.339K Veltro 2 nije ponovio uspjeh MB.326K i napravljen je samo prototip

prodaju u dužem vremenskom razdoblju, iako je u početku nudio slične sposobnosti.

Talijanski **Aermacchi MB.339C** je trenutačno jedini trenažni zrakoplov na kojeg se može ugraditi priključak za punjenje gorivom u letu; također, njegovih šest podvjesnih točaka omo-gućavaju mu veliku fleksibilnost u nošenju ubojnog tereta.

Češki **Aero L-59** razvijen je iz **L-39 Albatrosa**; opremljen snažnjim motorom, nudi se sa zapadnom avionikom, a njegov glavni nedostatak je postojanje samo četiri nosača tereta.

Španjolski zrakoplov **CASA C-101 Aviojet** razvijen je u naoružanim inačicama, C-101BB i C-101CC, te C-101DD s poboljšanom avionikom. Iako letne značajke ovog zrakoplova nisu iznimne, način ugradnje njegovog naoružanja je zanimljiv; šest podvjesnih točaka mogu se dopuniti uvučenim prostorom ispod trupa u koji se mogu ugraditi palete s jednim topom DEFA 533 kalibra 30 mm ili s dvije strojnica Browning HMG kalibra 12,7 mm ili s raznom opremom (za izviđanje, elektronske protumjere, itd). Veliki spremnik za gorivo uklonio je potrebu za nošenjem dodatnih spremnika na nosačima, te su oni dostupni za nošenje naoružanja.

U ovu kategoriju zrakoplova ulaze i rumunjski **Avioane IAR-99 Soim**, **IAR-109 Swift** i poljski **PZL-Mielec I-22 Iryda** (ovi zrakoplovi mogu

se uvrstiti u donji dio kategorije).

Druga kategorija lakih jurišnika uključuje jednosjede borbene inačice školskih zrakoplova. Dosad najuspješniji primjerak ove kategorije bio je **Aermacchi MB.326K** koji se još uvijek nalazi u uporabi južnoafričkih zračnih snaga kao **Impala Mk.II** (Impala II uspješno je korištena u angloskom ratu).

Nakon MB.326K, Aermacchi je na temelju MB.339 razvio, **MB.339K Veltro 2**. Uklanjanje mesta za drugog člana posade, omo-gućilo je ugradnju dva unutarnja topa DEFA kalibra 30 mm i povećanje spremnika za gorivo u trupu s dvije na tri stanice; ovo je oslobođilo šest podvjesnih točaka, na kojima se može pomijeti teret oružja od 2500 kg.

Najuspješniji zrakoplov u ovoj kategoriji je **BAe Hawk 200**, jednosjedna inačica Hawk 100. S malom voletnom masom (samo 9100 kg), nosi do 3000 kg ubojnog tereta, može se opremiti radarom Westinghouse AN/APG-66H (čime je moguće njegovo korištenje u svim vremenskim uvjetima, kao i vršenje napadaja na brodove). Na četiri podvjesne potkrilne točke mogu se postaviti višestruki nosači ubojnih sredstava.

Ako se na vrhove krila postave nosači AIM-9 Sidewindera, moguće je njegovo korištenje u zračnoj borbi (pogotovo kad je opremljen radarom; u budućnosti se predviđa nošenje pro-

USPOREDNI PRIKAZ PODATAKA NEKIH LAKIH JURIŠNIKA

| | Aermacchi MB.339C | Aero L-59 | British Aerospace Hawk 100 | CASA C-101DD | Aermacchi MB.339K | British Aerospace Hawk 200 | Alenia/ Aermacchi/ Embraer AMX | NAMC A-5M |
|---|--------------------------------------|---------------------|--|----------------------------|--------------------------------|--|--|-------------------------|
| motor | 1x Rolls-Royce Viper Mk 680-43 | 1x Progress DV-2 | 1x Rolls-Royce/ Turbomeca Adour Mk 871 | 1x Garrett TFE 731-5-1J | 1x Rolls-Royce Viper Mk 680 | 1x Rolls-Royce/ Turbomeca Adour Mk 871 | 1x Rolls-Royce/ Shenyang Spey Mk 807 | 2x Shenyang WP6A |
| potisak (kN) | 19,57 | 21,57 | 26,0 | 19,15 | 19,57 | 26 | 49,1 | 36,78 |
| raspod (m) | 11,22 | 9,54 | 9,39 | 10,60 | 11,22 | 9,39 | 8,87 | 9,70 |
| duljina (m) | 11,24 | 12,20 | 12,43 | 12,50 | 10,85 | 11,34 | 13,23 | 15,37 |
| visina (m) | 3,99 | 4,77 | 3,98 | 4,25 | 3,99 | 4,13 | 4,55 | 4,53 |
| površina krila (m ²) | 19,30 | 18,80 | 16,69 | 20,00 | 19,30 | 16,69 | 21,00 | 27,95 |
| masa praznog zrakoplova (kg) | 3430 | 4030 | 4400 | 3470 | 3245 | 4450 | 6730 | 6728 |
| najveća poletna masa (kg) | 6350 | 7000 | 9100 | 6300 | 6550 | 9100 | 13.000 | 12.200 |
| odnos potisak/masa | 0,31 | 0,31 | 0,29 | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,38 | 0,62 |
| opterećenje krila (kg/m ²) | 329 | 372,34 | 545,2 | 315 | 329 | 545,3 | 619,05 | 436,5 |
| najveća brzina (km/h)/m | 900/0 | 865/5000 | 1001/0 | 784/0 | 900/0 | 1017/0 | 1054/0 | 1220/0 |
| najveći dolet (km) | 2037 | 2000 | 2519 | 3704 | + 2000 | 2593 | 3333 | 2000 |
| najveći ubojni teret (kg) | 1814 | 1500 | 3000 | 2250 | 1935 | 3000 | 3800 | 3000 |
| broj podvjesnih točaka | 6 | 4 | 5+2 | 6 | 6 | 5+2 | 5+2 | 12 |
| ognjišta (tip) | | | | | 2x DEFA 533 30 mm | 5+2 | 1x M61A1 20 mm* | 2x Type 23- 2K 23 mm |
| top u vanjskom spremniku | | | 1x GŠ-23 23 mm | 1x Aden Mk 4 30 mm | 1x DEFA 533 30 mm | | 1x Aden Mk 4- 30mm | |
| nočni ciljnički/OP uredaji | NE | NE | DA | DA | NE | DA | DA | DA |
| radar | NE | NE | NE | NE | NE | DA | DA | DA |
| priključak za opskrbu gorivom u letu | DA | NE | NE | NE | NE | DA | DA | DA |

* ili 2xDEFA 554 (30mm)

Tablica: D. Lešić

jektila zrak-zrak srednjeg dometa). Nedostatak Hawka 200 je smještaj spremnika s topom ADEN Mk 4 na srednji podtrupni nosač čime se smanjuje mogućnost nošenja ubojnih sredstava.

Na temelju **L-39/L-59** nastao je borbeni jednosjed **L-159** (vidi Hrvatski vojnik br.82), dok Poljaci nude svoj **M-99 Orkan** (zasnovan na I-22, moći će ponijeti više od 4000 kg ubojnog tereta, te će se po sposobnostima približiti zrakoplovima



Kineski A-5 može se koristiti za izvršavanje jurišnih i izvidničkih zadaća, a u slučaju nužde i u zračnoj borbi (na slici su NAMC A-5C bangladeških zračnih snaga

poput A-4 ili AMX).

Čini se da su suvremeni naoružani školski zrakoplovi iznimno ekonomični u borbenim ulogama, kad uzimamo u obzir samo njihov korisni teret, dolet i letne performanse, no tu su i druge, ne manje važne, iako ne toliko očite značajke zrakoplova od početka konstruiranog isključivo za borbe namjene.

Zmaj borbenog zrakoplova je od početka konstruiran uveši u obzir oštećenja nastala u borbi - što nije slučaj sa školskim zrakoplovom. Razmještaj borbene opreme i naoružanja ima koristi ako se planira kao integralni dio zrakoplova od samog početka faze konceptualnog dizajna, a ne kao naknadni dodatak. Kritični podsustavi (gorivo, hidraulika, elektronika, kontrole leta) borbenog zrakoplova konstruirani su s većom otpornošću i sporom degradacijom sustava nakon borbenog oštećenja - što nije prisutno kod civilnih ili školskih zrakoplova.

Takov kriterij za konstrukciju borbenog zrakoplova je neizbjegjan i čini ih težim i općenito skupljim, ali se on "isplaćuje" u borbi. To ne znači da naoružani školski zrakoplovi i njihove izvedenice nisu pogodne za jurišne zadaće; korisnik ipak mora biti svjestan da je borbena primjena zrakoplova ipak nešto više od nošenja ubojnog tereta od točke A do točke B.

Gornja kategorija namjenski konstruiranih lakih jurišnika za sada uključuje samo dva tipa zrakoplova, talijansko-brazilski AMX i kineski A-5M.

Alenia/Aermacchi/EMBRAER AMX je posebno konstruiran za vršenje uloge lakoj jurišniku, izvidniku i vođenje ograničene zračne borbe. Ugradena avionika omogućava izvršavanje misija danju i noću, opcionalno je moguće ugradi-

ti FLIR, optoelektričke sustave i radar. Moguće je nošenje različitih kombinacija vođenih i nevođenih ubojnih sredstava, te spremnika s izvidničkom opremom. Sve to omogućava veliku operativnu fleksibilnost AMX-a u uporabi.

NAMC A-5M je posljednja inačica jurišnika **A-5 (Q-5)**, čija je temeljena inačica zasnovana na ruskom lovcu MIG-19 licencno izrađivanom u Kini kao J-6. Opremljen je zapadnom avionikom (navigacijski sustav s AMX-a), može ponijeti do 3000 kg ubojnog tereta. Nedostatak A-5M su zastarjeli turbomlazni motori s velikom potrošnjom goriva (iako mu omogućavaju postizanje nadzvučne brzine), te visoki troškovi održavanja.

Smanjivanje broja zrakoplova u sastavu američkih zračnih snaga (USAF) omogućilo je kao alternativu lakinjim jurišnicima nabavu ranijih inačica lovca **Fighting Falcon** (oko 300-400 **F-16A** može biti ponudeno po cijeni od pet milijuna dolara /bez prepravki/ do deset milijuna dolara /s prepravkama po želji kupca/ po primjerku).

S jedne strane to može predstavljati, bez obzira na visoke operacione troškove i održavanja, iznimno povoljnu ponudu. S druge strane, uvijek postoji opasnost da, ako dođe do pogoršavanja odnosa između SAD i zemlje koja je nabavila



"rabljene" Falcone, F-16 budu prizemljeni uslijed nedostataka doknadnih dijelova (kao što je to bio slučaj s Pakistanom). Ovi problemi su mnogo manje kritični ako se koristi jednostavniji borbeni zrakoplov nabavljen u zemlji zainteresiranoj ponajprije za prodaju, a ne postavljanje političkih uvjeta.

Iz svega rečenog može se zaključiti da su s obzirom na odnos troškova i borbenih sposobnosti, laki jurišnici idealno rješenje za zračne snage mnogih manjih zemalja koje si ne mogu priuštiti borbene zrakoplove visokih performansi.

Također, na neki način, predstavlja kretanje u obrnutom smjeru od dosadašnjeg trenda nabave sve skupljih i složenijih borbenih zrakoplova, kao i narastanje tržišta naoružanih školskih zrakoplova i lakih jurišnika, koji su često u regionalnim konfliktima, što se tiče odnosa učinkovitosti i cijene korištenja, znatno bolje rješenje od "superzrakoplova" najnovije generacije.



SAMOVOZNE IZVEDENICE STINGERA

Na osnovi PZ raketnog sustava Stinger nastale su i dvije samovozne izvedenice, Avenger i Blazer, koje su u operativnoj uporabi u vojsci SAD, a postoji mogućnost da se nađu u naoružanju i oružanih snaga drugih zemalja, poglavito onih koje već rabe temeljnu inačicu sustava Stinger

Stariji sustav, konstruktivno jednostavniji, lakši i masovnije rabljen je Avenger sustav čija povijest započinje ranim osamdesetim godina. Tada je tvrtka Boeing Aerospace Company počela razvijati PZ sustav utemeljen na raketi lakog prenosivog PZ sustava Stinger. Nakon uspjejih paljbenih provjeravanja, 1984. godine za sustav se zainteresirala vojska SAD nakon čega je projekt dobio ukupnu potporu u razvoju i prve naručbe. Prve operativne isporuke sustava Avenger vojsci SAD obavljene su 1989. godine, a isporučenim sredstvima najprije je popunjena 3. oklopna konjička pukovnija iz Fort Blissa. Najpoznatija i najatraktivnija uporaba ovog sustava, svakako je u 101. zračnoprijenosnoj diviziji, a upravo je u tijeku opremanje ovim sustavom 23. Winga snaga za brze zrakoplovne intervencije smještenog u zrak-

plovnoj luci Pope u Sjevernoj Karolini. Ukupne, dosad iskazane, potrebe vojske SAD za ovim sustavom iznose 1779 paljbenih jedinica s velikom vjerojatnoćom da to nije i krajnji broj.

Sustav Avenger konstruktivno se sastoji od vozila i borbene kupole. Kao vozilo sustava rabi se višenamjensko, visokopropodneno vozilo američke vojske poznato pod nazivom HMMWV 4x4 (High Mobility Purpose Wheeled Vehicle). HMMWV vozilo ima više izvedenica a rabi se i kao platforma lakih PZ sustava, EFOG-M i Avenger. Vozilo ima odlične sposobnosti kretanja po putu i izvan puteva, a relativno je malih protežnosti. Dugačko je 4,95 m, široko 2,18 m i u Avenger inačici visoko 2,59 m, te ukupne mase 3900 kg. Klijens vozila je 0,406 m, a najveća brzina mu je 105 km/h. Sa spremnikom za gorivo volumena 94 litre može prijeći do 563 km. Vozilo svladava uspon od 60 posto i bočni

Vladimir SUPERINA

nagib do 40 posto, te okomite prepreke visoke do 0,56 m i široke do 0,76 m. Pokreće ga Diesel V motor od osam cilindara, volumena 6,2 l, zrakom hladen s automatskim mjenjačem.

Borbena kupola konstruktivno je izvedena tako da može biti sastavni dio sustava na vozilu HMMWV, ali se s vozila, po potrebi, može skinuti, te rabiti s odgovarajuće ravne podloge. Također se može, ako bi to tko od kupaca zahtijevao, lako, uz neznatne doradbe, ugraditi na kakvo drugo slično vozilo.

Kupola se u vodoravnoj ravnini (po azimu) okreće za 360°, a oružani dio sustava se u okomitoj ravnini (po elevaciji) pokreće od -10 do +70°. Svekolika kupola je duga 2,13 m, široka 2,16 m, visoka 1,78 m, te je mase 1134 kg. Posebna vrijednost kupole je uređaj za žirostabilizaciju koji omogućuje praćenje cilja i gađanje sustavom i dok se vozilo na kojem je montiran sustav kreće brzinom do 40 km/h. Tako je PZ sustav Avenger postao prvi PZ sustav uveden u operativnu uporabu vojske SAD koji ciljeve u zraku može gađati i iz pokreta.

Sama kupola konstruirana je od nekoliko podsustava: oružanog dijela, ciljničkih naprava, sustava za pokretanje kupole, sustava veza, te klima uređaja.

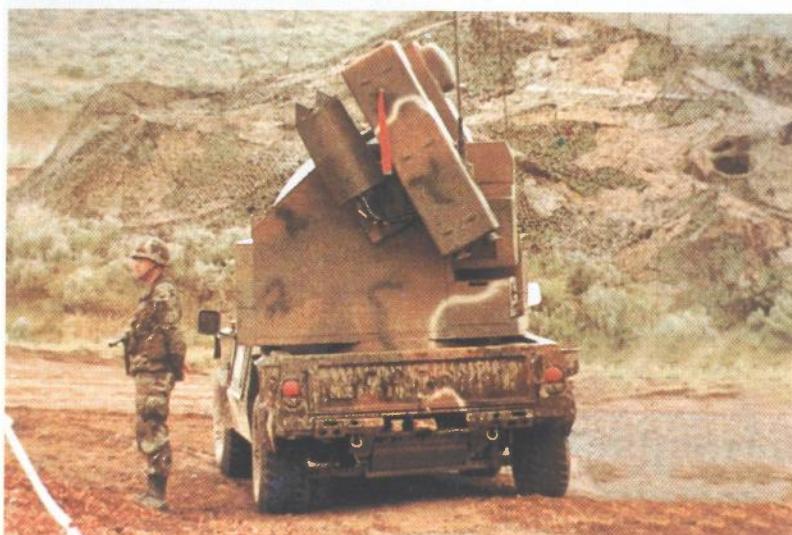
Oružani dio sustava čine dva kontejnera s po četiri Stinger rakete bilo koje inačice. Svaki skupni kontejner nalazi se sa svoje strane kupole, a služi kao skupni lanser u kojem se rakete čuvaju, prevoze, u kojem se stavljuju na lanser i napokon s kojeg se lansiraju. Svaki Avenger PZ sustav ima osam raketa u skupnim lanserima spremnih za lansiranje i još osam u vozilu u doknadi. Drugi dio oružanog sustava čini spregnuta teška strojnica M3P kalibra 12,7 mm smještena s desne strane kupole ispod desnih lansera. Ova strojnica posjeduje 200 metaka spremnih za uporabu, a još 300 se nosi u doknadi u vozilu. Ugrađena strojnica M3P je poboljšanja inačica strojnica AN-M3 s rotirajućim cijevima čija je brzina paljbe 1100 metaka u minuti. Ugrađena na Avenger služi kao sredstvo za samoobranu sustava od napadaja sa zemlje, te za zatvaranje nebranjenog prostora do bliže granice zone uništenja raketama pri gađanju ciljeva u zraku. Premda PZ sposobnosti ove strojnica nisu zanemarive, pogotovo na malim daljinama, činjenica da mu se ispaljeno zrno ne rasprskava, odnosno kako nema i druge značajke topa, čitav sustav se ne može smatrati mješovitim raketnotopničkim, odnosno hibridnim, PZ sustavom.

Ciljnički sustav sastoji se od FLIR podsustava, optičkog ciljnika CA-562, automatskog uredaja za TV praćenje cilja i laserskog daljinomjera.

FLIR naprava smještena je s vanjske lijeve strane kupole ispod lansirnog kontejnera, zajedno s uredajem za automatsko TV praćenje cilja i laserskim daljinomjerom. FLIR podsustava ima oznaku IR-18 ili AN/VLR-1 i radi u valnom području 8-12 μm. Služi za otkrivanje i praćenje cilja u noćnim djelovanjima, te kod gađanja danju u složenim

meteorološkim i drugim uvjetima.

Laserski daljinomjer je CO₂ tipa i služi za određivanje daljine do cilja. Što točniji podatak o



Paljbeni jedinicu sustava Avenger raspoređena pokraj zapovjednog mjesta postrojbe koju štiti

daljini cilja bitan je zbog određivanja trenutka lansiranja rakete, trenutka prijelaza na gađanje cilja u zraku strojnicom, odnosno zbog pravilnog proračunavanja pretjecanja kod gađanja strojnicom. Ciljatelju je na raspolaganju i optički ciljnik CA-562 smješten ispred ciljatelja.

Elektroničko raspoznavanje pripadnosti cilja osigurano je Stingerovim AN/PPX 38 pitačem. No, i vizualno prepoznavanje cilja koje izvodi ciljatelj kod ovog sustava je iznimno bitno, poglavito kod gađanja strojnicom.

Posluži paljbeni jedinice Avenger na raspolažanju su radio uredaji za vezu sa susjednim paljbenim jedinicama, te s mrežom zapovijedanja i dojave podataka o ciljevima. Zavisno od naručitelja i isporučene serije dosad su u proizvedene Avengere ugrađivani radio-uredaji AN/PRC 77, AN/VRC 47 i AN/VRC 91. Za internu vezu između kupole i kabine vozila rabi se laringofonska veza uredaja AN/VIC 1.

Sustav Avenger uobičajeno poslužuju dva poslužitelja, vozač i ciljatelj. Vozač je osim voženja

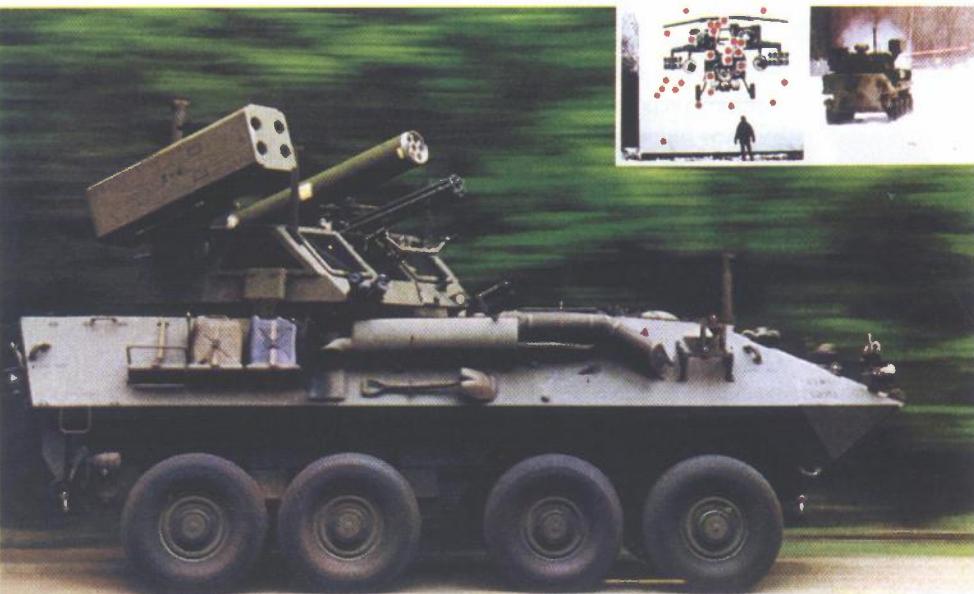


U slučaju potrebe sustav Avenger brzo i lako menjaju položaj krećući se vlastitim pogonom ili prenošenjem zrakom pomoću transportnog helikoptera (na slici CH-47 nosi Avenger)



Po dolasku voda sustava Avenger na novi paljbeni položaj vrši se orijentacija, uspostavlja veza s nadređenim zapovjedništvom, razmješta svako paljbeno vozilo na položaj, počinje se pratiti situacija u zraku

vozila zadužen i za vezu s nadređenim zapovjedništvom, a oprema koju mu je na raspolaganju u kabini omogućuje mu potpuni nadzor nad borbenom kupolom, te vezu s njom. Oprema za nadzor kupole u kabini vozila ima ulogu općeg nadzora borbene kupole, uvježbavanja novih i treniranja uvježbanih cijatelja, te daljinskog upravljanja kupolom. Svekoliku opremu je lako iznijeti iz kabine vozila na mjesto pokraj vozila udaljeno do 50 m koliko su dugi spojni kabelovi.



*Sustav LAV/AD s kupolom
Blazer namjenjen
Marinskom korpusu SAD*

Gadanje sustavom Avenger moguće je iz pokreta, zastanaka i s mjesta. Tijekom gađanja ciljatelj se mora nalaziti u kupoli dok se vozač može nalaziti u kabini vozila ili blizu vozila ako se gađa s mjesta. Uobičajeni angažman gađanja teče po sljedećem. Posluzi sustava dojavljaju se podatci o situaciji u zraku podsustavom radio-veza ili pak sama posluga motri zračni prostor, ciljatelj iz kupole kroz krovno-prednji prozor, a vozač iz zaklona pokraj vozila. Kad dobiju podatak o cilju, zanimljivom za konkretnu paljbenu postrojbu, ili sami otkriju cilj usmjeravaju kupolu prema izabranom cilju. Zavisno od toga tko je, čime i kako cilj otkrio usmjeravanje može uključiti ciljatelj ili vozač. Čiljatelj preuzima na praćenje cilj pokrećući kupolu i oružani sustav, zatim ga daje na automatsko TV praćenje uključujući odgovarajući sustav praćenja. Automatsko praćenje cilja omogu-

čava ciljatelju angažiranje na vizualnom i elektro- ničkom raspoznavanju cilja, te nadzor svih sustava koji prate cilj, a čiji se podatci projiciraju na pred- njii vizir prozora. Tako ciljatelj lakše određuje način gađanja cilja, trenutak lansiranja rakete, trenutak prekida gađanja raketama i prijelaza na gađanje strojnicom praćenog cilja ili drugog cilja u skupini. Praćenje i gađanje cilja u zraku može izvoditi i sam ciljatelj, bez uključivanja automatskog TV praćenja cilja, no, za takvo gađanje nužna je znatno veća vještina i sposobljenost ciljatelja. Izabranu raketu Stinger moguće je lansirati tek nakon zahvata praćenog cilja njezinom glavom za samo- navođenje, a nakon njezinog starta ciljatelj odmah može prijeći na zahvat, praćenje i gađanje novog cilja.

Uobičajena zona gađanja sustavom Avenger zavisi od tipa uporabljane Stinger rakete i na dolazeće ciljeve je do dva km, a na odlazeće do pet km udalj, odnosno od 15 do 3800 m po visini. Strojnicom je moguće učinkovito gađati ciljeve na udaljenju do jednog km od sustava.

Avenger PZ sustav, osim velike pokretljivosti vozila na kojem je montiran sustav ima i veliku pokretljivost zrakom. Primjerice, transportni

zrakoplov C-141 Starlifter može istodobno ponijeti do šest Avengera zajedno s njihovim posadama, C-130 Hercules može ponijeti do tri sustava, helikopter CH-47 Chinook jedan sustav, a samu kupolu može prenositi i helikopter UH-60 Black Hawk. Velika pokretljivost zrakom i kopnom, respektivne borbe mogućnosti, jednostavnost uporabe i prihvatljiva cijena, opredijelile su američke vojne stručnjake za Avenger kojeg uvode u operativnu uporabu u kopnenu vojsku i Marinski korpus, a upravo je najozbiljniji kandidat.

dat i za ratno zrakoplovstvo. U zrakoplovstvu bi trebalo braniti novoformirane zrakoplovne luke koje se formiraju za zrakoplovne snage za brze intervencije u operacijama sličnim onima u "Pustinjskoj oluci". Zadaća Avengera bila bi pionirska, obraniti radilište zrakoplovne luke dok se uspostave ostali elementi borbenog osiguranja, pa i moćniji PZ sustavi zrakoplovne luke.

Iz opisa sustava Avenger da se zaključiti kako ga je moguće spajati u više postrojbe na različite načine. Uobičajeni američki sklop je četiri Avengera u vodu, dva voda u bitnici, što je optimalno gledje broja veza koje je uputno povezivati na jedno koordinacijsko i zapovjedno središte. Bitnice Avengera uobičajeno su dio mješovitog PZ lako sklopa u kojem su još i bitnice PZ topova Vulkan te drugi sustavi

Drugi noviji, veći i složeniji PZ sustav utemelj-

jen na Stinger raketama je LAV/AD (Light Armored Vehicle/ Air Defence) s kupolom Blazer kojeg za američko tržište isporučuje General Electric, a za europsko i ostala Martin Marieta. Sustav LAV/AD razvijen je temeljem zahtjeva Marinskog korpusa od sredine osamdesetih godina. Među više razmatranih mogućnosti prikladnijih za smještaj na oklopno vozilo koje se već rabilo u Marinskom korpusu, izabrana je kupola Blazer s topom 25 mm i Stinger raketama smještenim u skupne lansere identične onima rabljenim na Avenger sustavu. Tijekom eksperimentiranja i s izabranom kupolom, birane su različite opcije motrilačko-akvizicijskih naprava, pa i naoružanja.

Svakako sustav LAV/AD izabran je 1992. godine za sustav kojim će se opremiti postrojbe

TEMELJNE ZNAČAJKE SUSTAVA LAV/AD

Podaci o vozilu LAV:

Borbena masa: 13.500 kg

Protežnosti: - dužina: 6,39 m,

- širina: 2,50 m,

- visina: 2,5 / 3 m,

- klirens: 0,39 m

Pogonski stroj: GM Detroit dizel 6V-53T, snage 203 kW

kod 2800 okretaja/minuta s automatskim menjajućem

Najveća brzina: 100 km/h

Autonomija kretanja: 668 km

Svladava prepreke: - visoke: 0,50 m,

- široke: 2,057 m,

- vodene: pliva brzinom do 9,65 km/h,

- uspon: 60 posto

- nagib: 30 posto

Podaci o oružanom sustavu:

Posluži sustava: tri čovjeka

Masa same kupole: 2676 / 3076 kg

Naoružanje kupole: - 8 raket Stinger (dva kontejnera

s po četiri komada)

- 1 top GAU/12U kalibra 25 mm sa 360 granata

- 1 strojopuška kalibra 7,62 mm

Doknadno naoružanje: - 8 Stinger raketa

- 550 granata kalibra 25 mm

Moguće polje djelovanja: - po azimutu: 360°

- po elevaciji: -8 do +65° Ciljničke i prateće naprave: - radar TRS 2630

- FLIR

- optički ciljnik

- uredaj za automatsko TV praćenje

- laserski daljinomjer

Ostala oprema: - sustav unutarnje veze,

- sustav izvanjske veze prema nadređenim i istim sustavima

- IC vozački sustav za noćnu vožnju

Podaci o radaru: - područje rada E/F

- najveći domet do 20 km

- otkriva ciljeve: - zrakoplove: oko 17 km

helikoptere: oko 10 km

- broj okretaja antene: 40 okretaja/minuta

Učinkovita zona gadanja:

- raketama: - cilja u dolasku: od 200 do 2000 m

- cilja u odlasku: od 200 do 5000 m po daljini i

3800 m po visini

- topom: - do 2500 m po daljini i 2000 m po visini

Mogućnost gadanja sustavom: - s mesta

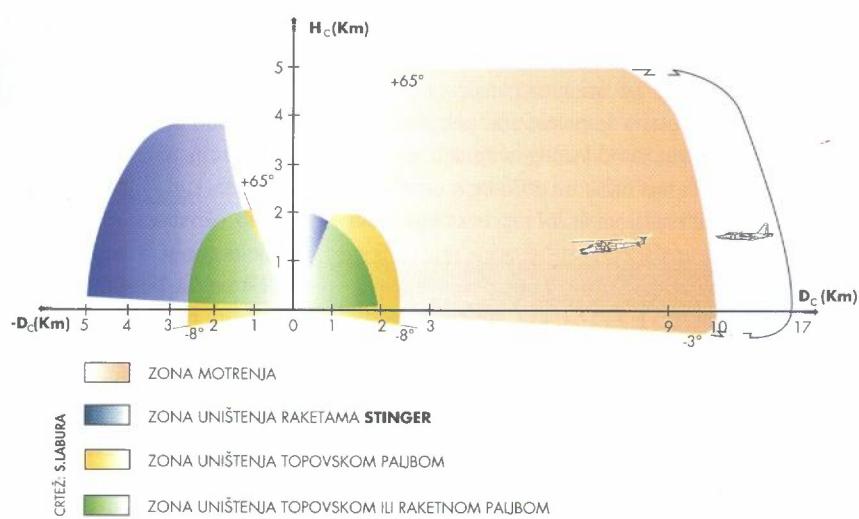
- sa zastanka

- iz pokreta malom brzinom

Marinskog korpusa. Puna operativna proizvodnja očekuje se od ove godine, a ovaj sustav je prvi američki mješoviti raketno-topnički PZ samovozni sustav u operativnoj uporabi. Stoga ga u zapadnoj literaturi, često, više ili manje opravdano, uspoređuju s ruskim Tunguskom.

I sustav LAV/AD konstruktivno se sastoji od vozila i borbene kupole. Kao vozilo sustava rabi se lako oklopljeno vozilo na kotačima pogonske konfiguracije 8x8. Samo vozilo razvijeno je potkraj sedamdesetih godina, a od početka osamdesetih se uvodi u postrojbe vojske SAD i Kanade u raznim izvedenicama.

Vozilo je dugačko 6,39 m, široko 2,50 m, i visoko, u izvedbi LAV/AD sa sklopljenom radarskom antenom oko 2,5 m, te s antenom u rad-



ZONA MOTRENJA I UNIŠTENJA PZO SUSTAVOM LAV/AD S KUPOLOM BLAZER

nom položaju oko tri m. Borbena mu je masa u izvedenici LAV/AD oko 13,5 tona. S punim spremnikom goriva od 204 litre može prijeti do 668 km, najvećom putnom brzinom do 100 km/h. Pokreće ga 6V-53T Dieselov motor snage 203 kW s automatskim mjenjačem. Vozilo ima klirens 0,39 m i svladava okomite prepreke visoke 0,5 m, rovove široke 2,057 m, te uspone do 60 posto i bočne nagibe do 30 posto. Vozilo pliva brzinom do 9,65 km/h, a kroz vodu ga pokreću dva propelera smještena iza zadnjih kotača. I propelere za kretanje kroz vodu pokreće glavni motor preko mjenjača. Vozilo karakterizira iznimno velika pokretljivost kako po putovima, tako i izvan putova, a sa stanovišta Marinskog korpusa njegove amfibijske značajke posebno su zanimljive, poglavito tijekom izvođenja pomorskih ili pomorsko-zračnih desanata, te u zaštiti iskrčanih snaga Marinskog korupsa u deltama rijeka i, na vodenim tokovima, ispresijecanim zemljишtu. Iznad svega vozilo je prenosivo zrakom podignuto kao vanjski teret pod helikopter CH-47 Chinook ili u zrakoplovima C-130 Hercules i C-141 Starlifter. Drugi dio sustava LAV/AD je borbena kupola koja je i u ovom slučaju izvedena tako da se, uz neznatne dorade i prilagodbe, može ugraditi i na druga vozila dovolj-



Slika lijevo: inačica sustava LAV/Blazer za europsko i ostala tržišta, s raketama Mistral

ne nosivosti, primjerice oklopni transporter M-113, BMP-3, Bredly M2, Cadillac Gage V-300 (6x6) i slična vozila.

Kupola se po azimutu okreće za 360° , a oružani dio sustava se po elevaciji pokreće od -8° do $+65^{\circ}$, brzinom od jednog radijana u sekundi. Sama kupola ima masu od 3076 kg s ugrađenim motriteljskim radarom ili 2676 kg bez njega. I ova kupola ima uređaj za žirostabilizaciju, te je i s njom moguće gađanje sustavom iz pokreta, sa zastanka i s mesta.

Oružani dio sustava izabranog za Marinski korpus sastoji se od dva skupna kontejnera sa po četiri Stinger rakete smještene sa svake strane kupole po jedan i jednog 25 mm topa s rotirajućim cijevima (Gatling sustav) smještenog u posebnu gondolu po sredini kupole. Stinger rakete mogu biti ma koje inačice, a osim osam nošenih na skupnim lanserima postoji još osam raketa u doknadi u vozilu. Top sustava je tipa GAU-12/U i predstavlja PZ inačicu zrakoplovnog topa GAU-12 ugrađivanog na zrakoplove tipa Harrier-II. Top ima brzinu gađanja od 1800 granata u minuti, a dužina paljbe mu se može prilagodavati na 10 ili 30 granata. Karakterizira ga i velika pouzdanost u radu te vijek cijevi od ukupno 18.000 ispaljenih granata, što je 3500 granata po jednoj cijevi. U izvedbi LAV/AD za top se nosi 360 granata spremnih za uporabu i još 550 u doknadi u vozilu. Svako vozilo može biti opskrbljeno i strojopuškom kalibra 7,62 mm za samoobranu. Oružani dio sustava omogućuje gađanje ciljeva u zraku na kosom dometu kao i sustavom Avenger, a topom do daljine 2,5 km i visine dva km.

Ciljničko motrički sustav kupole Blazer sličan je onom na sustavu Avenger i sastoji se od FLIR/TV podsustava, laserskog daljinomjera, optičkog ciljnika i, za razliku od Avengera, radara.

FLIR sustav sličan je onome na Avengeru, iste je namjene, ali ima dvije širine viziranja, užu $3,4 \times 2,6$ stupnjeva i širu $10,3 \times 7,7$ stupnjeva. Mjesto FLIR podsustava je na kupoli s lijeve strane, a dometa je detekcije do deset km. Dnevna TV kamera također može preuzeti cilj na automatsko praćenje. Laserski daljinomjer je bočno do FLIR kamere, s istom zadaćom kao kod Avengera.

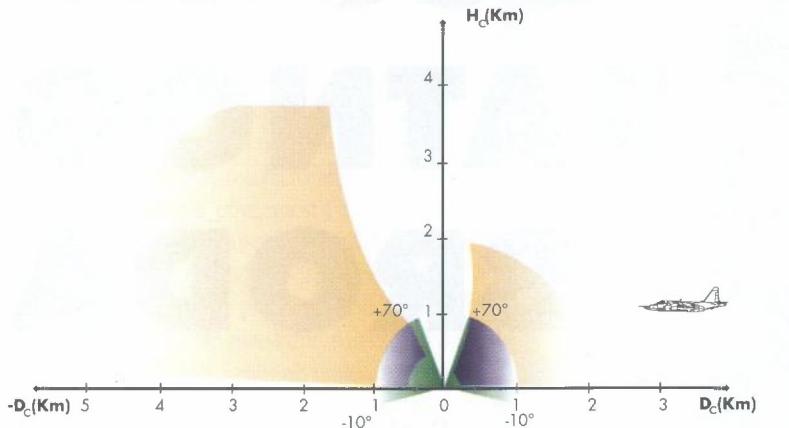
Motričko akvizicijski radar uobičajeno je motričko pomagalo u sličnim sustavima. Proizvodač sustava LAV/AD isporučuje svoje paljbene jedinice sa i bez radara, a Marinski korpus naručuje i jednu i drugu inačicu. Uobičajeno se

kao motrički radar rabi TRS 2630 proizvođača Thomson CSF, koji ima domet od 20 km, a zrakoplove tipa lovca bombardera otkriva na daljinama oko 17 km, dok lebdeće helikoptere otkriva na daljinama do 10 km. Frekventno je agilan, i radi u E/F području. Antena radara smještena je na zadnjem dijelu kupole s desne strane i okreće se brzinom 40 okretaja u minuti. S nasuprotne strane antene u zajedničkom kućištu je i antena uređaja za elektroničko prepoznavanje pripadnosti cilja. U pohodnom položaju antena se preklapa unazad. Radar se može rabiti kao i PZ sustav u pohodnji, tijekom kretanja po bojištu ili dok vozilo miruje. Ima četiri moda rada: kružno motrenje na većem ili na manjem dometu, emitiranje energije ili šutnju. Samu kupolu Blazer poslužuju dvojica poslužitelja; zapovjednik desno u kupoli i ciljatelj lijevo. Treći član posluge je vozač koji sjedi u vozilu naprijed s lijeve strane. Međusobnu vezu članovi posluge održavaju internim laringofonskim sustavom. Između zapovjednika i ciljatelja smješten je top u posebnoj kolijevici, a ispod njega je računalno sustava, te nadzorni podsustav za upravljanje gađanjem i tehničkim nadzorom svekolikog LAV/AD sustava. Ispred zapovjednika je panoramski pokazivač na kojeg se projicira obrađena video slika radarskog motrenja. Panoramski pokazivač ima markere daljine u obliku koncentričnih krugova međusobno udaljene po pet km. Na zaslonu se može projicirati i istodobno pratiti do deset ciljeva, a računalo priprema početne podatke za njihovo gađanje. S desne strane istog zaslona projiciraju se podatci o ciljevima i uvjeti rada radara. Ispod pokazivača je operaciona ploča zapovjednika na kojoj se osim ostalog bira i vrsta paljbe: raketama



Učinak Stingera prilikom pokusnog gađanja helikoptera mete

ili topom. Ispred ciljatelja nalazi se sličan pokazivač na kojem se projiciraju rezultati motrenja FLIR i TV uređajima, te laserskim daljinomjerom. Rezultati motrenja svih uređaja mogu se projicirati istodobno. Osim svega na ovom zaslonu se prikazuju i rezultati praćenja sustavom za TV automatsko praćenja obilježenog cilja.



ZONA UNIŠTENJA RAKETNO-STROJNIČKIM SUSTAVOM AVENGER

Posluži Blazer kupole na raspolažanju su za osmatranje i relativno prostrani prednji i bočni prozori, zastakljeni neprobojnim staklima, ukupne površine 0,59 m² kroz koje je uvek moguće vizualno pratiti situaciju u zraku u određenom vidokrugu. Mehanička ciljnička naprava je klasični cilnik kojim je uvek moguće gađati, naravno smanjenom učinkovitošću u odnosu na gađanje suvremenim pomagalima. Ugrađeni sustav izvanjske veze sličan je onom na Avangeru i zadovoljava sve borbene potrebe postrojbi naoružanih ovim sustavom.

Iz opisa sustava Blazer uočljiva je mogućnost različitog povezivanja i ovog sustava u više postrojbe, a ako su svi ili više paljbenih jedinica opremljeni radarom mogućnost neprekidnog borbenog rada i nadzora zračnog prostora oko branjenog objekta je zaista velika, naravno naizmjeničnim radom sustava. Uobičajeni sklop u Marinskem korpusu predviđa se kao PZ LAV/AD vod s jednim sustavom s radarem i tri sustava bez radara. Vod bi bio najniža organizirana cjelina za obranu jednog objekta. Trima vozilima bez radara podatci o situaciji u zraku, te raspodjela ciljeva za gađanje dostavljali bi se s vozila na kojem postoji radar. Tako organiziran vod mogao bi braniti jednu bojnu oklopnomehaniziranog pješaštva Marinskog korpusa na bojišnici dugoj šest do deset km i dubokoj četiri do šest km. Podrazumijeva se uporaba lakih prijenosnih sustava Stinger iz sastava branjene bojne u istom području. Timove prijenosnih sustava Stinger o situaciji u zraku također se može obavještavati s vozila LAV/AD s radarem na valu obavještavanja i pokazivanja ciljeva.

Marinski korpus je, dosad, iskazao potrebe za ukupno sto LAV/AD sustava, a prva serija od 21 sustava se upravo isporučuje. Zajednička ukupna vrijednost i sustava Avenger i sustava LAV/AD je

modularni pristup opremanju sustava, zavisno od zahtjeva, potreba, mogućnosti i zamisli za uporabu sustava od svakog potencijalnog kupca. To istodobno otvara velike mogućnosti kombiniranja opreme, omogućava relativno luke modifikacije sustava, te usvajanja proizvodnje dijelova opreme. Vjerojatno i prenaoružavanje sustava nekom novom i učinkovitijom sličnom raketom neće biti problem što ova sustava čini još atraktivnijima, pogotovo malim zemljama. Potencijalno prenaoružavanje je tim vjerojatnije zna li se da je sustav Avenger eksperimentiran i s laserskim vodenim Starstreak raketama, a kupola Blazer se nudi preuređena za rakete Mistral. Za gađanje ciljeva na zemlji i lebdećih helikoptera na ova sustava je eksperimentirano sa 70 mm nevođenim raketama Hydra, a na LAV/AD Marinskog korpusa to je ostala i dalje kao posebna mogućnost. Svakako ovi sustavi odlični su primjeri stvaranja respektivnog PZ oružja za izravnu obranu na temeljima lakih prijenosnih raketnih sustava koji u kombinaciji s modernim optoelektričkim, motričkim i ciljničkim napravama, te cijevnim naoružanjem dobivaju bitno novu kakvoću i mogućnosti.

TEMELJNE ZNAČAJKE SUSTAVA AVENGER

Podaci o vozilu HMMWV:

Borbena masa: 3900 kg

Protežnosti: - dužina: 4,95 m,

- širina: 2,18 m,

- visina: 2,59 m,

- klirens: 0,406 m

Pogonski stroj: V-8, radnog volumena 6,2 l, dizel snage 110 kW kod 3600 okretaja/minuti

Najveća brzina vozila: 105 km/h

Autonomija kretanja: 563 km

Svladava prepreke: - visoke: 0,56 m,

- široke: 0,76 m,

- gazi vodu: 0,76 m,

- uspon: 60 %,

- nagib: 40 %

Podaci o oružanom sustavu:

Posluga sustava: dva čovjeka

Masa same kupole: 1134 kg

Naoružanje kupole: - 8 Stinger raketa (2 kontejnera s po

- 4 raketama)

- 1 strojnica M3P kalibra 12,7 mm s 200 metra

Doknadno naoružanje: - 8 raketa Stinger

- 300 metaka kalibra 12,7 mm

Moguće polje djelovanja: - po azimutu: 360°

- po elevaciji: -10 do +70° Ciljničke i prateće

- naprave: - FLIR

- Optički cilnik CA-562

- Uredaj za automatsko TV praćenje cilja

- Laserski daljinomjer

Ostala oprema: - sustav unutarnje veze

- sustav vanjske veze prema nadređenima i istim

- sustavima

- sustav za daljinsko usmjeravanje kupole

- IC vozački sustav za noćnu vožnju

Učinkovita zona gađanja:

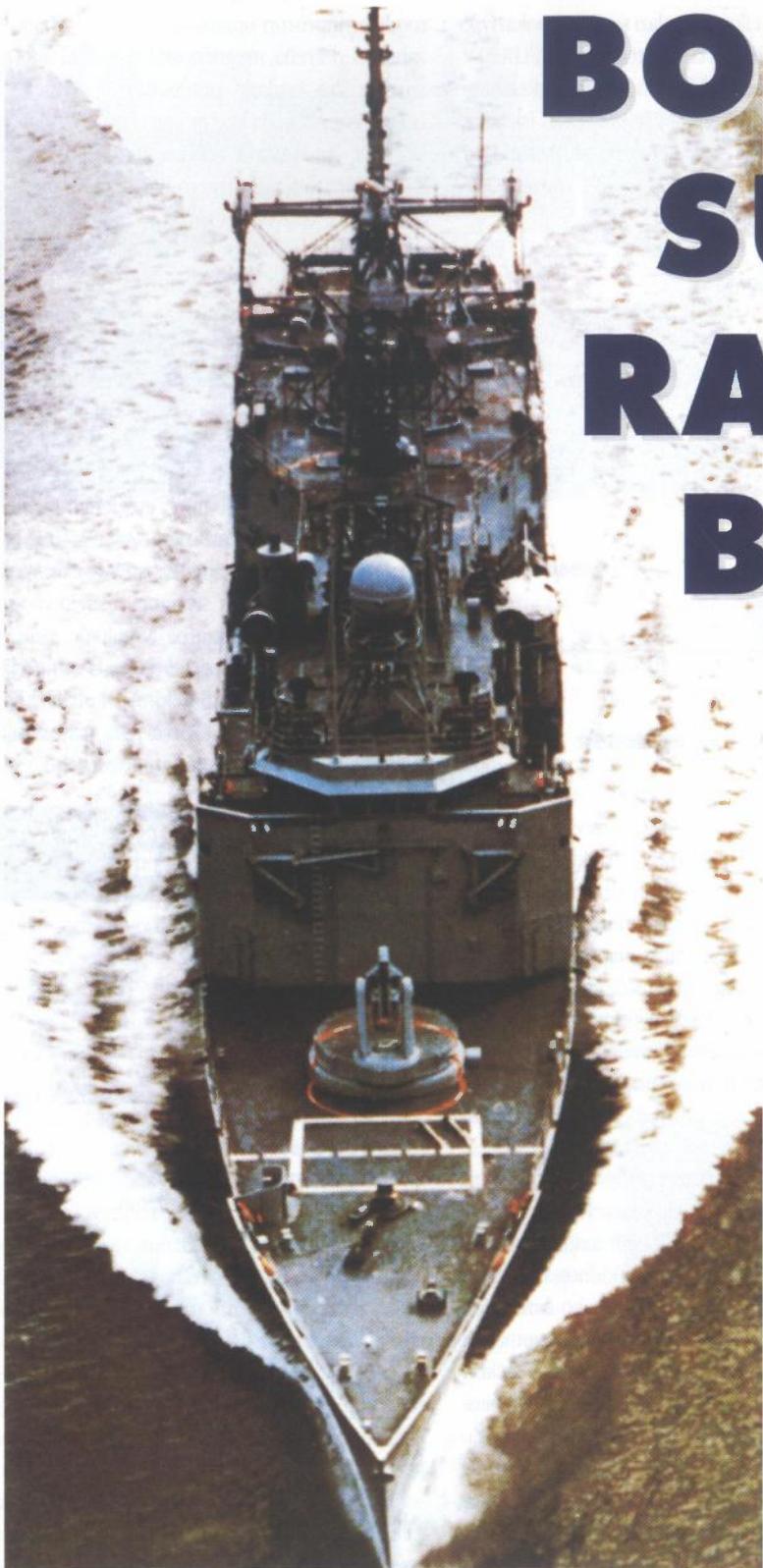
- raketama: - cilja u dolasku: od 200 do 2000 m

- cilja u odlasku: od 200 do 5000 m po daljini

- i do 3800 m po visini

- strojnicom: do 1000 m

BORBENI SUSTAV RATNOG BRODA



**Nikša GAZZARI
Ratimir HALAPIJA**

Tradicionalna podjela nekog broda na trup, pogon, opremu i elektriku, dakle odvojene, izvedbene, struke, koje su se samo nužno preklapale osiguravajući cijelom brodu njegovu funkciju u određenoj namjeni, nije ni u prošlosti mogla zadovoljiti kod ratnog broda. Osobiti zahtjevi ovog posljednjeg tražili su odmah drukčiji pristup. Sjetimo se samo, kako je već u starom vijeku trgovачki brod bio zaobljene, zdepaste forme kako bi mogao nakrcati čim više amfora sa

Borbeni sustav modernog ratnog broda danas se sastoji od cijelog niza integriranih pod-sustava, koji zajedničkim djelovanjem omogućavaju učinkovito izvršavanje cijelog niza borbenih zadaća

žitom i vinom (poslije, dakako, bačava istog sadržaja) i, što je bitno, s pogonom na jedra, dok je onodobni ratni brod bio znatno vitkih oblika primjerenih, osobito u borbi, pogonu na vesla jer se nije mogao uzdati u Eolovu pomoći baš kad mu je najpotrebnija. Tada je već osim pogona, koji je vremenom, a i zbog drugih razloga, i kod ratnih brodova, prešao s vesla na jedra, paru, motor... ratni brod bio način, sredstvo, platforma, kojim bi se vlastite snage i oružje dovele u blizinu neprijateljskih, kako bi ili vojnici abordazom prešli na neprijateljski brod (stari vijek), ili bi se protivnikov brod nastojao onesposobiti topovima (od Lepanta, pa do gotovo naših dana). Sukladno takvom razmišljanju i filozofiji projekt, gradnja i svekolika izvedba ratnog broda neminovno je uključivala još dodatnih struka, često s međusobno potpuno suprotnim zahtjevima, u odnosu na trgovачki brod. Uzmite za primjer neki trgovачki jedrenjak, koji povećavajući nosivošt zadržava svoje bokove i palubu nepropusnom, dok ratni brod, da bi ponio što više topova (jer on je sredstvo prijenosa oružja) mora imati topovske otvore i na najdonjoj palubi (dapače, najjači topovi i jesu smješteni najniže). Ali sad treba takav ratni brod još više jedara da tu povećanu masu pokrenu, no to znači opasnost i po tek nešto jačem vjetru, jer će se brod odmah nagnuti, a more će kroz topovske otvore prodrijeti u brod i potopiti ga.

Klasičan primjer nerazmjera, znači međusobne neusklađenosti jedara i topova, je nesreća švedskog linijskog broda Wasa, kojeg je malo veći zapuh vjetra prevrnuo na prvoj vožnji na ni milju daleko od obale.

Ovakvo shvaćanje i gradnja ratnih brodova vrijedi još i u II. svjetskom ratu, jer nosač zrakoplova i nije nešto drugo do li istina sofisticirana, ali ipak platforma, koja će vlastite zrakoplove dovesti čim bliže neprijatelju.

Razvitak, međutim, tehničkih, električkih, informacijskih i drugih suvremenih sredstava, uređaja i sustava primjenjivih i na ratnim brodovima, proširuje ovima mogućnosti djelovanja, ali zahtjeva istodobno sve veću povezanost i multidisciplinarnost tih sustava međusobno i s brodom, kao plovnim sredstvom, plovilom, u jednu cjelinu. Ratni brod nije više nekakva platforma, koja nosi određeno naoružanje, već vrlo složen sustav sastavljen od različitih sustava i njihovih podsustava međusobno potpuno isprepletenih i ovisnih jednih o drugima.

Uobičajena, izvedbena, raščlamba navedena na početku ovog članka (s dodatkom naoružanja za ratni brod), ne može obuhvatiti sve sklopove, uređaje i elemente, koji služe nekoj određenoj namjeni. Primjerice u brodsku zaštitu između ostalog idu i (defenzivno) naoružanje, ali i protupožarne aktivne i pasivne mjere, izolacija, pa i raspored brodskih radnih i stambenih prostorija itd., sve, znači, različite struke, zanati, izvedbe, ali s istom namjenom zaštiti brod i u borbi i u plovidbi.

Ili: sklopovi sustava topova, raketa i, recimo, torpeda nekog broda (po izvedbi top je top, a torpedo - torpedo, u sklopu svog sustava) ne mogu biti samostalni, svaki za sebe, već se nužno moraju povezati zajedno sa sustavom upravljanja paljborom, pa svi skupa daju sustav naoružanja, kojemu je namjena zadati učinkovit udar neprijatelju.

Pokazalo se da je, dakle, mnogo svrshodnije raščlaniti ratni brod po namjenskim, a ne po izvedbenim sustavima.

Dakako, da se kod raščlambe svih tih sustava počinje od onih više razine prema onim nižima (pojedinačni sklopovi, njihovi elementi i sl.).

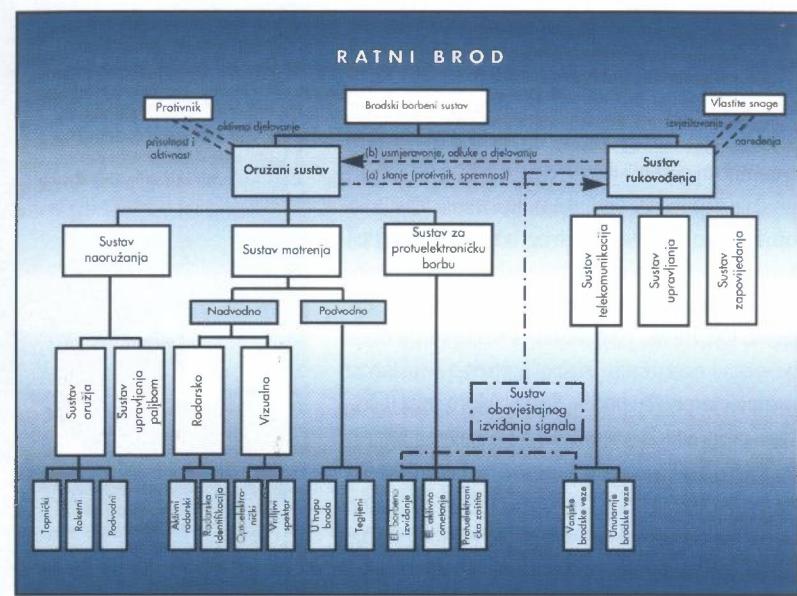
Prema suvremenoj podjeli ratni se brod (čitav složeni sustav) dijeli u prvoj razini na dva dijela: borbeni sustav i maritimni sustav.

Borbeni sustav osigurava borbene osobine i vrijednosti ratnog broda, kako bi udovoljio zahtjevima zbog kojih je i izrađen.

Maritimni, pak, sustav obuhvaća samo plovilo sa svojim podsustavima, koji mora osigurati neovisnu manevrabilnost u borbi, trajni boravak posade na brodu, učinkoviti smještaj i uporabu svekolikog borbenog sustava, razumnu nepotpovost u borbenim uvjetima, pomorstvene osobine takve vrste broda itd..

Već sama povezanost borbenog i maritimnog sustava, dakle onih na prvoj razini, ukazuje na to da:

- borbena vrijednost ratnog broda ovisi, kako o optimumu (kvalitativno i kvantitativno) naoružanja i čitavog niza (pod)sustava za njegovu učinkovitu uporabu, tako i o sukladnom i primjerrenom maritimnom sustavu. Jer brod, makar i s



Shematski prikaz strukture brodskog borbenog sustava

idealno izbalansiranim borbenim sustavom, ne zadovoljava, ako mu maritimne osobine nisu odgovarajuće. I, naravno, obrnuto!

- se, gotovo uvijek suprotni, zahtjevi maritimnog i borbenog sustava ne smiju uskladiti nekakvim kompromisom (gotovo redovito u prošlosti), već se ide na optimizaciju broda u cijelini jednim vrlo preciznim postupkom po redoslijedu važnosti nekog svojstva određenog namjenom broda.

U ovom će članku biti riječi o borbenom sustavu nekog ratnog broda, dok maritimni sustav držimo i odišće tehničkim, da bi bio zanimljiv širem čitateljstvu.

Borbeni sustav općenito

Uvidom na prvu shemu moguće je vrlo brzo uočiti ne samo strukturu brodskog borbenog sus-



Središte za upravljanje svim borbenim sustavima broda je brodski operativni centar. Na slici je dio brodskog operativnog centra na američkoj fregati klase Oliver Hazard Perry

tava, nego i međusobnu ovisnost pojedinih (pod)sustava, koji integrirani daju cjelinu ovog bitnog čimbenika vrijednosti ratnog broda. Raščlamba na ovoj slici preuzeta je iz TE (članak: Ratni brod) pa ćemo ovdje opisati ono najpotrebnije za uspješno čitanje.

Uočava se odmah da je druga razina u podjeli brodskog borbenog sustava oružni sustav i sustav rukovođenja. Oni su međusobno povezani, jer oružni sustav daje podatke o protivniku i vlastitoj spremnosti sustavu rukovođenja, koji, pak, uzvratno daje zapovijedi i odluke o djelovanju vlastitom oružju, kao i dijelovima svog borbenog poretku. Sami po sebi oružni sustavi djeluju protiv neprijatelja, a sustavi rukovođenja prema vlastitim snagama. Oružni se, pak, sustav u trećoj razini dijeli na sustav naoružanja, sustav motrenja i sustav za protuelektroničku borbu. Sustav naoružanja u četvrtoj razini sadrži sustav oružja i sustav upravljanja paljbom. Sustav se oružja u petoj razini dijeli na topničke, raketne i podvodne (pod)sustave. Topnički, konačno, podsustav ima u svom sklopu topove za blisku obranu i univerzalne topove.

Na sličan se način dijele i ostali sustavi i podsustavi sve do izvršnih sklopova, organa, kao što su, osim spomenutih topova, protubrodski raketni sustavi, torpeda itd. itd..

Brodska borbena oprema razmještena je po cijelom brodu, od pramca do krme, od dna do vrha jarbola, pa nema mjesta gdje se ne nalazi bar jedan dio tog brodskog sustava. Prikupljeni podaci pomoći senzora o zračnoj, površinskoj i podvodnoj situaciji služu se u jednu cjelinu u prostoru, koji nazivamo brodska operativna centra (BOC). Svi podaci, koji se prikupljaju i obrađuju, od neprocjenjive su važnosti za zapovjedništvo broda zbog brzog donošanja odluka za odgovor na jednu, dvije i više prijetnji. To podrazumijeva pomnivo odabran manevr plovilice brodom uz istodobnu uporabu različitog oružja.

Prikupljeni podaci dobiveni motrenjem ili izviđanjem prikazuju se na pokazivačima (monitorima). Osim tih podataka na pokazivačima se prikazuju ciljevi izvan dometa vlastitih senzora, a dobiveni putem sustava za prijenos podataka od vlastitih snaga na moru, zraku ili kopnu.

BOC na brodu je jedna odvojena prostorija, u pravilu bez vanjskih prozora i dnevnog svjetla, dovoljno prostrana za smještaj elektroničko-informatičke opreme i tima suradnika, koji pomažu zapovjedniku broda u borbenom rukovođenju odnosno zapovijedanju.

Borbni sustavi jurišnih brodova

Prvom shemom prikazan je brodska borbena oprema nekog (većeg) ratnog broda opremljenog svim glavnim vrstama naoružanja (topovi, rakete, dubinske bombe, mine...), elektroničkom i optičkom opremom, sustavima (protu)elektroničke borbe, razgranatim sredstvima zapovijedanja, up-

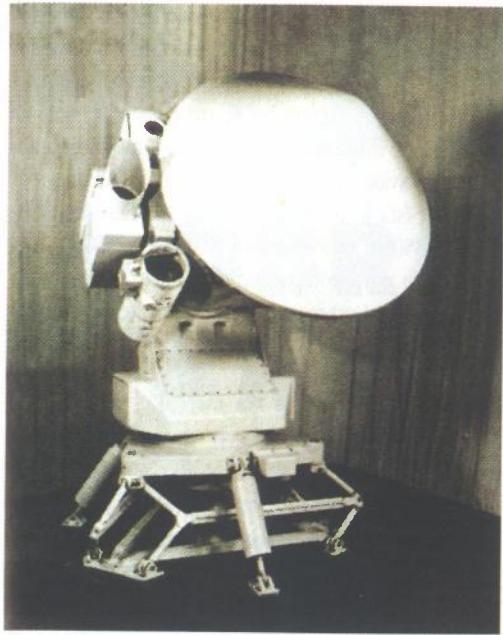


VEGA FCS predstavlja dio opreme brodskog borbenog sustava francuskih razarača klase Tourville

ravljanja i komuniciranja itd. Jurišni brodovi, po svojoj namjeni brzi i maleni, ni slučajno, se ne mogu opremiti tolikim brojem sustava ni po veličini ni po mogućnostima. Iako to, na prvi pogled, može izgledati kao nekakav veći nedostatak ovoj vrsti brodova, ipak nije tome tako, jer baš zato što su mali ne mogu na sebi nositi ni veliku količinu ni različite vrste oružja. A to znači da ne trebaju ni jako moćnih ni složenih brodskih borbenih sustava. Primjerice, većina jurišnih brodova ima, uz (glavni) višenamjenski top srednjeg kalibra, još kakav laki protuzrakoplovni (PZ) top, koji se može ali i ne mora, priključiti na sustav upravljanja naoružanjem (WCS-prema engl. weapon control

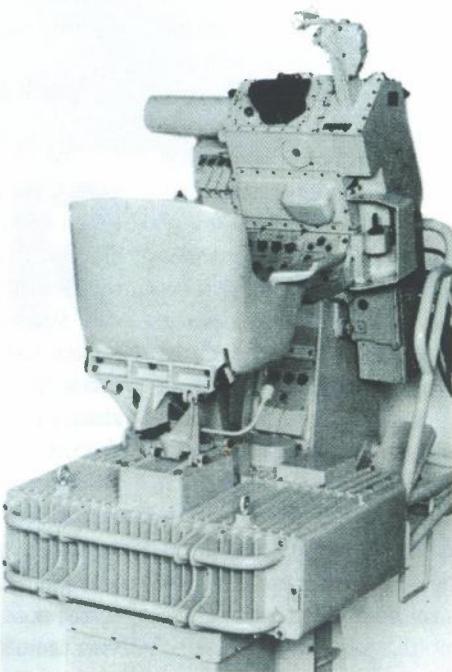


Francuski modularni sustav VEGA FCS, postavljen na nigerijski raketni čamac Sir



Optronički upravljač STING

system). Ili: sustav za (protu) električku borbu (EW prema engl. electronic warfare), inače toliko potreban makar i skroman svakom jurišnom brodu (jer mora bar preko detektora elektromagnetskih emisija "osjetiti" da li se nalazi u snopu protivnikovih EM valova, kraće rečeno, da li je otvoren), može se, ali, opet, ne mora priljučiti na brodski borbeni sustav. Slično je i s protubrodskim raketnim sustavom (SSM-prema engl. surface to surface missile), kao i s lakin protuzrakoplovnim raketnim sustavima (SAM-prema engl. surface to air missile). Ovaj se posljednji i inače riješko spaja, integrira, s brodskim borbenim sustavom. Što se pak tiče SSM sustava, njima je sasvim dovoljno dobiti podatke o cilju po daljini i kutu s pomoću preglednog radara ili možda preko sustava za elektronsko borbeno izvidanje (ESM prema engl. electronic searching measures), pa ih s tim koordinatama njihov vlastiti sustav navođenja doveđe u područje cilja. Dalje: u slučaju da jurišni brod ima samo topničko naoružanje (nema ni SSM, ni protupodmornička, ni torpedna, ni slična



**Optronički upravljač NAJA
tvrtke CSEE**

sredstva), njegov se WCS svodi na sustav upravljanja paljbom (FCS-prema engl. fire control system), kojeg sasvim uspješno poslužuje pregledni, a u nekim slučajevima i navigacijski radar.

Iz ova je tri-četiri primjera (mogli bismo i dalje nabrajati primjere, ali bi to bio nabranjanje zbog nabranjanja) sasvim jasno da bojna oprema malih, laganih jurišnih brodova značajno smanjuje potrebit kapacitet, a time i kompleksnost brodskog borbenog sustava, koji će se na takav brod

ugraditi.

Proizvođači nastoje, pa u tom i uspijevaju, izraditi takve brodske borbene sustave modularnog tipa, koji uključenjem odnosno isključenjem određenih modula, sastavnih električkih skupina i sl., prilagođuju ovaj svoj sustav namjeni i naoružanju određenog tipa jurišnog broda.

Zavirili smo, stoga, u neke članke revije NAVY INTERNATIONAL, pa vam podastiremo pregled nekih značajnijih proizvođača brodskih borbenih sustava u raznim zemljama svijeta:

Francuska

Thomson - CSF brodski modularni sustav VEGA može se prilagoditi raznim zahtjevima, ovisno o veličini i naoružanju nekog broda. Temelj mu čine kombinirani (po zraku i po površini mora) pregledni radar, radar za praćenje cilja u sklopu optroničkog upravljača paljbom (CSEE PANDA), taktički pult te jedan ili više računara, već prema broju oružja. Sustav može istodobno pratiti 64 zračna/površinska cilja, koje je uočio pregledni radar. Mogući su mu (modularni) dodatci: navigacijski radar, sustav za elektroničko ometanje i varanje (ECM-prema engl. electronic counter measures), sonar, optronički ciljnici...

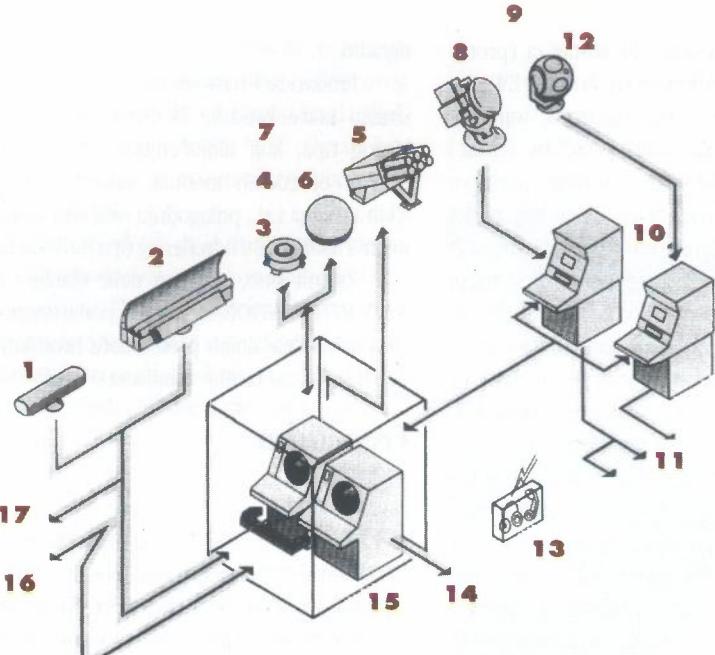
Thomson - CFS raspolaže i s CANOPUS serijom FCS sustava projektiranom osobito za upravljanje topovima protuzrakoplovnih i površinskih ciljeva na malim brodovima. Sastoji se od preglednog/navigacijskog radara uz optronički upravljač paljbom tipa TOTEM (sličan mu je STING), koji ima aktivne laserske i IC senzore uz (čak standardnu) TV kameru. Pregledni radar usmjeri ovaj upravljač na cilj, a ako protivnikov ECM sustav ometa vlastiti radar, tada TOTEM pregledava okolinu sam.

Poduzeće CSEE osim TOTEM-a nudi i optronički upravljač paljbom tipa NAJA, koji uz britanski radar Racal tvori uspješan FCS sustav za jurišne brodove protiv zrakoplovnih i površinskih ciljeva.

Njemačka

AEG je razvio zapovjedni i upravljački sustav AGIS, kojem je temelj nizozemski (v. pod Nizozemska) mini borbeni sustav Signaal WM 27 a ima kombinirani radar za pretraživanje i praćenje cilja u sferičnom kućištu. Ovome je pridodan talijanski Officine Galileo OGTR 7/3 optronički upravljač paljbom, a mogu mu se pridružiti različiti ESM, navigacijski pa i potpuni EW sustav.

Naznačeno je da u takvom sklopu AGIS upravlja s dva srednje kali barska topa, dva vođena torpeda i četiri SSM-a, a u drugom slučaju još i SAM sustavom te polaganjem mina. Osim toga može zadovoljiti i kao brodski borbeni sustav na jedinicama, koja je vođa flotile jurišnih brodova.



Šematski prikaz NAUTIS-a

- 1.navigacioni radar
- 2.motrilacki radar AWS6 plus IFF
- 3.ESM
- 4.NEWTON
- 5.sustav za izbacivanje mamaca SHIELD
- 6.ECM
- 7.oprema za elektronsko ratovanje
- 8.radarski /optoelektronički usmjerivač
- 9.usmjerivači
- 10.sustav za kontrolu topa
- 11.postolje topa
- 12.optronički usmjerivač
- 13.interni i eksterni komunikacijski sustav
- 14.projektili površina površina
- 15.zapovjedno nadzorni sustav NAUTIS
- 16.prijenos podataka
- 17.displeji na mostu

Italija

Selenia-Elsag NA18 optronički FCS sustav s kamerom, laserskim daljinometrom i IC senzorima može upravljati paljbom srednje kalibarskog topa i primjer je jednog takvog pojedinačnog upravljača.

S druge strane SEN tipovi brodskih borbenih sustava mogu ići na različite ratne brodove veličine jurišnih čamaca. Takav je jedan sustav SEN 100, koji u svom sklopu ima pretraživački ili, čak, navigacijski radar, optronički FCS, radar za praćenje površinskih ciljeva, kao i mogućnost optroničkog praćenja pa onda i upravljanja naoružanjem.

Nizozemska

Tvrta Signaal je jedna od prvih, koja je počela razvijati brodskе borbene sustave, pa tako njezinu seriju WM, uporabom digitalnih računara upravlja topovima, raketama i torpedima, pri čemu prati istodobno i zračne i površinske ciljeve. Sustav ima odvojene radare za pretraživanje i praćenje u sferičnom kućištu, a svemu je još pridodano i optičko praćenje cilja. Zaista pravi WCS, koji uz dodatak nužne elektroničke i optičke opreme postaje učinkovit, iako mini, borbeni sustav.

Norveška

Počevši s nizozemskim Signaal M26 WCS sustavom, Norvežani su uspjeli razviti vlastiti borbeni sustav prilagođen svojim potrebama.

Tvrta NFT proizvodi WCS sustav za upravljanje PENGUIN raketama tipa MSI-80 S, kojeg poslužuju tri čovjeka. Temeljna je značajka ovog sustava u tome što može prikriti svoju prisutnost do posljednjeg trenutka uzimajući podatke o cilju isključivo s pomoću pasivnih optroničkih sredstava,

kao što su IC i TV senzori i optički ciljnici s jedne, a s pomoću, također pasivnih, sklopova ES-M sustava (laserski daljinometar, detektor emisije i sl.), s druge strane. Svi se ovi pasivni senzori uz dodatak dvaju navigacijskih radara mogu uporabljavati svaki za sebe ili svi, integrirani, zajedno.

Ista je tvrtka proizvela i FCS sustav MSI-340/350 za praćenje više ciljeva kao WCS s taktičkom potporom za jurišne čamce. Sustav može automatski otkrivati i pratiti ciljeve te upravljati s dva različita sustava naoružanja bilo pojedinačno, bilo istodobno.

Švedska

Švedski PEAB razvija i proizvodi niz WCS sustava dobro poznatih pod imenom serija 9LV. Jedna od njih, ona označe 9LV200, upravlja dvonomjenjskim topom od 57 mm, protubrodskim torpedom i lakokalibarskim PZ topom. Sustav se sastoji od preglednog radara i radara za praćenje cilja, te optičkim praćenjem cilja, kao dodatkom.

Sustav se 9LV100 razvio iz prethodnog, pa s radarem za pretraživanje morske površine udruženim s nekim optroničkim upravljačem paljbe moće biti WCS sustav za SSM ili topove ili za oboje.

Tvrta je, pak, Saab proizvela optički FCS tipa EOS-400 uporabivši TV kameru za praćenje cilja, termovizijski sklop i laserski daljinometar. Podaci se ovog, optroničkog u biti, sustava slijevaju u topovski računar oblika konzole, kojeg poslužuje jedan čovjek.

Velika Britanija

Iako kraljevska mornarica nije dugo godina imala u svom sastavu jurišne brodove, ipak su razne tvrtke proizvodile bojnu opremu za tu vrstu brodova. Valja među njima istaknuti imena Marconi, Ferranti, Plessey, kao i Racal.

Marconi je, zajedno s tvrtkom British Aerospace, razvio WCS sustav zvan SAPPHIRE. Taj se sastoji od radara za praćenje ciljeva na moru, u zraku, pa čak i na kopnu i zapovjednog računara tipa SEA ARCHER, poslužuje ga jedan čovjek, a upravlja topovima malog i srednjeg dometa.

Plessey izrađuje modularni brodski borbeni sustav tipa NAUTIS, čija je inačica NAUTIS-P primjerena jurišnim čamcima pa čak i korvetama. Ovaj sustav može povezati, integrirati, puno različitih vrsta naoružanja i senzora, što se vrlo dobro vidi na slici 6. Tu možemo opaziti dosad često spominjane senzore, kao što su navigacijski i pregledni (Plessey ASW 6) radar s dvostrukom antenom za pretraživanje po zraku i po moru, EW sustav (talijanski NEWTON) u izvedbi ESM i ECM, optroničke sklopove sa ili bez vlastitog radara za upravljanje paljbom, sustav za bacanje mamaca i ometača (SHIELD), konzole za upravljanje topovima... NAUTIS-om P može se pratiti dvadeset ciljeva u zraku i na moru.



AEGIS OBRAMBENI ŠTIT AMERIČKE FLOTE

Ratna mornarica SAD nazvala je novi brodski obrambeni sustav, dalekoga dometa i velikog područja, grčkom riječi AEGIS (štít), kojega je namijenila zaštiti njezinih pomorskih snaga, poglavito od prijetnji iz zraka



"Ticonderoga" je prva iz klase krstarica s vođenim raketama, koja je bila opremljena sa sustavom protuzrakoplovne obrane AEGIS

Vili KEZIĆ

Razvoj sustava AEGIS bio je potaknut jačanjem, širenjem i stalnim rastom paljbe moći i sposobnosti oružanih snaga bivšega SSSR-a tijekom šezdesetih godina. Konvencionalna opasnost od sovjetskih zrakoplova, podmornica i površinskih brodova intenzivirana je naglim razvojem protubrodskih raketa velikog dometa, te novim i sofisticiranim sustavima za elektroničku borbu.

Motrični sateliti SSSR-a sakupljali su podatke o uočenim ciljevima na moru i prenosili ih, u realnom vremenu, do pomorskih zapovjednika koji su na temelju toga mogli rutinski organizirati i voditi raketne napadaje na ciljeve daleko iza obzora. Ulaskom tih raketa, koje su inercijalno ili daljinski vođene tijekom faze krstarenja, u područje cilja uključuje se njihovo autonomno završno samonavodenje koje osigurava visoku vjerojatnost pogadanja cilja. Ove rakete su se mogle lansirati sa zračnih, površinskih i podmorničkih platformi.

Polumjer leta sovjetskih bombardera bio je veći od 4000 km, a domet protubrodskih raketa, koje su oni mogli nositi, iznosio je oko 190 km. Problem zaštite američkih brodova od tih raketa

bio je dodatno komplikiran i činjenicom visokog elevacijskog kuta upada rakete na brod-cilj. Naime, te rakete su se lansirale sa zrakoplovna na visini oko 12.000 m, nakon čega bi uzletjele na visinu oko 20.000 m na kojoj su krstarile brzinom od 2,5 Macha do mjesta cilja, gdje bi oštro ponirale prema brodu-cilju, i to prema gornjem dijelu broda, koji je inače bio slabo zaštićen i branjen.

Američkim brodovima prijetile su i rakete koje su se mogle lansirati sa zaronjenih podmornica, a koje su imale domet oko 500 km (SS-N-19).

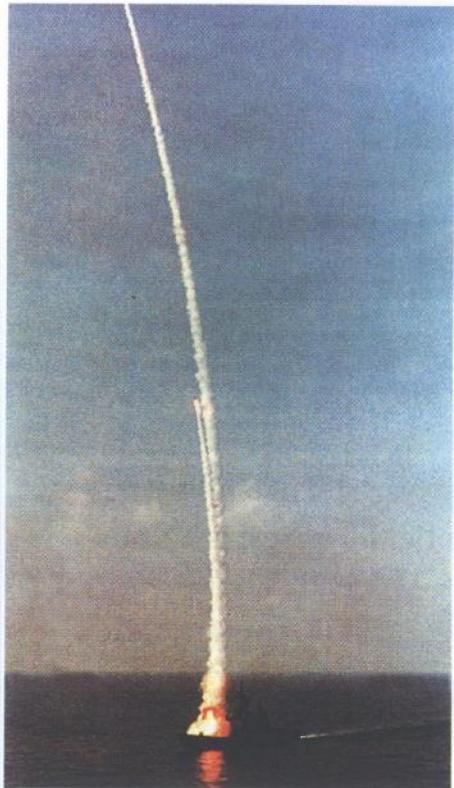
Tijekom šezdesetih godina i površinski brodovi sovjetske flote opremani su novim protubrodskim raketama koje su bile mnogo sposobnije od starih, primitivnih raketa "Styx". Superzvučna raka nove generacije, SS-N-22, imala je domet 115 km uz inercijalno vođenje tijekom krstarenja, a mnogo veći ako je u toj fazi vođena iz helikoptera. Uz povećanje dometa, nove rakete su postale i znatno otpornije na protuelektronička djelovanja.

U to vrijeme oružane snage SAD dominirale su većim brojem kvalitetnih protubrodskih raketa srednjeg dometa (manje od 95 km), dok je SSSR bio nadmoćniji u masovnim djelovanjima s velikih daljina.

Postojeći brodski radarski sustavi za daleko motrenje i praćenje ciljeva, na američkim brodovima, nisu bili više sposobni obavljati nove zadaće otkrivanja malih ciljeva (raketa i zrakoplova) na velikim daljinama, u uvjetima istodobnog višestrukog napadaja iz različitih smjerova i u okolišu intenzivnoga protuelektroničkoga ometanja i obmanjivanja.

Ovakav odnos snaga bio je vrlo opasan za flotu SAD, koji je prijetio neizbjegnjim uništenjem ukoliko se ona ne bi zaštitila adekvatnijim borbenim sustavima.

Odgovor na izrasle prijetnje ratnoj mornarici SAD bio je razvoj i izgradnja borbenoga sustava AEGIS, koji je predstavljao obrambeni štit nosaču zrakoplova i skupini pratećih brodova. Koristeći najnoviju dostignuća moderne tehnologije (mik-



Vježbovno lansiranje projektila Standard s krstarice "Bunker Hill"

Lansiranje Standarda SM-2 MR iz pramčanih vertikalnih lansera



roelektronika i digitalno procesiranje), izgrađeni AEGIS bio je sposoban za vrlo brze i učinkovite reakcije protiv istodobnih prijetnji većeg broja zrakoplova i raket visokih osobina, u svim vremenskim uvjetima i usprkos intenzivnim protuelektroničkim djelovanjima.

Borbeni sustav AEGIS obuhvaća veći broj različitih podsustava oružja i senzora. Srce i mozak sustava AEGIS je radar velikog dometa SPY-1A sa četiri ravne antenske rešetke, koji je značio revolucionarni skok u radarskoj tehnici. AEGIS je tada bio promoviran kao radikalni pomak u odnosu na konvencionalne obrambene sustave.

Povijest razvoja sustava AEGIS

Već 1963. godine ratna mornarica SAD definira projektni zahtjev za razvoj sustava proturaketne zaštite brodova (ASMS - Anti-ship Missile System) koji bi bio sposoban otkriti (detektirati), pratiti i uništiti raketu, zrakoplov ili površinski cilj. Međutim, nagli razvoj pomorskih snaga SSSR-a tih godina povećao je ambicije projekta ASMS, što je rezultiralo potpisivanjem ugovora s tvrtkom RCA u prosincu 1969. godine za razvoj sustava AEGIS pred kojega su postavljeni novi i mnogo ošttri zahtjevi. Bilo je očito da klasični radari s mehaničkim skaniranjem (pretraživanjem) radarskoga snopa, koje se postizalo gibanjem čitave antenske strukture ili samo pojedinih dijelova, neće moći ispuniti ključne zahtjeve kao što su: brzina reakcije na prijetnju, količina i kakvoća paljbe moći, te otpornost (imunitet) na protuelektronička djelovanja (ometanje i obmanjivanje).

Navedenim zahtjevima mogao je udovoljiti jedino radar s ravnom antenskom rešetkom koja može istodobno zračiti više snopova u različitim smjerovima, te omogućava istodobnu uporabu više oružja protiv različitih ciljeva.

Tvornica RCA razvila je i izradila prototip takvog rada ra s označom AN/SPY-1A u početku 1973. godine, te je obavila višemjesečna ispitivanja na ispitnom poligonu tvornice, na kojemu je izgrađen objekt sličan nadgrađu broda na kojega će se ugraditi ovaj radar.

Nakon završenih tvorničkih ispitivanja 1973. godine, prototip radara je ugra-

den na ispitni brod "Norton Sound", koji se inače koristio za ispitivanje novih sustava i oružja u realnim meteorološkim i borbenim uvjetima na poligonu u Tihom oceanu. Provjere funkciranja rada ra na moru trajale su do 1976. godine, kad su napokon postignuti zadovoljavajući rezultati.

U srpnju 1977. godine tvrtka RCA ugovara izgradnju prvoga iz serije sustava AEGIS. Izgradnja i opremanje prve krstarice "Ticonderoga" s prvim sustavom AEGIS počela je 1979. godine. Primo-predaja toga broda s označom CG-47 obavljena je u siječnju 1983. godine, a u sustav flote SAD ušla je potkraj 1983. godine.

Idućih godina slijedila je izgradnja većeg broja brodova s AEGIS-om koji se stalno usavršavao i dopunjavao boljim oružjima, pri čemu se unapređivao i brodski radar koji je dobivao nove inačice s označama SPY-1B, SPY-1C, SPY-1D i td.

Sustav sustava AEGIS

Sofisticiranost AEGIS-a omogućava mu obavljanje mnoštva funkcija, koje je inače obavljao niz posebnih sustava. AEGIS osigurava stalno motrenje zahtijevanog volumena prostora iznad skupine brodova (polukugla), podupire procese donošenja odluka u brodskom borbenom informacijskom središtu, te automatski upravlja oružjima. Izvršenje tih funkcija podčinjeno je temeljnoj potrebi preživljavanja napadaju modernih protubrodskih raketa, čije se približavanje očekivalo s malim ili nikakvim prethodnim upozorenjem.

Radar SPY-1A može istodobno motriti, detektirati, identificirati i pratiti ciljeve, protiv kojih zatim odabire najučinkovitija djelovanja odgovarajućih oružja.

Oružja raspoloživa u sustavu AEGIS za protuzrakoplovnu borbu su:

- primarni brodski raketni sustav "Standard" s pasivno vođenim protuzrakoplovnim raketama SM-2 dometa oko 65 km, koje se vode, većim dijelom trajektorija, zapovijedima odaslanim iz radara SPY-1A, a u završnoj fazi leta navode se na reflektirani signal od cilja. Cilj obasjavaju tim signalom radari-obasjavači SPG-62 (4 komada) samo nekoliko sekundi koliko je potrebno raketama za navođenje na cilj, a po nalogu iz radara SPY-1A;

- proturaketne raketama;
- zrakoplovi s nosača zrakoplova, koji djeluju na vanjskoj obodnici obrambene zone, s kojima AEGIS može koordinirati akcije;

- sustav topova "Phalanx"-20 mm za blisko djelovanje s 3000 metaka u minuti, kojim upravlja radar u sklopu topa. Njegova prvenstvena uloga je obrana broda od protubrodskih raket koje su uspjeli eventualno penetrirati kroz nekoliko slojeva obrambene zone, što se moglo dogoditi u slučaju nekih problema i nemogućnosti djelovanja vlastitih zrakoplova, ili proturaketnih raket, ili sustava protuelektroničkog djelovanja. I ovom sustavu naredba za djelovanje dolazi iz radara SPY-1A.

Ovaj top djeluje na daljinama od 10 km do 150 m.

Za borbu protiv površinskih brodova mogu se koristiti:

- protubrodsko niskoleteće (sea skimming) rakete "Harpoon" dometa 90 km;
- krstareće rakete "Tomahawk" more-more dometa oko 460 km;
- dva topa Mk od 126 mm, dometa oko 24 km, s vlastitim sustavom za upravljanje paljicom.

Za protupodmorničku borbu na "Ticonderogi" su na raspolaganju:

- protupodmorničke rakete "Asroc", koje se lansiraju iz lansera protuzrakoplovnih raketa;
- torpeda Mk 46 s pasivnim i aktivnim akustičkim samonavodenjem.

U brodskom borbenom informacijskom središtu smješten je sustav zapovijedanja i odlučivanja, koji dobiva većinu informacija iz radara SPY-1A, i dodatne informacije od brodskih helikoptera putem radiokomunikacijskog kanala (vizualno motrenje i radarski podatci), zatim od manjih brodskih radara za navigaciju, od sustava za identifikaciju ciljeva (IFF), iz uredaja satelitske navigacije, od brodskog sonara te prijamnika za izviđanje radio i radarskih signala (ESM).

Atraktivnosti radara SPY-1A

Pojava krstarice "Ticonderoga" bez velikih, rotirajućih radarskih antena i s nekim ravnim ploham ugrađenim u nadgrađe broda iznenadila je i mnoge mornaričke znalce, koji su se pitali: "Kako to da su se navodno povećali dometi djelovanja i učinkovitost borbenih sustava, a skinute su najvažnije antene za daleko motrenje? Antenske plohe miruju, a mnogo različitih funkcija obavljaju. Što to mogu radari s ovakvim antenama bolje i više napraviti od klasičnih radara i zašto?"

Konstruktori radara SPY-1A mogli su jedino s ovakvom antenom, i uz visoku tehnologiju koja im je bila na raspolaganju, udovoljiti postavljenim zadaćama, od kojih je najvažnija otkrivanje malih zračnih objekata na maksimalnoj daljini 370 km u uvjetima intenzivnog protuelektroničkog djelovanja. To se moglo postići znatnim povećanjem razine elektromagnetske snage u željenom smjeru prema cilju.

Racionalno korištenje visokofrekventne energije radarskog odašiljača, odnosno dobivanje veće razine elektromagnetske snage u željenom smjeru postiže se usmjerenjem-koncentracijom energije u uže snopove. Odnos razina snaga u nekoj točki prostora koje zrače usmjereni izvor i neusmjereni izvor, koji su napajani iz visokofrekventnih odašiljača jednake snage, zove se dobitak usmjerenog izvora.

Klasični radari usmjeravali su zračenu energiju uglavnom pomoću paraboličnih reflektora različitih oblika, formirajući na taj način snopove zračene energije različitih presjeka, obično elipsastog i kružnog. Koncentracija energije, odnosno

dubitak je veći u snopovima manjeg presjeka.

Mehaničkim skaniranjem snopa, odnosno gibanjem antene na određeni način pretražuje se željeni volumen prostora.

Elipsasti snop koriste motrički radari, koji mogu za svaki otkriveni cilj u pretraživnom volumenu izmjeriti samo smjer i daljinu u odnosu na antenu (2D). Elipsasti snop je najčešće vrlo uzak u vodoravnoj ravninu, a relativno širok u vertikalnoj. Ovakve antene imaju dobitak oko 1000 (30 dBi), ali je u jednom okretaju od 360 pretražen manji volumen, nego s elipsastim snopom. Dakle, vretenastim snopom može se okriti mali cilj na mnogo većoj dalmjeni, ali brzina pretraživanja mora biti višestruko veća nego za elipsasti snop.

Radari s uskim vretenastim snopom mogu izmjeriti tri koordinate cilja: smjer, visinu i daljinu (3D).

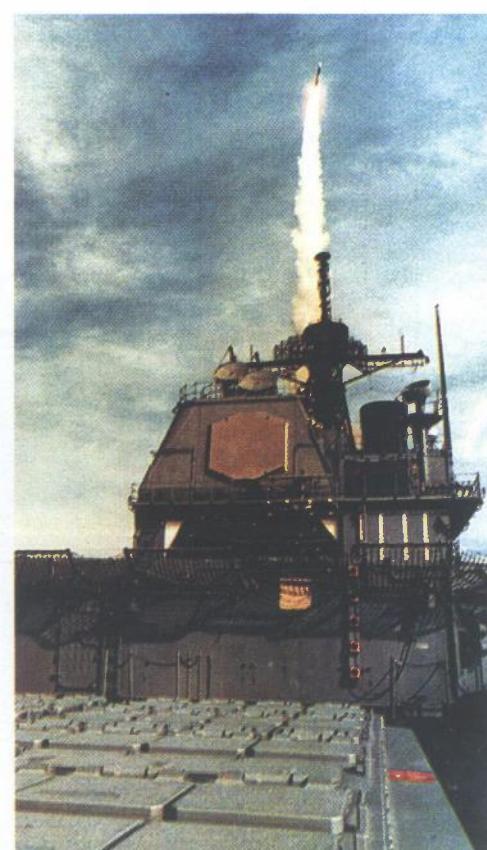
Povećanje dobitka klasičnih antena postiže se većim protežnostima reflektora, što ima neka maksimalna ograničenja posebice na brodu zbog skučenoga prostora, a i zbog smanjenja brzine okretanja teže antene i povećanog otpora vjetru.

Drugi način povećanja učinkovite zračene energije u željenom smjeru, što je i bio temeljni cilj konstruktora radara SPY-1A, mogao se ostvariti većom visokofrekventnom snagom odašiljača radara. Međutim, i tu postoje maksimalna ograničenja koja su uvjetovana električnom čvrstoćom mikrovlnih elemenata (VF oscilatori, valovodi, kabeli i sl.) u radaru i anteni.

Osim spomenutih ograničenja povećanja efektivne zračene snage, nedostatak klasičnih antena je i relativno spor skaniranje snopa u prostoru u odnosu na brzinu ciljeva koje bi trebali detektirati i pratiti. Ovakvi nepremostivi problemi fizikalnih zakona, usmjerili su konstruktore k davanu poznatim fizikalnim načelima zbrajanja elek-



Na slici se vide dvije od četiri ravne antenske rešetke, postavljene na nadgradu broda



Vertikalni lanseri MK 41 na krmennom dijelu broda

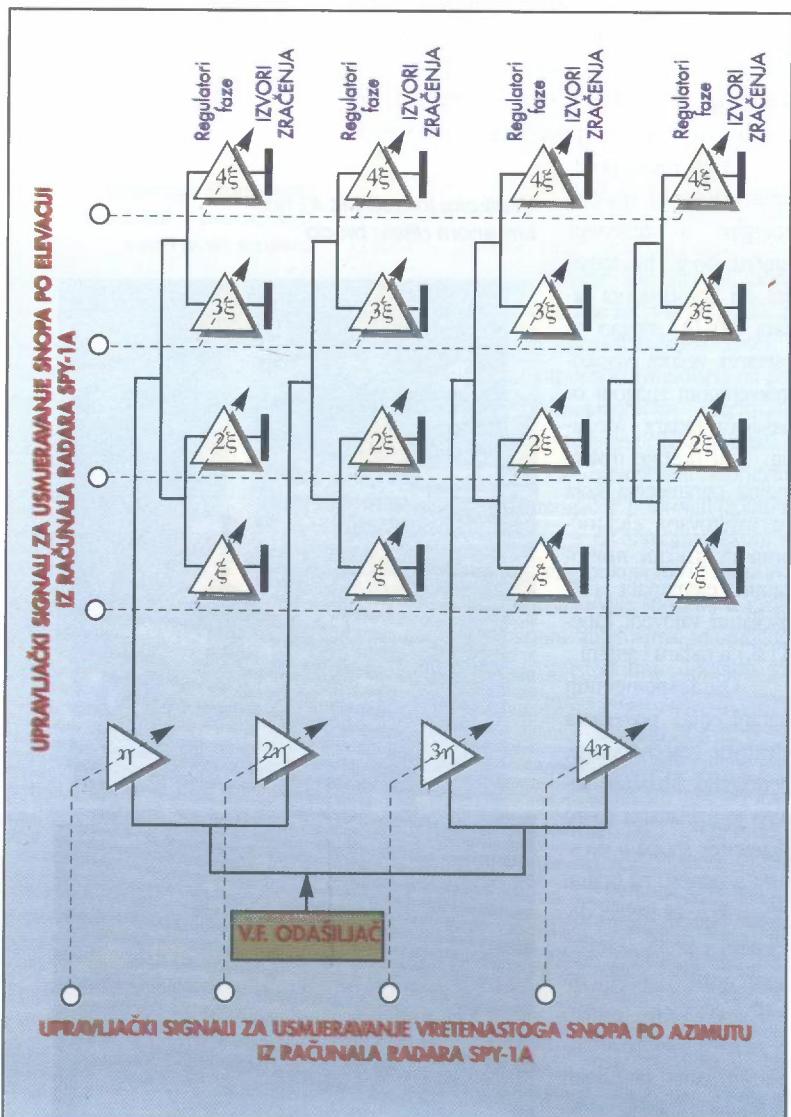


Borbno središte broda

Shema antenske rešetke sa 16 elementarnih izvora i njima pripadajućih faznih regulatora za pomicanje snopa u prostoru

tromagnetskih polja istih frekvencija, koja zračenje dva ili više bliskih izvora. Ti izvori mogu biti dipoli, lijevak antene ili helikoidne antene. Više elementarnih izvora poredanih uzduž crte, na određenim međusobnim udaljenostima, tvore jednoprotežni antenski niz. Više jednoprotežnih nizova raspoređenih u jednoj ravnini tvore dvoprotežni antenski niz ili antensku rešetku.

Oblak i smjer zračenog snopa antenskom



Tabilica: D. Lešić

rešetkom zavise od relativnoga odnosa amplituda i faza signala koji se dovode na svaki izvor u rešetki. Postavljanjem regulatora amplituda i faza signala između odašiljača i svakog izvora, omogućeno je upravljanje osobinama zračenoga snopa ili snopova, kao što su primjerice: oblik, smjer i način skaniranja u prostoru, razina učinkovite zračene snage u svakom snopu, broj snopova, razina bočnih nepoželjenih snopova i sl.

Najstariji radari koristili su antenske rešetke s mehaničkim regulatorima faze, koje su bile glozne, teške i trome, pa su zamijenjene, prije opisanim, antenama klasičnih radara. U doba razvoja radara SPY-1A, već su postojali vrlo brzi elektronski regulatori faze s kojima su mogli upravljati računalna uz zanemarivo kašnjenje, što je omogućilo fantastičan razvoj toga radara.

Zbrajanjem elektromagnetskih polja većeg broja izvora postiže se usmjereniji snopovi, s višom razinom učinkovite zračene snage u njima. Dakle, dobitak antenske rešetke raste s povećanjem broja izvora, a sukladno tome i s površinom rešetke.

Pojedini izvori rešetki mogu se napajati iz odvojenih odašiljača zadovoljavajuće snage koja nije suprotstavljena električnoj čvrstoći. Zbrajanjem zračenih energija velikog broja odašiljača srednje snage, dobivaju se goleme učinkovite snage u željenim smjerovima. Zbog svega rečenog, u jednoj ravnini antenskoj rešetki može biti ugrađeno i po nekoliko tisuća elementarnih izvora.

Sustav AEGIS trebao je nadzirati volumen polukugle polumjera 370 km iznad borbene skupine brodova, pa jedna antenska rešetka očito nije mogla udovoljiti toj zadaći, jer ona može pokrivati samo jedan kvadrat toga volumena. Do tih dana, taj se problem rješavao rotiranjem antenske rešetke po azimutu, što je za AEGIS bilo neprihvatljivo zbog smanjene brzine pretraživanja, a i zbog toga što čitav volumen ne bi bio stalno pretraživan, te bi bilo nemoguće suprotstaviti se istodobnom, višestrukom napadaju iz različitih smjerova.

Projektanti AEGIS-a taj problem su riješili na genijalan način, ugradnjom antenskih rešetki u bočne strane nadgrada broda. Četiri ravne rešetke ugrađene su na četiri strane broda, pa je tako čitav volumen polukugle bio pod nadzorom radara. Na prednjem dijelu nadgrada krstarice "Ticonderoga" ugrađene su dvije ravne antene koje pretražuju prednji i desni bočni kvadrant, a na stražnjem dijelu također su dvije antene za krmene i lijevi bočni kvadrant. Svaka ravna antenska rešetka radara SPY-1A sadrži po 4100 elementarnih izvora koji su razvrstani na 140 modula sa po 32 izvora i pripadajućim regulatorima faze za svaki izvor. Veličina antenske plohe je 3,65m x 3,65m.

Na "Ticonderogi" su dva radara SPY-1A, od kojih je jedan vezan na dvije prednje antenske rešetke, a drugi na dvije krmene. Ukupna izlazna visokofrekventna snaga radara SPY-1A iznosi više megawata (zbroj snaga svih manjih odašiljača u

radaru). Jedna ili više radnih frekvencija radara mogu biti birane u frekvencijskom opsegu od 1550 MHz do 5200 MHz.

Moguća je automatska promjena frekvencije od impulsa do impulsa, zatim zračenje pojedinih vretenastih snopova na različitim frekvencijama. Također je moguće birati različite razine snage u pojedinim snopovima i drukčije vrste modulacije u njima.

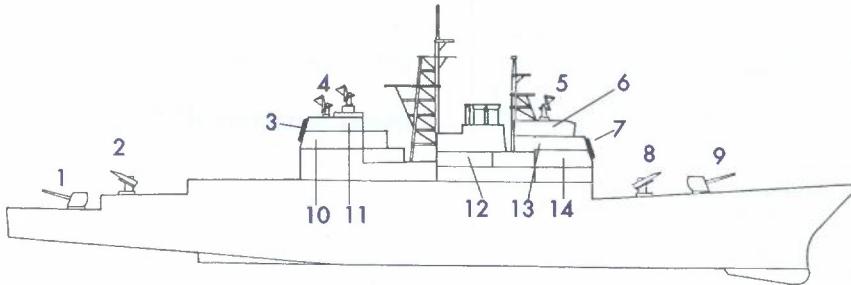
Rezultati i ispitivanja sustava AEGIS

Tijekom ispitivanja AEGIS-a na moru, na brodu "Norton Sound", on je dokazao sposobnost detektiranja i praćenja svih prijetiće ciljeva, koji su sudjelovali u posebno organiziranoj vježbi

ma lansira seriju od tri protuzrakoplovne rakete protiv bilo kojega "napadača". Također je demonstrirano da ometački signali ne mogu ući u prijamnik radara kroz bočne snopove. Iako su ponekad ometači bili uspješni protiv jednog snopa radara SPY-1A, među više snopova, svi ostali snopovi funkcionali su normalno. Na pokazivačima radara pojavio bi se uski ometački strob širine oko 1-1,5, dok je ostala površina pokazivača bila čista od smetnji s normalno prikazivanim ciljevima. Na temelju ovoga stroba se mogao odrediti smjer i visina zrakoplova s ometačem, ali ne i daljina do njega. Odašiljanjem serije impulsa veće snage (brute force) kroz ometani snop, potisnute su smetnje ometača i cilj je bio uočljiv, što je omogućilo i mjerjenje duljine do njega.

I u uvjetima vrlo intenzivnog ometanja, koje je proizvodio najmoćniji ometač na Zapadu u to

1. Top 127 mm, 2. Lancer raketa more-zrak, 3. SPY-1A, stražnja antena, 4. Obasjavač
5. Obasjavač, 6. Kormilarnica, 7. SPY-1A, prednja antena, 8. Lancer raketa more-zrak
9. Top 127 mm, 10. SPY-1A, prostor 5, 11. SPY-1A, prostor 4, 12. SPY-1A, prostor 3
13. SPY-1A, prostor 1, 14. SPY-1A, prostor 2



Sustav AEGIS s
pripadajućim oružjima i
senzorima

pomorskih snaga SAD za ta ispitivanja, u različitim meteorološkim uvjetima i protiv intenzivnih protuelektroničkih djelovanja. S ovoga broda je ispaljeno više od 100 raketa i granata na različite "napadače". Jedan promašaj koji se dogodio nije išao na "dušu" radara SPY-1A, već je bio posljedica kvarova na nekim elementima drugih sustava na brodu.

Otpornost radara SPY-1A na protuelektronička djelovanja dugotrajno je ispitivana na ispitnom poligonu tvrtke RCA u Moorestownu, New Jersey. Obavljen je veliki broj letova zrakoplova protiv ispitivanog AEGIS-a. Zrakoplovi ratne mornarice SAD, tip EA-6B bili su maksimalno opterećeni s po pet ometača radara, koji su bili u funkciji samozaštite ili zaštite drugih zrakoplova koji su sudjelovali u napadajima. Korištene su sve poznate taktike elektroničke borbe. Repertoar protuelektroničkih djelovanja uključivao je usko pojasno šumno ometanje, baražno-širokopojasno šumno ometanje i razne tipove obmanjivanja.

Kroz više od sto naleta simulirani su neprekidni višestruki napadaji. U takvim uvjetima radar SPY-1A je bio sposoban da se "probije" kroz ometačke signale i da na dovoljno velikim duljinama

vrijeme, a koji je bio ugrađen na zrakoplov KC-135, mogućnosti ometanog radara SPY-1A bile su nešto reducirane, ali je AEGIS ipak uspio dovoljno rano (na sigurnoj duljini) lansirati dvije protuzrakoplovne rakete i osigurati dovoljno podatka o praćenom cilju za učinkovitu topovsku paljbu.

Neke operativne mogućnosti radara SPY-1A

Ukupni sustav AEGIS može funkcionirati u jednom od četiri raspoloživa radna režima, od kojih je jedan potpuno automatski dok drugi zahtijevaju određeni stupanj ljudske intervencije i nadzora.

Radar može istodobno: motriti zadani volumen prostora; kontinuirano pratiti više ciljeva s po jednim vretenastim snopom na svakome cilju; može pratiti ciljeve na temelju obasjavanja ciljeva (track-while-scan), što je posebno primjenljivo na spore ciljeve (brodove).

U normalnom radu troprotežni radar SPY-1A kontinuirano motri s jednim snopom, zračenim vodoravno, površinske objekte do duljine oko 50

km (ograničeno obzorom), i istodobno pretražuje, mnogo puta u minuti, volumen polukugle poljumjera 370 km. Kad je jednom neki cilj otkriven, računalo, koje upravlja radarem, naređuje formiranje još nekoliko vretenastih snopova prema tome cilju, i to u vremenu kraćem od jedne sekunde od trenutka detekcije cilja. "Čvrsto" praćenje cilja upostavlja se u djeliću vremena koje je inače kvalitetnih podataka posebnim radarima za upravljanje topničkom paljbom.

U borbenom informacijskom središtu krstarice smještena su četiri velika pokazivača, ili statusne ploče na kojima je prikazan trenutačni raspored vlastite skupine brodova u odnosu na sve

jedne sekunde, a kompletna taktička slika obnavlja se tijekom 20 sekunda. Uz kompletanu radarsku tišinu moguća i djelomična tišina, kad radar zrači energiju u samo odabranim sektorima prostora, a u ostalima ne.

Maksimalni učinkoviti domet od 370 km radar SPY-1A ostvaruje izborom normalne, radne snage odašiljača. Međutim na raspolaganju su i više razine visokofrekventne snage odašiljača, koje se mogu uporabiti za potiskivanje smetnji od ometača, kad se koristi načelo "snagom na snagu" (brute force).

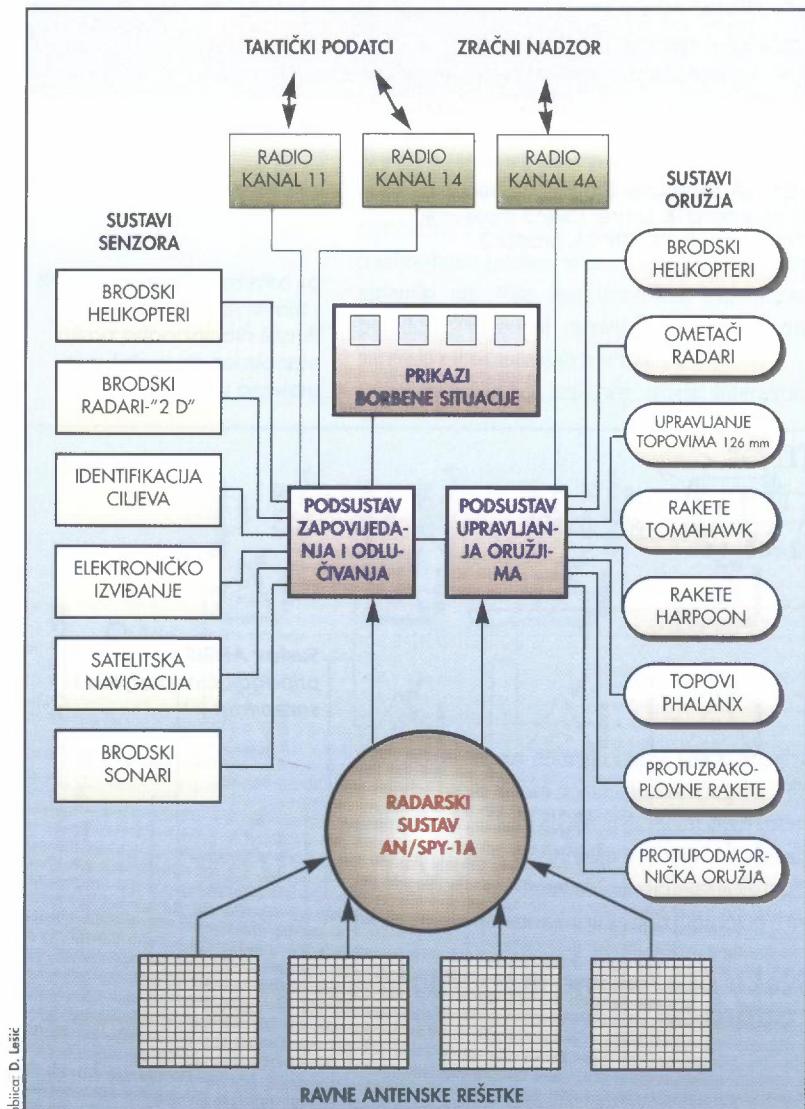
Jedna od važnih funkcija sustava AEGIS je razlikovanje neprijateljskih i vlastitih objekata na listi objekata radara SPY-1A. Neki od neprijateljskih ciljeva odmah su jasno definirani i protiv njih se može ići u automatski napadaj. Međutim, na listi se pojave i dvojni ciljevi koji se moraju potpuno definirati uz sudjelovanje zapovjednika broda i pomoći računala koje mu može pružiti dodatne identifikacijske podatke o cilju, i tek nakon toga zapovjednik donosi konačnu odluku o dalnjim djelovanjima. Stupanj automatskog djelovanja AEGIS-a protiv određenoga cilja može se krećati od nule (upravlja čovjek), preko djelomične automatizacije procesa upravljanja i odlučivanja, do potpune automatike.

Cijena sustava AEGIS

Cijena modernijih motrilačkih radara srednjeg dometa (oko 150 km), s konvencionalnom antenom koja mehanički skanira snop, kreće se danas od tri do pet milijuna američkih dolara. Unapređenje takvog radara ugradnjom ravne antenske rešetke, odnosno uvođenjem kombinacije mehaničkoga i elektronskoga skaniranja snopa povećava cijenu toga radara za nekoliko puta. Ova cijena je dana samo zbog usporedbe s cijenama razvoja i izgradnje AEGIS-a od prije dvadeset i pet godina, imajući na umu godišnji porast cijena oko 5 posto. Cijena izgradnje krstarice "Ticonderoga" iznosila je 1983. godine oko jednu miljardu dolara od čega je AEGIS stajao oko 90 milijuna dolara, ne računajući razvoj.

Ukupna cijena razvoja sustava AEGIS, koji je trajao više od 12 godina, iznosila je oko 800 milijuna dolara.

U početku 1983. godine planirano je izgraditi do 1987. godine 17 krstarica klase "Ticonderoga", a za sljedećih pet godina još sedam brodova. Za izgradnju prvih sedam brodova bilo je odboren 6,8 milijardi dolara, a planirana cijena za izgradnju svih 24 broda je bila oko 27,6 milijardi dolara. Ratna mornarica SAD tada je planirala izraditi i ugraditi sustave AEGIS na još 29 razarača klase "Arleigh Burke", DDG-51, od kojih je prvi trebao biti završen 1989. godine. Sposobnosti inačice sustava AEGIS za ove brodove bile su smanjene oko 25 posto u odnosu na na "Ticonderogi".



Skica planiranog rasporeda komponenti radara SPY-1A u nadgrađu broda

prijetće ciljeve. Uz te pokazivače postoji i konzola s "A" pokazivačem s kojima se upravlja radarem SPY-1A.

U operativnim procedurama predviđen je i prekid zračenja elektromagnetske energije radara u slučaju kad prijeti opasnost od raketa koje se navode na zračenje radara (ARM), ili zbog sprječavanja otkrivanja nazočnosti borbene skupine brodova od strane neprijateljskih detektora radarskih signala. Naredbom "radarska tišina" prekida se zračenje radara u dijeliću sekunde, a kad se nakon prestanka opasnosti ponovno aktivira zračenje, uspostavljaju se prvi praćeni ciljevi nakon

CROATIAN DEFENSE INDUSTRY

(Part I)

This is the proper occasion to present a systematic review of the tremendous efforts by Croatian experts and the economic potential intrinsic in the recent build-up of the Croatian defense industry.

Specialized production started in early 1991, despite unfavorable circumstances. In truth, due to the well-known events that are beyond the scope of this article, Croatia did not possess any military equipment nor did it have the necessary technology to produce arms, ammunition, explosives or mines. It also lacked facilities for the manufacture of explosives and gunpowder.

These facts can be easily verified since the International Commission for the Succession of the Property of the Former Yugoslavia only unreservedly accepts facts concerning pre-existing defense industry facilities. In fact, in contrast to the other republics of the former Yugoslavia, the former Socialist Republic of Croatia was obligated to contribute 27% of its national income to the "joint" defense industry. The defense industry manufacturing facilities in the territory of Croatia constituted merely 7% of the overall defense manufacturing capacity of the former Yugoslavia. Moreover, even this low percentage was not reached until the mid 1980s. At the same time, Croatia was required to use its own funds for credits to the defense (then called the "specialized") industry of the former Yugoslavia, while other Republics had the opportunity to take out loans on highly favorable terms from what was then the common JUBMES bank.

Faced with the reality of aggression and open warfare, the Croatian people had nothing except the courage and determination to defend the areas they had inhabited

for thirteen centuries. They were forced to embark upon defense development and arms production. Under such circumstances, production decisions were made with the following priorities:

- To select defense equipment that could be produced in the shortest possible time,
- To select manufacturers who could redirect civilian production to meet defense needs in the shortest possible time under expert supervision,
- To organize the systematic quality control of defense products.

After these tasks were defined in September 1991, the Croatian Ministry of Defense established the Department of Production. After a thorough analysis, keeping in mind the mass and effectiveness of battlefield equipment, priority was given to the production of mortars, mortar mines, rifle grenades and hand grenades. Production commenced in early December of 1991. By that time, the facilities for the production of explosives were set up so Croatia was prepared to manufacture land mines and MLRS rockets.

The following is an objective engineering account of the difficulties that Croatia had in setting up defense manufacture.

Infantry weapons and equipment

The weapons needed to meet the war requirements in early 1991 were short submachine guns of the simplest construction. The majority used 9x19 mm ammunition, the most

common NATO pistol caliber. During the early period of the war, Croatian volunteers were well acquainted with weapons in this class known as **zagi**, **pletter** and **šokac**.

Following current world trends and standards contributed to the development and production of advanced infantry weapons and equipment. This is how the short submachine guns known as **ero** and **mini ero**, using 9x19 mm ammunition, were manufactured. The performance of these weapons is comparable with that of the most popular short submachine guns of the West. The precisely calculated center of mass assures these weapons a minimized bounce angle and high stability during firing. An adjustable sight

9 mm Ero Short Submachine Gun and the Mini Ero Version



foto: D. TADIĆ



9 mm HS Pistol

provides high precision at up to 200 m. Minimized recoil force further contributes to the precision of this weapon. The weapon can be used with an open or folded butt. It has multiple security features to prevent unintentional firing.

The first Croatian pistol, **9x19 mm PHP MV**, briefly experienced many development difficulties from the technical working out of the original construction until production commenced at the level of well-known world manufacturers. Under normal circumstances, the development of such a weapon takes at least four years. The original features of this weapon are its construction details, especially the spring slanted to the barrel axis, resulting in minimal bounce angle of the weapon during firing and higher precision. Experience accumulated led to a new

weapon of this kind, a pistol known as HS. This weapon has an automatic brake, double-action trigger and inertial needle. The ammunition magazine is constructed of high quality Cr-Ni steel, with a 15-bullet capacity in two rows. The dismantling of this weapon is very simple. We proudly rank it among the best pistols in the world.

Optical sight (scope) rifles designated as **EM-992, EMM-992, EMM-994** and **SPM 95** are weapons that must hit their targets at great distances, with high precision, i.e. with the very first bullet. This is made possible by a forged barrel, gas brake and optical sight. The adjustable sight facilitates the rapid change of the aiming distance from 900 m to 1200 m.

Using special bullets, it is possible to achieve high destruction efficiency on target. The special adjustable trigger facilitates precise shooting. The short path of the needle results in extremely short firing time. The butt is made of multiple wooden plies, ergonomically shaped and resistant to harsh environments. Adjustable telescopic legs permit the use of this rifle on heterogeneous terrain.

Although for decades there has been a trend toward caliber reduction in weapons, the exceptions are sniper rifles for special missions. Their calibers are constantly increas-

ing. One such solution is a very solidly constructed 12.7 mm MACS M2-A sniper. This sniper rifle permits efficient shooting at distances of up to 1500 m. In the construction of this weapon, designers had to coordinate contradictory requirements such as moderate recoil force, low weight and a short weapon length. They achieved this very successfully. The results with MACS make it a first-class weapon.

The next step in the development of high caliber special-purpose weapons was the **20 mm RT-20 hand-held cannon**. The construction of this weapon is unique in the world. It facilitates sharpshooting at selected point targets from distances of up to 2000 m. Using a ballistic reticular optical sight, targets can be caught quickly and precisely. The dimensions of the RT-20 are adjusted for one-man use. This weapon is called a "cannon" due to its large caliber and very high effectiveness on target. However, because of its other technical characteristics (low mass, optical sight and moderate blow-back) and tactical characteristics (portability, direct aiming) it could be classified as a sniper rifle.

High priority is given to protective infantry equipment. So far, 75% to 80% of the fatalities have been caused by grenade particles. This is why the manufacture of **bulletproof vests**, with ballistic performance

.300 Winchester Magnum EMM-992 Sniper Rifle



meeting NATO standards, began in Croatia. Bulletproof vests that can be adjusted to the user's body shape are also manufactured. It is possible to enhance their ballistic protection further with ceramic inserts, providing protection against all types of rifle bullets.

The system of ballistic protection for soldiers includes a new **combat helmet**. Its protective qualities, weight of only 1.3 to 1.5 kg and comfort are on the level of the best designs in the world. Made of composite materials and with protection far exceeding all normal steel helmets, this helmet represents an optimal solution to contradictory requirements. One of the most important parameters of this helmet is a ballistic edge value of V50 (over 620 m/s). From this parameter, experts can read the helmet's high protection level. The quality certificate meets the NATO standard, i.e. the helmet protects the soldier's head from the penetration of a particle or projectile with an energy of 220 J. After impact, the dynamic indentation on the helmet's forehead is 20 mm. A 9x19 mm bullet will not penetrate the helmet if fired at the crown from a distance of 5 m.

A 40 mm grenade launcher has been developed as a modern weapon for anti-terrorist actions in inhabited areas and for special tactical missions. The development of the **RBG-6** was parallel to the development of **40x46 mm grenades in high explosive, incendiary and hollow-charge versions**. Its efficient range is at distances from 50 m to 375 m. This is achieved by simple and precise "red dot" aiming, using both eyes. The special construction of the grenade with high and low pressure chambers permits firing from a hand-launcher at subsonic speeds with moderate recoil force. To the shooter, such a solution gives an agreeable subjective sensation - silent firing. It can fire six grenades from the magazine in only 30 seconds.

The basic infantry weapons are automatic assault rifles. The **5.56 mm APS 95 assault rifle** has been developed according to NATO regulations and infantry units' doctrine,



foto: D. TADIĆ

with special emphasis on a soldier's mobility and enhanced firepower. The APS 95 assault rifle's automatic function is characterized by the indirect use of "bypassed" gunpowder gases. The rifle has a reliable and elegant design. It is easily disassembled. Its weight is under 3.8 N. The carefully related ratio of the mass of the breech block and its support results in high reliability. The triggering mechanism with a firing regulator on both sides of the handgrip permits the selection of single fire, automatic fire, and locked position. The barrel, built with a thread of 7 inches for 5.56 x 45 mm SS109 NATO ammunition, also has high precision when 5.56 x 45 mm M193 ammunition is used. At the request of tacticians, this rifle is equipped with a 40 mm under-barrel grenade launcher. A special construction feature is the optical sight (scope) which is integral to this assault rifle. The sight has a relatively small magnification and therefore has a wide viewfield, covering a width of 45 m at distances of 300 m. The scope with a circle-dot reticle facilitates simple and quick target acquisition. Aiming time after acquisition is 1.5 seconds, in contrast to mechanical sights with which the time is doubled.

Artillery

The first Croatian **M57** hand grenade launcher for combatting MBTs and APCs was produced in only three days, from Friday to Monday, using a single specimen and machine tools that up to then had produced parts for hydraulic systems. Compared with modern anti-armour systems, this launcher was obsolete.

Ballistic Protection Equipment; Combat Helmet with Test Specimen and Bulletproof Vest

Because of an ammunition shortage and no arms producing facilities, the existing facilities of our modern civilian machine industry (CNC - machines) and our iron industry had to be reoriented for the production of artillery ammunition. This required the considerable efforts of Croatian experts. Today, Croatian industry serially produces artillery ammunition of all calibers, whose performances is on a par with that of well-known world producers.

Ammunition of 122 mm in caliber is being produced in two types, one for standard range of up to 15 km and the other for ranges greater than 17 km. We have fully assumed production of 152 mm ammunition for the M84 howitzer canon. In addition to classical artillery ammunition, enhanced range base bleed ammunition has been tested successfully. The base bleed is achieved by the use of a gas-generating device that is placed in the back of the projectile. The gas produced minimizes the projectile air resistance coefficient. By using this device in a 130 mm projectile,



foto: T. BRANDT



40 x 46 mm Grenade Launcher and Ammunition

ranges can be increased from the standard 27 km to 32 km.

Croatia has assumed the production of cannon, howitzer and mortar fuzes for eastern and western versions.

Today's facilities permit the production **M557** fuzes that are well known as the main artillery fuzes in NATO countries, used for impact or delayed action. The **UTIU M72** B1 fuze is used to equip eastern projectiles. The production of piezoelectric contact fuzes is also in progress. The development of proximity fuzes is in the final testing phases.

Croatian industry delivered the

first artillery pieces as early as 1991. These were recoilless guns with ammunition, still in use by the Croatian Army.

Efforts to shorten the weapons production cycle and to adapt existing machine potential to defense production were successful. Today, the Croatian Army uses domestically manufactured 122 mm **D-30** howitzers.

The production of some artillery parts and systems began early in the war when a large number of weapons without recoil hydro-pneumatic systems were captured. For example, we mention 130 mm

guns, for which the production of sophisticated parts and systems started without the necessary construction and manufacturing experience, using only some pattern parts and insufficient technical documentation. In this manner, the weapons were quickly finished.

The Croatian defense industry is completely capable of manufacturing all kinds of mortars. At first, these were only surrogates for real weapons, employing the principle of the mortar barrel. Today's products can be ranked with the well-known French mortars manufactured by Hotchkiss-Brandt.

Apart from common mortars, the Croatian Army has been provided with two new mortar series; 60 mm **Commando** and long barrel mortars of extended range.

Although a wide range of mortar models are in production, they have been standardized to achieve compatibility and exchangeability of parts. This is especially the case with 60 mm and 82 mm mortars. 60 mm Commando mortars, 60 mm **M84**, 82 mm **M93** and 120 mm **M75** are being successfully produced today in large series.

Because of its simplicity and low weight (7.8 kg), the Commando mortar is held in the hands and used for rapid missions. Its range is 1500 m. The 60 mm **M84** mortar is of light construction. 120 mm NATO mortars

Assault Rifle



have also been developed for use with new generation ammunition, achieving ranges of up to 10 km.

Artillery pieces must be equipped with sights. Another reason for initiating sight production was that captured military equipment was for the most part without sighting equipment. Croatia had to engage its full scientific and research potentials. As a result, the production of **UN-1** sighting equipment, **UN-2** for mortars and MRIs, and **UN-3** for recoilless guns, began in 1991. Today, this equipment is being replaced by modern **CN-4** and **CN-5** sights. CN-4 and CN-5 are of a new type of construction and maximally standardized considering the particular characteristics of each weapon they are used on. Tritium light sources permit night use of these sights.

Sights are essential for artillery weapons, whose prototypes are now in testing. Therefore, after thorough analysis, tactical and technical requests for sighting equipment were defined. This work resulted in a general-purpose group of sights (panoramic sights, collimators, direct sights, artillery compasses) with characteristics that enable our artillery to use NATO firing charts.

Today, a large number of 100 mm **T-12** anti-armor sniper shooter cannons are equipped with laser range-finders and night vision devices for operation under most weather conditions. For the successful destruction of the target with the first shot, modern armies use Fire Control Systems (FCS). This was also necessary in the Croatian Army. An advanced FCS model, also in service today in the Croatian Army, uses a differential GPS (Global Positioning System). In this FCS, the target data and ballistic parameters of the ammunition are stored in the memory of the ballistic computer. When necessary, the stored data are transmitted to the artillery in the firing position and read or entered through tactical terminals. The aim of such systems is target neutralization with minimum ammunition expense and with the shortest possible reaction times.

Further activities in the development of FCS are directed towards

the tracking of the projectile trajectory using ballistic radar and other sensors. Thus, for the domestic industry, the FCS is a modern solution, similar to systems used in many western armies.

Mines and explosives

The production of mines and explosives started virtually from the beginning, due to many unfavorable circumstances and the fact that very few Croats had any experience in defense production. The production of improvised explosive devices was organized locally at first, with improvised hand grenades. These were the so-called "wick-grenades" and were produced together with anti-personnel and anti-tank mines, explosive obstacles, rolling mines and various grenade launchers.

September 1991 saw the organized production of 60 mm, 82 mm and 120 mm classic mortar bombs. Technical documentation was prepared, defense production facilities were established and verification tests for all three bomb types were completed in the shortest possible period of less than four months.

Series production started simultaneously at several locations in Croatia. Approximately one million bombs have already been produced. During the production of these devices, organized under extremely

Croatian Industry has Mastered the Manufacture of Modern Artillery Systems Such as this 122 mm D-30 Howitzer



difficult circumstances, partly in areas under enemy attacks, no major incidents arose that could seriously endanger production security.

A brief description of the products follows:

The 120 mm (light) mortar bomb is an original copy of the **M62P3** mortar bomb and with a 120 mm heavy bomb is lethal ammunition for use against personnel and light vehicles. These bombs are also used for the neutralization of fortifications as well as for the clearing of mine fields and terrains. The bomb body is produced in a cast (nodular or temper casting) and forged version. The bomb can be used for destroying targets at distances from 500 m to 6400 m.

The 82 mm mortar bomb is used in infantry units as an anti-personnel weapon and against light armored vehicles at ranges of 250 m to 4250 m.

The 60 mm mortar bomb is used for a similar purpose. The lightweight mortar from which this bomb is fired enables infantry to use it on all kinds of terrain and at ranges from 250 m to 2550 m.

After series production of classical mortar bombs was established, the development of bombs with better tactical and technical characteristics, i.e. higher effectiveness on target and greater range, commenced. They are designed for use in existing mortars.

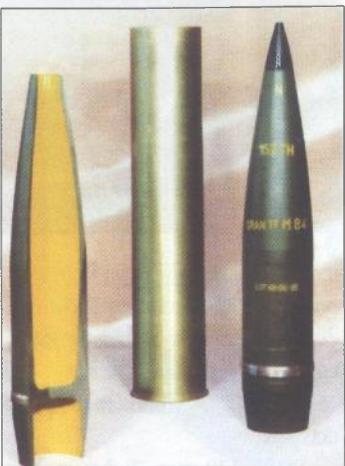
During 1993, cluster and active/reactive bombs were developed. Also in 1993, the use of 60 mm, 82 mm and 120 mm mortar bombs of enhanced range became widespread.

The 120 mm cluster mortar bomb was completely conceived and produced at facilities in Croatia. It is



82 mm Recoilless Guns with Ammunition, Manufactured in 1991

equipped with a timer fuze whose activation time is adjusted with an electronic timer immediately before firing. At the pre-set moment the



152 mm Ammunition for M-84 Howitzer Cannon

bomb's booster launches 23 bomblets. After launch, at a height of 300 m, bomblets are dispersed and cover an area of 4000 to 8000 square meters.

These bomblets are dual-purpose and have good anti-personnel effect. They also can penetrate armor of up to 80 mm in thickness. Maximum bomb range is 4500 m.

The **120 mm active-reactive bomb** is another dual-purpose weapon, effective against unprotected infantry, vehicles, fortifications and could be used for clearing mine fields. The maximum range of this bomb is 70 per cent greater than that of the classic bomb and the warhead is 25 per cent stronger.

Because of its high precision

on target (± 25 m), this bomb successfully surpasses the effectiveness of smaller cannon calibers.

The **New generation mortar bombs** are a logical step in the development of classic mortar bombs. They have the same purpose but their maximum range is doubled and efficiency is several times higher. The mine range increase is accomplished by the optimization of the inner and outer ballistic parameters and by improved mortar barrel construction that sustains pressures of over 1500 bars. A highly explosive charge shatters the specially cast mantelet into 15,000 particles which, due to high velocity at the moment

of effect (**MRUD**) is effective for short range anti-personnel combat. The anti-personnel effect is achieved by expelling 1 kg of steel balls at the moment of explosion. These steel balls have high kinetic energy and are deadly against an unprotected soldier. The mine is activated by a mechanical or electronic inductor.

The **anti-personnel anti-magnetic mine (PMA-3)** does not have any metal parts and is activated by a force higher than 80 N applied to its pyrotechnic fuze.

The **anti-personnel pulling line activated mine (PMR-2A)** is usually placed on wooden or metal poles and is activated by pulling a



Detail from the Manufacture of High Caliber Artillery Ammunition

of the penetration of human tissue, cause hydrodynamic shock.

The domestically produced great quantities of rifle grenades, hand grenades, anti-personnel mines, anti-tank mines and fuzes have the following characteristics;

The **anti-personnel rifle grenade** is used against personnel at a maximum range of 400 m. The activation of 100 g of a high explosive shatters the mantelet into a great number of deadly fragments.

The **anti-tank rifle grenade** is used against armored targets and fortifications at short range. Its maximum range is 330 m. In anti-armor combat, it is effective at up to 150 m.

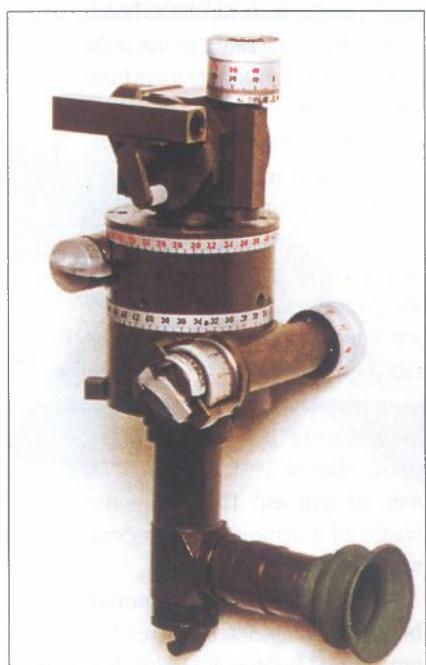
After a **hand grenade** is thrown, the mantelet is shattered and 800 steel balls are accelerated.

The **anti-personnel fragmentation mine with directional**

wire that can be 20 m long. The activation force is 30 N. This mine is lethal in a circle of 25 m, and injurious in a circle of 100 m.

The **anti-tank highly destructive mine (TMRP-6)** can be activated by the force of pressure, by pulling a line, moving the lever or by radio. It is equipped with a security fuze that contains a pyrotechnic retardant facilitating mine activation under the center of a vehicle. It contains 5.2 kg of cast TNT and acts with a destructive force by penetrating the bottom of a tank that can be 40 mm thick. The activation pressure force is from 1500 N to 3000 N.

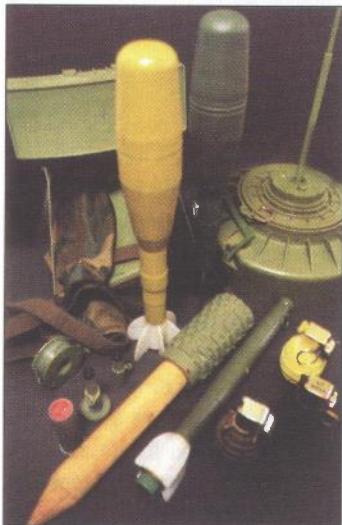
The development of various fuzes was begun at the same time as the introduction of various types of mortars and other ammunition. The serial production of several types of fuzes, for light and heavy mortar



An Example of a Modern Panoramic PC-1 Sight for Indirect Sighting in Tube Artillery and Rocket-Artillery Systems

bombs, of artillery projectiles from 76 mm to 203 mm and various mechanical and pyrotechnic fuzes for anti-personnel and anti-tank mines is also a reality today, as well as the production of superimpact-piezoelectric fuzes for hollow-charge rocket and tube artillery projectiles. The quality of the level of the defense industry products today meets 85 per cent of the standard peacetime quality standards, with a strong emphasis on security. The results achieved are satisfactory, since only few incidents have been reported.

Production of ammunition, mines and explosive devices is essentially dependent on the domestic production of the strategic materials - **EXPLOSIVES** and **GUNPOWDER**. Explosive production started in December 1991, owing to the enthusiasm and considerable efforts of experts. The processes for producing the high explosives **octogen**, **hexogen** and **pentrit** have been tested and the semi-industrial production of **TNT** has started. The synthesis of



**Anti-Personnel Rifle Grenade,
Anti-Tank Rifle Grenade,
MRUD Anti-Personnel Mines,
PMR-2A, PAM3, TMRP-6 Anti-
Armor Mine and Hand
Grenades**

octogen (the highest explosive material that has a detonation velocity of 9000 m/s) was the first step. A small amount of passivizer (wax) makes it very compressible and good for pressing detonators, detonator enhancers (up to 50 grams) and also for the production of hollow charges, anti-aircraft and anti-armor rocket



projectiles.

TNT was also produced in the shortest possible time. TNT's detonation velocity is 7000 m/s and it is less sensitive to friction and shock. It is widely used in artillery projectiles (charges up to 40 kg), land mine

explosive devices (charges up to 10 kg), aircraft bombs (charges up to 500 kg), sea mines (charges up to 1000 kg) and rockets (charges from 0.5 to 1000 kg) etc. It can be pressed and used in a mixture with **hexotol** (TNT + hexogen) and **hexal** (TNT + hexogen + aluminum).

**Classic 60 mm, 82 mm
and 120 mm Mortar
Bombs**

Rocket systems

Unguided surface-to-surface rocket systems

At first, a group of rocket modelers and experts in defense equipment started to modify 70 mm **TG-9** and **PP-6** anti-hail rockets and 80 mm **SAKO-6** rockets with the aim of con-



**New Series of 120 mm Mortar
Bombs of 120 mm: Cluster Mine,
Active-Reactive Mine and
Enhanced Range Mine**



**Fuzes for Tube Artillery,
Rocket Artillery and
Mortar Ammunition**

verting them into weapon rockets. Rockets called **RB I**, **Tomislav**, and **Grom** began to appear and were used as early as August 1991. Modification was relatively simple: the container with chemicals had to be separated from the rocket engine, a new igniter had to be installed and a warhead was attached on the rocket engine. On the warhead was the fuze which had only a mechanical

equipped with three stabilizers and a new firing unit. The precision of these rockets was low due to the erosion of its phenolformaldehyde nozzle during engine function, causing considerable changes in flight course. Sometimes even the composite engine burning chambers were burned through. To avoid possible danger to friendly forces, these rockets were only used for direct shooting. Shortly after the RB I rocket, a superior model was developed, the **RB II**. It had a metal chamber, stabilizers and a metal nozzle. The RB II was launched from the same launchers. Forced rocket rotation during engine function and lower nozzle erosion considerably improved its precision. Apart from a superior design, the fuze was also standardized for 128 mm rockets. The quality of the propellant used for anti-hail rockets was poor and the inhibitor's combustion produced a highly visible smoke trail that could disclose its launch position. The further development of the 70 mm rocket resulted in better structure, better propellant selection, better propellant charge form, improved precision and higher warhead efficiency. The final achievement was a fully new 70 mm rocket with folding wings (stabilizers) and a new **40-rail launcher**. Experts have recently been working on another rocket with a greater range and various warheads. The tactical and technical characteristics of these two new rocket types and their launchers are similar to systems in the NATO armament.

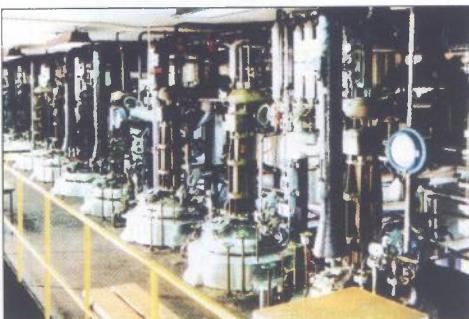
The rockets were launched from various multi-rail launchers such as the portable 12-rail launcher



**Pilot Production Line of
Octogen**

lock for transport and a wire for activation that broke at the moment when the warhead struck the obstacle (target). This fuze had to be mounted on the warhead immediately before launch.

The rockets were launched from various multi-rail launchers such as the portable 12-rail launcher



TNT Plant

with firing unit used earlier on anti-hail launchers; 12-rail L-12CIII and 24-rail GROM launchers on a trailer

128 mm rocket system has also been developed. Among that which the Croatian military captured from the army of the former Yugoslavia were many rockets but only a few launchers. Launcher development started with launch-tube development but without any technical documentation, knowledge about materials, production technologies or the necessary knowledge about tube caliber tolerances. By early October 1991, the first 4-tube launcher was finished. By the end of that same month, a 12-tube launcher prototype on a two-wheel trailer with four stabilizers, called **RAK-12**, was developed. The first combat tests took place on the battlefield near the Kupa River. The grooves in the launch tubes of this launcher are made with a special welding method. The tubes are finished with inner machining. New models had only a slightly modified platform. Verification tests were performed in December 1991, after which the launchers were transported to battlefields. Series production soon brought some improvements in the launchers. Instead of a lower trailer-platform, a real platform construction has been developed that gives the launcher the needed form and stability. Each new series brought improvements. The newest model, **VLR-128**, with 128 mm rockets, can be equipped with an **OBAD-24 module** for the launching of 60 mm rockets. Except for the **VLR RAK-12** that is being produced in a series, a vehicle version has been developed and is in production as a 24-tube MRL. This version has an automatic leveling and positioning system with the option of integration in an advanced centralized fire control system. Shortly after the commencement of the manufacture of the 122 mm tube with integral rail, the **self-propelled 122 mm VLR, VULKAN** and **TAJFUN**, were developed and produced. These new weapons surpass the **OGANJ** MRL in quality. Small numbers of 128 mm launchers in various versions are produced, including a 4-tube launcher on a vehicle platform, with the option simultaneous firing at one to four targets in a range of ± 30 degrees; a modular portable launcher with two, four or

six tubes; and lastly a 2-tube launcher for modified rockets of the **SVITAC** type. A **light 1-tube 128 mm launcher** of composite materials was developed to meet the needs of the territorial defense units. This launcher makes remote rocket launching possible using a radio code signal. A **4-tube 60 mm launcher** has been developed to fill the needs of infantry units. These small launchers use **two domestic 60 mm rocket types**, 4500 m and 7500 m in range. These rocket models respectively have a light or heavy warhead that has 2300 to 4050 5 mm particles.

developed and is in serial production as is a 122 mm rocket of 20 km range. On the basis of domestic development, after many attempts and mistakes, the production of domestic composite propellant based on **HTPB (hydroxyl terminateol polybutadiene)** has been established with a specific impulse of 2400 Ns/kg. Teams of various specialists using advanced testing and measuring equipment have further coordinated the highly complicated technological parameters of this production. Considering these achievements, we eagerly anticipate the imminent real-



Light 70 mm MRL and a Rocket at the Moment of Launch

If necessary, these new launchers are easy to carry on rugged terrains.

The documentation captured made possible the development of the **128 mm rocket**. Much was unknown about the nozzle material, burning chamber material, warhead mantelet material and production technologies, especially igniter production technology, TNT casting and the production of an actual, professional warhead fuze.

Static tests to establish rocket engine parameters were performed in October 1991 on a newly developed test-bed prepared especially for that purpose. Thanks to the experts that worked on the development of rocket propellant and specialists from the Ministry of Defense, before the end of 1991, a prototype of the 128 mm rocket was tested and verified. Intensive series production started after successful tests. A 128 mm rocket of 14 km range has been

ization of a domestic extended range intelligent rocket.

Anti-aircraft missile systems

After the capture of an arms warehouse from the army of the former Yugoslavia, a number of **Strijela 2M** missiles were also taken. Croatian soldiers, however, were not sufficiently familiar with the Strijela and there was no literature from which to learn. They decided to remove the rocket engine and warhead. Thus originated the **first rocket intended for testing and operator training**. It was not good enough because the original missile uses a chemical process battery that is activated just before the acquisition of enemy aircraft and energy production lasts only about 50 seconds, after which the battery is expelled. Operator training on this model was inadequate and therefore a special energy source with rechargeable batteries was constructed. This source was immediately used in combat sets,



VLR RAK-12 with a 60 mm Module

which facilitate more rapid preparation for action and up to 200 launches without needing to recharge the battery. The new launcher for the Strijela-2M was developed in the shortest possible time, using the new solutions. It was of better quality and reliability.

At the beginning of the war in Croatia, there were three incomplete prototypes of self-propelled Strijela-10 launchers on the tracked vehicles produced according to Russian license. These systems were completed and tested in a very short time.



128 mm MLRS
a) Functional Prototype of the MRAV SVLR
b) TAJFUN SVLR



After the operators completed a training course, they were put to use. Missiles of the latest generation have been purchased and are effective even when IR-decoys are used against them. The program of system modernization continued rapidly with the substitution of most licensed parts with new domestically developed ones, some of which were very sophisticated elements (PC, laser range-finder, TV-camera and thermovision subsystem). The integration of new opto-electronic subsystems that facilitate day and night operation was successful. Recently, a new wheeled armored platform for this system has been developed. The fire-control system of the self-propelled AA system of **Strijela-10 CRO** is centralized from the highest level to the battery level. The most important system components are the result of domestic development and production. The use of powerful computers in launcher, radar and communications components opens possibilities for continuous development and advances according to world trends in the development of such systems.

Self-Propelled Strijela-10 CRO AA System

Thanks to the knowledge acquired, Croatia has developed surveillance/acquisition radar for the



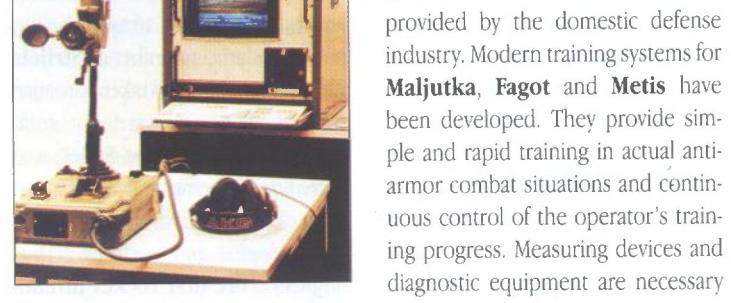
VLR RAK-12, in Production

detection and acquisition of low flying targets. This radar has digital processing of signals and synthetic imag-

parts, system parts, training and diagnostic equipment that cannot be obtained on the market are being



Training System for Maljutka and Fagot Anti-Armor Missile Systems



ing with the automatic transmission/reception of target data and commands.

Light anti-armor missile systems

Today, Croatia's defense industry produces a light 90 mm **Osa** anti-armor missile and its launcher. The development of a new hollow-charge warhead with enhanced effectiveness is in progress.

The logistic support of the POVRS anti-armor system, spare

provided by the domestic defense industry. Modern training systems for **Maljutka**, **Fagot** and **Metis** have been developed. They provide simple and rapid training in actual anti-armor combat situations and continuous control of the operator's training progress. Measuring devices and diagnostic equipment are necessary for technical maintenance and automatic fault-finding in the Fagot and Metis systems. Development continues, thanks to previously developed and tested self-propelled prototype of a semiautomatic control system. These achievements signify that the conditions have been met for portable and self-propelled anti-armor guided systems.

(To be continued)

S hrvatskog na engleski prevela
Margaret Casman - Vuko



TANK M-84A GOES AHEAD ...

In a quick action near Cambrai in November 1917, 350 British tanks overran the German front, without artillery preparation. Experts think that this breakthrough could have finished war if the British High Command had not been surprised with unexpected success of their forces. New combination of the firepower, mobility and armour protection made the maneuver war possible and became a part of military science.

Efficient combination of strong armour forces and extensive air support, became an instrument of decision-making in the Second World War as well as an important part of the concept of post-war east-west confrontations.

The West has tried to defy mass armour threat from the East, as well as numerical inferiority with technical improvements in their tanks and with continuous development of their firepower and armour protection.

In the post-war development of main battle tanks, Est concept has lead to big enlargement of main gun's calibre and ammunition efficiency, very low silhouette of tank and small mass but with relative bad features of fire control system.

At the same time, West trends in development of the main battle tanks were directed at improvement of armour protection using the "multi-layer" armour, increasing of engine power and establishing of sofisticated Fire Control Systems with relative high silhouettes and big mass of the tank.

Achievement of mobility can be seen as essential progress in tactical terms. Achievement of fire ability in movement in all weather conditions, regardless of time can be seen as essential progress in tactical terms, which also increased the efficiency and survivability in battlefield.

Modern trends of development are directed at the following tank's characteristics: fightability; survivability; mobility; communicability.

Concept and evolution

Analysis the features on well known main battle tanks, levels of necessary technologies as well as production of infrastructure and strategy requirements, has resulted in the early 1980s with the concept of battle tank M-84. Conceptually, tank M-84 is based on Russian tank T-72 and has the same basic characteristics such as: the biggest main gun's calibre and efficient ammunition, automatic loading system, small mass and low silhouette well as good protection. At the same time, tank M-84 is a modern derivate of basic tank M-72 and represents improvements in systems and features where T-72 is inferior to tanks in the western

armies:

- modern fire control system
- improved engine (1000 HP)
- new communication equipment.

This approach of making tank M-84 is further confirmed through efforts in modernization of tanks T-72 in some countries as well as war experiences in which the tanks M-84 were used. Family of tanks M-84 structurally consists of:

- Main Battle Tank: M-84, M-84 A and M-84 AB
- Navigation tank: M-84 ABN
- Command Tank: M-84 ABK
- Recovery Vehicle: M-84 AI and M-84 ABI

Tank M-84: FEATURES

Tank M-84 is armour fighting vehicle, weighing 42 tons, with three crew members (Commander, Gunner and Driver), length 9530 mm, (with a gun in front), width 3950 mm, height to turret roof 2190 mm, ground clearance 470 mm and nominal ground pressure 0,83 bars.

Fightability

Basic armament of tank M-84 consists of

Bartol JERKOVIĆ



M-84 A, Side View

smoothbore main gun calibre 125 mm, with the firing angle 360° horizontal and -6°13'/+13°47' elevation. Rate of fire is eight rounds per minute, maximum fire range up to 10 km enabled by automatic loading system with 22 rounds in revolving conveyer and automatic ammunition selection. Combat main gun's set that consists three kind of ammunition, has 42 two-parts rounds.

- High explosive (HE) is designed for demolition of lightly fortified objects, light vehicles and infantry, mass 33 kg, muzzle velocity, 850 m/sec, and aiming/firing range 6000 m.

- High explosive anti-tank (HEAT) is

designed for antiarmour fight, mass 29 kg, muzzle velocity 905 m/sec, and aiming/firing range 4000 m.

- Armour-Piercing Discarding Sabot (AP-FSDS) is designed for antiarmour fight, mass 19,7 kg, muzzle velocity 1785 m/sec, and aiming/firing range 4000 m.

Coaxial machine gun PKT, calibre 7,62 mm with aiming/firing range 1800 m, realises a practical rate of fire 250 rounds/min. Combat set has 2000 rounds.

Antiaircraft machine-gun NSV calibre 12,7 mm is installed on commander's cupola and manual steering 360° horizontal and -5°/+75° elevation, with aiming/firing range 2000 m, practical rate of fire from 680 until 800 rounds/min. Combat set has 360 rounds.

As for the rest of the armament in tank there are a signal pistol, hand-grenades and the crew's personal armament. Line of sighting stabilization and placing of the main gun into defined position

in the space is made through using of fire control system (FCS) with day/night fire-on-the-move capability on moving targets in all weather conditions. FCS is an automatic electro hydraulic system with stabilization in two planes which enables moving of main gun in elevation at a speed up to 70 mrad/sec., traverse up to 285 mrad/sec, accuracy of 0,2 mrad/sec.

The crucial module of FCS is the stabilized day/night

gunner's instrument with an integrated day-channel, a night channel with 2nd generation Image intensifier, laser rangefinder with range of 10.000 m and accuracy of 10 m.

Ballistic computer processes input data (distance, meteo-ballistic data, control signals, muzzle velocity, data about middle hit, kind of ammunition and gyro-signals). This data enables the computer calculate ballistic elements for main gun's control and fire-gate width.

Day-night commander sight consists of night-channel with 2nd generation image intensifier which also enables the commander to acquire the target and has a priority control.

Survivability. Antiballistic angles of the multi-layer configured front part of hull with multi-layers and heavy armoured turret with silicate's inserted part, makes possible for the high level of protection, resistance against cumulative and kinetic projectiles. Additional anti-hollowcharge

protection is obtained through side skirts on the hull and outside equipment on turret. Compared to modern western tanks, tank M-84, because of it's low silhouette has smaller front surface and presents 15-20 percent smaller target. Level of anti-hollowcharge resistance could be significantly increased by using explosive reactive armour. To achieve masking during fights, tank M-84 uses smoke screen equipment and smoke dischargers.

Integral crew protection system and equipment consists of fire-extinguishing system, NBC detector, as well as device making crew's space in the tank hermetic and ventilated.

Mobility and Cross-Country Performances. Family of tanks M-84 powers 12 cylindrical, 4-stroke engine, multifuel, watercooled turbocharged diesel engine, of 574 kW (780 KS) power for M-84 variant or 735 kW (1000 KS) power for variants M-84A and M-84 AB.

Transmission is mechanical with multiplicator and two gear boxes with side transmission in gearbox axis, seven forwards and one backward speed so as hydraulic steering. Suspension is self-supporting with torsion bars and hydraulic shock-absorbers. Having specific power of 17,5 kW/t, tank M-84 A overcomes gradient up to 58 percent, sides inclines up to 47 percent, vertical obstacle up to 0,85 m, and shafts up to 2,8 m width. Water obstacles up to 1,8 m of depth tank overcomes without preparation and deep fording up to 5 m of depth with 20 minutes of preparation.

Communication equipment. Intercom system enables communications between the crew members and outside connection with transceiver. Tanks M-84 and M-84 A are equipped with conventional FM VHF transceiver, frequency range of 20 - 79.975 MHZ for range of 20 km. Tank M-84 AB is equipped with modern jamming protection, VHF transceiver with narrow-band and wide-band frequency hopping (100 hops/s) frequency range 30-87.975 MHZ.

Command tank M-84 ABK has additional HF SSB/AM device with frequency range of 1,6-29.999 MHZ and external generator of feeding power 1 kW.

Special devices and additional equipment. M-84 MBT's are equipped with vision equipment, deep fording equipment, dig-in equipment, individual set of tools and appliances so as the possibility of mine sweeper connection. Navigation tank M-84 ABN is equipped with ground navigation system TELDIX. M-84 and M-84 ABI are Recovery Vehicles with complete conventional equipment that are used in this kind of vehicles.

Summary. MBT's of the family M-84/A/AB have been used in Kuwait Army during the "Desert Storm" so as in the Croatian War for independence

In both war operations, tanks M-84 showed top features of main battle tanks and the efficiency on the battle field, which justifies concept and trends of their modernization.



Tank M-84A, Front View



M⁸4A

GOES AHEAD



M-84A MAIN BATTLE TANK, AN EFFICIENT RESPONSE TO THE TOMORROW'S THREATS, WITH THREE-MAN CREW AND DAY/NIGHT FIRE-ON-THE-MOVE CAPABILITY.

FIREPOWER

125 mm SMOOTH-BORE MAIN GUN

FIGHTABILITY

COMPUTERIZED FIRE CONTROL SYSTEM
AUTOMATIC LOADING SYSTEM

MOBILITY

1000 HP ENGINE

SURVIVABILITY

HIGH ANTIBALISTIC PROTECTION
CREW PROTECTION SYSTEM



RH - ALAN d.o.o.

REPUBLIC OF CROATIA

Stančićeva 4, 41000

Zagreb

tel. 385 1 454 022, 468 667

fax. 385 1 454 024



OVLAŠTENI DISTRIBUTER

SATELIT-tbm d.o.o.

DORANSKA 1-A, 41000 ZAGREB, HRVATSKA. Tel.: + 385 (041) 613 199 • Fax: 385 (041) 530 688