

HRVATSKI VOJNIK

BROJ 2. GODINA V.



ISSN 1330-500X

KOLOVOZ 1995. CIJENA 20 KUNA

Ronilica R-2
Simulatori letenja
S-300 PMU

**HRVATSKA
VOJNA INDUSTRIJA**

LEOPARD 2 tankovi



HRVATSKA VOJNA LASILA



RH - ALAN d.o.o.



REPUBLIKA HRVATSKA

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

M-84A

IDE DALJE

**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

KOMPјUTORIZIRANI SUSTAV NADZORA PALJBE

POKRETLJIVOST

MOTOR SNAGE 1000 KS

SPOSOBNOST PREŽIVLJAVANJA

VISOK STUPANJ BALISTIČKE ZAŠTITE
SUSTAV ZAŠTITE POSADE



8

Hrvatska vojna industrija

Hrvatska vojna proizvodnja spremno očekuje nove izazove koji će u najvećoj mjeri zavisiti od čimbenika koje nameće okruženje. Hrvatska je demokracija dokazala da zna razborito procijeniti delikatnost vrlo skupog zahvata jačanja vojne industrije i naći optimalan smjer budućeg razvoja



Jedan od najboljih tankova u novijoj generaciji europskih konstrukcija glavnih tankova je njemački standardni tank Leopard 2. Najnovija poboljšana inačica je Leopard 2A5, koju proizvodi tvrtka Kraus Maffei, omogućit će ovom tanku obavljanje bojne zadaće 24 sata na dan

Leopard 2 tankovi

20

54



Protuoklopna borba i POVRS

Prigodom razvoja PO oružja, konstruktori moraju uvijek imati na umu činjenicu da se takva oružja razvijaju sa ciljem zadovoljavanja specifičnih operativnih zahtjeva koji proizlaze iz taktičke doktrine

Protuzrakoplovni raketni sustav S-300, prikazan tijekom Mimohoda oružanih snaga Republike Hrvatske održanog u svibnju ove godine, izazvao je brojne komentare nazočnih gledatelja, ali i više napisa o tom sustavu u domaćem tisku.

S-300 PMU



86

76



FOTO: Tomislav Brandt

Mokra diverzantska ronilica R-2

Diverzantska ronilica R-2 domaće proizvodnje, koju koriste i naši pomorski diverzanti, ubraja se u sam svjetski vrh te vrste plovila

Nakladnik:

Ministarstvo Obrane Republike Hrvatske

Glavni i odgovorni urednik
general bojnik Ivan Tolj

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

Izvršni urednik
satnik Dejan Frigelj
Grafički urednik
satnik Svebor Labura
Tehnički urednik
Hrvoje Sertić

Urednički kolegij:
Vojna tehnika
poručnik Tihomir Bajtek
Ratno zrakoplovstvo
natporučnik Robert Barić
Ratna mornarica
Dario Vuljanic

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 Aranjoš, dipl. ing.
pukovnik Vladimir Superina, dipl. ing.
bojnik Mr. Dario Matika, dipl. ing.
bojnik Mr. Mirko Kukolj, dipl. ing.
bojnik Josip Martinčević-Mikić, dipl. ing.
bojnik Berislav Šipicki, prof.
Dario Barbalić, dipl. ing.
Josip Pajk, dipl. ing.

Grafička redakcija
Denis Lešić
Predrag Belušić
Robert Orlovac
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

Brzoglasni
385 1/456 80 41, 456 88 11
Dalekomernoživač (fax)

385 1/455 00 75, 455 18 52
Rukopise, fotografije i
ostalo tvarivo ne vraćamo

© Copyright HRVATSKI VOJNIK, 1995.

- | | |
|-----------|---|
| 12 | Hrvatska vojna industrija |
| 20 | LEOPARD 2 tankovi <i>Dinko Mikulić</i> |
| 38 | Laseri na bojišnici <i>Dubravko Risović</i> |
| 48 | Najbolje automatske puške svijeta <i>Mirko Kukolj</i> |
| 54 | POVRS <i>Berislav Šipicki</i> |

RATNO ZRAKOPLOVSTVO

- | | |
|-----------|---|
| 66 | Mil Mi-24 <i>Robert Barić</i> |
| 76 | S-300 PMU <i>Vladimir Superina</i> |
| 82 | Simulatori letenja <i>Vilko Klein</i> |

RATNA MORNARICA

- | | |
|-----------|---|
| 86 | Ronilica R-2 <i>Mislav Brlić</i> |
| 96 | Krstarice klase SLAVA <i>Dario Barbalić</i> |

CROATIAN DEFENCE INDUSTRY

- | | |
|------------|---------------------------|
| 106 | Croatian defence industry |
|------------|---------------------------|



FOTO: Svebor Labura

Na fotografiji se nalazi pripadnik
**Antiterorističke jedinice Vojne
Policije** prilikom svladavanja
planinskog masiva

"TEŠKO ORUŽJE" IZ STEYRA

Više od godinu dana austrijski proizvođač oružja Steyr radi na projektu "teškog oružja", koji će ako se uspješno završi, dovesti do predstavljanja teškog individualnog oružja nazvanog IWS 2000.

Prema objavljenim izvješćima, ovo oružje će koristiti APFS-DS streljivo kalibra 15.2 mm. Ispitivanja su pokazala da pri početnoj brzini zrna od 1450 m/sec ovo streljivo može probiti čeličnu ploču debljine 40 mm na udaljenosti od



1000 metara. U operativnoj službi ovo oružje bi se koristilo za eliminaciju zapovjednika tanka s velike udaljenosti, onesposobljavanje motora oklopног vozila, obaranje helikoptera u lebdjenju, ili onesposobljavanje borbenog zrakoplova ili helikoptera na stajanci.

Prototip oružja može ispaljivati samo pojedinačne hitce, ali u tijeku je izrada studija kojima je predviđeno postavljanje spremnika za pet zrna streljiva. U transportu IWS se može rastaviti na dva dijela. Duljina ovog oružja je 1800 mm, a masa 18 kg.

Nizozemski transporteri za Egipat

Egipat namjerava nabaviti oko 600 nizozemskih oklopnih transporterja YPR-765, kojima će zamijeniti 200 borbenih vozila pješaštva BMP-1 ruskog podrijetla i određeni dio od 1650 oklopnih transporterja M-113, koji se nalaze u naoružanju egipatskih oružanih snaga. Prilika za ovu nabavu ukazala se zbog toga što je Nizozemska, u skladu s odredbama europskog sporazuma o ograničenju naoružanja (European Armament Limitation Treaty) mora riješiti viška oružanih sustava. Prema egipatskom mišljenju, nizozemski oklopni transporter YPR-765 pruža bolju zaštitu u borbi od prethodno navedenih tipova. U međuvremenu, Nizozemska je ponudila za prodaju i 115 tankova Leopard 2, 44 samovozna protuzrakoplovna topnička sustava Gepard, 725 oklopnih transporterja YPR-765, 100 samovoznih topova M-109A3 kal. 155 mm i 75 M-110A2 kal. 203 mm.

Rockwell North American Aircraft Div. uspješno je demonstrirao integraciju GPS repnog sustava vođenja s bombom Mk.82 mase 227 kilograma na bombarderu USAF-a B-1B. Novi sistem uključuje modificiran komplet koji se postavlja na stražnji dio bombe, sposoban za primanje GPS podataka o cilju i za aerodinamičku kontrolu bombe pri vođenju k cilju. Dana 11. svibnja u jednom ispitivanju bomba Mk.82 opremljena s ovim komple-



Rockwell, koji je u roku od osamnaest mjeseci razvio ovaj komplet i modifikacije na bombarderu B-1B opremljeno za korištenje novog repnog kompletata na B-1B, koji može ponijeti 84 bombe Mk.82. Modificirani

Bolja preciznost BOMBE MK.82

tom izbačena je iz bombardera B-1B s visine od 7600 metara na ispitnom poligonu u China Lakeu (Naval Air Warfare Center) pri čemu je postignuto šesterostruko povećanje preciznosti u odnosu na nevodenu verziju bombe.

1B, planira izvođenje 18 testova. Test izведен 11. svibnja je četvrti po redu, u prethodna tri testa potvrdila su sposobnost transfera GPS podataka iz zrakoplova

B-1B opremljen s GPS vođenim bombama prema kompaniji mogao bi ući u upotrebu 1997. To bi osiguralo precizno korištenje konvencionalnog oružja na B-1B dosta prije planiranog uvodenja Joint Direct Attack Munition 2001. godine.

CV-90 za NORVEŠKU

Norveška vojska je početkom godine objavila dugoočekivanu odluku o odabiru novog borbenog vozila. Za zamjenu oklopnih transporterja M-113 i NM-135 nabavit će se 104 borbena vozila pješaštva CV-90 koje proizvodi švedska tvrtka Hägglunds. Norveška je prva zemlja koja je odlučila

nabaviti V C - 9 0 , nakon što je ovo borbeno vozilo konstruirano za potrebe švedske vojske. Dva preostala konkurenta švedskom vozilu, u priročno oštrot borbi, bili su ASCOD (kojeg zajedno proizvode austrijski Steyr-

Daimler-Benz i španjolska Santa Barbara) i M-2A2 Bradley (proizvodi ga američki United Defence). Prije toga, iz natječaja su isključena borbena vozila pješaštva Puma (koje je nudio njemački Krauss-Maffei) i Warrior (britanske tvrtke GKN).

CV-90 je opremljen kupolom s ugrađenim topom kalibra 30 mm i koaksialno postavljenom stro-

jnicom kalibra 7,62 mm. Posada se sastoji od zapovjednika, cijatelja i vozača, a može ponijeti osam potpuno opremljenih vojnika.

Naručeno je i nekoliko specijaliziranih varijanti (zapovjedna, komunikacijska, sanitetska i varijanta za izvlačenje vozila). Očekuje se da će norveška vojska uvesti VC-90 u naoružanje do kraja ove godine.



Kina za 1997. godinu priprema prvi let svog novog lovca FC-1, kojeg razvija udruženo s Rusijom i Pakistanom. Kineski CATIC (China National Aero-Technology Import and Export Corp.) radi na FC-1 od 1991. godine, predstavio je ove godine u Le Bourgetu dizajn ovog višenamjenskog zrakoplova. Krilo zrakoplova i horizontalne repne povr-

potiskom od 80 kN (RD-93 treba se licencno praviti u Guizhou, u postrojenjima Lyang Machinery).

CATIC surađuje s ruskim Mikojanom (uključen je u rad na dizajnu) i

Serijska produkcija počela bi 1999. godine. Direktor programa Wang Lufang kaže da će performanse FC-1 biti "vrlo bliske" F-16, a u nekim područjima (manevriranje na malim visinama) i bolje.

Novi KINESKI lovac

Import and Export Corp.) radi na FC-1 od 1991. godine, predstavio je ove godine u Le Bourgetu dizajn ovog višenamjenskog zrakoplova. Krilo zrakoplova i horizontalne repne povr-

pakistanskim Aeronautical Complexom (prvi komponente). Zrakoplov je nasljednik otkazanog projekta Super 7, i zamijenit će lovce MiG-21 u kineskim zračnim snagama.



šine podsjećaju na one kod Lockheed Martina F-16 a i slične su veličine. Jednomotorni zrakoplov ima dva bočno postavljena uvodnika zraka i bit će pokretan turboventilatorskim motorom RD-93 (verzija s povećanim potiskom motora RD-33) ruskog biroa Klimov, s

Napraviti će se tri prototipa FC-1 za ispitivanja u letu plus dva za zemaljska ispitivanja, na kojima će prva ispitivanja početi u drugoj polovici 1996. godine. Prvi let određen je za 1997. godinu nakon čega će uslijediti ispitivanja u letu u trajanju od jedne i po godine.

Zrakoplov će biti opremljen višenamjenskim impulsnim doppler radarom, a borbeni teret bit će nošen na sedam potkrilnih nosača (nosit će se i kineske rakete zrak-zrak kratkog dometa PL-7/10). Ni-

je poznato da li će prve isporuke biti kineskim ili pakistanskim zračnim snagama. Kina će zrakoplov opremiti domaćom elektronikom i oružanim sustavima dok će Pakistan vjerojatno isto nabaviti iz zapadnih izvora. Pakistan će praviti

komponente, i eventualno sklapati FC-1 iz isporučenih djelova. FC-1 je dug oko 14 m, visok oko 5 m, a raspon krila je 9 m.

Maksimalna uzletna masa je 12.100 kg, a najveći teret je 3200 kg. Najveći dolet FC-1 bit će 863 nm, a visina leta 16.000 m



Porinuće broda za KATAR

Prvoga travnja zaplovio je u brodogradilištu Vosper (Southampton, UK) prvi od četiri raketna broda, što ih je naručila katarska ratna mornarica.

Zove se "Barzan", dug je 56 metara i nosi oznaku Q 04. Ova je plovna jedinica naoružana jednim brzometnim topom od 76/62 mm, jednim višecjevnim brzometnim protuzrakoplovnim topom s radarom i elektronikom za upravljanje (CIWS-closely integrated weapon system) tipa Goalkeeper, jednim raketnim sustavom more-zrak tipa Sadral, te konačno, dvama četverostrukim lanserima za raketni sustav more-more tipa Exocet MM4.

Raketni brod "Barzan" opremljen je i novim preglednim radarskim sustavom, suvremenim upravljanjem i nadzorom pogonskog kompleksa i s veoma udobnim smještajem posade (za razliku od sličnih brodova, koji su prije bili izgrađeni za Oman i Keniju), biti će završen, isprobani i predan naručitelju tijekom 1996. godine.

LOVAC MINA: novi Vosperovi prijedlozi

Britansko brodogradilište Vosper-Thornycroft predstavilo je dva nova projekta lovaca mina, koji mogu, osim lova mina, obavljati i zadaće ophodnje na moru.

Projekti se, prilagođeni namjeni, razlikuju u tipu brodova: prvi se - uobičajeno dobro zamišljen i osnovan, no za kupce kojima to i nije toliko bitno - temelji na konvencionalnom deplasmanskom brodu od staklom ojačane plastike (slika desno); drugi je (suvre-

meniji kako većom brzinom, tako i manjom ekustičkom i magnetskom zamjetljivosti) brod površinskog učinka - takozvani SAS (surface effect ship).

Oba su projekta potpuno jednaka glede glavnih izmjera, broja posade, naoružanja te vrste i broja senzora; SAS inačica postiže veću brzinu (25 čvorova i više), te koristi struju zraka, potrebitu za zadržavanje na mjestu, također i za dinamičko pozicioniranje, izbjegava rad glavne vodomilazne

propulzije - okolnost, koja značajno smanjuje akustičnu zamjetljivost, što je pak osnovna prednost i zahtjev za brod, koji obavlja zadaće lova na mine.



Poboljšanja C-17

McDonnel Douglas studira korištenje modula za različite misije koji bi se stavili u transportni prostor transportnog zrakoplova C-17 za ispunjavanje zahtjeva poput zrakoplova-tankera ili leteće bolnice.

Dok je ugovaračev trenutni fokus smanjivanje cijene po zrakoplovu, službenici kompanije kažu da posebna skupina zadužena za napredni dizajn gleda različite opcije koje bi proširile primjenu zrakoplova. Ove studije financira McDonnel Douglas.

Da bi se omogućila uloga zrakoplovata tankera, uz poseban modul koji bi se stavio u transportni prostor, potrebito je promijeniti stražnju rampu za utovar tereta (da bi se mogao postaviti uredaj za pretakanje goriva identičan onom na KC-10). Što se tiče uredaja za pretakanje koji bi se postavili na krila, C-17 već ima ojačane potkrilne točke gdje bi se pričvrstili.

Ostali moduli koji bi se upotrijebili uključuju samodostojne jedinice koje bi omogućile uporabu C-17 kao letećeg zapovednjog mjesa ili pokretne radionice koja bi npr. imala sposobnosti održavanja većeg broja helikoptera u poljskim uvjetima. Duljina transportnog prostora C-17 je oko 20,7 m, širina 5,4 m, visina (pod krilom) 3,7 m.

Službenici u programu kažu da krilo zrakoplova može podnijeti povećanje trupa. Posada C-17 demonstrala je da zrakoplov može sletjeti i zaustaviti se unutar duljine piste od 400 m pri masi od 73000 kg. To prema njihovim riječima dokazuje da je moguće produljenje trupa uz zadržavanje sposobnosti kratkog slijetanja i uzletanja.

Odluka o predloženim poboljšanjima bit će donijeta od Defense Acquisition Boarda u studenom. Tada će se odlučiti da li će biti kupljeno više od 40 C-17, koliko je dosad naručeno. McDonnel Douglas je zračnim snagama isporučio 20 C-17, uključujući i jedan primjerak namijenjen za ispitivanja u letu (T-1) koji se nalazi u zrakoplovnoj bazi Edwards.

NASA-in letački istraživački centar u Drydenu također je zainteresiran za korištenje C-17 za ispitivanja u letu.

Ruska ratna mornarica vjerojatno već nekoliko godina koristi iznimno brz nevođeni podvodni projektil kodnog naziva "Škval" (jaki udarac vjetra) namijenjen za uništavanje podvodnih ciljeva koji rone do dubina od 400 m i kreću se brzinama do 50 čvorova. Tvrdi se da je

osvete. "Škval" se ispaljuje duž smjera nailaska protivničkog torpeda, i noseći taktičku nuklearnu bojnu glavu koju inicira satni upaljač, uništava protivničku podmornicu ili torpedo koji je ona lansirala. Kako ne postoje poznate protumjere za to oružje, njegov razmještaj može

stvara tzv. "vakuumsku vreću" ispod vode, ali ne i u vodi". Ovakav projektil može biti nevođen ili vođen, ali je izradba pouzdanog i sigurnog sustava vodenja vrlo složen problem. Prema tim tvrdnjama ruska istraživanja na ovom polju ispred su svih poznatih stranih istraživanja i

PODMORSKI projektil

novo oružje promjera 533 mm i dužine 8,2 m sa službenom oznakom VA-111 sposobno razviti brzinu od gotovo 200 čvorova (100 m/s) uz učinkoviti domet od 6 - 12 km što protivničkom plovilu daje vrlo male šanse za izvođenje manevra izbjegavanja.

Prvi crteži "Škvala" pojavili su se tijekom ožujka na izložbi INDEX u Abu

imati velik utjecaj na buduće operacije iznad i ispod morske površine, što može dovesti zapadne mornarice u velik zaostatak. Ipak, "Škval" će se postaviti na podmornice samo u slučaju rata, jer su američka, britanska, i ruska taktička nuklearna oružja 1992. godine povučena iz aktivne uporabe.

Prema knjizi "Ratni

visoko su na listi razvojnih prioriteta.

Prema zakonima klasične hidrodinamike, brzinu od 200 čv bilo bi praktički nemoguće postići zbog otpora morske vode kojeg klasični propulzijski sustav ne može svladati. Ovaj se otpor kubno povećava s brzinom torpeda i pri brzini od 200 čv bit će neprihvatljivo visok. Čini se



Dhabiu, kad je jedan savjetnik ruskog "Instituta za obrambena ispitivanja" potvrdio novinarima agencije ITAR-TASS postojanje ovog projektila i rekao da se on već nekoliko godina nalazi u uporabi. Ruski izvori koji govore o vrlo brzim protupodmorničkim projektilima "čija akcija može izgledati kao udarac munje", podržavaju teoriju nekih zapadnih analitičara da je to u biti oružje

brodovi Sovjetskog Saveza i Rusije 1945-1995." koja je izdana prošle godine u Rusiji, "Škval" se može lansirati iz napadnih nuklearnih podmornica klase Bars (Akula) i Baracuda (Sierra). Čini se da je projekt razvio Odjel za hidro i zrakoplovne sustave moskovskog Zrakoplovnog instituta "Sergo Ordžonikidze", čiji izvori opisuju to oružje kao "podmorski projektil koji u gibanju

da su Rusi rješili ovaj problem na najinovativniji mogući način eliminirajući fizički kontakt oružja s vodom. Izraz "vakuumská vreća" vjerojatno nije točan. Ruska riječ "razredenje" može značiti ne samo vakuum, nego i razrjeđenje, smanjenje gustoće, prorjeđivanje. Britanska ispitivanja upućuju da je "Škvalov" otpor u vodi smanjen puštanjem mješurića plina između dvos-

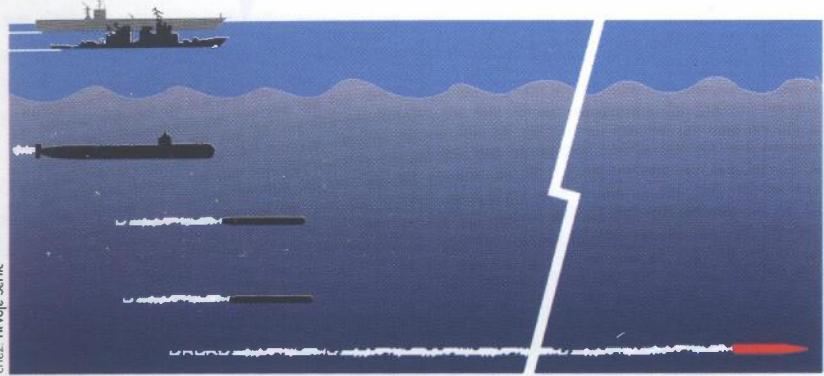
truke oplate kroz rupice koje pokrivaju cijelo tijelo projektila čime se stvara omotač, Plin vjerojatno proizvodi generator plina pokretan čvrstim gorivom. "Škval" ima raketni pogon, a to potvrđuju i obavještajni izvori američke mornarice.

Iako se vjeruje da je oružje već operativno, zna

tička energija oružja vjerojatno će biti dovoljna za borbu protiv površinskih brodova pa nema potrebe za bojnom glavom.

"Škval" nema ekvivalent na Zapadu. Zna se da su britanski eksperimentlji programi ispitivali mogućnosti vrlo brzih nevodenih podvodnih oružja na raketni i plinsko-turbinski po-

malim zvučnim otiskom. Velika buka koju stvara "Škval" može odmah dati njegov položaj, no vrlo kratko vrijeme između lansiranja i detonacije ostavit će cilju vrlo malo vremena za reakciju. Valja uočiti da njegovo raspoređivanje neće biti prvi put da Rusija predstavlja neko novo oružje znatno ranije no nje-



se da Rusi već rade na vodenim oružjima znatno veće brzine - do 300 čvorova. Čini se da će vođenje oružja vrlo velikih brzina ispod vode biti velik tehnički problem, jer će velika razina njihove buke izbaciti klasični sonar kao mogućnost vođenja. Ipak, sustav vođenja omogućit će oružjima poput "Škvala" da se koriste protiv ronilica, ronilica i brodovlja, te da se može lansirati iz zraka ili s površine. Sama kine-

gon, no ovaj rad nikad nije otkrio očit uspjeh Rusa na ovom polju.

Brzina sadašnjih torpeda koja koriste zapadne mornarice ne prelazi 60 čv. Najnoviji britanski torpedo GEC-Marconi Spearfish je navodno postigao brzinu od 81 čv, ali samo u plitkoj vodi. Takva torpeda operiraju ponajprije u pasivnom modu i prelaze u aktivni u završnim fazama napadaja ili kad su suprotstavljena posebno tihom cilju s vrlo

govu taktiku uporabe ili senzorske sposobnosti. Prošle godine državno znanstveno proizvodno poduzeće "Region" iz Moskve na izložbi Defendory u Ateni prikazalo je projekt podvodnog sustava za zaštitu pomorskih instalacija sličan konceptu "Škvala" koji koristi mali, brzi nevodeni projektil lansiran iz nepokretnog podvodnog ili površinskog lansera.

Početak izgradnje "ROTTERDAMA"

Brodogradilište Royal Schelde (Vlissingen, Nizozemska) položilo je u travnju kobilicu novog broda za prijevoz ljudi i naoružanja od 12000 tona u punom opterećenju, namijenjenog nizozemskoj ratnoj mornarici. Nazvan "Rotterdam", s oznakom L800, novi će brod biti dug 163 metra, maksimalne širine 25 metara i moći će prevoziti 611 marinaca uz 128 ljudi vlastite posade.

Pogonit će ga diesel-električni sustav propulzije, koji će na dvjema

propelarskim osovinama, razvijati 12000 kW za maksimalnu brzinu od

20 čvorova. Na brod će se moći ukratiti 33 naoružana transportera ili

170 kola za prijevoz trupa. Imat će, osim toga, i hangar u koji može stati šest helikoptera tipa NH90, poletnu palubu površine 1320 m², unutrašnji bazen za smještaj šest čamaca za iskrcavanje ili dva broda na zračnom jastuku, te spremišta za razni materijal i streljivo od preko 950 m² čistog prostora.

Primopredaja se "Rotterdama" predviđa se u 1997 godini. Sličan će brod izraditi i brodogradilište Bazan (Španjolska) za španjolsku ratnu mornaricu.



Boforsove studije PT sustava za ŠVEDSKU

Švedski proizvođač oružja Bofors AB poduzeo je studiju futurističkog protutankovskog oružanog sustava, koji bi trebao biti sposoban za uništenje do četiri cilja u roku od deset sekundi.

Nazvan "Buster", ovaj sustav koristit će projektili u obliku strelice bez bojeve glave, koji će cilj uništavati kinetičkom energijom nastalom u trenutku udara projektila o tank.

Da bi se ostvarili napadaji na više ciljeva i u kratkom vremenskom roku, bit će ugrađen kompjuterizirani računarski sustav koji će omogućiti operatoru da označi četiri cilja a zatim ispaljiti četiri projektila u intervalima od 2,5 sekunde.

Studija "Bustera" pokrenuta je prije pet godina, da bi se zadovoljili zahtjevi švedske vojske za ovakvom vrstom oružja. Ukoliko švedsko ministarstvo prihvati ovaj projekt, novi oružani sustav trebao bi ući u naoružanje oko 2010. godine.

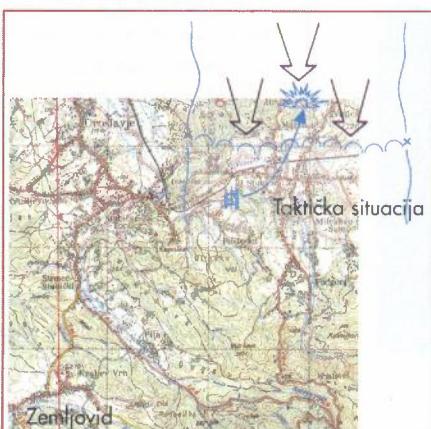
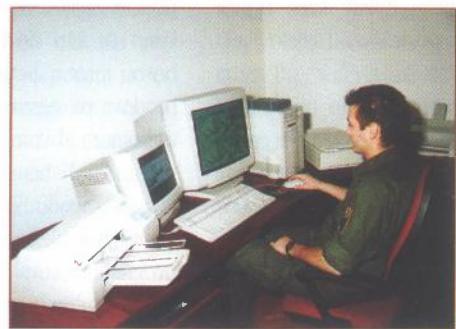
Prema objavljenim podatcima, ovaj sustav bi trebao ispaljivati projektili dužine 1,5 metara, izrađene od ojačanog čelika, ispaljene velikom brzinom iz kontejnera koji će biti postavljen na gornji dio oklopнog vozila.

Za postizanje potrebne brzine svaki projektil bi bio opremljen raketnim motorom na čvrsto gorivo, koji će se odbaciti nakon prestanka rada, a projektil bi dalje nastavio let balističkom putanjom do dometa od 4000 m. Terminalna brzina projektila bila bi 2200 m/sec (za usporedbu, tipična brzina zrna ispaljenog iz tankovskog topa danas je samo 1760 m/sec).

Projektil će bit laserski vođen, a aerodinamička kontrola u letu trebala bi biti osigurana "sičušnim aerodinamičkim deflektorima", no posebne pojedinosti o sustavu kontrole leta nisu objavljene.



GT6500

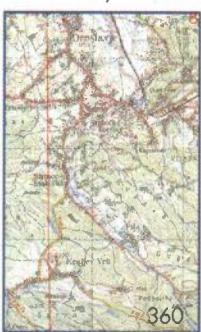
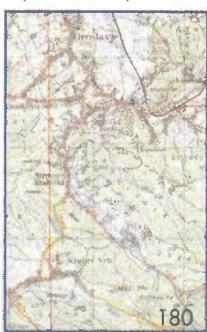


Integracija zemljovida
digitaliziranog na
scanneru EPSON GT-
6500, njegova inte-
gracija sa zamišljenom
"taktičkom" situacijom i
ispis na Ink Jet pisaču
EPSON Stylus COLOR u
rezoluciji 720 dpi



EPSON Stylus COLOR

Ispisani zemljovid Ink Jet pisaču EPSON Stylus COLOR u tri rezolucije



Zapovijed za izvršavanje
borbene zadaće

EPSON Stylus COLOR

- nova kakvoća dokumenata

Na bojišnici... Prva zadaća koju smo mu namijenili bila je ispis zemljovida digitaliziranog na scaneru EPSON GT-6500. Već i ispis razlučivosti 180 dpi dao nam je odličnu podlogu sa svim detaljima (u boji) na kojoj smo mogli crtati zamišljenu "taktičku" situaciju. Pri tome je originalni zemljovid ostao netaknut. Kako nam se prva shema nije svidjela načinili smo novi ispis istog zemljovida pohranjenog u računalu i započeli drugu "taktičku" igru.

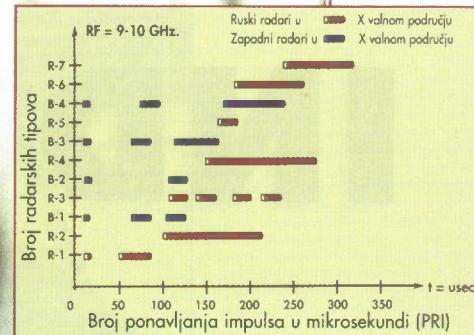
Odmah smo se složili da bi malog Stylusa trebalo korisnije uporabiti. Svaki zapovjednik desetine ili voda na pripremi za akciju ili "briefingu" trebao bi imati sličnu podlogu pripremljenu u zapovjednom stožeru na kojoj bi bili svi podatci potrebni za obavljanje zadaće. Na taj isti dokument (zapovijed) bi mogao zapisivati i sve dodatne podatke prikupljene na samoj pripremi, ili tijekom akcije, a po povratku bi se isti dokument koristio u raščlambi akcije i ažuriranju slike svekolike taktičke situacije u stožeru, te nakon toga pohraniti u arhivu postrojbe.

U samom stožernom računalu ili na CD diskovima mogle bi se pohraniti digitalizirani zemljovidi područja na kojem će postrojba djelovati, gotove biblioteke taktičkih simbola olakšale bi izradbu shema taktičkih zadaća na takvoj računalskoj podlozi, mogle bi se primjenjivati orientacijske mreže različite gustoće i načina označavanja, a rezultat procesa pripreme akcije bile bi kratke i jasne zapovijedi s kombinacijom grafike (shema taktičke situacije na području djelovanja, slika cilja ili pojedinih objekata) i teksta (razgovornik, razni podsjetnici, vremena, itd...). Time bi se izbjegla potreba da svaki zapovjednik na vlastiti zemljovid precrtava shemu akcije i u svoju radnu bilježnicu zapisuje ostale podatke. Takav bi se dokument, koji ne bi bio veći od jednog ili dva lista A4 formata, u slučaju opasnosti da padne protivniku u ruke, mogao lakše uništiti, u njemu se, nadalje, bez ikakvih poteškoća može integrirati i najnovija slika u boji situacije u području djelovanja, snimljena npr. iz bespilotne izvidničke letjelice, kombinirana s tekstualnim objašnjenjima, oznakama, itd...

I u pozadini. Kad u stožeru već imamo pisač EPSON Stylus COLOR, možemo ga uporabiti i u druge namjene. Na prije spomenutim pripremama za akciju nije potrebno koristiti veliki zemljovid na kojem će zapovjednik objašnjavati tijek akcije. EPSON Stylus COLOR daje ispis iste kakvoće i na transparentnu foliju, tako da je potreban samo grafoскоп i odgovarajuća zamračena prostorija. Ispis na transparent foliju može se koristiti i u učilištima, prigodom izobrazbe, jer se priprema nastave ionako sve više obavlja na računalima (čuvanje minutog rada, lakše i brže modifikacije, snažna grafička potpora...), a od informacija pohranjenih u računalu do ispisa u boji visoke kakvoće samo je jedan korak, EPSON Stylus COLOR! Nadalje, kao što je grafički izgled izvješća i ostalih pisanih dokumenata ogledalo tvrtke koja ih izdaje, tako je i izgled izvješća ogledalo svakog časnika i njegove postrojbe. Danas je nemoguće zamisliti učinkovito vođenje različitih evidencija i planiranje, npr. logističkih potreba bez uporabe računala. Ono omogućuje stalno praćenje i ažuriranje stanja, brzo pretvaranje numeričkih (brojčanih) podataka iz različitih tablica u crtani oblik (grafikone). Svi podatci mogu se prezentirati znakovljem i crtama različite debljine i u različitim bojama čime se važne informacije čine uočljivijima. Ako takva mogućnost već postoji na računalu, nema razloga zbog čega se i na ispisu ne bi primijenio isti postupak, kad već imamo pisač EPSON Stylus COLOR.

Dakle, iako EPSON Stylus COLOR pisač nije od onih čvrstih vojnika koji su potrebni na prvoj crti bojišnice, sada kad smo se uvjerili u njegove mogućnosti i značajke skanera EPSON GT-6500, njihova "demobilizacija" čini se, više ne dolazi u obzir.

Josip Pajk



Postovna i druga izvješća-grafovi i tablice

Nedavno nam je, zahvaljujući tvrtki RECRO, omogućeno korištenje Ink Jet pisača EPSON Stylus COLOR nenađmašne razlučivosti od 720 dpi (dots per inch), tj. 720x720 točkica po kvadratnom inču (1 inch=2,54 cm). Ispis skaniranog dijela zemljovida A4 formata s kompletnom obradbom traje manje od 10 minuta, a za brži ispis može se odabrati i manja razlučivost od 360 ili 180 dpi na običnom papiru



Hrvatska vojna INDUSTRIJA

(II. dio)

Hrvatska vojna proizvodnja spremno očekuje nove izazove koji će u najvećoj mjeri zavisiti od čimbenika koje nameće okruženje. Hrvatska je demokracija dokazala da zna razborito procijeniti delikatnost vrlo skupog zahvata jačanja vojne industrije i naći optimalan smjer budućeg razvoja

Milovan BUCHBERGER

Usferi specijalnih vozila za vojne potrebe, osim finalizacije tankova M-84A, proizvodnje vojnih vozila u Republici Hrvatskoj nije bilo. U početku rata, zbog zaštite ljudstva od pješačkog oružja, prisustvilo se najnužnijem oklapjanju teretnih vozila privrednih organizacija. Prva takva vozila isporučena HV u srpnju 1991. godine, osim zaštite ljudstva od lakog streljiva, nisu ni pri-

*Nositelj bojnog
djelovanja, TANK M-84*



Prvi razvojni projekt oklopnjaka jake paljbe moći. Samovozni minobacač SOMB 120 mm, dokazan u operaciji "Maslenica", siječanj 1993. godine





Inačica terenskog vozila Torpedo
130 T-7 4x4 WINTER

bližno pružala kakvoću bojnih vozila. Prevelika masa višeslojnog oklopa omogućavala je korištenje vozila samo na dobrim putovima.

U početku listopada 1991. godine, na temelju zahtjeva pokretljivosti Hrvatske vojske, jačanja zaštite ljudstva i povećanja paljbe moći sustava naoružanja, postavljala se koncepcija ratne proizvodnje specijalnih vozila. Začinju prvi projekti razvoja specijalnih vozila za vojne potrebe na razini proizvođača i bliskih institucija motorne industrije. Time su prvi put u Republici Hrvatskoj postavljeni polazni taktičko-tehnički zahtjevi razvoja i proizvodnje bojnih vozila. Ključni čimbenik je bilo vrijeme razvoja, odnosno kako ga svesti na najmanju mjeru. U početku 1992. godine izlazi maloserijska proizvodnja terenskih vozila kao logistički temelj stvaranja oklopnih vozila na kotačima. Slijede modeli i prototipovi lakih oklopnih vozila za razne inačice. Dokazana je postavljena hipoteza, da postojeća proizvodnja dijelova, sklopova i agregata motornih vozila, može rezultirati finalizacijom vozila u cijelini a pri tome zadovoljiti i kriterij gospodarske opravdanosti.

Nulta serija terenskih vozila "Torpedo 130 T-7 4x4" proizvedena je u ožujku 1992. godine, s

domaćim motorom 130 KS. Značajan je domaći udio u cijeni vozila većo od 60 posto, s tendencijom daljnog rasta. U praksi su vozila pokazala zavidnu kakvoću. Svako vozilo prije isporuke prolazi svekolika poligonska ispitivanja i test-put od 200 km.

Studija izvodljivosti terenskog vozila obuhvatila je proračun mogućnosti vuče vozila na računalu korištenjem znanja vrhunskih stručnjaka. Komparativna raščlamba pokazala je da terensko vozilo "Torpedo 130 T-7 4x4" u svemu nadmašuje bazno vozilo. Prema tim podatcima vozilo se svrstava u skupinu taktičkih terenskih vozila s visokom specifičnom snagom 16 kW/t i respektabilnim dinamičkim

čimbenikom 0.91 pri svladavanju najvećih prirodnih i umjetnih prepreka. Razdaljinu od 400 metara potpuno opterećeno vozilo prelazi za 28 sekundi, što mu daje iznimnu život na bojišnici. Za to svojstvo zaslužan je snažan Dieselov zrakom hlađen motor s prednabijanjem BF6L 912S također domaće proizvodnje, koji u odnosu na prijašnji posjeduje 20 posto veću

snagu. Ugradnja ovakvog motora ima opravdanje, ne samo za vuču topništva nego i pri svladavanju teško prohodnog terena. Uredaj za središnje prilagodavanje tlaka zraka u pneumaticima, omogućuje vozaču smanjenje tlaka zraka do 0,7 bara u tijeku vožnje. U uvjetima kretanja po slabonosivoj podlozi dolazi do povećanja otpora kotrljanja pa je potrebna doknadna vučna sila koju motor sa sigurnošću proizvodi. Značajno je istaći da su izvedena tehnička poboljšanja baznog vozila T-110, i da se na pogonskom dijelu uskoro očekuju još bolja rješenja prijenosa snage. Inačica terenskog vozila "130 T-7 4x4 WINTER", sa specijalnim uredajem za odmrzavanje

**LOV IZV, 4x4,
lako oklopno vozilo-
"izvidničko"**





**LOV RAK 24/128, 4x4,
lako oklopno vozilo
"višecijevni lanser raketa
128 mm" tijekom
paljbenog djelovanja**

dizel goriva na niskim temperaturama, uz dodatni branik za kretanje po neraskrćenim terenima. Jača mačica vozila "151 T-10 4x4 DEFENDER", u kooperaciji sa svjetskim proizvođačem s motorom od 150 KS, osigurava veću nosivost i vuču topništva na terenu, permanentni pogon na sve kotače te u punom smislu zadovoljava - NATO standard.

Proizvodnja lakočeg oklopног vozila (LOV TORPEDO 4x4) započela je potkraj 1992. godine nakon detaljnog ispitivanja dva prototipa. Nakon toga slijedi serijska proizvodnja brojnih inačica:

- LOV APC 4x4, lako oklopno vozilo "transporter",
- LOV IZV, 4x4, lako oklopno vozilo "izvidničko",

- LOV Z, 4x4, lako oklopno vozilo "zapovjedno",

- LOV ABK, 4x4, lako oklopno vozilo "nuklearno, biološko, kemijsko",

- LOV ED, 4x4, lako oklopno vozilo "elektronsko djelovanje",

- LOV RAK 24/128, 4x4, lako oklopno vozilo "višecijevni lanser raketa 128 mm".

Praćenjem izvješća o inačicama LOV 4x4 na terenu, može se zaključiti da su vozila dobro primljena. Bojna vozila tipa LOV 4x4 su originalne domaće konstrukcije, radena uzorom na strana suvremena laka bojna vozila, nosivosti dvije tone. Po ključnim cijelinama: motor, transmisiјa i kotači, LOV 4x4 je unificiran s taktičkim terenskim vozilom "130 T-7 4x4", što je logistički vrlo značajno. Troškovi proizvodnje baznog vozila LOV 4x4 su nekoliko puta manji od troškova baznog vozila stranih zapadnih proizvođača, što govori o isplativosti domaće proizvodnje. Nastavkom projektiranja ostalih inačica za upravljanje paljborom topničke bitnice i izvidničke platforme, određeni su smjerovi daljnje proizvodnje.

LOV 4x4 razvijen je po zahtjevima Hrvatske vojske, primarno kao vozilo opće potpore, zatim kao nositelj bojnih sustava i specijalne opreme. Originalni dizajn niske siluete, velike pokretljivosti, nudi prevoženje posade 2+8(10), vuču



**Kratkovalna
radio-postaja RU-20**

topništva, izviđanje, zapovijedanje, upravljanje paljbom, logističku opskrbu i bojno djelovanje. Korisni unutarnji prostor LOV APC 4x4 je iznimno prostran za ovu klasu oklopnika, iznosi 6 m³. Sa četiri vrata /vozač, suvozač, posada/, daje brz ulaz i izlaz vojnika, čime se ne može mjeriti ni jedno slično vozilo. Velika specifična snaga 17 kW/t, daje živost vozilu u autonomiju vožnje od 700 km. Uredajem za reguliranje tlaka zraka u gumama ispod jednog bara, osigurava se prohodnost na svim terenima. LOV pruža posadi standardnu NATO zaštitu od streljačkog oružja 7.62 x51 mm API. Udaru paljbenu moć ima inačica LOV RAK 24/128 mm 4x4, raketnog dometa do 15 km. Standardno naoružanje je PZS Browning 12.7 mm, a standardna telekomunikacijska oprema uključuje KV uređaj i unutarnju vezu, te vitlo za samoizvlačenje. Postoje inačice LOV-a s jačim motorom i sigurnosnim gumama "run flat" tj. vožnjom do 50 km u slučaju oštećenja.

Tankovi tipa **M84A**, se proizvode korištenjem instalirane tehnologije uz napore povećanja udjela domaće proizvodnje. Značajnim smatramo podizanje udjela Republike Hrvatske s bivših 20 posto na današnjih 40 posto, do čega se došlo kroz mukotrpan put razvoja.

Troškovi domaće proizvodnje tankova pri tome su više puta manji od troškova proizvodnje tankova zapadnih zemalja.

Najvažnije tehničke značajke tanka M-84A su snažna paljbeni moći najvećeg kalibra topa u svijetu (s ispaljivanjem osam projektila u minuti), snažan pogonski motor, što daje izvanrednu pokretljivost i dinamičke značajke, te sustav komunikacije s frekvencijskim skakanjem.

Suvremenim sustavom za upravljanje paljbom tanka je pasivne nove generacije, radi po načelu "pronadi i uništi cilj u svim vremenskim uvjetima" i pod okriljem mraka. Osim dnevног и ноћног kanala ima dopunski termovizijski kanal, koji omogućava daljinu otkrivanja ciljeva i gađanja do 6000 m. Vjerotajnost uništenja prvim projektilom neprijateljskog tanka u pokretu iznosi 96 posto. Prosječno vrijeme potrebno za uništenje uočenog cilja kraće je od deset sekundi. Fascinira podatak o mogućnosti uništenja dva neprijateljska tanka unutar 15 sekundi.

Povećanje snage 12-cilindričnog motora sa 780 KS na 1000 KS, plod je domaćeg originalnog rješenja. Ovakav zahvat, pokazao se uspješnim kroz provjeravanja na ispitnom stolu i u praksi, a rezultira solidnom specifičnom



Kratkovalna radio-postaja TRC-20H s frekvencijskim skakanjem

snagom tanka od 17,5 kW/t. Nova domaća kupola zavarene izvedbe, slično zapadnim kupolama tanka, lako prima reaktivni oklop. Tank tipa M-84A posjeduje odlike sувremenог tanka po pokazateljima pokretljivosti, paljbeni moći i zaštite. Stvaranje obitelji tankova na bazi tanka M-84A, uključuje i podižeće oružne platforme u cilju uporabe protiv oklopnih ciljeva na zemlji različitog reljefa.

Za proizvodnju tanka značajni su bili postojeći tehnološki resursi koji obuhvaćaju stručnjake, institucije, specijalne alate, tehnologiju izrade oklopog tijela, integraciju sustava za upravljanje paljbom, montažu, logistiku, i drugo. Nedostajuća softificirana oprema, osigurava se kroz kooperativni odnos s tehnološki razvijenim i specijaliziranim tvrtkama i domaću integraciju sustava. Dakle,



Kratkovalna radio-postaja 100W



Punjač akumulatora PA-1750

finalizacija tanka u ovom slučaju znači vladanje cjelinom proizvoda, s dobrom razvojnom perspektivom. To je golem domaći kapital, što se naravno ne može alimentirati ni brzo ni jednostavno jer su potrebna znatna finansijska ulaganja.

Elektronička i telekomunikacijska sredstva

U početku domovinskog rata proizvodnja elektroničkih i telekomunikacijskih sredstava većinom nije bila smještena u Republici Hrvatskoj. I ono što smo imali, znajući sve podatke o proizvođačima, neprijatelj je pokušao uništiti. Brutalnim napadajem raketama, razoren je tvornica "ELTING" Nova Gradiška, proizvođač sredstava veze. Opljačkana je tvornica "RIZ" u Slunju u kojoj je bila instalirana najmodernija linija sa SMD tehnologijom, koja je esencijalan čimbenik proizvodnje sredstava veze.

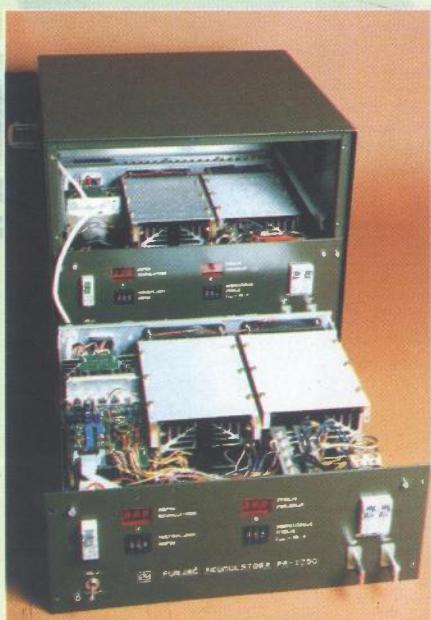
Od značajnijih sredstava veze bila je usvojena samo proizvodnja

prijenosne radio-postaje **RU-20** (2-30MHz, 20W), koja nije omogućavala zaštitu informacija pri prijenosu, pa je svaka informacija bila dostupna i neprijatelju. Nakon razvojnih npora, danas proizvodimo modernu radio-postaju s ugrađenim funkcijama za zaštitu od elektronskog djelovanja i prislушкиvanja (**TRC-20H**). Postaja se koristi kao prijenosna, ugrađena u vozilo ili na stacionarnom objektu. Razvijena je i proizvodnja uredaja većih snaga (do 100W) istih osobina.

Česte promjene crte bojišnice uzrokovale su velike potrebe za poljskim telefonskim kabelom, koji do početka rata nismo proizvodili. Razvijena je proizvodnja kvalitetnog kabela s kapacitetom koji u potpunosti zadovoljava ne male potrebe.

Zarobljeni tankovi i druga bojna vozila uglavnom su zatečeni s uništenim sustavima veze. U te su svrhe razvijeni i u velikim količinama proizvedeni interfonski sustav **UMR-1** i **kacigofoni**.

Na njivama i oranicama neprijatelj je posijao mnoštvo različitih mina koje je trebalo ukloniti. Tada nismo imali proizvodnju uredaja koji bi otkrivali svekolike mine. U početku su u tu svrhu korišteni tehnički zastarijeli detektori i pipalice. Zbog delikatnosti zadaća uklanjanja mina, ubrzo su razvijeni moderni detektori protupješačkih i protutankovskih mina (DM-1 i TVM-1), koji su se pokazali vrlo djelotvornim. Detektori



su u stanju otkriti protupješačke mine s malom količinom metalra (tipa PMA-2 i PMA-3) na dubini 5 cm ispod površine zemlje. Ukopane tankovske mine tipa TMA-4 s lakoćom se okrivaju na dubini do 15 cm, dok veće metalne predmete detektor razlučuje i na znatno većim dubinama.

Kad su akumulatori naših tankova i vozila "ostali bez struje", proizvođači su počeli proizvoditi razne vrste punjača. Danas je namjenski razvijeno više vrsta najmodernejih punjača za punjenje olovnih i Ni-Cd akumulatora univerzalne primjene. Za istaknuti je dvokanalni punjač **PA1750** s mogućnošću prilagođavanja napona u granicama 7 do 35 V i automatskom regulacijom struje 5 do 50 A uz točnost 0.3 A.

Za potrebe punjenja srebrocink akumulatora proizvodi se četrdeset-kanalni punjač **PA15010** u modularnoj izvedbi. Svaki modul tijekom punjenja nadzire se središnjim mikroprocesorom. Uredaj je suvremeno koncipiran i namijenjen za punjenje skupine akumulatora ukupnog maksimalnog napona punjenja do 150 V i uz automatsko prilagođavanje struje punjenja 0.5 do 10 A.

U uvjetima rata, bez prethodne proizvodnje, nije bilo lako razviti temeljne uredaje u koje svrstavamo poljsku induktorskiju telefonsku centralu. Sada Hrvatska vojska ima razvijenu modernu poljsku telefonsku centralu. Centrala je malih protežnosti, mikroprocesorski nadzirana i jednostavna za uporabu. Telefonska centrala **HITC-10** je namijenjena za posredovanje pri ostvarivanju veze između deset korisnika induktorskih telefona. Uredaj omogućuje ostvarivanje do pet istodobnih veza, s mogućnošću stvaranja cirkularnih veza.

Za potrebe HV usvojena je proizvodnja još jednog modernog uredaja-ručnog terminala za prijenos poruka. Uredaj je mikroprocesorski nadziran, a namijenjen je za brz prijenos negovornih poruka i podataka radio i telefonskim kanalom. Procesorski dio uredaja nadzire sve funkcije uredaja, pa i proces punjenja i pražnjenja ugrađenih akumulatora. Uredaj je kriptozaštićen, a predviđeno je da se zaporce unose utip-

kavanjem ili posebnim elektroničkim ključem s računalom.

U nametnutim uvjetima rata moralo se razmišljati i o razvoju elektroničkih uređaja za posebnu namjenu, koji su bitan čimbenik u obrani zemlje. Specifičnost je ovih uređaja, da se ni uz najveća ulaganja nisu mogli nabaviti iz inozemstva, te su nastali kao rezultat rada naših stručnjaka. Sada uporabljujemo više vrsta ovih uređaja najviše tehnološke razine.

Sredstva Hrvatske ratne mornarice

Tijekom ljeta 1991. godine počinje otvorena agresija na Republiku Hrvatsku, a snage tzv. JRM u to vrijeme raspolažu impresivnom vojnom silom od 10 raketnih čamaca, 14 torpednih čamaca, 4 velika ophodna brodova-razarača, 6 raketnih topovnjača, 15-ak ophodnih brodova, 8 minolovaca, 20-ak desantno-jurišnih čamaca, 5 velikih podmornica, 6 malih diverzantskih podmornica i oko 8000 ljudi.

No, naš narod nije prihvaćao diktate i počinju pripreme za suprotstavljanje silniku. U radionicama i garažama grade se, više ili manje uspješno, daljinski upravljivi eksplozivni čamci, daljinski vođena torpeda, protudiverzantske bombe, naoružavaju se ribarice i gliseri i još mnogo drugih "projekata" o kojima će jednoga dana možda netko opširnije i detaljnije pisati.

Ljeti 1991. pojačavaju se pritisci od strane tzv. SSNO na brodogradilište za žurnim završetkom novogradnje raketne topovnjače (danas ponos HRM "Kralj Petar Krešimir IV"). Kao odgovor na požurivanje gradnje odlučuje se da svi djelatnici u kolovozu idu na kolektivni godišnji odmor.

Sredinom rujna 1991. godine skupina časnika i građanskih osoba preuzima Brodarski institut u Zagrebu sa svekolikom opremom, dokumentacijom i najvećim dijelom stručnjaka, djelatnici "Velimir Škorpić" u Šibeniku zaposjedaju remonto brodogradilište čime 28 ratnih i pomoćnih brodova prelazi u ruke HRM.

Zimi 1991. godine na blokirane

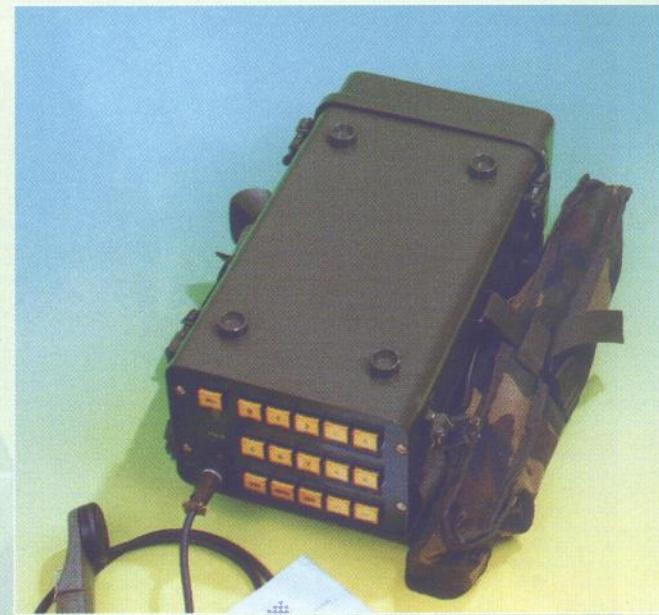
otoke Vis i Lastovo, zastarjelim diverzantskim ronilicama, dopremaju se veće količine oružja, postavljaju se morske mine u najugroženijim morskim prolazima, obalskim topništвom i pušćanim tromblonskim minama napadaju se brodovi JRM.

To je bila povijest, s puno dobre volje i s velikim žarom. Organiziranjem državnih struktura počela je realizacija suvremenih mornaričkih sredstava.

Završava se gradnja raketne topovnjače "Kralj Petar Krešimir IV." i svećano porinuće, uz nazočnost Vrhovnog zapovjednika OS RH, dr. Franje Tuđmana obavljeno 21. ožujka 1992. godine. Brod je ispitati i predan na uporabu HRM u lipnju 1992. godine.

RTOP-11 "Kralj Petar Krešimir IV." je najsvremeniji i bojno najubođitiji ratni brod na sjevernoj obali Jadrana. Sofisticiranim oružnim sustavima i naoružanjem velikoga dometa može se uspješno bojno suprotstaviti daleko većim protivničkim brodovima.

Ta raketna topovnjača ubraja se u vrstu brzih i lakih brodova. Velika brzina i pokretljivost, te snažno protubrodsko raketno i svenamjensko topničko naoružanje međusobno sјedinjeno sustavima motrenja i upravljanja paljbom daje mu mogućnost da zajedno s ostalim



Digitalna induktorska telefonska centrala
HITC-10

vrstama brodova i snagama obalske obrane i samostalno učinkovito raketno djeluje po protivničkim brodovima. Topnički pouzdano može djelovati po ciljevima u zraku, na malim i srednjim visinama, te po ciljevima na kopnu. Brzo polože mine, a zadaće izvršava i u složenim meteoroškim uvjetima.

Trup broda dužine 55 m je poludeplasmanske forme sa zrcalnom krmom i glatkom palubom. Izrađen je u lakoj konstrukciji, deplasmana 350 t, od čelika povišene čvrstoće. Pogon broda je troosovinski s tri brzohodna Dieselova motora lake konstrukcije što omogućuje brzinu 35 čv. Temeljno naoružanje sasto-

MOL u bojnom položaju





Lansiranje RBS-15 s
RTOP-11 u vožnji

ji se od pramčanog topa 57/1, D70 "BOFORS" i krmenog topa AK-630, te četiri lansirna postolja za rakete RBS-15, brod-brod.

Nadalje, "CETINA" je desantni brod minopolagač koji je zalaganjem djelatnika brodogradilišta sačuvan i potkraj 1992. godine izručen na uporabu. Brod je tipa zatvorene protočne brodice (trajekt) s ukrcano-iskrcajnom rampom na pramcu i krmi. Temeljna namjena broda je prevoženje naoružanja, bojne opreme i ljudstva u desantnim djelovanjima, te polaganje minskih zapreka. Drugi brod ovoga tipa "KRKA" predviđen je dodatno i za opskrbljivanje postrojbi i otoka pitkom vodom. Trup broda izведен je sa zrcalnom krmom, ravnom teretnom palubom i nadgradem smještenim u sredini broda dužine 50 m. Izgrađen je od čelika povišene čvrstoće, pokreću ga dva Dieselova motora i dva vijka prekretnih krila što osiguravaju brzinu 13 čv. Naoružanje broda sastoji se iz dva pramčana i jednog krmenog topa, te jednog lansirnog postolja za protuzrakoplovne raketne.

Raketna topovnjača "ŠIBENIK" gotovo je identičnih

bojnih mogućnosti kao "Kralj Petar Krešimir IV." s tim da umjesto tri Dieselova motora ima dva Dieselova motora i dvije plinske turbine za pogon. Značajno je naglasiti kako su na brodu domaći razvoj i domaća pamet ugradili sustav upravljanja raketnom paljbom "FOBOS" i sustav upravljanja i uvezivanje topova u sofisticirani radarski sutav "DEIMOS". Realizacija domaćeg sustava za upravljanje raketnom i topničkom paljbom je višestruko jeftinija od originalnih inozemnih sustava uz veće bojne mogućnosti.

"MOL"-mobilni obalski lanser je sustav švedskih protubrodske rakete RBS-15 ugrađen na teretno vozilo koje se brzo premješta i djeluje po neprijateljskim brodovima na daljinama većim od 100 km. Okupljanjem domaćih stručnjaka protubrodska raketa RBS-15, uspješno je modificirana i za pogodanje ciljeva na kopnu. Protubrodske rakete RBS-15 B su sofisticirani sustavi s višestrukim navođenjem, koji u 99 posto slučajeva sigurno pogadaju cilj i za koje, u ovom trenutku, ne postoji mogućnost ometanja.

Devedeset tonska diverzantska podmornica PC-23 namijenjena je za prijevoz diverzanata i polaganje

podmornice svih tipova.

Diverzantske ronilice R-1 i R-2M1 su sofisticirani objekti izgrađeni proteklih godina za diverzantska djelovanja s novorazvijenom malošumnom propulzijom čime je onemogućeno njihovo otkrivanje.

Ronilica R-1 je namijenjena za izvođenje završnog manevra klasičnog podvodnog diverzantskog napada. Koristi se minama priljepkama kao i za izravno djelovanje u sustavu protudiverzantske obrane luka i sidrišta. Ronilica ima radnu dubinu ronjenja 50 m, maksimalnu podvodnu brzinu 2,9 čv, uz akcioni polumjer plovjenja 16 nm.

Ronilica R-2M1 je identične namjene uz veći komfor za dva ronitelja i značajno povećanu autonomiju. Ronilica roni do 60 m, brzinom 6,5 čv, te ima polumjer djelovanja 40 nm.

Za protuminski brod možemo s pravom tvrditi da se svrstava u svjetska dostignuća, a rezultat je rada domaćih stručnjaka. Brod je višestruko jeftiniji od lovaca min-minolovaca u svijetu, a može izvršavati sve zadaće protuminskih brodova. Opremljen je kvalitetnim sustavom za poništavanje brodskog magnetizma domaće proizvodnje, malošumnom propulzijom, zaštitom



"CETINA" u vožnji

morskih mina. Značajno je napomenuti da je ova podmornica u vrlo kratkom roku, uz angažman domaćih stručnjaka, modificirana te danas spada u svjetski vrh. U podmornicu je ugrađen novorazvijeni upravljački sustav za podvodnu i površinsku vožnju. Republika Hrvatska se svrstava među 10-ak zemalja koje mogu i znaju graditi

od podvodnih eksplozija, preciznim sustavima za podvodno i nadvodno pozicioniranje i što je najbitnije, najsvremenijim sustavima za otkrivanje i uništavanje morskih mina.

Mornarička mina MNS-M90 predstavlja najsvremenije rješenje, a za razliku od starijih tipova, mnogo je razornija. Uredaji i sustavi koji upravljaju radom imaju višegodišnju



autonomiju i najvišu pouzdanost. Mina se može polagati na dubinama 50 do 400 m, te sadrži golemu masu eksplozivnog punjenja od 250 kg, teško se otkriva i još teže uništava.

Zaglavak

Razvojni put mlade Hrvatske vojne industrije bilježi uspješan početak. Rezultat i iskustvo razdoblja koje jeiza nas predstavlja solidan temelj a postignuto se u najkraćim crtama može zaokružiti sljedećim:

- Razvoj i proizvodnja namjenskih sredstava slijedila je logičan tijek od jednostavnijih k složenim a daljnji se razvoj usmjerava k standardu NATO.

- Sredstva su razvijena u dvostruko kraćem vremenu od ubičajenog.

- Stručna i tehnološka opremljenost i kakvoća proizvoda u minimalnom je roku, korištenjem znanstvenog i gospodarskog potencijala dostigla zavidnu razinu.

- Proizvodnja je konceptualno

postavljena disperzijom kapaciteta.

- Cijene proizvedenih sredstava na razini su svjetskih.

- Broj incidentnih situacija u proizvodnji je minimalan.

Hrvatska vojna proizvodnja spremno očekuje nove izazove koji će u najvećoj mjeri zavisiti od čimbenika koje nameće okruženje. Hrvatska je demokracija dokazala da zna razborito procijeniti delikatnost vrlo skupog zahvata jačanja vojne industrije i naći optimalan smjer budućeg razvoja.

Na svečanom Mimohodu prikazane su i mornaričke mine MNS-90 koje se nalaze u naoružanju postrojbi HRM

Diverzantska ronilica R-2M-1





Leopard 2A5 "lovac-ubojica", na temelju kombinacije sustava motrenja i određivanja cilja topnika i zapovjednika, zajedno s novim oklopom koji može izdržati višestruke pogotke

Dinko MIKULIĆ

Leopard 2 počeo se proizvoditi 1979. godine, devet godina nakon zaključenja višenacionalnog programa *Tankovi za sedamdesete godine*, a na samom početku njemačkog nacionalnog programa koji je pokrivaо proizvodnju 17 prototipova vozila, te nakon odluke da se pridiše dalnjem usavršavanju **Leopard 2 AV**, koja je donešena 1975. godine. Prva serija od 380 komada primila je njemačka kopnena vojska, a do 1981. godine proizvedeno je 445 komada **Leopard 2A1** za potrebe nizozemske vojske. S manjim usavršavanjima proizvodnja je nastavljena preko *Seriјe 4* (1984.) **Leopard 2A4**, s modificiranim sustavima ispuha i kočenja, ugradnjom SEM 80/90 opreme za vezu, do *Seriјe 5* (1985.). Leopard 2A4 s digitalnim sustavom upravljanja paljbom. Godina 1985. također je značajna jer je te godine Švicarska prihvatiла Leopard 2 tankove, odnosno isporučena su prva dva tanka od ukupne narudžbe od 380 komada.

Do kraja 1994. godine ukupno je proizvedeno 2120 komada Leopard 2 tankova za Njemačku (uključujući i 160 komada iz prve proizvodne serije, iznajmljenih Švedskoj), 445 komada za nizozemsку (što je smanjeno na 330 tijekom reorganizacije vojske u Nizozemskoj), i 380 za Švicarsku (s oznakom **Pz 87**). Uz to, Švedska je naručila 120 komada novih tankova (oznake **Strv-122**), od kojih će prvi biti isporučeni 1996. godine, a planira se isporuka daljnjih 90 tankova,

dok Španjolska razmišlja o kupovini 390 tankova nove konstrukcije.

Trenutačno njemački planovi predviđaju program poboljšanja kroz osuvremenjivanja u tri faze, kojim bi se održala i podigla borbena sposobnost Leopard 2 standardnih tankova, od kojih se neki koriste već čitavih 15 godina. Glavni ciljevi proizvodnje i razvoja sveukupnog programa osuvremenjivanja opisani su u ovom članku, a ključni demonstracijski elementi prikazani su na slikama. Krenulo se modelima i ispitivanjima na razini postrojbi, zatim s programom usavršavanja kroz tri faze:

- **I. faza:** razvoj streljiva visoke kinetičke energije, LKE I, LKE II,
- **II. faza:** suvremena inačica Leopard 2A5,
- **III. faza:** razvoj budućeg tanka, topa 140 mm, IFIS sustava, 2 člana posade.

Ugovor između **BWB** (Njemački državni ured za nabavu) i glavnog proizvođača tvrtke **Krauss Maffei**, gledje podizanja 225 standardnih tankova Leopard 2 na moderniziranu inačicu Leopard 2 A5 (radna oznaka za Fazu 2) u razdoblju 1995.-1999., potpisani je potkraj 1993. godine, te s nizozemskom za prvi 180 komada. Usavršavanja kod njemačkih i nizozemskih tankova održavaju i najnovije promjene u europskoj sigurnosnoj situaciji, kao i postupno smanjenje broja oklopnih vozila u skladu s ograničenjima CFE dogovora. Svraha je osigurati manji broj tankova koji će se koristiti i usavršavati, i da bude na takvoj tehnolo-



Trenutačno se planira da u suradnju uđu nizozemske tvrtke **RDM, DAF, SP, Delft i Philips**. Za sada vrijednost programa iznosi nekih 340 milijuna DEM za njemačku vojsku (uključujući i doknadne dijelove), odnosno 367 milijuna DEM za nizozemsku vojsku, uključujući dokumentaciju, temeljne popravke, te dovodenje svih tankova na temeljnu konfiguraciju koja je uskladiva s "A5" pro-

-Proizvodnja i razvoj inačice Leopard 2A5-

Jedan od najboljih tankova u novoj generaciji europskih konstrukcija glavnih tankova je njemački standardni tank Leopard 2. Ovaj tank koriste njemačka, nizozemska i švicarska vojska, naručen je za švedsku, a govori se i o narudžbi za španjolsku vojsku. Od početka korištenja, uloga i mogućnosti uporabe ovog tanka značajno su se proširili. Najnovija poboljšana inačica je Leopard 2A5, koju provodi tvrtka Kraus Maffei, omogućit će ovom tanku obavljanje bojne zadaće 24 sata na dan. Buduća koncepcija tankova Leopard ide prema povećanju paljebene moći i oklopne zaštite, sustava vetrovike i manjem broju članova posade

LEOPARD 2 TANKOVI

loškoj razini da se mogu boriti 24 sata na dan po svim vremenskim uvjetima i koji će pružiti zaštitu od višestrukih pogodaka sadašnjeg i budućeg protutankovskog streljiva ruske proizvodnje kalibra 125 mm.

Program partnerstva - A5 poboljšanja

Planiranu modernizaciju standardnog Leopard 2 tanka i njegovo podizanje na poboljšanu "A5" konfiguraciju, trebala bi se odvijati kroz zajedničko djelovanje njemačke i nizozemske strane. Početni plan pokriva 225 njemačkih vozila koja će se modernizirati u razdoblju od kolovoza 1995. do 1998.(9). Prvi od 180 nizozemskih tankova ući će u program, koji bi se trebao završiti godine 2000. Predviđen je i rad na dalnjih 150 nizozemskih tankova, ovisno o uspješnom završetku prve faze. Odluka nizozemske vlade o nastavku rada na programu ovisit će, bar djelomice, o stupnju industrijske suradnje tijekom rada na prvih 180 tankova.

gramom modernizacije. Program je službeno započet 1988. godine, a ugovor za razvoj sklopa opcija potpisani je 1989. godine. Do 1992. izrađena su dva prototipa tanka, a do tada je ustanovljena i temeljna "A5" konfiguracija, zasnovana na ravnoteži između cijena i zahtjeva njemačke, nizozemske i švicarske vojske. Održan je sastanak tri potencijalna kupca u BWB Akademiji u Manheimu i na njemu je dogovoren tzv. "Manbeimska konfiguracija" za usavršeni Leopard 2A5 tank. U konačnom obliku, program uključuje potpunu "A5" konfiguraciju, kao i neobvezne mogućnosti koje pojedine nacije mogu odabrati ili odbiti. Na primjer, nizozemski tankovi neće imati ista poboljšanja navigacijskog uređaja kao njemački.

Nakon dogovora u Manheimu dva su prototipa vozila prošla kroz niz ispitivanja sve do kraja 1992. godine. Jedan od prototipova su ispitivali i Švedani, u sklopu svog programa nabave tankova. Zanimljivo je napomenuti da je konfiguracija Leopard 2A5 koju su odabrali Švedani drukčija i od njemačke i od nizozemske inačice, te uključuje



Na slici je prikazan ELOP Modul za toploinsku sliku (TIM), koji čini srce novoprivraćenog zapovjednikovog toploinskog vizora i sposobnosti vođenja borbe noću

dodatni oklop (zajedno s oklopom za krov kupole) na temelju samostalnih švedskih dostignuća, te posebni sustav za upravljanje i nadzor tankom (prvi "real system" te vrste za oklopna vozila), kao i posebnu zaštitu podvozja tanka. No, švedski Strv-122 tank neće imati GPS sustav određivanja položaja, jer su Sjedinjene Američke Države odlučile ne uključiti Švedsku kao saveznika ili partnera za korištenje vojnog GPS sustava. Ugovor o najnovijim usavršavanjima tanka za njemačku vojsku formalno je potpisani potkraj 1993. godine, a za nizozemska vozila u ožujku 1993. godine. Ugovorima je omogućeno i uključivanje modernizacije švicarskih tankova u budućnosti, kako to finansijske mogućnosti budu dopuštale.

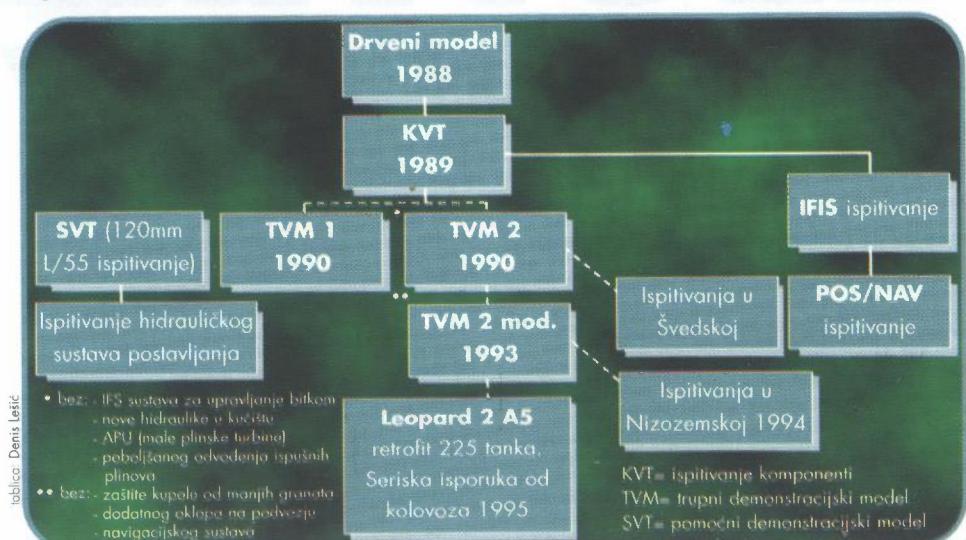
Njemački "mix" A5 i budući razvoj

Njemački tank koji će izići iz ovog programa usavršavanja bit će čudna mješavina "najboljih inačica" Leopard 2 platformi. Sva vozila, počevši od podvozja i kupole br. 97, proizvodne Serije 6, preko proizvodne Serije 7, do proizvodne Serije 8 (ukupno 225 tanka) doći će u radionice njemačke kopnene vojske u Darmstadtu. Svi ti tankovi već imaju poboljšani oklop podvozja, a on je osnova za "A5" konfiguraciju tanka. Kupole će se zamjeniti koplama iz ranijih proizvodnih serija, očišćenim

Prvi osuvremenjeni tankovi trebali bi se vratiti u postrojbe ovog ljeta, a sve isporuke trebale bi biti završene do kraja 1998. godine. Ovi 225 tankova će u skupinama od 1 do 4 proći kroz potpuni remontni postupak prije osuvremenjivanja. Osuvremenjeni tankovi će se raspodijeliti u četiri bojne njemačke snaga za brze intervencije (KRK-Kräfte). Trinaest tankova koristit će se u vojnim učilištima. Prvotno je bilo zamišljeno da se njemački **Leopard 1** tankovi zamijene potpuno novim tankom, pod nazivom **Panzerkampfwagen 2000**. No, s promjenom političkih prilika u Europi, taj je projekt odbačen. Stoga će Leopard 2 tank ostati najvažniji oružani sustav Bundesherovih oklopnih postrojbi i tijekom jednog dijela idućeg stoljeća. To će značiti da Faza 3 osuvremenjivanja treba biti još opširnija, da bi se Leopard 2 tank prilagodio predviđenim scenarijima budućih opasnosti i sukoba. Središnja točka tih mjera poboljšanja bit će ugradnje topa glatkog cijevi, kalibra 140 mm, s automatskim uredajem za punjenje. Drugi element biti će STN Atlas Elektronik **IFIS** (Integrierte Führungs - und Informationssystem) sustav upravljanja bitkom (IDR 3/95). To je sredstvo kojim će se olakšati zapovijedanje vozilom i upravljanje paljicom. Paket također uključuje široka poboljšanja glede zaštite, pa time i sigurnosti vozila.

Ove mjere Faze 3 uvjetovat će razvoj tenka za dva člana posade. Ustanovljeno je da najviše prednosti ima rješenje po kojem se zajedno stavljuju zapovjednikova i topnikova radna posata. (Zapovjednik i topnik sjede jedan iza drugoga s jedne strane glavnog topa.) To znači da odjeljak za posadu može biti mnogo manji i bolje zaštićen

Pregled demonstracijskih modela za program osuvremenjivanja



od svih nepotrebnih dodataka i pripremljenim za usavršavanje do nove konfiguracije. Na taj naizgled zamršen način njemačka vojska planira proizvesti "najbolju inačicu" konfiguracija za sve Leopard 2 tankove. Zadržava se pri tome razina pokretljivosti tankova od 18 kW/t (Dieselov motor MTU MB 873, 1100 kW, 12 cilindara, transmisija Renk HSWL-354), razina prohodnosti 0.5 m klirensa i 0,93 bara površinskog pritiska tla, te top 120 mm Rheinmetall s ručnim punjenjem topa.

sredstvima suvremene tehnologije, bez značajnijeg povećanja ukupne mase tanka. Uvođenje većeg glavnog topa i mnogo veći prostor koji zauzima streljivo zahtijevaju da se povećaju ukupne protežnosti kupole. Ako se želi masa kupole ispod 20 tona, posada treba sjediti na nekom drugom mjestu. Dva člana posade sjede jedan do drugoga u prednjem dijelu tijela podvozja, a kupola kao takva nosi samo glavni top kalibra 140 mm i uredaj za automatsko punjenje topa. Zalihe streljiva u vozilu

nalaze se u dva spremnika u području košare kupole, sa svake strane glavnog topa. Posebna prednost ovog konstrukcijskog pristupa je uski profil prednjeg dijela kupole i relativno mala masa kupole. Ušteda u masi može se iskoristiti za poboljšanje zaštite posade u podvozju tanka. No, takav koncept zahtijeva velike preinake u konstrukciji, te primjenu novih tehnologija za osjetila i optičku elektroniku. Stoga se tako radikalni program još ne razmatra u okvirima programa osvremenjivanja, Faze 3.

Relevantne značajke "A5" poboljšanja

Operacijski zahtjevi kojima program usavršavanja Leopard 2A5 tanka treba udovoljiti pokrivaju tri osnovna područja: **zaštitu, sposobnost vođenja borbe noću, orientaciju, te dodatni razvoj streljiva.**

Zaštićenost

U početku modernizacije, plan je uključivao značajna poboljšanja balističke zaštite kupole i tijela podvozja (osim ostalog i prednjeg dijela tijela) u Fazi 2. Ta su poboljšanja ugrađena u dijelove koji su prošli ispitivanja, kao i u demonstracijske modele (TVM 1 i 2). No, te bi mjere povećale borbenu masu vozila na 62 tone. Imajući na umu očite nedostatke tako velike mase, gledje pokretljivosti, izvlačenja, prijelaza vodenih zapreka i infrastrukture (na primjer dizalice u zatvorenom prostoru), odlučeno je da se dopunska oklopna zaštita ograniči na kupolu (prednji i bočni dio). No, planirano ojačanje područja kupole kod odjeljka za posadu ipak je zadržano, kako bi se smanjila mogućnost "loma" na tom mjestu. Još jedna mjeru zaštite tanka je zamjena prvotnog elektrohidrauličkog sustava upravljanja topom potpuno električnim sustavom. Prednost je, osim sigurnosti, veća pouzdanost rada i uštede kod održavanja. Načinom rada i većom učinkovitošću električnog sustava smanjuje se i potrošnja energije.

Kao što je već spomenuto, oklopna zaštita podvozja "A5" konfiguracije vozila već je poboljšana. Uz dodatnu oklopnu zaštitu, njemačka kopnena vojska razmatrala je i veći broj drugih načina ojačanja oklopa.

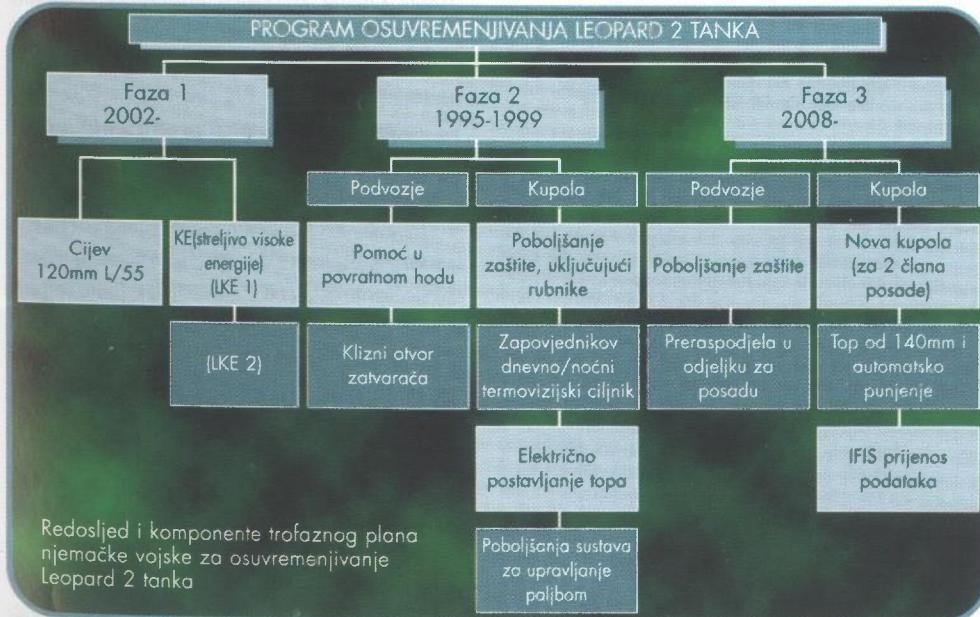
Uglavnom se razmišljalo o reaktivnom oklopu, no nakon širokih istraživanja ta je inačica odbačena, na temelju stava da kvalitativno pobolj-

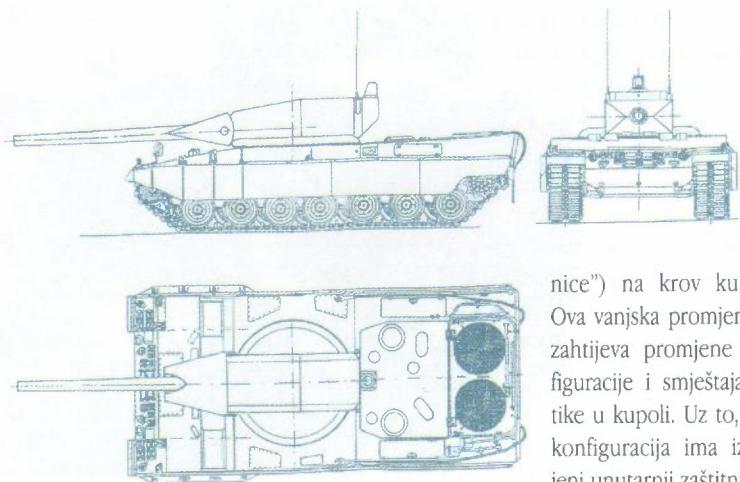
šanje zaštićenosti koje nude eksplozivne reaktivne ploče ne može držati korak s razvojem suvremenog streljiva, pa bi svaki dodatni oklop vrlo brzo zastario i postao neučinkovit. Uz to, pokazalo se da najnovija dostignuća na polju pasivnog oklopa pružaju značajno veće mogućnosti i bolji učinak.

I njemačka i nizozemska vojska pošle su putem razvoja pasivnog oklopa, koji će se sada primijeniti kod "A5" konfiguracije. Za razliku od prethodnih konstrukcija, ovdje se pojavio zanimljivi novi čimbenik gledje operacijskih zahtjeva na ovaj sustav oklopa. **U temelju, "A5" konfiguracija oklopa trebala bi pružiti zaštitu od višestrukih pogodaka usavršenog KE i CE streljiva, kalibra 125 mm.** Taj zahtjev govori nešto o ograničenjima ruskog razvoja na polju streljiva (danas i ubuduće), s jedne strane, odnosno o napretku ruskih sustava upravljanja paljbom i pronaalaženja ciljeva, s druge. **Novi oklop se postavlja oko kupole u jedanaest sekcija i kupola dobiva vrlo izražen "nos".** Dodatni oklop rezultirat će borbenom masom od 59,7 tona, a to se sasvim uklapa u sadašnje mogućnosti motora i prijenosa. Dodatna frontalna zaštita prednjeg luka kupole diktira premještaj topnikovog vizora (koji je dosad sličio na neku vrstu "puškar-



Demonstracijska inačica osvremenjenog Leopard 2 tanka, za sustav "Mannheimska konfiguracija" (TVM 2 mod.), za vrijeme ispitivanja u postrojbi u vojnoj školi u Munsteru. TVM 2 mod. je prvi put ispitivan tijekom 1993., a tank ima potpuno nezavisan toplinski vizor za zapovjednika





Crtež koncepta budućeg Leopard 2 tanka, kod kojeg dva člana posade sjede jedan uz drugoga u podvozju, a top kalibra 140 mm postavljen je na kupolu u kojoj nema posade

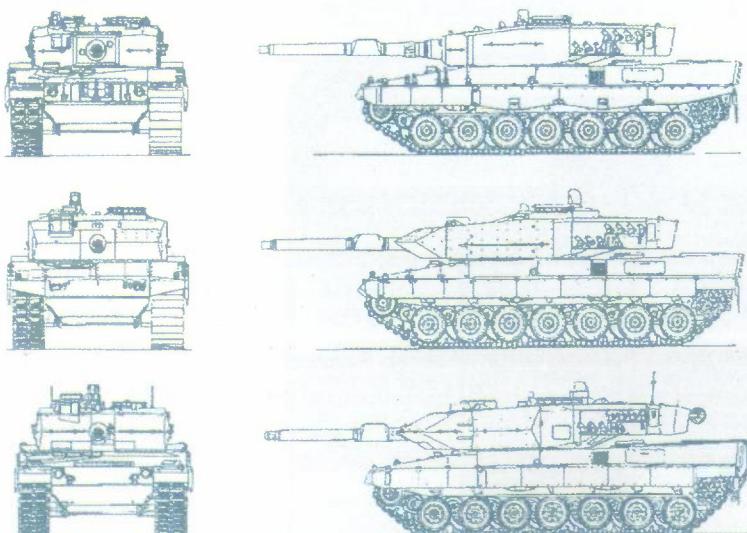
nice") na krov kupole. Ova vanjska promjena ne zahtijeva promjene konfiguracije i smještaja optike u kupoli. Uz to, "A5" konfiguracija ima izdvojeni unutarnji zaštitni sloj, koji treba pružiti zaštitu od dijelica koji se mogu odvojiti od sloja oklopnih ploča.

Sposobnost vođenja borbe noću

U Fazi 2, mogućnosti zapovijedanja i nadzora uglavnom se poboljšavaju dopunskim toplinskim vizorom, koji omogućava zapovjedniku da nadzire bojišnicu noću i pri uvjetima loše vidljivosti, neovisno o topniku i o položaju kupole. Za potrebe tog paketa poboljšanja, tzv. "Mannheim konfiguracija", izrađen je još jedan demonstracijski model (TVM 2 mod.) i provedena su opsežna ispitivanja.

Danas se ugradivanje ove sposobnosti tanka ne može smatrati mogućnošću već on je obvezan. Iskustva američkih oklopnih sredstava u sukobima za vrijeme operacije Pustinjska oluja jasno govore o važnosti vođenja borbe noću. Nesposobnost da se neometano bore noću svodi tankove na ciljeve neprijateljskog oružja tijekom noćnog dijela dana na bojišnici. Kod poboljšane verzije tanka Leopard 2A5, ovo poboljšanje se smatra ključnim za buduće operacijske mogućnosti vozila. U sadašnjoj konfiguraciji, samo ciljatelj-topnik ima toplinsku kameru koja je izravno integrirana u **EMES 15** vizor. Toplinska slika također se prezentira na zapovjednikovom **PERI R 17** panoramskom vizoru, no u

Fazni razvoj ispitivanja Leopard 2 tanka. Na slici su prikazani Leopard 2 tank iz serijske proizvodnje (na vrhu), TVM 1 i 2 (u sredini) i TVM 2 mod. (dolje)



praksi to znači da zapovjednik mora, ako želi vidjeti što se događa izvan vozila noću, zarotirati kupolu i gledati kroz prednji vizor topnika - a to je postupak koji može biti opasan. Da bi Leopard 2 u

potpunosti iskoristio svoje mogućnosti "lovca-ubojice", "A5" konfiguracija će imati nezavisni toplinski uredaj za stvaranje slike izraelske konstrukcije, koji će biti integriran u zapovjednikov panoramski vizor. Zapovjednik će tako moći koristiti svoj vizor noću, te dobiti pregled ciljeva i eventualnih opasnosti. Kad se cilj jednom uoči, zapovjednik ga može predati topniku okretanjem kupole, a topnik će prilagoditi vlastiti toplinski vizor da bi dobio cilj na ciljničkoj napravi, dok se zapovjednik vraća motrenju. Dok je na motrenju, zapovjednik zadržava mogućnost okretanja kupole u smjeru motrenja, odnosno u smjeru prednjeg dijela kućišta, kako bi imao određenu orientaciju u odnosu na zemljiste. Dodatno poboljšanje kupole su i potpuno električni sustavi upravljanja topom i pogonom kupole, što daje istu učinkovitost kao kod hidrauličkog sustava, ali uz značajno smanjenu potrošnju energije i smanjenu buku koja bi mogla otkriti tank neprijatelju. Na taj je način smanjena i potreba za održavanjem i povećana sigurnost.

Orijentacija

Kao prvi korak k poboljšanom usuglašavanju različitih rodova vojske, ova njemačka "A5" vozila bit će opremljena jedinicom za kopnenu navigaciju, koja će imati GPS sustav i inercijski navigacijski sustav, oba za bolje ustanovljavanje položaja vozila. To je jedno od prvih poboljšanja na području "vetronike", korak u dobrom smjeru prema uvođenju IFIS svekolikog vetroničkog paketa opreme. Potpuno prihvatanje IFIS sustava nije tako jednostavna stvar, jer treba udovoljiti posebnim zahtjevima glede cijene, tehnologije i načina djelovanja. Premda se na vetroniku još uvijek računa, planira se da će tek ograničeni broj vozila biti na taj način opremljen pri kraju ove sheme usavršavanja tankova. Do tog vremena trebala bi se rješiti pitanja vrste procesora i određivanja zapovjedne strukture vetroničke mreže koja će se ugraditi u konačni IFIS sustav. Na praktičnoj razini, naizgled malo poboljšanje vozačeve radne postaje (sustav kamere za pogled unatrag sa zaslonom pokraj vozačevog sjedala) značajno će poboljšati taktičku pokretljivost/orientaciju i mirnodobsku sigurnost.

Razvoj streljiva i produženje cijevi topa

U okviru Faze 1 osuvremenjivanja, razvijeno je streljivo povećane kinetičke energije (**LKE** - Leistungsgestelgerte Kinetische Energie), nominalno u dvije faze (**LKE I** i **LKE II**). Bolje se probijanje postiže korištenjem duljih penetratora i goriva veće energetske vrijednosti. Razvoj penetratora od volframa za LKE I streljivo bio je njemačko-francuski pothvat, no Francuska će proizvesti samo ograničene količine tog streljiva za **Leclerc** tank, pod oznakom **OFL 120 F1** (IDR 8/1992.), budući da se francuska vojska opredijelila za razvoj penetratora od osiromašenog urana kroz nacionalni program s oznakom **OFL 120 E2**. Njemačka vojska je devedesetih godina zaključila da ne pos-

toji potreba za novim KE streljivom, pa stoga neće kupovati LKE I streljivo, koje u Njemačkoj nosi oznaku **DM43**. Umjesto toga, tijekom 1995. godine treba početi razvoj LKE II streljiva, a očekuje se da će se to streljivo početi proizvoditi već 2000. godine.

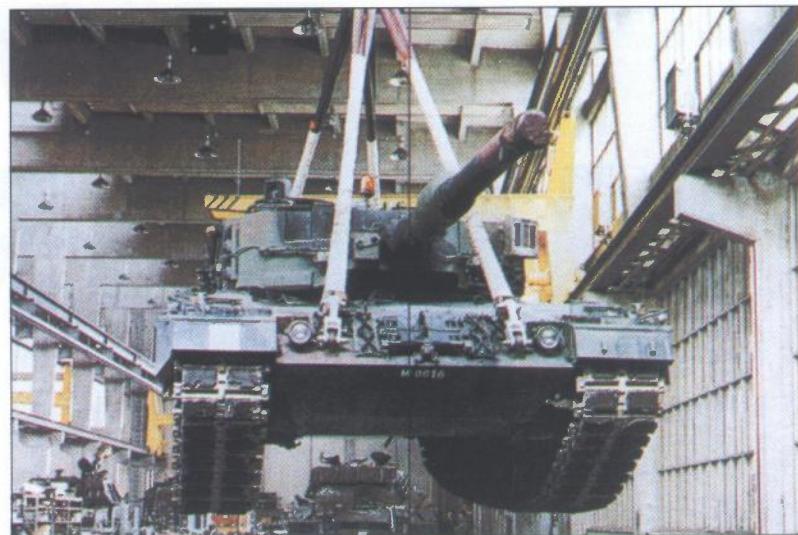
Uz novo streljivo razvija se i nova cijev za top glatkog kalibra 120 mm, proizvod tvrtke **Rheinmetall**. Cijev će biti 1300 mm dulja od današnje standardne verzije, kalbarska duljina će se na taj način povećati s L/44 na L/55. Dulja cijev omogućava da se energija poticajnog eksploziva iskoristi učinkovitije, a brzina na izlazu iz cijevi poveća za 5 posto. To će rezultirati većom snagom probijanja ili, ako se zadrži sadašnja razina probijanja, povećanim dometom učinkovitosti oružja. Dulja cijev počet će se koristiti usporedno s LKE II streljivom, potkraj stoljeća.

Zaglavak

Prva podvozja i kupole Leopard 2 tanka za njemačku vojsku nalaze se u tvrtki Krauss Maffei i pripremaju se za program usavršavanja. Trenutačno se planira izmjeniti pet do šest njemačkih tankova i tri nizozemska vozila mjesечно. Kad njemački ugovor bude gotov mjesечно će se mijenjati četiri do pet nizozemskih vozila. Švicarska vojska preuzela je pred samo dvije godine zadnje naručene Leopard 2 tankove (Panzer 87), pa vjerojatno neće ništa poduzimati na planu brze modernizacije. Očekuje se da će se švicarska vojska pridružiti programu negdje u listopadu 1996. godine, ovisno o raspoloživim finansijskim sredstvima, i uvjeta udjela proizvodnje svojih tvornica oružja u finalizaciji "A5" konfiguracije.

Ove će jeseni, u skladu s planom nabave Bundeswehra, oko 25 komada od 225 Leopard 2 Faze 2, osvremenjene inačice tanka, izići s proizvodne crte. Nizozemska vojska bit će drugi korisnik koji će osvremeniti svoje Leopard 2 tankove. Počevši od 1996. godine, ukupno će 330 nizozemskih tankova proći postupak osvremenjivanja i prelaska u Fazu 2, u dvije skupine (180+150). Preostalih 115 komada nizozemskih Leoparda 2 neće se mijenjati, jer ih nizozemska vlada namjerava prodati. Švedska, četvrti korisnik Leopard 2 tanka, priprema se uvesti u uporabu 120 novih Leopard 2 tankova još svestranije osvremenjenih konfiguracija nego što je to Faza 2 (Leopard 2S ili Stridsvagn 122). Od tih će novih vozila 29 komada biti izrađeno u Njemačkoj, a 91 komad u Švedskoj. Prije uvođenja Stridsvagn 122 tanka, Švedska unajmljuje od Njemačke 160 standardnih Leopard 2 tankova na 15 godina.

Potkraj 1994. godine Španjolska je također pokazala zanimanje za Leopard 2 tankove, jer je bila prisiljena odustati od vlastitog nacionalnog programa razvoja tankova (Lince, otpočeo sredinom osamdesetih godina) zbog nemogućnosti daljnje financiranja. Jedna od mogućnosti o kojoj



U programu proizvodnje 380 Pz 87 (standardnih tenkova Leopard 2) za švicarsku vojsku, participirala je lokalna industrija (Swiss Federal Armament Works). Kad će se odlučiti na njihovu modernizaciju -A5 konfiguraciju

ma se razmišlja je da Bundeswehr iznajmi Španjolskoj 108 komada Leopard 2 tankova, kojima bi Španjolska opremila svoje Eurocorps trupe. Dalnjih 282 osvremenjena tanka mogli bi se po licenci proizvesti /finalizirati u Španjolskoj, počevši od 1998. godine.

Na kraju može se reći da je nakon 15 godina uporabe Leopard 2 učinkovit i rafiniran oružani sustav, kako glede modernizacije, tako i glede djelovanja. Ovaj tank je proizvod nakupljenog iskustva njemačke industrije oklopnih vozila, pomog tehničkog ispitivanja i velikog iskustva uporabe u postrojbama. Za razliku od nekih drugih glavnih tankova velike mase, kod ovog je tanka bilo moguće riješiti konstrukcijske i funkcionalne probleme na usavršavanju prije početka serijske proizvodnje, što sve govori u prilog održavanju borbene vrijednosti Leopard 2 tanka.

Litaratura:

- [1] Glass R., Hilmes R.: Shaping Germany's Leopard 2 tank for the future, IDR 5/1995.
- [2] Bustin I.: The Leopard as a Hunter-Killer, MILTECH 2/ 1995.
- [3] Mikulić D.: MBT tankovi, danas i sutra, *Hrvatski vojnik* 50/1993.
- [4] Mikulić D.: Relavantne značajke razvoja glavnih borbenih tenkova, *Hrvatski vojnik* 88/1995.

Prihvaćanje novog oklopa za kupolu dovelo je do premještanja topnikovog vizora na položaj iznad temeljnog oružja



T-72 M2 MODERNA

(II.dio)

Usprkos velikih ekonomskih problema, Slovaci su razvili i lansirali Moderna tank. Slovačka je, očito, siromašnija, ali njezina je vlada shvatila da je vojna industrija ključni čimbenik industrijske osnove države i njezinog blagostanja

Dinko MIKULIĆ

Pasivni periskop vozača, oznake NV-2P, je u isto vrijeme periskop i stereografski optički uređaj s ugradenom dva elektrooptička uređaja za pojačavanje slike koji se električno zagrijavaju.

Ovaj inovirani uređaj stereoskopskog je tipa i omogućava vozaču da dobije panoramski pogled, bolje se orijentira na zemljištu, a sve to pri većim brzinama nego kod ranijeg modela i pri kretanju noću. NV-2P je modifikacija prvotnog uređaja TVNE-4B.

Sustav veze

Tank Moderna koristi višefrekvenčni sustav BAMS mrežni borbeni radio-sustav koji radi u rasponu frekvencija od 30 do 108 MHz. BAMS uključuje uređaje za kodiranje i frekvenčko skakanje. Moguće je prijenos glasa i podataka, a podatci se mogu prenositi sinkrono i asinkrono, pri različitim brzinama prijenosa podataka, od kratkog i brzog do usporenog. BAMS također omogućava sinkroni prijenos bez potrebe korištenja nespretnog master/slave postupka,



posebnih radio-signalima ili presinkronih postupaka, a omogućava i učinkovito selektivno pozivanje, s jedinstvenom funkcijom koja dopušta istodobni neovisni rad mreže u različitim podskupinama na istom kanalu. Uredaj također može poslužiti i za retransmisiju. S BAMS sustavom je povezana i nova generacija digitalnog sustava za veze unutar vozila. Ovaj sustav koristi aktivnu tehnologiju smanjenja buke i omogućava visok stupanj sporazumijevanja u unutarnjosti tanka, koja je inače izrazito bučna.

Računarski sustav za nadzor motora

Računarski sustav nadzora rada motora, s oznakom **DSM 16**, nadzire i u slučaju potrebe signalizira sve potrebne radne parametre. Ova jedinica je dizajnirana tako da se može primjeniti s najnovijim ugrađenim dijelovima i u stanju je pružiti najnovija tehnička rješenja, te dati mogućnosti komunikacija i dijagnosticiranja u okviru viših sustava. Jedinica je postavljena na ploči s instrumentima vozača.

Računarska jedinica nadzire i signalizira sljedeće parametre: ukupan broj sati rada motora; broj okretaja motora; ukupan broj kilometara; potrošnju električne struje; temepraturu ulja; pritisak ulja; pritisak ulja u ležaju motora; broj km po danu; iskaz datuma; zaporne satove; sate rada motora pod opterećenjem; brzinu vozila; struju u električnom sustavu; temperaturu sredstva za hlađenje; kakvoću goriva u stanicama, spremnika; i promjene kod sredstva za hlađenje.

U slučaju da se premaže neke od propisanih veličina uredaj će to signalizirati optičkim sustavom upozoravanja, a postoji i mogućnost zvučnog upozorenja. Intenzitet svjetla na pokazivaču može se prilagoditi prema želji.

Dieselov motor S 12U (850 KS) je modifikacija W 46.6 motora. Motor je posebno dorađen za modernizirani T-72 tank. Veća radna snaga motora uz relativno malo povećanje mase tanka nakon ugrađivanja inoviranih dijelova i sustava, jamči bolje ubrzanje pokretljivosti tanka na cestama i po neravnom zemljištu. Prosječna brzina kretanja tanka na neravnom zemljištu povećana je za 10 posto.

Sustav za gašenje požara

T-72 M2 Moderna koristi njemački **DEUGRA** sustav za gašenje požara s halonom, koji uočava i gasi požar u roku od 150 milisekundi u odjelu za posadu, a za 20 milisekundi u motornom, odnosno transmisijskom odjelu tanka. Oprema za zaštitu od požara je namijenjena zaštiti tanka i posade od vatre. Njemačka oprema tvrtke DEUGRA ima mogućnost indikacije ukazivanja na vatru od eksplozije na samom početku nastajanja požara, a trenutačno uključuje učinkovitu opremu za gašenje požara. Sustav sprječava porast temperature, tlaka, nastajanja otrovnih plinova i gubitak

Tehničke značajke pasivnog periskopa vozača **NV - 2P**

Udaljenost motrenja:

- uz prirodno noćno svjetlo 5×10^{-3} luxa	min. 120m	120 - 180m
- pod infracrvenim reflektorom	min. 60m	-

Kut gledanja:

- vodoravni	min. 36°	min. 36°
- vertikalni	min. 33°	min. 33°

Uvećanje:

1 - 1,2

Periskopnost:

200mm

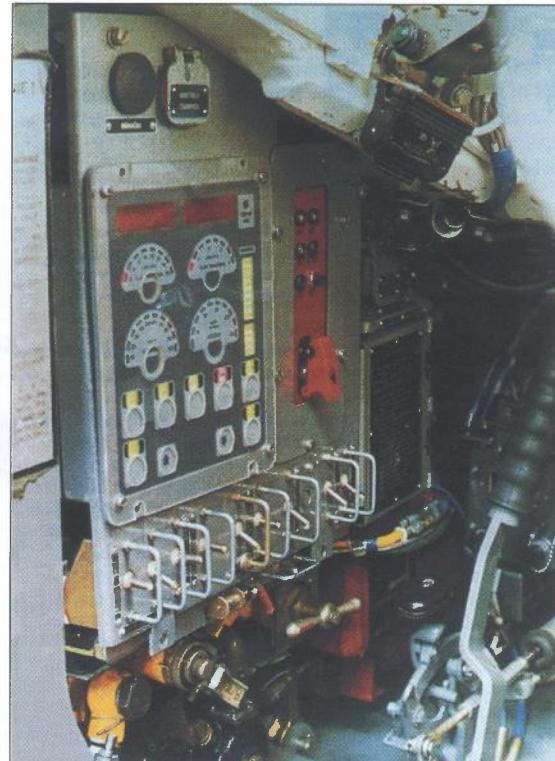
borbenog djelovanja i smanjuju se oštećenja tanka do kojih dolazi uslijed požara, odnosno eksplozivnih učinaka. Oprema za borbu protiv požara sastoji se od tri temeljna sustava:

- dijelova i sustava za uočavanje požara ili eksplozije,

- dijelova i sustava za gašenje i

- elektronskih nadzornih instrumenata.

U usporedbi s prvotnom opremom za borbu protiv požara, DEUGRA sustav može se pohvaliti kraćim vremenom uočavanja vatre, većom količinom sredstva za gašenje i manjom otrovnosću. Najvažnija prednost ovog sustava je gašenje vatre u motornom odjelu čak i onda kad motor radi.



DSM-16 računarski sustav za nadzor rada motora, postavljen je na nadzornoj ploči vozača

Sustav pročišćavanja zraka

Sustav za pročišćavanje zraka kod tanka T-72M2 Moderna, služi hlađenju zraka u borbenom odjelu. Sastoji se od jedinice za pročišćavanje zraka, kompresora, kondenzatora, nadzornog sustava i instalacija. Jedinica za pročišćavanje zraka smještena je na dnu drugog prednjeg spremnika za gorivo. Ova jedinica može nadzirati dotok zraka u kupolu i vozačev odjeljak. Kondenzator je smješten u stražnjem dijelu tanka. Kompressor se nalazi u motornom odjelu i pokreće se preko prijenosnog mehanizma motora.

Sustav protuzrakoplovnih topova

Kako bi se tank zaštitio od niskoletećih ciljeva, najčešće helikoptera, na njega su dodana dva protuzrakoplovna topa. Ti se topovi također mogu koristiti i protiv zemljanih ciljeva, slabije oklopljenih borbenih vozila, LOV i drugo. Radi se u

Protiv kumulativnih bojnih glava i ručnih protutankovskih oružja:
 - na prednjem dijelu oklopog tijela
 - na čeonom i bočnom dijelu kupole
 - sa strana oklopog tijela, kod pogotka pri kutu +/- 20 stupnjeva
 $=190\%H_1'$

Protiv kumulativnih kasetnih projektila:

- na gornji dio kupole
- na gornji dio oklopog tijela

Protiv topičkih razornih projektila:

- na prednji dio oklopog tijela
- na čeonom i bočnom dijelu kupole
- sa strana oklopog tijela, kod pogotka pri kutu +/- 20 stupnjeva
 $=120\%H_1'$

Protiv potkalibarnog projektila:

- na prednjem dijelu oklopog tijela
- na zaštićeni dio kupole

$$H = 300\%H'$$

$$H_3 = 270\%H_3'$$

$$H_2 = H_1$$

$$H_4 = 360\%H_4'$$

$$H = 380\%H'$$

$$H = 150\%H'$$

$$H_3 = 150\%H_3'$$

$$H_1 = H_2$$

$$H = 130\%H'$$

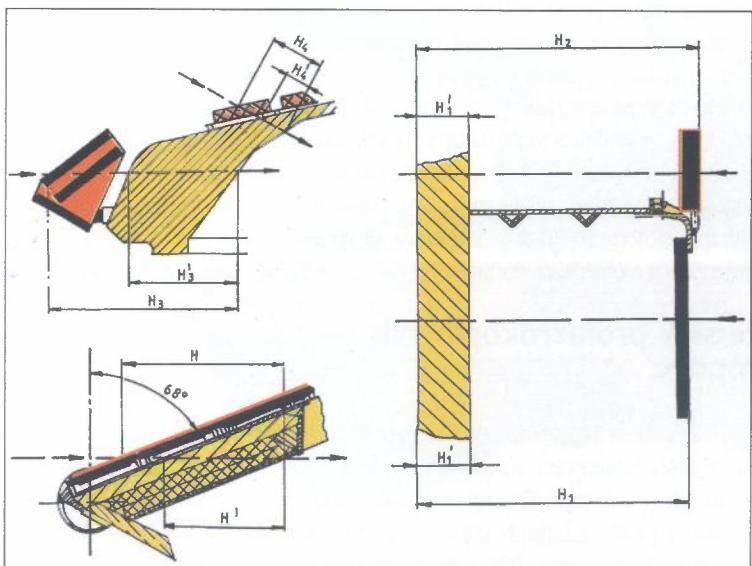
$$H_3 = 130\%H_3'$$

Desno: lanseri dimnih granata na bočnim stranicama kupole, 6+6

Eksplozivni reaktivni oklop (engl., ERA - Explosive Reactive Armour), na baznom tijelu i kupoli tanka Moderna, radi zaštite od kumulativnih projektila (HEAT), a-čeoni i gornji dio kupole, b-prednji dio oklopog tijela, c-bočne stranice tanka

Orlikon-Contraves KAA topovima kalibra 20 mm koji su smješteni sa strane kupole tanka. Nadziru se preko V5580 panoramske naprave zapovjednika. Danju se za otvaranje paljbe može koristiti V5580 naprava, a noću preko VEGA monitor za toplinski izvor. Elevacijski kut se kreće od -4° do +35°, a azimut je 360° rotacije kupole. Topovi djeluju u stabiliziranom režimu rada. Brzina paljbe KAA 20 topa je 1000 metaka/min.

Moguće je istodobno koristiti oba topa. Učinkoviti domet ovog oružja je do 2000 m.

**Reaktivni oklop**

Tank T-72M2 Moderna je opremljen dodatnim reaktivnim pločama (engl., ERA-Explosive Reactive Armor), postavljenim na bazno tijelo tanka, sa strane kupole i na krovu kupole. Ukupna masa ERA ploča, zajedno s elementima za spajanje, iznosi 1500 kg. Dodatni reaktivni elementi oklopa postavljeni su na stranice tanka, sakriveni zaštitnom gumenom oblogom koja se nalazi izravno iznad potpornih kotača. Reaktivni oklop za zaštitu tanka od kumulativnih projektila, predstavlja suvremeni sustav zaštite oklopa tanka. Uz malo povećanje težine ovaj oklop jamči visoku otpornost tanka na djelovanje protutankovskih projektila (HEAT). Učinak zaštite, povećanjem ekvivalenta debljine čeličnog oklopa s reaktivnim oklopom, ovisno od tipa streljiva koje ga pogada, naveden je u tablici i ilustriran slikama.

Kumulativni projektil, bakarnog stožca na vrhu eksplozivnog cilindra, pri udaru u cilj, kad upaljač detonira punjenje, detonacijski val pod visokim tlakom oblikuje stožac u dugi mlaz (čija je brzina otpirlike 8 km/s). Djelovanje mlaza na



čelični oklop, uzrokuje pokretanje metala i duboku penetraciju. Slabiji učinak kumulativnog mlaza je pri prolazu kroz nehomogenu višeslojnu ili sendvič sredinu. Način djelovanja kumulativnog projektila znači da granica razvlačenja pancirnog čelika nije parametar koji će smanjiti penetraciju (kao što je to slučaj kod kinetičkih projektila). Eksplozivni sendvič je napravljen od dvije metalne ploče s eksplozivnim slojem između njih i postavljen pod kutem u odnosu na smjer napadaju mlaza. Kad se eksploziv inicijalizira uslijed mlaza, dolazi do odbacivanja ploča koje ometaju i "jedu" masu dolazećeg mlaza. Sastav i tehnologija eksploziva reaktivnog oklopa je zavijena strogom tajnom. Da bi se ostvarila ista dodatna oklopna zaštita od kumulativnog projektila s pancirnim pločama umjesto reaktivnih ploča, potrebno bi bilo po prvim procjenama još oko deset tona dodatnog pancirnog čelika, što bi znatno smanjilo pokretljivost tanka.

Ostali relevantni podatci reaktivnog oklopa ERA su:

- eksplozivni sloj reaktivnog oklopa ne može se inicijalizirati ničim drugim osim mlazom kumulativnog projektila, dakle nema nikakvog rizika u korištenju eksplozivnog oklopa, jer se ne može aktivirati streljačkim naoružanjem, minobacačkim ili topničkim fragmentima, te ekstremnim temperaturama, vibracijama, starenjem, gorenjem, zavarivanjem, sjećenjem i drugim sporednim oštećenjima. Na temelju toga može se reći da je riječ o specijalnom eksplozivu koji je neosjetljiv na nekumulativne projektile ili na loše manipuliranje s njim, jer ne dolazi do detonacije streljiva. U svijetu se sve više radi na razvoju tzv. neosjetljivog streljiva za razne svrhe;

- ne dolazi do lančanog aktiviranja ostalih ploča ako je jedna ploča pogodjena (na primjer uslijed pogadanja s POVR), ploče se mogu duplirati što sprječava veći kumulativni mlaz, ali istodobno povećava masu tanka;

- zaštitu od probora kinetičkih projektila srednjeg i većeg kalibra reaktivni oklop ne može zadržati;

- primjenjena je II. jača generacija reaktivnog oklopa;

- na vanjske ploče reaktivnog oklopa se obično nanosi ili pričvršćuje sloj apsorbirajućeg tvariva, radi smanjenja daljine otkrivanja, intenzitetom refleksije kod detekcije tankova radarskim sustavom iz zraka ili sa zemlje.

Na čeonom, obrambenom dijelu kupole tanka Moderna, povećanje ekvivalenta debljine oklopa za $H_3 = 27\% H^3$, je izvedeno s tri kasete malih napadnih kuteva, kao odgovor na djelovanje protutankovskog kumulativnog projektila (HEAT). Ostale dodatne reaktivne kasete oklopa postavljene su na osjetljiva frontalna i obična mesta kojima je tank najviše izložen.

Pod pretpostavkom, da je prvi metar tanka prirodno zaštićen - konfiguracijom terena, može se reći da reaktivni oklop dobro zaštićuje gornje osjetljive zone slovačkog tanka T-72M2 Moderna, od kumulativnih projektila.



Zaglavak

Gore i dolje: prikaz detalja
PZ topova kalibra 20 mm
Oerlikon na kupoli tanka
Moderna

Nije prerano reći kako je T-72M2 Moderna ideja čije je vrijeme došlo. Slovački proizvođač tankova ima veći broj kupaca, no ovog trenutka knjige narudžbi za Moderna tank još uvek su prazne. Trgovina oružjem, polagan je posao u kojem se ništa dobro ne može na-praviti na brzinu.

Tehničke značajke topa Oerlikon i streljiva

Vrsta:	KAA	
Kalibr:	20 mm	
Brzina paljbe:	maks. 1000 metaka/min	
Izlazna brzina iz cijevi kod određenog streljiva:	1050 - 1150 m/s	
Duljina cijevi s kočnicom:	1856 mm	
Masa, uključujući cijev:	88 kg	
Streljivo	TP, HEL, SAPHEI	AP - T
Brzina izlaza iz cijevi:	1050m/s	1150m/s
Masa zrna, komplet:	337g	322g
Duljina:	203,5mm	203,5mm

No, značajno je da su, uprkos velikih ekonomskih problema, Slovaci razvili i lansirali Moderna tank. Slovačka je, očito, siromašnija, ali njezina je vlast shvatila da je vojna industrija ključni čimbenik industrijske osnove države i njezinog blagostanja.



Referenci,

Dinko Mikulić: MBT
Tankovi danas i sutra,
HV br. 50/1993.



Zapovijedanje i upravljanje u ZEMALJSKOM TOPNIŠTVU

Josip PAJK

Što topništvo očekuje sutra? Temelji će vjerojatno ostati nepromijenjeni, no već se sada vidi da povećana kakvoća i sofisticiranost pojedinih njegovih čimbenika dovodi do naglog povećanja zahtjeva koji se postavljaju pred njegov zapovjedno-upravljački sustav



Jedan od zvukova koje vojnici na prvoj crti najviše žele čuti je zvuk projektila koji iznad njihovih glava iz topova njihova topništva za potporu, negdje u pozadini, bitaju prema protivniku koji im je ili prepriječio put prema zacrtanom cilju, ili ugrožava njihove obrambene položaje. U većini slučajeva su postrojbe s prve crte, svojim zahtjevom za topničkom potporom, same inicirale paljbnu, no svi složeni procesi koji su nakon toga uslijedili i doveli do precizne paljbe ovih "dalekometnih snajpera", uglavnom ostaju izvan njihova domašaja.

Sam nadimak "dalekometni snajperi", iako je nekad bio pretjeran, danas postaje sve opravdaniji. I topništvo, kao i snajperi postaje sve mobilnije. I ono može po protivniku ispaliti iznenadnu preciznu paljbnu iz, za njega,

nepoznatog područja. I ono je, kao i snajperi, ugroženo mogućnošću otkrivanja položaja s kojeg se obavlja gađanje, što redovito uzrokuje snažan paljbeni odgovor ugroženog protivnika. Na koji način postići ovakvu "snajpersku" preciznost gađanja ciljeva koje (za razliku od pravih snajpera) topništvo ni ne vidi? Sljedeći tekstovi na odgovarajući će način odgovoriti na to pitanje.

Prošlost

Temelji topničke vještine mogu se, paradoksalno, najbolje prikazati primjerom iz doba Nelsonove mornarice. Svaki je brod imao poznati broj topova, od kojih je svaki mogao ispaliti poznatu količinu projektila, jedan je plotun s tadašnjeg ratnog broda na protivnički brod "slao" otprilike trećinu tone metala. Što je brže

"Dalekometni topnički snajperi" - topništvo kao i snajperi postaje sve mobilnije, otvarajući na protivnika iznenadnu i preciznu paljbnu iz, za njega, nepoznatog područja. No i ono kao i snajperi, ugroženo je mogućnošću otkrivanja paljbenog položaja što uzrokuje paljbeni odgovor ugroženog protivnika.

Dio bitnice samovoznih top-haubica 155 CGT 155 mm na paljbenom položaju

plotun bio ispaljen, prije bi se topovi mogli pripremiti za sljedeći plotun kojim se nastojao postići još bolji učinak. Cilj i mesta pada projektila prvog plotuna mogli su se vidjeti s palube, pa je stoga unošenje korekcija za sljedeći plotun bila relativno jednostavna zadaća. To je suština direktnog gađanja topništvom. Ista temeljna načela primjenjivala su se i u zemaljskom topništvu. Sve što je topnik trebao znati bio je položaj svojih topova, položaj cilja i mjesto gdje su pali projektili ispaljeni u prethodnom plotunu.

Tehnološka promaknuća učinila su punjenja učinkovitijima, cijevi i komore su mogle izdržati veći tlak, a i topovi su mogli biti veći i teži jer su nova motorna vozila bila dovoljno snažna da ih premjeste s položaja na položaj. Krajnji rezultat je bila činjenica da se više eksploziva moglo "poslati" na puno veće uđa-



Tehnika posrednog gađanja postavila je i nove zahtjeve. Na prvom mjestu pojavila se potreba za istaknutim motriteljem, i potrebitom komunikacijskom opremom koja će omogućiti vezu između njega i topova. Na slici je prikazana suvremena oprema istaknutog motritelja NOD AN/TAS-6, koja obuhvaća termovizijski binokularni teleskop za motrenje na velikim udaljenostima i laserski daljinometer.

lenosti nego prije. Stoga je i taktika uporabe topništva izmijenjena korištenjem tehnike posrednog gađanja koje je omogućavalo topovima da iz relativno sigurne udaljenosti gađaju protivnika koji ih nije mogao vidjeti. No tehnika gađanja postala je složenija. Pojavila se, naime, potreba za *istaknutim motriteljem* (FO-forward observer) i nekim načinom *komunikaciju* između njega i topova. Topnici su sada na najjednostavniji način morali *računati* relativne kuteve i udaljenosti između motritelja i topova, te između motritelja i cilja kako bi odredili u kojem smjeru treba postaviti cijevi topova. Bili su to prvi zapovjedni sustavi u topništvu.

Komunikacija je, izlišno je naglašavati, temeljna pretpostavka postojanja zapovjedno-upravljačkih sustava. U svom najjednostavnijem i ranom obliku, komunikacija se održavala teklićem, kasnije su se koristile zastavice i heliografi, dok se nisu pojavili poljski telefoni i na kraju radio-uredaji, kojima su se vitalno značajne *korekcije paljbe*, od istaknutog motritelja, prenosile na topove. Pojavom telefona i radio-uredaja, proračunavanje korekcija se, s mesta istaknutog motritelja, premjestilo na topničke položaje. Priručni alati, kao što su *topnička planšeta* s ucrtanom topničkom mrežom i

položajima topova, ciljeva i korekcijama, olakšavali su i ubrzavali proces računanja, sve do pojave suvremenih prijenosnih elektroničkih računala koja su još više ubrzala i olakšala rad topnika (računača).

Sadašnjost

Cilj topništva je još uvijek isti, pogoditi cilj optimalnim brojem projektila (količinom eksploziva), što je moguće prije i točnije. Nema sumnje da se najveći učinak postiže s prvim projektilima, kad je protivnik iznenaden (nezaklonjen). Zbog toga je nužno postići inicijalnu veliku jačinu paljbe, ili *povećanjem brzine paljbe* svakog pojedinog topa, ili *povećanjem broja topova* koji gađaju istodobno. U svakom slučaju, primjerena komunikacija je nužna. Cilj mora biti detektiran, identificiran i točno lociran, a sve informacije, odmah i precizno s mesta istaknutog motritelja dostavljene u topnički zapovjedno-upravljački sustav, a po potrebi i na topove kojima je cilj u dometu. Suvremena oprema može obaviti sve ove zadaće, a osim toga i saznanja o čimbenicima koji utječu na preciznost paljbe, danas su potpunija nego prije. Mjerna oprema koja se danas rabi u topništvu omogućuje točnije određivanje položaja topova ciljeva i istaknutih motritelja. Utjecaj istrošenosti cijevi, razlike u stanju pogonskog punjenja kao što je npr. njegova temperatura, te ostali čimbenici koji utječu na početnu brzinu projektila (a time i na domet) mjeri se, i njihov utjecaj proračunava, s daleko većim stupnjem točnosti, kao uostalom i svi ostali čimbenici koji na bilo koji način utječu na putanje ispaljenog projektila (atmosferske prilike u prostoru između topa i cilja, npr.).

Kad topničko računalo sve ove podatke obradi i proračuna i prosljedi smjer cijevi po azimutu i elevaciji na svaki pojedini top, rezultat može biti samo vrlo precizna i brza paljba po odabranom cilju.

Budućnost

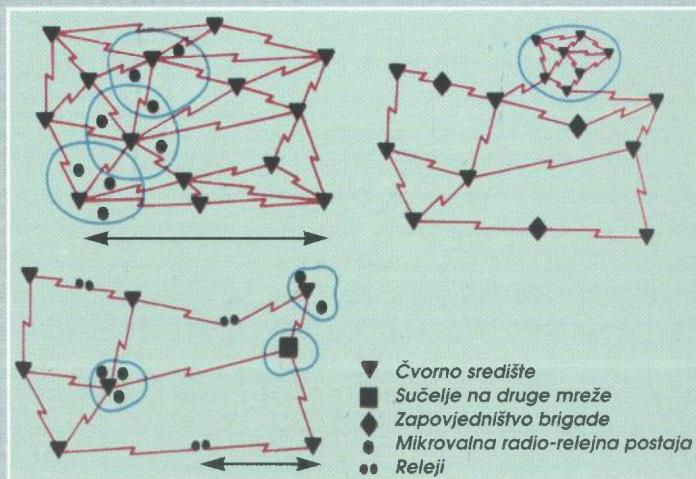
Što topništvo očekuje sutra? Temelji će vjerojatno ostati nepromijenjeni, no već se sada vidi da povećana kakvoća i sofisticiranost pojedinih nje-

govih čimbenika dovodi do naglog povećanja zahtjeva koji se postavljaju pred njegov *zapovjedno-upravljački sustav*.

Na području *akvizicije podataka o cilju* prilično je učinjeno u pogledu povećanja kakvoće i brzine prijenosa slikovnih podataka s motričko-izvidničkih uređaja, kao što su npr. bespilotne letjelice. No, za razliku od podataka koji stižu od klasičnih izvidnika (istaknutih motritelja) za obradbu ovih podataka, u oblik pogodan za uporabu u topništvu, potreban je složen automatizirani sustav za obradbu slikovnih podataka, te sofisticirani komunikacijski sustav, inače su takvi sirovi podaci neuobičajivi.

Trend "raketiziranja" topničkih projektila omogućuje značajno *povećanje dometa i količine eksploziva* za svaki ispaljeni projektil. Lako se raketni projektili, zbog svoje manje preciznosti, još uvijek više koriste za gađanje (tzv. pripremu) široih područja nego za "snajpersku" topničku potporu, značajan je doprinos raketnih načela i kod "klasičnih" topničkih projektila (korištenje raketnog pogona u početnom dijelu putanje i plinogeneratora u base-bleed projektilima). Povećana masa ovih projektila, praćena većim rasipanjem zbog manje preciznosti, značajno povećava logističke zahtjeve opskrbe topničkih postrojbi koje ih koriste.

Točnost se, s druge strane, svakim danom još više povećava uvedenjem u operativnu uporabu projektila s *navođenjem na cilj u završnom dijelu putanja*. No i ovi projektili, mada neki opskrbljeni i autonomnim sustavima za samonavodenje na cilj, donose sa sobom i nove zahtjeve prema topničkom zapovjedno-upravljačkom sustavu. Akviziciju ciljeva za ove projektille treba obaviti na daleko većoj udaljenosti od mesta njihova lansiranja, te je, da bi se postigla brza reakcija na postavljen zahtjev za



Suvremena borbena djelovanja su nezamisliva bez suvremenih komunikacijskih sredstava. Na slici je prikazan francuski RITA komunikacijski sustav koji predstavlja u cijelosti integriran i automatizirani taktički komunikacijski sustav koji osigurava izravno biranje načina odašiljanja informacija (glasovnih, podataka i brzopisanih) te pristup radio-mreži s potpunom zaštitom podataka od prisluskivanja

paljbenom potporom, osim nepremostivog ograničenja kojeg čini sama udaljenost tj. vrijeme letenja projektila, svaki od sustava za lansiranje tih projektila bi vjerojatno trebao svojeg istaknutog motritelja (navoditelja na cilj) radi što učinkovitijeg djelovanja.

Nameće se zaključak da je u topništvu nužno potrebno, prije no što poboljšanja u topničkom i raketnom oružju, njihovom pri-padajućem streljivu i projektilima, te sustavima

Kako bi se ostvarilo maksimalno iznenadenje, osim velike paljbe moći, cilj mora biti detektiran, identificiran i točno lociran, a sve informacije odmah i precizno s mesta istaknutog motritelja dostavljene u topnički zapovjedno-upravljački sustav.
Na slici je prikazan način određivanja položaja protivničkog topništva pomoću zvuka



za motrenje, omogućena tehnološkim napretkom, postanu operativno uporabljiva, pripremiti njegov *zapovjedno-upravljački sustav* za prihvat i obradbu informacija i upravljanje tako sofisticiranim uredajima.

Topnička veza

U nekoliko je navrata u prošlosti zemaljsko topništvo prošlo revolucionarne promjene taktike i tehnike uporabe. Jedna takva dalekosežna promjena dogada se i danas. Zbog naizgled malih promjena koje se postupno i izdujeno događaju u samom oružju, pripadajućoj opremi, te taktici i tehnici njihove uporabe, čini se da su prave težnosti ovih promjena donekle zamagljene.

Jedan od najranijih korjenitih pomaka dramatskih razmjera u zemaljskom topništvu učinio je organizacijski i taktički genije, Napoleon Bonaparte. I sam topnik, Napoleon se prvi dosjetio da svoje topove organizira u pokretne bitnice sa po šest topova koje je po potrebi združivao radi onesposobljavanja protivničkih pješačkih postrojbi u napadaju ili obrani. Zahvaljujući sličnim inovativnim mjerama, francuska je revolucionarna vojska pod njegovim zapovjedništvom dugo išla iz pobjede u pobjedu.

Druga veća revolucionarna promjena dogodila se kad je tehnološki napredak omogućio izradbu zatvarača i mehanizama za punjenje takve kakvoće da se značajno mogao povećati domet topova. Prvi je put u borbenu

djelovanja uključeno *mjerjenje i računanje*, a svaki top koji je u dometu imao grupirane ciljeve koje su činili npr. protivnički rovovi u I. svjetskom ratu mogao ih je i gađati. Takva "topnička veza" koja je spajala topove, istaknute motritelje i središta za upravljanje gađanjem, dočekala je u uglavnom nepromijenjenom obliku i kraj II. svjetskog rata.

Današnje se zemaljsko topništvo suočava s novim izazovima koje mu *nameću* tehnološke

vanje na istom paljbenom položaju, a pojedina oružja u bitnici trebalo je raspršiti te značajno povećati njihovu brzinu paljbe. Treba napomenuti da danas, nestankom ključnih pretpostavki koje su determinirale hladnoratovsko razdoblje, ovi zahtjevi nisu ni malo smanjeni, dapače, niz lokalnih sukoba, u kojima snage najrazvijenijih zemalja sudjeluju u misijama UN, pokazuju da ove zahtjeve treba pooštiti, jer u sukobima ograničenog opsega ne postoji definirana crta razgraničenja prijateljskih i protivničkih snaga te je potreba za "snajperskim" ili "kirurškim" topništvom tim veća, inače je mogućnost pogadanja vlastitih postrojbi, tzv. "fratricide", vrlo izražena.

Između takvih suprotnih zahtjeva (potreba za dužim angažmanom na brzo-pokretnim ciljevima i u neizvjesnim situacijama, te potreba za primjenom taktike "pucaj i biježi" iz sigurnosnih razloga) u škrpicu je bila uhvaćena *mjerna oprema* u topničkom sustavu, cement koji je "topničku vezu" držao zajedno. Bez obzira što su se računala koristila umjesto jednostavnih planšeta, bez obzira na termovizijske kamere i druge suvremene senzorske sustave, jezgra "topničke veze" se nimalo nije promjenila. I najrazvijenija topništva još uvijek su ovisila o temeljnim mjernim metodama i instrumentima razvijenima kad je prvi put primijenjeno indirektno gađanje. Mreža je stoga postala vrlo neelastična, a suprotni zahtjevi obradbe sve "težih" ciljeva i taktike preživljavanja dovodili su je do granice na kojoj je mogla puknuti. U takvoj situaciji javljuju se, naravno, i ideje koje klasično topništvo vide samo u muzejima vojne povijesti.

Mjerjenje i računanje

Iako se unutar NATO uspjelo sa standardizacijom topova i streljiva u vojskama pojedinih članica, nažalost to nije uspjelo na području računala za upravljanje gađanjem. Tko god je bio sposoban proizvesti računalo to je i učinio, od Norveške do Italije i na obje strane Atlantika. No bez obzira na to, stroge topničke procedure i matematička egzaktnost proračuna, još uvijek omogućuju uspješna združena djelovanja topništva zemalja članica NATO, iako koriste različite uređaje za mjerjenje, proračun i prijenos podataka potrebnih za usmjeravanje svojih topova.

Topništva više NATO zemalja polovinom osamdesetih godina provodila su intenzivna ispitivanja najboljih metoda raspoređivanja topničkih bitnica i načina gađanja. Ispitivane su strukture s jednim, dva i četiri topa u scenaru sukoba sa snagama bivšeg VU. Američki koncept "Division 86" tako npr. Napoleonovo bitnici od šest topova dodaje još dva, a s bitnicom manevrira u dvije skupine od po četiri topa. Pola bitnica ostaje na položaju dok se druga četiri topa premještaju na sljedeći položaj. Na taj

način bitnica u smanjenom opsegu djeluje i u vrijeme manevra, što ne bi bilo moguće u slučaju da se čitava bitnica premješta istodobno. Otežavajuća okolnost je ta da se podatci za usmjeravanje topova moraju posebno računati za dvije skupine topova, no to danas i ne predstavlja neko ograničenje s obzirom na mogućnosti topničkih računala.

U to vrijeme su sustavi za određivanje položaja pojedinih čimbenika topničkog sustava bili najslabija karika u lancu "topničke veze". Tek su se topnici SAD i VB bili navikli na sustav za određivanje položaja i azimuta (PADS) tvrtki Litton i Marconi, a već su se taktički zahtjevi

Tada se pojavio GPS/NAVSTAR i "topnička veza" je spašena. Ovaj satelitski sustav daje troprotežni položaj svojih zemaljskih prijamnih postaja u metar točno, a danas se već bez ikakvih problema mogu ugraditi u bilo koji ručni terminal. Postoje i "ozbiljne" ideje da se GPS ugradi u projektila koji bi se ispaljivali prije svakog gađanja radi određivanja značajki atmosferskih utjecaja na putanji. A samo prije nepunih desetak godina neki nisu ni htjeli čuti za GPS.

Slično su tih godina prolazili i *laserski daljinomjeri*, druga vrlo bitna karika u lancu "topničke veze", koji zbog svojih tadašnjih značajki nisu bili pogodni za uporabu od strane

nate po svojim teodolitima za građevinarstvo. Današnji mjerni instrumenti istaknutih motritelja sadrže, osim laserskog mjerila daljine instaliranog na optički ili termovizijski cilnik za određivanje smjera i identifikaciju cilja, i žiroskop ili drugu napravu za određivanje referentnog smjera sjevera, a većina sustava danas ima ugrađen i GPS prijamnik koji daje točnu poziciju motričkog položaja.

Međutim, iako svaki od ovih sustava može biti iznimne kakvoće, u "topničkoj vezi" mogu se pojaviti "rupe" zbog kojih bi ona jednostavno mogla puknuti. Najčešći propusti događali su se, i još se događaju, na području komunikacija,

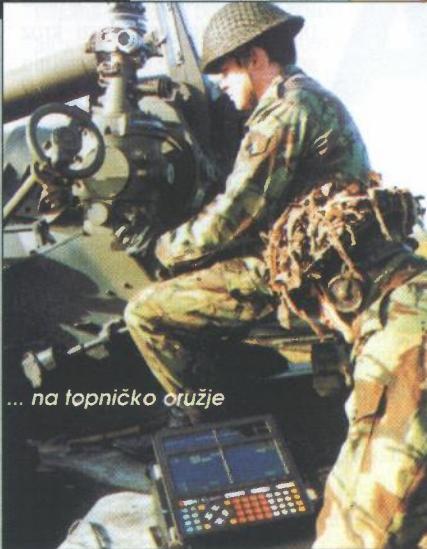


S položaja istaknutog motritelja...

*Slike prikazuju
slijed podataka i
njihove obradbe
koji omogućuje
preciznu i brzu
paljbu po
odabranom cilju*



... u zapovjedno središte



... na topničko oružje

izmijenili zahtjevajući veću pokretljivost bitnica za koju namjenu ovi inercijalni sustavi jednostavno nisu bili više pogodni. Troškovi promaknuća sustava bili su toliki da se odustalo od njegove daljnje modernizacije.

Tih godina započeo je i razvoj AGPS (Autonomous Gun Positioning System) sustava zasnovanih na žiroskopima s laserskim prstenom koji su trebali u svakom trenutku davati točan položaj cijevi topa po azimutu i elevaciji.

Svi inercijski sustavi određivanja smjera i položaja (north-seeking) spojeni s pogonskim sustavom za određivanje daljine doživjeli su neuspjeh. Ovi sustavi, osim ograničene točnosti i osjetljivosti uporabljenih žiroskopa za određivanje smjera sjevera, te potrebe za periodičkim zastajanjem i "uštimavanjem" sustava, bili su, zbog proklizavanja kotača, praktički neuporabljivi kad bi vozilo naišlo na blato ili snijeg.

Neka topništva koristila su radio-mreže slične sustavu LORAN s referentnim postajama poznata položaja na temelju kojih su pokretnе postaje mogle, u ograničenom dometu, goniometriranjem odrediti svoj trenutačni položaj. Tipičan predstavnik ovih sustava je prva inačica Američkog PLRS (Precision Location Reporting System). Sustavi su radili prema postavljenim zahtjevima, no temeljna slabost im je bila ista kao i za sve zemaljske radio-sustave (ovisnost o konfiguraciji terena i vremenskim uvjetima, ometanje...).

istaknutih motritelja. Međutim, za razliku od GPS-a, svi su se slagali da je u razvoju na tom području jedan od koraka za jačanje "topničke veze". Laserski daljinomjer, ne samo da omogućuje točnije određivanje položaja cilja i mesta pada projektila (korekciju), on pruža i mogućnost kontinuiranog praćenja pokretnih ciljeva na temelju čega se može proračunati i točka susreta ispaljenog projektila sa ciljem koji se kreće. Danas su laserski daljinomjeri, bezopasni za korisnika i ozračenog (eye-safe), relativno malih protežnosti i mase, velike točnosti, neizbjegjan dio svakog mernog instrumenta za istaknutog motritelja. Prve takve instrumente su polovinom 80-tih godina proizvele tvrtke kao što su Wild-Heerbrugg, poz-

kako lokalnih, tako i globalnih. Npr. čest je slučaj da operater na mjestu istaknutog motritelja mora ručno unositi izmjerene podatke u svoje računalo ili ih glasom prenositi na zapovjedno mjesto. Osim što nepotrebno usporavaju čitav proces, ovakvi propusti unose i dodatnu mogućnost pogreške prigodom ručnog upisivanja podataka.

Snaga i kompaktnost današnjih računala, iako u suštini prednost, dizajnere topničkih sustava odvuce u potpuno drugu krajnost pa u računalo "utrpanju" toliko funkcija zaboravljajući da će tim računalom (terminalom) rukovati čovjek u stresnoj borbenoj situaciji koji vjerojatno nema njihovo znanje o strojnoj opremi (hardveru) i programskoj opremi (softveru).

Tako se npr. dogodi (kao u jednoj od najnovijih realizacija jednog poznatog proizvođača) da se u računalu istaknutog motritelja može proračunavati i balistika za niz topova. Proračun balistike, osim poznavanja položaja i značajki svakog pojedinog topa, zahtjeva i poznavanje i temeljnih podataka o značajkama projektila koji će se ispaliti a koji pišu na sanducima u kojima su donešeni na paljbeni položaj, njihovu temperaturu (jesu li bili na suncu ili u hladu), podatke iz meteorološkog biltena, itd... Postavlja se pitanje na koji način će istaknuti motritelj doći do tih podataka, a ako ih i uspije dobiti, kad će pratiti stanje ciljeva na području koje mu je dodijeljeno?



OPTOELEKTRONIKE

(II. dio)

Medij za prijenos svjetlosti

Moderna sredstva ratne tehnike uvjetuju da vrijeme kao čimbenik u borbenim djelovanjima postaje od iznimnog značenja a ponekad i vrlo bitno, odnosno kritično. Posljedica navedenog je težnja da se s tehničko tehnološkim rješenjima postigne što veće automatizacije i upravljanja u realnom vremenu s borbenim sustavima. Da bi se to i moglo ostvariti nužno je imati pouzdanu i pravodobnu informaciju, te je to dovelo do naglog razvoja i primjene optoelektronskih sustava

Vladimir PAŠAGIĆ

Fiberoptički konektori za sustave prijenosa podataka

Atmosfera i more. Istraživanje fizikalnih učinaka koji se javljaju pri propagaciji svjetlosti kroz atmosferu vrše se više od stotinu godina. Za razliku od ranijih istraživanja, kad su se poglavito istraživali učinci vezani uz intenzitet svjetlosnog signala, u današnje vrijeme težište istraživanja je na fazi signala i to u svakoj točki prostora kroz koji se signal prostire, a što je omogućilo razvoj adaptivne optike. Zahvaljujući razvoju modernih metoda mjeranja optičkih parametara atmosfere te pouzdanim matematičkim modelima moguće je odrediti ne samo intenzitet već i fazu optičkog signala duž puta prostiranja. Tako je omogućeno da se temeljem poznavanja faze signala mogu izvršiti potrebne korekcije sa ciljem poboljšanja osobina optoelektronskih sustava.

Razvoj optoelektronskih uređaja nove generacije, koji koriste atmosferu kao medij za prijenos svjetlosnog signala, zahtijeva daljnji razvoj kako terijskih tako i eksperimentalnih istraživanja. Trend ovih istraživanja usmjeren je u dva smjera:

- istraživanja propagacije svjetlosnih signala, kod kojih je bitno izvršiti detekciju ne samo intenziteta već i faze vala,
- istraživanja prijenosa velikih energija i snaga zračenja laserskim snopom.



Istraživanja prostiranja svjetlosnih signala kroz atmosferu vrši se u smjeru razvoja softwera s namjenom da se što potpunije opise svjetlosni val. Pri tome se uzimaju u obzir svi relevantni učinci utjecaja atmosfere. Također, razvijaju se i metode eksperimentalno

određivanje neophodnih parametara atmosfere, s kojima se može na zadovoljavajući način karakterizirati interakcija svjetlosnog snopa s atmosferom. Posebno je velik broj radova usmjerena na slučaj turbulentne atmosfere.

Razvojem snažnih lasera namjenjenih uglavnom za vojne potrebe od interesa je prijenos velikih energija i snaga snopom laserskog zračenja. Propagacija snopa snažnih lasera uzrokuje nelinearne učinke. Najznačajniji od njih su optički proboj, termalno cvjetanje, pojавa valova svjetlosne detonacije i valova izgaranja. Zato se posljednjih nekoliko godina intenzivno radi na istraživanju i simulaciji nelinearnih učinaka u atmosferi do kojih tada dolazi.

Smanjenje ili potpuno uklanjanje neželjenih učinaka koje pri prostiranju svjetlosnog signala unosi atmosfera može se vršiti adaptivnom optikom. Da bi se korekcija mogla izvršiti neophodno je posjedovati već spomenute modele za simulaciju ali također i izmjerene vrijednosti

neophodnih parametara atmosfere koji se koriste u ovim modelima. Istraživanja u oblasti adaptivne optike vrše se kako u smjeru realizacije ovakvih uređaja, tako i u smjeru raščlambe optimalnih metoda za upravljanje ovim korekcijama.

Morska voda predstavlja složen fizikalno, kemisko, biološki sustav čija optička svojstva ovise od njezinog determiniranog sastava kao i fizikalnog stanja mora. Egzaktno tretiranje propagacije svjetlosti u moru je iznimno složeno no postalo je interesantno zbog mogućnosti obavljanja komunikacije s podmornicama, podmorskog izviđanja, aktiviranja i deaktiviranja mina itd. U cilju razrješenja navedenog problema radi se na razvoju softwera za simulaciju uvjeta prostiranja svjetlosti u moru te razvoju metoda za eksperimentalno određivanje neophodnih optičkih osobina mora. Postojanje optičkog prozora u morskoj vodi širine oko 35 nm centriranog oko valne duljine od 480 nm iniciralo je intenzivan razvoj predajnika (XeCl plavozelenog lasera) i specijalnog prijamnika s atomskim rezonantnim filterom s parama cezija u ovom opsegu valnih duljina (tzv. plavo-zelena veza). Planira se da ovaj budući sustav zamjeni postojeći TAKOMO i ELF sustav veza instaliran 1986.

Optička vlakna. Temeljna osobina primjene optičkih vlakana za potrebe vojske je stabilan i snažan razvoj i rast područja. Glavne prednosti uporabe optičkih vlakana u sustavima veze i sustavima za prijenos podataka sastoje se u:

- povećanoj protuelektronskoj zaštiti,
- otpornosti na elektromagnetske smetnje,
- otpornosti na djelovanje EMINE,
- velikom kapacitetu (propusnom opsegu) i velikoj brzini prijenosa podataka,
- premošćivanju velikih taktičkih rastojanja bez uporabe regeneratora signala,
- smanjenju potreba za korištenjem teških metalnih vodiča.

U oružanim snagama razvijenih zemalja se radi na projektima sljedeće generacije sustava veza i sustava za prijenos podataka s optičkim vlaknima. Značajan prodor optičkih vlakana u vojnoj primjeni se očekuje u lokalnim mrežama (LAN), u telekomunikacijskom prijenosu podataka, u stvaranju pouzdanih sredina zaštićenih od neželjenih oticanja informacija (TEMPEST) kao i sprečavanju neželjenog pristupa nadzornim i zapovjednim sustavima, zatim u široj primjeni senzora temeljenih na optičkim vlaknima u uređajima i sustavima NVO.

Uporaba optičkih vlakana doživljava izniman

prodor u zrakoplovstvu. Predviđa se sve veća primjena i u mornarici i to kako na brodovima tako i na podmornicama. Trenutačno je najveći opseg uporabe optičkih vlakana za civilne potrebe u telekomunikacijama.

Kod optičkih vlakana koja se uporabljaju u telekomunikacijama bitno je ostvariti što manje slabljenje signala po putu i što veći propusni opseg. Ove osobine su poželjne i kod optičkih vlakana namijenjenih za specijalne namjene (senzori, koherentne komunikacije, optički žiroskopi,...) no bitnije su osjetljivosti na promjene nekih fizikalnih veličina koje se trebaju mjeriti (tlak, temperatura, mehaničko naprezanje,...).



Zbog iznimno velike preciznosti sve je više od interesa uporaba optičkih vlakana kao senzora i to interferometrijskih senzora. Pritom je iznimno važan razvoj optičkih vlakana reduciranih težnosti za uporabu u interferometarskim senzorima u sustavima kao što su FOG (vođenje putem optičkog vlakna) i

hidrofoni. Tipični primjeri takvih vlakana bi trebali biti ispod 80µm uz zadovoljavajuća optička i mehanička svojstva s obzirom na očekivana naprezanja i njihovu duljinu (posebice u FOG) koja može iznositi i desetke kilometara. Posebice je važan razvoj i usavršavanje fiber optičkih žiroskopa koji su od nezamjenjive važnosti u svim naprednim sustavima.

U posljednje vrijeme dosta napora se ulaže u razvoj konektora. Kod gotovo svih primjena optičkih vlakana osobine konektora često određuju praktične granice primjenjivosti. Oni se koriste kao međusklop između mreže optičkih kabelova i odgovarajuće elektronike i omogućuju rekonfiguracije sustava. Očekuje se da će razvoj konektora donijeti smanjenje gubitaka uslijed refleksije kao i smanjenje vremena potrebnog za montažu.

Detektori. Optoelektronski sustavi mogu vršiti generiranje, prijenos, detekciju i obradbu optičkog signala. Optički signal može sadržavati informaciju o protežnostima, formi, položaju i energiji izvora zračenja te je od iznimnog značenja uloga detekcije u radu optoelektronskih sustava.

Trend razvoja fotodetektora ide u dva smjera. Prvi je vezan za razvoj točkastih detektora namijenjenih za primjenu u svjetlovidnom prijenosu informacija i integriranim optoelektronskim krugovima (OEIC). Drugi je vezan za razvoj detektora slike s visokom rezolucijom i širokim valnim opsegom, koji trebaju biti pogodni za ugradnju u uređaje za optoelektronska izviđanja.

Zadržimo se prvo na smjerovima razvoja u integriranoj optoelektronici (OEIC). Kao temeljna

Fiberoptički konektori za telekomunikacijske sisteme

prednost ovih krugova javljaju se:

- povećana širina opsega,
- velike mogućnosti selekcije po frekvencijama pri multipleksiranju,
- mali gubitci na vezama,
- šire mogućnosti kod prekidačkih elemenata (broj pozicija, brzina prebacivanja),
- manje protežnosti i manja potrebna energija.

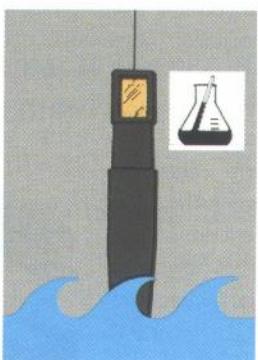
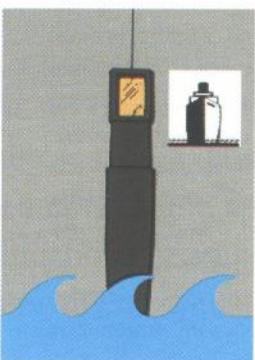
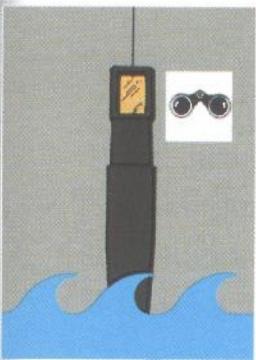
OEIC se koriste za neke funkcije obradbe signala neophodnih u digitalnim sustavima: izdvajanje signala, procesiranje i memoriranje signala, analogno digitalna konverzija. Moguća je primjena i u oblasti senzora i pretvarača.

Tvoriva koja se koriste kao supstrat za izradu

nu oblast. Od posebnog je interesa oblast termovizije. Ovi detektori moraju biti mali, otporni na potrese, poremećaje i smetnje, tako da se lako mogu ugraditi u razna borbena sredstva.

Detektori slike mogu biti realizirani u obliku cijevi (pirikon, vidikon, izikon) ili matričnoj formi (CCD, CID).

Cijevi imaju generalno viši odnos signal/šum, širi spektralni opseg i uglavnom bolju rezoluciju. Međutim one su robusne, osjetljive na potrese i smetnje. Izuzevši kod piroelektričnih, za infracrveni opseg neophodno je hlađenje detektora. Kod pirikona i vidikona u cilju smanjenja geometrijske disperzije i razmazivanja slike na zastoru se formiraju mrežasti zarezi. Također se predviđa



bu OEIC pripadaju II-IV skupini poluvodičkih splojeva, odnosno istraživanja se vrše na temelju GaAs i InP. Kao fotodetektori koriste se PIN diode i diode na temelju Schottkyjevog učinka, dok se za izvore koriste poluvodički laseri na temelju heterostruktura $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x}\text{As}$, sa super rešetkom.

U svjetlovodnom prijenosu informacija od

korištenje poluprovodničkog očitovanja njihovog zastora, čime bi se otklonilo vremensko preklapanje i smanjile protežnosti detektora.

Poluvodički detektori slike realizirani su matričnoj formi CCD i CID su manji, otporni su na poremećaje i smetnje, troše mnogo manje energije za napajanje. Kako su realizirani u matričnoj

formi s direktnim očitovanjem, nisu osjetljivi na geometrijsku disperziju, razmazivanje i vremensko preklapanje slike. Da bi se postigla zadovoljavajuća rezolucija neophodan je veliki broj elemenata, reda 10^7 pixela. Za sada je u SAD realiziran detektor za posebne namjene s $1.4 \cdot 10^6$ pixela, s boljom rezolucijom od SDA (Silicon Diode Array) cijevi.

Da bi se proširio valni opseg, odnosno detektirala oblast termovizije, za sada je neophodno hlađenje detektora, te se on uglavnom i izvodi u hibridnoj tehnologiji. Kod Z-detektora očitanje i procesiranje signala vrši se u čipu koji se nalazi iza senzorskog čipa, a spojeni su direktno. Ovi detektori zovu se i pametni detektori (smart sensors), jer se u njima vrši i obradba slike.

Problem detekcije dalekog infracrvenog opsega detektorima CCD i CID javlja se uslijed nemogućnosti formiranja potencijalne jame-stan-



posebnog značenja je realizacija lavinskih dioda na bazi heterostruktura (InGaAsP/InP, InGaAs/InP, AlGaAsSb/GaSb), jer je optička snaga na mjestu prijamnika mala. Zahtijeva se da struktura omogući multipliciranje samo elektrona, čime se povećava odnos signal/šum.

Veliko zanimanje za istraživanje u oblasti detektora slike potaknuto je započinjanjem radova na strateškoj obrambenoj inicijativi ("rat zvijezda") u kojoj se golemo značenje daje pravodobnom otkrivanju namjera napadaja. U tom cilju neophodno je realizirati osjetljive, precizne i brze detektore slike, koji će pokrivati što širu spektral-

Ilustracija sustava za noćno motrenje koji radi u bliskom infracrvenom području

ice u poluvodiču MOS strukture, za tvoriva s uskim energetskim procjepom. Očekuje se da se ovaj problem riješi korištenjem molekularnog inženjeringu.

Uvid u daljne planove razvoja opto-elektroničkih tehnologija od vojnog interesa može se dobiti iz upravo publicirane Strategije obrambene znanosti i tehnologije koju je izdalo ministarstvo obrane SAD. Prema toj strategiji planira se tijekom idućih deset godina potrošiti oko 1,1 milijardu dolara na razvoj laserskog oružja i drugih 1,2 milijarde dolara na razvoj optoelektroničkih tehnologija kao što su laseri i ravnii pokazivači (flat-panel display) a sve u cilju ovladavanja s pet budućih združenih sposobnosti vođenja rata. Tih pet su identificirane kao "gotovo savršeno" poznavanje poduzimanja i namjera neprijatelja, sposobnost brzog poraza regijskih vojnih snaga diljem svijeta, razvoj nesmirtonosnog oružja prilagođenog za misije očuvanja mira ili konflikte niske razine, nadziranje svemirskog prostora u blizini Zemlje te uspješno suprotstavljanje oružjima masovnog razaranja kakvo je nuklearno oružje. U tu svrhu definirano je 19 tehnoloških područja koja uključuju oružja usmjerene energije, elektroniku i senzore. U kategoriji elektro-optičkih tehnologija Pentagon planira demonstrirati ravnii pokazivač za glavu (kaciga) u boji s rezolucijom 1000 crta po inču do kraja 1995., dok do 2005. se planira stereoskopski troprotežni prikazivač. Do kraja 1995. predviđa se i razvoj fiberoptičkih sveza s brzinom prijenosa podataka od 10 Gbit/s, kao i 4-Gbitne optičke diskove. Do 2000. godine se planira solitonski laserski izvor i 10 Gbitni optički disk, a do 2005. u planu su 100 Gbit/s solitonske mreže.

Predviđen je i razvoj lasera učinkovitog protiv krstarećih raket i to do kraja 1995. dok bi 1998. godine trebao u svemiru biti aktivna kemijski jedna laser s mogućnošću uništenja interkontinentalnih balističkih projektila. Do 2005. godine u orbiti oko zemlje bi trebalo biti šest satelita s laserskim oružjem za uništavanje interkontinentalnih projektila. Ovakva strategija ima za cilj da osim vojne sačuva ponajprije tehnološku superiornost Sjedinjenih

Američkih Država.

Zaglavak

Moderna sredstva ratne tehnike uvjetuju da vrijeme kao čimbenik u borbenim djelovanjima postaje od iznimnog značenja a ponekad i vrlo bitno, odnosno kritično. Posljedica navedenog je težnja da se s tehničko tehnološkim rješenjima postigne što veće automatizacije i upravljanja u realnom vremenu s borbenim sustavima. Da bi se to i moglo ostvariti nužno je imati pouzdanu i pravodobnu informaciju, te je to dovelo do naglog razvoja i primjene optoelektronskih sustava. Prvo su optoelektronski sustavi imali za cilj da zamijene čovjeka u procesu prikupljanja podataka, a poslije, s proširenjem spektralnog područja rada ovih sustava ona se primjenjuju i tamo gdje čovjek to nije u stanju da vrši (noć, magla, iz svemira,...). Moderni borbeni sustavi u cilju poboljšanja funkcija i učinkovitosti koriste optoelektronske sustave. Nekad su ovi zahtjevi u suprotnosti sa zahtjevima zaštite borbenih sustava, jer povećavaju mogućnost njihova ometanja i otkrivanja.

Razvoj optoelektronskih sustava u ovom trenutku karakteriziraju četiri temeljna obilježja:

- povezanost i zavisnost razvoja aplikacija od stanja razvoja tehnologije i to na prvom mjestu lasera, poluvodičkih detektora i poluvodičkih komponenti za obradbu signala,
- integracija u što složenije sustave kako bi u kombinaciji s drugim senzorima realizirali veću učinkovitost i zaštićenost od ometanja,
- brz i snažan razvoj tehnologije u oblasti konstrukcije optoelektronskih sustava ali i sredstava za protudjelovanje,
- raznolika i široka primjena optoelektronskih sustava u sustavima ratne tehnike.



Fiberoptički konektori za primjenu u ekstremno nepovoljnom okolišu



*Simrad Optronicsov LE7 za oči
bezopasan laserski daljinomjer spojen
s motrilackim uređajem koji radi na
principu pojačavanja prirodne
svjetlosti KN250F omogućava
motrenje u noćnim uvjetima*

Dubravko RISOVIĆ

Pojava lasera je odmah pobudila veliki interes u vojnim krugovima i vojska je neprestano tražila i iznalazila načine za njegovu uporabu u cilju ostvarenja prednosti na bojnom polju. Usprkos gotovo tridesetogodišnjeg burnog razvoja i nedavnih dramatičnih rezanja vojnih budžeta interes za lasere i njihovu primjenu ne jenjava.

Vojni interes za laserske sustave možemo svrstati u šest općih područja: laserske daljinare i obilježivače cilja, oružja s usmjerrenom energijom, laserski radar, laserske komunikacije, protumjere te laserske sustave za izobrazbu i vježbanje. U svjetlu smanjenja vojnih proračuna a sa stanovišta praktičnosti i ostvarivosti uz sada



uključuju laserske daljinare. Praktički svi daljinari koji su danas u uporabi se temelje na Nd:YAG (neodinijum dopiranim vitrij-aluminij garnetom) laseru. Ovaj laser radi na valnoj duljini od $1.06 \mu\text{m}$ koja oštećeju retinu oka, tako da nije siguran za oči na udaljenostima ispod 10

duljina sigurnih za oko. Ovaj pomak valnih duljina lasera u blisko infracrveno područje također otežava neprijatelju otkrivanje lasera, jer su silicijске fotodiode i općenito silicijevi detektori (koji su najrasprostranjeniji i uobičajeni u senzorskim sustavima) osjetljivi u području valnih

LASERI NA BOJIŠNICI

Vojni laserski sustavi

Vojni laserski sustavi razvijeni su s ciljem da povećaju učinkovitost postojećih oružanih sustava. Izazov koji sada postoji je učiniti ove sustave manjim, učinkovitijim i jeftinijim, zadržavajući pritom njihove jedinstvene značajke

već standardne daljinare i obilježivače cilja najviše izgleda za daljnji razvoj imaju dva potonja područja.

Laserski daljinari

Laserski daljinari su bili prvi laserski sustavi ovedeni u naoružanje odmah po otkriću lasera. Njihov uspjeh i rasprostranjenost treba pripisati njihovoj superiornosti u odnosu na sve ostale metode utvrđivanja udaljenosti. U načelu se točnost od $\pm 1 \text{ m}$ može ostvariti neovisno o udaljenosti cilja, koje mogu iznositi i do 20 km.

Danas je već uobičajeno da sustavi za upravljanje paljbom na glavnim borbenim tankovima kao i oklopljenim vozilima pješaštva

km. Ovo njegovo svojstvo zнатно ograničava mogućnost njegove uporabe i izobrazbi, odnosno vježbama a i na bojnom polju može izazvati neželjene povrede. Zbog toga se suvremena istraživanja usmjeravaju na razvoj laserskih daljinara koji su neopasni za oči. To podrazumijeva rad lasera na većim valnim duljinama. U načelu se to može ostvariti na dva načina: pomicanjem valne duljine Nd:YAG lasera ili korištenjem novih laserskih tvoriva. Pomicanje valne duljine se ostvaruje bilo Ramanskim pomakom u parametarskim oscilacija kojima se valna duljina po želji pomiče $1.06 \mu\text{m}$ do $1.58 \mu\text{m}$. Nova tvoriva mogu uključivati erbijem dopirano staklo ili aleksandrit, koji laseriraju u području valnih

duljina od $0.4 \mu\text{m}$ do $1.1 \mu\text{m}$, te tako ne mogu detektirati za oko bezopasno zračenje većih valnih duljina za koje su potrebni IC detektori.

U Europi prva vojska koja uvodi u naoružanje za oko bezopasne laserske daljinare je norveška vojska. Ona je od francuske tvrtke CILAS za sustav za upravljanje paljbom UTAS (univerzalni protutankovski i protuzrakoplovni sustav) na borbenom vozilu pješaštva CV9030 naručila Ramanski-pomaknute laserske daljinare **TMS 305**. Potonji daljinari je dio obitelji TEMPO laserskih daljinara čija je repeticijska frekvencija do 8 Hz, a uključuje **TMS 303** na helikopterima Gazelle i **TMS 309** u Oerlikon Contraves Gun Star sustavu za upravljanje paljbom.

Američka je vojska u prosincu 1994.

godine preko svoje agencije za logistiku i naoružanje raspisala natječaj za tehničku demonstraciju sustava laserskih daljinara bezopasnih za oči - kandidata za opremanje glavnog borbenog tanka M1A2. Vojni budžet za 1996.-97. godinu predviđa nabavu 50 sustava u prvoj godini iza kojih bi slijedilo još po 70-120 sustava tijekom iduće dvije godine. Od sustava laserskog za oči bezopasnog daljinara za M1A2 se očekuje i kompatibilnost s XM8 oklopljenim topničkim sustavom (AGS) kao i borbenim vozilom pješaštva Bradley. Američka vojska je prvu ozbiljnu evaluaciju lasera bezopasnih za oči učinila tijekom vježbe Desert Hammer VI održane u

Nacionalnom središtu za izobrazbu Fort Irwinu tijekom travnja 1994. godine. Razmatrani su Hughes Aircraftovi laseri temeljeni na Ramanskom pomaku Nd:YAG lasera i Varovi E:GLE (Erbium: staklo) instalirani u eksperimentalni tankovski ciljnik druge generacije (SGTS). Treća američka kompanija, Opto Mehanik Inc. preuzeila je od njemačkog Carl Zeiss licencu za Ramanski pomaknut Nd:YAG laser kao temelj za svoju crtu naprednih modularnih daljinara (AMREL). Domet ovih daljinara je do 20 km u raznim inaćicama počevši od ručnih daljinara do sustava za brodove i zrakoplove. Osim ovih pojavljuju se i drugi kompaktni sustavi za upravljanje paljbom koji uključuju lasere bezopasne za oko, a mogu se uporabljati za razna oružja.

Australska kompanija Electro Optic Systems razvila je višenamjenski univerzalni topnički ciljnik (MUGS). Najnovija inaćica **MUGS 4 MkII** uključuje laserski daljinar bezopasan za oči, balističko računalo, pojačalo slike, digitalni video, ugradenu kameru za vježbanje i izvanjske meteo-senzore, a sve u sklopu čija težina ne prelazi pet kg.

Kanadska tvrtka Computing Devices razvila je za pješački bestrajzni protutankovski sustav Carl Gustaf kompjutorizirani laserski ciljnik (**CLASS**), koji omogućava vjerojatnost pogotka s prvim hitcem od 73 posto, u odnosu na samo 28 posto vjerojatnosti pogotka uz uporabu klasičnog ciljnika. Trenutačno se pregovara o prvoj isporuci od 50 komada za kanadsku vojsku, nakon koje bi trebala slijediti serija od 200 komada. Sustav CLASS je inače uspješno uporabljen s topom ASP 30 mm za ciljeve do 1520 m, kao i s haubicom M198 pri direktnoj palji na ciljeve udaljene do 2000 m. Slični sustavi su **Simrad optronics LP101** (Norveška) te **Contravesov SAMFCS**.

Mali laserski daljinari mogu poslužiti i kao motričko sredstvo i kao ciljnici. Britanski ručni, za oko sigurni, laserski daljinari **Elsinor**



Izraelska tvrtka El-Op razvila je napredni portabil laserski označivač (PAL) namijenjen za označavanje ciljeva za napad laserski vođenim bombama ili topničkim projektilima na udaljenostima preko 8 km danju i 6 km noću

težak samo 1.2 kg namijenjen je za uporabu s protutankovskim oružjima malog dometa, srednjim i teškim strojnicama kao i snajperskim puškama velikog dometa. Za razliku od ostalih sustava koriste GaAs lasersku diodu te ima domet do dva km pri vidljivosti od deset km.

Američka vojska je od tvrtke Varo dosad naručila više od 8000 komada mini, za oko sigurnih, laserskih infracrvenih motričkih sustava (MELIOS) **AN/PVS-6**. U izvoznoj inaćici poznat kao **ESL-200** ovaj sustav je prodan Saudijskoj Arabiji (677 komada za LAV-25) i Kanadi (186 komada).

Drugi glavni razvojni trend u laserskim daljinarima je diodno pumpanje. O čemu se zapravo radi? Klasični Nd:YAG a i drugi krutinski laseri se pobudjuju na laseriranje ("pumpaju") pomoću fleš lampi. To klasično pumpanje ograničava njihovu učinkovitost i vijek trajanja, a rezultira i velikim protežnostima i težinama. Suvremeni pristup ide za tim da se fleš lampu zamijene poluvodičkim laserskim diodama koje pumpaju Nd:YAG. Diodno pumpani laseri imaju deset puta veću učinkovitost od lasera s klasičnim (fleš) pumpanjem uz 90 posto smanjenja težine sustava napajanja i hlađenja. To je moguće zbog povećane učinkovitosti pretvaranja električne energije u svjetlosnu (40-50 posto za diodu prema 10 posto za fleš) te mnogo veće apsorpcije diodne svjetlosti u laseru (30 posto prema 10 posto kod fleša). Pritom je životni vijek dioda mnogo duži nego fleš-lampi a demonstrirana su vremena neprekidnog rada u trajanju više od 10.000 sati, indicirajući "životni vijek" u normalnoj eksploataciji od oko 30 godina.

Razvoj se kreće u smjeru povećanja svjetlosne snage dioda uz prilagodbu valne duljine apsorpcijskim svojstvima laserskog tvoriva. Zasad glavni problem je proizvodna cijena koja se kreće oko 20-40 dolara po wattu izlazne snage diode. Da bi takvi sustavi bili i ekonomski konkurentni sadašnjim klasičnim sustavima cijene

na bi trebala pasti na oko pet dolara/watt.

Tipične značajke suvremenih daljinara su:

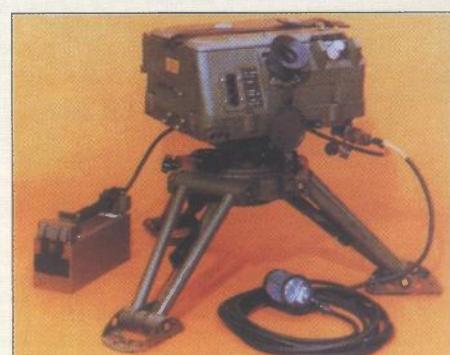
Energija impulsa: 10-100 mJ
Valne duljine: 0,693μm; 1,06μm; 1,54μm; 10,06μm
Maksimalni domet: 22 km
Točnost: +/- 1 m

Obilježivači cilja

Već u ranim sedamdesetim godinama tehnologija laserskih daljinara omogućila je sustave čije su performanse nadišle zahtjeve topništva, što je omogućilo stvaranje novog tipa oružja: laserski vođeno streljivo. Američke inaćice takvih oružja su Hellfire, Paveway i Copperhead, a ruske Smelchak, Santimetr, Kitolov-2 i Krasnopol (vidi HV 84/85).

Laserski obilježivači dopuštaju kopnenim postrojbama da označe ciljeve za napadaj laserski vođenim bombama, projektilima i granatama odnosno minama. CILAS razvija portabil sustav **DHY 307** namijenjen specijalnim snagama kao komplement zrakoplovnim obilježivačima ciljeva. Uredaj koristi Nd:YAG laser a teži samo osam kg. Izraelska tvrtka El-Op razvila je napredni portabil laserski obilježivač (**PAL**), a sada razvija diodno pumpan laserski daljinac/obilježivač koristeći OPO (optička parametarska oscilacija) tehnologiju za pomicanje valne duljine lasera u za oko bezopasno područje.

Britanski GEC Marconi Avionics proizvodi obilježivač sustav **Type 306** za britansku vojsku i osam drugih zemalja. Inaćice uključuju Tip



GEC-Marconi Avionics proizvodi nekoliko vrsta laserskih označivača cilja Type 306 za potrebe britanske vojske i osam drugih zemalja

306A za ne-NATO zemlje, **Type 306B** za NATO zemlje, te **Type 306C** za tajne operacije. Poboljšana inaćica **Type 306D** se proizvodi od 1986. godine i postigla je dobru produ u inozemstvu. Sada se radi na razvoju inaćice **Type 306E**.

Najnoviji američki obilježivač cilja je Varov **AN/PEQ-1** (SOFLAM) namijenjen posebnim

snagama. U međunarodnoj prodaji je poznat pod oznakom **LTM-1991**. Poboljšana inačica koja se razvija uključuje optiku većeg povećanja (x10).

Tipične značajke suvremenih obilježivača:
Energija impulsa: 100 mJ
Valna duljina: 1,06 μm
Maksimalni domet: > 10 km
Kutna točnost: < 200 μrad

Oružja s usmjerenom energijom

Lasersko je oružje uvedeno u naoružanje prvi put negdje oko 1930. godine, bilo je to naravno u znanstveno fantastičnim filmovima i ne baš pod tim imenom. Međutim, pravi razvoj laserskog oružja započeo je četrdesetak godina kasnije. O laserskom smo oružju već pisali na stranicama *Hrvatskog vojnika* (br. 60/61), pa ćemo ovdje radi cijelovitosti navesti samo najvažnije trenutke i trenutačno stanje. Sredinom sedamdesetih godina instaliran je na zrakoplovu KC-135 CO₂ laser snage 400 kW, koji je u okviru programa ALL demonstrirao sposobnost obaranja projektila u letu. Iako je demonstrirao mogućnosti tehnologije laserskog oružja

potrebom mornarice da se učinkovito suprotstavi prijetnji koju su predstavljali niskoleteći protubrotski projektili, rezultirala u programu MIRACL/SEALITE. U okviru programa razvijen je kemijski **HF/DF** laser iznimne snage s vrlo učinkovitim sustavom praćenja cilja i upravljanja snopom (Sea Lite). No i u ovom slučaju jeftinijim se rješenjem pokazalo pribjegavanje konvencionalnijim rješenjima, kao što su proturakete i brzometni topovi (point defence koncept). Budući da su se laserska oružja pokazala kao presložena i preskupa (iako vrlo učinkovita!) za uporabu protiv taktičkih ciljeva, bilo je logično da se okrene njihovo uporabi protiv strateških ciljeva, kao što su npr. sateliti ili interkontinentalni balistički projektili. Dobro poznati projekt "zvezdanih ratova" predstavlja je snažan iako relativno kratkotrajan impuls razvoju snažnog laserskog oružja, poglavito novih tipova lasera: lasera sa slobodnim elektronima i nuklearnih lasera. Nakon relativno slabog finansiranja razvoja laserskog oružja tijekom posljednjih pet godina američko ministarstvo obrane za iduću dekadu ponovno predviđa znatna sredstva (više od milijarde dolara) za daljnji razvoj laserskog oružja, tako da se čini da prava priča o laserskom topu tek počinje.

jenosa podataka, ali je obustavljen jer se došlo do zaključka da CO₂ laser nema dovoljno dug vijek trajanja u svemiru. S druge strane McDonnell Douglas je razvio lasersku komunikaciju na temelju Nd:YAG



Kanadska tvrtka Computing Devices razvila je za pješački protutankovski sustav Carl Gustaf kompjutorizirani laserski ciljnik (CLASS)

lasera, no i u tom slučaju je vijek fleš-lampi koje pumpaju laser bio ograničavajući čimbenik. Daljnji razvoj vodio je preko diodnog pumpanja Nd:YAG lasera, tako da je osamdesetih godina ostvaren odgovarajući laserski predajnik (MIT/Lincoln Laboratory).

Podmorničke su pak komunikacije zbog svoje specifičnosti zahtijevale razvoj drugih tehnologija.

Naime morska voda propušta elektromagnetsko zračenje (svjetlost) u samo uskom spektralnom opsegu valnih duljina (plavo-zelenom) oko 0.5 μm, dok sve drugo zračenje pri prolasku kroz vodu vrlo naglo slabi. Dakle laseri koji su dobri za komunikacije u svemiru ili na kopnu (u atmosferi) uopće ne odgovaraju za komunikacije u vodi, jer bi im domet bio premali.

Zato se tijekom posljednjih petnaestak godina intenzivno radilo na razvoju plavozelenih lasera. Istraživani su laseri s bojom, HgBr, XeCl i XeF. Iako su ostvareni zavidni rezultati ovi laseri se nisu pokazali posve doraslim postavljenoj zadaći tj. komunikaciji satelit/zaronjena podmornica.

No najnoviji razvoj vezan uz krutinske lasere s promjenjivim valnim duljinama i tehnologiju optičkih parametarskih oscilacija obećava ostvarenje pravog lasera za podmorske komunikacije. Ovaj će sustav, zajedno s razvijenim sustavima svemirskih laserskih komunikacija posve sigurno igrati iznimno važnu ulogu u vojnim komunikacijama.



Pripadnici američkih postrojbi tijekom Zaljevskog rata 1990.-1991. godine imali su na raspolaganju razvojne modele Lockheed Sandersovog AN/PLQ-5 (LCMS Laser Countermeasures). Sustav LCMS koji je spojen na modificiranu automatsku pušku M16A2 može onesposobiti optičke i elektro-optičke senzore na udaljenostima većim od 2 km

pokazalo se da zahtijeva preveliku složenost i cijenu, uz relativnu osjetljivost na protumjere u odnosu na neke naprednije konvencionalne borbene sustave. Posljedica toga je bila da se shvatilo da se treba okrenuti drugim tipovima lasera koji će moći imati veću snagu uz manju složenost i cijenu. Ova su saznanja, zajedno s

Laserske komunikacije

Primarni vojni interes u laserskim komunikacijama bio je u području satelitskih komunikacija. U takvoj primjeni lasera postoji nekoliko prednosti nad klasičnim radiofrekventnim (RF) komunikacijama. Relativno mala divergencija laserskog snopa rezultira s malim snagama predajnika, što znači da može biti mnogo manji od odgovarajućeg RF predajnika, a pritom i daleko teži za ometanje. Uski, slabo divergentni laserski snop osigurava siguran prijenos podataka praktički bez postranih lobova karakterističnih za RF veze. Druge prednosti uključuju multigigabitan prijenos podataka i sposobnost prodiranja kroz oblake i morsku vodu (pri niskoj brzini prijenosa podataka). Potonje je iznimno važno za komunikaciju sa **zaronjenim** podmornicama.

Svjesno ovih prednosti ministarstvo obrane SAD financiralo je sredinom sedamdesetih godina razvoj brze laserske crte za prijenos podataka. Hughes je uspio s CO₂ laserom ostvariti crtlu s više stotina megabajta za potrebe NASA. Daljnji razvoj je još povećao brzinu pri-



Minobacač Mortar

LMB 120 mm M75

Minobacač LMB 120 mm M75 je lako topničko oružje namijenjeno za uništavanje pješaštva i tehničkih sredstava.

Njegovo djelovanje je pogodno za otvaranje prolaza kroz žičane zapreke i minska polja, kao i za uništavanje manjih utvrda.

Uporabom odgovarajućih mina vrši se osvjetljenje i zadimanjanje bojišta.

Karakteristika ovog minobacača je što zbog svoje povećane mase posjeduje podvoz koji služi za transport bacača motornim vozilom ili zapregom.

Light mortar LMB 120 mm M75 is a light-weight artillery weapon, designed for the annihilation of manpower and firing points.

It is suitable for blazing the pathway through the mine fields and barbed wire obstacles, as well as destruction of lighter fortifications.

It can also fire smoke shells for smoke screening and flares for night time illumination of targets.

Due to its weight, this mortar is shipping with a carriage suitable for motor vehicle towing.

TEHNIČKE OSOBINE

kalibar	120 mm
dužina sklopa cijevi	1.690 mm
elevacija	45° - 85°
horizontalno polje djelovanja	360°
brzina ciljanja	15 mina/min
domet - lakov minom	6.340 m
- teškom minom	5.551 m
- minom s raketnim motorom	9.056 m
težina - s podvozom	263 kg
- bez podvoza	177 kg

TECHNICAL DATA

barrel caliber	120 mm
barrel length	1.690 mm
elevation	45° - 85°
horizontal field of action	360°
rate of fire	15 shells/min
range - light shell	6.340 m
- heavy shell	5.551 m
- rocket motor shell	9.056 m
mass - travelling position	263 kg
- firing position	177 kg



MINE

JEFTINO I UČINKOVITO ORUŽJE (III. dio)

Iskustva stečena tijekom vođenih ratova ukazuju da mine s obzirom na njihovu cijenu predstavljaju vrlo jeftino i učinkovito bojno sredstvo koje može onesposobiti vojnika ili skupo tehničko sredstvo. Isto tako uvidjelo se da klasičan način postavljanja mina ne može udovoljiti visokim operativnim zahtjevima suvremene bojišnice, te su iz tog razloga razvijeni sustavi koji omogućavaju postavljanje površinskih mina iz zrakoplova, helikoptera ili lansera ugrađenih na vozilo

J. MARTINČEVIĆ MIKIĆ

Unovije vrijeme svaki ozbiljniji proizvođač naoružanja razvija moderne topničke ili raketne projektile za "prijenos" mina na željeno područje, bilo da se radi o primarnom uništenju cilja izravnim djelovanjem po cilju ili o sekundarnom djelovanju kad mine "čekaju" potencijalne ciljeve u obliku minskih polja. Danas su već poznati mnogi komercijalizirani sustavi za disperziju mina s vozila ili helikoptera kao što su Istrice, Skorpion, Minotaur, Volcano i dr.

Američki sustav **Gator CBU-89/B** je ugrađen na taktički zrakoplov koji je sposoban polagati mine u svim vremenskim uvjetima i svako doba noći ili dana. Američko zrakoplovstvo (USAF) i njihova vojska bili su odgovorni za minski program, a mornarica za disperzere mina. Drži se da je proizvodnja trajala od 1982. do 1987. godine. Gator je oružje za izbacivanje mina slobodnim padom u skupinama, a sastoji se od **SUU-64/B TMD** (Tactical Munitions Dispenser) koji ima masu 320 kilograma, a sadrži 72 **BLU-91/B** i 22 **BLU-92/B** mine. Mine su ranije korištene protiv tankova i ostalih oklopnih vozila, a kasnije s ugradnjom upaljača **FZU-39/B** i protiv pješaštva. Gator može izbacivati mine ugrađene na nadzvučne i podzvučne zrakoplove na visinama od 60 do 12.000 metara. Slijedeći zapovijedi primljene iz zrakoplova disperzer izbacuje mine koje su upotpunjene vremenskim upaljačima ili blizinskim senzorima. Armiranje

sigurnosnog uredaja se izvršava nakon udara mine o zemlju.

Protutankovske mine su opskrbljene magnetnim senzorima, a protupješačke s po četiri odskočne žice za uspravljanje mine.

Potkraj osamdesetih godina je američko zrakoplovstvo izvršilo ispitivanja sustava **DAACM** (Direct Airfield Attack Combined Munition). Sustav ima masu 335 kg, a njegov disperzer TMD može ponijeti osam **BLU-106/B BKEP** (Bomb, Kinetic-Energy Penetrator) s podstreljivom za uništenje poletno-sletnih pista u prednjem dijelu i dvadeset i četiri **HB 876** u zadnjem dijelu. DAACM može izbacivati mine pri svim taktičkim brzinama zrakoplova na



Disperzer - spremnik za izbacivanje mina namijenjenih za stvaranje kratera na poletno - sletnim stazama. Sadrži osam BLU - 106 B BKEP i dvadeset četiri Hunting Engineering Ltd HB 876 u zraku detonirajućih mina

armor Munition) je na cilju aktivirajući sustav namijenjen za korištenje protiv oklopnih vozila, zrakoplova na stajanci i vozila za čišćenje pista, a može se koristiti zajedno s Gatorom. ERAM ima masu 430 kg, a sadrži **SUU-65/B** disperzer napunjen s devet podprojektila **BLU-101/B** zajedno s FZU-39/B blizinskim senzorom za visinsko lansiranje. Mine se pojedinačno izbacuju iz disperzera i usporavaju odgovarajućim padobranima. Minski seismičko-akustični senzor se aktivira na dodir, klasificira ciljeve i određuje njihov azimut i udaljenost. Kad je cilj unutar dometa mine usmjerava se jedna od dvije bojne glave u odgovarajućem smjeru.

Talijansko i njemačko zrakoplovstvo je svoje zrakoplove Tornado opremilo s disperzorom mina **MW-1** koji može prenositi mješoviti teret. Jedna skupina tereta je optimizirana za korištenje protiv oklopnih snaga, a druga protiv zrakoplovnih baza. Mogu se izbacivati protutankovske mine (**MIFF**) s



Valsellin modularni disperzer površinskih mina "Istrice" ugrađen na Fiat - Iveco kamion 4x4 90 PM 16

visinama od 100 do 12.000 metara. Može se ugraditi na različite vrste zrakoplova (F-4(4), F-15E(12), F-16 (4), F-111 (8)).

CBU-92/B ERAM (Extended Range Anti-

dvostruko djelujućom bojnom glavom ili **MUSPA** u zraku rasprskavajuće mine opremljene akustičnim senzorima za korištenje protiv



Sustav Volcano ugrađen na kamion sa 160 lansirnih cijevi i 960 mina Gator

neprijateljskih zrakoplova prigodom rulanja ili polijetanja. Mogu se izbacivati i mine **MUSA** koje koriste ista multi-fragmentna punjenja kao i **MUSPA**, ali detoniraju pri dodiru s tlom. Ovim se sustavom pokriva područje široko 500 metara i dužine 2500 metara.

Britanski zrakoplovi Tornado (RAF) koriste **Hunting Engineeringov** disperzer **JP 233** koji može prenositi mine za uništavanje vojnog sletnog staza ili zračno-detonirajuće mine **HB 876**.

Mine se usporavaju padobranom, a nakon pada se pomoću čeličnih opruga uspravljuju s glavom prema gore. Detonacija može biti inicirana ugrađenim senzorima ili naglim usporenjem bojne glave. Djelovanje ovih mina je učinkovito protiv pješaštva, lako-oklopljenih vozila i zrakoplova. Spomenute mine su dio američkog programa DAACM.

Tecnovar je prvo počeo s adaptacijom postojećih plastičnih mina proizvedenih 1960-ih godina kako bi bile prikladne za izbacivanje iz helikopterskih disperzera mina. DATS nalikuje suparničkim sustavima sličnih značajki, koji može pohraniti i izbacivati protutankovske (PT), i/ili protupješačke (PP) mine. Disperzer ima kapacitet 1536 **TS/50** PP mina ili 128 **MATS/2** PT mina, ili različiti broj i jednih i drugih. Dva vojnika mogu ručno napuniti disperzer za oko pet minuta. Disperzer je pričvršćen za helikopter s visećom omčom i okretnom kukom za brzo otpuštanje. Disperzer je opskrbljen električnim priključkom potrebnim za otvaranje vratiju na njegovom dnu dobivanjem signala iz upravljačkog uređaja smještenog u unutarnosti helikoptera. Vrata disperzera mogu biti upravljana ručno ili automatski dopuštajući selekciju izbacivanja mina. Elektronski programator nadzire intervale između otvaranja vratiju tako regulirajući gustoću minskog polja. Otvaranjem vratiju u paru, dvoja po dvoja, formiraju se skupine po 96 PP mina ili 8 PT mina ili u slučaju kad je mješovito minsko polje izbacuje se po 48

PP mina i 4 PT mine. Visina leta helikoptera je 100 metara pri brzinama do 200 km/h.

Tecnovar je obavio veliki dio posla s vanskim partnerima u Sjevernoj Africi i Srednjem istoku koje je opskrbio s brojnim sustavima nakon uspješnog ishoda na nacionalnom natječaju. Tecnovar je između ostalog sklopio načelni sporazum s kompanijom Westland Helicopters po kojem je DATS bio predviđen kao jedno od oružanih sustava prilagođen za helikopter Lynks. Poznato je da je taj sustav demonstriran u Omanu.

Valsellin sustav **VS-MD H**

je konstruiran za prevoženje i disperziju 2080 VS-50 ili VS-Mk2 PP mina ili 200 VS-1.6 PT mina (moguća je i mješovita kombinacija) u 40 modularnih spremnika koji su smješteni u okviru disperzera. Protupješačke mine se spuštaju u skupinama od 52 mine, a PT mine u skupinama od pet mina. Vrata disperzera se otvaraju takvim



Disperzer mina Skorpion ugrađen na bojno vozilo M548G A1

slijedom koji omogućuje zadržavanje disperzera u stabilnom položaju s obzirom na promjenu težišta zbog izbacivanja tereta iz disperzera. Mine iz disperzera ispadaju u plastičnim kapama koje nakon izbacivanja mine otpuhuje struja vjetra tijekom njihovog pada do zemlje. Disperzer je za helikopter pričvršćen rotirajućim spojnikom, a elektronski uređaji unutar helikoptera reguliraju otvaranje vratiju i intervalnom području od 0,1 do 0,6 sekundi. Interval otvaranja je u izravnoj svezi s brzinom helikoptera, čime se mijenja gustoća distribucije mina po zemljištu.

Display na signalnom uređaju signalizira otvaranje svakih vratiju, tako da operater ima informaciju o broju izbačenih mina ili mirovanja sadržaja disperzera.

Uredaj ima sigurnosno dugme za brzo

pražnjenje svih modularnih spremnika istodobno, a osim toga pilot raspolaže s mogućnošću potpunog izbacivanja kompletнog disperzera ako mu to nalaže situacija. Osim spomenutog sustava Valsella je razvila i lakšu inačicu disperzera **Mk2 VS-MD H** koji se može ponuditi za lakše helikoptere.

Misarov koncept **SY-AT** ima slične generalne značajke kao i gore spomenuti sustavi s tom razlikom što je sastavljen od temeljnog modula i dva pomoćna modula koji mogu biti zakvaćeni bočno na trup helikoptera.

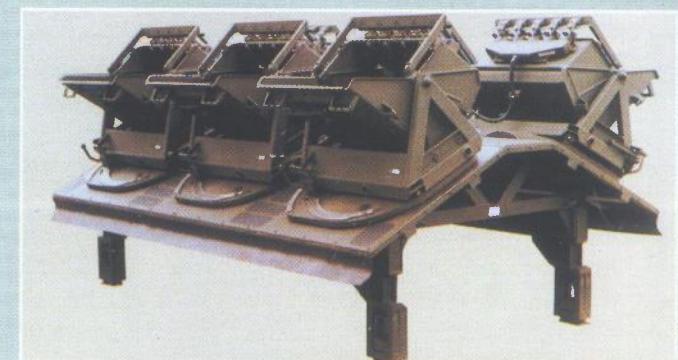
Temeljni modul sadrži 32 spremnika napunjениh s 2496 **SB-33** PP mine ili 160 **SB-81** PT mina. Svaki pomoćni modul ima osam spremnika za 624 PP mine ili 40 PT mine. Prema tome svekoliki sustav sadrži 3774 PP mina ili 240 PT mina ili njihovu mješavinu. Sustav **SY-AT** je prodan Španjolskoj gdje ga je Expal proizvodio pod licencom za Grčku, Argentinu i Zair.

Valsella je razvila modularni sustav **Istrice** koji se može ugraditi na široku lepež terenskih vozila na kotačima ili gusjeničnih vozila. Istrice sadrži **VS MTLU** uređaj koji se može pri-

lagodavati po elevaciji i smjeru i svaki može primiti 18 ili 32 lansirne cijevi. U 18-cijevne module su smještene protutankovske mine **X-VS 12**, pet po cijevi, ili protupješačke mine **X-MK 9**, 36 po cijevi. U 32-cijevne module se mogu smjestiti protupješačke mine **X-MK 2**, 15 po cijevi. Mine se iz cijevi izbacuju propulzivnim punjenjem koje se pripaljuje električnom iskrom, a mogu pokrivati područje od 40 do 70 metara.

Za izbacivanje iz helikoptera američka vojska koristi disperzer **M 56** koji je prilagođen za izbacivanje nagaznih mina uporabom helikoptera UH-1, koji može prenositi ukupno 150 mina u dva disperzera. Disperzeri se mogu odbacivati pod nadzorom pilota koji ujedno nadzire područje izbacivanja mina (oko 800 metara dužine).

Zamjena za M56 je sustav **Volcano** koji predstavljen devedesetih godina, ranije poznat

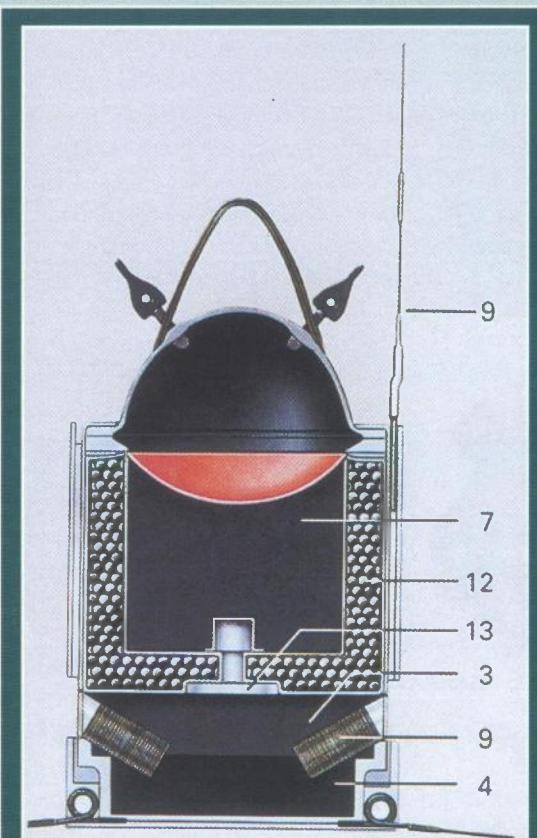


Okviri za ugradnju cijevi sustava Skorpion:
masa (praznog) 1900 kg; masa (punog) 4000 kg; dužina 3347 mm; širina 2285 mm; visina 1900 mm

kao **UMIDS** (Universal Mine Dispensing System) razvijen s **Honeywell Defense**



Spremnik mina mase 70 kg i protežnosti (DxŠxV) 728x130x520 mm. Četiri uređaja za izbacivanje sa po pet mina AT-2 (20 mina)



Protupješačka mina AP. Nakon aktiviranja bojna glava odskoči do osam metara i tada dolazi do eksplozije. Gestoča fragmenata na udaljenosti od 30 metara je $1/m^2$. Penetracija energijom od 80 Nm je na udaljenosti 35 metara.

3-upaljač; 4-baterije; 7-punjenje; 9-senzor cilja; 12-fragmenti; 13-punjenje

Systems. To je druga generacija disperzera s kojom je naoružan helikopter UH-60.

Volcano je modularni sustav za izbacivanje protutankovskih i protupješačkih mina koji se može ugraditi na različite tipove terenskih vozila bilo na kotačima (M817) ili gusjenicama (M548A1) čija je nosivost najmanje pet tona ili na helikopter UH-60. Sustav se sastoji od podsustava za izručivanje mina M139 (kojeg čine nadzorni uredaj disperzera DCU i lansirno postolje), oprema za ugradnju na odgovarajući tip vozila i spremnika mina M87 (lansirnih cijevi). Svako lansirno postolje omogućuje ugradnju do 40

u omjeru: jedna PP mina M74, prema 5 PT mina M75 s magnetnim upaljačem.

Zahtjevi za lakšim sustavima s kojima bi se opremale lake postrojbe za brzo djelovanja doveli su do razvoja sustav **MOPMS** (Modular Pack Mine System). Sustav ima masu 70 kilograma, a predviđen je za prevoženje na vozilu M113. Sadrži 14 protutankovskih i 7 protupješačkih mina koje se izbacuju u polukrugu polumjera 35 metara.

spremnika mina u koje stane po šest mina.

Nadzorni uredaj disperzera opskrbljuje spremnike s električnim signalom za paljbu koji je u svezi s brzinom vozila, veličinom i gustoćom želenog minskog polja i položajem spremnika na svakoj strani vozila.

Izbacivo punjenje na dnu svake cijevi prisilno izbacuje skupinu mina kojih je u svakoj cijevi po šest (pet PT i jedna PP) što po jednom

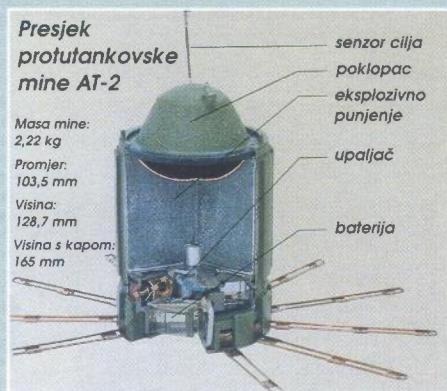
modulu čini 240 mina. Ako se uzme u obzir da se na jedno vozilo ugrađuju po četiri takva modula onda je ukupni broj mina 960. Kad se moduli koriste u helikopterskoj inačici ugrađuju se na bočne platforme sa svake strane trupa helikoptera.

Uvođenjem sustava Volcano moguće je postavljanje minskih polja na svim vrstama terena s minimumom logističke potpore i ljudskog rada. Ugradnja modula na vozilo ne zahtijeva posebnu dogradnju ili zahvat na vozilu pa se mogu koristiti standardna vozila.

Osim Gatora i Volcano američka vojska raspolaže i sa sustavom **GEMSS** (Ground Emplaced Mine Scattering System) koji je također dio američkog programa površinskih mina FASCAM. GEMSS je ugrađen na prikolicu vučenu s oklopnim transporterom M113 ili kamionom nosivosti pet tona i služi za polaganje taktičkih minskih polja od 300 metara do 1000 metara dužine. Sustav može postaviti svoj teret od 800 mina u području dužine 1 km i širine 150 metara za 30 minuta. Veliki kotač na prikolici izbacuje mine

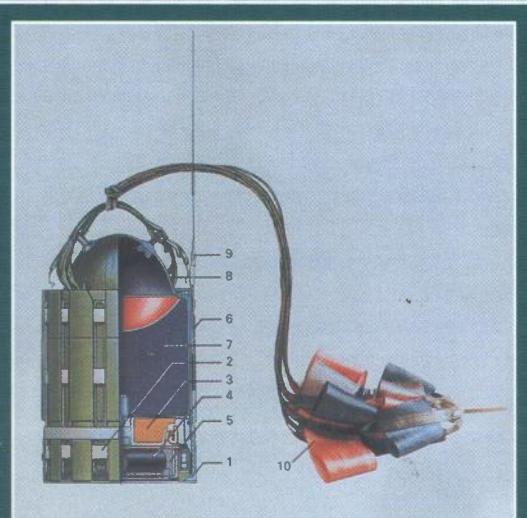
Program FASCAM sadrži i topničko streljivo osposobljeno za prijenos PT i PP mina. Tako je poznato streljivo 155 mm **ADAM** (Area-Denial Artillery Munition) koje sadrži 36 protupješačkih mina ili devet PT mina **RAAMS** (Remote Anti Armor Mine System).

Dynamit Nobel je 1980. godine započeo proizvodnju svoje površinske protutankovske mine **AT2** koja je prilagođena za različite načine "izručenja" na cilj. Tako je poznata **AT-2 DM 1233** mina koja je prilagođena za prijenos raketama 110 mm iz raketnog sustava **DM 711** koji je dio njemačkog LARS (Light Artillery Rocket System). Slična je modificirana mina **AT-2 DM 1274** korištena u minolarsnom sustavu MiWS



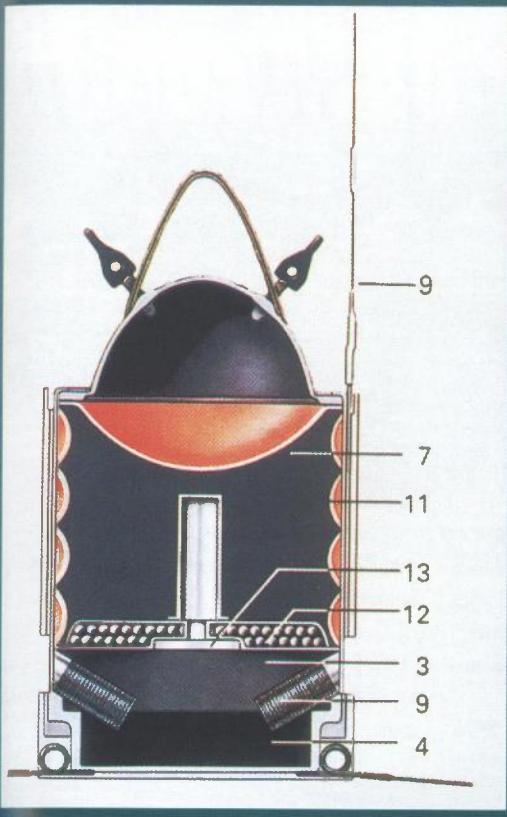
Skorpion. Proizvođač ima u razvoju i protupješačku minu **AP-2** čiji podaci za sada nisu dovoljno publicirani.

AT-2 je cilindričnog oblika, promjera 103,5 mm, mase 2,22 kg, a postavlja se u vertikalni položaj pomoću opružnog sustava. Dynamit Nobel drži da oblik eksplozivnog punjenja njihove mine može probiti oklop svih poznatih tankova i da ima visoki učinak iza oklopa (ukupni i tijelu tanka). Detonacija se inicira elek-



AT-2 namijenjena je za probijanje homogenog oklopa tvrdoće do 1000 N/m^2 . Dužina probora 140 mm.

1-sigurnosno-armirajući uredaji; 2-mehanizam za uspravljanje; 3-upaljač; 4-baterija; 5-senzori; 6-tijelo bojne glave; 7-eksplozivno punjenje; 8-poklopac; 9-senzor cilja; 10-podobran



Mina AM (Anti - Material) slično kao i protupješačka mina ima gustoću fragmenata 1/m² na 5 metara.

3-upaljač; 4-baterija; 7-punjjenje; 9-senzor cilja; 11-projektili; 12-fragmenati; 13-punjjenje

tronski prolaskom tanka ili vozila iznad mine posebnim uređajem unutar mine ili vremenskim prekidačem. Mina se ne aktivira prolaskom vozila pokraj nje jer tada nije učinkovita.

Sustav MiWS Skorpion je postavljen na gusjeničnom vozilu **M548 GA1** ili obitelji transportera M113 na koje je postavljeno šest lansirnih okvira u koje stane po pet četverocijevnih spremnika s po 20 PT mina AT-2. Nadzor nad ispaljenjem mina i provjera sustava u cijelini se obavlja nadzornim test uređajem EPAG koji je smješten u kabini vozila. Uredaj omogućuje izbor šest operativnih vremena za samouništenje mina i šest različitih gustoća minskog polja od 0,1 do 0,6 mina po dužnom metru, vodeći računa o brzini vozila i nagibu lansirnog okvira iz kojeg se ispaljuju mine.

Lansirni okviri imaju mogućnost nagiba u odnosu na postolje i mogućnost individualnog



Presjek protutankovske mine Minotaur

zakretanja. Ukupni kapacitet od 600 mina može se postaviti u minsko polje široko 50 metara, dugačko 1500 metara s prosječnom gustoćom od 0,4 mine po metru za otprije like pet minuta. Za još brže postavljanje minskih polja koristi se oprema za postavljanje mina AT-2 iz helikoptera UH-1D. Kapacitet spremnika je 100 mina koje se mogu izbaciti u 20 sekundi u dužinu minskog polja od 500 metara letenjem na visini od 5 do 15 metara.

Francuski Euro Impact Division u sastavu **Giat Industries** nastavlja razvoj i širenje njihovog proizvodnog programa površinskih mina **AC DISP**. Riječ je o mini promjera 139 mm, mase 2,5 kg čije je eksplozivno punjenje teško 0,7 kg. Aktivira se magnetnim senzorom koji inicira minu u odgovarajuće vrijeme. Kad mina napusti lansirnu cijev oslobađaju se opružna pera koja uspravljuju minu s jednom od njezinih baznih strana okrenutom prema gore. Oblik eksplozivnog punjenja omogućuje nanošenje velikih šteta na napadnuti cilj. Prema Giatu mina će probiti pod bilo kojeg tanka čija je debљina do 50 mm na udaljenosti od 500 mm, pod kutem od 60 stupnjeva. Često se učinak mine implicira na oštećenje uređaja iza oklopa ili na prekid gusjenica ili upravljačkog mehanizma borbenog vozila. Djelovanje mina se može programirati u vremenu od 1 do 96 sati s korakom prilagodavanja od jednog sata. Nakon isteka prilagođenog vremena dolazi do samouništenja mine. Učinkoviti polumjer djelovanja mine je oko šest metara.

Prva aplikacija **AC DISP** protutankovskih mina je bila ugrađena na podvozje tanka AMX-30 u kombinaciji opkoparskog oklopog vozila EBG. Druga aplikacija uključuje topničke projektile 155 mm **OMI 155 H1** koji sadrže šest AC DISP protutankovskih mina. Domet je ovog projektila kad se ispaljuje iz kombinacije 155/45 kalibara do 21.000 metara.

Treća aplikacija je površinski polagač mina **Minotaur** razvijen u Giatu 1980. godine. Minotaur se sas-

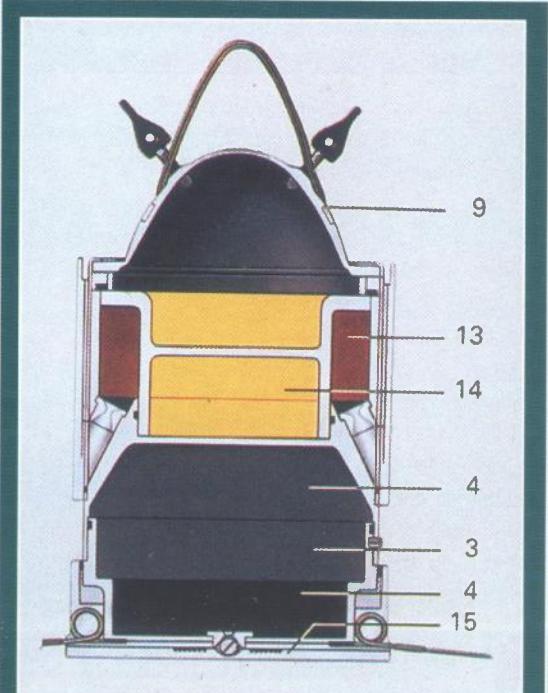
toji od modula koji se ugrađuju na terensko vozilo ili odgovarajuću prikolicu najmanje četiri tone. Za sustav od šest modula dovoljna je platforma protežnosti 2,5 x 3,1 metara.

Najprije je Minotaur ugrađen na britansko



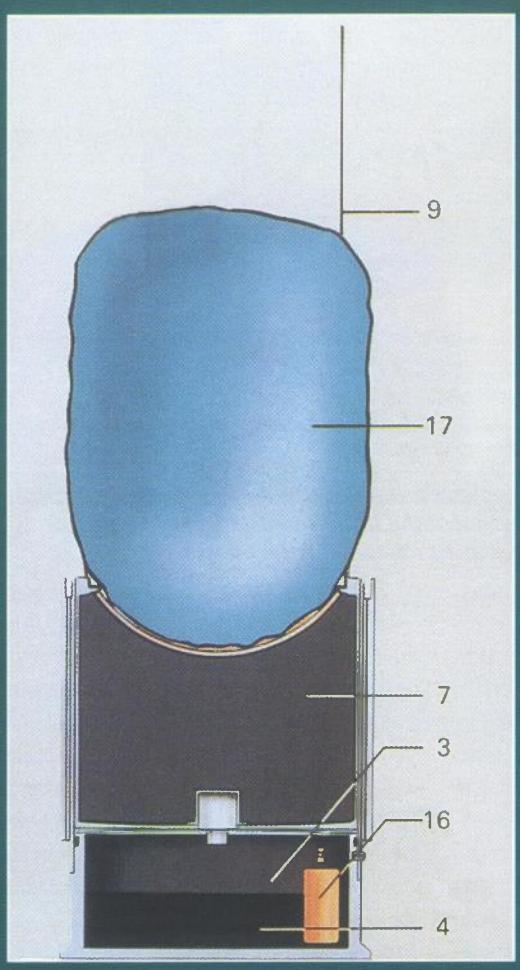
Skorpion sustav ugrađen na helikopter Bell UH-1D s mogućnošću izbacivanja 200 mina AT-2 za 15 sekundi pri srednjoj brzini od 90 km/h

vozilo Alvis Stormer na koji se moglo ugraditi šest modula. Svaki je modul sastavljen od 20 lansirnih cijevi u koje stane po pet PT mina. Moduli se mogu zakretati po smjeru lijevo i desno u odnosu na uzdužnu os vozila za 45 stupnjeva. Mine se mogu rasipati u području 300 metara sa svake strane vozila i 170 metara prema nazad. Takav sustav prenosi 600 mina i može ih položiti u minsko polje dužine 1200 metara i širine 600 metara za manje od četiri minute. Svaka stakloplastična lansirna cijev ima promjer 142 mm i dužine je 760 mm, sadrži po pet mina i teži 16 kg, što ukupno iznosi 690 kg po modulu. Prostor kojeg zahtijeva jedan 20-cijevni modul je 1 x 1



Nakon aktiviranja signalne mine pali se raketni motor koji podiže minu vertikalno uvis, nakon čega se preko transmisijske antene šalju kodirani signali o položaju aktivirane mine čime je pozicionirano aktiviranje minskog polja.

3-upaljač; 4-baterija; 9-senzor cilja; 13-punjjenje; 14-transmiter; 15-antena



Presjek plivajuće (plutajuće) mine SW (Shallow Water) za plitke vode.

3-upaljač; 4-baterija; 7-eksplozivno punjenje; 9-senzor cilja; 16-spremnika plina; 17-balon



Minotaur na podvozju Matenin 4x4

je: njemački Dynamit Nobel s MiWS Skorpion, francuski Giat Industries sa svojim sustavom Minotaur i američki Alliant Techsystems sa sustavom Volcano.

Minotaur i Volcano su zadovoljili početne zahtjeve i za očekivati je da će u bliskoj budućnosti jedan od njih biti izabran za uporabu u britanskoj vojsci.

Giat Industries je za potrebe lakih snaga i pješačkih postrojbi ponudio prenosivi minopolagački sustav s daljinskim upravljanjem **Mitra** (Module de Minage Portable Telecomande). Mitru mogu prenosići dva čovjeka, a sadrži pet cijevi sa po šest mina (ukupno 30). Može "položiti" minsko polje protežnosti 30 x 40 metara na udaljenosti od lansera do 70 metara. Lanser teži 40 kg, bez lansirnih cijevi koje imaju svoje nosače. Upravljanje sustavom je moguće na udaljenosti do 2000 metara.

metar. Operator sjedi u potpuno zaštićenoj kabini i može daljinski upravljati izbacivanjem mina prema željenoj konfiguraciji minskog polja. Minotaur se može ugrađivati i na druge tipove vozila kao što su gusjenično vozilo AMX VCI, kamioni Acmat (6x6), Ma-tenin (4x4) i dr.

Prvi kupac Minotaure je bila britanska vojska koja je potajno naručila nekoliko sustava (vjerojatno šest) za ugradnju na ravnu platformu podvozja Alvis Stormer. Ta su vozila korištена u Saudijskoj Arabiji za vrijeme Zaljevskog rata.

Pogodnost ugradnje Minotaure na ravne platforme vozila omogućuje njihovo korištenje za druge borbene zadaće kad minopolagač nije u uporabi.

Britanska vojska ima zahtjev za mobilnim lansirnim sustavom površinskih mina **VLSMS** (Vehicle Launched Scatterable Mine System). Svoj su interes tu našle tri najpoznatije kompanije

mina je programiran prema brzini i visini leta helikoptera.

Za sve svoje sustave Giat Industries je ponudio vježbowne i školske inačice koje služe za izobrazbu korisnika u rukovanju i uporabi mina.

Britanski THORN EMI Electronics je za postavljanje površinskih protupješačkih min razvio sustav **Ranger**. Sustav se sastoji od 72 lan-



Logički slijed nastanka disperzera. Sustav se sastoji od: pet mina u spremniku (cijev); 20 spremnika u modulu; šest modula na zakretno/nagibno postolje Minotaura (600 mina)

sirne cijevi od kojih svaka može primiti 18 mina.

Cijevi su povezane u module od po osam komada kojih se u okvir disperzera može smjestiti devet.

Disperzer se može ugraditi na oklopno borbeno vozilo ili obični kamion, pa čak i na borbeni brod za obalno zaprečavanje. Mine se ispaljuju električno-zapaljivim punjenjem, tako da sadržaj svake cijevi može biti ispaljen samostalno.

To je samo dio minskog potencijala koji za- sljuje pozornost za njegovo opisivanje. Danas su u razvoju još moderniji i sofisticiraniji sustavi, kako u pogledu pouzdanosti postavljanja mina, tako i u pogledu njihove učinkovitosti i operativnog života.



Minotaur ugrađen na gusjenično vozilo

Za disperziju mina helikopterom Puma ili Super Puma Giat industries je pripremio sustav **Alkan** koji sadrži 54 lansirne cijevi sa po pet PT mina AC DISP, što ukupno čini 270 mina. Disperzeri se montiraju sa svake strane trupa helikoptera po jedan, a raspored izbacivanja

Minobacač Mortar

LMB 82mm M93

Minobacač LMB 82mm M93 je pješačko podržavajuće oružje.

Služi za uništavanje pješaštva i tehničkih sredstava. Minobacač LMB 82mm M93 razvijen je iz minobacača LMB 82mm M69 s mogućnošću pojedinačnog okidanja.

Lako se rastavlja u tri dijela (cijev, postolje i dvo-nožac), te zbog toga omogućava brzu promjenu položaja.

Light mortar LMB 82mm M93 is a light-weight infantry support weapon. It is used for destruction of manpower and firing points. This model is developed from light mortar LMB 82mm M69 with single-shooting capabilities.

It can be dismantled in three sections: barrel with breech piece, bipod and base plate, what adds to maneuverability when changing the firing position.

TEHNIČKE OSOBINE

kalibar	82,14 mm
dužina cijevi	1.200 mm
težina minobacača	45 kg
elevacija	45° - 85°
horizontalno polje djelovanja	360°
brzina ciljanja	20-25 mina/min
min. domet	84 m
max. domet	6.225 m
max. tlak u cijevi	630 bara

TECHNICAL DATA

barrel caliber	82,14 mm
barrel length	1.200 mm
mortar mass	45 kg
elevation	45° - 85°
horizontal field of action	360°
Rate of fire	20-25 shells/min
min. range	84 m
max. range	6.225 m
max. bore pressure	630 bar



NAJBOLJE AUTOMATSKE PUŠKE SVIJETA



Standardna (SG 550) i skraćena (SG 551) inačica švicarske automatske puške. Uočavaju se karakteristični prozirni spremnici s bradavicama koje omogućavaju međusobno povezivanje više spremnika u jednu cijelinu.

Mirko KUKOLJ

pouzdana, što borac odmah parametri gube važnost

Često se postavlja pitanje koja je trenutačno najbolja automatska puška na svijetu. Odgovor na to pitanje nije jednostavan budući da se stavovi, čak i najpoznatijih stručnjaka iz područja streljačkog oružja, dosta razlikuju.

Više je razloga ovako širokom spektru različitih mišljenja. Jedan od najvažnijih svakako je ljestvica važnosti kriterija po kojima se obavlja usporedba pušaka. Dok jedni drže da je najvažnija jednostavna konstrukcija i mala masa, drugi veće značenje pridaju preciznosti oružja, i laganim održavanju. Samo jedan zahtjev nije nikad bio sporan, a to je absolutna pouzdanost oružja. Ako neka puška nije pouzdana, što borac na bojištu odmah osjeti, svi drugi parametri gube važnost.

Dosadašnji razvoj automatskih pušaka kretao se u više smjerova, od manjih modifikacija na pojedinim dijelovima pa do potpuno novih konstrukcija. Poboljšavanja su se ogledala u smjajivanju kalibra i mase puške, povećavanju učinkovitosti, te smanjivanju troškova proizvodnje i održavanja. Masa puške smanjivana je primjenom kvalitetnijih, a istodobno laksih tvoriva. Zbog toga

Puške su oduvijek predstavljale temeljno oružje svake vojske, te nije čudo da se njihovoj konstrukciji, te tehničkim značajkama oduvijek poklanjala velika pozornost pri čemu jedan od zahtjeva koji se pred njih postavljao nikad nije bio sporan, a to je apsolutna pouzdanost oružja, jer ako neka puška nije na bojištu osjeti, svi drugi

su dijelovi poput rukohvata, kundaka i spremnika uglavnom izrađivani iz plastike. Poznata je također činjenica da manji broj sastavnih dijelova puške omogućuje lakšu logističku potporu, bržu zamjenjivost dijelova, te lakše održavanje u borbenim uvjetima.

Prema mišljenju autora ovog teksta među prvih deset automatskih pušaka spadaju sljedeće puške: švicarska **SG550**, austrijska **AUG**, belgijska **FN FNC**, francuska **FAMAS**, njemačka **G41**, izraelska **GALIL**, talijanska **BERETTA AR70/90**, britanska **L85A1**, američka **M16A2**, te ruska **AK74**. Od deset nabrojenih pušaka devet je konstruirano za metak 5,56x45 mm, a jedino je ruska automatska puška AK74 radena za metak 5,45 x 39 mm.

Iako smo o nekim od navedenih pušaka pisali u prijašnjim brojevima *Hrvatskog vojnika*, ukratko ćemo se podsjetiti na neke od njihovih najvažnijih značajki.

Švicarska puška 5,56 mm SG550

Automatska puška SG550 rezultat je rada stručnjaka tvrtke **SIG**, a uvedena je u naoružanje švicarske vojske u početku 1984. godine pod oznakom **Stgw 90**. U cilju smanjivanja ukupne težine veći broj njezinih dijelova (npr. rukohvat, kundak, spremnik) izrađeni su od plastike. Puška radi na načelu odvodenja barutnih plinova, dok se



Na temelju puške G3 u kalibru 7,62 x 51 mm, tvrtka Heckler und Koch razvila je čitavu obitelj automatskih pušaka u kalibru 5,56 mm

bravljenje obavlja rotacijom zatvarača. Konstrukcija spremnika ima nekoliko specifičnosti. Tako se na svakom spremniku nalazi bradavica koja omogućuje medusobno povezivanje više spremnika u jednu cjelinu. Osim toga, tvorivo od kojeg je spremnik izrađen je prozirno što omogućava uvid u njegovu trenutačnu napunjenošću metcima. Osim temeljnog modela SG550 razvijen je i model **SG551** koji ima petnaestak centimetara kraću cijev (dužina cijevi iznosi 363 mm), dok je najveći broj ostalih pozicija ostao nepromijenjen.

Njemačka puška 5,56 mm G41

Na temelju dobro poznate puške **G3** u kalibru 7,62x51 mm tvrtka **"Heckler und Koch"** razvila je automatsku pušku u kalibru 5,56 mm G41 (od njem. Gewehr 41 - puška 41). Puška radi na načelu usporenog trzanja zatvarača. Usporavanje se postiže pomoću dva valjčića koja su smještene u glavi zatvarača. Posebnost puške predstavlja cijev s poligonalnim poprečnim presjekom za razliku od cijevi ostalih proizvođača koje su ožlijedljene i čiji žljebovi imaju uglavnom pravokutni oblik. Većina pokretnih dijelova puške G41 je identična s dijelovima na pušci G3, a manje razlike se ogledaju u konstrukciji mehanizma za okidanje budući da mehanizam puške G41 omogućuje i ispaljivanje tri metka bez ikakvog prekida. Neki stručnjaci smatraju da je model G41 predugačak i pretežak (4,4 kg), a da je teoretska brzina gađanja od 850 metaka u minuti prevelika. Drugi pak drže da takva konstrukcija omogućava preciznije gađanje. Spomenimo da vrlo sličnu konstrukciju (usporen trzanje zatvarača) ima i španjolska automatska puška 5,56 mm **CETME**. I ona je, poput većine ostalih automatskih pušaka razvijena u dvije inačice: model L s učvršćenim kundakom i model LC sa skraćenom cijevi i kundakom na izvlačenje.

Izraelska puška 5,56 mm GALIL

U početku 1973. godine izraelsko ministarstvo industrije objavilo je detalje o novoj jurišnoj pušci **GALIL** u kalibru 5,56 mm čiji je razvoj trajao oko pet godina. Osim standardne inačice **GALIL ARM (Assault Rifle/Light Machinegun)** tj. kombinacije jurišna puška/strojopuška, postoji inačica **GALIL AR (Assault Rifle - jurišna puška)** bez nožica i ručice za nošenje, te **GALIL SAR (Short Assault Rifle - kratka jurišna puška)** s kraćom cijevi, također bez nožica i ručice za nošenje. Konstrukcija svih inačica je temeljena na ruskoj pušci Kalašnjikov AK47 što znači da se rad dijelova odvija na načelu odvođenja barutnih plinova, a bravljenje rotacijom zatvarača. Regulator paljbe ima tri položaja: pojedinačna paljba, brzometna i zakočen. Proizvođač je za obitelj oružja **GALIL** razvio tri tipa spremnika: kapaciteta 12, 35 i 50

metaka. Spremnik za 12 metaka rabi se isključivo za smještaj tromblonskih metaka prigodom izbacivanja tromblonskih mina, a spremnik s 50 metaka u inačici strojopuške.

Talijanska puška 5,56 mm AR70/90

Prije nekoliko godina talijanska vojska odlučila je da njezino temeljno oružje bude automatska puška **AR 70/90** koju je razvio poznati talijanski proizvođač streljačkog oružja **BERETTA**. Postoje čak pet izvedbi ove puške i to: standardna (oznaka **AR**), s preklopnim kundakom (**SC**), s kraćom cijevi (**SCS**), padobranksa izvedba (**SCP**), te laka strojopuška (**AS**) koja ima nožice, masivniji kundak i težu cijev. Rad mehanizama svih izvedbi zasnovan je na načelu odvođenja barutnih plinova. Na gornjoj strani kućišta smještena je ručica za nošenje koja se može skidati. Zanimljivo je rješenje mehanizma za okidanje. Naime, proizvođač nudi da se, ovisno o želji kupca, ugraditi jedna od tri moguće kombinacije: pojedinačna-brzometna paljba, pojedinačna-tri metka, pojedinačna-tri metka-brzometna. Spremnik ima kapacitet 30 metaka pri čemu se njegovo utvrđivanje u kućištu obavlja pomoću gumbastih utvrđivača, slično rješenju kod američke puške **M16**.

Austrijska puška 5,56 mm AUG

Ovu pušku razvila je austrijska tvrtka **"Steyr"**, a naziv je dobila od njem. **Automatisches Universal Gewehr** što u prijevodu znači univerzalna automatska puška. Stavljanjem cijevi različite dužine može se rabiti kao karabin, puška ili kao lako oružje za potporu. Zamjena je vrlo jednostavna jer je spajanje cijevi s kućištem ostvareno pomoću bradavica. Radi se o **"bullpup"** konstrukciji, čiji se rad dijelova temelji na odvođenju barutnih plinova. Mehanizam za okidanje omogućuje pojedinačnu i brzometnu paljbu iako nema nikakvog posebnog regulatora paljbe. Kad strijelac malo povuče okidač, oružje gađa pojedinačno, a ako povuče okidač do kraja - brzometno. Na cijevi je postavljen skrivač plamena koji istodobno služi i kao plinska kočnica i kao tromblon za ispaljivanje tromblonskih mina. Na gornjoj strani kućišta smješten je optički ciljnik koji ujedno služi i kao ručica za nošenje puške. Ciljnik se ne može skidati



*Poznati talijanski proizvođač **BERETTA** također je razvio nekoliko različitih modela svoje automatske puške 5,56 mm AR 70/90*



Različiti modeli izraelske automatske puške GALLIL



Austrijska automatska puška 5,56 mm AUG prepoznatljiva je po svojoj "bullpup" konstrukciji, te integriranom optičkom ciljniku



Britanska automatska puška 5,56 mm L85A1 također ima "bullpup" konstrukciju (spremnik i trajući dijelovi smješteni su iza rukohvata), te optički ciljnik

kako je to inače riješeno kod ostalih automatskih pušaka. Ima povećanje od 1,5 puta što ima za posljedicu veliko vidno polje. Pušku 5,56 mm AUG usvojila je u naoružanje austrijska vojska (označena je kao Stg 77), a licencno se proizvodi u Australiji i Maleziji.

Britanska puška 5,56 mm L85A1

Ova automatska puška uvedena je u naoružanje 1984. godine nakon dugotrajnih i sveobuhvatnih ispitivanja. Zamjena stare poluautomatske puške L1A1 u kalibru 7,62x51 mm (licencna proizvodnja dobro poznate puške FAL) započela je 1986. godine. Puška radi na načelu odvođenja barutnih plinova. Količina plinova koja se odvodi može se mijenjati pomoću regulatora koji ima tri pozicije: za normalnu uporabu, za gađanje u otežanim uvjetima (zima, zaprljanost dijelova, slabije streljivo), te položaj za ispaljivanje tromblonskih mina. Zatvarač je vrlo sličan rješenju kod američke puške M16, tako da se bravljjenje obavlja rotacijom zatvarača kao kod Kalasnjičkova. Puška je opremljena optičkim cilnjikom sa četverostrukim povećanjem SUSAT. Spomenimo da puška L85A1 i strojopuška L86A1 koja je

također u naoružanju britanske vojske imaju oko 80 posto međusobno zamjenjivih dijelova što je velika prednost kad je riječ o logističkoj potpori i održavanju oružja.

Francuska puška 5,56 mm FAMAS F3

Naziv puške je skraćenica od Fusil Automatic Manufacture d'Armament de St.Etienne što u prijevodu znači automatska puška - tvornica oružja iz St.Etiennea. Puška radi na načelu usporenog trzanja zatvarača što je razlikuje od većine drugih automatskih pušaka. Ležište metka je ozlijedljivo kako bi se olakšalo izvlačenje prazne čahure. Smjer izbacivanja čahure može se ostvarivati na lijevu ili desnu stranu što omogućuje da oružjem podjednako lako rukuju i dešnjaci i ljevaci. Vanjska obloga puške FAMAS, uključujući i ručicu za nošenje,



Francuska automatska puška 5,56 mm FAMAS jedina je od rijetkih suvremenih pušaka koja radi na načelu usporenog trzanja zatvarača, a ne na načelu odvođenja plinova iz cijevi. Na slici je prikazana inačica FAMAS G2

izradena je od ojačane plastike koja zaštiće osjetljive dijelove oružja i osigurava dobru izolaciju od zagrijavanja cijevi. Mechanizam za okidanje omogućuje pojedinačnu paljbu, gađanje s tri metka u slijedu, te neprekinutu brzometnu paljbu. Neki drže da je postupak zauzimanja položaja za

OZNAKA PUŠKE	M16A2	AUG	FNC	FAMAS	GALIL	AR 70/90	SG550	SA80	G41	AK-74
KALIBAR (mm)	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,45
PROIZVOĐAČ (ZEMLJA)	COLT (SAD)	STEYR (AUSTRIJA)	FN (BELGIJA)	GIAT (FRANCUSKA)	IMI (IZRAEL)	BERETTA (ITALIJA)	SIG (ŠVICARSKA)	ROYAL ORD. (UK)	HK (INJEMAČKA)	(RUSIJA)
UKUPNA DUŽINA PUŠKE (mm)	1000	790	997/766	757	979/742	986/751	1000/770	785	985/800	930
DUŽINA CIJEVI (mm)	533	508	449	488	460	450	528	518	450	400
MASA PRAZNE PUŠKE (kg)	3,4	3,6	3,8	3,68	3,95	3,99	3,75	4,6	4,4	3,6
MASA PUNE PUŠKE (kg)	3,85	4,09	4,36	4,28	4,66	4,9	4,36	5,08	4,84	4,09
KAPACITET SPREMNICKA	30	30	30	25	35	30	30	30	30	30
BRZINA GAĐANJA (met/min)	700-950	650	600-750	1000-1200	650	680	700-850	650-900	850	650
VRSTA PALBE	P/pojedinačno 8-brzometno Tri metka zaredom	P/B/T	P/B	P/B/T	P/B	P/B/T	P/B/T	P/B	P/B/T	P/B
POČETNA BRZINA ZRNA (m/s)	1000	940	915	980	950	950	920	940	940	900
KORAK UVIJANJA	1/32	1/32	1/32	1/55	1/32	1/32	1/32	1/32	1/32	1/36
INTEGRALNI OPTIČKI CILJNIK	NE	DA	NE	NE	NE	NE	NE	DA	NE	NE

Tablica: D. LEŠIĆ

određenu vrstu paljbe pomalo nepraktičan jer umjesto jednog, strijelac barata s dva regulatora, jednim smještenim ispred okidača, i drugim smještenim iza spremnika. Drugi pak drže da je to dobro jer u slučaju kvara mehanizma za regulaciju broja ispaljenih metaka to nema utjecaja na pravilan rad ostalih mehanizama puške. Zanimljivo je da se branik okidača može povući naniže i zarotirati za 180° dopuštajući tako gađanje u rukavicama.

Konstrukcija ciljnika pomalo je specifična budući da velika drška za nošenje puške, slično izvedbi na američkoj pušci M16, služi ujedno i kao nosač ciljnika. Stražnji cilnik ima otvore za gađanje na daljinama 100 i 200 metara, te fiksni otvor za gađanje na daljini od 300 metara. Bez obzira na malu dužinu ciljničke crte od svega 330 mm puška je vrlo precizna.

Američka puška 5,56 mm M16A2

Radi se o poboljšanoj inačici puške M16 poznatoj još iz vietnamskog rata. Puška **M16A2** je teža u odnosu na prethodne modele tako da joj ukupna masa (bez spremnika) iznosi 3,6 kg. Obloga i rukohvat izrađeni su iz plastične mase visoke otpornosti. Konstrukcija je temeljena na načelu odvođenja barutnih plinova s direktnim djelovanjem na nosač zatvarača. Naime, nakon opaljenja metka, dio barutnih plinova iz cijevi prolazi kroz tanku cijevčicu smještenu iznad cijevi. Zbog veze između nosača zatvarača i tijela zatvarača dolazi do rotacije (odbravljanja) tijela zatvarača. Plastični kundak proteže se u smjeru osi cijevi, a njegova konfiguracija olakšava gađanje brzometnom paljbom. Puška ima rotirajući mehanički cilnik s dva otvora. Manji otvor koristi se za precizna gađanja na većim daljinama, a veći za gađanje ciljeva pri slaboj vidljivosti, te za gađanje pokretnih ciljeva.

Belgijska puška 5,56 mm FNC

Proizvodnja ove puške započela je sredinom 1979. godine u belgijskoj tvornici **FN** kod Liegea. Razvijene su dvije inačice: standardna s dužinom cijevi od 450 mm i skraćena sa cijevi dužine 363 mm. Puška radi na načelu odvođenja barutnih plinova, uz pomoć klasičnog klipa i cilindara smještenog iznad cijevi. Veličina otvora kroz koji se odvode barutni plinovi može se regulirati (postoje dva položaja) tako da je moguće gađanje i u nepovoljnim uvjetima kao što su snijeg, blato i niske temperature. U slučaju ispaljivanja tromblonskih mina podiže se poluga koja zatvara otvor za odvođenje plinova. Ova poluga ujedno služi i kao cilnik tako da strijelac pomoću nje i vrha mine može naciljati na cilj. Na vrhu cijevi postavljen je skrivač plamena koji ujedno služi kao tromblon jer mu vanjski promjer iznosi 22 mm, te kao nosač u slučaju postavljanja bajuneta. Puška ima metalni

kundak koji se preklapa na stranu čime se smanjuje ukupna dužina oružja.

Spomenimo da je konstrukcija puške FNC poslužila kao uzor i švedskim proizvođačima prigodom razvoja njihove puške **Ak5** takoder u kalibru 5,56x45 mm.

Ruska automatska puška 5,45 mm AK-74

Ova puška uvedena je u naoružanje bivše sovjetske vojske sredinom sedamdesetih godina. Oznaka **AK-74** dolazi od ruskog Automat Kalašnjikova model 1974. Radi se o istoj konstrukciji dobro poznatog Kalašnjikova AK-47 kojem su promijenjeni samo oni dijelovi koji su bili ovisni o protežnostima novog metka. Manje izmjene napravljene su na nosaču zatvarača i tijelu zatvarača kako bi se sprječilo ispadanje zatvarača prigodom rasklapanja puške. Novoizrađeni dijelovi su plinska kočnica, te spremnik izrađen od sintetičkog tvoriva ojačanog staklenim vlaknima. Nova plinska kočnica ima istodobno i funkciju kompenzatora, tako da je osim znatnog smanjivanja trzanja oružja, povećana i preciznost gađanja.

Budući da ni na AK-74 nema tromblonskog ciljnika ni mogućnosti postavljanja tromblona, jasno je da su konstruktori ostali vjerni koncepciji protupješačke i protuoklopne borbe koja ne predviđa uporabu tromblonskih mina, kao što je to slučaj kod većine drugih zemalja. Inače, svojim robustnim izgledom i ne baš osobitim dizajnom puška AK-74 na prvi pogled ne privlači pozornost. Činjenica je, međutim, da je to jedna od najpozdanijih konstrukcija budući da je rađena za gotovo sve postojeće kalibre puščanih metaka.

Mekanizam za okidanje ima tri položaja: za pojedinačnu, brzometnu paljbu, te ukočen položaj. Mechanizam za okidanje ima tri položaja: za pojedinačnu, brzometnu paljbu, te ukočen položaj. Mechanizam za okidanje ima tri položaja: za pojedinačnu, brzometnu paljbu, te ukočen položaj. Mechanizam za okidanje ima tri položaja: za pojedinačnu, brzometnu paljbu, te ukočen položaj.



Različite inačice američke automatske puške 5,56 mm M16A2



Različiti modeli belgijske automatske puške 5,56 mm FNC

Zajedničke značajke opisanih pušaka

Puške su oduvijek predstavljale temeljno oružje svake vojske, te nije čudo da se njihovoj konstrukciji, te tehničkim značajkama oduvijek poklanjala velika pozornost. Iz ovog kratkog pre-



Belgijska puška FNC poslužila je kao uzor i švedskim konstruktorima pri razvoju njihove automatske puške 5,56 mm Ak5

gleda vidi se da svih deset pušaka imaju dosta istovjetnih značajki. Tako npr. kalibar devet opisanih pušaka je

5,56 mm (iznimka je ruska puška AK-74), što samo po

sebi dovoljno govori. O prednostima metka 5,56x45 mm u odnosu na druge metke već smo govorili u nekoliko navrata. Tako manja masa metka 5,56 mm omogućava vojniku da nosi sa sobom veću količinu streljiva, dok manji trzaj oružja omogućava lakši nadzor puške prigodom gađanja brzometnom paljbom.

Ako se uspoređuju koraci uvijanja žljebova u cijevi opisanih pušaka i onih koje su se rabile prije dvadesetak godina onda je lako zaključiti da je korak uvijanja smanjivan kako bi se povećala stabilnost zrna na putanji. Tako je kod većine opisanih automatskih pušaka korak uvijanja smanjen s 12 incha (305 mm) na 7 incha (178 mm). S druge strane, poboljšavanje balističke stabilnosti u slučaju zrna malog kalibra, a velike početne brzine, rezultiralo je određenim gubljenjem ubojne moći. Zbog toga su se neki proizvođači odlučili za kompromisno rješenje od 9 incha (228 mm) smatrajući to optimalnim rješenjem.

Gotovo sve opisane puške imaju nekoliko inaćica (standardna, sa skraćenom cijevi i preklopnim kundakom, te strojopuška) već ovisno o tome za koje je postrojbe puška namijenjena. Prednost ovakvog rješenja je u velikom broju zajedničkih dijelova što olakšava održavanje i smanjuje logističke probleme.

Veće razlike u konstrukcijskim rješenjima moguće je zamijetiti kod automatskih pušaka koje su u stručnim vojnim krugovima poznate pod nazivom BULLPUP

Neke od opisanih pušaka imaju modificirane mehanizme za okidanje tako da je, osim temeljnog položaja (pojedinačno - brzometno - ukočeno) moguće i ispaljivanje određenog broja metaka bez prekida paljbe. Najčešće se nakon povlačenja okidača ispaljuju tri metka, a zatim je za nastavak gađanja potrebno ponovno povući okidač. Sve je to rezultat borbenih iskustava koja pokazuju da, prigodom brzometne paljbe, u najvećem broju slučajeva, samo prva tri metka pogadaju cilj dok je ostatak samo trošenje streljiva. To je osobito važno kod automatskih pušaka s velikom brzinom gađanja. Kod pušaka s brzinama gađanja do 700 met/min izvezbani borci mogu laganim povlačenjem okidača ispaljivati dva do tri metka bez obzira što je regulator postavljen u položaj za brzometnu paljbu.

Kad je riječ o dadatnoj opremni koja se isporučuje uz puške, onda tu nema nekakve bitne razlike. Osim pričuvnih spremnika za metke, pojačala trzanja za gađanje manevarskim streljivom, tu je još šipka ili konopac za čišćenje te kantica s uljem za podmazivanje. Neke od pušaka imaju predviđenu mogućnost postavljanja posebnih granatnih bacača čiji kalibr najčešće iznosi 40 mm. Ovi bacači se montiraju ispod cijevi pušaka, a služe za ispaljivanje granata na daljinama do 400 metara. Punjenje bacača može biti riješeno na različite načine. Tako se kod njemačkog bacača HK79 za pušku G41 stražnji dio cijevi spušta naniže, kod američkog M203 za pušku M16 cijev se povlači prema naprijed, dok se ruski bacač za pušku AK74 puni s usta cijevi.

U odnosu na starije konstrukcije pušaka zamjetne su promjene u tehnologiji proizvodnje, a odnose se na način izradbe, te uporabu kvalitetnijih tvoriva. Drveni, pa čak i metalni dijelovi većinom su zamijenjeni plastičnim.

Iz pregleda se vidi da nekoliko pušaka ima ugrađene (najčešće učvršćene) optičke ciljnike s malim povećanjem. Iako neki vojni stručnjaci izražavaju sumnju u svrshodnost uporabe takvih uređaja u teškim borbenim uvjetima, provedena ispitivanja potvrđuju da se



Automatska puška 5,45 mm AK74 jedina je od opisanih

pušaka koja nije rađena za metak 5,56 x 45 mm. Na slici je prikazana inaćica s preklopnim kundakom i optičkim cilnjnikom

konstrukcije. Radi se o oružju kod kojeg su spremnik i trzajući dijelovi smješteni iza rukohvata. Time je postignuto značajno smanjivanje ukupne dužine oružja, a da se dužina sami cijevi nije mijenjala. Korisnici osobito

hvale kompaktnost i male protežnosti takvog oružja (više od 25 posto u odnosu na standardne puške), što je u borbenim uvjetima vrlo važno.

njihovom uporabom

preciznost gađanja može povećati i do 40 posto, uz znatno skraćivanje vremena izobrazbe. Osim toga, prosječno vrijeme "hvatanja" cilja pomoću optičkog ciljnika iznosi 1,5 sekundi (jer se poklapaju samo dvije točke), dok je kod klasičnog mehaničkog ciljnika za to potrebno oko tri sekunde budući da se moraju poklopiti tri točke (stražnji i prednji cilnik, te cilj).

Nadamo se da će vam navedeni podatci i objašnjenja pomoći da lakše donesete svoj vlastiti sud o tome koja je automatska puška trenutačno najbolja na svijetu.

Minobacač Mortar

„Commando“ 60mm M70

Minobacač 60 mm M70 COMMANDO je pješačko podržavajuće oružje namijenjeno diverzantima i postrojbama posebne namjene za borbu u neposrednoj blizini.

Jednostavne je konstrukcije - cijev i postolje - što omogućuje ciljanje držeći rukom cijev na željenoj elevaciji.

Ovakva konstrukcija dozvoljava i izravno ciljanje, pri čemu treba voditi računa o padu putanje mine.

Light mortar 60mm M70 COMMANDO is a light-weight infantry support weapon designed for use by commando and other special forces for close-range combat.

Simple construction of this weapon - a barrel and a baseplate - allows for manual aiming, even a low-angle, direct - aim firing.

TEHNIČKE OSOBINE

kalibar	60,8 mm
dužina cjevi	693 mm
težina minobacača	7,8 kg
elevacija	5° - 85°
horizontalno polje djelovanja	360°
brzina ciljanja	20-25 mina/min
max. domet	1.630 m
max. tlak u cijevi	250 bara
ciljnička naprava	mehanička, s podjelom 1/6400

TECHNICAL DATA

barrel caliber	60,8 mm
barrel length	693 mm
mortar mass	7,8 kg
elevation	5° - 85°
horizontal field of action	360°
rate of fire	20-25 shells/min
max. range	1.630 m
max. bore pressure	250 bar
aiming device	mechanical, ruler div. 1/6400



Protuoklopna borba i

POVRS

(III. dio)

Prigodom razvoja PO oružja, konstruktori moraju uvijek imati na umu činjenicu da se takva oružja razvijaju sa ciljem zadovoljavanja specifičnih operativnih zahtjeva koji proizlaze iz taktičke doktrine. Zbog toga se svaka vojna služba nabave može naći pred izazovom da odbaci stavove kao što je onaj koji kaže "...jedna veličina odore odgovara svakom vojniku ..."

U ovom ćemo članku dati skraćeni prikaz rezultata koji su postigle vojne industrije raznih zemalja na području razvoja i proizvodnje protuoklopnih vodenih raketnih sustava (POVRS), dok ćemo u člancima koji će uslijediti dati detaljnije tehničko-taktičke opise najpoznatijih POVRS-a u svijetu.

Berislav ŠIPIČKI

Francuski programi

Francuska je vojna industrija vodeća vojna industrija na području PO oružja još od vremena uvođenja u operativnu uporabu POVRS-a 1. generacije, kao što je **SS-10** i **Entac**. Danas je, kroz aktivnosti tvrtke **Aérospatiale** te ostalih tvrtki koje s njom tvore internacionalni konzorcij

Euromissile, francuski interes na području PO borbe sve veći i veći. Iako je većina programa o kojima će ovdje biti riječi, predstavljana kao europski kooperacijski programi, mogu se dobrim dijelom smatrati francuskim jer francuska vojna industrija na čelu s tvrtkom Aérospatiale ima u tim programima vodeću ulogu. Kao što je poznato, PO vodenih raketnih sustavi se prema dometu (maksimalnom) mogu svrstati u četiri skupine i to - u skupine sustava malog, srednjeg, velikog i vrlo velikog dometa. **Sustavi malog dometa** imaju maksimalni doseg do 1500 metara (npr. Metis, Dragon), **sustavi srednjeg dometa** imaju doseg do 2500 metara (npr. MILAN, Fagot), **sustavi velikog dometa** do 4500 metara (npr. HOT, Konkurs) i **sustavi vrlo**

velikog dometa imaju doseg veći od 10.000 metara (npr. Hellfire, FOG-M, FO 30). No, ova je podjela narušena pojavljivanjem novog francuskog POVRS-a pod nazivom **Eryx**. Ovaj bi sustav prema svom maksimalnom dometu (600 m) spadao u skupinu POVRS-a **vrlo malog dometa**, iako ga neki svrstavaju u skupinu POVRS-a malog dometa u koju spadaju i spomenuti sustavi Metis i Dragon. Kako ovaj sustav ima dvostruko manji domet od spomenutih sustava mi čemo se zadržati kod nove podjele u okviru koje postoji pet skupina sustava svrstanih prema dometu. POVRS Eryx ima domet od 50 do 600 metara, a namijenjen je za vođenje PO borbe na razini pješačke desetine. Konstruiran da zamjeni laka PO oružja (RBR-e), Eryx bi trebao biti fleksibilni oružnički sustav sposoban da porazi sve oklopljene ciljeve kao i sve tipove otpornih paljbenih točaka. Da bi mogao poraziti moderne oklope, Eryxu je ugrađena tandem kumulativna bojna glava koja ima sposobnost probijanja oklopa debelog 900 mm. Još jedna važna osobina Eryxa je i to što je ovu raketu moguće ispaljivati iz zatvorenih prostora što prigodom vođenja PO borbe u urbanim područjima korisniku ovog sustava daje značajnu taktičku prednost.

Na području sustava srednjeg dometa konzorcij Euromissile je konstruirao POVRS **MILAN**



Na slici je prikazan učinak PO vođene rakete na tanku. S desne strane jasno se vidi snažni kumulativni mlaz nastao aktiviranjem bojne glave PO vođene rakete koji je probio kupolu tanka

koji ima domet od 25 do 2000 metara. S obzirom da se prema zahtjevima suvremenog bojišta mijenjaju i zahtjevi taktičkih nositelja glede temeljnih performansi PO sustava (maksimalni domet i probojnost) konstruktori MILAN-a morali su prisputiti pokretanju programa koji za cilj treba imati ispunjenje tih novo postavljenih zahtjeva. Tako se došlo do poboljšane rakete **MILAN 2**, iza koje je uslijedila pojava rakete **MILAN 2T** koja je dobila tandem kumulativnu bojnu glavu kako bi se mogla suprotstaviti modernom ERA oklopu. Sljedeći korak je bio razvoj nove rakete i sustava za vođenje pod nazivom **MILAN 3**. Ovaj novi sustav ima sposobnost odupiranja ometanju te još bolje performanse glede probojnosti oklopa.

POVRS **HOT** je sustav velikog dometa (75-4000 m) koji je namijenjen za uporabu na različitim tipovima platformi kao što su npr. helikopter ili oklopni transporter. Posljednja inačica **HOT 2** ima ugrađenu dosta tešku tandem bojnu glavu, no kako je to teški PO sustav (prijevozi se i lansira na vozilima) neće biti problema zbog povećanja težine nakon ugradbe ove nove bojne glave. Već se



radi na novoj raketni, odnosno sustavu, HOT 3. Temeljna razlika između sustava HOT 2 i HOT 3 je u sposobnosti da se odupre ometanju. Ukratko, HOT 3 je tako dizajniran da omogućava djelovanje u svim vremenskim uvjetima te makismalan učinak na cilju zahvaljujući novoj bojnoj glavi.

Već se duže vrijeme radi i na potpuno novom PO vođenom raketnom sustavu (sustavima) pod nazivom **Trigat**. Naime, radi se o sustavu koji se proizvodi u dvije inačice i to jednoj velikog dometa pod nazivom **Trigat-LR**, te jednoj srednjeg dometa **Trigat-MR**. Oba sustava su konstruirana da se mogu suprotstaviti svim današnjim modernim kao i budućim oklopima uz mogućnost odupiranja ometanju. Sustav Trigat-LR osigurava vođenje protuoklopne borbe na vrlo velikim daljinama (do 8000 m), a ono što predstavlja najvažnije unapređenje u odnosu na starije POVRS-e je mogućnost zahvaćanja cilja ("zaključavanja" za cilj) prije lansiranja rakete. Ova opcija omogućava preciznu selekciju ciljeva.

POVRS Dragon je prijenosni sustav namijenjen za vođenje POB-e na malim daljinama. PO vođena raketa se čuva, prenosi i lansira iz lansirne cijevi (kontejnera) koja je napravljena od stakloplastične mase. Sustavom rukuje jedan čovjek a na slici je prikazan položaj operatora u trenutku lansiranja rakete

Ova mogućnost s mogućnošću povećane sposobnosti praćenja i nadzora ciljeva te s mogućnošću otvaranja brze paljbe (gađanje u valovima), vodi sustav Trigat-LR u sljedeće stoljeće.

Švedski programi

Švedska je vojna industrija u stanju ponuditi na tržištu široku lepezu PO oružja malog do srednjeg dometa, no u ovom kontekstu naša će pozornost biti usmjereni na POVRS **RBS 56 BILL** srednjeg dometa. Razvoj sustava BILL završio je potkraj 70-ih godina, a bio je potaknut zaključcima švedskih vojnih analitičara. Naime, ti su se zaključci svodili na to da će, tada, bivši sovjetski, tank T-72 i njegovi nasljednici postepeno postati "nepristupačni" prenosnim PO vođenim raketnim sustavima s tzv. direktnim profilom napadaja. Baš zato su se švedski vojni zapovjednici i konstruktori odlučili za razvoj i proizvodnju POVRS-a s "top-attack" profilom napadaja. Prva inačica BILL-a imala je domet od 150 do

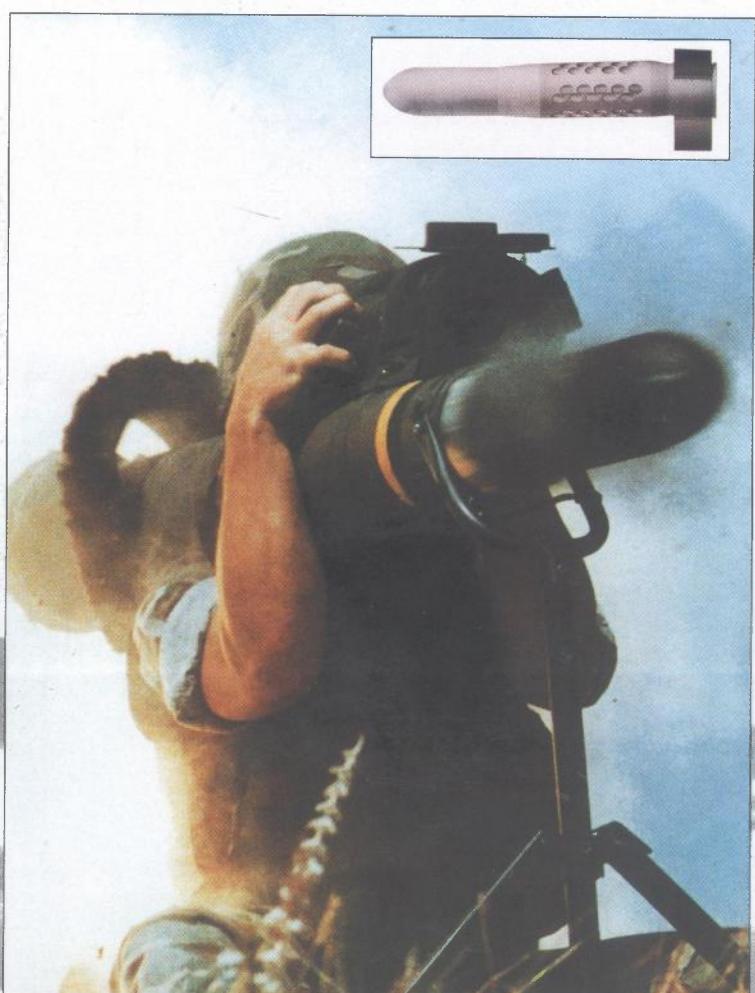
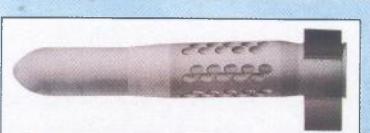
2250, dok nova inačica rakete BILL 2 ima domet od 50 do 2250 metara te ugrađene dvije bojne glave namijenjene za svladanje ERA oklopa.

Sve u svemu, tvrtka Bofors, koja je razvila i koja proizvodi BILL, postavila si je tešku zadaću. No, kako korisnik (švedska vojska) nije bio uvjeren u to da prijenosni POVRS srednjeg dometa mogu probiti prednji oklop tankova u naoružanju vojski koje predstavljaju moguću prijetnju, moralo se pristupiti konstrukciji POVRS-a s "top-attack" profilom napadaja. Da bi to mogla ostvariti, tvrtka Bofors morala je prvo pris-

tupiti razvoju vrlo sofisticiranog dualnog blizinskog senzorskog sustava koji detektira prilazak cilju te aktivira kumulativno punjenje bojne glave koja je u ovom slučaju zakrenuta prema dolje pod kutem od 30° u odnosu na horizontalu. Kako je došlo do daljnog razvoja oklopa s obzirom na pojavu sustava s "top-attack" profilom napadaja, Bofors je morao pristupiti modifikaciji sustava BILL te je tako nastala modificirana inačica BILL 2. Ta nova raketa ima dvije kumulativne bojne glave od kojih jedna uništava ERA oklop postavljen na krovu tanka-cilja, dok druga probija klasični sloj oklopa. Predviđa se da će nova inačica rakete RBS 56 BILL 2 biti spremna za proizvodnju 1998. godine što znači da će prve veće količine ovih raketa biti na raspolaganju korisnicima potkraj ovog stoljeća.

Američki programi

Teško da može biti iznenadujuća činjenica da američke oružane snage imaju široku lepezu PO oružja, jer sam ustroj američkih oružanih snaga, doktrina, te strategija i taktika ratovanja pokazuju koliko je istaknut interes vojnih straga za primjenu što učinkovitijih PO oružničkih sustava. Opis američkih PO vođenih raketnih sustava započet ćemo s opisom sustava malog dometa. Prvi u nizu američkih POVRS-a je **Dragon** koji je u širokoj uporabi u američkim oružanim snagama ali isto tako i u zemljama saveznica SAD-a. Prva inačica Dragona imala je određene nedostatke, no uvođenjem inačice **Dragon II** većina je problema koje je imao Dragon otklonjena. Ova nova inačica pojavila se potkraj 80-ih godina. Trenutačno je u razvoju POVRS **Jevelin** kojim se u američkim oružanim snagama planira zamijeniti Dragon. Proizvođač Dragona sada nudi daljnju nadogradnju ovog sustava u formi **SUPERDRAGONA**, odnosno, sustav pod nazivom **Dragon III** koji ima tandem bojnu glavu te ugrađen sustav zaštite od ometanja. Nova raketa ima mak-



simalni domet 1500 metara za razliku od prve inačice koja je imala domet od 1000 metara.

POVRS **TOW** sustav velikog dometa postao je odavno standard prema kojem su se procjenjivali svi ostali sustavi velikog dometa. Nakon što je 1970. godine prošao fazu razvoja i proizvodnje, TOW je uspješno uporabljen u borbi 1972. godine i od tada pa do danas je jedan od najčešće korištenih POVRS-a na svijetu. Ovaj je sustav moguće koristiti u prijenosnoj inačici, montiran na vozilo ili montiran na helikopter. Najnovija inačica rakete koja se koristi u sklopu ovog sustava je **TOW 2B** koja predstavlja u stvari POVRS "top attack" profilom napadaja. Daljnja poboljšanja sustava biti će u formi integriranog sustava za akviziciju ciljeva (engl. skaraćeno - **ITAS**) koji proizvodi tvrtka Texas Instruments. ITAS će unaprijediti sustav detekcije i prepoznavanja cilja, te povećati sposobnost uništavanja ciljeva pri čemu će veliku ulogu u tome imati FLIR sustav (termovizijski sustav), laserski mjerac daljine i automatski sustav praćenja.

Kako je ranije spomenuto, planira se zamjena sustava Dragon s novim sustavom **Jevelin** koji su zajedno konstruirale tvrtke **Texas Instruments** i **Martin Marietta**. Proizvodnja ovog sustava započela je prošle godine, a njegov ulazak u operativnu uporabu u američkoj vojsci očekuje se 1996. godine, dok je ulazak u operativnu uporabu u postrojbe Marinskog korpusa planiran za kasnije. Ovaj novi sustav ima neke nove i vrlo korisne osobine i zasigurno zavređuje jednu detaljniju račlambu, no o tome više u sljedećim nastavcima. Ovdje ćemo samo reći da je sustav Jevelin "top-attack" sustav s tandem bojnom glavom. Treba reći i to da prije lansiranja operator može odabrati jedan od dva profila napadaja - spomenuti "top-attack" profil napadaja ili profil direktnog napadaja pri čemu se ovaj posljednji može koristiti za gadanje otpornih paljbenih točaka i niskoletčih (lebdečih) helikoptera. Sustav Jevelin tako je

konstruiran da omogućava brzi prelazak iz putnog u bojni položaj te brzo ponovo "punjenje" sustava.

Sljedeći novi američki PO vođeni raketni sustav je sustav pod nazivom **Predator** koji je razvila tvrtka **Loral Aeronutronic**. Ovaj je sustav razvijen po zahtjevu Marinskog korpusa prema kojem je trebalo napraviti sustav malog dometa koji bi zamijenio postojeći ručni raketni bacač AT-4 LAW. Predator je namijenjen za uništavanje oklopnih ciljeva na daljinama od 17 do 600 metara uz korištenje "top-attack" profila napadaja. Program predator započeo je 1990. godine kad je tvrtka Loral odabrana da provede razvoj tog sustava.

U okviru ovog kratkog opisa američkih PO vođenih raketnih sustava treba nešto reći i o jednom ne baš konvencionalnom tipu POVRS-a. Taj sustav je **LOSAT** - što znači Line-Of-Sight Anti-Tank ("PO sustav koji gađa po crti ciljanja"). Ovaj je sustav trenutačno u razvoju a predstavlja, u stvari, hiper-brzu laserom navodenu raketu, koja bi trebala zamijeniti raketu TOW u nekim aplikacijama. Raketa LOSAT, često zvana KEM (Kinetic Energy Missile - raka s velikom kinetičkom energijom), kreće se prema cilju velikom brzinom te ga probija vrhom koji u stvari predstavlja penetrator kakav ima npr. potkalibarno streljivo koje se koristi za uništavanje oklopnih ciljeva PO topovima ili tankovima. Ovdje treba naglasiti da je ovakva raka potpuno imuna na sadašnje i buduće tipove ERA oklopa te napredne oklopne zaštite.

I na kraju ovog niza američkih POVRS-a nalazi se dobro poznata PO vodena raka **Hellfire** namijenjena za vođenje PO borbe na vrlo velikim daljinama. POVRS Hellfire dosad je instalirana na različite platforme i to od helikoptera, preko oklopnih transporter, terenskih vozila do brodova i zemaljskih lansera namijenjenih postrojbama obalne straže. Prva inačica ove raka nosi označku AGM-114A a ima ugrađen sustav tzv. poluaktivnog laserskog navodenja. To znači da



POVRS RBS 56 BILL tvrtke Bofors konstruiran je prema zahtjevima švedske vojske. Jedan od najvažnijih zahtjeva bio je zahtjev da ovaj novi sustav mora imati sposobnost uništavanja svih tada postojećih i budućih tipova oklopa. Da bi mogla zadovoljiti ovaj zahtjev tvrtka Bofors odlučila se za konstrukciju rake s "top-attack" profilom napadaja



POVRS Jevelin prijenosni je sustav treće generacije (radi u tzv. modu "fire and forget" - ispalj i zaboravi) koji omogućava uništavanje oklopnih sredstava na srednjim daljinama i po danu i po noći

Ruski razvojni programi

Nakon raspada Varšavskog pakta i Sovjetskog Saveza, ruski su PO vodeni raketni sustavi postali dostupniji na svjetskom tržištu vojnog naoružanja i opreme pri čemu ti sustavi svojom cijenom i performansama postaju sve privlačniji većini zemalja koje svoju obranu grade i na snažnom sustavu za protuoklopnu borbu. Kratki opis razvoja PO vodeni raketnih sustava u okviru ruske vojne industrije započet ćemo opisom sustava malog dometa, a nastaviti opisom



KEM (engl., *The Kinetic Energy Missile - raketa s velikom kinetičkom energijom*) sustava LOSAT ima brzinu od 1524 m/s a njezin penetrator može poraziti sve danas poznate oklope. Sustav je konstruiran kako bi se zadovoljili zahtjevi za sustavom koji može voditi PO borbu na povećanim udaljenostima

Slika desno: Ruski PO vođeni raketni sustav 9K115 "Metis" namijenjen je za vođenje PO borbe na malim udaljenostima (1000/1500 m). PO lanser i kontejner s raketom malih su protežnosti te se posada s ovakvim doista portabil sustavom može bez problema kretati po svim tipovima zemljišta

Na slici je prikazan dobro poznati ruski PO vođeni raketni sustav 9K111 "Fagot" koji koristi dva tipa raketa i to 9M111-2 i 9M111M dometa 2000, odnosno, 2500 metara



sustava srednjeg dometa te završiti opisom sustava velikog dometa.

Prvi u ovom nizu je POVRS 9K115 "Metis" ili preciznije rečeno POLK (protooklopni lansirni komplet) 9K115. Ovaj sustav je namijenjen za uporabu na razini pješačke satnije pri čemu može uništavati pokretne i nepokretne oklopne ciljeve kao i otporne paljbe točke na daljinu od 40 do 1000 (1500) metara. Vrlo je malih protežnosti, kao i francuski Eryx što posadi omogućava lagano svladavanje zemljišta te maksimalno korištenje svih pogodnosti terena.

Sljedeći u ovom nizu je POLK 9K111 "Fagot" ("Faktorija") koji je vrlo sličan POVRS-u MILAN, a isto se kao i on koristi za uništavanje oklopnih ciljeva na srednjim daljinama. U okviru sustava se koriste dva tipa rakete - 9M111-2 "Fagot" i 9M111M "Faktorija". Ove se dvije rakete razlikuju po dometu i po probijnosti - Fagot ima domet od 75 do 2000 m, dok Faktorija ima domet od 75 do 2500 m, pri čemu se i jedna i druga raka može lansirati i voditi pomoću PO lansera 9P135M. Ove rakete su rakete 2. generacije (poluautomatsko vođenje), dok se u mnogim vojskama korisnicama ruskih oružničkih sustava još i danas koristi POLK 9K11 koji služi za lansiranje i vođenje raket 1. generacije (ručno vođenje) pod nazivom 9M14M "Maljutka" koja je

dobro poznata na ovim prostorima. Kako bi kupcima ovog sustava, odnosno, vojskama korisnicama ovog sustava pružile šansu za povećanje taktičkih performansi, ruska je vojna industrija razvila novu raketu pod nazivom 9M14-

2 "Maljutka-2" koja ima ugrađenu tandem bojnu glavu te nešto povećanu brzinu leta.

Na samom kraju ovog niza sustava nalaze se sustavi 9K113 "Konkurs", čija raka 9M113 "Konkurs" ima domet od 4000 (4300) metara, te 9K114 "Šturm" čija pak raka 9M114 "Kokon" ima domet od 5000 metara. Naravno, i na području sustava velikog dometa i dalje se radi, kao i u ostalim zemljama, na modernizaciji postojećih sustava i raket, kao i razvoju sasvim novih sustava. Primjer za to je sustav Ataka s raketama 9M114M1-(M2) "Kokon" dometa 6000, odnosno 7000 metara, te novi tipovi PO vođenih raket pod nazivom Kornet (NATO kodni naziv Cornet, AT-X-14) koja ima domet 5500 metara i SACLOS vođenje po laserskoj zraci,

zatim raka Krizantema (Chrysanthemum, AT-X-15) te raka 9M120 Vikhr (Whirlwind, AT-X-16) koja ima domet od 8000 metara i poluaktivno lasersko navodenje. O svim će ovim sustavima i raketama biti više riječi u člancima koji slijede.

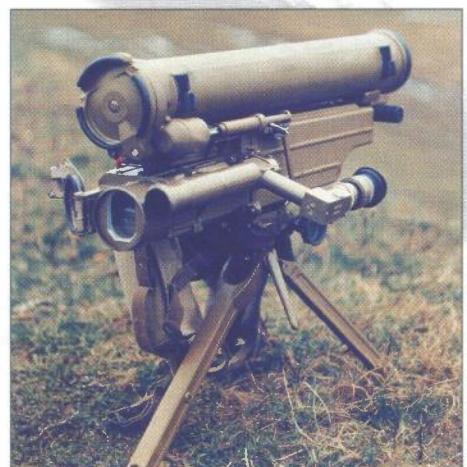
Ovdje treba još reći da su strani korisnici ruskih sustava impresionirani njihovim performansama i mogućnostima, a uz to postoje još i dodatni izvori većine spomenutih sustava koje prema licenci proizvode vojne industrije Slovačke i Bugarske. Spremnost Rusije da u posljednjih nekoliko godina "agresivno" vrši promidžbu svojih sustava, prema procjenama stručnjaka u početku 90-ih godina, vodi zasigurno k pojavi novih sustava. Ova su predviđanja i potvrđena u početku prošle godine kad je započela promidžba sustava

Kornet, Vikhr i Krizantema - sustava koji će na svjetskom tržištu PO vođenih raketnih sustava zasigurno biti vrlo konkurentni.

Razvoj POVRS-a u ostalim zemljama

Popis zemalja koje proizvode PO vođene raketne sustave je vrlo dug a kako vrijeme prolazi za očekivati je da će novi programi razvoja povećati članstvo u "klubu" zemalja koje razvijaju POVRS-e.

Indija je krenula s razvojem prilično interesantnog hibrida nastalog kombinacijom raket (sustava) MILAN 2 i 9K113 "Konkurs", a isto tako radi i na razvoju vlastitog naprednog sustava pod nazivom Nag. Pakistan je, s druge



strane, razvio sustav Baktar Šikan na bazi kineskog sustava Red Arrow 8 (Crvena strijela 8). Sjeverna Koreja je modificirala sustav Konkurs a Japan je razvio čitavu lepezu PO vođenih raketnih sustava.

Razvijeni su i neki drugi sustavi kao što su izraelski sustavi Mapats i Nimrod velikog dometa. Isto tako postoje nagađanja da bi Izrael mogao u bliskoj budućnosti uvesti u operativnu uporabu novi napredni POVRS za lansiranje s helikoptera. Južna Afrika trenutačno provodi marketinšku promidžbu sustava Kentron ZT-35 "Swift" namijenjenog za helikopterske aplikacije te usporedno radi na razvoju nove tandem bojne glave. Ovdje treba također spomenuti i Kinu koja proizvodi sustav Red Arrow 73 (Crvena strijela 73) koji je derivat raket Sagger (Maljutka) i sustava Red

Arrow 8 koji je opet kombinacija osobina sustava TOW, HOT i MILAN.

Mogućnosti tehnologije optičkih kabela

U Sjedinjenim Američkim Državama pokrenut je program "Advanced Technology Demonstration (ATD) programme" koji za cilj ima izradbu tzv. Enhanced Fibre Optic Guided Missile (unaprijedene rakete sa prijenosom zapovijedi optičkim kabelom) skraćeno poznate pod nazivom EFOG-M. Ovaj sustav je konstruiran da osigura kapacitete za vođenje PO borbe na vrlo velikim daljinama uz mogućnost lansiranja iz potpuno zaštićenih zona. Sustav EFOG-M bit će optimiran za preživljavanje na modernom bojištu u sklopu lakih snaga. Trenutačno na programu rade tvrtke Westinghouse, Rockwell i Hughes.

Sustav je tako konstruiran da osigura PO kapacitete koji mogu dosegnuti oklopne ciljeve duboko u neprijateljskoj pozadini uz osiguranje podataka o cilju od strane sofisticiranih senzora. Raketa je opremljena sa slikovnim IC tražilom te GPS navigacijskim sustavom kako bi se osigurala što veća preciznost prigodom ciljanja. Ključni element ovog sustava je veza između lansera i rakete koja je ostvarena optičkim kabelom. Ovakav koncept pruža povećanu mogućnost preživljavanja te pojačanu otpornost na ometanje. EFOG-M će imati maksimalni domet od 15 km.

Fiber-optički sustavi su također u razvoju i u drugim zemljama svijeta. Konzorcij Euromissile radi na sustavu pod nazivom FO 30 u sklopu programa Polyphem koji je u stvari sustav namijenjen za uporabu na helikopterima s maksimalnim dometom od 30 km. Također se razmišlja i o ugradbi ovog sustava na druge platforme. Polyphem je u ovom trenutku ponajprije program demonstracije tehnologije, no ovim je projektom pokazano da je Euromissile sposoban osigurati odgovarajuća rješenja.

U Brazilu, tvrtka Avibras nudi svoje vlastito rješenje u formi FOG-MPM sustava. FOG-MPM ima domet 10 km a namijenjen je uništavanju tankova, helikoptera i fortifikacijskih objekata. Ovaj sustav je u fazi provjeravanja. Ovdje isto tako treba spomenuti i španjolski sustav MAC-AM-3 koji je razvila i proizvela tvrtka Gyconsa nastala udruživanjem španjolske tvrtke Inisel (60 posto) i američke tvrtke Hughes (40 posto). Sustav MACAM-3 je prijenosni sustav, no bit će u stanju sa svojim dometom od 5000 metara pokriti i područje srednjeg dometa i područje velikog dometa.

O svim značajnijim POVRS-ima u svijetu bit će, kako je već naprijed spomenuto, više riječi u člancima koji slijede.

Zaglavak

Nakon ovog pregleda stanja na području protuoklopnih vođenih raketnih sustava može se zaključiti da na svjetskom tržištu postoji zaista široka lepeza sustava koja može zadovoljiti potrebe svake moderne vojske. Pravi izazov je pronalaženje rješenja za uništavanje modernih ERA oklopa te naprednih oklopnih sustava koji su trenutačno u razvoju. Ukoliko ovo ne bude dovoljno do kraja desetljeća će zasigurno sustavi za ometanje biti dostupniji i pouzdaniji. To će nadalje iskomplicirati izvršenje zadaća postrojbama namijenjenim za vođenje PO borbe PO vođenim raketnim

sustavima. U određenom dijelu sljedećeg desetljeća može se očekivati pojava kvalitetnih sustava namijenjenih aktivnoj zaštiti

oklopa. Iako za sada možemo samo spekulirati o njihovim performansama ovi će sustavi zasigurno na svjetskoj PO sceni izazvati značajne promjene.

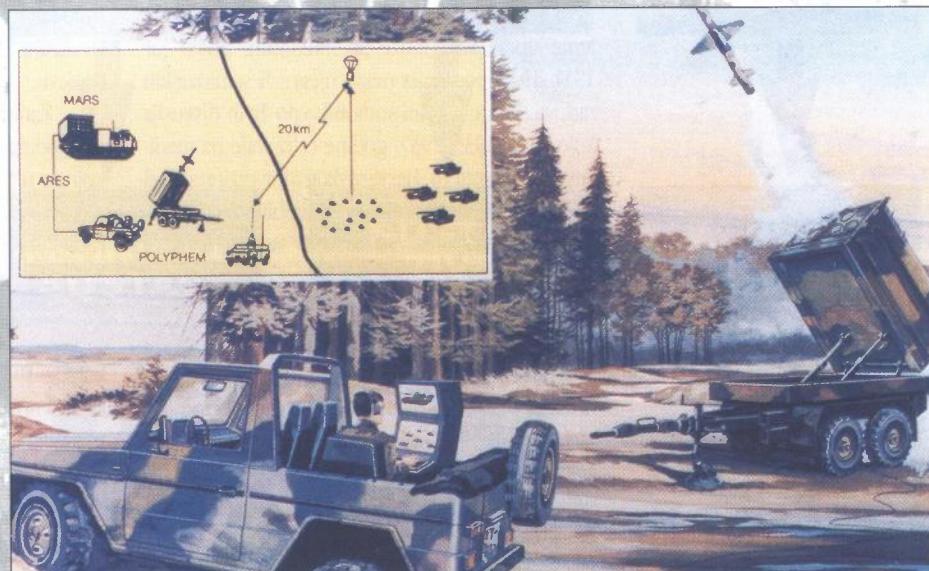
No, oni koji izvršavaju zadatce na području PO borbe ne moraju zbog svega rečenog biti zabrinuti jer se sa sigurnošću može tvrditi da totalna zaštita oklopa nije moguća. Kako obrambeni sustavi postaju sve sposobniji da zaštite oklopna vozila tako isto postaju i sve skuplji pri čemu postoji sve manja mogućnost opremanja postrojbi istim, te se stoga može zaključiti da na bojnom polju ima i da će još dugo biti dobre "lovine" za protuoklopnjake. Nove takteke također mogu utjecati na primjenu i oklopnih i protuoklopnih sredstava. Treba zapamtiti da su sustavi koji trenutačno ulaze u operativnu uporabu puno fleksibilniji i sposobniji negoli što su bili oni koje su oni zamijenili. Prema tome, bitka između tanka i protuoklopnih sredstava (ponajprije POVRS-a) ulazi u drugo 50-godišnje razdoblje sa zasigurno nemogućim prognoziranjem ishoda bitke.



POVRS TF8 "Crvena strijela" sustav je srednjeg dometa koji učinkovito uništava i oklopne ciljeve i sve ostale tipove ciljeva jer raketa raspolaže vrlo učinkovitom bojnom glavom

Raketa FO30 koja je razvijena u sklopu razvojnog programa Polyphem koji su pak zajedno pokrenule Francuska i Njemačka namijenjena je za vođenje PO borbe na vrlo velikim udaljenostima (30 km). Zapovijedi se kod ovog sustava od lansera do rakete prenose optičkim kabelom

(nastavit će se)



PODRIJETLO

KIBERNETIKE

Za sam naziv nove znanosti Wiener odabire riječ izvedenu iz grčke kubernhths (kibernetes) tj. kormilar (glavni mornar). Pojam je sto godina prije (1843) Amperē iskoristio u svojoj klasifikaciji znanosti gdje je pod rednim brojem 3 opisao još nepostojeću znanost, *kibernetiku*, koja bi se trebala baviti *izučavanjem općih načela djelovanja vlasti i upravljanja narodima i državama*

Josip PAJK

Nije slučajno da su se u novije vrijeme prve ideje o znanosti, koja bi proučavala procese upravljanja bez obzira na vrstu sustava u kojima se oni odvijaju (*mehanizmi, organizmi ili organizacije*), javile kod Norberta Wienera. Tijekom II. svjetskog rata N. Wiener radio je kao profesor na Massachussetskom institutu za tehnologiju gdje je sudjelovao u razradbi metodologije primjene elektroničkih računalskih strojeva u rješavanju problema gađanja zračnih ciljeva, čije su se brzine i sposobnosti manevriranja tih godina stalno povećavale pa klasično ručno upravljanje topovima pomoću optičkih ciljničkih naprava više nije davalо zadovoljavajuće rezultate.

Shvativši značenje i općenitost načela *negativne povratne veze*, kako za sustave automatske regulacije strojeva, tako i za biološke i društvene sustave, svoja zapažanja i rezultate teoretskih i eksperimentalnih istraživanja, poslije rata je izložio u dvjema knjigama "Kibernetika ili upravljanje u životu organizma i stroju" (1948) i "Ljudska uporaba ljudskih bića ili kibernetika i društvo" (1950/54). Interes matematičara Wienera za probleme upravljanja može se, međutim, uočiti još 1911.-1913. godine iz nekih njegovih seminarских radova. Bio je i stalni sudionik vrlo živih diskusija koje su se 1936.-1937. godine održavale na medicinskom fakultetu Harvardskog univerziteta pod vodstvom neurofiziologa A. Rosenbluetha. Na tim okruglim stolovima, na kojima su se okupljali mladi znanstvenici, filtrirale su se različite ideje iz područja *metodologije znanstvenih istraživanja*. Uz Rosenbluetha, matematičara Wienera i fizičara M.S.Vallarta kasnije se okuplja i veći broj filozofa, fizičara, psihologa i sociologa koje povezuje ista ideja da su najplodnija područja za daljnji razvoj znanosti ona zanemarena rubna područja, tj. *nicija zemlja između čvrstih granica pojedinih klasičnih znanosti*.

Za sam naziv nove znanosti Wiener odabire

rijec izvedenu iz grčke **kubernhths** (kibernetes) tj. kormilar (glavni mornar). Pojam je sto godina prije (1843) Amperē iskoristio u svojoj klasifikaciji znanosti gdje je pod rednim brojem 3 opisao još nepostojeću znanost, kibernetiku, koja bi se trebala baviti *izučavanjem općih načela djelovanja vlasti i upravljanja narodima i državama*. Pravdao je uvođenje ove znanosti u klasifikaciju činjenicom što je taj pojam izvorno korišten još u staroj Grčkoj, ne samo u užem svakodnevnom smislu, za opis vještine upravljanja brodom, već je i Platon u svojim dijalozima (Gorgias i Politice) kibernetiku definirao kao "vještini upravljanja" uopće.

Wiener je područje istraživanja znanosti koju je utemeljio ograničio na probleme *komunikacije i upravljanja*. Kako sam kaže, "kad upravljam radom neke osobe ili stroja, ja im predajem poruke. Isto tako, ako želim da upravljanje bude uspješno, moram voditi računa o svakoj poruci koju bi mi ta osoba ili stroj mogli priopćiti" (povratna veza). Kasnije je cilj kibernetike definiran kao "analitički studij *bomorfizma*" (sličnosti između dvaju sustava kod koje jedan predstavlja pojednostavljenu realizaciju drugoga) između struktura veze u mehanizmima, organizmima i društvu.

Zanimljivo je napomenuti da će tih istih ratnih godina, osim **Wienera**, **Shannona** i **Weavera** koji su u SAD primjenjivali u praksi ideju o jednakom (analognom) metodološkom pristupu različitim znanostima i traženju zakonitosti koje bi bile primjenjive za sve sustave upravljanja, jedan pisac, **Herman Hesse**, u Švicarskoj bavi istom problematikom u djelu "Igra staklenih perli" za koje je 1947. godine dobio Nobelovu nagradu za književnost. U knjizi je opisan život školarca (učenika) H. Knehta, od njegovih prvih koraka u jednoj imaginarnoj znanstvenoj zajednici budućnosti (Kastaliji), do vođe te zajednice ili "Velikog Meštra igre staklenih perli". Posebno je znakovito koliko opis igre iz mašte H. Hessea

(konstrukcija novih simboličkih struktura i traženje analogija između raznih znanstvenih disciplina uz primjenu muzičke metrike) sliči na strukturu i načela kibernetike.

Na sl. 1 dana je shema razina predmeta proučavanja kibernetike prema knjizi J. Bobera "Stroj, čovjek, društvo" (Naprijed, Zagreb, 1970). Iz nje se vidi da su konkretni realni sustavi objekti proučavanja klasičnih znanstvenih disciplina kao što su kemija, fizika, neurofiziologija, biologija, sociologija, psihologija itd. Na temelju rezultata tih istraživanja svakoj se od tih znanosti stvara prva razina apstrakcije na kojoj se pojavljuju odabранe osobine tih objekata kao dinamički fizikalni, biološki ili društveni sustavi. Kibernetika koristi rezultate s ove prve razine apstrakcije i ispituje samo njihove zajedničke značajke na području prijenosa, obradbe i čuvanja informacija, tj. *izučava strukturalne i funkcionalne informatičke zakonitosti veze, upravljanja i organizacije složenih dinamičkih sustava, njihova nastanka, razvoja i svršisvodnog djelovanja*.

Kibernetika je na bivšem komunističkom Istroru Europe poslije rata bila zanemarivana ili čak anatemizirana kao "reakcionarna kvazi nauka... oružje imperialističke reakcije i sredstvo za ostvarivanje njezinih vojnih planova" dok uporaba njezinih načela i metoda modeliranja apstraktних sustava nije donijela i prve značajne rezultate u nizu "klasičnih" znanstvenih disciplina kao što su biologija, sociologija, psihologija, te u tehničkim, a posebice u vojnim znanostima.

Ako je Ch. Darwin razjasnio evolucijski razvoj žive tvari i otklonio predrasude o absolutnoj različitosti između čovjeka i ostatka živog svijeta, kibernetika je dokazala da ne postoji ni absolutna razlika između žive i nežive tvari. I kao što su Darwinove teorije naišle na negativan stav konzervativnih krugova, tako je i kibernetika naišla na

nerazumijevanje mnogih marksističkih filozofa pa je prvi pozitivni članak objavljen u bivšem Sovjetskom Savezu tek 1955. godine, tj. sedam godina nakon objavlјivanja prve Wienerove knjige.

U dalnjem nizu zaokruženih nastavaka pokušat ćemo cijelovito prikazati predmet izučavanja kibernetike, na način pristupačan širokom krugu čitatelja. Kao i kod svakog takvog prikaza, pristup će u nekim dijelovima, više ili manje odstupati od klasičnog, primjeri će, radi dužnog prilagođenja mjestu objavlјivanja biti uglavnom iz vojne prakse, s opće poznatim analogijama iz svakodnevnog života.

Pokretanje serije članaka o kibernetici ima za cilj, osim podsjećanja na jednu od najmlađih znanosti, potaknuti raspravu o ovom značajnom znanstvenom području uz uključivanje što je moguće većeg broja osoba šireg spektra zanimanja. Na taj način bi se moglo iskristalizirati još uvjet nedovoljno poznate metode, postupci i iskustva upravljanja u različitim procesima, a samim tim povratno omogućila njihova optimizacija sa stanovišta povećanja učinkovitosti konkretnih realizacija sustava upravljanja. Vojni sustavi su posebno osjetljivi na pogreške u upravljanju i vođenju procesa. Pogreške su, zbog vrlo velikih energetskih potencijala sustava (financijskih, ljudskih i razornih), i brzine odvijanja procesa, često katastrofalne, u miru, a posebice u ratu. Cijena i najednostavnijeg vojnog tehničkog sustava je vrlo velika. Ako se tijekom njegova razvoja ili prigodom kupovine ne primjenjuju znanstvene (kibernetiske) metode raščlane i određivanja njegova mesta i uloge u svekolikom sustavu vojne organizacije, vrlo je velika vjerojatnost da će se njegova učinkovitost u trenutku potrebe degradirati, a neprilagođena uporaba i dobro odabranih sustava dovesti do nesagledivih posljedica u eventualnom sukobu.

Slika 1



tablica D. Lesić

BILO GDJE I BILO KAD



Jedna od postrojbi 101. zračno prijevozne divizije američke vojske iz sastava snaga za brzi razmještaj (RDF - Rapid Deployment Forces). Glavna odlika te divizije je mogućnost da izvrši masovni helikopterski desant što je čini jedinstvenom među američkim pješačkim divizijama. Na slici je prikazan trenutak pred ukrcaj postrojbe u UH-60 helikoptere, te transport u područje borbenog djelovanja

Snage za brzi razmještaj - prošlost, sadašnjost i njihova budućnost

Marijan PAVIČIĆ

Pokušaji velikih sila, ali i međunarodne zajednice da kroz svoje institucije (UN)

riješi trenutna ratna žarišta na zadovoljavajući način ostaje bez uspjeha. U promišljanju iznalaženja rješenja međunarodna zajednica "upire" se svim silama riješiti problem. Jedno od rješenja po njima su i snage za brzi razmještaj RDF (Rapid-Deployment Forces)

Upita jednom prigodom učenik starog mudraca: "U čemu je njihova tajna". Sačekavši trenutak, ne toliko da razmisli, koliko da neizvjesnost približi učeniku željnom saznanju, stari mudrac - učitelj odgovori: "Sve se to već bezbroj puta, gotovo, na isti način dogodilo, a početak je čak i zapisan. Jedino čega se moraš bojati, i u tom smislu je predubitriti, je obmana jer poslije nje u pravilu nastupa iznenadenje. Na tebi je da ga predubitriš."

Završetak hladnog rata nije doveo do tako dugo očekivanog sveopćeg mira na zemljama, a "maštovito" viđenje bivšeg američkog predsjednika Georga Busha svijeta ustrojenog u vidu Novog svjetskog poretka još se nije ostvarilo. Čak i činjenica da je nekoliko dugogodišnjih ratnih sukoba dovelo do mjestimičnog završetka neprijateljstava u području Namibije, Srednjeg istoka (Izrael i PLO, te Izrael i Jordan). S druge strane na vidjelo su izašla nova svjetska žarišta, na primjer u Iraku problem s Kurdimama koji prožima tri susjedne države u regiji - Tursku, Siriju i Iran, sukob na prostoru bivše Jugoslavije koji se ogleda u borbi protiv srpskog imperializma i težnje hrvatskog i drugih naroda na tim pros-

torima da ostvare svoju neovisnost, te Somaliju i Ruanda što predstavlja samo jedan dio svekolikog svjetskog žarišta.

Pokušaji velikih sila, ali i međunarodne zajednice da kroz svoje institucije (UN) problem riješi na zadovoljavajući način ostaje bez uspjeha. U promišljanju iznalaženja rješenja međunarodna zajednica "upire" se svim silama riješiti problem. No u svom pristupu ona u obzir uzima samo posljedice, svjesno (ili nesvjesno) zanemarujući uzroke, koji svoje duboke korijene imaju u prošlosti, ili konkretnije, "prve" kolonijalne podjele svijeta koja je uslijedila po prvim prekomorskim otkrićima novih kontinenata i pomorskih komunikacija potkraj 15. stoljeća. S druge strane, kao prirodan proces pojavljuje se težnja porobljenih naroda (ujarmljenih kroz sve faze kolonijalne dominacije) da konačno ostvare svoju slobodu i suverenost, a pogotovo u tako značajnom trenutku kao što je ustroj Novog svjetskog poretka, gdje i sam naziv izaziva sumnju, jer upućuje na "poredak" ili "raspodjelu" po nekom pravilu, u krajnjem slučaju utvrđenom dogовору. S obzirom na post-hladnoratovski proces, koji je na svu medijsku očiglednost u tijeku, informaciju moramo crpiti iz njegovog početka, trajanja (i kako nam teorija informaci-

jskih znanosti kaže) i završetka. Informacija, ona bitna, nastaje u procesu i u njemu i završava. Sve ostalo, promatrajući ratnom logikom, jer drukčije i ne možemo (u tijeku je najbrutalniji oružani sukob, koji po svojoj rafiniranosti metoda nadilazi i one iz II. svjetskog rata, ali i niza lokalnih ratova do kraja 80-tih godina) može izazvati zabunu i krivu prosudbu s katastrofalnim posljedicama.

U smislu predviđanja dogadaja poslije 90-tih velike svjetske sile u početku 80-tih godina medijski odašilju na "raščlambu" novi termin - sigurnosni mehanizam - Snage za brzi razmještaj (RDF - Rapid-deployment forces). Cilj tog promišljanja nastoji sačuvati sadržaj postojećeg stanja, s eventualnim zahvatima na formi koje bi se ogledalo u ustroju slobodnog tržista, i još nekim rezovima koji ne bi značajnije pripomogli porobljenim narodima u ostvarenju njihovog prava na samostalnu i neovisnu državu. U tom smislu snage za brzi razmještaj ne bi bile ništa drugo nego "novo ruho" za tako dobro poznate kolonijalne vojne postrojbe koje su tijekom proteklih stoljeća "učinkovito" stvarale Novi svjetski poredak, kad bi se u povijesnom smislu jedna faza razvoja kolonijalnih odnosa zamjenjivala drugom. Njihova namjena (pozivajući se na

povijesno iskustvo) svakako nije da rješava uzroke (dosad to ni jednom nisu učinile, a kamoli da narodima donose slobodu u čemu ne bi smjelo biti nikakve iluzije) već da ga s jedne strane još više prodube, a s druge strane prilagode novim izazovima i "maštotitom" viđenjima budućnosti. Burzovne kategorije; sirovine, hrana, financije, obogaćene s još jednom tržišnom kategorijom - čovjekom, u smislu intelektualnog potencijala koji on u sebi sadržava. Za razliku od prije, iako i tada u tom smislu nije bilo neke velike dileme, sve četiri navedene tržišne kategorije postaju moćno oružje kojim se iznudjuju svi mogući pritisci. U skladu s novim doktrinarnim načelima RDF djeluje arhaično u smislu ostvarenja zacrtanih ciljeva bez obzira koliko bile naoružane sofisticiranim oružjem jer svojom nazočnošću i "nedefiniranostu" uloge samo zamagljuju problem jer se bitka odvija na "subatomskoj" razini, što će reći na mnogo supertljivoj razini. (Nužnim se čini pojasniti još jedan aspekt problema vezano za nejasnoću koje RDF izazivaju svojim nastupom. Kako je riječ ipak o vojnoj organizaciji, dijelu jednog šireg sustava kojeg znamo pod nazivom vojska i kojoj je kao takvoj imantan na tajnost nerealno je očekivati od nje da počne svoje namjere. Zadaća onog drugog je proniknuti u tu tajnu.) Možda još bolje pojašnjenje - u samom pojedincu, nastojeći u njemu izazvati sumnju u sve trdicioanalno ili u same korijene svog postojanja.

Složenost današnjih međunarodnih odnosa i njihova izgradnja na temeljima gospodarske i vojne moći (tijekom hladnog rata na zahtjevima dviju suprotstavljenih globalnih sila) sadašnjih vojnih sila na svjetskoj razini izgrađivana je na dvije komponente oružanih snaga i dvije doktrine njihove uporabe. Riječ je s jedne strane o strategijskim nuklearnim snagama koje su tijekom hladnog rata i blokovske podjele svijeta bile predviđene za borbu na globalnoj razini, a s druge strane o oružanim snagama "opće" namjene predviđene za angažiranje u vođenju tzv. ograničenih ratova ili još bliže - gušenju antikolonijalnih pokreta. Uvjetna podjela takvih "općih" snaga mogla bi se svesti na sljedeće: izgradnja konvencionalnih snaga i snaga specijalne namjene (npr. američke specijalne postrojbe koje su nosile glavni teret rata u Vijetnamu).

Nadilazeći vijetnamsku traumu, američka

administracija, u skladu s vidjenjima budućnosti nekog budućeg rata, promišlja i drukčiju ulogu svojih oružanih snaga u provođenju svoje vanjske politike i vojnog angažiranja SAD u ograničenim ratovima i lokalnim sukobima. Tako u početku 80-tih godina organiziraju se snage za brzi razmještaj (RDF), namijenjene u prvom redu za uporabu na Srednjem istoku i jugozapadnoj Aziji kako bi se sprječio prođor sovjetskih snaga i utjecaj SSSR-a prema Perzijskom zaljevu i Indijskom oceanu. Tako je u okviru Reganove doktrine sprečavanja SSSR-a na perifernim dijelovima zona od interesa na vojnom planu razvijen koncept Sukob niskog intenziteta (Low-Intensity Conflict) koji je modularno zamišljen kao "alat" sposoban da odgovori na svaku moguću prijetnju. U ovom uvdnom dijelu, zbog opsega grada i složenosti, za slikoviti prikaz čini se nužnim dati jedno od promišljanja koja su se javila tijekom daljnog ubličavanja koncepta, načela i političkih smjerova. Npr. dr. Sam C. Sarkisena u sukobe niskog intenziteta (te angažiranja snaga i sredstava) ubraja uglavnom oslobođilačke i protuoslobodilačke ratove, a prednost daje političko-



Jedan od utvrđenih borbenih položaja elemenata 101. zračno prevozne divizije duboko u protivničkoj pozadini. Problem opskrbe postrojbe ratnim i drugim tvorivom postavlja se kao prioritet koji omogućuje "život" postrojbi tijekom borbenog djelovanja

propagandnim mjerama u odnosu na uporabu vojnih snaga i nadalje kaže: "Oslobodilački i protuoslobodilački ratovi, konačno, su ljudsko-intenzivni, pri čemu tehnologija i suvremeno naoružanje igraju važnu ulogu. No suština uspjeha u takvim ratovima nalazi se prije svega, u sposobnosti i umijeću političkog kadra, u političkom organiziranju i psihološkom ratovanju - tj. biti u izravnom kontaktu sa stanovništvom. Važno je za SAD, kad se angažiraju u takvom sukobu da ne pokušaju sukob amerikanizirati." Nadalje, "takvi sukobi zahtijevaju učinkovita djelovanja usmjereni k društveno-političkom sustavu sa svim svojim nijansama. Oružje visoke tehnologije i suvremena oprema ne mogu biti zamjena za sposobne političke organizatore, koji svojim nastupanjem prodiru duboko u društveno-političko tkivo konkretnog sustava", te po mišljenu dr. S.C. Sarkesiana, "termin Narodni rat je najadekvatniji pojam za takve sukobe".

Davni početci

Što je to što ih je ustrojilo i kojim interesima se pri tome rukovodilo. U biti, svog postojanja, svijet i osim sve površinske komplikiranosti (cilj joj je bio da neupućenog, iz raznoraznih razloga, navede na kriv put ili prosudbu) od početka, a ništa drukčije nije i u današnjim danima (samo je sofisticirane) sastojao se od dva suprotstavljenja polja. Sve ono što se nalazilo između bila je samo "siva ljestvica" manevarskog prostora u kojoj se ostvarivala hegemonija jednih nad drugima.

Usپoredo s razvojem tehničkih pomagala "oštiri" se duh. I kako je u tom "inicijalnom" trenutku stasala spoznaja o novom prostoru, na vidjelo izlaze i nove vještine koje omogućavaju njegovim ovlađavanjem. Ispočetka skromno, ali uporno, zacrtavaju se i "politički" smjerovi njegovim ovlađavanjem, koje kasnije ustrojem prvih država postaje nešto što i danas znamo kao smjer u vanjskoj politici država koje nastoje politički i gospodarski potčiniti druge zemlje ili čak čitave kontinente u kojima radi očuvanja svoje prevlasti osnivaju kolonije.

Prvobitno su to bila područja obradive plodne zemlje na kojima su se nastanjivali obradivači zemlje. U prvobitnom značenju kolonija predstavlja naseobinu gradana neke države u osvojenoj zemlji. No to nije bilo dovoljno. Stečenu sferu utjecaja trebalo je i saču-

vati, a ne kao mogućim već kao obveznim se smatralo njezinu proširenje.

Geneza moći

Da bi lakše mogle predociti stvarno značenje i ulogu snaga za brzi razmještaj moramo ipak, u kraćim crtama, objasniti što čini suštinu podjele svijeta. Za napomenuti je da taj kontinuitet podjele postoji kako iz doba prije rođenja Krista (doba rimske, grčke i feničke /kolonijalne/ podjele svijeta) tako i one iz 15. i 16. stoljeća koja svoj vrhunac doživljjava na prelasku iz 20. u 21. stoljeće. Opće značajke svijeta te njegovog oblikovanja, kroz prizmu kolonijalnih osvajanja može se sagledati kroz nekoliko bitnih točaka.

• Prvo i najznačajnije je da je podjela svijeta (kako prije Krista tako i ova novija) izvršena zahvaljujući moći. Najranija takva podjela kolonijalnih interesnih sfera je ona iz kraja 15. i

početka 16. stoljeća između Španjolske i Portugala.

■ Na temelju moći (vojne sile) potičinjavaju se zemlje i narodi radi tri bitna cilja:

• Gospodarski - nastoji se doći u posjed sirovina, tržišta te robova kao jeftine radne snage.

• Demografski - prirodna bogatstva i veličina kolonija trebaju riješiti problem viškova stanovništva u metropoli, pri čemu se stanovništvo (domorodačko) kolonija trebalo, a i koristilo se, kao "sirova" ratna snaga u dalnjim kolonijalnim osvajanjima. Upravo taj čimbenik "sirove" ratne snage i njegovog nedostatka u arsenalu velikih svjetskih sila u današnjim daniма je jedan od odlučujućih čimbenika koji današnje snage za brze intervencije čini nesposobnim da ostvare svoje hegemonističke ciljeve kako su to činili njihovi pretci, ali s druge strane služi i kao temelj /stvara se u tom i takvom kriznom stanju/ na kojem se zasniva nova "strategija" podjele svijeta. Za sada ćemo reći da osim toga što je i dalje krvava mnogo je suptilnija i ima dalekosežnije ciljeve idući čak dotele da poprima obilježja, "konačne podjele svijeta" zahvaljujući tehnološkom razvoju, razvo-

pruga u kolonijama uvjetovana je tzv. penetracijskim krovkovima.

■ Kolonijalni posjed nije definiran jasnim granicama. Granice osvojenog teritorija su geometrijski nametnute i kao takve dijele gospodarsko-zemljopisnu i nacionalnu cjelinu. Jasna pripadnost kolonijalnih teritorija metropolama izražena je najčešće samo na obali gdje završavaju kopneni komunikacijski smjerovi iz unutrašnjosti kolonijalnog posjeda i, nadovezuju se na pomorske komunikacijske smjerove.

■ Kolonijalizmom su zamrznuti odnosi iz prošlosti i kao takvi predstavljaju otežavajući činilac razvijanja nacija i državnosti.

■ Kao kruna "strategije kaosa" suparništvo među kolonijalnim silama jedan je od uzroka I. svjetskog rata i povremenih i trajnih sukoba u svjetskim odnosima uopće sve do naših dana.

Kolonijalna razdoblja

U suvremenom značenju kolonijalizam je povijesna kategorija vezana za nastanak i razvoj kapitalizma, pretežito europskih zemalja. Podjelom su obuhvaćene tri vrste kolonijalizma i to: klasični od kraja 15. do kraja 19. st.; koloni-

Portugal, Španjolska i Francuska), bez čije intervencije i zaštite prekomorski pohvati nisu se mogli ni zamisliti. Razvoj pomorske tehnike, osobito navigacije oceanima omogućio je i prva prekomorska otkrića. Prodor Otomanskog carstva na istočne obale Sredozemnog mora uzrokovalo je prekid tradicionalne trgovačke veze Europe s Azijom, čiji su glavni nositelji bili talijanski gradovi, te su se morali tražiti novi putevi.

Prvi na taj izazov odgovorili su Portugalci tražeći izravni put za Indiju. Dok Portugalci idu zapadnom obalom Afrike i 1487. godine oplovjavaju Rt dobre nade, na inicijativu Colomba Španjolci kreću za Indiju suprotnim, zapadnim putem i 1492. godine stižu do Haitija. Papa Alesandro VI. Rodrigo Borgia bulom Inter Caetera izvršio je 1493. godine prvu podjelu prekomorskog svijeta, dodjelivši Portugalu sve otkrivene i neotkrivene zemlje istočno, a Španjolskoj zapadno od crte utvrđene na sto milja zapadno od Azorskih i Kapverdskih otoka. Sporazumom u Tordesillasu 1494. godine između Španjolske i Portugala crta je pomakнутa za 270 milja prema zapadu, pa je zahvatila veliki dio Brazila, a sporazumom u Saragosi 1529. godine povučena je crta i na Pacifik na 17°

istočno od Molučkih otoka dok su Filipini ostali u španjolskom posjedu. Francuska i Engleska ne priznaju te sporazume, ali to neće sprječiti portugalsko-španjolski kolonijalni monopol koji će trajati čitavih sto godina, zahvaljujući naprednijoj pomorskoj tehnici i jačoj vojnoj sili, prije svega mornarici.

Portugal na vrhuncu svoje kolonijalne moći, sredinom 16. stoljeća ima na raspolaganju dvadesetak utvrđenih uporišta, nadzore komunikacijskih smjerova i monopol nad vrlo traženim proizvodima Afrike i Azije čije monoplističko središte postaje Lisabon.

Zahvaljujući jakoj središnjoj vlasti, najjačoj oružanoj snazi ondašnje Europe, vojski i mornarici i iznimno razvijenom pomorstvu, Španjolska je do sredine 16. stoljeća stvorila golemo kolonijalno carstvo. Bezobzirnom vojnom akcijom rušila je vrlo razvijene, ali vojno slabije narode i njihove civilizacije koje su se prostirale na obje zemljine polutke. Svim španjolskim zemljama upravljalo se centralistički, iz metropole i strogim monopolom. Čak je i trgovina između pojedinih kolonija bila zabranjena, a zemljani posjedi su bili regulirani na feudalnom temelju. Silazak s kolonijalne scene za Španjolsku počinje poslije poraza 1588. godine i oslobođenja sjevernih nizozemskih provincija. Tim porazom Španjolska gubi prevlast na moru. Od druge polovine 17. stoljeća u nizu ratova zaključno s ratom 1898. godine sa SAD Španjolska nepovratno gubi ostatak kolonija i utjecaj koji je iz njih proizilazio.

Nizozemska zahvaljujući vojnoj i tehničkoj



Mornaričko-desantne snage uz zračno prijevozne snage predstavljaju drugu značajnu komponentu snaga za bri razmještaj

ju satelitske tehnologije, a u bliskoj svez i medijski i njihovog totalnog prekrivanje današnjeg svijeta, o čemu će više riječi biti kasnije.

■ Gospodarska eksploracija u kolonijama je dvojaka: izravno pljačkaška koja onemogućuje razvoj proizvodnih snaga jer je glavni interes usmjeren prema dobivanju prirodnih sirovina i s druge strane eksploracija koja razvija proizvodne snage u skladu s interesima metropole.

■ Najznačajnija faza kolonijalizma vezana je za razvoj modernijih oblika prometa - razvoj suvremenih brodova, a izgradnja željezničkih

jazilazim imperijalističkog razdoblja i razdoblje poslije II. svjetskog rata tzv. neokolonijalizam.

Klasični kolonijalizam stasava u razdoblju razvijene trgovačke aktivnosti u okružju feudalizma pri čemu dolazi do velike akumulacije bogatstva u vidu zlata. Akumulacija kapitala i pokretanje zanatske proizvodnje inicira zanatsku proizvodnju na širem temelju koji neizostavno zahtijeva veći priliv sirovina i jeftinije radne snage. Rješenje tog problema bilo je u prekomorskoj ekspanziji. Temelj za ostvarenje te težnje imale su države s jakom središnjom vlasti na atlantskoj obali (Engleska, Nizozemska,

nadmoćnosti od Portugala preotima politički i trgovачki utjecaj. Svoju je kolonijalnu dominaciju pretežito provodila sustavom protektorata na domorodačkim vladarima i narodima. Samo na Rtu dobre nade počet će kolonizacija Europljana, pod direktnim nadzorom Nizozemske istočnoindijske kompanije (utemeljena 1602. godine). Tijekom francuskih revolucionarnih i Napoleonovih ratova Nizozemska gubi neke kolonije u Istočnoindijskom oceanu i Rt dobre nade, ali je sačuvala goleme posjede u Indoneziji.

Početci francuske kolonijalne ekspanzije vezuju se za 16. stoljeće i vladavinu Françoisa I., s tim da njezinu sustavnu širenje počinje za vrijeme Anrija IV. u početku 17. stoljeća. Francuski kolonijalizam počinje je na slabim temeljima. Kao temeljni nedostatak bila je nedostatna pomorska snaga na moru koja bi učinkovito štitila prekomorske kolonije, a feudalni režim koji je bio u njima uveden uz vjersku netrpeljivost nije privlačio emigrante iz metropole, koji bi ih mogli braniti od suparničkih kolonijalnih sila.

S druge strane Engleska stvara bitne preduvjete za snažnu kolonijalnu ekspanziju. Razvojem brodogradnje i manufakture stvoreni su za to potrebiti materijalni uvjeti. Porazivši španjolsku vojsku 1588. godine i Engleska kreće u kolonijalnu ekspanziju.

Tri kompanije tzv. pustolovnih trgovaca dobivaju od krune koncesije za trgovinu crnim robljem iz Afrike u Ameriku što ujedno predstavlja i legalizaciju trgovine crnim robljem. U Aziji Englezzi započinju sustavnu kolonizaciju uz potporu kraljevskog zakonodavstva koje 1600. godine stvara Istočnoindijsku kompaniju, s isključivim pravom na trgovinu u azijskim zemljama. Tijekom prve polovine 17. stoljeća inicijativu preuzimaju poduzetni pojedinci, koji stvaraju skupine i društva za naseljavanje i eksploataciju kolonija.

Kao odlika klasičnog kolonijalizma moglo bi se navesti mnoštvo individualnih oblika koji će se zapažati i u kasnjem razdoblju. Npr. u središnjoj i Južnoj Americi, španjolski konkvidori otimaju zlato i srebro u krvavim i bezobzirnim akcijama, u kojima stradavaju čitavi narodi zajedno sa svojim civilizacijama. U Aziji se kolonijalizam provodi suptilnijim metodama, posredno preko vladara i vlastodržaca, a izražava se trgovackom razmjenom monopolističkog tipa, pri čemu se europski trgovci i kompanije bogate na račun proizvođača u kolonijama i potrošača u metropolama. To su kolonije

eksploatacije posredne administracije.

Prekretnica u britanskoj kolonijalnoj prevlasti bio je izlazak Velike Britanije iz Napoleonovih ratova kao dominantne svjetske sile. Britansko kolonijalno carstvo obogaćeno najboljim kolonijama njezinih suparnika, proteže se na sve kontinente i obuhvaća 126 milijuna

promišljanjima nazirala se "konačna" podjela svijeta u imperialističkom duhu. Kretalo se iz "početka"; s jedne strane Francuska, Njemačka, Portugal, Španjolska, Italija, Belgija, Rusija, Japan i SAD nasuprot Velike Britanije, ali i međusobno. Nakon tridesetogodišnje stanke, tijekom osamdesetih godina 19. stoljeća Britanija nastavlja sa svojim kolonijalnim širenjem. Izravno, vojnom okupacijom, i neizravno preko kolonijalnih organizacija sa suverenim pravima. Mirnim putem ili silom, goleme teritorije u Africi, Aziji i Oceaniji potčinjavaju se u vrlo kratkom vremenskom razdoblju britanskoj kruni. Zaključno s 1911. godinom Britanska Imperija ima više od 29 milijuna km² s više od 418 milijuna stanovnika.

Poslije poraza 1870.-1871. godine, kad je izgubila vodeću riječ na europskom kontinentu, Francuska s mnogo više žara polazi u prekomorske akcije, i to najviše u Africi. Uoči I. svjetskog rata u svom posjedu je imala trećinu afričkog kontinenta, a u Aziji najveći plijen joj je bila Indokina. Francuska je stvorila kolonijalno carstvo od 10,25 milijuna km² s 53,5 milijuna stanovnika.

Njemačka je pristupila kolonijalnom natjecanju tek poslije ujedinjenja 1871. godine, otimanjem kolonija u Africi, osvojivši u vrlo kratkom razdoblju površinu od

oko 2,5 milijuna km² s oko 8 milijuna stanovnika. Do I. svjetskog rata teritorij će se povećati na blizu tri milijuna km² sa 12,5 milijuna stanovnika. U podjeli Afrike znatne dijelove dobio je Portugal i nešto Španjolska. Italija je također krenula u kolonijalna osvajanja i to poslije ujedinjenja 1861. godine zauzevši Eritreju i Somaliju, te Libiju u sjevernoj Africi. Belgija prisvaja Kongo, a Rusija Aljasku koju 1867. godine prodaje SAD. Japanska kolonijalna ekspanzija počinje još kasnije i usmjerena je prema Koreji, Mandžuriji i Kini. SAD u kolonijalnu utrku ulaze potkraj 19. i u početku 20. stoljeća ratom protiv Španjolske osvojivši Kubu, Filipine, Puerto Riko i neke posjede u Oceaniji. U posjed Amerike dolaze i Havaji, a od Paname je iznudila tzv. Kanalsku zonu, a neka otočja u sklopu Malih Antila, kupila je 1917. godine od Danske.

Kolonijalizam imperijalističkog razdoblja sačuvao je svoja temeljna gospodarsko-eksploatatorska obilježja. Usporedo velike sile su nastojale doći do uporišta koja će im osigurati prekomorske posjede i komunikacije pripremajući borbu za novu podjelu svijeta koja će se odigrati u I. svjetskom ratu.

(nastaviti će se)

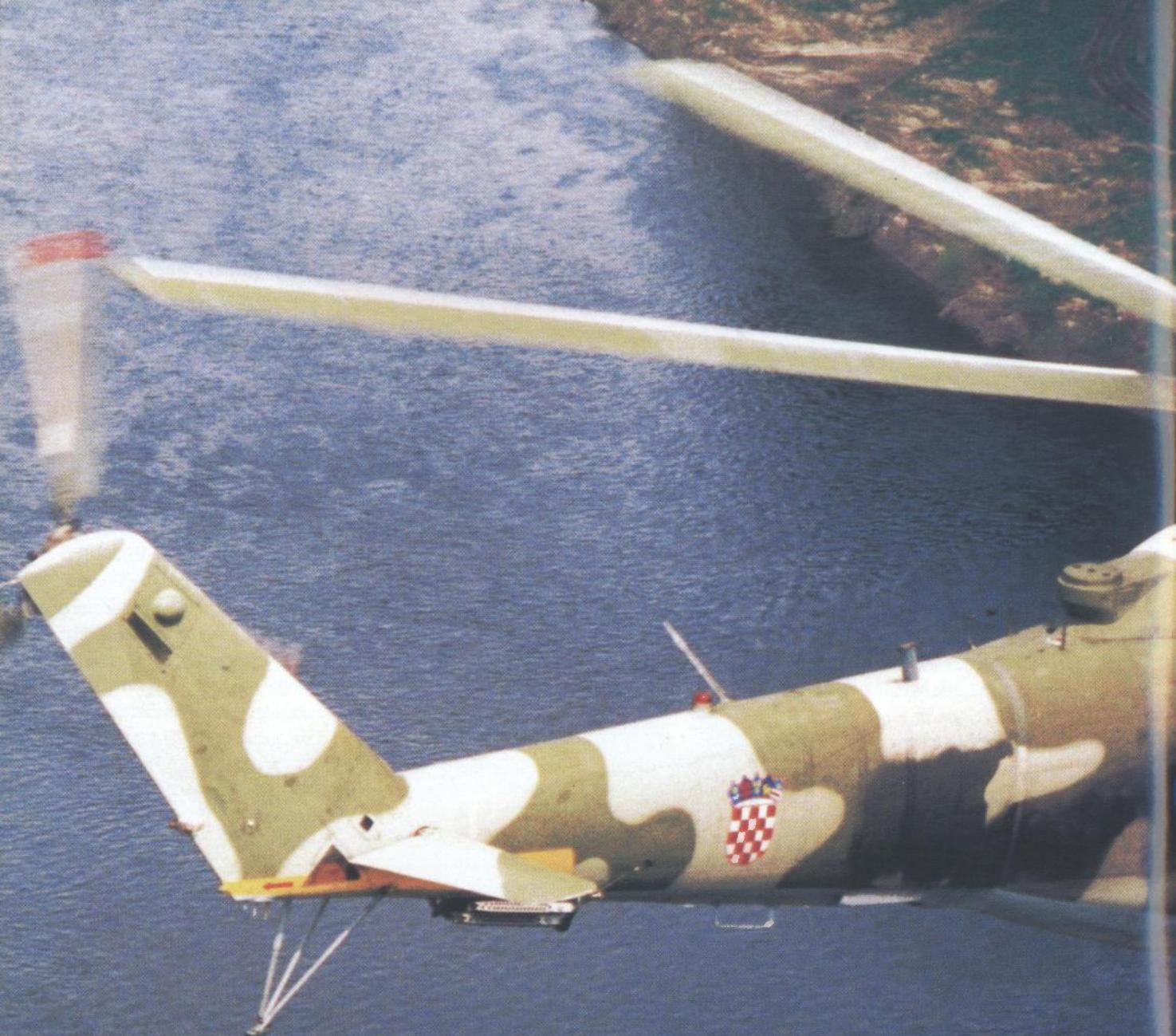


U promišljanju snaga za brzi razmještaj, značajno mjesto i dalje zauzimaju mali timovi izučeni za izvođenje specijalnih zadata

na stanovnika. Njezinim dalnjim kolonijalnim pothvatima nije se imao tko ispriječiti osim domorodaca. Britanski kolonijalizam tog razdoblja, potaknut demografskim pritiskom, naglim razvojem industrije, trgovine, pomorstva i kapitalističkom akumulacijom, različito se ponašao. Britansko kolonijalno carstvo postupno se otvara svjetskoj trgovini u okviru njezine opće liberalizacije, i ukida agrarni protekcionizam u korist potrošača metropole. Britanija u kolonijama uvodi postupno i administrativnu i političku autonomiju što će u idućem razdoblju dovesti do neovisnosti kolonija bijelaca. S druge strane kolonijalna ekspanzija europskih država je neznatna, osim francuske koja pokušava uhvatiti korijene svuda po svijetu, a najviše u Africi. Zauzećem Alžira stvorila je temelje za dominaciju sjeverozapadnom Afrikom.

"Konačna" podjela svijeta

Tijekom posljednjih 25 godina 19. stoljeća, i njegovu smjenu 20. stoljećem na kolonijalnu pozornicu, osvježene novim iskustvima kao i novim tehničko-tehnološkim saznanjima izlaze stare i nove kolonijalne sile. Po ondašnjim



MIL MI-24

(II. DIO)

Robert BARIĆ

Mil Mi-24D dobio je i izvoznu inačicu, Mil Mi-25 (NATO kodni naziv bio je takoder Hind-D); po vanjskom izgledu ova inačica slična je kasnijim serijama Mi-24D (može se postaviti IČ ometač, PZU filteri, antene sustava Berjoza), ali ugrađena oprema ipak nije na razini one u standardnim Hindovima-D u sastavu zračnih snaga zemalja Varšavskog pakta.

Na Zapadu je završilo nekoliko primjeraka Mi-25: 1987. godine kada su postrojbe čadske vojske zauzele libijsku zrakoplovnu bazu Wadi Doum, u njihove ruke je palo nekoliko Mi-25, koji su se uskoro

našli u američkim, francuskim i britanskim rukama. Dodatni Mi-25 nabavljeni su iz Afganistana (u nekoliko prigoda afganistički piloti prebjegli su u Pakistan), no tek unifikacijom Njemačke bilo je moguće u potpunosti proučiti standardni Mi-24D. Mi-25 ušao je u naoružanje sljedećih zemalja: Afganistan, Indija, Irak, Libija, Nikaragua, Sirija.

Mil Mi-24V (Hind-E)

Mi-24D bio je privremeni proizvodni model; na to je ukazivalo njegovo naoružanje preuzeto s Mi-



24A (PT raketni sustav 9M17P) za koje se ne bi moglo reći da je u drugoj polovici sedamdesetih predstavljalo moderni oružani sustav, a i pogonska skupina nije razvijala dovoljnu snagu pri letu na velikim visinama (što se vidjelo tijekom borbenih djelovanja u planinskim rejonima u Afganistanu). Stoga se praktički usporedno s razvojem Mi-24D, razvijala iduća inačica **Mil Mi-24V (Hind-E)**, čiji je prvi prototip u obliku modifciranoj Mi-24D poletio 1976. godine. Problemi u razvoju novog raketnog PT sustava 9M114 Šturm (AT-6 Spiral) doveli su do kašnjenja uvođenja Mi-24V u naoružanje (iako je 9M114 operativno isprobana još 1974. godine, tek 1979. zamjećeni su u bivšem DDR-u prvi primjerici nove inačice naoružani Šturmom).

Po vanjskom izgledu Mi-24V ne razlikuje se previše od prethodne inačice. Najuočljivije razlike su

u zamjeni lansirnih šina sa cjevastim lanserima BDZ-57KrV (po dva na okvir na vrhu svakog krila; moguće je postavljanje još dva lansera na svaki vanjski potkrilni nosač naoružanja /time se broj nošenih 9M114 povećava na ukupno osam; prvi Mi-24V s ovakvim ubojnim teretom viđeni su 1985. godine/ ali je malo vjerojatno da je moguće postavljanje ovih lansera na unutarnje potkrilne nosače; moguće je nošenje doknadnih projektila u transportnom prostoru). Modificiran je i kapljičasti spremnik za antenu sustava vodenja Šturma postavljen na donjem dijelu nosa (Šturm kao i Falanga koristi radio vodenje); spremnik je učvršćen i ne može se pokretati kao ranije, ali se zato antena unutar njega može pokretati po vodoravnoj ravni. Modificiran je i spremnik s elektrooptičkim sustavom (zbog zaštite osjetljive optike od mehaničkih oštećenja zaštitna pokrivačka sastoji se



Mil Mi-25, eksportna inačica Mi-24D; snimljeni primjerak zarobljen je u Čadu. Na helikopteru se vidi IC impulsni ometać Ispanka, lanseri IC i radarskih mamaca na repu, te odsustvo RHAWS sustava Berjoza

od vanjskog metalnog sloja i unutarnjeg sloja od oklopnog stakla; ovom modifikacijom postignuta je bolja zaštita, ali i degradirana osjetljivost instrumenata te se ove zaštitne pokrivke u određenim slučajevima uklanjuju). Mi-24V dobio je i novi sustav za upozoravanje kad je helikopter u radarskom snopu protivničkog radara (RHAW), L-006 Berjoza, čije su antene postavljene u ispuštenjima na bokovima trupa, izravno ispod pokrova kokpita ciljatelja (time je zamijenjen sustav iste namjene S3M Sirena ugrađen na Mi-24D). Zamijenjen je i IFF sustav SRO-2M sa sustavom 62-01 (svaka antena sustava SRO-2M /jedna je na nosu a druga na repu helikoptera/ zamijenjena je s triangularnom antenom).

Mi-24V može ponijeti raznovrsniji assortiman ubojnih sredstava: uz uobičajena nevodenja ubojna sredstva viđena na Mi-24D, može ponijeti vanjski spremnik s topom GŠ-23L UPK-23/250 (s 250 granata streljiva); spremnik 9-A-669 (GUV) u koji se može smjestiti ili bacati granata 213-PA kal. 30 mm (s 300 granata) ili jedna četverocijevna gatling strojnica 9-A-624 kal. 12,7 mm sa 750 zrna streljiva i dvije četverocijevne gatling strojnica 9-A-623 kal. 7,62 mm s 340 raketa zrak-zemlja S-8A kal.80 mm; kasetne bombe KMG-U.

Na sva četiri potkrilna nosača moguće je nošenje dodatnih spremnika goriva (volumena

Mil Mi-35, izvozna inačica Mi-24V (na slici su indijski Mi-35 iz sastava 104. i 116. helikopterske postrojbe)



350 l ili 500 l); moguće je postavljanje i dva dodatna 850 l spremnika u transportnu kabинu. Streljačko naoružanje nije mijenjano. Obrambeni

sustavi uključuju nošenje Ispanke i ASO-2V lansera (uz tri lansera koji se postavljaju na repnom konusu, kasnije proizvedeni Mi-24V mogu ponijeti još šest ASO-2V, na svakom boku stražnjeg dijela trupa po tri lansera; kod kasnije proizvedenih Mi-24V, po tri lansera nalaze se u posebno oblikovanom kućištu).

Pogonska skupina sastoji se od dva turboosovna motora TV-3-117V (poboljšani -117; svaki snage 1633 kW / 2190 KS). Prve serije Mi-24V vjerojatno su bile opremljene istim motorima kao i Mi-24D, da bi kasnije bili ugradivani sadašnji, snažniji motori.

Izvozna inačica Mi-24V je Mi-35, gotovo identičan orginalu (kod ove inačice zadržan je stari RHAWs sustav SRO-2M). Poznati korisnici Mi-35 su Afganistan, Angola i Indija. Za Indiju je napravljeno i nekoliko primjeraka specijalne treningne inačice (navodi se mogućnost da je oznaka ove varijante Mi-35U). Na objavljenim fotografijama vidi se da je uklonjena tureta s strojnicom te da su postavljene dvostrukе upravljačke zapovjedi. Nepoznato je da li su ovi indijski helikopteri (koji se nalaze u sastavu 116. helikopterske postrojbe u Pathankotu) proizvedeni ili dobiveni konverzijom standardnih Mi-24V.

U zapadnoj literaturi za ovu inačicu može se često naći i naziv Mil Mi-24W. Ovu oznaku nose samo poljski Mi-24V i nipošto se ne može uzeti kao zajednička za sve primjerke ove inačice.

Mil Mi-24P (Hind-F)

Godine 1982. na vježbi Družba 82 videna je nova inačica, **Mil Mi-24P (P-Puška, top)**, koja je dobila promijenjeno streljačko naoružanje. Borbeno iskustvo iz Afganistana pokazalo je da je strojnica kal. 12,7 mm nedovoljno učinkovita u napadajima na određene vrste ciljeva, a uporaba nevodenih raket zrak-zemlja ili vođenih projektila

bila bi neučinkovita zbog visoke cijene ovih sredstava. Tako nova inačica dobiva dvocijevni učvršćeni 30 mm top GŠ-30-2. Kako top zbog svoje veličine nije mogao biti postavljen u turetu, ugrađen je na desni bok nosa helikoptera (tureta je uklonjena). Ostala oprema identična je onoj na Mi-24V. Uostalom, Mi-24P uobičajeno je djelovao zajedno s Mi-24V u sastavu mješovitih helikopterskih regimenti.

Izvozna inačica Mi-24P, Mil **Mi-35P**, prvi put je prikazana 1989. godine na izložbi Helitech u Redhillu u Velikoj Britaniji (od kasnijih serija Mi-24P razlikuje se samo u manjim izmjenama avionike). Jedini znani strani korisnici su Angola i Irak, dok se za afganistanske Mi-35P vjeruje da su izbačeni iz službe.

Kao alternativa Mi-24P, razvijan je Mil Mi-24VP, koji se međutim pokazao neuspješnim, te je napravljeno samo nekoliko primjeraka ove verzije. U turetu je umjesto strojnica kal. 12,7 mm postavljen dvocijevni top GŠ-23L kal. 23 mm. Kako streljivo za ovaj top ima značajno veće protežnosti nego streljivo za prije ugrađenu strojnici, to je značilo da će se moći nositi znatno manje streljiva, i da će biti potrebno redizajnirati sustav za hranjenje oružja. Redizajniranje sustava za hranjenje oružja nije bilo posebno uspješno (često je dolazio do zaglavljivanja). Manji broj Mi-24VP ušao je u operativnu uporabu; ruski helikopterski akrobatski tim Berkut koristi barem jedan od tih helikoptera. Prema nekim izvješćima, modificirani Mi-24VP korišteni su za ispitivanje fenestron repnog rotora, "X" repnog rotora primjenjenog na Mi-28, kao i za pokuse s različitim oružanim sustavima (nevođene rakete zrak-zemlja kal. 122 mm, vodene projektili H-25, vodene rakete zrak-zrak R-60M).

Mil Mi-24R (Hind-G1)

Ova inačica namijenjena je za prikupljanje podataka o nuklearnoj, kemijskoj i biološkoj kontaminaciji na bojištu (oznaka R znači **Razvedčik**, izvidnik; treba napomenuti da se u zapadnoj literaturi za ovu inačicu Mi-24 koristi i naziv **Mi-24RČ** i **Mi-24RK**). Pretpostavlja se da su Mi-24R serijski proizvedeni, a ne dobiveni prepravkom ranijih inačica (Mi-24D ili Mi-24V; kao temelj za njihovu izradu vjerojatno je poslužio Mi-24D, jer na ovoj

inačici nisu zamijećene antene sustava Berjoza karakteristične za Mi-24V). Kokpiti i prostor za prijevoz vojnika su hermetizirani da bi helikopter mogao izvršavati zadaće u kontaminiranom okolišu, ali bez obzira na to posada (četiri člana - pilot, ciljatelj, mehaničar, rukovatelj sustavima za prikupljanje podataka o kontaminaciji) nosi zaštitna odjela. Dva prozora na desnim bočnim vratima zamijenjena su jednim većim pravokutnog oblika, a na lijevoj strani poda transportne kabine

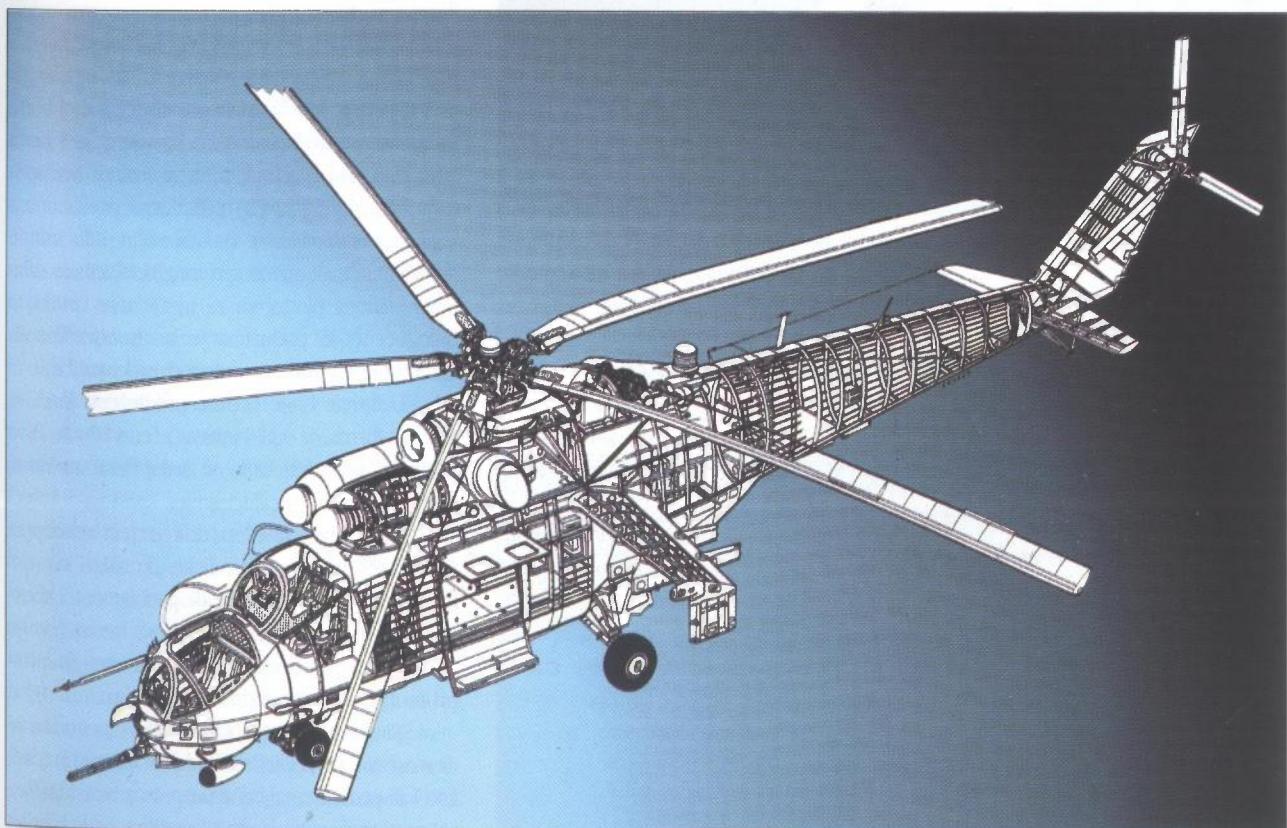


nalazi se veliki prozor za motrenje.

Uzorci tla skupljaju se "pandžama" koje su postavljene, umjesto PT projektila, na okviru na vrhu svakog krila (po tri na svakom). Uzorci zraka usisavaju se kroz otvor postavljen iznad vrata na lijevom boku trupa. Lanseri za ispaljivanje obilježavajući punjenja (za obilježavanje granica kontaminiranog zemljišta) postavljaju se na repnu upornicu. Što se tiče naoružanja, ne postoji mogućnost nošenja vodenih PT projektila (kompletna avionika potrebna za to je uklonjena), no zadržana je 12,7 mm strojnica, a na potkrilnim nosačima moguće je nošenje lansera nevođenih raketa zemlja-zrak i dodatnih spremnika goriva. Dio Mi-24R viden je s lanserima mamaca ASO-2V

Za NKB izviđanje razvijen je Mi-24R, koji na vrhovima krila umjesto lansera za 9M114 ima posebne sonde za skupljanje uzoraka tla

Presjek Mi-24V





Mil Mi-24P dobio je umjesto šestocijevne gatling strojnica kal. 12,7 mm dvocijevni 30 mm top. Izvozna inačica Mil Mi-35P, osim manjih izmjena avionike, u biti je identična Mi-24P

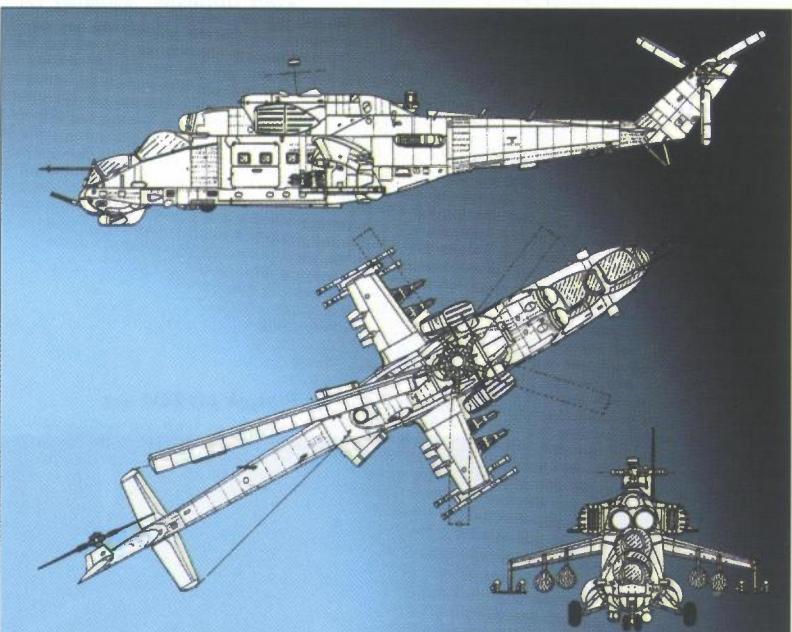
postavljenim na bokove stražnjeg dijela trupa u okviru (kao na ranim Mi-24V), odnosno u posebnom ležištu (kao kod kasnijih Mi-24V). Prema objavljenim izvješćima, ova inačica ima dvostrukе letne zapovjedi.

U bivšem DDR-u viđeni su i očito modificirani Mi-24R (bez skupljača uzorka tla na vrhovima

samog napadaju "iskočili" na visinu od 150 m i u plitkom poniranju ispalili oružja. Pri tome, da bi se izbjeglo predugo izlaganje protivničkoj PZO, paljba se otvarala na krajnjim dometima oružja što nije pridonosilo učinkovitosti gadanja. Zbog osobina konstrukcije Hind-a, zapadna taktika uporabe borbenih helikoptera (lebdjenje u zaklonu, iskakanje radi napada i povratak u zaklon) nije bila preferirana; tome je uzrok bilo nekoliko činitelja - sustavi za vođenje PT projektila na Hindu su smješteni dosta nisko /na donjem dijelu trupa/ te pri lebdenju cijeli helikopter treba izaći iz zaslona (kod zapadnih helikoptera, npr. Lynxa, ciljnička elektronika smještena je iznad pokrova kokpita, te se helikopter nakon lansiranja oružja može djelomice povući u zagon), snažno zračno strujanje uzrokovano radom glavnog rotora podiže čestice zemlje i prašinu što je vidljivo s velike udaljenosti (a time se otkriva položaj helikoptera) i ometa let PT projektila prema cilju. Iskustvo s uporabom Hind-a dovelo je do modifikacije taktike njegove primjene: visina leta je smanjivana sve više i više, a ponekad je izbjegavan i iskakanje na veću visinu radi napadaju, i helikopter je stalno ostajao malo iznad razine krošnja drveća. Razvijena je i nova tehnika napadaju: Hindovi su se malom brzinom (otprilike oko 50 km/h) približavali pozicijama s kojih će izvesti napadaj - na ovaj način reducirani je negativni učinak glavnog rotora, dobivena je relativno stabilna platforma za ispaljivanje oružja, a omogućeno je poduzimanje brzih obrambenih manevara radi izbjegavanja protivničke paljbe.

U lipnju 1983. godine predložena je nova taktička formacija od tri umjesto četiri Hind-a. Prva dva helikoptera letjela su na maloj visini, stalno si međusobno presijecajući smjer kretanja i vršeći stalne promjene visine leta, dok se treći helikopter (u kojem se nalazi vođa odjeljenja) nalazi iza njih na većoj visini i dovoljno velikoj udaljenosti i koordinira akciju prve dvije letjelice. Ova formacija nije univerzalno prihvaćena već je korištena uglavnom pri protuoklopnim izvidničkim letovima.

Navedeni način uporabe Mi-24 pogodan je za masovni a ne pojedinačni helikopterski napad, kao i za pružanje paljbene potpore a ne isključivo za protutankovsku borbu (zapadna NoE taktika



Crtanje Mi-24V

krila), koji su dobili kodnu oznaku NATO-a Hind-G (Mod). Mi-24R prvi put su zamijećeni 1986. godine tijekom nuklearne nesreće u Černobilu.

Mil Mi-24K (Hind-G2)

Mi-24K (K, Korektirovčik-korektor) namijenjen je za brzu detekciju ciljeva na bojišnici, prijenos prikupljenih potataka u realnom vremenu i korekciju paljbe topničkih postrojbi. U transportnoj kabini ugradena je automatska kamera s 1300 mm objektivom (otvor za kameru nalazi se na desnom boku helikoptera, na poziciji gdje su se nalazila vrata za ulaz u transportnu kabину, koja su zamijenjena jednim panelom). Naoružanje je isto kao i na Mi-24R (standardni elektrooptički sustav je uklonjen, ali na njegovo mjesto postavljen je novi spremnik u kojem se vjerojatno nalazi video kamera, odnosno IC ili elektrooptički senzor).

ponajprije je usmjerena na PT borbu).

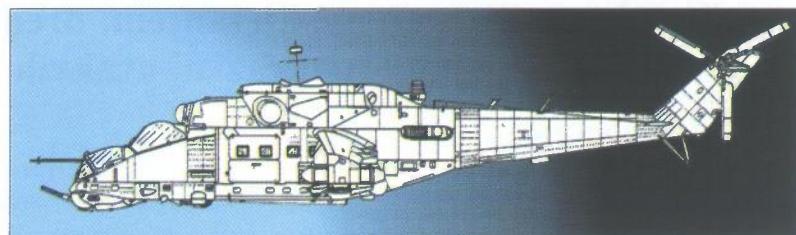
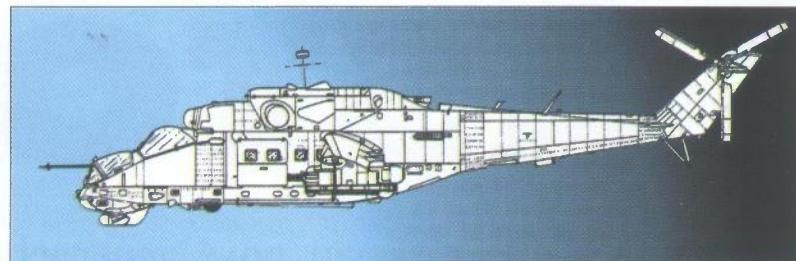
Dosad Mi-24 nije imao prigodu iskazati se u velikom konvencionalnom sukobu (poput sraza snaga NATO-a i bivšeg Varšavskog ugovora, do čega nije nikada došlo), već samo u manjim lokalnim sukobima i protuterilskim djelovanjima.

Najpoznatiji sukob u kojem je korišten Mi-24 bila je sovjetska intervencija u **Afganistanu**. Ovdje je Hind korišten za izvršavanje sljedećih uloga: pružanje paljbe potpore; praćenje i zaštita transportnih helikoptera (Mil Mi-8/-17), i kopnenih konvoja; vršenje ophodnji; bombardiranje gerilskih uporišta; evakuacija ranjenika pod protivničkom paljbom; izviđanje. Zbog pretežito planinskog reljefa Afganistana, brzi jurišni zrakoplovi nisu mogli biti učinkoviti u pružanju paljbe potpore, te je ovu zadaću preuzeo Hind (Hind nije u pružanju paljbe potpore zamijenio samo zrakoplove, već i dobrim dijelom tankove i topništvo koje zbog konfiguracije terena nije često moglo pružati pješaštvu potrebnu potporu).

Taktika uporabe Hinda mijenjala se s vremenom. U početku sukoba, dok afganistanski gerilci nisu raspolagali lakinim zapadnim raketnim PZ sustavima (poput Stinger i Blowpipea), Hindovi su vrsili napadaje iz lebdenja, ili su s visine od 900 do 1000 m prelazili u oštro poniranje, koristeći konvencionalne i kasetne bombe. Pojava lakinih PZ raketnih sustava među afganistanskim gerilcima i gubitci prouzročeni njihovom primjenom, doveli su do promjene taktike. Prešlo se na napadaje iz niskog leta, s otvaranjem paljbe na većim udaljenostima, te slanjem drugih helikoptera u izvidničke letove (uz Mi-24, u ulozi prednjeg motritelja korišteni su helikopteri Mi-2 i Mi-4, koji su pomoću fosfornih raketa i dimnih punjenja označavali pozicije ciljeva).

Standardna borbena taktika Mi-24 bila je u korištenju zvena od četiri helikoptera (prvi par helikoptera izbacivao je IC mamce iz lansera ASO-2V, a drugi par bi djelovao po otkrivenim protivničkim položajima), a ponekad i tri (jedan je uzlijetao na veću visinu da privuče protivničku paljbu, dok su preostala dva nakon toga izljetala iz zaklona iza kojeg su bili skriveni i neutralizirala otkriveni položaj).

Pri pratnji konvoja vozila, Mi-24 su stalno kružili iznad konvoja, dok su transportni Mi-8/-17 prebacivali vojnike na dominirajuće točke ispred puta konvoja, te nakon što su vozila prošla ponovno prebacivali vojnike na nove položaje. Usprkos tome što je Hind pokazao dobru otpornost na pogotke streljačkog naoružanja kalibra do 12,7 mm, zbog činjenice da je kod ovog helikoptera oklopjen donji dio trupa i bokovi te da su samo prednje staklene površine pokrova kokpita napravljene od neprobojnog stakla, prigodom niskog leta kroz kotline mnogi Mi-24 stradali su od protivničke paljbe otvarane s planinskih vrhunaca (afganistanski gerilci su otvarali paljbu koristeći različite vrste streljačkog naoružanja sa ciljem da ubiju pilota, jer su stakla



Crtići MI-24P i MI -24R

pomičnog dijela pokrova kokpita bila neoklopjena i streljačka zrna ispaljena odozgo lako su ga probijala). Prema procijenjenim podatcima, do 1986. godine u Afganistanu je izgubljeno oko 120 Hindova svih inačica.

Indijski Mi-25 su od 1987. do 1989. godine pružali u Sri Lanki potporu vladinim snagama u borbi protiv tamilskih pobunjenika (s ovih Mi-25 radi smanjenja njihove mase uklonjeni su lanseri PT projektila i oprema za njihovo vodenje). Irak je u ratu s Iranom koristio Hindove, pri čemu je jedan irački Mi-24 uspio oboriti iranski lovac F-4D Phantom II (prema objavljenim podatcima, to je bila puka sreća - Mi-24 našao se ispred F-4 koji je letio na maloj visini i na njega ispalio sve moguće rakete koje je nosio).

Zaglavak

Usprkos tome što je proizvodnja Mi-24 završena (napravljeno je ukupno oko 2300 Mi-24), ovaj borbeni helikopter sretat će se u sastavu mnogih svjetskih zračnih snaga barem još deset (ako ne i više) godina. Modernizacijom se mogu ukloniti određeni nedostatci Hinda (posebice ugrađivanjem bolje avionike), a relativno niska cijena, uz dobru borbenu otpornost i mogućnost korištenja za različite borbene zadaće (a ne isključivo za protuklopnu borbu, što je slučaj sa zapadnim borbenim helikopterima) čini ovaj helikopter privlačnim za mnoge manje zemlje, koje si ne mogu priuštiti visokosofisticirane letjelice poput AH-64 Apachea, Ka-50 ili Tigera.

Mil Mi-24K namijenjen je za detekciju ciljeva na bojištu, te prijenos prikupljenih podataka nadređenim stožerima



ASTOVL

Projekt ASTOVL, razvoj nove generacije borbenih zrakoplova s vertikalnim uzlijetanjem/slijetanjem, predstavlja nakon duže pauze ponovno ulaganje napora u razvoj ovakvih vrsta vojnih letjelica

Klaudije RADANOVIĆ

Ponekad se dogodi nešto čemu se nitko ne nuda. Zrakoplov od kojeg svi puno očekuju pruži i previše razočaranja, dok pojedini primjeri začuduju svojom uspješnošću. Mnogi programi koji su u glavama vojnih planera predstavljali budućnost razvoja borbenog zrakoplovstva neslavno bi završili. No poneki od njih bi i uskrsnuli poput fenksa. **ASTOVL** projekt možda predstavlja ovakav slučaj. Svoj drugi pokušaj ovladavanja svjetskim tržistem započinje u nešto povoljnijim uvjetima nego li prije desetak godina kada je neslavno propao.

Zbog smanjivanja izdvajanja iz proračuna za potrebe nabave novih oružanih sustava, američko ratno zrakoplovstvo i ratna mornarica prisupili su izradbi zajedničkog programa koji je kao rezultat trebao dati **JAST** (**Joint Advanced Strike Technology**) zrakoplov. Mnogi su počeli ovaj projekt usporediti s TFX-om tj. kasnijim F-111 zrakoplovom. Ove usporedbe nisu potpuno bez temelja: oba zrakoplova namijenjena su za izvršavanje iznimno raznolikog spektra zadataća, što povezano uz ostale zahtjeve koji se postavljaju pred sve nove tipove letjelica postavlja ponekad gotovo nerješive prepreke pred konstruktore. Oba su trebala zadovoljiti potrebe i ratnog zrakoplovstva i ratne mornarice odjednom, za jedinstvenim zrakoplovom. Najveća prepreka koja se pojavila je zahtjev za postizanjem **STOVL** (Short Take-off Vertical Landing, kratko polijetanje i vertikalno slijtanje) osobina, gledi povećane vjerojatnosti opstanka nad bojištem.

Usporedo sa razvojem JAST-a, u SAD tekuće je rad na ASTOVL programu pod vod-

stvom ARPA-e. Zbog političkih razloga ova su programa 1994. godine ujedinjena pod zajedničkom upravom ARPA-e i DoD-a. Nakon BUR-a (Bottom-Up Review) iz 1993. godine u kojem je izvršena procjena potrebnosti pojedinih obrambenih projekata postalo je očito da nema mjesta za oba zrakoplova istraživačka rada, već je sudbina jednog (ASTOVL-a) vezana uz sudbinu drugog (JAST-a).

Širom svijeta ASTOVL koncepcija se predominantno veže uz mornaričke potrebe. UKRN (britanska ratna mornarica), USMC (američki marinski korpus), indijska i špan-

ju u odnosu na konvencionalne zrakoplove. Pogonske skupine potrebne za postizanje odgovarajućih svojstava su velikih protežnosti i ili masa, komplikiranih mehaničkih konstrukcija odnosno posjeduju veliku potrošnju goriva. Raznovrsnost postavljenih zadaća samo dodatno otežava uvjete postavljene pred konstruktore. Potreba izvršavanja lovačko-presretačkih zadaća zahtjeva mogućnost postizanja velikih brzina i kratkotrajno ubrzanje, dok izvršavanje CAS i BAI zadaća predominantno traži veliku agilnost, mogućnost nošenja veće količine ubojnih sredstava, kao i veliku vjerojatnost preživljavanja.

Osim ovih raznolikosti, oduvijek postoji razlika između potreba ratnih mornarica i zrakoplovstava. Maritimizacija postojećih letjelica nije ujvijek tekla bez promašaja (kao na primjer projekt mornaričke verzije jurišnika Jaguar, Jaguar M, mada se mora reći da su uzroci propasti ovog projekta bili više političke nego tehničke prirode), ali je ponekad bivala i uspješna, kao u slučaju Rafalea. Tako bi JAST trebao zamijeniti lovac **McDonnel Douglas F/A-18E/F** i jurišnik **A-12** (čiji je razvoj prekinut) u sastavu USN, **Lockheed F-16** iz



Boeingov ASTOVL koncept naglašava kompaktnost dizajna

jolska ratna mornarica koriste različite inačice **Harriera**, ruska mornarica je koristila **Jak-38**, a bio je započet i razvoj njegovog nasljednika **Jak-141**, no zbog poteškoća pri financiranju i dekomisioniranju protupodmorničkih krstarica klase Kiev koji su bili opremljeni ovim tipom zrakoplova nestala je stvarna potreba za njima. Jedini nemornarički korisnik STOVL letjelica je RAF u čijem je sastavu posljednja inačica **Harriera GR7**.

Nepostojanje većeg broja različitih zrakoplova ovog tipa direktno je povezano s problemima vezanim uz njihovu proizvodnju, unatoč mnoštvu prednosti koje posjedu-

sastava USAF-a te **McDonnel Douglas AV-8B** koji se nalaze u naoružanju USMC-a. Velika Britanija želi zamijeniti svoje **Harriere GR.7 i F/A.2** novim zrakoplovom koji će također posjedovati iste STOVL osobine kao i pret-hodnici. Glede zadovoljavanja ovih potreba RAF je podnio zahtjev ST(A)425 za letjelicom koja će biti uvedena u naoružanje, ali tek nakon što u operativnu službu budu uvedeni Eurofighter 2000 i Tornado GR4. UKRN (britanska mornarica) nema nikakve nove zahtjeve, već drži da bi američki proizvod mogao u potpunosti zadovoljiti i njezine potrebe.

Opstanak JAST programa smatra se za jednu od bitnijih, gotovo strateških zadaća u SAD-u. To je u potpunosti razumljivo uzmemo li u obzir količinu znanstveno-tehnoloških istraživanja koja su provedena u okviru dosadašnjih projekata koji su prethodili JAST-u, kao i onih koji su proveni u okviru samog programa. Praktički on služi kao svojevrsni generator novih saznanja primjenjivih ne samo na području vojne aeronautike, već i kod civilnih projekata. No zbog čisto gospodarske isplativosti samog programa nije moguće u potpunosti izgraditi potpuno novi proizvod, već primjenom novih saznanja i postojećih tehnoloških rješenja dobiti potpuno funkcionalan i kvalitetan zrakoplov. Zbog ovakvih odluka JAST predstavlja "technology-transfer", a ne "technology-development" program. Timovi koji se natječu za dobivanje koncesija pri izgradnji novog zrakoplova oformljeni su oko sljedećih poznatih imena američke aeronautike: **McDonell Douglas Company**, **Nor-throp/Grumman** te **Lockheed/Martin**. Jedan od najvećih svjetskih proizvođača zrakoplova, kompanija **Boeing** se povukla iz pregovora s Lockheed/Martin skupinom oko udruživanja u početku ove godine. Da li to znači da će se ova poznata tvrtka iz Seattlea samostalno uvrstiti u utruko oko dobivanja jednog od najvažnijih projekata američke vojne industrije trebati će tek vidjeti. Pregоворi su zapeli na pitanju vodstva samog projekta, a kao jedna od točaka na kojima je došlo do razilaženja interesa je i pitanje čiji bi se eksperimentalni STOVL projekt ugasio. Zanimljivo je da se kao sugovarač s MDC-om javlja britanski koncern BAe, što je siguran pokazatelj interesa i želje Britanaca da ne zaostanu u razvoju STOVL letjelica (i da uočastolom na taj način ostanu u ovom području zrakoplovne tehnike, za čiji su razvoj najviše zaslužni). Prvi ugovori, ukupnog iznosa 10.5 milijuna USD, su sa timovima potpisani u svibnju 1994. godine, a nakon spajanja projekata JAST i ASTOVL došlo je potpisivanja naknadnih sporazuma koji su kompanijama donijeli dodatnih 140 milijuna USD. Iako se ove svote mogu činiti malima, pogotovo u usporedbi s npr. Lockheed/Martinovim programom novog lovca F-22 koji u ukupnom američkom vojnom proračunu sudjeluje s

2.14 milijardi USD, veličina JAST programa se vidi i iz predviđenog broja letjelica koje bi se nabavile: USAF želi nabaviti 1874, USMC 642, a USN oko 300 zrakoplova. Pribroje li se ovim iznosima i moguće narudžbe koje će doći od drugih zemalja, poglavito Velike Britanije i Kanade dolazimo više od 3000 zrakoplova koje bi bilo potrebno proizvesti. Ukoliko dođe do ostvarivanja ovog programa, broj predviđenih proizvedenih primjeraka svrstava ga svakako među općenito najveće zrakoplovne programe nakon II.svjetskog rata.

Tehnološki zahtjevi

U početku travnja ove godine američki podsekretar za logističku potporu u ministarstvu obrane SAD Paul Kaminski i britanski doministar pri ministarstvu obrane Velike Britanije Malcom McIntosh potpisali su dokument kojim se ugovaraju uvjeti pod kojima će britanska industrija sudjelovati u pretežito američkom programu. Na ovaj način je i formalno potvrđen europski interes za suradnju u ovom vrlo značajnom zrakoplovnom programu koji će, ukoliko dođe do njegovog ostvarivanja zasigurno obilježiti prekretnicu stoljeća.



Prijedlog Lockheed Martina dobrim se dijelom zasniva na lovcu F-22

JAST program će poslužiti kao pokrečačka sila za usklađivanje više od petsto različitih znanstvenih i tehnoloških programa koji su trenutačno u tijeku u SAD-u. Oni su grupirani u sedam područja pomoću kojih će se vršiti njihovo usklađivanje: propulzijski sustavi, sustavi za upravljanje zrakoplovom, oružja i oružani sistemi, struktorno-konstrukcijski elementi, avionika, potpora i produktivnost.

U području propulzijskih sustava užurbanio se radi na evaluaciji i razvoju tehnologija koje će uvelike povećati kakvoću

pogonske skupine. Glavni ciljevi koje se želi postići su: povećanje izdržljivosti motora, smanjenje specifične potrošnje goriva, olakšavanje procesa održavanja i povećanje vremena između dva remonta. Svaki od nabrojenih čimbenika puno ovisi o pogonskoj skupini koja će biti odabrana, a odabir ovisi i o proizvodno-konstrukcijskom timu koji radi pojedini prijedlog. Više riječi o mogućim pogonskim skupinama namijenjenim STOVL zrakoplovima bilo je u Hrvatskom vojniku br.60.

Program sustava upravljanja zrakoplovom svoju pozornost je poglavito usmjerio na razvoj višesnog vektorskog potiska upravljanog u konjukciji sa zapovjednim površinama putem višekanalnih FBW sustava.

Na području zrakoplovnih oružja i oružanih sustava su možda učinjeni i najveći pomaci. JAST će, poput ostalih stealth i semi-stealth zrakoplova, ubojna sredstva nositi u unutarnjim spremnicima zbog nepogodnih radarskih osobina istih. U tijeku je i razvoj novih oružanih sustava **JDAM (Joint Direct Attack Munition)** i **JSOW (Joint Stand-Off Weapon)** koji će omogućiti veću preciznost i razornu moć zrakoplova uz istodobno smanjivanje ukupnog borbenog tereta. Usaporedo sa razvojem ovih oružja u istraživačkim laboratorijima je u tijeku i rad na penetratoru mase do 1000 libri (453.8 kg) koji bi omogućio djelovanje i po jako utvrđenim ciljevima.

Smanjivanje količine ubojnog tereta direktno utječe i na razvoj struktурno konstrukcionih elemenata primjenjivih na ovom zrakoplovu. Trenutačno je u tijeku ispitivanje jednodijelnog krila od kompozitnih tvoriva. Ono je izrađeno za F/A-18E/F koji bi ubrzo trebao uskoro ući u proizvodnju, a predstavlja velik iskorak u odnosu na dosadašnje metode građenja letjelica. Primjenom ovakvog krila konstrukcija bi bila lakša za nešto više od 500 kg, a cijena bi mu bila manja za 30 posto u odnosu na konvencionalnu konstrukciju.

Avionika bi u JAST programu bila temeljena na načelu otvorenih sustava. Glavna prednost ovakvog rješenja je korištenje već postojećih uređaja, naravno uz potrebna prilagođavanja i neke minorne nadogradnje. U sklopu ovog programa ispituje se i mogućnost korištenja postojećih programskih rješenja (softwarea). Ovdje je zanimljiva uporaba 1900 crta računarskog koda sa podmornica klase Seawolf.

Polje potpore poglavito rješava prob-

lem održavanja zrakoplova s stealth osobinama u mornaričkim uvjetima, na palubama nosača zrakoplova. Zbog vrlo specifičnih uvjeta koji se pojavljuju na moru, povećana je korozija tvoriva, što zajedno sa zamorom istog vrlo lako može dovesti do nesreće.

Zadnje područje na kojem se vrše istraživanja je ne i najmanje bitno. Pitanje produktivnosti će svakako biti značajno, kad započne produkcija JAST zrakoplova. Optimizacija njezinog tijeka jedan je od dominantnih zadataka kojim se bavi ARPA. Sa ciljem rješenja ovog problema su stručnjaci ove organizacije američke vlade napravili programski paket za superračunalu kojim se simulira virtualno sklapanje zrakoplova sa svim okolnim operacijama koje prate takav složen posao.

Nakon općeg prikaza razvoja pojedinih tehnologija moguće je prijeći na opis pojedinih natjecatelja u utrci za potpisivanje ovog ugovora, kao i o primjeni specifičnih znanstveno-tehnoloških rješenja na svakom posebice.

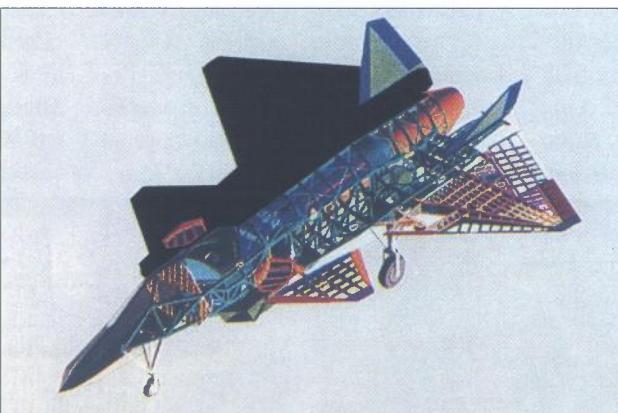
Prijedlozi kompanija

Nakon prekida pregovora između Lockheed/Martina i Boeinga, potonja kompanija je razvila vrlo zanimljiv model. Bazični aerodinamični oblik je delta, podsjeća na Northropovo rješenje uzgonskog tijela M2-F2. Na njemu bi se mogla primjeniti dva različita uzgonsko-propulzijska sustava: **TF** (Tandem-Fan, udvojeni ventilator) ili **MFRL** (Mixed-Flow Remote Lift -uzgonski sustav s miješanim tokom fluida tj. zraka) koji predstavlja zapravo hibrid **RALS** (Remote Augmented Lift Systems, daljinski pojačan sustav podizanja) i **HF** (Hybrid Fan, miješani ventilator) pogonskih skupina (za objašnjenja načela rada ovih sustava vidjeti Hrvatski vojnik br.60, članak "Pogonske skupine STOVL zrakoplova", str. 91-94). Iako su oba predložena pogonska sustava relativno neučinkovita u usporedbi sa drugim prijedlozima, pogotovo za potrebe ostvarivanja vektorizacije potiska, oblik zrakoplova koji je odabran (vrsta letećeg krila) omogućava brzu tranziciju ostvarivanja uzgona pomoću motora na uzgon tijelom zrakoplova odnosno iz lebdenja u vodoravni let. Pogonski motor odabran za ovaj zrakoplov dolazi iz kompanije Pratt&Whitney, uz djelomično sudjelovanje britanskog Rolls-Roycea, a nosi oznaku F119. Pri STOVL režimu rada motor stvara veliku količinu topline, koju je lako detektirati, pogotovo sa strane. Gledajući rješavanja ovog problema konstruktori su ostavili vrhove krila pomičnim, pa je tako

moguće tijekom leta po potrebi ih postaviti u okomiti ili vodoravan položaj. U uzdignutom položaju djeluju poput vertikalnih stabilizatora povećane učinkovitosti. Ovaj sustav zajedno s velikom agilnošću motora osigurava letne karakteristike potrebne za CAS i BAI zadaće, ali povećava i manevrabilnost potrebnu u bliskoj zračnoj borbi.

Postignute vrijednosti mase i protežnosti ovog zrakoplova su unutar predviđenih granica: masa prazne letelice je manja od 11.000 kg, a tzv. spot-čimbenik (odnos površine koju zrakoplov zauzima na palubi nosača prema onoj koju bi uzeo F/A-18) je manji od 1.0.

U lipnju bi trebalo započeti ispitivanje na modelu gotovo prirodne veličine koji bi posjedovao kompletnu pogonsku skupinu, dok su oni u NASA-inom 4x6 metarskom zračnom tunelu u NASA Langley Research Centeru završeni sredinom siječnja ove godine. Ta ispitivanja su pokazala da postoji



Presjek McDonnel Douglasovog prijedloga ASTOVL-a

relativno veliko zagrijavanje ulazne struje zraka, koje dolazi zbog usisavanja dijela ispušnih plinova iz mlaznice prigodom vertikalnog polijetanja, no konstruktori nisu pretjerano zabrinuti jer je temperatura unutar sigurnosnih granica.

Tim kojeg vodi Lockheed/Martin, a u kojem sudjeluju kompanije Pratt&Whitney, Allison i njegov novi vlasnik Rolls-Royce opredijelio se za nešto konvencionalniju konstrukciju. I ovaj će zrakoplov biti zasnovan na motoru P&W F119, ali će STOVL osobine postizati **LF** (Lift Fan) načinom rada. Prijenos snage sa turbine pogonskog motora na podizni odnosno uzgonski ventilator ostvarivat će se pomoću osovine s kardanskim zglobom i "mokrom" spojnicom. Ovaj sustav je izabran između četiri predložena, druga tri prijedloga su bili RALS, TF i LLC. LF način rada je odabran zbog postizanja najmanjeg mogućeg IC potpisa tijekom bilo koje faze leta.

Sam prijedlog zrakoplova inače nedjeljivo podaje na **F-22** kojeg također gradi Lockheed. Glavne razlike su u dodavanju ka-

narda na novi projekt i preoblikovanim usisnicima zraka, kako bi se postigla optimalna učinkovitost pri manjim brzinama. Protežnosti zrakoplova i njegovih krila, kao i nadapni kutevi krila i vodoravnih stabilizatora su određeni prema potrebama misija za koje je ovaj zrakoplov ponajprije namijenjen i predviđenoj brzini superkrstarenja koja iznosi 1.4 Macha. Uzgonski ventilator smješten je izravno iza kokpita što je uvjetovalo da prednji dio trupa poprimi blago ovalan presjek.

Sustav prijenosa snage izведен je direktnim spojem osovine na glavni rotor motora, koja pomoći kardanskog zgoba (radi promjene smjera osi rotacije za 90°) i mokre spojke okreće uzgonsku turbinu. Spojnica ima samo dva položaja tako da nije moguće postupno mijenjati snagu koja se prenosi pomoću nje. Snaga uzgonske turbine je 2.5 MW, što je dovoljno za sigurno podizanje letelice mase do oko 20 tona.

Pogonski turboventilatorski motor

P&W F119 koji će biti ugradivan u ovaj zrakoplov dobio je oznaku SE611A. Ova izmjena je bila nužna jer su na samom motoru izvršene bitne izmjene od strane Rolls-Roycea kao npr. dodavanje "roll-duct" sustava za pojačavanje sile uzgona, izgradnja potpuno nove **LO** (Low Observable - niska primjetljivost) mlaznice koja značajno smanjuje intenzitet IC potpisa te dijela mlaznice za vektoriziranje potiska. Prošle godine su u ispitnim postajama i zračnim tunelima izvršena ispitivanja modela ovog zrakoplova, a u rujnu bi trebala započeti ispitivanja sa potpuno funkcionalnim modelom veličine 86 posto prave letelice, pokretane turboventilatorskim motorom P&W F100-229 u NASA Ames OARF središtu. Prvi tranzicijski letovi su predviđeni za prvu četvrtinu 1996. godine.

MDC u suradnji s BAe, GE i Rolls-Roycem radi na projektu koji je vrlo sličan onome od Lockheed/Martinovog tima. Za postizanje STOVL osobina koriste također **LF** sustav, ali indirektno pokretan pomoću ispušnih plinova iz glavnog pogonskog motora General Electric YF120 (koji je izgubio u utrci za ATF zajedno sa zrakoplovom MDC/Northrop YF-23). Ovaj projekt je evidentno prenio dio spoznaja dobivenih sa spomenutim, neuspješnim (u relativnim pojmovima) zrakoplovom, što je dobro vidljivo iz predložene konstrukcije koja prilično podsjeća na njega. Sa ciljem ostvarivanja dobrih letnih svojstava u svim režimima leta MDC-ov prijedlog posjeduje kanarde i krila relativno velike površine, koja osiguravaju mali

čimbenik opterećenja.

Koristeći svoja dosadašnja iskustva stečena u suradnji sa BAe, MDC cilja na tržište dosadašnjih korisnika zrakoplova obitelji Harrier. Ovo je dobro vidljivo iz postavljenog cilja: stvaranje letjelice koja bi ovisno o količini ubojnog tereta trebala piletinu stazu dužine 91,5-152,5 m (300-500 ft) i bila namijenjena brodovima klase HMS Invincible i sličnim. Daljnji utjecaj AV-8B vidi se i u korištenju para mlaznica koje su preuzele s njega, a postavljene su na stražnjem dijelu zrakoplova kako bi se postigla dovoljna i uravnotežena uzgonska sila. To je bilo neophodno zbog manje iskoristivosti (samim time i manje ostvarene snage) neizravno pokretanog LF sustava u odnosu na onaj koji je direktno pokretan snagom motora. Kao bitna zanimljivost pojavila se činjenica da MDC želi uz ASTOVL sagraditi i **CTOL** (Conventional Take-Off and Landing, konvencionalno slijetanje i uzljetanje) inačicu, koja bi umjesto LF uređaja na njegovom mjestu posjedovala dodatni spremnik goriva, a bila bi opremljena i priključkom za punjenje gorivom tijekom leta.

Ovaj projekt se počeo ostvarivati prije svih ostalih, pa je potpuno razumljivo da je dosad provedeno mnoštvo različitih ispitivanja i provjeravanja u zračnim tunelima. Za srpanj sljedeće godine predviđeni su tranzicijski testovi u NASA-inom središtu Ames tj. njihovom 24.4x36.6 metarskom zračnom tunelu. Nakon ovog testa u listopadu ili studenom bi bili izvršeni testovi zemaljskih utjecaja na ledenje na NASA OARF opitnom poligonu.

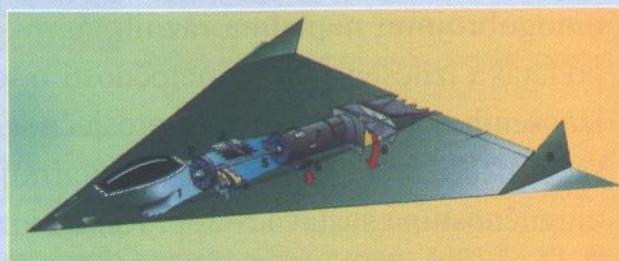
Jedini tim koji dosad nije za svoj projekt od države dobio niti dolara je Northrop/Grumman, uz sudjelovanje Pratt&Whitneya i Rolls-Roycea. No to ne znači da njihov projekt nije vrijedan spomena, nego naprotiv. Vrlo je konvencionalno temeljen na **LLC** (Lift plus Lift/Cruise) sustavu za vertikalno polijetanje i slijetanje. Potpuno je beskorisno spominjati pojmenice zrakoplove koji su posjedovali STOVL karakteristike, a koristili su ovaj sustav (bolje rečeno svi koji su nešto značili

osim Harriera). Iako veći, teži i komplikirani, LLC posjeduje bitnu prednost pred ostalim pogonskim skupinama: STOVL i CTOL načini rada su potpuno odvojeni, a ujedno omogućuje i bolju aerodinamičku integraciju sus-

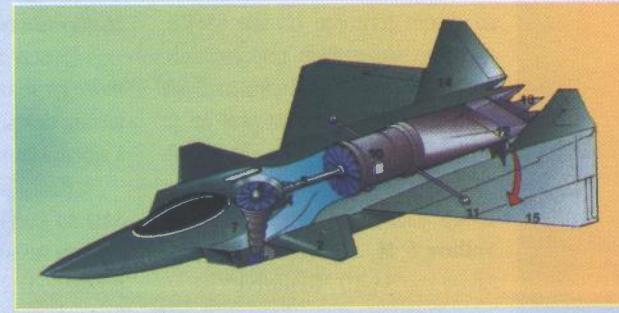
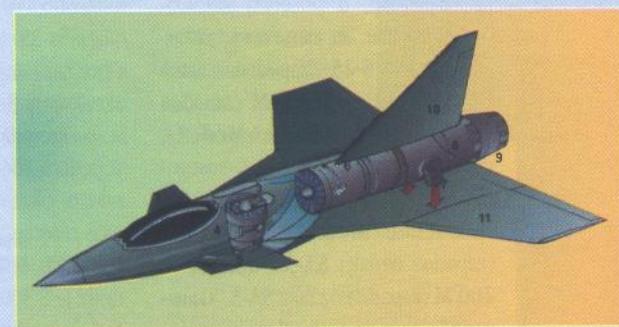
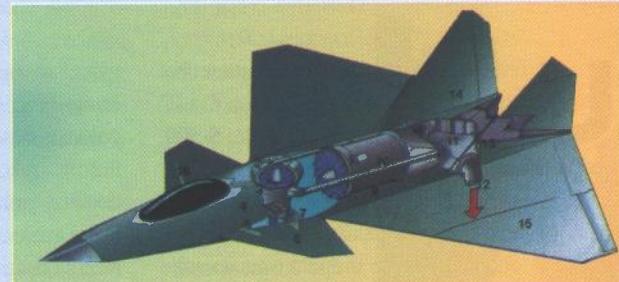
tilatorskoj inačici) dok će glavni pogonski motor biti P&W F119. Zbog povećanja uzgonske sile i ovaj projekt posjeduje par pomoćnih mlaznica vrlo blizu izlaznoj vektorskoj mlaznici. Zrakoplov će posjedovati krila relativno male površine, koja će biti vrlo praktična za smještaj na nosačima, ali unatoč tome će posjedovati relativno mali čimbenik opterećenja. Glavna značajka konstrukcije je "hammerhead" LEX (produženje napadnog ruba krila) koji posjeduje istu učinkovitost kao i kanard, ali je manjih protežnosti, uz dodatni nadzor stabilnosti pomoću odvajanja vrtolga od napadnog ruba krila. Specifičnost ovog projekta čini i korištenje samo jednog vertikalnog stabilizatora u vrijeme kada je postalno uobičajeno na zrakoplov ugraditi udvojene sustave. Zbog nepostojanja pomoći države u izvedbi ovog programa ne postoje niti veliki planovi za ispitivanja, nego se vrše samo ispitivanja na modelima malih razmjera u zračnim i vodenim tunelima (ispitivanje utjecaja vrućih ispušnih plinova na rad motora je vršeno u potonjem), a primjenjuju se računarska rješenja razvijena za B-2 kako bi se simulirala ispitivanja na realnom modelu.

Iz svega ovoga vidljivo je da je svjet JAST projekata relativno naglo oživio nakon početnih razočaravajućih rezultata. Potrebe za ovim tipom letjelica rastu gotovo iz dana u dan. Španjolska želi zamijeniti svoje Matadore novijom, poboljšanom inačicom, a ukoliko bi postojala mogućnost i novim, kvalitetnijim proizvodom. Japan tj. JMSDF je izrazio potrebu za izgradnjom V-STOL/ASW nosača zrakoplova, što je razumljivo uvidimo li japansku ovisnost o uvozu nafte i ostalih strateških sirovina.

JAST/ASTOVL projekti svakako posjeduju budućnost, a stupanj njezine izvjesnosti će ovisiti o dalnjem razvoju situacije i potreba u svijetu. Nažalost nije moguće dati preciznu ocjenu kad bi se mogli pojavitvi prvi ovakvi zrakoplovi, ali njihova studija nedovjedno predstavlja obećavajući smjer razvoja svjetske aeronautečke industrije.



Prijedlozi kompanije Boeing



Prijedlozi McDonnell Douglasa, Northrop-Grummana, Lockheed-a

tava uz zadržavanje modularnosti, što pak olakšava održavanje. Naravno ne smijemo zaboraviti nedostatke koji su inherentni ovom sustavu: povećana opasnost od uvlačenja ispušnih plinova i sitnijih čestica u motor i znatno povećan IC potpis.

Uzgonski motor proizvest će Rolls-Royce na bazi svojeg RB.162 (ali u turboven-

Vladimir SUPERINA

Protuzrakoplovni raketni sustav S-300, prikazan tijekom Mimohoda oružanih snaga Republike Hrvatske održanog u svibnju ove godine, izazvao je brojne komentare nazočnih gledatelja, ali i više napisa o tom sustavu u domaćem tisku. U mnogobrojnim napisima raznih autora, pored dijela istinitih podataka iznesen je i niz netočnosti o tom sustavu. Mnogi od iznesenih netočnih podataka prosječnog čitatelja navesti na sasvim pogrešne zaključke o stvarnoj vrijednosti i bojnim mogućnostima sustava S-300. Kako bi izbjegli moguće zabune i nejasnoće, detaljnije ćemo upoznati čitateljstvo s ovim PZO sustavom

S-300 PMU

Ubivšem SSSR-u tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina razvijana su dva PZO raketna sustava temeljnog naziva **S-300**, slučajno ili namjerno, nije poznato.

Sustav **S-300 P** razvijan je krajem sedamdesetih godina u konstruktorskim zavodima "Almaz". Od 1979. godine uvodi se u operativnu uporabu tadašnje sovjetske vojske, u poseban vid OS, Vojsku protuzračne obrane. Tu zamjenjuje zastarjele sustave **S-25** (zapadna oznaka **SA-1 "Guild"**) i **SA-75 M** (zapadna oznaka **SA-2 "Guideline" Mod. 1**), te nadopunjuje mogućnosti sustavima **S-75 M** (zapadna oznaka **SA-2 "Guideline" Mod. 2 i 3**), **S-125 M** (zapadna oznaka **SA-3 "Goa"**) i **S-200 M** (zapadna oznaka **SA-5 "Gammon"**). Sustavi S-300 P raspoređeni su diljem teritorije bivšeg SSSR-a, pretežito oko velikih populacijskih, gospodarstvenih i administrativnih središta, a 1990. godine broj im je procijenjen na 200 paljbenih jedinica. U zemljama nastalim na području bivšeg SSSR-a ovaj sustav nosi ime **Volhov 6 M**, a na zapadu ga označavaju kao **SA-10 "Grumble"**.

Drugi sustav, s kojim se često prethodni zamjenjuje, je **S-300 V** zapadne nomenklатурne oznake **SA-12/a "Gladiator"** i **SA-12/b "Giant"**. Sustav S-300 V razvijen krajem osamdesetih godina proizvod je konstruktorskog zavoda Antej, a

Lansiranje S-300 (poluvučena inačica) tijekom izložbe u Abu Dabiju

njime se opremaju kopnene snage Republike Rusije. Prvenstveno je konstruiran kao odgovor na pojavu i masovnije opremanje zapadnih vojski u Europi raketnim sustavima tlo-tlo srednjeg dometa, primjerice sustavom Pershing II. Sporedno mu je uloga borba protiv zrakoplova, krilatih raketa i drugih letjelica, ali na visinama iznad 250, odnosno 1000 metara.

Sa po jednom brigadom sustava S-300 V opremaju se velike vojne formacije kopnene vojske, koje u Rusiji zovu front.

Premda su oba sustava S-300, svojim općim izgledom slična, primjerice lansirni kontejneri za rakete, okomito lansiranje, antenski sustav fazirajuće rešetke, oni imaju i vizuelnih razlika. Dok je sustav S-300 P izведен na vozilima s kotačima dotele je S-300 V na gusjeničarskim šasijama. I unutrašnja logika rada sustava znatno je različita, čak znatno više od samog općeg izgleda.

Sustav S-300 V jedinstven je u svijetu i ne može ga se uspoređivati s bilo kojim drugim sustavom, dok se sustav S-300 P najčešće uspoređuje s američkim sustavom Patriot.

Kako javlja zapadni tisk vojne tematike, SAD su kupile oba sustava S-300, a dopremanje dijelova sustava S-300 PMU-1 na tlo SAD-a, koncem prošle godine, izazvalo je burne reakcije američke i svjetske javnosti.

No, vratimo se sustavu S-300 P. Početkom 1992. godine prvi puta je dopuštena stranim novinarima posjeta jednoj paljbenoj jedinici sustava S-300 PMU raspoređenoj u blizini Moskve. Sustav je poslije toga javno prikazan na izložbi naoružanja i vojne opreme Mosaershow(92, pa na izložbi IDEX (93 u Abu Dabiju, gdje je i pokazno gadao zračni cilj. Na ovogodišnjoj paradi upriličenoj u Moskvi u čast pedesete obljetnice Pobjede, imali smo prilike





S-300 PMU u poluvučenoj inačici

vidjeti bespriječoran poredak lansera ovog sustava u mimohodu motoriziranog raketnog ešalona PZO. Sedamdesetih godina, u doba kada je PZ raketni sustav S-300 P stvaran, SAD su stvarale niz novih i poboljšanih sustava za napad na protivnika iz zraka. Bombarderi, primjerice B-1, konstruiraju se za let do protivničkog cilja na malim visinama, a razvija se i tehnologija "nevidljivih zrakoplova", primjerice B-2. Lovci bombarderi već više od desetljeća rabe male i ekstremno male visine za dolete do cilja. Strategijski izviđači, primjerice SR-71, za svoje misije rabe vrlo velike visine i brzine leta. Razvijaju se krstareći projektili, primjerice Tomahawk, za let na ekstremno malim visinama i mogu se lansirati iz zrakoplova, sa broda, podmornice ili sa zemlje. Balističke rakete srednjeg dometa odavno su u uporabi, a novije inačice dobijaju sustave za korekciju putanje u završnom dijelu leta, čime postaju znatno preciznije u pogadanju ciljeva i manjih dimenzija.

Vrijeme potrebno za izviđanje neprijateljskog PZ obrambenog sustava zнатно se smanjuje, što zahtijeva veću pokretljivost i češću promjenu položaja PZ sustava. Oprema za učinkovito ometanje i zavaravanje, dotadašnjih PZ raketnih sustava, dovedena je gotovo do savršenstva, a samonavodene proturadarske rakete postale su iznimno učinkovite. Ukratko, poslije iskustava

vijetnamskog, te trećeg i četvrtog bliskoistočnog rata, napravljen je značajan kvalitetan skok u razvoju napadnih sredstava za djelovanje iz zračnog prostora. Dotada upotrebljavani PZ raketni sustavi postali su nedostatni za učinkovitu obranu. Pred konstruktore su se postavile složene zadaće rješavanja nabrojanih problema i veliki izazov učinkovite PZ obrane novim raketnim sustavima sposobnim rješavati sve nabrojene zadaće.

Rezultat dugogodišnjeg razvoja znanstveno istraživačkog rada bio je sustav **S-300 PMU** koji je od svoje pojave do danas doživio više modifikacija i dorada u svim podsustavima, pa su danas u uporabi izvedenice sustava **S-300 P - PT, PS, PMU** i najnoviji **PMU-1**.

Opis sustava

Tehniku temeljne paljbe jedinice čine radarska kabina, upravljačka kabina, lanseri i rakete, pomoćna i dodatna oprema, te motrilačko-akvizicijski radari.

Radarška kabina sadržava predajno-prijemni podsustav, antenski podsustav fazirajuće rešetke s odgovarajućom opremom, sustav za okretanje kabine za 360 stupnjeva u vodoravnoj ravnnini i sustav za izdizanje antene u radni položaj.

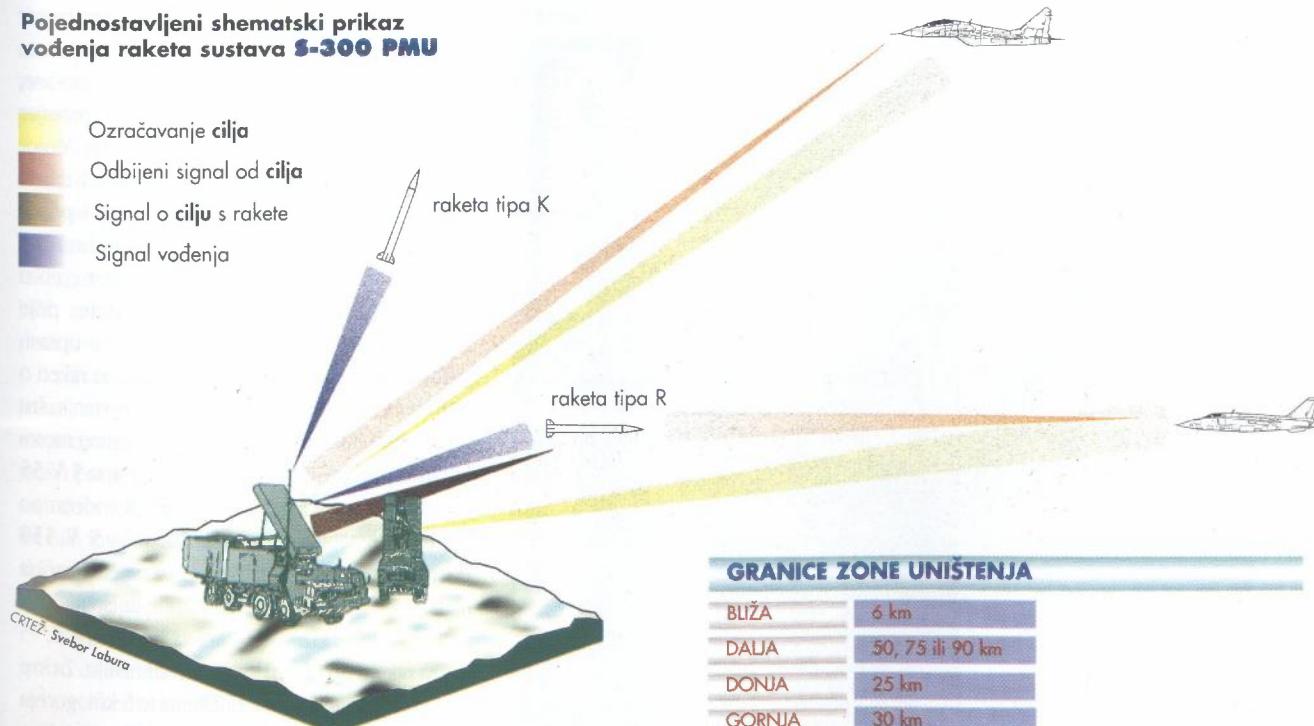
Upravljačka kabina sadržava glavno računalo sustava, pozakivače sustava, tre-

Osnovni lancer S-300 na koji se priključuje pomoći



Pojednostavljeni shematski prikaz vođenja raketa sustava S-300 PMU

- Ozračavanje cilja
- Odbijeni signal od cilja
- Signal o cilju s rakete
- Signal vođenja





Prednji pogled na osnovni lanser

nažnu aparatu i aparatu upravljanja i veza s ostalim podsustavima, te vezu s nadređenim zapovjedništvima. Tu je radno mjesto šestorice članova posluge sustava tijekom bojnih djelovanja. Ostali članovi posluge sustava S-300 PMU u borbenim djelovanjima nisu uz svoje aparature, no imaju nezamjenjivu ulogu u održavanju, podešavanju i pripremi sustava za bojna djelovanja.

Radarska i upravljačka kabina, zavisno od izvedbe, mogu biti na jednom vozilu tipa **MAZ-543 M (8x8)**, na poluprikolici koju vuče tegljač sa sedlom tipa **KrAZ-260V (6x6)**, a također i spuštene na tlo. Radi povećanja učinkovitosti na malim i ekstremno malim visinama radarska kabina može biti izdignuta na poseban toranj visok 24 m. Toranj označe 40 V6 posebna je poluprikolica s bočnim stabilizirajućim kracima, hidrauličnim podizačima i sidrenim sajlama. Radarska kabina se na nju prekrcava iz nekog od prethodnih položaja neposredno prije izdizanja.

Lanseri sustava također su izvedeni kao samovozni na šasijama MAZ-543 M prilagođeni



Stražnji pogled na osnovni lanser

ovo ulazi ili pak kao poluprikolice koje vuku tegljač tipa KrAZ-260 V.

Svaka upravljačka kabina, tehnički, na sebe može primiti do četiri glavne lansirne jedinice, a svaka glavna lansirna jedinica na sebe može primiti do dvije pomoćne lansirne jedinice. Glavna lansirna jedinica općim izgledom slična je pomoćnoj, ali za razliku od pomoćne na sebi ima aparatu za vezu s upravljačkom kabinom, sustav za upravljanje lansiranjem i sustav za prijenos signala na pomoćne lansirne jedinice. Pomoćne lansirne jedinice kablovima se povezuju za glavne i posjeduju aparatu za prijenos signala s glavne lansirne jedinice. Obje vrste lansera posjeduju sustav hidraulike za nivelaciju lansera, te sustav za izdizanje lansirnih kontejnera u okomit položaj. Na paljbenom položaju sustava S-300 PMU lansirne jedinice se raspoređuju u skupine od tri (jedna glavna i dvije pomoćne), udaljene od upravljačke i radarske kabine 50 do 120 metara. Međusobno udaljenje pomoćnih od glavne lansirne jedinice je dva do četiri metra.

Svaka lansirna jedinica, nezavisno od toga da li je glavna ili pomoćna, na sebe prima po četiri cilindrična kontejnera s raketom. Cilindrični kontejneri tvornički su napunjeni raketama i zabranjeno je njihovo otvaranje, dehermetizacija ili izvođenje bilo kakvih drugih radova na i u njima tijekom deset godina. Nakon toga roka rakete se u specijaliziranim zavodima pregledavaju, te im se produžava vijek uporabe ili uklanjuju uočeni nedostaci. Ovi kontejneri služe za čuvanje, prenošenje, ali i lansiranje raket. Ovim je, kao i kod većine modernih sustava, smanjena potreba za održavanjem rakete, a provjere ispravnosti rakete u operativnim postrojbama svedene su na činjenicu da li sustav u raketu radi ili ne. Lansirni kontejner pored rakete sadržava i katapult s plinogeneratorom koji se aktivira u trenutku starta i izbacuje raketu iz samog kontejnera. Raketi motor starta kad je raketa već u zraku iznad kontejnera.

Rakete ovog sustava su jednostupnjevane, na čvrsto gorivo, dužina im je 7,11 m, promjer tijela 0,45 m, a lansirna masa oko 1500 kg. Motor rakete nakon starta radi samo 11-12 sekundi dajući raketu brzinu od skoro 2000 m/s (nešto ispod 6 Macha), što joj je dovoljno za najveću dužinu leta od oko 270 km. Raketa se lansira okomito, no u trenutku pritisakanja gumba starta rakete, prije aktiviranja izbacnog katapulta, računalno u upravljačkoj kabini prenosi podatak računalu na raketu o potrebnom usmjerenu rakete i kutu uvrtanja, što raketa odraduje odmah poslije starta njenog motora. Sustav rabi više vrsta raketa: jednu tipa **5 V 55 K** radio vođenu, drugu tipa **5 V 55 R** vođenu po principu "praćenja cilja preko raketom" i **5 V 559** povećanog dometa. Zavisno od tipa rakete i načina njenog vođenja, i dalje granice zone uništenja sustava su različite i iznose 50 km za rakete tipa K, 75 km za rakete tipa R i 90 km za noviju raketu. Za sve rakete bliža granica zone uništenja je 6 km, gornja 30 km, a donja samo 25 km.

No, to nikako ne znači da se svaki cilj može gađati na daljoj granici zone uništenja. Primjerice, balističke rakete malog dometa moći će se pogoditi na daljinama od najviše 30 km i to na njihovoj silaznoj putanji uz uvjet da su otkrivene na uzlaznoj putanji netom poslije lansiranja. Krs-tareće projektili moći će se pogoditi na najvećoj udaljenosti od 42 km ako su antene svih radarskih sustava izdignute na toranj. Ako pak radarske antene nisu izdignute i ovi ciljevi moći će se gađati na najvećoj udaljenosti od tridesetak kilometara. Slična situacija je i s lovačko bombarderskim zrakoplovima koji lete na malim i ekstremno malim visinama. Razlog ovome je zakrivljenost zemlje i radarske sjene koje stvara reljef zemljишta. Leteći na malim visinama lovci bombarderi će biti izloženi ubojnom djelovanju raznolikih PZ sustava kopnenih snaga koje posjedaju teren nad kojim protivnik leti. Ako pak pokušaju visinom savladati zonu gađanja postrojbi kopnene vojske ući će u zonu uništenja sustava S-300 PMU.

Na daljnjoj granici zone uništenja moći će se gađati ciljevi koji lete na visinama 5 do 15 km okozvučnim brzinama.

Ciljevi na zemlji sustavom moći će se gađati na daljinama do 50 km samo iznimno, i to onda kad za to nema drugih sredstava ili su takovi da predstavljaju opasnost za sam sustav, a pritom ne prijeti opasnost iz zraka. Primjerice, takvi ciljevi mogu biti snage i sredstva operativnog pomorskog desanta u plovidbi na prilazu desantnoj zoni ili velike koncentracije neprijateljskog topništva i pješaštva. Kako sustav nije konstruiran za ovu zadaću rezultati djelovanja biti će skromni i nesrazmerni cijeni i vrijednosti utrošenih raketa. Zavisno od tipa raketne i bojne glave su različite mase, pa raka tipa K ima bojnu glavu mase 120 kg, a ostale oko 90 kg. U svakom slučaju, sasvim dovoljno za uništenje bilo kojeg zračnog cilja.

Od ostale opreme sustava valja spomenuti autonomne turbinske elektroagregate za autonomno napajanje elektroenergijom svakog pojedinačnog podsustava; zatim dizel elektroagregate za centralizirano napajanje sustava elektroenergijom; specijalizirano navigacijsko topografsko vozilo; vozila s doknadnim dijelovima i literaturom o sustavu; vozila za dopremu, transport i pretovar raket; sustav za povezivanje motričko-akvizicijskih radara na upravljačku kabinu; aparaturu za podešavanje sustava i vozilo za prijevoz kablova.

Svaka paljbena jedinica u svom sastavu ima jedan motričko-akvizicijski radar, no postoji mogućnost povezivanja i više različitih radara uz svaku paljbenu jedinicu. Svi upotrebljavani radari su najnovije generacije i većina ih je tipa 3D. Svaki od njih ima mogućnost izdizanja antene na antenski stup, slično radarskoj kabini sustava. O njima u jednom od sljedećih napisa.

Sustav S-300 PMU sposoban je učinkovito gađati ciljeve male odrazne površine od svega $0,3 \text{ m}^2$, velike brzine do 1150 m/s s vjerojatnoćom uništenja cilja jednom raketom, nezavisno od



Pomoćno lansirno vozilo izlazi na paljbeni položaj

uporabljenih smetnji, od 70 posto. Istovremeno u izabranom sektoru gađanja može gađati do 6 ciljeva, svaki sa do dvije raketne tempom lansiranja od 3 sekunde. Od iznimne je vrijednosti brzina kojom samovozna inačica na vozilima tipa MAZ-543M posjeda prethodno topografski ispitani paljbeni položaj. Za ovu radnju potrebno je svega 5 minuta. Prelaženje sa međusobne radio veze na kablovsku, s autonomnog načina elektronapajanja na centralizirani i ostale radnje izvodi se poslije, postupno, no pri tome se ne narušava sposobnost za bojnu uporabu sustava. Zahtjevnosti glede uređenosti položaja su neuporedivo manje nego kod starijih sustava. Zemljiste jedino mora biti dovoljne tvrdoće kako vozila ne bi propadala i nagiba manjeg od 4 stupnja.

Ukupan broj od 48 raket spremnih za uporabu, te mogućnost brze popune pomoćnih lansera novim raketama osiguravaju mogućnost neprekidnog gađanja i niti jednog trenutka tijekom borbenog rada ne postavljanju problem nedostatka raket spremnih za lansiranje.

Upotreba modernog i brzog računala, multifunkcionalnog radara s fazirajućom antenskom rešetkom te velikog spektra mjera zaštite na ometanje i zavaravanje PZO-a, sustav je učinio iznimno učinkovitim na protivnikovo elektroničko protudjelovanje i otklonilo brojne, od starijih sustava uočene nedostatke.

Stoga sustav S-300 PMU, ne bez razloga,

većina dobrih poznavatelja PZ raketnih sustava svrstava na prvo mjesto u svijetu, pa i ispred američkog **Patriota**. No, to i ne treba čuditi. Ovi sustavi, premda stasali gotovo istovremeno, nisu razvijani na istim zamislima o uporabi ukupnih snaga i ulozi raketnih postrojbi PZO u hipotetskom sukobu. I svi ostali odre-



Pomoćni lanser tijekom izdizanja

đujući čimbenici, posebice gospodarstveni, bitno su se razlikovali u zemljama konstruktorima sustava S-300 PMU i Patriot. PZO sustav S-300 P u nekoj od inačica operativno se rabi u većini zemalja **bivšeg SSSR-a**, te u **Bugarskoj, Kini, Češkoj, Mađarskoj, Hrvatskoj**, a po nekim nepot-

neprekidna spremnost dovoljnog broja raketa za gađanje.

Jedna od inačica ovog sustava pod nazivom **S-300 RIF (zapadna oznaka SA-N-6)** rabi se i kao mornarička inačica PZO raketnog sustava na velikim brodovima bivše sovjetske ratne mornarice. Prvi razvijeni takav sustav uočen je 1977. godine na raketnoj krstarici **"Azov"**

koja je očito rabljena za pokuse i imala je samo 4 okomita lansera s 8 raketa. Sustav je 1981. godine ušao u operativnu uporabu na krstarici **"Kirov"** (danas preimenovan u **"Admiral Ušakov"**) na kojoj je 12 okomitih lansera s ukupno 96 raketa i na krstarici **"Slava"** koja ima 8 lansera sa 64 rakete. Naravno, radarski i antenski dio sustava, u mornaričkoj inačici prilagođen je smještaju u skočnom prostoru broda tako da ne ometa svojim radom druge bojne brodske sustave.

Uz sve vrijednosti sustav S-300 PMU, premda među najboljima, ako ne i najbolji, ipak ima i nedostataka. Iako gada ciljeve u krugu od 360 stupnjeva, jednovremeno može odbijati napad samo iz jednog smjera gadajući do 6 cilje-

va. Jednu izdvojenu paljbenu jedinicu ostavljuju bez međusobne zaštite s drugim istim ili sličnim postrojbama i bez izravne PZ zaštite manjim sustavima PZO, napadač bi pokušao uništiti dobro pripremljenim i učinkovito izvedenim napadom uz svjesno štovavanje većeg broja zrakoplova. Stoga je nužna koordinirana, povezana i s operativnog sektorskog središta usmjeravana uporaba cijelokupnih PZ snaga određenog područja, te brza i učinkovita razmjena podataka o situaciji u zraku. Iz istih razloga u hrvatskim uvjetima nužno je i izravno štititi sustav S-300 od napada iz zraka. Dio tog sustava cijelokupne međusobno povezane zaštite prikazan je i na Mimođedu.

Činjenica je kako je PZO teritorije Republike Hrvatske znatno ojačan sveukupnim razvojem hrvatske vojne sile, činjenica je kako je PZO sustav S-300 PMU najveće paljbene moći, no, konstatacije kako možemo gađati i "neproizvedene" zrakoplove ili one koji tek namjeravaju poletjeti, do kojih se može doći čitajući dio tiska jednostavno ne stoji. Ali nikad više, nitko ni na kojoj visini, neće moći nekažnjeno letjeti, demonstrirati silu, šepuriti se ubijajući i rušći hrvatske vrijednosti.

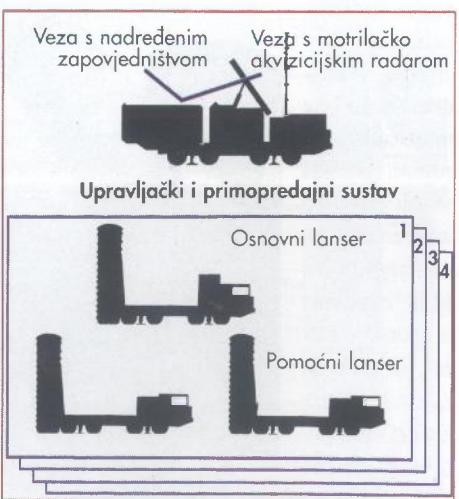
Svakako, želja nam je što prije dobiti dopuštenje posjete postrojbama naoružanim sustavom S-300 PMU i reportažom je prikazati, kao i ljudi koji na tom moćnom sustavu rade.



Početna faza lansiranja, tijekom koje se nakon starta raketnog motora raketu počinje zakretati prema cilju



Skica organizacije bitnice sustava S-300



Dvije jabuke promijenile su svijet. Ovo je prva.



Apple je druga jabuka koja je promijenila svijet. Mijenja ga i dalje, iz dana u dan. Svi korisnici računala Macintosh™ znaju da se pod znakom jabuke svijet mijenja na korist njima samima, kako bi čovjekovi interesi, znanja i sposobnosti služili upravo njemu. To je moguće zato što su računala Macintosh prilagođena korisniku i prilagođavaju mu se sve više, na način kako on to od njih očekuje. Izuzetan izbor programskih paketa omogućuje da zadovoljstvo rada na računalu Macintosh osjetе profesionalni korisnici, kao i oni kojima je računalo nužno pomagalo u svakodnevnim aktivnostima. Jednostavnost upotrebe i izuzetnost svega što stvorite na računalu Macintosh doista su...

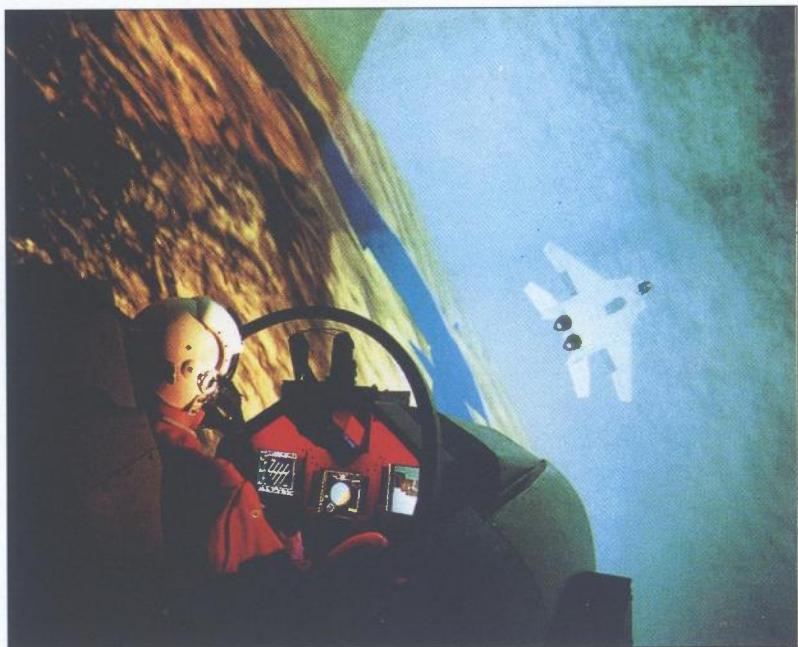
Vaša prilika da budete najbolji!

ACS - Adria Computer Systems d.o.o., Maksimirска 111, Zagreb, tel.: 01/ 232 114


Apple

SIMULATORI LETENJA

Simulatori letenja postaju sve veći čimbenik pri pilotskoj izobrazbi i uvježbavanju. Veliki napredak u razvoju hardwarea i softwarea, pridonio je povećanju realnosti simulacije. Zbog stalnog smanjenja relativno niske cijene i rasta mogućnosti računala, usavršenost simulatora se povećava iz dana u dan, a svoju kakvoću pokazuju u većoj uvježbanosti i sigurnosti kod vojnih, civilnih i športskih pilota



Moderni borbeni simulatori leta omogućavaju vjerno simuliranje zračne borbe

Uzačetcima zrakoplovstva u početku ovog stoljeća, usavršavanjem ondašnjih letjelica, te poboljšanjem njihovih osobina, javila se potreba za pripremom budućeg pilota na situacije što ga čekaju u zraku. Utrt je put razvoju uređaja i tehnologije danas poznatih pod imenom simulatori letenja. Simulatori letenja su jedan dio široke obitelji simulatora iz gotovo svih oblasti na vojnem i civilnom planu, ali zbog svoje kompleksnosti i zahtjeva, te onog što pružaju, izdvajaju se specifičnošću od simulatora ostalih namjena.

Simulacija je tehnika koja u odnosu čovjekstroj služi za treniranje, usvajanje performansi, rješavanje problema i istraživanje. Glavna zadaća

simulacije letenja je da oponaša na što realniji način interaktivno ponašanje zrakoplova pri letu s jednim ili dva pilota ili s kompletним posadama, te na taj način omogući izučavanje potrebnog osoblja gospodarski prihvatljivije, sa stanovišta sigurnosti praktički bezopasno i cijenom vrlo prihvatljivo.

Simulatori letenja javljaju se kao supstitucija usvajanju letačkih zadaća i to od onih temeljnih (temeljni letački manevri), pa do najsloženijih i nimalo bezopasnih (zračna borba, slijetanje na nosač zrakoplova, brišući let, itd.) u uvjetima kad pogreška pilota ne bi bila pogibeljna kao u stvarnosti. Nadalje, simulatori letenja su pokazali sve svoje odlike pri izučavanju pilota za izvanredne postupke (otkazi motora, uređaja i sustava). Čitav niz prednosti pri izobrazbi i treniranju pilota nadlaže sive mane koje su nazočne pri takvom pristupu problematici pilotske izobrazbe. Zbog svega toga, danas se širom svijeta radi na simulatorima letenja kao temeljnom alatu u pilotskoj izobrazbi i treniranju.

Povijesni razvoj

Prvi simulator, nazvan **Antoinette**, pojavio se u Francuskoj 1910. godine. To je bila vjerna kopija kabine zrakoplova koja je rotirala oko svojih temeljnih osi prateći rad upravljačke palice i pedala. Konstrukcija je bila jednostavna ali dovoljna da instruktor dobije uvid je li pilot-učenik usvojio temeljne učinke i funkcije upravljanja zrakoplova prije no što bi krenula izobrazba na pravom zrakoplovu. Paralelno s Francuzima, iste godine Britanci grade dva slična uređaja pod nazivom **Early Billing Oscilator** i **Sanders teacher**.

U I. svjetskom ratu dolazi prvi put do primjene vojnog zrakoplovstva, te shodno tome do povećane potrebe za pilotima. Francuzi s iskusstvom prethodnog, 1917. godine razvijaju napred-

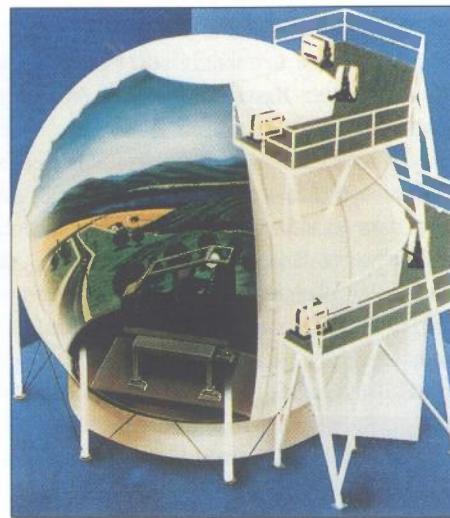
Vilko KLEIN

nije simulatora na kojima su budući piloti mogli uvođenje osim temeljnih i složenije procedure (procedure polijetanja i slijetanja, gdje se budući piloti navikavaju na zvuk motora pri različitom broju okretaja, zatim održavanje brzine zrakoplova u letu i ostale jednostavne procedure).

Završetkom I. svjetskog rata počinje velika utrka u razvoju zrakoplovstva. Rastu brzine i udaljenosti koje tadašnji zrakoplovi mogu preći. Povećava se broj navigacijskih instrumenata u kabini, pojačava se i povećava konstrukcija samih zrakoplova. Zbog očiglednog napretka u razvoju zrakoplovstva između dva svjetska rata povećava se kompleksnost upravljanja zrakoplovom. Utvrđuju se procedure instrumentalnog letenja bez vanjske vidljivosti. Simulatori letenja toga doba zbog prethodnog, težište stavlja na svaladanje problematike navigacijskih procedura i instrumentalnog letenja. Jedan od najperspektivnijih simulatora napravljen je 1921. godine. Konstruktor simulatora, **Edwin Link**, napravio je kabinu zrakoplova s pokretnim pneumatskim sustavom i upravljačkim stolom čime je postignuta mogućnost ograničenog rotacijskog gibanja kabine, a time se do određenog stupnja mogu oponašati osjećaji što bi osjetio pilot u pravom zrakoplovu. Taj simulator je bio pogodan za uvođenje pilotiranja i navigacijskih postupaka. Edwin Link je nastavio s razvojem svojih proizvoda, te je 1929. godine prodao **Blue Box** koji je imao nekoliko temeljnih instrumenata za uporabu u instrumentalnom letenju. Blue Box se koristio u svim značajnijim zrakoplovstvima širom svijeta, a 1934. godine isporučuje veliki broj simulatora američkom Army Air Corpsu.

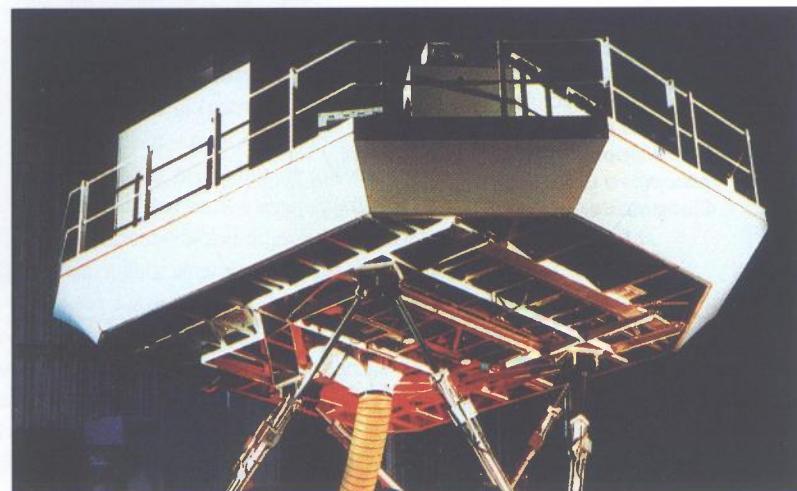
Simulatori između dva svjetska rata imali su dosta mana. Na njima se mogao oponašati samo let bez vanjske vidljivosti, a ni to nije prolazilo bez poteškoća jer je dio navigacijskih podataka koje su pokazivali instrumenti trebao unositi ručno instruktur. Njima se nije mogla razvijati borbeno-taktičko-operativna vještina letenja, zbog nemogućnosti bilo kakvog vizualnog prikaza. Rad takvih simulatora se zasnivao na analogno-elektronskom načinu. Različiti pomaci na upravljačkoj palici i pedalama generirali su različite napone koji su nakon analogne obrade naponskih signala pokretali pokazivače i instrumente u zavisnosti od polariteta i jačine napona. Veliki dio podataka za instrumente instruktur je morao sam unositi za vrijeme izvođenja simulacije. Tijekom II. svjetskog rata nije postojala mogućnost treniranja posada velikih bombardera zajedno u skupini, već se za svakog člana posade koristio poseban simulator, te se nije mogao trenirati i uvođavati najvažniji dio cijelog posla - timski rad. Zbog toga su posade zrakoplova u II. svjetskom ratu često bile neiskusne i nedovoljno izučene, a uvođenost najčešće postizale na najteži mogući način - u stvarnoj borbenoj situaciji.

Tijekom II. svjetskog rata, te u poslijeratnom razdoblju došlo je do još većih skokova i napredaka u zrakoplovnoj tehnici. Brzine zrakoplova sve



Presjek borbenog simulatora tvrtke MBB s potpunim vizualnim okruženjem

su više i više rasle, a time se smanjivalo vrijeme donošenja odluka pri letenju. Mali napredak na polju simulatora i problemu vizualizacije riješen je uporabom optičkih sustava i TV kamere. Riječ je bila o TV kameri koja se gibala iznad makete, terena ili samo jednog dijela terena - piste. To je bio napredniji trenažer koji je koristio malo naprednije elektromehaničke sustave, koji su, u zavisnosti različitih napona dobivenih analognim elektronskim operacijama, translatirali i rotirali TV kameru iznad umanjenog umjetnog terena - makete, a tako dobivena slika se prikazivala na displeju ispred kabine. Riječ je o prvom trenažeru u povijesti simulatora s korištenjem pokretne slike koja može dati dovoljno relevantne podatke za odluke pilota



u procedurama polijetanja i slijetanja, te uvođenja manevra.

Sve do kasnih 60-ih godina simulacijska tehnologija bila je zasnovana uglavnom na nesigurnim i nezgrapnim maketama, optici i 16 mm filmu, dok su napredniji uređaji koristili lasere.

Napredak dolazi poslije tog razdoblja zahvaljujući **CGI-u (Computer Generated Imagery** - računalom stvarana slika). To se najbolje vidi kod današnjih simulatora i još im predstoji visoki stupanj razvoja i neiskorištenih mogućnosti, kao što je povezivanje u mreže (npr. **SIMMNET-T** koji će biti spomenut u sljedećem nastavku). CGI pridonosi stvaranju scene koja se gleda bez prethodnog snimanja na filmsku ili video traku, te ne traži kom-

Vanjski izgled simulatora tvrtke Microflite, namjenjenog za izobrazbu pilota putničkog zrakoplova A320

plicirane makete za stvaranje slike. Prvotnu formu primjene računala u izobrazbi pilota predstavlja CBT (Computer Based Training - računalom bazirano treniranje).

Potkraj navedenog razdoblja US Science Foundation podržava razvoj dva projekta CBT-a koji je usko vezan uz CGI, **PLATO** (koji se razvio na University of Illinois, a kasnije je unapređivan i komercijalno plasiran od Control Data Corporation), te **TICCIT** (razvijen u Mitre Corp. i na Brigham University i kasnije u Hazeltine Corp.). Potkraj 70-ih Control Data i Hazeltine prelaze na mikroprocesorsku arhitekturu (**MicroPLATO** i **MicroTIC-CIT**). Nazočni su još **LIVE** (Link Interactive Video Education) od Link Simulation Division.

CGI za svoj rad zahtijeva bazu podataka (database) koja u sebi sadrži sve potrebne podatke zapisane u digitalnom formatu. Pri kretanju "točke gledanja" kroz virtualni svijet, procesor poziva potrebne informacije iz baze podata-

ka, te proračunava računalom generiranu sliku ovisno od onoga što se treba prikazati kao dvo-protežna slika (2-dimensional image) na displeju. Programske aplikacije su imale težnju što veće interaktivnosti, što je podrazumijevalo "putovanje" bilo gdje s pripremljenim terenima, bazama podataka, pogledom iz bilo kojeg kuta unutar vizualne scene, ali to je tražilo visoko specijaliziranu i tada vrlo skupu snagu računala. Čak i u tom slučaju, u početcima razvoja i korištenja CGI-a, slika je više sličila nekom crtanom filmu s malim brojem poligona koji su predstavljali zgrade, drveće, piste, terene i razne ostale objekte koji su upotpunjivali teren, a broj detalja je bio limitiran isto kao i broj pogleda iz kojeg se mogla gledati scena, te broj pokretnih modela.

Razvoj CGI-a je otvorio put današnjim sofistiranim i naprednim simulatorima letenja kakve nalazimo u svim naprednijim vojnim i civilnim središtima za izobrazbu i treniranje vlastitih pilota, pa i treniranje pilota onih vojski i civilnih kompanija koje u svom proračunu nemaju dovoljno sredstava za nabavu i razvoj kvalitetnih simulatora letenja.

(nastavit će se)



Vojni simulatori koriste se, osim za izobrazbu pilota lovaca i jurišnika, i za izobrazbu posada drugih vrsta vojnih letjelica (na slici je simulator leta tvrtke FlightSafety International, namijenjen za izobrazbu pilota novog transportnog zrakoplova C-17 Globemaster III)

Što je to simulacija

(lat. **simulatio**: pretvaranje, himba, glumljenje)

Simulacija je postupak istraživanja pri kojem se promatrani sustav ili proces ne ispituje pri stvarnom djelovanju i u stvarnoj izvedbi i veličini, već pomoću fizičkog (stvarnog) ili matematičkog (zamišljenog) modela. Fizički sustav jest sustav izведен u prikladnom omjeru, a postavljanje i obradba istraživanja temelji se na teoriji sličnosti. Matematički model opisuje djelovanje stvarnog sustava ili procesa s pomoću matematičkih jednadžbi, te se ispitivanje vrši unutar računarskog programa, a rezultat se dobiva preko izlaznih jedinica. Simulacija nije oduvijek bila vezana uz računala, ali pri izvođenju bilo koje vrste matematika je neizostavan dio. Korištenje simuliranih procesa danas je neizostavni dio svakodnevnice i oni se impliciraju u gotovo sva polja ljudskog stvaralaštva i života. Slično simulaciji bio bi eksperiment čija je uloga da u izdvojenim i nadziranim uvjetima potvrdi ili opovrgne neku postavku ili predviđanje. Eksperiment je sličniji fizičkom modeliranju i postavljanju nekog problema, a uporabom računalom simuliranih procesa možemo izbjegići ponekad vrlo skupe eksperimente. Danas eksperiment može slijediti, ako se ukaže potreba, nakon uspješno izvršenih simulacija.

Citava ljudska znanost, na svim poljima, polazi od toga da nešto treba otkriti i predvidjeti, te takav otkriveni model ili skup ponašanja definirati. Definiranje modela izvodi se primjenom matematike. Definicija nekog modela je skup

značajki koje određuju ponašanje, ili samo dio, tog modela unutar nekih zadanih granica, te tako unutar cijelog skupa otkrivenog i predviđljivog, čini podskup jediničnog funkcioniрањa. Integriranjem takvih modela, a može se reći i jediničnih modela ponašanja, koji mogu biti krajnje definirani ili krajnje nedefinirani, ovisno o čemu je riječ, dobivamo složenije sustave u kojima se mogu potencirati i koristiti neke izabrane funkcije jediničnih modela, te dobivamo krajnji model ili oblik korištenja. Suprotno rečeno veliku cjelinu (skupni model) razlažemo na manje dijelove (jedinične modele) čije ponašanje ili samo potreban dio ponašanja možemo definirati, te tako dovesti u odnos s ostatkom sustava tj. njegovim ostalim jediničnim modelima. O čemu je riječ? Ako bi npr. zupčanik definirali kao jedinični model, možemo promatrati njegovo ponašanje kao podskup skupa npr. sata (skupni model) kao skupa ponašanja više jediničnih modela integriranih u krajnji skupni model - sat, ili automobila ili bilo kojeg stroja ili uređaja gdje se zupčanik koristi kao jedan od više dijelova. Nadalje, ako se zupčanik promatra samo kao zupčanik unutar nekog određenog mehaničkog sustava, on je krajnje definiran svojom funkcijom, djelovanjem i oblikom, ali ako ga promatramo izvan nekog mehaničkog sustava, kao kotač čiji je zupčanik podskup, on postaje krajnje nedefiniran zbog širokog spektra mogućnosti primjene kotača, ali nam je on na taj način nepotreban za definiranje i uporabu. Mali je broj jediničnih modela koji su krajnje definirani i to

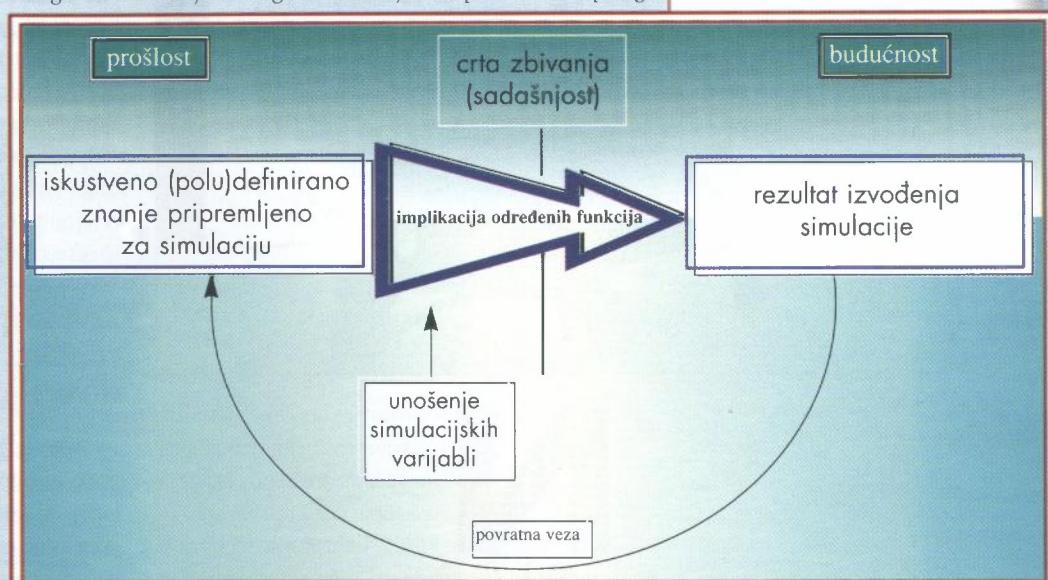
samo ponekad u strogo određenim uvjetima ponašanja, stoga što postoji veliki broj čimbenika koji utječe na ponašanje nekog modela i koje nije uvijek moguće matematički definirati. Kod krajnje nedefiniranih modela može se odrediti potreban broj funkcija, neophodan za uspješno rješavanje problema tako da pogreška dobivenog rezultata ostane unutar podnošljivih granica. Njih, takvih jediničnih modela, može biti bezbroj unutar sustava (skupnog modela) koji se proučava (najbolji primjer je proučavanje bioloških sustava tj. činitelja koji utječe na njihov rad), ali i ne mora (sat), te se zbog toga pri primjeni računala u simulaciji treba ograničiti na određeni broj jediničnih modela, prisustvom kojih pri matematičkom računanju dobivamo dovoljno točan rezultat za daljnje korištenje ili uporabu. Shodno tome simulacija bi bila interaktivno definiranje određenih funkcija nekog skupa jediničnih modela sa ciljem da se dobije krajnji rezultat ponašanja skupnog modela.

Moguća je podjela prema vrsti i načinu obradbe informacije ili signala: 1. analogni simulatori i 2. digitalni simulatori. Analogni simulatori su uglavnom ostali u povijesti, a svoju primjenu nalaze u aerodinamičkim i hidrodinamičkim istraživanjima (aerotuneli i ispitni bazeni) gdje su spregnuti s računalima. Tendencija je maksimalne primjene digitalnih simulatora u svim granama ljudskog djelovanja, tj. skupni model se promatra unutar računala i on u biti ne postoji.

S obzirom na ulogu čovjeka mogle bi se definirati dvije vrste simulacije: one na koje utječe čovjek tijekom njihovog izvođenja i u kojoj je on glavni činitelj odluke (npr. simulacija letenja), te one na koje čovjek ne može utjecati jer ima marginalnu ili nikakvu ulogu, ili nema potrebe da se mijesha (astronomski simulacijski, npr. predviđanje vremena sudara segmenata lanca kometa u Jupiter 1994. godine, meteorologija, fizikalni i kemijski procesi itd.).

Dijele se prema broju uporabljenih jediničnih modela: 1. broj uporabljenih jediničnih modela u simulaciji je konačan i odgovara stanju stvarnog skupa (skupnog modela) promatranja, definirane su sve njihove funkcije ili samo one potrebne (mehanički sustavi, elektronski sklopovi, itd.); 2. broj uporabljenih jediničnih modela u simulaciji nije konačan i ne odgovara stanju stvarnog skupa promatranja, nisu definirane sve njihove funkcije, a one koje jesu pridonose samo parcijalnom rješavanju problema i rezultat koji dobivamo je aproksimativan tj. približan (za proračunavanje aerodinamičkih i hidrodinamičkih procesa, koristi se teorija poznata kao teorija konačnih elemenata).

Simulacije se mogu dijeliti prema načinu primjene u odnosu na stvarni svijet: 1. zatvoreni način - simulacija nema direktnih učinaka na vanjski svijet već služi za usvajanje neke vještine ili izbjegavanje pogrešaka u proizvodnim procesima, te se njezina primjena očituje posredno ili naknadno (simulacija letenja, proračuni strojnih elemenata, sklopova i čitavih uređaja prije proizvodnje, zbog izbjegavanja mogućih pogrešaka koje bi znatno poskupjele proizvodnju, itd.); 2. ulazni način - simulacija uzima podatke iz okoline radi prikaza onoga što će se vjerojatno dogoditi kroz neko vrijeme, te se tako dobiveni podaci koriste pri donošenju odluka koje će biti najprimjerljive budućem prognoziranom stanju (prognoza vremena, razvoj dijela ili globalne sociopolitičke situacije u svijetu, simuliranje ratova, gdje najviše dolazi do izražaja nemogućnost krajnjeg definiranja modela jer postotak točnosti prognoze je obrnuto proporcionalan duljini vremena u kojem se predviđa događaj). Rezultat dobiven takvim pristupom je segmentan tj. ima ograničeno vrijeme uporabe. Kod prvog



načina trajanje izvođenja simulacije nema neki primaran uječaj na krajnji rezultat osim ako je u pitanju treniranje ili gospodarski čimbenik. Kod drugog načina traži se što veća preciznost pri što dužem vremenu i što kraćem dobivanju rezultata simulacije. Iz ovoga se može zaključiti da je simulacija znanstvena disciplina koja nije krajnje definirana, a služi za praćenje rada, ispravljanje ili korekciju pogrešaka, pomoći pri donošenju odluka, treniranje i izobrazbu, planiranje, vodenje i upravljanje složenih uređaja i sustava, prognozu događaja, te čitav niz ljudskih djelatnosti kod kojih je broj poznatih jediničnih modela dovoljan da se s njima rad ili istraživanje može nastaviti u određenom smjeru gdje sve moćnija računala daju ispomoći pri donošenju krajnje odluke i rezultata važnih za nastavak rada na određenom skupnom modelu, te se pritom služi definiranjem odnosa i veza između jediničnih modela koji čine podskup skupa skupnog modela kojim se bavi simulacija.

MOKRA DIVERZANTSKA RONILICA R-2

Diverzantska ronilica R-2 domaće proizvodnje koju koriste i naši pomorski diverzanti ubraja se u svjetski vrh te vrste plovila



FOTO Tomislav Branić

Nedavno je hrvatskoj javnosti, tijekom svečanog mimohoda hrvatskih oružanih snaga i nekoliko dana kasnije na izložbi "Interprotex '95" održanoj na Zagrebačkom velesajmu, prvi put prikazana mokra diverzantska ronilica tipa R-2 hrvatske proizvodnje. Zahvaljujući svojim tehničkim značajkama i mogućnostima uporabe, mokra diverzantska ronilica tipa **R-2** ubraja se u svjetski vrh te vrste ronilica, što potvrđuje pokazani interes stranih zemalja za njihovu kupnju.

U siječnju 1942. godine Winston Churchill je zapisao: "Molim izvešće o tome, što sve treba učiniti kako bi se nadmašio veliki uspjeh Talijana u Aleksandrijskoj luci... Postoji li bilo koji razlog zašto smo mi (Velika Britanija) nesposobniji u takvom agresivnom načinu djelovanja znanstvenika nego Talijani".

Churchillova misao bila je potaknuta uspješnim napadajem talijanskih pomorskih diverzanata na britanske bojne brodove **Valiant** i **Queen Elizabeth** usidrene u egipatskoj luci Aleksandriji šest mjeseci ranije. Diverziju je izvelo šest ronioca poslanih iz talijanske podmornice koja se tada nalazila izvan luke. Sjedeći dva po dva na tri jahača torpeda (jednostavna vrsta diver-

zantskih ronilica) tipa II **Maiale** ("Svinja") prodrijeli su u luku i izbacili dva bojna broda iz uporabe na nekoliko mjeseci.

Temeljni cilj koji je Churchill imao na umu prigodom požurivanja britanskih snaga da primijene slične metode, bilo je uništenje njemačkog bojnog broda **Tirpitz**, tada skrivenog u zaštićenim sidrištima norveških fjordova, koji je predstavljao stalnu prijetnju pomorskim konvojima za tadašnji SSSR. Sredinom 1942. godine, prve britanske diverzantske ronilice tipa **Chariots**, vrlo slične talijanskim II **Maiale**, bile su spremne.

Značenje diverzantskih ronilica u pomorskim diverzijama

Niska zamjetljivost takvih ronilica, što im pruža mogućnost prodora u dobro zaštićene luke i, prije svega, uspješno izvedena akcija talijanskih pomorskih diverzanata koja je pokazala iznimnu djelotvornost takvih diverzija, nagnala je, osim Velike Britanije, i ostale zemlje da pokrenu svoje znanstvene kapacitete na razvoju takvih ronilica. Međutim, iako proizvedene u velikom broju tijekom posljednjih godina II. svjetskog rata nisu u potpunosti ispunile predviđanja.

Razlog je bio u iznimnoj tehničkoj složenosći takvih specijalnih vrsta ronilica. Pouzdano funkcioniranje ronilice tijekom cijele diverzantske operacije ima presudnu ulogu u njezinom uspjehu jer ona obavlja težišni dio diverzantske zadaće. Pomorski diverzanti su zbog ograničene autonomije svojih ronilačkih aparata te male brzine plivanja i ronjenja najosjetljiviji u fazi napadaja. Tada troše najveći dio psihofizičke energije i susreću se s najtežim problemima, što se odražava na njihov učinak na cilju. Stoga diverzantske ronilice svojom konstrukcijom moraju pridonijeti smanjenju tih "tradicionalnih" slabosti pomorskih diverzanata.

Nezamjetno prilaženje ronilice objektu diverzije, a posebice izvlačenje diverzanata iz opasnog područja nakon izvedene diverzije dvije su

Mislav BRLIĆ

temeljne zadaće na kojima počiva uspješnost akcije. Dobra upravljivost, precizni navigacijski uređaji, niske magnetske značajke, malo akustičko polje, smještaj aku-baterija i ostale tehničke značajke prvi su preduvjeti djelotvornosti pomorske diverzantske akcije.

Zbog svih uvjeta koji se moraju zadovoljiti i složenosti konstrukcije ronilice, danas se mali broj zemalja u svijetu može pohvaliti vlastitim uspješnim konstrukcijama.

U tijeku II. svjetskog rata djelovanjem pomorskih diverzanata je, i osim brojnih tehničkih nedorečenosti i propusta u izradbi diverzantskih plovila, potopljeno oko 500.000 BRT brodovlja. Uspjesi pomorskih diverzanata potaknuli su u poslijeratnom razdoblju daljnji rad na razvoju i usavršavanju diverzantskih plovila, kojima bi se ostvario kompromis između stalnih težnji za što većom pokretljivošću i što nižom zamjetljivošću pomorskih diverzanata, i time im omogućila što veću sigurnost. Od postojećih diverzantskih plovila (jahača torpeda, diverzantske podmornice i podvodni transporteri), diverzantske ronilice čija je temeljna namjena prijevoz pomorskih diverzanata, pokazale su se najboljim plovilima u tom pogledu, pogotovo što su smještajni uvjeti za diverzante znatno povoljniji nego u jahačim torpedima, a osim toga zatvorena forma trupa ronilica obično plastičnim prozirnim poklopcom (valobranom) štiti posadu od strujanja morske vode, ne smanjujući mogućnost vizualnog motrenja. Ronilica može postići gotovo dva puta veću brzinu od jahačih torpeda, a to znači u tijeku istog vremena i dva puta duži put. Relativno veliki smještajni prostor ronilica (u odnosu na jahača torpeda) omogućuje da se u njima ugrade spremnici s kisikom (ili smjesom za disanje) čime se štedi ograničena rezerva spremnika koje imaju diverzanti u svom pojedinačnom kompletu. U teretni se prostor može smjestiti veća količina eksploziva, a na ronilicu ugraditi dodatni pomoćni uređaji.

Namjena mokre diverzantske ronilice R-2

U namjeri da se zadovolje svi ti mnogostruki kriteriji 1967. godine je započeo rad na razvoju mokre diverzantske ronilice tipa R-2 na temelju francuske diverzantske ronilice tipa PR-77. Sam razvoj i projektiranje obavljeno je u **Brodarskom institutu, Zagreb, Sektoru specijalne brodogradnje**, dok se gradnja ronilica vršila u **Brodogradilištu specijalnih objekata, Split**. Prva probna ispitivanja i ronjenja su obavljena 1969. godine, a do danas je izgrađeno 15-tak ronilica toga tipa, te tipa R-2M (modernizirana inačica s boljim značajkama upravljivosti i šumnosti), od kojih je podosta prodano u inozemstvo, između ostalih i Švedskoj.

Temeljna zadaća mokre diverzantske ronilice tipa R-2 je izvršenje diverzantskog napadaja na



FOTO Tomislav Brandl

Uredaji za upravljanje i navigacijska oprema

- a) R-2
- b) R-2M

neprijateljske plovne objekte na sidrištu, te lučke i obalne instalacije, kao sredstva za uporabu malih snaga protiv značajnih ciljeva. Prilaženje, napadaj i izvlačenje obavlja se podvodnim smjerom, kojeg neprijatelj teško može nadzirati i braniti.

Taktička namjena diverzantskih ronilica tipa R-2 je:

- izvođenje završnog manevra klasičnog diverzantskog napadaja;
- sudjelovanje u sustavu protudiverzantskog

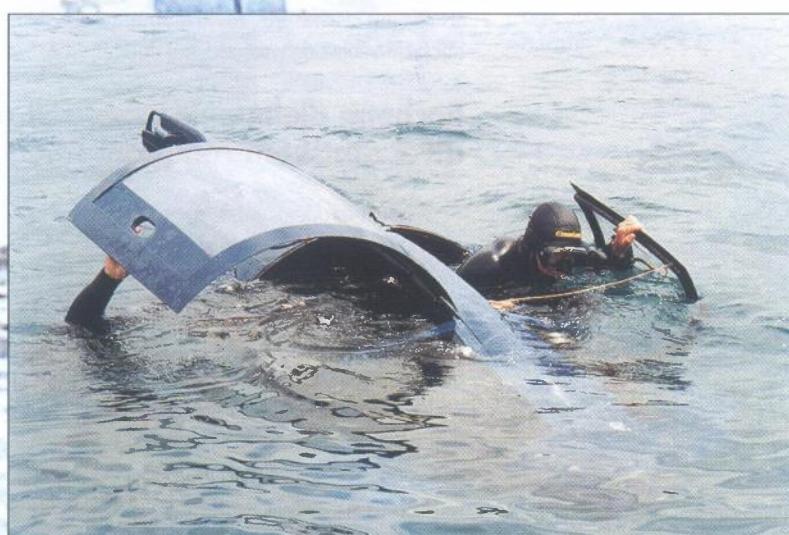


FOTO Tomislav Brandl

uređenja luka i sidrišta;

- otkrivanje, obilježavanje i uništavanje zapreka;
- održavanje tajnih veza i puteva za prebacivanje ljudi i tvoriva;
- pružanje pomoći u spašavanju posade oštećenih podmornica.

Osim navedenog, taktičko-tehničke osobine ronilice omogućavaju joj široku primjenu i sudjelovanje u izvršenju raznih specijalnih i civilnih zadaća, kao:

- pomoći pri izgradnji aktivnih i pasivnih obrambenih podvodnih sustava;
- lociranje, označavanje i pomoći pri vadjenju potonulih objekata;
- aktivno sudjelovanje u izgradnji navigacijskih sustava i uredenju plovnih puteva;
- kartografiiranje morskog dna i proučavanje specifičnosti mora;
- istraživanje za potrebe podvodne arhe-

Ulazak ronioca u ronilicu



FOTO Tomislav Branić

Ronilica R-2M u površinskoj vožnji

ologije, ribarstva, rudarstva, kemijske i naftne industrije, itd.;

- primjena u turističke, športske i rekreativne svrhe.

U ronilicu R-2, unutar zatvorene strukture (nije vodonepropusna) mogu se smjestiti dva ronioca. Unutarnost ronilice je tako koncipirana da omogućava ukrcaj bojnog komleta (korisni teret) različitog tipa, a članovi posade osim upravljačkih uredaja i opreme za navigaciju raspolažu i središnjim sustavom za nadopunu zraka ili mješavine koja odgovara zadanoj dubini.

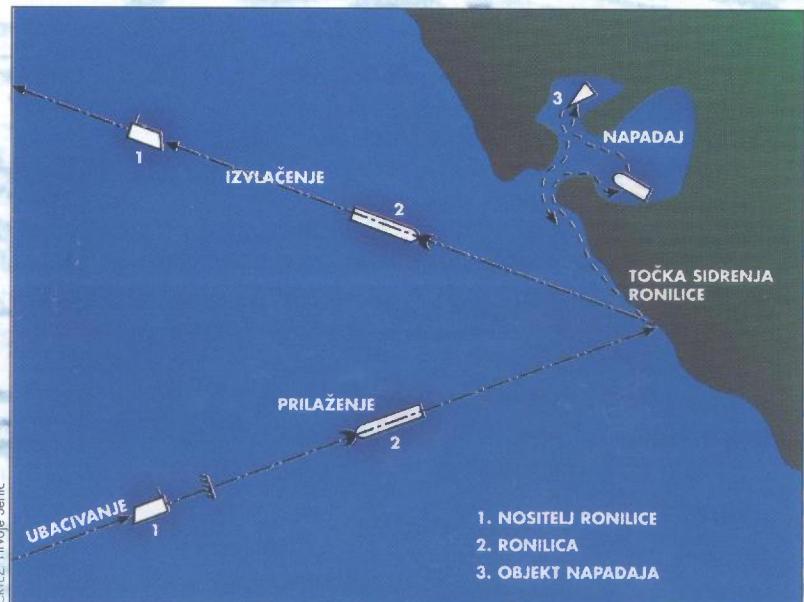
Borbeno djelovanje diverzantskom ronilicom R-2

Način izvođenja klasične diverzantske akcije pomoću ronilice R-2 sastoji se od četiri dijela:

- **Ubacivanje**, od polazne baze do područja odakle diverzantske ronilice mogu uspješno poduzeti prilažeњe objektu, obavlja se pomoću nosioca ronilice (podvodni transporter, brod ili podmornica koja je zbog svoje manje zamjetljivosti puno prikladnija). Pokret nositelja od polazne baze dopodručja za prilažeњe potrebno je planirati i izvesti tako da pomorski diverzanti i pomorsko-diverzantska sredstva budu na sigurnom i prebačeni u što kraćem roku i što bliže

urnom i prebačeni u što kraćem roku i što bliže

Klasični napadaj pomorskih diverzanata na plovne objekte ronilicom R-2



CRTA: Hrvoje Šarić

objektu napadaju, kao i da se fizička kondicija i psihičko stanje diverzanata što bolje zaštite i sačuvaju.

- **Prilažeњe** objektu napadaju obavlja se s diverzantskom ronilicom. Cilj ovog pokreta je da se diverzanti sa što manje fizičkih i psihičkih napora što više približe objektu napadaju. Kako napadaj, sljedeća faza diverzantske akcije, predstavlja najosjetljiviji dio diverzantske akcije te mora što kraće trajati, prilažeњe objektu napadaju bitno ovisi o šumnosti i magnetskim značajkama ronilice R-2 kako bi diverzanti mogli što bliže prići objektu napadaju i time što više smanjili trajanje napadaju.

- **Napadaj**, u tijeku kojega se vrši postavljanje minsko-eksplozivnih sredstava direktno na objekt napadaju, i to ronjenjem "na noge" ako se radi o objektima na moru, odnosno pješke ako se radi o objektima na kopnu (lučke i obalne instalacije).

- **Izvlačeњe**, odnosno povratak pomorskih diverzanata pomoću diverzantske ronilice na nositelja ronilice.

Taktičko-tehničke značajke diverzantske mokre ronilice R-2

Duljina preko svega iznosi 4,9 metara, promjera trupa 1,22 metra, diverzantska ronilica R-2 ima masu od 1400 kg. Propulzija je osigurana pomoću elektromotora istosmjerne struje snage 4,5 kW, s kojim može postići najveću brzinu od 4,5 čvora, a pri brzini od 3,7 čvora aktioni polunjer iznosi 23 NM. Elektromotor se napaja strujom iz olovnog akumulatora (24 V) i kapaciteta 122 A/h. Od naoružanja, diverzantska ronilica tipa R-2 može prevoziti dvije podvodne mine težine 50 kg ili eksploziv iste težine. Autonomija zraka za disanje, bez rezerve, pri normalnoj potrošnji od 18 do 20 dm³ zraka po čovjeku na minutu, na dubini od 15 metara iznosi četiri sata. Prepostavlja se da je četiri sata granično vrijeme u kojem ljudski organizam može izdržati bez posljedica u uvjetima koji vladaju pri obavljanju diverzantskih zadaća (posebno je važna temperatura mora). Ostale taktičko-tehničke značajke mokre diverzantske ronilice tipa R-2 su:

- Najveća širina (preko hidroplana)..... BM = 1,40 m

- Najveća visina HM = 1,32 m

- Srednji gaz TSr = 1,03 m

- Dopusena granična dubina ronjenja..... D = 60 m

- Najveća dubina DM = 100 m

Osim opreme za spašavanje, od ostale opreme koju ronilica nosi, svakako je potrebno naglasiti žirokompass, dubinomjer s podjelom od 0 do 100 metara, ehosonder, sonar i dva reflektora.

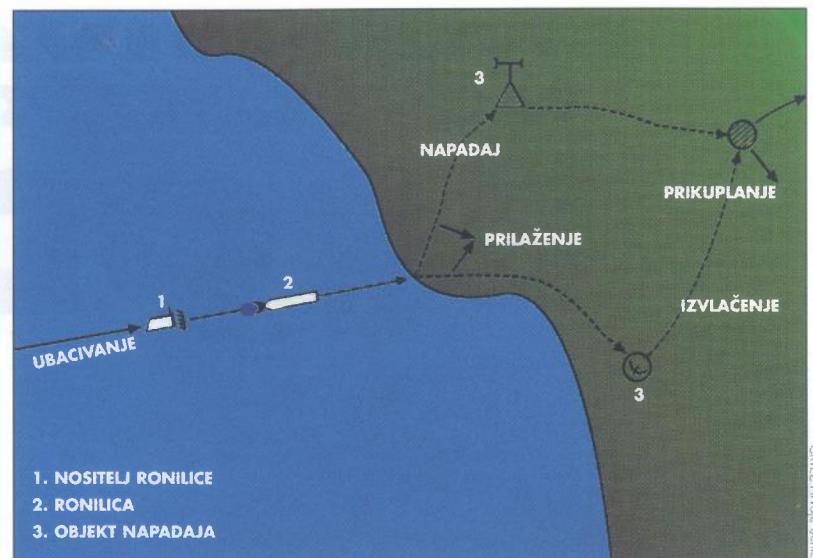
Konstrukcija i opći raspored

Struktura ronilice i dio oplate trupa napravl-

jena je od aluminijске slitine, dok je na prednjem gornjem dijelu oplata od organskog stakla (pleksi-glasa). Po dužini (vidi sliku) ronilica je podijeljena u četiri glavna prostora:

- prostor upravljača - pramčani prostor;
- prostor aku-baterije;
- prostor korisnog tereta (bojnog kompleta);
- prostor pogona - krmeni prostor.

Pramčani prostor ili prostor upravljača služi za smještaj diverzanata, te navigacijske opreme, upravljačkog uredaja, mehanizma pramčanih hidroplana i opreme za disanje. U prostoru akumulatorskih baterija je, osim baterija, smještena oprema za spašavanje, spremnici komprimiranog zraka, oprema za vez i sidrenje. Prostor korisnog tereta u temelju je namijenjen smještaju diverzantskih mina (priljepnih) i drugih eksplozivnih sredstava, no može poslužiti i u druge svrhe pogotovo kod civilne namjene ronilice. U krmenom prostoru se osim porivnog elektromotora također nalaze i spremnici komprimiranog zraka. Porivni elektromotor, pretvara električnu energiju aku-baterije u mehaničku i okreće pro-

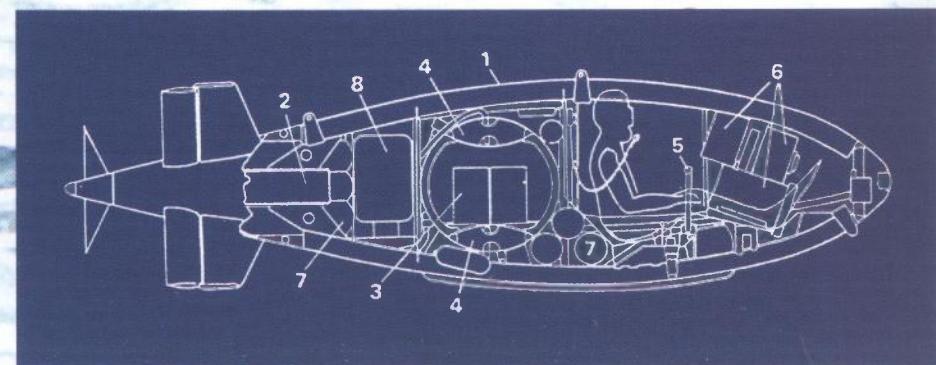


GRFZ-Hrvatski vojnik

Najveća dubina na koju je ronjeno pri ispitivanjima iznosi 110 metara. No, potreba ronjenja u tako velike dubine za vrijeme diverzantske akcije vrlo je rijetka, gotovo i nepotrebna, a može biti izrazito pogubna za diverzante. Razlog je, osim što se mora koristiti posebna smjesa za disanje, postupak dekompresije (poravnavanja pritiska) koji svaki ronioc mora vršiti prigodom izronjavanja s većih dubina kako si ne bi ugrozio život. Kod tako velikih dubina taj je postupak dugotrajan, pa je kod povratka s diverzantske akcije (izvlačenje) uvijek upitno

Klasični napadaj pomorskih diverzanata ronilicom R-2 na objekte na kopnu

da li je diverzantima ostala dosta količina kisika ili smjese za disanje s kojom bi se postupak dekompresije mogao pravilno provesti. Najniža temperatura mora pri ispitivanjima s ronilicom R-



2, pri kojoj su ronioci mogli duže vrijeme upravljati ronilicom iznosila je 80C.

Zanimljivo je da je diverzantske ronilice R-2 švedska ratna mornarica uporabljala, između ostalog i za protupodmorničku borbu, kao i za nadzor teritorijalnih voda protiv objekata koji službeno nikada nisu definirani (ruske podmornice).

Presjek usavršene inačice diverzantske ronilice R-2M: 1) trup, 2) porivni elektromotor, 3) aku-baterija, 4) tank (regler), 5) upravljačka palica, 6) uredaji za upravljanje i navigacijska oprema, 7) spremnici zraka, 8) prostor za korisni teret

Ispitivanja i uporaba ronilica R-2 i R-2M

Izučenost i uvježbanost pomorskih diverzanata u korištenju ronilice R-2 od iznimne je važnosti za sigurnost svakog ronjoca. Osim uvježbanja u upravljanju ronilicom i navigaciji obavljala su se i razna ispitivanja izdržljivosti i otpornosti kako ronioca tako i diverzantske ronilice R-2.

SMANJIVANJE UOČLJIVOSTI BRODA



Prvi stealth brod na svijetu
Lockheed Sea Shadow,

Ivan MARIĆ

Tijekom rata u Perzijskom zaljevu, borbeni zrakoplovi **Lockheed F-117A** skrenuli su pozornost šire javnosti na stealth tehnologije, čija im je uporaba dozvolila da nekažneno napadnu ciljeve u srcu iračke protuzračne obrane, jedne od, kako se tada vjerovalo, najgušćih i najopasnijih na svijetu. Uspjeh nove tehnologije zasnovao se na dugogodišnjim proučavanjima elemenata koji letjelice čine uočljivima, svim vrstama detektora i novog pristupa stvaranju zrakoplova. Što se konkretnih elemenata tiče, tu je oblik zrakoplova, pri čijem je konstruiranju veliki utjecaj imao niz čimbenika vezanih uz odbijanje i raspršivanje radarskih signala, a temeljna zamisao bila je spriječiti njihov povratak do emitera. Ova proučavanja su povezana s upijanjem radarskih zraka u tvariva

specijalno dizajnirana upravo zbog apsorbirača svojstava. Smanjuje se elektromagnetski i infracrveni odraz letjelice, a smanjuju se ili potpuno uklanjanju radarska i radio emitiranja koja su važan element za otkrivanje. Kao i za zrakoplove, primjena tih sredstava na brodovima rezultat je vrlo intenzivnog proučavanja. Ukoliko je u zrakoplovstvu bilo potrebno kako mnogo vremena da se razvije neki program, na mornaričkim objektima je taj vremenski čimbenik često pomnožen makar s tri, a integracija novih tehnologija vrši se postupno



Dodatane površine od RAM-tvoriva postavljene na krovu helikopterskog hangara smanjuju radarski odraz britanskih fregata klase *Duke*

ograničenim adaptacijama na tekućim programima. Mnoštvo operativnih potreba, često međusobno kontradiktornih (brzina, ubrzanje, plovni stabilitet, naoružanje, no prije svega nadziranje i komunikacije) komplikira praktičnu primjenu tehnoloških dostignuća.

Stealth

Što je, zapravo, **stealth?** To je sposobnost kretanja i manevriranja sve do izvršenja zadaće, a da zrakoplov ili plovilo ne uoče protivnikovi sustavi za otkrivanje. Postoje dva načina da se to postigne: jedan je smanjivanje infracrvenog i elektromagnetskog odraza (tj. da se plovilo učini manje uočljivim), a drugi je zavaravanje protivničkih detektoru (npr. uvjeriti radarske operatore na suprotnoj strani da se ne radi o zrakoplovu, već o jatu ptica, ili jednostavno im prezasiti prikaz na zaslonu da ne mogu pratiti stealth letjelice). Još 1944. godine engleski su bombarderi izbacivali aluminijске trake da bi zavarali njemačke radare prezasićivanjem prikaza, te su na neki način bili "stealth" letjelice.

U mornarici, ideja prikrivenosti nikad nije bila na prvom mjestu; u razdoblju između bitaka kod Trafalgara (1805. godine) i Midwaya (1942.), pomorska snaga se temeljila na važnosti topništva i oklopa. Tijekom prvog svjetskog rata, ogromni stupovi dima iz parnih strojeva bili su vidljivi i preko horizonta, znatno prije silueta brodova. Tada je izvedeno nekoliko skromnih pokušaja **maskiranja** s ciljem zavaravanja protivnika o stvarnoj snazi brodova. Za vrijeme drugog svjetskog rata vjerno naslikane maskirne sheme su bile postavljene na više brodova da bi se izmjenile njihove siluete i protivničke motritelje navele na pogrešku pri procjeni vatrene moći tih brodova. Slični eksperimenti su se radili s maskiranjem vrste "zebra", koje je komplikiralo zadaću operaterima ciljničkih daljinomjera (procjenu udaljenosti i brzine ciljeva).

Korištenje radara i pomorskih komunikacijskih sredstava proširilo se nakon drugog svjetskog rata; ratni su brodovi načičkani nizovima antena povezanih sa sve sofisticiranim oružanim sustavima, a da se nije vodilo računa o njihovom utjecaju na ekvivalentni poprečni radarski presjek broda koji nije proporcionalan s njegovom siluetom.

Gubitak razarača **HMS Sheffield** za vrijeme Malvinskog (Falklandskog) rata zaprepastio je velike pomorske sile, kao i pogodak istim pro-

tubrodskim projektom Exocet u fregatu **USS Stark** 1987. godine, još je više skrenuo pozornost na potrebu zaštite velikih brodova. Nakon toga najveće ratne mornarice koncentriraju svoju pozornost na programe koji će suvremene brodove učiniti što manje uočljivima. Da bi se to postiglo, potrebno je promijeniti tradicionalne oblike brodskog trupa i smanjiti infracrveni odraz, emitiranu buku, radarske i radio emisije (ironično, no *Sheffield* je stradao upravo zbog toga što je koristio sustave koji su mu reducirali opseg radio emisija). Od 1945. godine, brodogradnja je sigurno napredovala; čelični oklopi su nestali, a smanjen je i broj topovskih kula. Nasuprot tome, broj oružanih sustava na palubama i zapovjednim mostovima se umnožio. Zajedno s antenama nagomilanim po jarbolima, to mnoštvo površina je idealno za odbijanje radarskih zraka i čini temelj brodske uočljivosti. Pravi kut koji formira oplata broda i vodena površina, te okrugle površine nosača projektila, turele i antene povećavaju radarski odraz. Krstarice klase **Slava**, sa svojih osam dvostrukih lansera protubrodskih projektila **4K80 Bazalt (SS-N-12)** i višestrukim antenama, tipičan su primjer lako zamjetljivih brodova.

Stealth nije samo jedna tehnika već koncept korištenja raznih tehnoloških dostignuća radi smanjivanja uočljivosti ratnih zrakoplova i brodova. Moderni borbeni sustavi prikupljaju podatke iz niza najrazličitijih izvora da bi računom dobili što precizniji prikaz stvarnog stanja. Mornarica koja se trudi poboljšati "nevidljivost" svojih plovila mora uzeti u obzir vizualne, radarske, termalne, akustične, magnetske i električne aspekte jer je novac potrošen na samo jednom ili dva područja jednostavno bačen ukoliko su zanemarena ostala.

Ovi napor trebaju biti praćeni odgovarajućim borbenim taktilama, posebice manevranjem u slučaju napadaja i operativnim procedurama poput **EMCON-a (EMission CONtrol** - nadzor svih vrsta emisija po kojima se plovilo može otkriti). Ukoliko je uporaba aktivnih senzora nužna, tad **LPI (Low-Probability-of-Intercept** - mala vjerojatnost presretanja) osobine nude znatne prednosti. Iznad svega, dobra izobrazba i striktan pristup držanju svega na predviđenim mjestima životno su važni. I najnevidljiviji brod će se vidjeti na radaru ako je neki mornar na palubi ostavio otvorenu kutiju s alatom.

Razvoj konstrukcije broda

Danas je svaka tehnika koja pridonosi smanjivanju uočljivosti ratnog broda bez stvaranja neprihvatljivih popratnih učinaka vrijedna razmatranja. Čak i obična maskirna shema broda može smanjiti učinkovitost TV-vodenih projektila i oružja s vizualnim ciljanjem, a ako mjeru može imati višestruki učinak, tim



Pojam "nevidljivog" zrakoplova - **Lockheed F-117A**

bolje.

Svako smanjenje poprečnog presjeka radarskog odraza smanjuje vjerojatnost da brod otkriju protivnički radari, no glavna je funkcija povećana mogućnost preživljavanja u slučaju napadaja protubrodskim projektilima. Rješenje je u brzoj reakciji; maksimalno vrijeme koje stoji na raspolažanju za reakciju na iz zraka lansiran protubrodski projektil Exocet iznosi 47 sec. Smanjivanje radarskog odraza broda isplati se iz više razloga, s obzirom da dopušta lansiranim radarskim mamacima (chaff) stvaranje odraza koji će biti veći od odraza broda koji se brani. Na primjer, dodatak **RAM-a (Radar Absorbent Material** - tvariće koje upija radarske zrake) fregati može smanjiti radarski odraz za 16 dB, što znači da je odraz smanjen od 25.000 m² na samo 600 m². Zahvaljujući tome, radarski mamaci koji stvaraju odraz od 2000 m², imaju vrlo veliku vjerojatnost da će zavarati dolazeći projektil.

Radi poboljšanja "nevidljivosti" i smanjenja poprečnog presjeka radarskog odraza, projektni

Izraelska korveta Eliath klase Sa'ar 5 je konstruirana na temelju rezultata proučavanja stealth tehnologija. Na sredini nadgrađa vidi se više otvora za hlađenje ispušnih plinova





Veći dio naoružanja i drugih sustava francuske fregate klase *La Fayette* smješten je u unutrašnjosti broda

birovi usvojili su planove koji predviđaju nagib oplate od barem 10° , prvo prema van, zatim prema unutra, sa zaobljenim bridovima i kutovima; nizozemska fregata **Karel Doorman** je primjer takvog dizajna. Nadgradnja je maksimalno zatvorena, nagnutih zidova i bez bočnih mostova i prolaza koji izvrsno odbijaju radarske zrake, a ne postoji učinkovit način neutraliziranja tog odbijanja. Da bi se zadržala neprekinuta linija brodskog trupa i smanjio broj izbočina, sve veći broj oružanih i senzorskih sustava se konstruira tako da budu uvućeni u unutrašnjost broda. Najnoviji brodovi koji koriste takvo oblikovanje su američki razarači klase **Arleigh Burke** i izraelske korvete klase **Eilat** (**Sa'ar V**), sagradene u SAD. Vrhuncem tog pristupa stealthu mnogi smatraju francuske fregate klase **La Fayette**, čiji projekt datira još iz 1985. godine. Pozorno proračunatog nagiba i zaobljenja trupa kompletno nadgrada je zatvoreno u kompozitnu strukturu, a posebna je pozornost posvećena obliku topovske kule za top DCN 100 mm/55 Mod 68 CADAM.

Na kraju, tu je i uporaba RAM-a. Već smo razmotrili koristi od njegove uporabe, a sad ćemo vas upoznati s raznim vrstama koje se nalaze na raspolaganju konstruktorima. Prvobitna tvariva su pokrivala usko frekventno područje koje su koristili radarski tragači specifičnih protubrodskih projektila, ostavljajući brod ranjiv na djelovanje projektila čiji sustavi vođenja nisu bili

obuhvaćeni frekventnim opsegom. Modernija tvariva pružaju vrlo široko prekrivanje frekvencija, obično u frekventnom opsegu od 6 GHz do 18 GHz, s oslabljivanjem između 20 i 25 dB.

Razlike leže u načinu na koji će RAM biti postavljen na brod. Prvobitni koncept podrazumijeva modifikaciju brodova koji su već u službi, a sastoji se od dodavanja stalnog sloja RAM-a (tzv. **RASH**). Nešto novija inačica ovog načina je korištenje panela koji se po potrebi mogu skinuti ili premjestiti. Tu je zatim prskanje i premaživanje RAM premažima, što je posebno pogodno za složenije oblike brodske konstrukcije poput jarbola i sličnih dijelova, te na kraju kao najpotpunije rješenje ugradnja RAM-a u osnovnu brodsku strukturu. Prednost RASH-a je u tome što su paneli unaprijed postavljeni, a nedostatak što dodaje permanentno opterećenje i dopušta potencijalnim neprijateljima da na temelju mirnodopskog rasporeda panela procijene radarski odraz broda u ratnim operacijama. Ovi se problemi mogu izbjegići upotrebom nefiksiranih panela, koji mogu biti postavljeni tamo gdje su neophodni, sprječavajući tako protivnika da programira svoje samonavodene protubrodске projektile na temelju operativnog "ratnog" radarskog odraza broda. Uz to, ti su paneli idealni za transportne i druge brodove, kojima stalne stealth osobine nisu nužne; npr. za pomoćne minolovce koji se u mirnodopskim razdobljima koriste za nadzor ribolovnih područja. Tvrta Colebrand, koja je tijekom zaledjevskog rata opskrbljivala britansku Kraljevsku mornaricu "Lom" panelima, tvrdi da njihov proizvod pruža trenutno najveće moguće performanse, te je jedinstven po tome što su paneli dvostrani (to osigurava da npr. brodska ograda neće predstavljati cilj protubrodskom projektiku

Infracrveni odraz kanadskog razarača klase *Tribal* prije programa modernizacije
TRUMP



koji napada s druge strane broda).

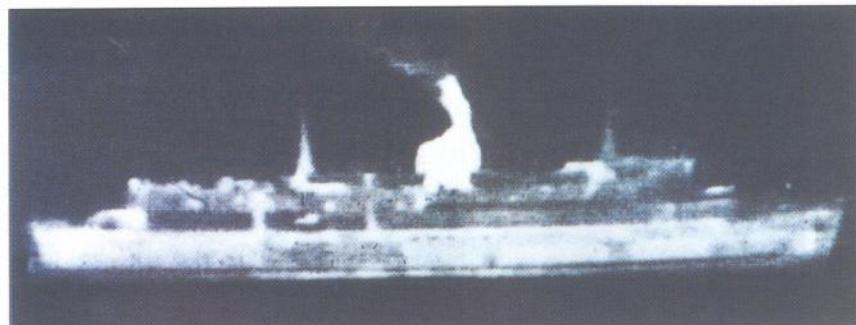
Kao što je već spomenuto, **RAP** (Radar-Absorbent Paint - boja koja upija radarske zrake) je idealno rješenje za pokrivanje složenih oblika, a vrlo je trajna te se može lako primijeniti na površinama predviđenim za stalnu uporabu poput paluba, gdje bi postavljanje RAM panela predstavljalo problem. Tvrta International Paint (dio industrijske skupine Courtaulds) tvrdi da njihova RAP druge generacije, koju je razvila zajedno s BTR Aerospace Materials, pruža znatno veću razinu oslabljivanja radarskog odraza broda od konvencionalnih RAM-ova. Ministarstvo obrane Velike Britanije, koje zbog velikih ulaganja u RAM obloge nije naručilo veću količinu RAP-a, dopustilo je prodaju tog proizvoda američkoj mornarici, no izvoz u bilo koju drugu zemlju zasad je zabranjen. Drugi veliki proizvođač RAP-a je tvrtka Signature Products iz Alabame, SAD. Njihova boja Signalflux zasniva se na Carbonu-60 (C-60; boja koristi polimere visoke molekularne mase za matricu u koju se ubacuje C-60 modificiran radi ostvarivanja spoja s metalom: mikrovalno radarsko zračenje se zahvaljujući ovom spoju pretvara u toplinu koja se zatim rasipa), a koriste ju američke zračne snage (izvoz je popuno zabranjen, osim dozvole iz 1993. kojom je dopušten njen izvoz za potrebe Taas-Israel Industriesa).

RAM se kao integralni dio strukture plovila koristi u elementima konstrukcije poput jarbola, vrata i zidova hangara i nadgrada. Ovaj je proces vrlo jednostavan i učinkovit pogotovo kada se radi o strukturama od stakloplastike. Švedska tvrtka Divinycell International (koja je to već primjenila na nizu minolovaca) nudi inačicu koja koristi pjenu s mogućnošću upijanja radarskih zraka kao temelj strukture. Kad se ti učinci kombiniraju s oblikovanjem i RAP-om, radarski se odraz smanjuje skoro na nulu. Brazilski ured kompanije Divinycell razvio je dva tipa ophodnih čamaca, od kojih se jedan već koristi u borbi protiv krijućarenja droge u Amazoni, a tvrtka pokušava zainteresirati i američku mornaricu za stealth ophodne čamce duljine od 26 do 40 m.

Infracrveni odraz

U posljednjih dvadeset godina, termovizijski senzori i infracrveni tragači znatno su evoluirali. Infracrvene zrake, na elektromagnetskoj skali između vidljivog svjetla (od $0.4 \mu\text{m}$ do $1 \mu\text{m}$) i radio valova visoke frekvencije (veće od 0.1 cm), predstavljaju zračenja topline koju proizvode razni brodski sustavi, a isticanju IC odraza broda više nego pogoduje relativno hladna i jednolična morska površina.

Glavni izvori infracrvenih zračenja su ispušne cijevi i dim-

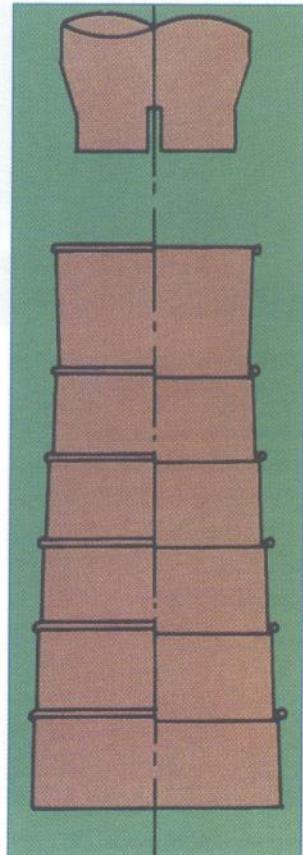


Infracrveni snimak francuske krstarice-nosača helikoptera Jeanne D'Arc na kojoj se mogu uočiti najveći izvori topline; dimnjak i strojarnica

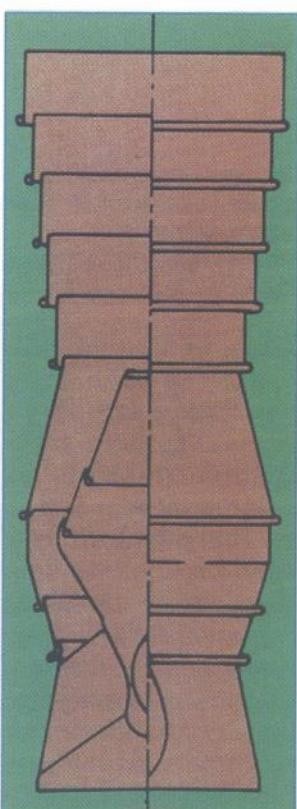
njaci (99 posto ukupnih zračenja na srednjevalnom IC području od $3\text{-}6 \mu\text{m}$) koji se najčešće koriste za navođenje protubrodskih projektila, te motori (50 posto ukupnih zračenja u dugovalnom "hladnjem" IC području od $6\text{-}15 \mu\text{m}$). Ostatak IC zračenja je manje važan; prije svega raspoređen je prilično pravilno po znatno većoj površini, te se može smanjiti pravilnom uporabom izolirajućih tvariva u trupu. Temeljni problem ostaju ispušni plinovi i vrući zrak. Postoji nekoliko sustava za smanjivanje ovih emisija, od kojih je najkompletniji onaj koji proizvodi kanadska tvrtka W.R. Davis Engineering za svoju mornaricu i za izvoz. Njezin temeljni sustav radi se po DRES (Defence Research Establishment Suffield) konceptu za **IRSS** (Infra Red Signature Supression, smanjivanje IC odraza broda) sustav Ball. Ovaj sustav smanjuje IC odraz za 95 posto, i to iz svih elevacionih kutova (tj. čak i da se gleda izravno u dimnjak). Učinak se postiže uz pomoć složenog sustava kroz koji se provode plinovi i u kojem se vrući brodski zrak i plinovi miješaju s vanjskim zrakom (a po potrebi i rashlađenim komprimiranim zrakom). Ball je ugrađen na kanadske fregate klase **City** i izraelske korvete klase **Sa'ar 5**, a razmatra se njezina primjena na američkim razaračima klase **Alegh Burke** i novim projektima fregata (američka **FF-21**, nizozemska **LCF**, španjolska **F 100**, korejska **KDX-2000**, britanska **Horizon**) i korveta (brazilskih i singapurskih). Postoji lakša i jeftinija inačica Eductor/Diffuser, koja se razlikuje samo po tome što pokriva kutove do 70° , a zauzima manje mesta. Slična oprema isporučena je grčkoj mornarici za fregate tipa **MEKO 200**, a kanadska mornarica je na razarače klase **Tribal** u sklopu

Uporaba kompozitnih tvariva za nadgradnju pridonosi smanjenju radarskog odraza broda





Prikazi dvije nove strukture dimnjaka za rasplaćivanje ispušnih plinova,
Eductor/Diffuser i DRES



programa modernizacije **TRUMP** također ugradila sustav E/D.

Tvrta Darchem Engineering razvila je uređaj (prodano je 350 primjeraka) za hlađenje dimnjaka koji se učinkovito može koristiti i kod diesel motora i kod plinskih turbina, a smanjuje površinsku temperaturu gornjeg dijela ispušnog sustava na razinu temperature okolice (uredaj nema masu veću od mase ispušne cijevi i ne smanjuje njezin presjek).

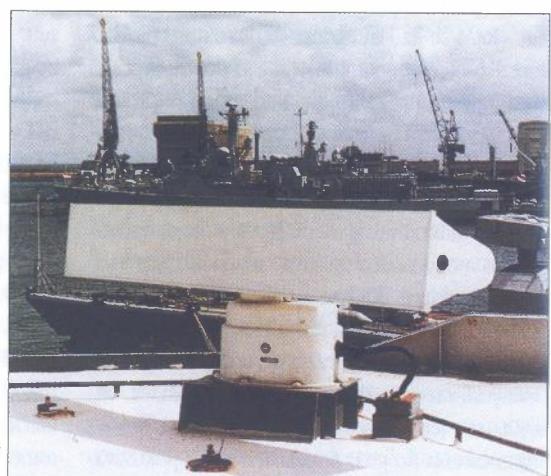
Smanjivanje buke

Uvođenje u operativnu službu vučenih sonara promjenjive dubine potaklo je mnoge mornarice da razmotre mјere smanjivanja buke ratnih brodova, radi smanjivanja mogućnosti njihovog otkrivanja. Površinski brodovi nemaju previše izbora; oni su ograničeni svojom potrebom za brzinom i tu nema pomoći, snažni motori, propeleri, te kavitacioni val koji ih slijedi, ne mogu se sakriti. Najviše što se može postići je ograničavanje buke preko izolacijskih tvariva i podloga (izoliranjem izvora buke od brodskog trupa), okruživanje strojarnica oblogama od specijalnih tvariva koja prigušuju akustičnu buku, te maskiranje buke propelera broda Prairie/Masker sustavima koji proizvode mlazeve zračnih mjeđura i tako otežavaju otkrivanje.

Tipično rješenje za smanjivanje buke brodskih generatora postavljenih nisko unutar trupa broda bilo je njihovo postavljanje na čvrsta i kruta postolja. Britanska tvrtka IAC je razvila novo rješenje: lagana i relativno fleksibilna struktura koja dopušta kontrolirano pomicanje u slučaju izloženosti stresu. Konstruirana je od čeličnih akustičnih panela i dizajnirana modularno, tako da i najveći element tog akustičnog kućišta bude u stanju proći kroz uobičajena brodска vrata (kao i da taj isti element može prenijeti samo jedan čovjek - masa najvećeg panela je 45 kg, a dimenzije 190 x 90 cm, nominalna debljina 50 mm). Američki Imi-Tech nudi još jednostavnije rješenje koje je u fazi ispitivanja: pjena (jednakih karakteristika kao prethodno spomenuti sustav) koja teži samo četvrtinu mase ekvivalentnih uobičajenih tvariva (što znači da se može postići smanjivanje istisnine broda od 30 tona kod fregata pa do 200 t kod nosača zrakoplova).

Podmornice se tradicionalno oslanaju na nečujnost u plovidbi da bi uspjele izvršiti borbene zadaće i preživjeti. Zbog toga mornarice koje koriste relativno "bučne" nuklearne podmornice, traže načine da smanje njihov zvučni odraz. Podmornice "sviju" buku dijele na dva izvora: aktivni (iz trupa) i pasivni (iz unutrašnjosti). Za smanjenje buke koriste se akustične prevlake. Postoje četiri temeljne vrste, koje se mogu kombinirati, a međusobno se razlikuju po učincima i

načinu rada; prva jednostavno apsorbira i oslabljuje sve zvučne vibracije (postavlja se na oplatu podmornice pored prijamnih elemenata sonarnog sustava zbog sprečavanja neželjenog odraza akustične energije koju prima sonar), druga usmjerava zvučnu energiju u neko drugo područje, treća služi da bi se unutarnja buka odijelila od okolice, a četvrta smanjuje utjecaje unutrašnjih vibracija na mjestima unutar trupa kao što su rebra i paneli konstrukcije trupa ili spoj ležišta kupole sonara i trupa (tj. sprječava da te vibracije iz trupa prođu u okolni prostor). Pri odabiru jedne ili više vrsta ovih prevlaka prvo se mora odrediti frekventni opseg unutar kojega će prevlaka biti učinkovita, a zatim željeni učinak koji se nastoji postići. Vezano uz uporabu tih prevlaka, temeljno pitanje je isplativost; naime, uz cijenu koja nije zanemariva, tu je i smanjenje borbene učinkovitosti podmornice koje proizlazi iz promijenjenih dimenzija i povećane mase. Zbog toga je nužno ispravno procijeniti potrebu za jednim tako značajnim zahvatom i ustanoviti područje na kojem podmornica mora biti zaštićena. Treba imati u vidu da prevlake mogu povećati debljinu trupa za 3-5 cm, no veći je problem masa. Velike podmornice nose 1000 m² ili više prevlaka, koje mogu imati masu do 150 kg/m². Smanjenje manevarskih karakteristika,



Antena LPI radara Signaal Scout

opće stabilnosti i sonarske učinkovitosti mogu potpuno negirati pozitivne strane ove zaštite. Dužnosnici tvrtke Ferranti-Thomson Sonar Systems smatraju da 60 posto mogućnosti smanjivanja buke dolazi iz odgovarajućeg dizajna, a ostatak ovisi o operativnim tehnikama i uvježbanosti posade u pravilima života na podmornicama. Njihov je proizvod sustav VIMOS (Vibration Monitoring System) koji, istina, ne smanjuje buku, no može preciznije nego i jedan drugi sličan uređaj otkriti njezine izvore na plovilu. Unutar trupa postavljeno je 216 akcelerometara (plus hidrofoni kada se utvrđuje razina buke u podmornicama) koji šalju podatke računalu. Ovo je prvi proizvod koji daje kontinuiranu akustičnu sliku nekog plovila u realnom vremenu, nasuprot dosadašnjim povremenim mjerjenjima. Britanska mornarica kupila je 50 kompleta VIMOS-a, a strani

korisnici su Saudijska Arabija (za protuminske brodove) i Kanada (za fregate klase *City*). Razvija se i inačica VIMOS Plus opremljena digitalnom opremom za obradu podataka zasnovanom na transputerima, koja će biti ugrađivana i u komercijalna plovila.

Radarske emisije

Od prve uporabe radara na ratnim brodovima početkom drugog svjetskog rata, radarska tehnologija se jako razvila i današnji radari sada pokrivaju vrlo velik broj frekvencija elektromagnetskog spektra. Obzirom na naoružanje i specijalnu opremu, svaki brod ima jedinstveni odraz svoga radarskog zračenja, zahvaljujući kojem ga je moguće klasificirati, spremiti u bazu podataka i poslije opet prepoznati, te se mornarice trude prikupiti što veći broj ovih odraza. U razdoblju hladnog rata tadašnji Sovjeti su nastojali sakupiti što je više moguće radarskih odraza ratnih brodova NATO saveza. Razni "ribarski" i slični brodovi koji su se nalazili uz svaku pomorsku NATO vježbu, bili su preuređeni za pasivno skupljanje radarskih odraza. Drugi način skupljanja radarskih odraza bilo je korištenje specijaliziranih inačica bombardera Tu-16 i Tu-142, te vojnih satelita. Da bi se ovakvi pokušaji sprječili, mornarica SAD-a pokušava standardizirati opremu na različitim klasama brodova. Tako su radari za motrenje zračnog prostora SPS 49(V) 5 ugrađeni na svim američkim nosačima zrakoplova, krstaricama i skoro svim razaračima i fregatama. Uz to, tu su i druge tehnologije: korištenje promjene frekvencija (frequency hopping) i algoritamskih promjena usred emitiranja, što otežava ako ne i onemogućuje identifikaciju.

Korištenje LPI radara male izlazne snage kao Signaal Scout i Celsius Tech Pilot će uz ranije navedene prednosti smanjiti i mogućnost uočavanja broda zbog rada njegovog radara. Oba radara, zahvaljujući korištenju FMCW tehnike (Frequency-Modulated Continous Wave, stalno frekventno modulirani radarski val) s najvećom emiterском snagom od 1 kW postižu performanse otkrivanja usporedive s performansama impulsnih radara snage 25 kW (tijekom ispitivanja Scout je otkrio brzi ophodni brod na udaljenosti od 15 nm i male drvene brodove na udaljenosti od 8 nm). Pa ipak, sva ova rješenja su u biti privremena. Razvoj novih radara koji će biti u stanju vidjeti iza horizonta (OTH radari) ili će biti postavljeni na satelite i moći otkriti na površini mora trag koji ostaje iza broda, ne ostavlja puno mjesta za današnji stealth (narančno, razvoj ovakvih sredstava potaknut će razvoj stealth protusredstava i tehnološka utrka će se nastaviti).

Komunikacije

U pomorskom ratovanju Ahilova peta nevidljivosti ostaju višestruke i nezamjenjive radio

veze. Svaka veća akcija zahtijeva stalnu koordinaciju između brodova, kopnenih snaga i zrakoplova



na području djelovanja. Nezamislivo je, u okviru modernog rata, ponoviti uspjeh japanske flote koja je 7. prosinca 1941. godine zavarala moćne američke stanice za otkrivanje radio prometa održavajući potpunu radio tišinu sve do trenutka napadaja na Pearl Harbour.

Zbog prirode radio valova, njihovo otkrivanje ne predstavlja nikakav problem, a zahvaljujući današnjoj tehnologiji ni brzo lokaliziranje izvora i njegove snage odašiljanja više nije neizvedivo. Upravo zato mornarice se sve više okreću komunikacijskim satelitima, premda čak ni korištenje izravno usmjerjenih antena ne garantira potpunu diskreciju zbog raznih mogućnosti odbijanja koje nastaju radi snage emitiranja nužne da se uspostavi veza. HMS *Sheffield* bio je pogoden Exocetom upravo zato što je, da bi skupio dovoljno električne energije i ostvario satelitsku vezu, morao isključiti svoj radar za motrenje zračnog prostora. Veliki energetski zahtjevi takve veze glavna su prepreka njenoj stalnoj uporabi; eksperimentira se s milimetarskim valovima i višestrukim izravno usmjerjenim antanama, no praktični rezultati su još daleko.

Stealth danas

Danas postoje dva eksperimentalna broda, američki *Sea Shadow* i švedski *Smyge*, na kojima se ispituju stealth tehnologije. O *Sea Shadowu* čitat će u sljedećim brojevima Hrvatskog vojnika. *Smyge* je oblikom trupa i naoružanjem (koje se uvlači u trup kad nije u uporabi) potpuno u skladu sa zahtjevima koje postavlja stealth, a pretpostavlja se da je postigao očekivani uspjeh.

Kao što se može vidjeti iz ovog članka, potpuna senzorska nevidljivost ratnog broda nije moguća, premda se neprimjetnost i neprepoznavljivost mogu postići.

Švedski eksperimentalni ophodni brod *Smyge* koristi stealth tehnologiju i konstrukciju od stakloplastičnog sandwicha sa zaštitom od kevlara

Sea Shadow



Krstarice klase SLAVA

U vrijeme kada Rusija povlači iz službe mnoge plovne jedinice, krstarice klase *Slava* opremljene snažnim protubrodskim i protuzrakoplovnim naoružanjem vjerojatno će još desetak godina biti jednim od glavnih oslonaca njene flote



Bivše sovjetske, a sada većinom ruske, krstarice klase *Slava* zanimljive su stoga što je riječ o borbenim plovilima koja su građena kao svojevrsna pričuvna klasa brodova na klasični pogon, u slučaju da ne uspije gradnja bojnih krstaša klase *Kirov* s nuklearnim pogonom i s mnogim do tada još neprimjenjivanim tehničkim rješenjima. Prema temeljnoj zamisli riječ je o sličnim ratnim brodovima, koncipiranim da mogu primiti što veći broj raketa brod-brod, te snažnim protuzrakoplovnim naoružanjem zasnovanim na raketnom sustavu "*Rif*". Kada se promatra vanjski izgled krstarica klase *Slava* lako se može uočiti da su zamišljene znatno konvencionalnije, jer nemaju kao kod *Kirova*, vertikalne lansere raketa brod-brod, već su rakete smještene u polegnutim lanserima s obje strane prednjeg nadgrađa. Razvoj sovjetskih brodova s raketnim naoružanjem nije bio pravocrtan ni neprekidan kako se to čini na prvi pogled. Prema danas dostupnim ruskim izvorima tvrdi se da je tadašnji Sovjetski Savez

krenuo u razvoj većih brodova s raketnim naoružanjem nakon što su Amerikanci počeli, od 1959. godine nadalje, naoružavati svoje klasične krstarice protuzrakoplovnim raketnim naoružanjem. Posebnu je zabrinutost kod Sovjeta izazvala pojava prvog ratnog broda na nuklearni pogon, raketne krstarice *Long Beach* 1961. godine. U to doba je Sovjetski Savez gradio klasične teške krstarice poput klase *Sverdlov* naoružane sa 12 topova kalibra 152 mm. Neki vojni publicisti na Zapadu drže da je namjena ovih brodova bila da djeluju slično bivšim njemačkim "džepnim" bojnim brodovima. Uz ova podosta zastarjela plovila mornarica SSSR-a je gradila i protupodmorničke brodove, a odgovor na američku prijetnju pojavio se u vidu raketama naoružane krstarice klase *Kynda* koja je u službu ušla već 1962. godine. Brod je dobio dva para četverostrukih lansera protubrodskih raket P-35 (SS-N-3) na palubi. Zapadni su analitičari i konstruktori bili iznenadeni koncepcijom "stavljanja brodskog naoružanja u izlog trgovine", ne znajući da sovjetski stručnjaci u utri s rokovima ponekad složene tehničke probleme rješavaju na najjednostavniji mogući način. Uz to, *Kynda* je imala PZO sustav "Volna" (SA-N-1) srednjeg dometa, te dva dvostruka topa kalibra 76 mm. Prvobitno je bilo planirano osam brodova u klasi, no sagradena su samo četiri. Tada, naime, dolazi do političke odluke kojom se ponovno u potpunosti mijenja uloga sovjetske ratne mornarice u strategiji SSSR-a, pa njena površinska komponenta opet dobiva defenzivnu ulogu s prvenstvenom zadacom borbe protiv podmornica. Nakon toga slijedi gotovo desetogodišnja stanka u razvoju velikih ofenzivnih raketama naoružanih brodova. Nije potpuno prestao rad na projektima za takvu vrstu brodova, a ponekad bi tzv. protupodmornički brod poput krstarica *Kresta I* bio naoružan protubrodskim raketnim sustavima. Do drastične promjene dolazi tijekom sedamdesetih godina kada je V. Mutihin imenovan glavnim konstruktorom **Projekta 1164**. Idejni dizajn stvoren je 1973. godine, a već godinu dana kasnije bili su dovršeni i detaljni nacrti prve krstarice klase *Slava*. Prva istoimena krstarica ove klase porinuta je u

Dario BARBALIĆ

srpnju 1979. godine, a u sustav Crnomorske flote ulazi 1982. godine. Njeno pravo ime tada još nije bilo poznato pa joj NATO-ov odjel za identifikaciju daje oznaku **BLACKCOM-1** (**BLACK** Sea **COM**battant = crnomorski ratni brod), a nakon toga je identificirana kao klasa **Krasina**, sve dok za vrijeme pokušne vožnje nije snimljena iz blizine i otkriveno njezino pravo ime. Zanimljivo je da se sovjetski brodovi ne mogu identificirati prema brojevima koje nose na bokovima, jer se ti brojevi mijenjaju ovisno o misiji brod. S druge strane ispisivanje lažnih brojeva i imena na brodovima iste klase nije nepoznata praksa. Za prvim brodom uslijedila su još tri, pa je 1986. godine u sastav Sjevernomorske flote ušao **Maršal Ustinov**, a 1989. **Červona Ukrajina** ulazi u sastav Tihookeanske flote. Iz rasporeda ovih krstarica očito je da je njihova namjena da budu potpora bojnim krstašima klase **Kirov**, no mogu biti i zastavni brodovi sastava ratnih brodova. Sve četiri krstarice građene su u brodogradilištu "Nikolajev Sjever" ("61. Komuna") u St.Petersburgu, a posljednja - **Vilna Ukrajina** (bivši **Admiral Lobov**), namijenjena je Ukrajini kao admiralski brod i treba biti završena tijekom ove godine.

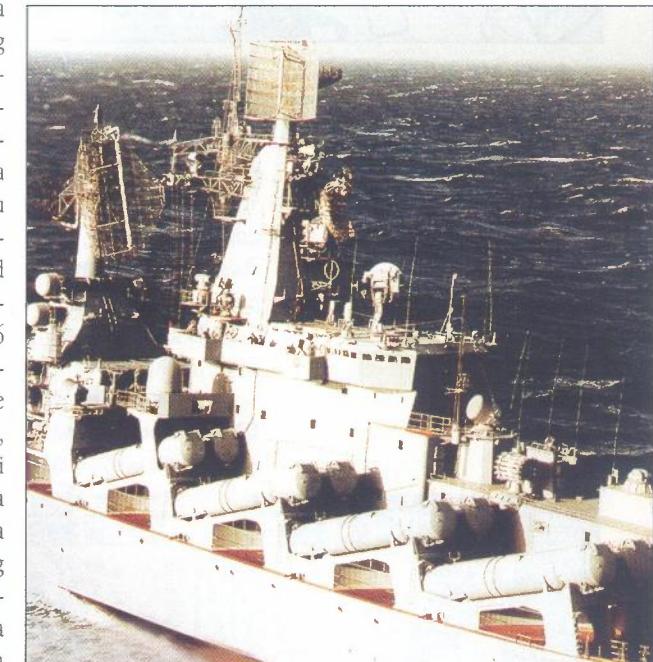
Konstrukcijske značajke

Glavni pogonski sustav *Slave* tipa **COGOG** sastoji se od šest plinskih turbina, četiri glavne koje se koriste u borbenim situacijama i dvije za krstarenje. Ukupna snaga cijelog pogonskog sustava je 115,000 KS, što krstarici daje najveću brzinu od 32 čvora (59,2 km/h) i brzinu krstarenja od 18 čv uz akcioni polujmer od oko 6000 milja (11.000 km). Funkcionalno brod s posadom od 500 ljudi

(60 časnika) može se podijeliti na dva dijela, pri čemu su na prednjem dijelu smješteni sustavi za borbu protiv površinskih ciljeva (silosi raketa i topničko naoružanje) a na stražnjem protuzrakoplovni raketni sustavi i helikopterska platforma. Duljina je broda određena zapravo dimenzijama lansera raketnih sustava, ponajprije sustava 4K80.

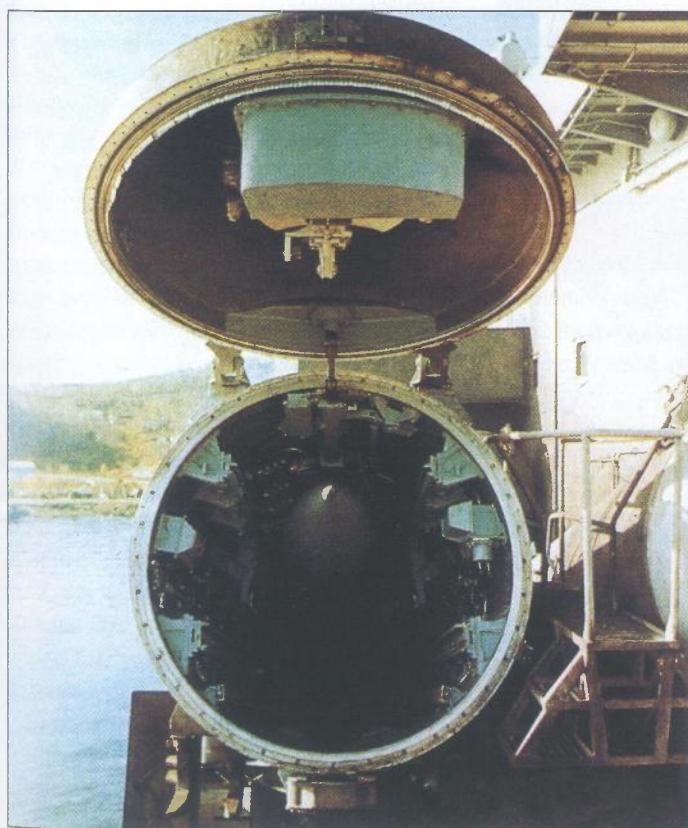
Protubrodsko naoružanje

Protubrodski sustav **4K80 "Bazalt"** (SS-N-12 "Sandbox") glavno je ofenzivno oružje krstarica klase *Slave*. Sa svake strane prednjeg nadgrađa na posebnim čeličnim konstrukcijama (ispod kojih postoje prolazi za posadu) smještena su četiri dvostruka lansera postavljena pod kutem od osam stupnjeva (ukupno 16 lansera). Nakon ispaljenja lanseri se ne mogu više puniti, nego se to mora činiti ili s pomoćnog broda ili u luci. Raketa tipa

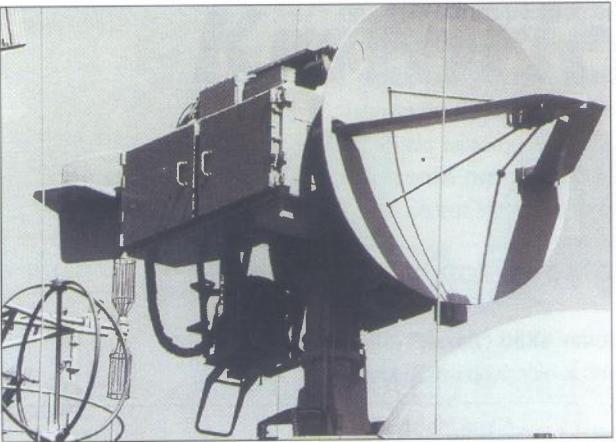


Na središnjem dijelu *Slave* jasno su uočljivi lanseri sustava 4K80 "Bazalt" (SS-N-12 "Sandbox")

P-500 nosi 1000 kg eksploziva ili nuklearnu bojnu glavu, a služi ponajprije za napadaje na velike površinske ciljeve kao što su nosači zrakoplova. Ova raketa na tekuće gorivo dužine 11,7 m i težine 5,5 tona leti brzinom od 1,7 M uz domet od oko 550 km. Prvi dio putanje može se predprogramirati, dok se u završnoj fazi putanje uključuje vlastiti radar. Podaci o cilju dobivaju se od drugog broda, letjelice ili satelita. Primarna uloga helikoptera **Kamov Ka-27 "Helix"** ukrcanog na krstaricu je navođenje rakete na udaljenosti preko radarskog horizonta. Na pramcu je smješten dvocijevni automatski top **AK-130M**, kalibra 130 mm. Ovaj oružani sustav - inače najsnajnije topničko oružje u sastavu ruske ratne mornarice, već smo opisali u tekstu o razaračima klase **Sovremeni** pa ćemo samo ponoviti temeljno. Domet oružja iznosi 23 km (prema podacima proiz-



Otvorena vrata spremnika s raketom P-500



Radar MR-145 "Lev" služi za upravljanje paljborom topova kalibra 130 mm

vodača), dok je brzina paljbe (ukupna za dvije cijevi) čak do 86 granata u minuti, što topu daje mogućnost djelovanja protiv ciljeva na moru, ali i u zraku. Top koristi više vrsta streljiva (doknada 180 granata): predfragmentirano s udarnim upaljačem, predfragmentirano s radio-upaljačem i streljivo s daljinski upravljenim upaljačem. Topom upravlja sustav za upravljanje paljborom tipa **MR-145 "Lev"**, (NATO kodne oznake "Kite Screech"), koji je na *Slava* smješten iznad zapovijednog mosta. Za blisku proturaketnu obranu služe šesterocijevni topovi **AK-630M** velike brzine paljbe, dva postavljena na prednjem dijelu broda (između zapovijednog mosta i glavne topovske kule), te četiri na srednjem dijelu broda (po dva sa svake strane). Njima upravlja ciljnički radar **MR-123 "Vympel" ("Bass Tilt")** ili operater pomoću optičkog ciljničkog uređaja "**Kolonka-II**". Premda



Rotirajući lansirni bubnjevi sustava S-300F "Rif" (SA-N-6)

krstarice klase *Slava* nisu protupodmornički brodovi, one imaju određene mogućnosti borbe protiv podmornica. Za to im prvenstveno služi ukrcani helikopter Ka-27 za koji na stražnjem dijelu broda postoji hangar. Hangar je nešto niži od poletno-sletne palube s kojom je spojen kosom rampom. Krstarica raspolaže i s dva sonara, jednim smještenim u pramac broda tipa "**Bull Horn**" koji vjerojatno radi u području srednjih i niskih frekvencija, te aktivnim vučenim sonarom promjenjive dubine "**Mare Tail**" koji radi u području srednjih frekvencija. Na prednjem dijelu broda nalaze se dva bacaća protupodmorničkih dubinskih bombi **RBU-6000**, svaki s po 12 raketama koje imaju punjenje po 31 kg eksploziva, što nije dovoljno za teže oštećivanje većih podmornica. Na stražnjem dijelu broda, u ravnini hangara, u trupu

su smještena dva peterostruka torpedna aparata tipa **M-53** kalibra 533 mm iz kojih se mogu ispaljivati i protupodmornička torpeda.

Protuzrakoplovni sustav S-300F "Rif"

Temeljno protuzrakoplovno naoružanje klase *Slava* čini kao i na klasi *Kirov* protuzrakoplovni raketni sustav **S-300F "Rif"** ili "Fort" s vertikalnim lansiranjem (**SA-N-6 "Grumble"**), razvijen u birou "Altair". Kopnena inačica ove "obitelji" protuzrakoplovnih sustava **SA-10** nalazi se u sastavu hrvatske PZO. Na brodovima se ovaj sustav prvi put pojavio 1977. godine na krstarici **Azov** klase **Kara**, sa samo četiri lansera i osam raket, očito na pokusima. Temeljna namjena bila je stvoriti brodski PZO sustav kojim bi se moglo djelovati po protivničkim zrakoplovima prije nego oni dođu u poziciju da ispale svoje protubrodske projektile, što je postignuto obzirom da raka ima domet od 90 km za ciljeve na visini od 2000 m, dok je daljina otkrivanja za ciljeve na visini do 25 m oko 25 km. Sustav može gađati do šest ciljeva i na njih istodobno navoditi 12 projektila **5V55**. Brzina ispaljivanja raket je vrlo velika (svake 3 sekunde) što omogućuje borbu i sa masovnim zračnim napadajem. Time se pruža učinkovita zaštita ne samo krstarici već i čitavom plovnom sastavu u kojem ona plavi. Raketa **5V55** ima pogon na čvrsto gorivo i sastoji se od jednog stupnja, a može gađati ciljeve koji se kreću brzinom do 4200 km/h. Nosi bojnu glavu težine 130 kg koja se aktivira blizinskim upaljačem, a zanimljivo je da se raketa može koristiti i za gađanje površinskih ciljeva. Lansira se vertikalno, tako da se motor pali tek nakon napuštanja lansirnog bunara (tzv. hladno lansiranje). Usmjerenje rakete i njen kut uvijanja se automatski unose u memoriju sustava za vodenje iz sustava za upravljanje paljborom. Čitav lansirni sustav smješten je na sredini broda i sastoji se od osam lansirnih bubnjeva sa po osam raket u svakom, pri čemu se nakon svakog lansiranja bubanj okreće i donosi novu raketu u lansirnu cijev. Rakete dolaze tvornički smještene u lansirne kontejnere, a proizvođač garantira da ih ne treba provjeravati čak 10 godina. Iza dimnjaka nalazi se dizalica koja služi za ponovno punjenje lansirnih bubnjeva kontejnerima s raketama. Ovaj je proces velikim dijelom automatiziran i maksimalno pojednostavljen. U sklopu sustava za upravljanje paljborom na brodu se nalazi i simulator za izobrazbu operatora. Sustavom S-300F upravlja radar na Zapadu označen kao "**Top Dome**" koji radi u "J" frekventnom području. Na krstaricama klase *Slava* nalazi se po jedan radar ovog tipa smješten na stražnjem dijelu broda odmah do helikopterskog hangara, a prepoznatljiv je po svom karakterističnom zvonastom obliku. Osnovne parametre o zračnoj situaciji upravljačko središte dobiva od skupine motričkih radara "**Top Pair**" smještenih na stražnjem jarbolu, ili od raznih pasivnih senzo-

ra. Na temelju tih podataka radar "Top Dome" se usmjerava i preuzima cilj. Sustav navođenja raketa je tzv. "vođenje putem raketne" što znači da raketa prima signal reflektiran od cilja svojim senzorom te podatke o tome šalje radio-linkom prema brodu, odakle prima ispravke leta. Radar ima višefunkcionalnu antenu tipa fazirane rešetke koja rotira po azimutu, dok je zraka elektronski stabilizirana kako bi se uklonio utjecaj valjanja i posrtanja broda. Čitavo "zvono" radarskog sustava je učvršćeno pod kutem od 20 stupnjeva u odnosu na horizontalu, a na prednjoj površini radarskog postolja vidljive su tri polucilindrične antene za radio-link s raketom. Stručnjaci na Zapadu smatraju da je učinkovitost ovog PZO sustava ograničena zbog postojanja samo jednog radara za usmjeravanje raketa (na Kirovu postoje dva radara ovog tipa, pretpostavlja se i zbog bolje pokrivenosti zračnog prostora).

Sustav 4K33 "Osa-M"

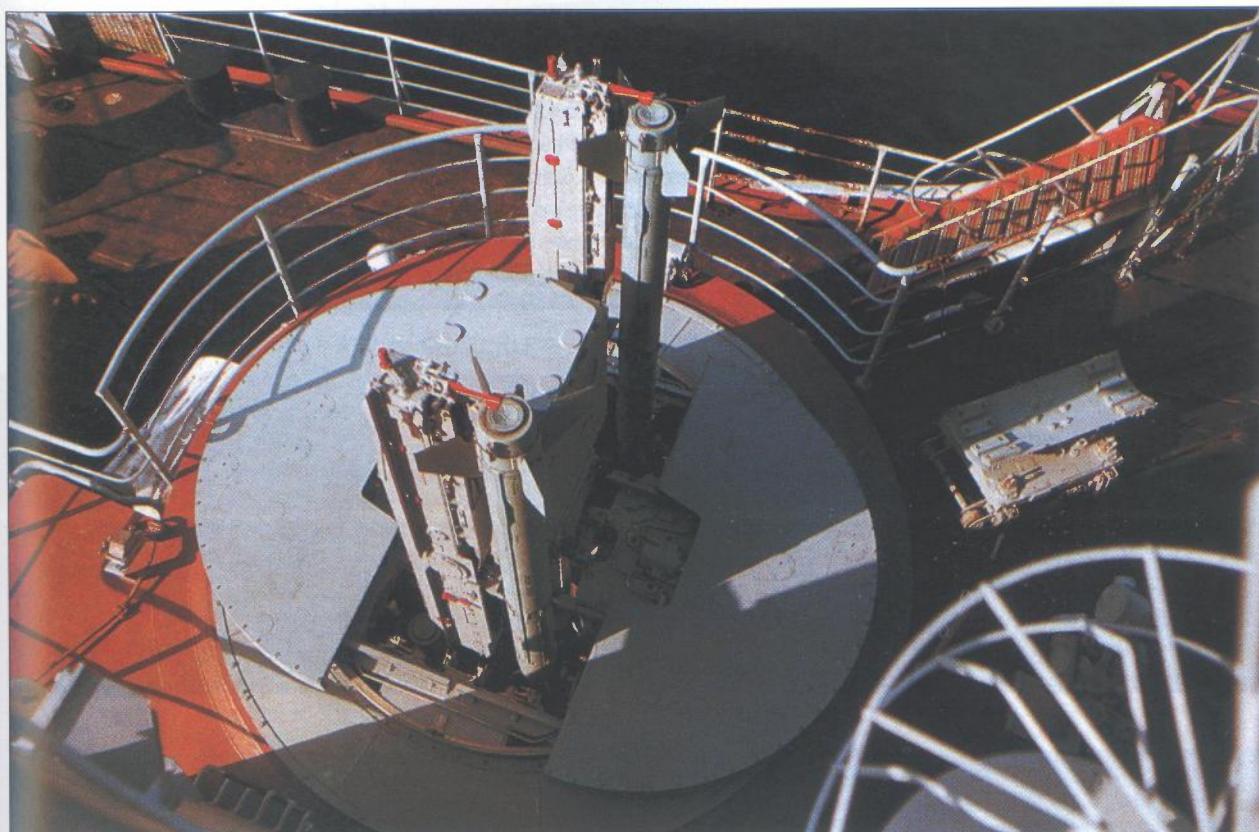
Protuzrakoplovni raketni sustav 4K33 "Osa-M" namijenjen je borbi protiv ciljeva u zraku, ali i na površini na manjim udaljenostima. Sustav koristi radio-komandama upravljane rakete tipa 9M33M5 kojima se mogu obarati ciljevi odrazne površine do $0,1 \text{ m}^2$ na udaljenostima od najmanje 1,2 do najviše 10 km. Najveća visina djelovanja raketne je 3050 m, brzina leta 2,5 M, a u boju glava teži 50 kg. Sustav čini uvlačivi lanser ZIF-122, sustav za upravljanje raketama 4R33 ("Pop Group"), te upravljačka konzola s tri operatera. Na klasi Slava postoje dva sustava "Osa-M" (SA-N-4 "Gecko") smještena sa strana helikopterskog hangara. Njihovi sustavi za upravljanje nalaze se

odmah iza njih, a sastoje se od kružne antene radara koji prati raketu u letu i manje antene koja šalje radio-komande tijekom leta. Na vrhu uređaja je parabolični motrilački radar. Kad se raketa nađe u blizini cilja može se (po izboru) aktivirati blizinjskim upaljačem ili radio signalom. Drugi način se koristi u slučaju da treba uništiti cilj koji se kreće na vrlo maloj visini od površine, pa bi se blizinski upaljač mogao aktivirati ranije no što je to potrebno. "Osa-2M" zastupljena je na velikom broju plovića u sastavu raznih mornarica u svijetu.

Senzorski sustavi broda

Glavni senzorski sustav krstarice je trodimenzionalni radar za motrenje zračnog prostora "Top Pair" smješten na stražnjem jarbolu. Ovaj je sustav zapravo kombinacija dvaju radarskih sustava ("Top Sail" - veća osmerokutna 3D antena i "Big Net" - manja zakrivljena parabolična antena), a originalni ruski naziv je MR 600 "Voshod". Prema dostupnim informacijama sustav radi u C/D frekventnom području, a domet otkrivanja ciljeva veličine bombardera je 366 km, a 185 km za cilj odrazne površine 2 m^2 . Za otkrivanje ciljeva na morskoj površini (sekundarno i u zraku) služi radar "Top Steer" smješten na vrhu prednjeg jarbola koji je također neuobičajena kombinacija dvaju radara koja se pojavila na prva tri razarača klase Sovremenij, te na prve dvije krstarice klase Slava, da bi kasnije bili zamijenjeni novim radaronom "Fregat" ("Top Plate"). Jedan od radara u kombinaciji podseća na "Top Sail", ali je manjih protežnosti, dok je drugi standardni navigacijski radar "Head Net A" ili njegova modificirana izvedenica. Prema zapadnim izvorima nije jasno da li

Protuzrakoplovni raketni sustav 4K33 "Osa-M"





Krstarica *Slava* u plovidbi

su ova dva radara samo slučajno montirana na istoj osovini ili je riječ i o funkcionalnoj vezi. Bilo kako bilo zna se da ovaj radarski kompleks djeluje u D/E/F frekvencijskom području, te da vjerojatno ima mogućnost određivanja visine letjelice, što bi značilo da je funkcija sustava navođenje brodskog helikoptera ili ostalih letjelica koje djeluju u suradnji s brodom. Odmah ispod sustava "Top Steer" nalazi se navigacijski radar "Palm Frond", te ispod njega radarski sustav s neuobičajenom ver-



Kraj hangara za helikopter smješteni su lansirni bunar "ZIF-122" sustava "Osa-M" i pripadajući radar 4R33, a na njegovom krovu je ciljnički radar "Top Dome". Na palubi se vidi skupina lansera sustava S-300F i dizalica za punjenje raketama, a na bokovima su bacači mamaca "ZIF-121"

tikalno orijentiranom antenom tipa "Front Door/Front Piece", namijenjen za navođenje raketa brod-brod 4K80. Zajedno s radarem u sustav je uključen i uređaj za slanje upravljačkih signala raket putem radio-linka. Na stražnjem jarbolu broda vidljivo je osam antena loptastog oblika tipa "Side Globe" namijenih za elektronsko ometanje protivničkih radarskih emisija. Odmah ispod gornje skupine kupola sustava "Side Globe" nalaze se

četiri zakrivljene plohe prekrivene pločama dielektričnog tvariva, od kojih svaka pokriva jednu četvrtinu polusfere okolnog prostora broda. Riječ je o sustavu "Rum Tub" namijenjenom za hvatanje i raščlambu protivničkih radarskih emisija, a brod ima i detektore IR emisija. Od ostale elektronske opreme, na brodu se nalaze dva prijamnika signala sa satelita "Punch Bowl" kojim se prenose podatci o cilju za gađanje raketama "Bazalt", te data-link sustav tipa "Bell Crown".

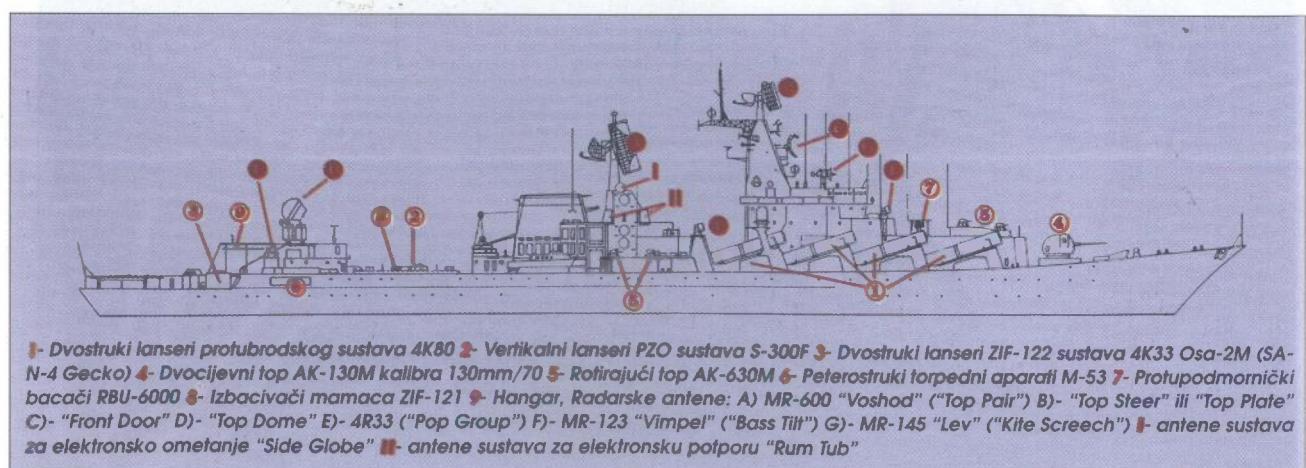
Kao dodatak sustavima za upravljanje paljbom brod raspolaže s dva optička direktora "Tee Plinth" i tri "Tilt Pot". Prema ruskim izvorima brod raspolaže lanserima radarskih i IC ometača ili lažnih ciljeva originalnih naziva PK-10 s po šest dispanzera sa svake strane broda, te s PK-2 s po dva dispenzera.

Zaključno razmatranje

Danas, silom prilika u kojima se našla ruska

ratna mornarica, prisiljena da sa svoje flotne liste zbog velikih troškova održavanja otpisuje i dio novijih plovnih jedinica, krstarice klase *Slava* imaju šansu dobiti važniju ulogu no što im je bila prvotno namijenjena. Naime, uslijed vjerojatnog povlačenja iz naoružanja čak tri od četiri broda klase *Kirov* uslijed odustajanja od ponovnog punjenja njihovih nuklearnih reaktora (zbog visoke cijene) može

se dogoditi da krstarice klase *Slava* preuzmu njihove zadaće. Sada se vidi koliko su bili dalekovidni mornarički stratezi koji su predviđeli gradnju klase brodova s klasičnim pogonom, koji je znatno jeftiniji za operativno održavanje. Povjesno gledano, ratni brodovi ove klase neće ostati zapamćeni po revolucionarnom dizajnu ni po lijepom izgledu, već jednostavno po tome da su sagrađeni kako bi služili svrsi i to uspješno čine.



PROTUMINSKA OBRANA



Britanski minolovac / lovac mina HMS Atherstone klase Hunt snimljen tijekom operacija u Perzijskom zaljevu 1991. godine

Rat u Perzijskom (Arapskom) zaljevu 1991. godine pokazao je kako je konvencionalna minolovna oprema nedovoljna za borbu protiv sofistici- ranih minskih oružja, jer se nije pridavalo dovoljno pozornosti inovacijama i razvoju minolovnih djelatnosti.

Članci objavljivani u stručnoj literaturi od 1987. godine nadalje, uglavnom su obaveštajno-promidžbenog značenja. Tako si britanska ratna mornarica pripisuje glavnu zaslugu za uspješno čišćenje minskih polja u Perzijskom zaljevu dvonamjenskim minolovcima klase **Hunt**. Činjenica je da Britanci imaju dosta iskustava u gradnji minolovaca sa stakloplastičnim trupom i primjeni magnetske modularne minolovke koja zamjenjuje klasične minolovne sustave petljaste i elek-

trodne koncepcije. Velika Britanija je bila prva zemlja koja je za potrebe ratne mornarice uspješno projektirala i izradila prvi stakloplastični dvonamjenski brod **HMS Wilton**, porinut u siječnju 1972. godine.

U listopadu 1985. godine udržilo se nekoliko britanskih tvrtki kako bi ratne mornarice stranih zemalja zainteresirale za suvremene sustave protuminske obrane, osobito za novi magnetski višenamjenski modularni sustav, koji se može uspješno suprotstaviti sofisticiranim nekontaktnim minama.

Belgijska, nizozemska i francuska ratna mornarica morale su u zajedničkom programu izgradnje lovaca mina **Tripartite** idejni projekt podrediti zahtjevima protuminske borbe po preporuci NATO-a, te ga ponovno preispitati i prirediti tako da brod bude

Dulje vrijeme se minama nije pridavala veća pozornost, no one ponovno dobijaju na značaju, a time raste i važnost sredstva za njihovo otkrivanje i uništavanje

B. S. APARNIK

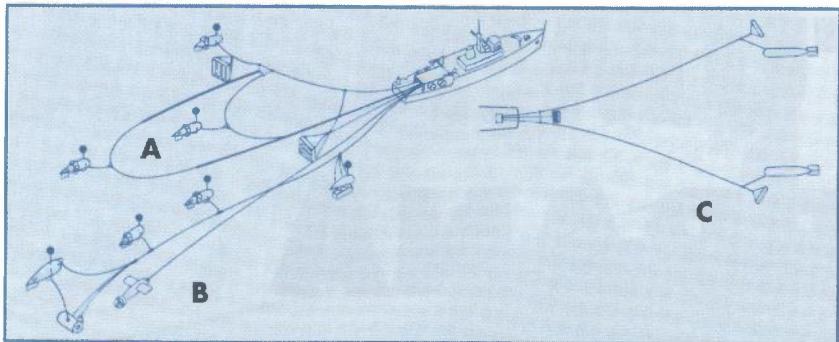
sposoban učinkovito osigurati slobodnu plovidbu u priobalnim vodama. Taj brod, dužine 47 m, širine 9,6 m, visine 3,6 m, punog deplasmana 595 tona, najveće brzine minolova 10 čv i akcionog polumjera 3000 nautičkih milja, s dva sporohodna Dieselova motora snage 1,37 MW može lovit sidrene mine do dubine 80 m i nekontaktne mine svih vrsta uporabom klasične minolovne opreme, nije osposobljen primiti novi tip minolovne opreme na načelu magnetskih modula. U biti, promjene idejnog projekta očitovale su se u produženju i proširenju minolovne palube, zamjeni "A" okvira na krmenom zrcalu s fleksibilnjom višenamjenskom zglobnom dizalicom, ponovnoj obradi težišta broda, reviziji istisnine i dodavanju dodatnog dizel generatora, kako bi se korigirala potencijalna ranjivost u opskrbi električnom energijom. Na temelju sličnog rješenja gradi se novi belgijski višenamjenski protuminski brod pune istisnine 620 tona.

Magnetski moduli, odnosno njihovo načelo rada promjenljivom magnetizacijom, moglo bi poslužiti u racionalizaciji kompenzacijских zavojnica, brodskom magnetizmu, odnosno demagnetiziranju ("degaussing") raznih sustava na čeličnim i stakloplastičnim brodovima.

Izraz "degaussing", koji se udomaćio u pomorskoj stručnoj terminologiji, izведен je iz cgs-elektromagnetske jedinice za gustoću magnetskog protoka u čast njemačkog znanstvenika Karla Fredericka Gaussa. Prema prijedlogu tvrtke GEC-Marconi moguće je izvesti kompletno demagnetiziranje broda



Lovac mina Eridan, prvi brod klase Tripartite



Minolovke: a) elektromagnetska, b) akustična, c) mehanička divergentna

pomoću modula promjenljive magnetizacije. Postojeće zavojnice demagnetizacije moguće je u cijelosti ili samo djelomice nadomjestiti na mjestima najveće ranjivosti broda. Tako se tvrdi da bi do 400 malih pakovanja modulnih jedinica uz tri glavne petlje moglo biti dostatno da se kompenzira fizičko magnetsko polje broda. Prigodom oštećenja jednog ili više modula susjedni mogu preuzeti funkciju demagnetizacije oštećenog sektora, što kod složenog sustava zavojnica nije moguće jer je potrebno imati doknadni sustav zavojnica strogo određene izvedbe i namjene ili otkloniti oštećenje što je u ratnim uvjetima često nemoguće.

Protuminski brodovi i sredstva za otkrivanje mina

U ratnim mornaricama **protuminski brodovi (PMB)** su dugo vremena bili na samom rubu razvojnih interesa. Bila su to mala, zastarjela, neugledna plovila, koje je posjedovalo veći dio mornarica, a čiji sustavi protuminske obrane nisu usavršavani. Činjenica da se ti brodovi bave neatraktivnim poslom, koji se često svodi na rutinske ophodnje, pridonijela je općem padu zanimanja za protuminske sustave i razvojna istraživanja na njima, što se može dokazati opadanjem izvora financiranja i smanjivanjem opsega namjenskih istraživanja u tom području. Protuminski sustavi ponovno su zaokupili ratne mornarice svijeta tek kad su mine u početku 80-tih godina prekinule pomorske trgovачke puteve na Crvenom moru. Moderno minsko ratovanje kao jedna od najčešćih metoda koja osporava korištenje mora, prisililo je ratne mornarice da na njega obrate veću pozornost.

Zainteresiranost i značenje koje je tadašnja sovjetska ratna mornarica pridala akciji u Crvenom moru, vodilo je ubrzanim razvojnim programima različitih protuminskih brodova i potaknula nova istraživanja i razvoj nove specijalizirane konstrukcijske

tehnike. Rezultat je bio skok cijena protuminskih brodova koji je mnogim mornaricama onemogućio kupnju suvremeno opremljenog protuminskog broda. Tako je kašnjenje u nabavi modernog protuminskog oružja dovelo mnoge zemlje u situaciju da nemaju odgovarajuću modernu protuminsku

lovci mina.

Planiranje protuminskih djelovanja, zahtjevi i metode protuminske obrane moraju biti sagledani u svjetlu suvremenih tehnologija.

Glomazna vučena žičana **minolovka** jedna je od metoda borbe protiv mina, no ona je učinkovita samo za sidrene mine, a ne uništava na dnu ležeće mine. Za njihovo učinkovito lociranje i klasifikaciju bili su potrebni dodatni uređaji. Poboljšanja u izradi raznih zvučnih **sonara** i njihovih performansi omogućila su da se oni razviju u sustave koji su sposobni otkriti svaku minu i locirati njezin položaj.

Protuminski dvonamjenski brodovi opskrbljeni su vučenom minolovkom i sonarima, te orientirani na uništavanje mina žičanom minolovkom i tehnikom lova mina. Dvonamjenska uloga zahtjeva mnogo izdvo-



Moderna francuska akustična minolovka AP 5

obranu. Moguća alternativa bila je prenamjena civilnih brodova, kao dodatak postojećim snagama u vrijeme konfliktnе situacije (primjerice, mnoge zemlje imaju program popisnih minolovaca). Ovaj program je pogodovao mnogim zemljama, no on ne daje konačno rješenje za razvoj protuminske obrane u ratnim mornaricama. Određeni se brodovi za potrebe izobrazbe opremanju kao

jenih uređaja udruženih u zajedničku cjelinu, što za mali brod predstavlja problem čije se rješenje tražilo u izgradnji više malih jednonamjenskih jedinica s preciznim pozicionim uređajem koje vuku minolovku sa zamršenim vučnim priborom. Taj jednonamjenski koncept usvojen je ponajprije radi snižavanja cijena stajanja kod ugradnje minolovne opreme u manje forme trupa.

U budućnosti će trebati uvažiti zahtjeve za višenamjenskim protuminskim brodom. Pojavit će se zahtjevi da se minirani prostor razminira pomoću sonara za pretraživanje dna koji će otkrivati mine među nepoznatim objektima ukopanjim ili maskiranjem na morskom dnu. U konfliktnim situacijama trajanje ovih operacija je često predugo, te se u tom slučaju predlažu koncepti za brzo "pretraživanje rute".

Hidrografska plovila u vrijeme mira skupljaju podatke ponajprije na



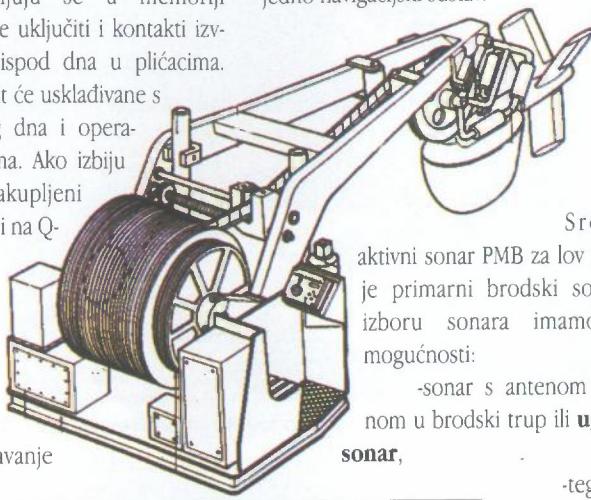
Nizozemski minolovac Zierikzee spušta u more protuminsku ronilicu PAP 104

potencijalnim strateškim rutama (**Q-ruta**), a zatim i na površinama manjeg operativnog značenja. Svi sonarni kontakti ostvareni na razmatranoj površini s odgovarajućim klasifikacijama pohranjuju se u memoriji računala, a mogu se uključiti i kontakti izvjesnih profiliranja ispod dna u plićacima. Nove informacije bit će uskladivane s prirodnom morskog dna i operativnim ograničenjima. Ako izbjegu neprijateljstva sakupljeni podaci se pozivaju i na Q-rute dolaze PMB, sada istražujući samo kontakte koji prije nisu uočeni što ubrzava otkrivanje i ako je potrebno, uništavanje mina.

Ovaj koncept upućuje na višenamjenski protuminski brod koji se u miru može koristiti za skupljanje hidrografskih podataka za vojne i civilne svrhe, dok se u slučaju rata uz malo prilagođavanje brod pretvara u lovca mina. Višenamjenski PMB omogućuje odličnu izobrazbu posade, jer se oprema može koristiti za različite zadaće.

Plovilo kombinirane namjene mora imati potrebne performanse, senzore i zapovjedno informacijski sustav koji mora biti sposoban udovoljiti svim zahtjevima otkrivanja i uništavanja mina, te hidrografskog izviđanja. Primarni senzori uključuju aktivne sonare za tehnologiju "lova mina" i za bočno visokorezultno motrenje (sidescan), precizne pretraživačke ehosondere i **daljinjski vođena plovila** (Remote operated vehicles, ROV). Ovi senzorski međusklopovi šalju informacije videoterminalu zapovjednog informacijskog sustava. Ako su radio-pozi-

cioni sustavi, kao npr. Racal Hyperfix, uvezani sa zapovjedno informacijskim sustavom, moguće je točno pozicioniranje potrebno za vođenje broda i imamo zapovjedno navigacijski sustav.



Sustav sonara promjenljive dubine Salmon

aktivni sonar PMB za lov na mine je primarni brodski sonar. Pri izboru sonara imamo dvije mogućnosti:

-sonar s antenom ugradenom u brodski trup ili **ugrađeni sonar**,

-tegleni sonar s promjenljivom dubinom

antene ili **sonar promjenljive dubine**.

Sonar promjenljive dubine ima određene prednosti, ali ima složenu opremu koja je neprimjerena za manje brodove. Ugrađeni sonar je tradicionalni protuminski pribor i mnogo se primjenjuje. Vučeni sonar s bočnim skaniranjem snopa (sidescan) je temeljno sredstvo za hidrografsko izviđanje i pretraživanje ruta, te ujedno i dopuna glavnog sonaru pri pretraživanju kanala. Mnoga poboljšanja vučenih sustava (towfish) i idejna rješenja pretvarača dugujemo napretku procesiranja signala. Na taj su način uklonjena odstupanja koja proizlaze zbog različitih brzina plovila i veličina

vučenog tijela (antene). Jačanje kontakata digitalnim procesnim metodama daje čisto primanje bez zahtjeva za visoko kvalificiranim poslužiteljima.

Grafički zapisi sonara različitih pretraženih površina mogu se koristiti za izradbu kompletnih zamljovida morskog dna. S identifikacijom dviju točaka pozicije, može se postići orientacija zemljovida. Primanjem podataka na video-rekorderu (playback) može se bez poteškoća izvesti raščlamba osobina dna i klasifikacija kontakata čemu je pridonio sonar s bočnim skaniranjem snopa kao glavni uredaj minolovnog sustava.

Ključ uspjeha višenamjenskog koncepta leži u fleksibilnosti zapovjedno-informacijskog sustava koji vrši potpunu međusklopnu integraciju svih senzora, procesiranje i prikaz podataka.

Svekolika slika sposobnosti višenamjenskog sustava dobiva se ako razmotrimo mogućnosti svih njegovih operacija:

- hidrografsko pretraživanje,
- pretraživanje ruta,
- lokacija mina i njihovo uništavanje.

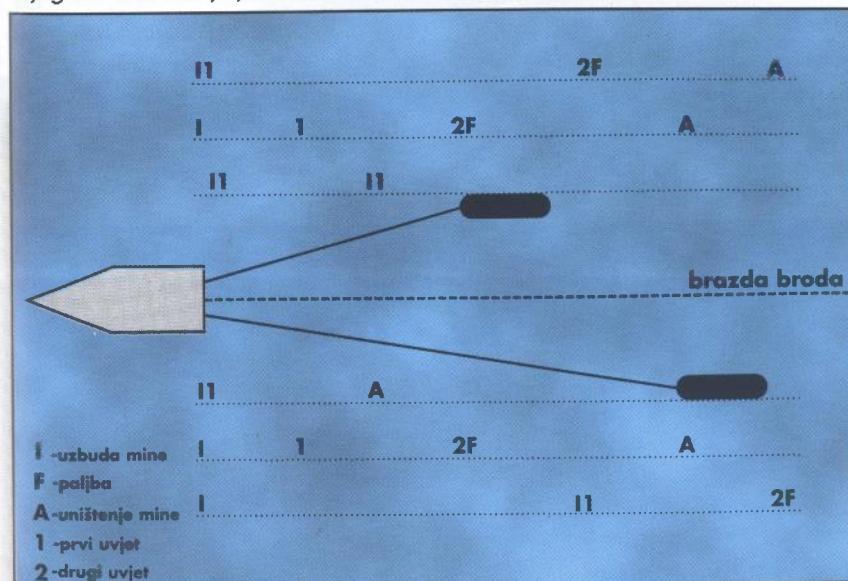


Pokazivač radio-pozicionog sustava Racal Hyperfix

Prigodom hidrografskog pretraživanja digitalizirani zvuk ehosondera je zajedno s pozicijom pohranjen (memoriran) na magnetsku jedinicu. Sonar s bočnim skaniranjem snopa služi za početno kartografiranje dna, uočavajući bilo koje promjene u njegovim značajkama. Indirektna obradba i postprocesiranje podataka izvode se tijekom plovidbe. Kartografiranje dna obavlja se pomoću slike koju daje sonar (sonargrafoskop), pseudotropotrežno pomoću razvijenog digitalnog modela. Usporedba ovih zemljovida daje točan i sažet prikaz svih informacija potrebnih za planiranje Q-ruta.

Kad je planiranje završeno plovilo se prilagođava i opskrbljuje novim podatcima pohranjenim na speed disku. Tijekom pretraživanja rute plovilo se vodi usporednim stazama ukazanim Q-rutama, tako da precizno locira i klasificira sve značajne kontaktnе točke. Na videoterminalu se izdvajaju značajne točke kontakata i unose na pokazi-

Dijagram uništavanja jednostavnih mina



vač zapovjedne konzole broda. Uz to, protumski sonar je tijekom operacije za davanje dodatnih lokacija direktno spregnut na zapovjedno-informacijski sustav. Svi podatci rute su pohranjeni na disku. Konačna faza svekolike operacije izvodi se kad se očekuje da će mine biti otkrivene, a plovilo se tada oprema kao lovac mina.

Ranije snimljeni podatci o morskom dnu pozovu se iz memorije i prikažu na zapovjednom pokazivaču dok plovilo prati Q-rutu tražeći samo nove točke kontakta, čime je moguće brže pronađenje i uništavanje mina, te se tako postiže smanjenje zastoja pomorskog prometa i brže omogućava sloboda plovidbe.

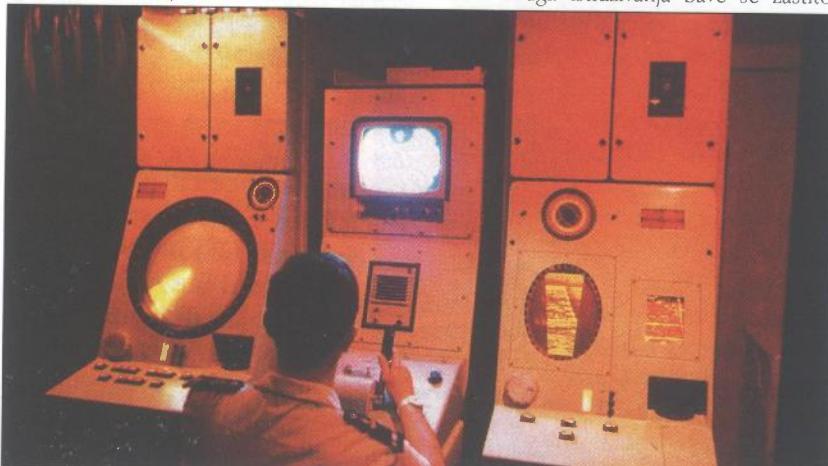
Uporabom kombinacije najsuvremenijih zapovjedno-informacijskih sustava i hidrografске tehnologije, tvrtka "Racial Positioning System", razvila je kombinirani višenamjenski sustav, sposoban da udovolji svim ranije spomenutim zahtjevima. Modularni sustavi



Operatori pred displejima sonara za lov na mine Plessey Type 193M na minolovcu klase Hunt

ljeve, dok druge izdvajaju protuminske brodove i tada se aktiviraju.

Druga istraživanja bave se zaštitom



Mornarički časnik upravlja ronilicom PAP 104 u operativnom središtu minolovca klase Eridan

potiču razvoj konfiguracija koje će udovoljiti i potrebama mornarica malih zemalja.

Nova koncepcija protuminske borbe

Iako je mina u biti jednostavna, njezina se izvedba mijenjala pod utjecajem razvoja tehnologije. Uporaba mikroelektronike u modernim minama načinila je od nje sofistcirano i opako oružje, učinkovitije nego ikad ranije. Danas se najviše koriste na dnu ležeće nekontaktnе mine, od kojih je većina prilagođena za reagiranje na glavne zamjetljivosti broda - magnetsku, akustičnu ili na njihovu kombinaciju. Uz senzore u najnovije mine ugrađeni su i računari koji obrađuju podatke skupljene pomoću njih sa skupom algoritma, kako bi odredili kad je potrebno aktivirati minu. Na taj se način mina programira da reagira samo na odredene tipove ciljeva. Primjerice, neke se mine mogu programirati tako da su opasne samo za vrlo vrijedne ci-

mina od detekcije i razminiranja. Zaštita uključuje apsorpционе omotače koji reduciraju odraz sonara, uređaje koji omogućuju ukopavanje mine u dno i uređaje za prepoznavanje utjecaja fizičkih polja jednostavnih nekontaktnih minolovki.

Osobito veliki naglasak koji je prisutan u razvitku mina posljednjih nekoliko desetljeća, prirodno bi vodio očekivanju da su slična usavršavanja postignuta i u metodama protuminske obrane (PMO). To je točno kad

se radi o lovu mina, gdje je mnogo vremena i napora bilo utrošeno u više zemalja na gradnji brodova visokih manevarskih sposobnosti s malim fizičkim poljima koji imaju aktivne sonare s visokom sposobnošću otkrivanja ciljeva, daljinski upravljane ronilice i precizne navigacijske uređaje. Međutim, razminiranje minolovkama nije se usavršavalo na isti način, pa su se koncepti mehaničkih i nekontaktnih minolovki u posljednjih 40 godina samo neznatno promijenili. Neka dostignuća su se odnosila na poboljšanje hidrodinamičkih osobina minolovki, a neka na usavršavanje minolovaca. Nekoliko zemalja uspješno je za razminiranje koristilo helikoptere i daljinski vodene minolovce. Razminiranje mina minolovkama ostalo je u načelu nepromijenjeno, bez obzira da li se vrši mehaničkim minolovkama i rezačima za sjećenje užeta sidrenih mina ili relativno jednostavnim ali velikom snagom napajanim nekontaktnim minolovkama namijenjenim za uništavanje nekontaktnih mina.

Dosad su se koristile nekontaktnе minolovke čiji su se elementi rada prilagođavali tako da su uništavali minu (Mine Setting Mode) i uspjeh njihovog rada u velikoj je mjeri bio ovisan o obaveštajnoj procjeni tipa uporabljenih mina.

(nastaviti će se)



Američki obalni lovac mina USS Osprey



Najljepša strana raznovrsnosti

AC AUTOCROATIA

Trgovina i usluge, društvo s ograničenom odgovornošću
Zagreb, Varšavská 4 Telefon: 041/459 466, 433 067, 432 229 Telefaks: 041/423 518

PUCH G

THE CROATIAN DEFENSE INDUSTRY

(Part II)

Croatian defense production is ready for new challenges that will greatly depend on external circumstances. Croatian democracy has demonstrated itself capable of assessing the delicacy of the highly expensive undertaking of strengthening its defense industry and determining the optimal direction for future development

Milovan BUCHBERGER

Before the war, there was no manufacture of combat vehicles in Croatia except for the finishing of M-84A tanks.

At the beginning of the war, in order to protect soldiers from enemy infantry fire, commercial transport vehicles were armored. The first such combat vehicles were delivered to the Croatian Army in July of 1991. Except for protecting personnel against small arms, they lacked the

M-84 main battle tank



The first development project of an armored vehicle with high firepower. The 120 mm SOMB self-propelled mortar proved itself during Operation Maslenica in January of 1993





**Torpedo 130 T-7 4x4
WINTER tactical combat
vehicle**

characteristics of combat vehicles. Owing to the excessive mass of the multilayered armor, these vehicles could only be used on good roads.

In early October of 1991, based on the requirements of the Croatian Army for greater maneuverability, improved soldier protection and fire-power enhancement, the concept of manufacturing special vehicles originated. The first combat vehicle production projects were conceived by manufacturers and institutions of the domestic motor industry. For the first time, preliminary tactical and technical requirements for the development and production of combat vehicles were established in the Republic of Croatia. The key design factor was development time, i.e. how to reduce it to a minimum. Our industry started low series production of off-road vehicles in early 1992. This production formed the basis for the further production of wheeled armored combat vehicles. The models and prototypes that followed included light armored vehicles of various types. The hypothesis that the existing production of motor vehicle parts, units and systems could result in complete combat vehicles that meet the necessary economic criteria proved to be correct.

The first series of **Torpedo**

130 T-7 4x4 off-road vehicles with domestic 130 HP engines was produced during March of 1992. The domestic share of the final cost of this vehicle is over 60% and rising. In the field, these vehicles exhibited enviable characteristics. Before delivery, each vehicle has to pass extensive terrain tests including a 200 km off-road test. Leading specialists contributed to a feasibility study for the off-road vehicle. This study included a computer-based calculation of the vehicle's hauling ability.

Comparative analysis showed that the Torpedo 130 T-7 4x4 surpasses the basic vehicle in all aspects. Accordingly, this vehicle can be categorized in the group of tactical off-road vehicles with high specific power (16 kW/ton) and with a respectable dynamic factor of 0.91. These characteristics facilitate the mastery of the greatest natural and artificial obstacles. The fully loaded vehicle travels 400 m in 28 seconds, demonstrating exceptional battlefield agility. The domestically produced, supercharged, air-cooled BF6L 912S diesel engine

is responsible for this performance. In comparison with the earlier engine, its power is 20% higher. The use of this more powerful engine was justified, not only for artillery towing but also to enhance the vehicle's cross-country abilities. Centralized tire pressure regulation enables the driver to reduce tire pressure to 0.7 bars while driving. Driving on soft ground requires more power because of the higher resistance coefficient, for which the engine has the necessary spare power. It is important to stress that all the technical improvements were carried out on the basic T-110 vehicle and that we can expect even better power transmission design soon. The off-

**Izvidničko
(Reconnaissance) LOV IZV
4x4 light armored vehicle**



*Višecjevni lanser raketa
(MRL 128 mm) 128 mm
LOV RAK 24/128 4x4 light
armored vehicle during
fire action*



road vehicle model **130 T-7 4x4**

WINTER has a special diesel-fuel heating system for use at low winter temperatures. In addition, this model has a shock absorber bar for crossing uncleared terrains. In cooperation with a foreign manufacturer, Croatia produces a more powerful model of this vehicle, the **151 T-10 4x4 DEFENDER**. It has a 150 HP

engine, can transport heavy loads and tow heavy artillery pieces on rugged terrain. It has permanent 4-wheel drive and fully meets NATO standards.

Production of the LOV TORPEDO 4x4 light armored vehicle started at the end of 1992 after the detailed testing of two prototypes. Serial production of numerous models of the

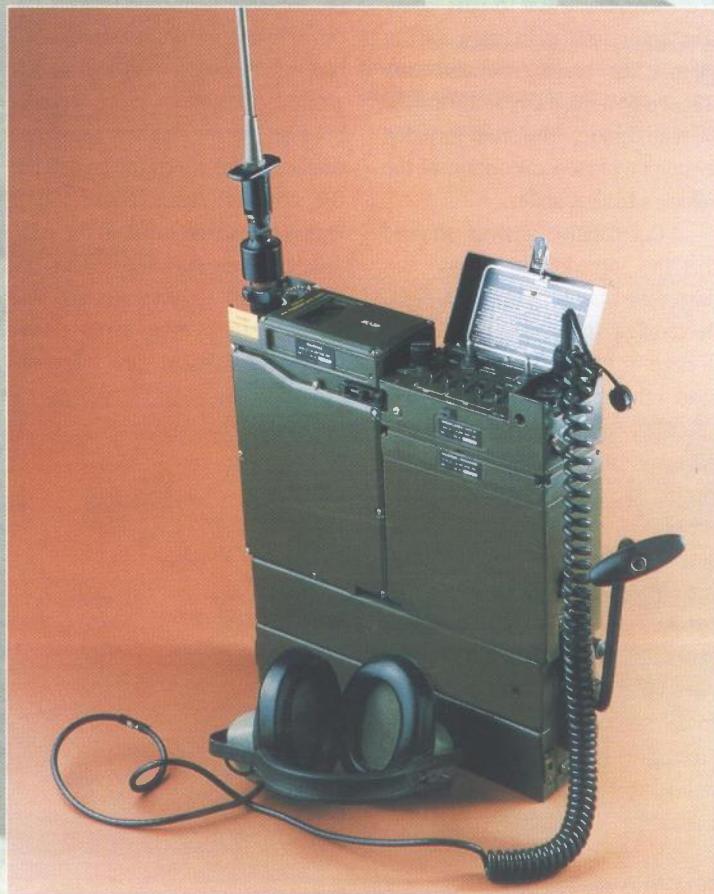
basic vehicle came later:

- LOV APC, 4x4, Transporter (APC) light armored vehicle
- LOV IZV, 4x4, Izvidničko (Reconnaissance) light armored vehicle
- LOV Z, 4x4, Zapovjedno (Command Post Vehicle) light armored vehicle
- LOV ABK, 4x4, Nuklearno, biološko, kemijsko (Nuclear, Biological, Chemical - NBC)
- LOV ED, 4x4, Elektronsko djelovanje (EW) light armored vehicle
- LOV RAK 24/128, 4x4, Višecjevni lanser raketa 128 mm (MRL 128 mm).

According to reports about LOV 4x4 use in the field, these vehicles are well received. LOV 4x4 combat vehicles are of original domestic construction modelled after a modern foreign light combat vehicle of the 2-ton payload class. Regarding key elements, the engine, transmission and wheels, the LOV 4x4 is standardized with the 130 T-7 4x4 tactical field vehicle. This is very valuable from the logistical viewpoint. The production cost of the basic domestic LOV 4x4 vehicle is several times lower than that of foreign producers, enhancing the value of domestic production.

The continued design of other vehicle models (fire control model and reconnaissance platform model)

RU-20 HF/SSB transceiver

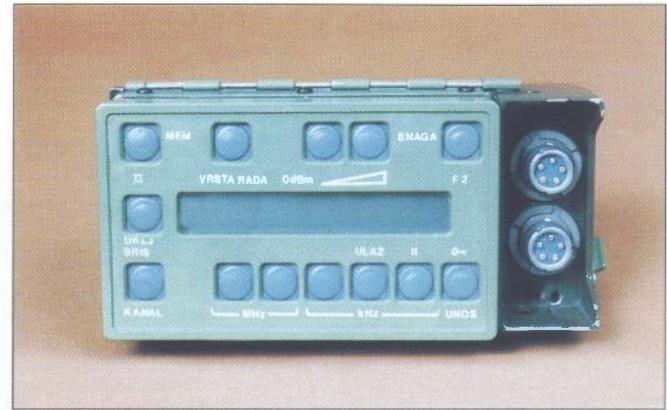


indicates the direction of further manufacture. The LOV 4x4 has been developed to meet the operational requirements of the Croatian Army, primarily as a general combat support vehicle and secondarily as a platform for combat systems and special equipment. The original design with a low silhouette and high maneuverability provides accommodation for eight soldiers and two crew members. It can be used for artillery towing, reconnaissance, as a command post, for fire direction, logistical support and combat. The 6 m³ of usable space inside the LOV APC is very roomy for its class. It has four doors (for the driver, assistant driver and fighting soldiers) facilitating rapid mount/dismount. This feature has no parallel among other vehicles in the same class. The high specific power of 17 kW/ton affords high maneuverability with a driving autonomy of 700 km. The tire pressure regulating system that controls pressures under 1 bar guarantees successful driving on all terrains. The LOV provides its crew and fighting soldiers with standard NATO protection against infantry weapons (7.62 x 51 mm). A high firepower model is equipped with 24/128 mm 4x4 MRL. The effective range of the rockets is 15 km. The LOV's standard defensive

armament is a 12.7 mm Browning AA gun. Its standard communication equipment consists of a HF transceiver and intercom. Also, there are LOV models with even more powerful engines and run flat tires that guarantee 50 km of driving after damage.

M-84A main battle tanks are produced using installed technologies together with newer domestic development and design efforts. We consider the increased share of the Republic of Croatia in the production of this combat vehicle from 20% to 40% as the significant result of arduous developmental efforts. The cost of domestic tank production is several times lower than in the majority of western countries.

The most important technical characteristics of the M-84A are as follows: a powerful gun - the highest tank gun caliber in the world (with the ability to fire 8 projectiles per minute), a powerful engine providing excellent maneuverability and dynamic characteristics, and a communication system with frequency hopping. The modern fire control system with passive sensors is of the new generation. This system works on the principle of "detect and destroy, even at night and under adverse weather." Besides day and night optronic sensors, it has a ther-



TRC-20H transceiver with frequency hopping

mosvision sensor (FLIR) that facilitates the detection of targets and their engagement at ranges of up to 6000 m. The "first shot" destruction probability of a moving armored enemy target (tank) is 96%. The average time needed for the destruction of a detected target is less than 10 seconds. This tank can destroy two armored targets within only 15 seconds.

Increased 12-cylinder engine power from 780 to 1000 HP is a result of original developmental effort. This enhancement has proved to be equally successful during tests as in the field, resulting in the solid specific tank power of 17.5 kW/t. The new domestically developed welded turret is similar to modern Western designs. Fitting reactive armor plates on this turret is a simple task. In



100 W HF/SSB transceiver

duced with the same basic characteristics but higher power outputs (up to 100 W).

Frequent changes of the front line required large amounts of field telephone lines that Croatia did not produce until the war. Now there is fully developed production of high quality field telephone cable with production capacities that fully meet our great needs.

Enemy tanks and other combat vehicles were usually captured with the communication equipment destroyed. To equip these vehicles, Croatia developed and manufactured **UMR-1** intercom systems and **helmetphones**.

The enemy laid a variety of land mines in meadows and fields that had to be removed. In the early days of the war, Croatia produced no mine detecting equipment. In the beginning, we used outdated mine detectors and sticks. Because of the delicate nature of mine detecting and removal, Croatia soon developed modern detectors for antipersonnel and antitank mines (DM-1 and TVM-1). This equipment proved to be highly efficient. These detectors are capable of detecting antipersonnel mines with very small quantities of metal (mines of the PMA-2 and PMA-3 types) at a depth of 5 cm soil cover. Antitank TMA-4 mines under 15 cm of soil are easily detected. Larger pieces of metal can be detected under a considerably thicker soil cover.

Our manufacturers designed and produced a variety of battery chargers, for our tanks and other vehicles. Today, various types of the most modern lead-acid battery chargers and general purpose Ni-Cd battery chargers have been developed in our country. We place emphasis on our two-channel **PA1750** charger with adjustable voltage (from 7 to 35 V), with automatic current regulation (from 5 to 50 A with an accuracy of 0.3 A).

For charging Ag-Zn batteries, we produce a modular 40-channel **PA15010** charger. The charging process of each module is controlled by a central microprocessor. The unit is of modern conception and intended for charging battery groups with a



PA-1750 battery charger

terms of maneuverability, firepower and protection, the M-84A main battle tank has similar characteristics to other modern designs of its kind. The family of designs based on the M-84A main battle tank includes a model with an elevating platform for anti-tank armament intended for use on a terrain with natural and artificial obstacles.

Existing technological resources for tank production are comprised of specialists, institutions, spe-

cial tools, technologies for producing armored hulls, fire control systems integration capabilities, final product finishing, installation, logistical support etc. Sophisticated equipment that we cannot produce is acquired through cooperative relations with technologically advanced and specialized companies and through domestic final system integration. In this case, completing a tank means managing

the product as a complete system. This also means that huge domestic capital is necessary that cannot be

easily financed.

Electronic and Telecommunication Equipment

Until the war, most of the military electronic and telecommunication equipment manufacture in the territory of the former Yugoslavia was not located in the Republic of Croatia. Knowing all our production data, the enemy tried to destroy what little we had. Through brutal missile attacks, the enemy destroyed the ELTING Factory, a manufacturer of communication equipment in Nova Gradiška. The RIZ Factory in Slunj, with the most modern SMD technology production line, was plundered. SMD technology is an essential factor in the production of modern communication equipment.

The **RU-20** HF/SSB transceiver (2 to 30 MHz, 20 W) was the only significant communication equipment formerly produced in Croatia. This transceiver had no communication protection and the enemy could intercept and jam every transmission. After developmental efforts, today Croatia produces the modern **TRC-20H** transceiver with integrated ECM functions (cryptography and frequency hopping). This unit can be portable, mobile or stationary. Units are pro-



duced with the same basic characteristics but higher power outputs (up to 100 W).

maximum charging voltage of 150 V and automatic current regulation from 0.5 to 10 A.

Under wartime conditions, without previous manufacturing experience, it was not simple to develop the basic equipment classified in the field switchboard group. Now Croatia has modern field switching boards of domestic design. Such units have small dimensions, are controlled by a microprocessor and are simple to use. The **HITC-10** field switchboard makes connections among ten field telephone users. The unit can handle up to five simultaneous connections, with the option of circular connections.

To meet Croatian Army needs, industry started production of another device, a handheld data terminal. This device is also microprocessor-controlled. It is used for the rapid input and transfer of nonvoice messages and various other data in wire and radio communications. The processor part of this device controls all its functions, including the battery charging and discharging process. The device has built-in message ciphering. Ciphering keys could be input from a keyboard or a special electronic key on a computer. Under the conditions imposed by war, we had to develop electronic devices for special purposes. These devices are an essential factor in the defense of the country. A specific property of these devices is that even with great investment, they could not have been purchased from abroad so they resulted from the efforts of domestic specialists. We use several types of these devices of the highest technological level.

Naval Equipment

The summer of 1991 marked the beginning of open aggression against the young Republic of Croatia. At that time, the navy of the former Yugoslavia had impressive military forces consisting of four frigates, six missile corvettes, ten missile boats, fourteen torpedo boats, about fifteen patrol boats, eight minesweepers, twenty amphibious/assault boats, five submarines, six commando submarines and about

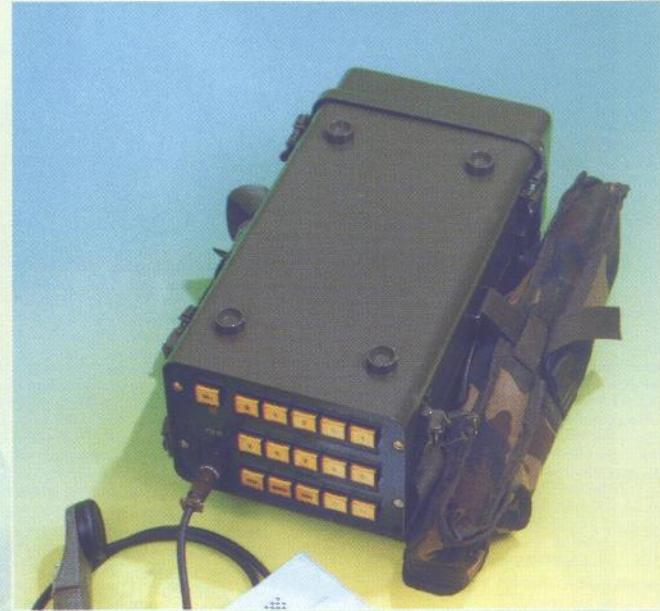
eight thousand people.

Our nation was not prepared to accept a foreign dictatorship and commenced preparations to counter the powerful enemy. In workshops and simple garages, we built remote-controlled explosive boats, remote-controlled torpedoes and anti-commando mines. We armed fishing boats and speedboats. There were many other projects. Someone will probably eventually write more extensively on this subject.

In the summer of 1991, the former Yugoslav Department of Defense (SSNO) pressed the naval shipyard to finish a corvette (today the **Kralj Petar Krešimir IV**, pride of the Croatian Navy). In response to this pressure, all the shipyard workers took vacations during August.

In mid-September of 1991, a group of officers and civilians seized the Shipbuilding Institute in Zagreb with all its equipment, documentation and most of its specialists. The workers of the Velimir Škorpik Dockyard in Šibenik seized this yard. Thus, the Croatian Navy obtained 28 combat and support vessels.

During the winter of 1991, using outdated diving vessels, Croats smuggled large quantities of arms to the islands of Vis and Lastovo that were under the control of the Yugoslav Army (JNA). Mines were laid in the most important straits. Yugoslav naval ships were attacked using coastal artillery and small weapons.



HITC-10 digital field switchboard

This was history, with much goodwill and ardor. After the Croatian state structure was successfully established, we started to develop and build modern naval equipment.

The building of the **Kralj Petar Krešimir IV** corvette was completed on March 21, 1992. This vessel was ceremonially launched in the presence of the President of the Republic of Croatia and the Commander-in-Chief of the Croatian Armed Forces, Dr. Franjo Tuđman. She was tested and turned over to the Croatian Navy in June 1992.

The **Kralj Petar Krešimir IV** RTOP-11 is one of the most modern and most deadly warships off the northern Adriatic coast. With its sophisticated combat systems and

MOL in combat position





RBS-15 launch from RTOP-11 during cruise

long-range weapons, this vessel can successfully oppose much larger enemy vessels.

This corvette is classified as fast and light. High speed and maneuverability combined with strong anti-ship missile, barrel and other armament, integrated by a surveillance and fire-control system, give her the ability to act against enemy ships, with or without the cooperation of other ships and coastal defense forces. Using barrel armament, she can efficiently combat enemy aircraft flying at low and middle altitudes as well as ground targets. She can lay mines quickly and be used under adverse meteorological conditions. The ship's hull is 55 m long and of half-displacement form, with mirror stern and flush deck. She has a light structure made of high quality steel with 350-ton displacement. Propulsion is achieved by three propellers driven through three shafts by three high-speed diesel engines of light construction. This permits a maximum cruise speed of 35 knots. Basic armament consists of a cannon on the bow, a 57 mm Bofors D70, an AK-630 Gatling gun on the stern and four launchers for RBS-15 anti-ship missiles.

The **CETINA** is an LST and minelayer vessel that was preserved

thanks to shipyards workers and turned over to the Croatian Navy at the end of 1992. The vessel is of the closed ferry type with a ramp at stern and bow. Its basic function is the transport of weapons, combat equipment and soldiers in landing operations and mine barraging. The second vessel of this type, the KRKA, is additionally provisioned to supply drinking water to units and to islands. She has a fuselage 50 m long, mirror stern, flat cargo deck, with a central superstructure. The building material is high quality steel. For propulsions, she has two diesel engines and two propellers with a pitch change mechanism that guarantees a cruise speed of 13 knots. The ship's armament consists of two guns on the stern, two on the bow and one AA missile launcher

The **ŠIBENIK** missile corvette has almost the same combat qualities as the Kralj Peter Krešimir IV RTOP-11. Instead of three diesel engines, she has two diesels and two turboshaft engines. It is important to emphasize that domestic developmental capabilities led to our FOBOS and DEIMOS FCS missile systems that integrate artillery and fire control radar. Development of the FCS domestic missile and FCS artillery

targets. RBS-15 SS missiles are sophisticated systems with multiple control that destroy the target with a probability of 99%. At this moment, there is no possibility to jam this weapon.

The ninety-ton **PC-23** commando submarine is used for commando transport and minelaying. It is significant that this submarine was modified in a very short time by domestic specialists and now is among the leading commando submarines in the world. In this submarine, a recently developed control system for surface and submerged drive has been integrated. The Republic of Croatia is among the only ten countries in the world that can build all types of submarines. We believe that there will be opportunities to enhance our capacities further.

The **R-1** and **R-2M1** commando submersibles are sophisticated items that have been developed and built in the last several years. They have newly developed low noise propulsion that prevents their detection.

The R-1 submersible is designed for the execution of the last phase of maneuvers in the classic commando submerged attack. It uses magnetic mines for direct attacks inside



CETINA on cruise

was several times cheaper and provided better combat performance than a comparable foreign system for the same weapons.

The **MOL** (mobile coast launcher) is a system of the Swedish RBS-15 SS missiles on a highly maneuverable truck that can attack enemy shipping up to distances greater than 100 km. Domestic specialists successfully modified the RBS-15 SS missile to engage surface

the system of the anticommando defense of harbors and anchorages. This submersible has an operational depth of 50 m, maximum submerged speed of 2.9 knots and a surface radius of 16 NM.

The R-2M1 submersible is for the identical purpose but with more comfort, accommodating two divers and providing considerably higher autonomy. This submersible can dive to 60 m with a speed of 6.5 knots

and has a surface action radius of 40 NM.

The **Minehunter** can be freely classified among world achievements. It is the product of domestic specialists. This vessel is several times cheaper than other mine-hunters on the world market and can execute all minehunting missions. It is equipped with a high quality domestically developed degaussing system, low noise propulsion, waterblast protection, a highly accurate surface and underwater positioning system and, most importantly, the most modern system for detecting and destroying underwater mines.

The **MNS-M90** underwater mine is the most modern solution and much more destructive than older types. Its units and control systems that control it have a functional life of several years and the maximum possible reliability. This mine can be laid at depths of 40 to 400 m and has a huge explosive mass of 250 kg. It is difficult to detect and even more difficult to destroy.

Conclusion

The development of the young Croatian defense industry has had a



successful beginning. The results and experience from the period behind us represent a solid base for further efforts, and are briefly outlined as follows:

- The development and production of military equipment followed a logical path from the simple to the more complex. Further development is directed toward NATO standards.
- Equipment was developed twice as rapidly as is customary.
- Utilizing the scientific and technological potential of the country, product quality achieved an enviable level in a minimum time.
- Production was conceptually established through a diversification of capacities.

• Our systems could command world-level prices.

• The number of incident situations in production has been minimal.

Croatian defense production is ready for new challenges that will greatly depend on external circumstances. Croatian democracy has demonstrated itself capable of assessing the delicacy of the highly expensive undertaking of strengthening its defense industry and determining the optimal direction for future development.

The Croatian military displayed the MNS-M90 underwater mine as part of the arsenal of the Croatian Navy in military review held on National Day, May 30, 1995

Preveli: **Marko Parizoski** i
Damir Galešić
Lekitura: **Margaret Casman**-
Vuko

R-2 M-1 commando
submersible





RH - ALAN d.o.o.



REPUBLIC OF CROATIA

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

M-84A

GOES AHEAD

M-84A MAIN BATTLE TANK, AN EFFICIENT RESPONSE TO THE TOMORROW'S THREAT, WITH THREE-MAN CREW AND DAY/NIGHT FIRE-ON-THE-MOVE CAPABILITY

FIREPOWER

125mm SMOOTH-BORE MAIN GUN

FIGHTABILITY

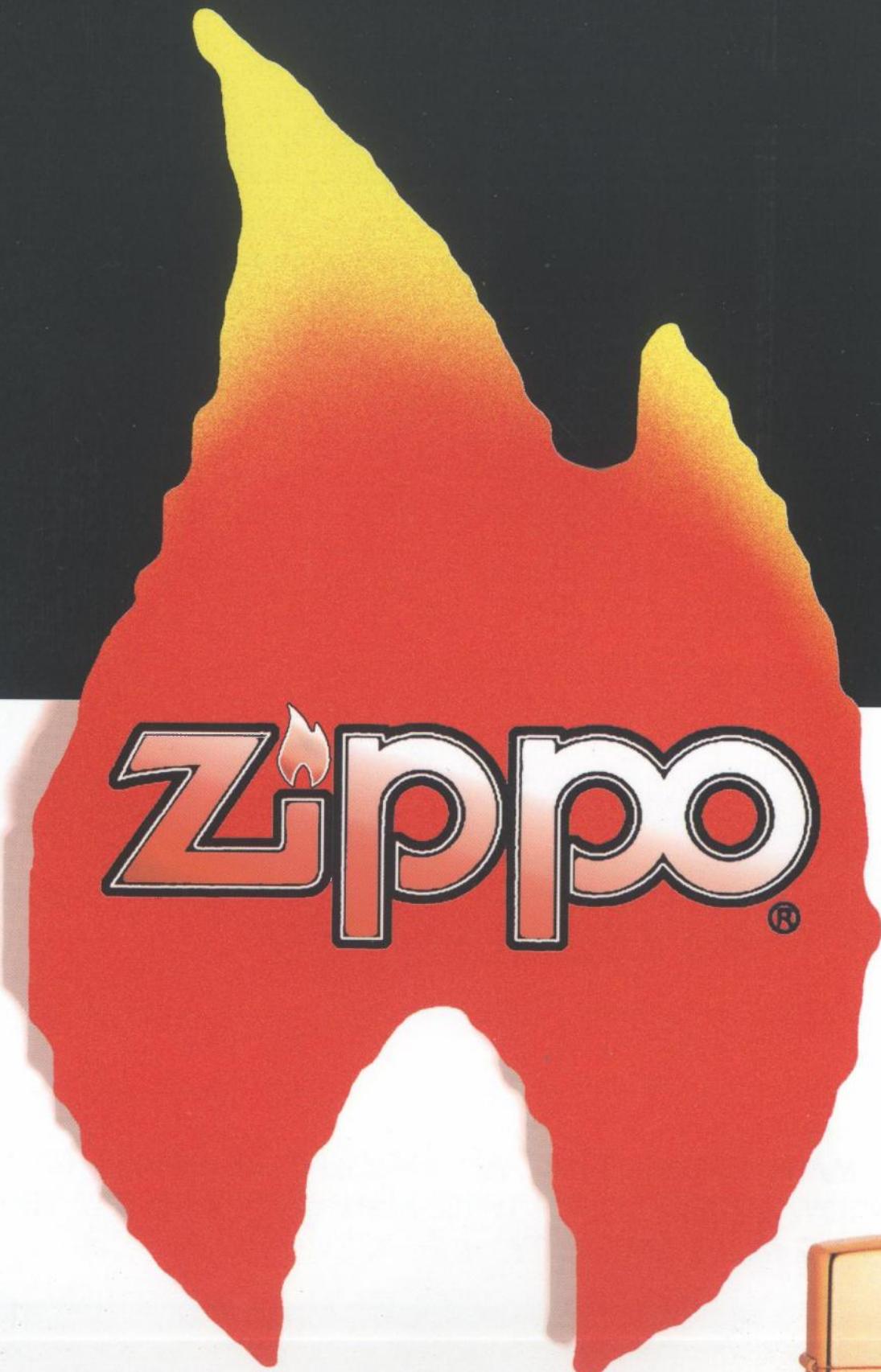
COMPUTERIZED FIRE CONTROL SYSTEM
AUTOMATIC LOADING SYSTEM

MOBILITY

1000 HP ENGINE

SURVIVABILITY

HIGH ANTIBALISTIC PROTECTION
CREW PROTECTION SYSTEM



Zippo®



SATELIT-tbm OVLAŠTENI DISTRIBUTER

ODRANSKA 1-A, 41000 ZAGREB, HRVATSKA, Tel.: +385 (041) 613 199 • Fax: 385 (041) 530 688