

HRVATSKI VOJNIK



BROJ 53. GODINA IX. STUDENI 1999.

BESPLATNI PRIMJERAK

Nova izraelska puška 5,56 mm TAVOR



Testiranje stroja za humanitarno
razminiranje u Švedskoj
MINE-GUZZLER
Gelsius Bofors Weapon System

Značajke vozila za
zadaće mirovnih operacija

Indijske zračne snage

771330 500003



**Povodom osme
obljetnice izlaženja,
uredništvo Hrvatskog
vojnika poklanja
svojim vjernim
čitateljima jednu
od razglednica
iz kolekcije**



“Snaga pobjednika”



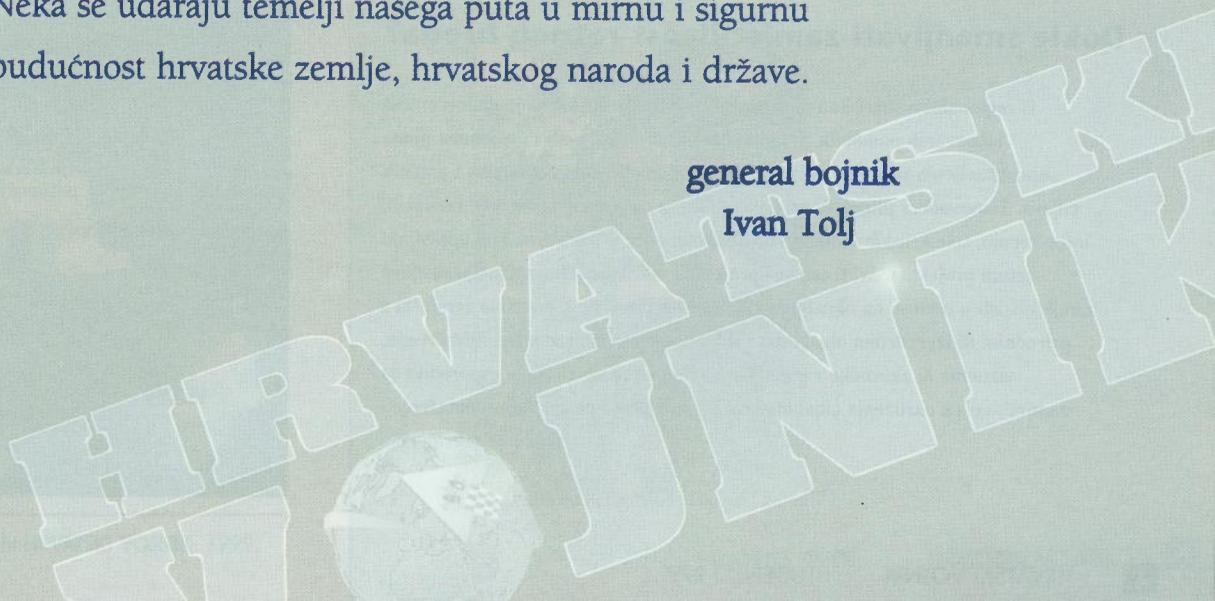


Poštovani čitatelji!

Ovim se brojem prisjećamo naših početaka. Prije osam godina u jeku velikosrpske agresije na Hrvatsku, po nalogu vrhovnog zapovjednika dr. Franje Tuđmana nas nekolicina dobila je zadaću pokretanja Hrvatskog vojnika, lista koji je odmah po izlasku ušao u svaki obrambeni rov i koji su s radošću i pouzdanjem listale i ruke mnogih naših palih hrvatskih vitezova. Hrvatski vojnik, stasavši s Hrvatskom vojskom, od prvoga je časa dijelio i naše žalosti i naše radosti. Već smo 1991. bili glasnicima hrvatske pobjede.

Danas, osam godina nakon svega, nakon presudnog i junačkog razdoblja želimo biti glasnici života pobjedničke Hrvatske vojske. Neka se u Hrvatskom vojniku i njegovu mlademu bratu Velebitu zrcali zbilja naših oružanih snaga. Neka se udaraju temelji našega puta u mirnu i sigurnu budućnost hrvatske zemlje, hrvatskog naroda i države.

general bojnik
Ivan Tolj



6

Nova izraelska puška 5,56 mm TAVOR

O projektu automatske puške TAVOR naši su čitatelji prvi put imali prigodu čuti u srpnju ove godine kad su predstavnici izraelske tvrtke IMI (Israel Military Industries Ltd.) predstavili djelatnicima Ministarstva obrane i Stožera HV najpoznatija oružja iz svog bogatog proizvodnog programa. Na predstavljanju je najveću pozornost privukla puška u kalibru 5,56x45 mm TAVOR budući da se pročulo kako postoji mogućnost njezine proizvodnje u Hrvatskoj te naoružavanja postrojbi Hrvatske vojske. Zanimanje se povećalo početkom prošlog mjeseca kad je prvih deset pušaka dostavljeno pripadnicima 1. gardijske brigade na tzv. operativna ispitivanja. Stoga smo smatrali kako je došlo vrijeme da naše čitatelje detaljnije upoznamo s konstrukcijom tog zanimljivog oružja



50

Indijske zračne snage

Indijske zračne snage danas se nalaze u postupku temeljite reorganizacije i modernizacije čiji je glavni cilj povećanje borbene sposobnosti i učinkovitosti u slučaju eventualnih sukoba



62

Dokle smanjivati zamjetljivost ratnog broda?

U regionalnim sukobima posljednjeg desetljeća dokazana je djelotvornost takozvanih pametnih tj. samovođenih projektila, ali i uspješnost njima suprotstavljenih tehnologija za smanjenje zamjetljivosti pomorskih i zračnih ciljeva. Samovođeni projektili pronalaze ciljeve uz pomoć radarskih, laserskih, infracrvenih, televizijskih ili hidroakustičkih senzora u sustavima koji upravljaju letom projektila. Svi ti senzori projektila otkrivaju cilj na temelju njegove zamjetljivosti u odnosu na okruženje cilja (morska površina, površina zemljišta s prirodnim ili izgrađenim objektima i sl.). Smanjivanjem radarske, infracrvene, vizuelne ili akustičke zamjetljivosti cilja na razinu koja je usporediva sa zamjetljivošću okruženja cilja, otežava se sensorima projektila pronalaženje i praćenje takvog cilja



Nakladnik:

Ministarstvo obrane Republike Hrvatske

Glavni urednik

general bojnik Ivan Tolj

Izvršni urednik

satnik Tihomir Bajtek

Grafički urednik

poručnik Hrvoje Brekalo, dipl. ing.

Urednički kolegij:

Vojna tehnika

satnik Tihomir Bajtek

Ratno zrakoplovstvo

natporučnik Robert Barić

Ratna mornarica

poručnik Dario Vuljanić

Vojni suradnici

pukovnik dr. Dinko Mikulić, dipl. ing.
pukovnik mr. Mirko Kukulj, dipl. ing.
pukovnik J. Martinčević-Mikić, dipl. ing.
pukovnik Vinko Aranjoš, dipl. ing.
bojnik Berislav Šipicki, prof.
poručnik Ivana Arapović
Dr. Vladimir Pašagić, dipl. ing.
Dr. Dubravko Risović, dipl. ing.
Dr. Zvonimir Freivogel
Mislav Brlić, dipl. ing.
Josip Pajk, dipl. ing.
Vili Kezić, dipl. ing.
Iva Stipetić, dipl. ing.
Darko Bandula, dipl. ing.
Vladimir Brnardić, dipl. povjesničar
Boris Švel

Grafička redakcija

Zvonimir Frank
Marko Kolak, dipl. ing.
Ante Perković
Christian Nikolić
natporučnik Davor Kirin
zastavnik Tomislav Brandt

Kompjutorski prijelom i priprema za tisak
UPRAVA ZA NAKLADNIŠTVO

Tisak

Vjesnik d.d., Zagreb

Naslov uredništva

Vlaška 87, Zagreb,
Republika Hrvatska

E-mail: hvojnisk@zvonimir.morh.tel.hr

Brzoglasi

385 1/456 80 41

Dalekumnoživač (fax)

385 1/455 00 75, 455 18 52

Marketing

tel: 385 1/456 86 99

fax: 385 1/455 18 52

Rukopise, fotografije i ostalo tvarivo ne vraćamo

- 6 Nova izraelska puška 5,56 mmm TAVOR
Mirko Kukulj
- 16 Mine-Guzzler Celius Bofors Weapon System
Dinko Mikulić
- 23 Otobreda Palmaria
Josip Martinčević-Mikić
- 26 Značajke vozila za zadaće mirovnih operacija
Suzana Galeković
- 32 Protuoklopni vođeni raketni sustavi (VIII. dio)
Berislav Šipicki

RATNO ZRAKOPLOVSTVO

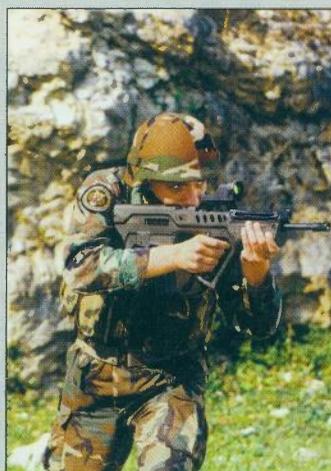
- 38 Novosti iz zrakoplovne tehnike
- 41 Phantom Works - Boeingovo razvojno istraživačko središte
Pripremio Ivan Marić
- 44 Izraelski zrakoplovni modernizacijski programi
Tino Jelavić
- 48 Rafale
Mladen Krajnović
- 50 Indijske zračne snage
Pripremio Tomislav Huha
- 56 EUROFIGHTER TYPHOON (III. DIO)
Pripremio Tomislav Huha

RATNA MORNARICA

- 62 Dokle smanjivati zamjetljivost ratnog broda?
Vili Kezić
- 66 Anaerobni pogoni podmornica (II. dio)
Mislav Brlić

VOJNA POVIJEST

- 76 Hrvatska vojska kroz povijest (XLV. dio)
Velimir Vukšić
- 80 Muzej Stibbert-studija turskog oklopa
Velimir Vukšić
- 83 Muzej L'empéri
Vladimir Brnardić
- 88 Falanga grčkih brodova
Velimir Vukšić



Davor Kirin



Nova izraelska puška 5,56 mm TAVOR

Mirko KUKOLJ
Snimio Davor KIRIN

Bogato iskustvo. Proizvođač IMI je jedan od najpoznatijih proizvođača strijeljačkog oružja u svijetu. Radi se o tvrtki koja zapošljava oko 4300 radnika i koja raspolaže s 14 pogona odnosno devet profitnih središta. Do godine 1990. IMI je pripadao izraelskom Ministarstvu obrane, a od tada posluje kao tvrtka u državnom vlasništvu. Proizvodni program je vrlo širok, ali najveći dio ipak otpada na proizvodnju strijeljiva i ručnog oružja. Godišnji promet je oko 500 milijuna dolara što je, samo radi ilustracije, gotovo polovica našeg

vojnog proračuna. Najveći dio proizvoda se izvozi (oko 60 posto), a važno je istaknuti da IMI iz svojih vlastitih izvora godišnje za potrebe istrživanja i razvoja izdvaja više od 25 milijuna USD kako bi mogao što uspješnije poslovati na sve zahtjevnijem svjetskom tržištu.

Ime TAVOR puška je dobila po istoimenom brdu u sjevernom dijelu Izraela. Naime, običaj je izraelskog proizvođača da imena svojih proizvoda bira među zemljopisnim lokalitetima svoje zemlje. Tako je npr. puškostrojica NEGEV dobila ima po

O projektu automatske puške TAVOR naši su čitatelji prvi put imali prigodu čuti u srpnju ove godine kad su predstavnici izraelske tvrtke IMI (Israel Military Industries Ltd.) predstavili djelatnicima Ministarstva obrane i Stožera HV najpoznatija oružja iz svog bogatog proizvodnog programa. Na predstavljanju je najveću pozornost privukla puška u kalibru 5,56x45 mm TAVOR budući da se pročulo kako postoji mogućnost njezine proizvodnje u Hrvatskoj te naoružavanja postrojbi Hrvatske vojske. Zanimanje se povećalo početkom prošlog mjeseca kad je prvih deset pušaka dostavljeno pripadnicima 1. gardijske brigade na tzv. operativna ispitivanja. Stoga smo smatrali kako je došlo vrijeme da naše čitatelje detaljnije upoznamo s konstrukcijom tog zanimljivog oružja

istoimenoj pustinji u južnom dijelu Izraela, a samokres JERICHO po povijesnom mjestu na Zapadnoj obali.

Bull-pup konfiguracija

Puška ima tzv. bullpup konfiguraciju, što znači da trzajući dijelovi nisu smješteni ispred rukohvata, već iza tj. u kundaku. Zbog toga je i spremnik sa strijeljivom morao biti pomaknut iza rukohvata što puški daje pomalo neobičan izgled. Takvom konstrukcijom postignuto je znatno smanjenje ukupne dužine oružja



Pogled na jednu i drugu stranu puške TAVOR s montiranim standardnim ciljnikom

(ukupna dužina puške TAVOR iznosi svega 72 cm), a da se dužina cijevi nije mijenjala budući da bi to negativno utjecalo na balistiku metka. Radi usporedbe spomenimo da ukupna dužina najvećeg broja današnjih automatskih pušaka standardne konstrukcije (američka M16, izraelski GALIL, ruski Kalašnjikov 5,45 mm AK74) iznosi oko 100 cm.

Treba ipak reći da puška s bullpup konfiguracijom nije plod razmišljanja današnjih konstruktora jer je još početkom ovog stoljeća britanski oružar Harry Gamwell izradio jednu

takvu pušku, a konstruktori iz Enfieldskog arsenala su potkraj 1940. iskoristili isto načelo prigodom konstruiranja svojih pušaka EM-1 i EM-2. Tada je gotovo cjelokupan mehanizam puške EM-1 bio stavljen u kundak, što je za posljedicu imalo to da je spremnik bio vrlo blizu strijelčeva ramena, a ne naprijed kako je bilo uobičajeno. Pušku su razvili za nekoliko različitih kalibara, ali su se na kraju odlučili za potpuno nov metak kalibra 0.280 inča (7,1x44 mm). Poboljšana inačica (označena kao EM-2) na ispitivanjima je pokazala dobre

rezultate, tako da ju je britanska vojska godine 1951. planirala uvesti u naoružanje. No, druge članice NATO pakta nisu željele ni čuti o usvajanju britanskog metka kao standardnog metka pakta, na čemu su naročito inzistirali amerikanci koji su forsirali usvajanje vlastitog metka 7,62x51 mm. Nakon burnih rasprava Britanci su, radi jedinstvenosti, odustali od svog metka, pa je tako propala i puška EM-2.

Danas puške s bullpup konfiguracijom ima u svom naoružanju veći broj zemalja. Najpoznatije su austrijska puška Steyr AUG,

PUŠKA 5,56x45 mm "TAVOR"

			
	S - T.A.R.-21	C - T.A.R.-21	M - T.A.R.-21
Kalibar	5,56 NATO M855 / SS109		
Ukupna dužina oružja (mm)	720	640	480
Dužina cijevi (mm)	460	380	250
Masa praznog oružja (g)	2800	2700	2400
Borbena masa s optičkim ciljnikom, spremnikom za 30 metaka i remnikom (g)	3635	3535	3235
"Sila" povlačenja okidača (kg)	2,5 do 4,0		
Ugrađeni ciljnik	integralni (crvena točka + laserski označivač)		
Ožljebljenje	6 žljebova, 1:7" (1:177,8 mm), desni zavoj		
Teorijska brzina gadanja (metaka u minuti)	750 do 900		
Načelo rada / bravljenje	povrat barutnih plinova / rotacija zatvarača		
Početna brzina zrna (m/s)	890	860	770



Puška TAVOR opremljena integralnim ciljnikom MARS

francuska puška FAMAS F3, te britanska L85A1. Tehničke značajke tih pušaka prikazane su u posebnoj tablici. Zanimljivo je da su sve te puške načinjene u kalibru 5,56 mm koji je već duže vrijeme standardni kalibar zemalja NATO saveza.

Dosadašnja iskustva potvrdila su pretpostavke da je, usprkos neobičnom izgledu, rukovanje puškama s bullpup konstrukcijom u biti vrlo jednostavno. Korisnici naročito hvale kompaktnost i male protežnosti takvog oružja. To je i logično, jer ako usporedimo ukupnu dužinu bilo koje od opisanih pušaka s npr. američkom automatskom puškom 5,56 mm M16A2 vidjet ćemo da su bullpup konstrukcije kraće za više od 25 posto, što je u borbenim uvjetima vrlo važno. Jedino na što korisnici moraju u početku obuke obratiti pozornost je način stavljanja spremnika (iza rukohvata), što zahtijeva određeno razdoblje privikavanja.

Naravno, osim niza prednosti bullpup konstrukcija ima i svojih nedostataka. Jedan od njih ogleda se u tome što je tijekom gađanja lice strijelca vrlo blizu otvora za izbacivanje čahure.

Cijev

Cijev puške TAVOR ima 6 žlijebova s korakom uvijanja 178 mm (7 inča) što najbolje odgovara metku sa zrnom SS109. Ako se uspoređuje taj korak uvijanja s korakom uvijanja pušaka koje su se rabile prije dvadesetak godina, lako je zaključiti da je korak uvijanja smanjivan kako bi se povećala stabilnost zrna na putanji. Tako je kod većine automatskih pušaka korak uvijanja smanjen sa 12 inča (305 mm) na 7 inča (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 inča (228 mm) smatrajući ga optimalnim.

I uz pozornost koja se poklanja istraživanju i razvoju čelika za izradbu cijevi poboljšanih mehaničkih svojstava, njihova



Puška s montiranim ciljnikom TRIFLEX

otpornost na habanje i eroziju ne zadovoljava u potpunosti sve tehničke zahtjeve. Zato se već duže vrijeme pribjegava otvrdnjavanju površine kanala cijevi različitim postupcima. Najviše se primjenjuje postupak poznat kao tvrdo kromiranje koji se sastoji u elektrolitičkom nanošenju tankog sloja otvrdnjavajućeg tvoriva na unutarnju površinu



Na pušku je moguće montirati različite vrste ciljnika

kanala cijevi. Iako zahtijeva skupu opremu, osigurava znatno povećanje vijeka trajanja cijevi, budući da prevlaka kroma ima visoku točku topljenja i veliku tvrdoću, a što je najvažnije, kemijski je postojana na erozivno djelovanje barutnih plinova. Stoga su unutarnja trasa cijevi i ležište metka puške TAVOR tvrdo kromirani što znatno produljuje vijek trajanja cijevi.

Cijev puške TAVOR je utvrđena za

kućište tako da možemo reći kako se radi o tzv. plivajućoj cijevi, što znatno utječe na preciznost gađanja. Naime, poznato je da prigodom gađanja dolazi do oscilacija cijevi. Te oscilacije ovise o dužini cijevi, načinu njezina spajanja s kućištem, masi cijevi itd. Smanjivanje utjecaja oscilacija cijevi najčešće se postiže izborom takve dužine i debljine cijevi koja će izlijetanje projektila iz cijevi omogućiti u trenutku kad je faza oscilacija najpogodnija.

Prigodom izradbe posebna je pozornost posvećena zagrijavanju cijevi, što je naročito izraženo kod brzometne paljbe. Naime, intenzivno zagrijavanje cijevi odražava se na smanjivanje performansi oružja, povećanu eroziju cijevi i otežano rukovanje. Stoga je prednja obloga cijevi tako načinjena da ne sprječava prenošenje topline na ruku strijelca čemu pomaže i dostatan razmak između cijevi i obloge.

Osim "plivajuće cijevi" zanimljivost konstrukcijskog rješenja puške TAVOR je u tome što se bravljenje zatvarača obavlja izravno za cijev, a ne kao npr. kod puške Kalašnjikov za kućište. Takvo rješenje ima naravno svojih prednosti i nedostataka jer je zbog dinamičkih sila vrlo važno dobro vezati cijev za kućište, naročito ako se pritom želi omogućiti jednostavna i brza zamjena cijevi kao što je to slučaj kod ove puške.

S gornje strane cijevi nalazi se otvor za odvođenje barutnih plinova. Otvor je promjera 1,6 mm što je gotovo standardna veličina kod većine oružja ovog kalibra. Budući da je



Refleksni ciljnik MEPOR na čijem zaslonu strijelac vidi crvenu točku koju treba poklopiti s ciljem. Na njegovoj gornjoj strani vidi se skupljač svjetlosti koji osigurava potrebnu energiju za rad

položaj otvora relativno blizu stražnjem presjeku cijevi, klip na nosaču zatvarača je relativno kratak. Cijela konstrukcija ipak stvara vrlo lagano trzanje oružja u čemu najveću zasluga pripada konstrukciji metka 5,56x45 mm.

Na vrhu cijevi nalazi se skrivač plamena promjera 22 mm (NATO promjer) tako da je omogućeno izbacivanje tromblonskih mina. Taj način borbenih djelovanja je vrlo razvijen u izraelskoj vojsci, a zanimljivo je da se mine ne izbacuju posebnim tromblonskim metcima već standardnim streljivom kalibra 5,56 mm. To znatno skraćuje vrijeme potrebno za



Integrirani ciljnik TRIFLEX raspolaže s nekoliko dodatnih mogućnosti u odnosu na ciljnik MARS. Jednja od njih je regulacija jačine crvene točke



Integrirani ciljnik MARS uključuje u sebi laserski označivač cilja i ciljnik sa svjetlećom točkom. Vidi se preklopnik koji omogućava zauzimanje daljina gađanja do 400 m te preklopnik za tri različita načina uporabe. Sasvim naprijed je vijak za korekciju položaja crvene točke

pripremu oružja, a sigurnije je jer ne postoji mogućnost da se zabunom umjesto tromblonskog metka ispalji bojni metak. Naravno, ispaljuju se posebne tromblonske mine s ugrađenim hvatačem zrna (bullet trap).

Po obodu skrivača, osim na jednom dijelu, nalaze se otvori za istjecanje barutnih plinova. Nakon postavljanja skrivača površina na kojoj nema otvora postavljena je tako da bude okrenuta prema podlozi. To je važno jer bi u protivnom nakon ispaljenja

barutni plinovi dizali prašinu što je posebno izraženo u pustinjskim uvjetima.

U slučaju potrebe s donje strane cijevi moguće je montirati bacač granata kalibra 40x46 mm kao što je na primjer američki bacač M203. U tu svrhu potrebno je najprije skinuti oblogu cijevi te odvrnuti skrivač plamena. Zatim se na cijev natiče nosač bacača i fiksira za kućište puške. Na mjesto skinutog skrivača plamena navija se novi, malo duži skrivač plamena za koji se pomoću posebnog prstena utvrđuje prednji dio bacača granata.

Opis ostalih dijelova puške

Nekada su čelik i drvo bili najčešće rabljena tvoriva za izradbu ručnog oružja. No, posljednjih petnaestak godina sve je prisutnija tendencija izradbe dijelova iz kompozitnih

tvoriva. Kombiniranjem različitih vlakana i matričnih sustava moguće je napraviti konstrukcije s izvrsnim mehaničkim svojstvima, a istodobno malom težinom. Od jednog takvog kompozitnog tvoriva izrađeno je i cijelo kućište puške TAVOR. Njegova masa, zajedno s masom aluminijskog uloška za vođenje nosača zatvarača je jedva nešto veća od kilograma, što je najvažniji razlog tako male težine oružja.

Kundak puške je posebno oblikovan i omogućuje brzo oslanjanje oružja na rame, što je vrlo važno u velikom broju borbenih situacija. Na kraju kundaka je plastičan oslonac koji izvrsno amortizira ionako slabo trzanje oružja. Izraelski stručnjaci kažu da takva konstrukcija oslonca više dolazi do izražaja kod ispaljivanja tromblonskih mina kad je trzanje oružja znatno izraženije.

Zatvarač je klasičnog rotacijskog tipa

kakav znamo s puške Kalašnjikov, što iznova potvrđuje jednostavnost i pouzdanost tog starog rješenja. Bravljenje se obavlja rotacijom zatvarača u desnu stranu, na što ga prisiljava nosač zatvarača tijekom vraćanja u prednji položaj. Izvlakač i izbacivač nalaze se na zatvaraču (kao kod američke puške M16) što je različito u odnosu na većinu drugih rješenja kod kojih se izbacivač nalazi na kućištu puške. Smjer izbacivanja je više prema natrag, što je dobro jer izbačene čahure ne udaraju u strijel-



Specifičnost konstrukcije puške TAVOR je mjesto montiranja ciljnika, budući da je on pomoću nosača postavljen izravno na cijev, a ne na kućište puške



Bravljenje se obavlja rotacijom zatvarača u desnu stranu kao kod puške Kalašnjikov. Razlika je u načinu izbacivanja čahure jer se i izvlakač i izbacivač nalaze na glavi zatvarača

ikakvih teškoća ispaljivati po 2 metka iako je regulator postavljen na brzometnu paljbu.

Osim klasične kočnice na regulatoru paljbe na pušku je ugrađen dodatni osigurač u slučaju pada puške. Tako se iznad okidača nalazi graničnik koji sprječava pomicanje poluge okidača ako se ne povlači okidač. Ta nas ideja podsjeća na rješenje primijenjeno kod poznatog austrijskog samokresa GLOCK kod kojega na otoncu postoji mali predokidač koji strijelac mora pritisnuti prije no što započne povlačenje otonca.

Konstrukcija puške dopušta da se zapijanje zatvarača može obaviti i kad je regulator paljbe u zakočenom položaju. Spomenimo da to npr. nije moguće kod puške Kalašnjikov jer se, nakon prebacivanja poluge regulatora paljbe u zakočen položaj, ova poluga postavlja na put kretanja nosača zatvarača. Dobro svojstvo regulatora paljbe je i to što je na takvom mjestu da ga strijelac može prebacivati u različite položaje istom rukom kojom drži rukohvat, što kod nekih pušaka nije moguće.

ca koji je s naše strane.

Nakon ispaljivanja posljednjeg metka iz spremnika zatvarač ostaje u stražnjem položaju. To omogućuje poseban zadržać koji se postavlja na put kretanja nosača zatvarača. Za nastavak gađanja dostatno je zamijeniti prazan spremnik punim i pritisnuti polugu zadržaća zatvarača koja se nalazi s donje strane kućišta. To je vrlo jednostavna radnja koja ubrzava borbenu brzinu gađanja puškom i olakšava rad s oružjem. Naravno, nosač je moguće osloboditi i na klasičan način kakav znamo kod puške Kalašnjikov, tj. malim povlačenjem nosača zatvarača unatrag.

Puška omogućuje gađanje pojedinačnom i brzometnom paljbom. Zato regulator paljbe ima tri položaja (pojedinačno, brzometno i zakočen položaj). Može se postaviti pitanje je li umjesto položaja za brzometnu paljbu bilo bolje ugraditi regulator koji bi omogućavao ispaljivanje tri metka zaredom, a onda blokirao udarač kao što to ima američka puška 5,56 mm M16A2. Time bi se moglo znatno uštedjeti na potrošnji strijeljiva. Ispitivanja su međutim pokazala da to nije potrebno ako je teorijska brzina gađanja puške manja od 800 metaka u minuti (kod M16A2 je oko 940 met/min) budući da vojnici mogu bez

TEHNIČKE ZNAČAJKE PUŠAKA BULLPUP KONFIGURACIJE

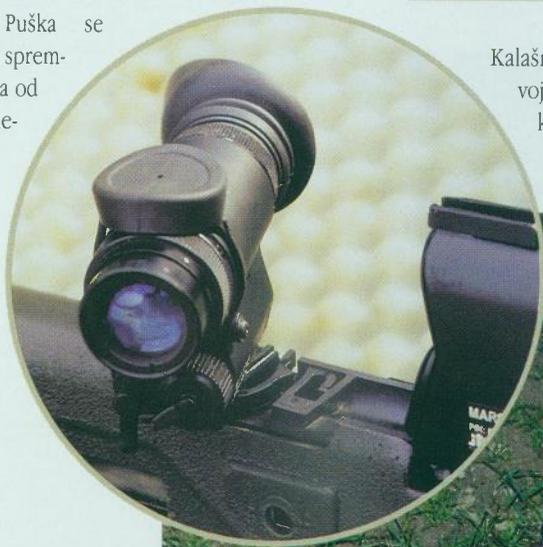
						
	AUG	L85A1	FAMAS F3	TAVOR	TYPE 97	CR2 I
Zemlja	Austrija	Velika Britanija	Francuska	Izrael	Kina	Južnoafrička Republika
Kalibar (mm)	5,56x45	5,56x45	5,56x45	5,56x45	5,56x45	5,56x45
Ukupna dužina (mm)	790	785	757	720	758	760
Dužina cijevi (mm)	508	518	488	460	490	460
Početna brzina zrna (m/s)	970	940	960	890	920	890
Masa praznog oružja (kg)	3,6	3,8	3,68	2,8	3,35	3,3
Masa punog oružja (kg)	4,09	4,98	4,16	3,6	3,83	3,8
Kapacitet spremnika	30, 42	30	25	30	30	20,35
Teorijska brzina gađanja (met/min)	650	610-775	900-1000	750-900	650	600-750
Ciljnik	Optički 1,5x	Optički 4x	Mehanički ciljnik	Integrirani (crvena točka+laser)	Optički	Optički refleksi 1x

Regulator paljbe ima tri položaja: zakočen (S), pojedinačna paljba R, te brzometna paljba (A)



Tijekom razvoja puške konstruktori su posebnu pozornost posvetili ljevorukim strijelcima. Zbog toga su sve komande puške podjednako dostupne i ljevacima i dešnjacima. U slučaju da pušku rabi ljevak potrebno je učiniti određene izmjene. Najprije se skida obloga cijevi i prebacuje ručica za zapinjanje na suprotnu stranu. Zatim se iz kućišta vadi nosač zatvarača sa zatvaračem i postavlja drugi zatvarač kod kojega su međusobno zamijenjeni položaji izvlačaća i izbacivača. Na kraju se poklopac za zatvaranje otvora za izbacivanje čahure prebacuje na suprotnu stranu budući da su otvori za izbacivanje čahure napravljeni na obje strane puške. Omogućavanje promjene strane na koju će se izbacivati čahure vrlo je važno zbog toga što u protivnom ljevoruki strijelci ne bi mogli nesmetano gađati budući da bi im se, zbog kratkoće oružja, čahure izbacivale u lice.

Puška se puni spremnicima od 30 me-



Na pušku je moguće montirati noćni ciljnik. Stavljanje i skidanje je vrlo jednostavno budući da je s gornje strane kućišta napravljen poseban prihvat. Za ciljanje se rabi crvena točka iz dnevnog ciljnika

taka. Spremnici su identični onima koje rabi američka puška M16. Taj spremnik ima nekoliko puta manju težinu od spremnika za pušku



Izgled kutije s udarnim mehanizmom

Kalašnjikov. Razlika u težini koju vojnik treba ponijeti još je veća kad se oba spremnika napune s

30 metaka, budući da je metak 5,56 mm dosta lakši od metka 7,62 x39 mm.

Posebno je zanimljiv način postavljanja remnika na pušku. Naime, postoje dva načina. Jedan je da se remnik pomoću posebnih vezića priveže na dvije točke na kućištu oružja. To na prvi pogled ne izgleda lijepo, ali je zato vrlo praktično. Puška se tako lakše prebacuje iz jednog u drugi položaj. Drugi način je da se obje strane remnika učvršćuju za alku na kraju kundaka. Zbog dobre izbalansiranosti oružja i taj način omogućava brzo stavljanje oružja u položaj za gađanje.

Uz pušku se isporučuje plastična kutijica s priborom za čišćenje koji uključuje konopčić, posudicu s uljem, četkicu za uklanjanje nečistoća i prašine, te mesinganu četkicu za čišćenje ležišta metka.

Od ostalog pribora koji se može isporučiti uz pušku treba spomenuti nožice čija se visina krakova može prilagođavati. Ako se postavljanje nožica obavlja prvi put potrebno je najprije odvrnuti dva imbus vijka koji drže prednju oblogu cijevi, skinuti je te kroz otvor na njezinom donjem dijelu učvrsti nosač nožica. Jednom postavljen nosač nije potrebno više skidati. Nakon vraćanja i fiksiranja obloge cijevi, nožice se jednostavno zakvače za taj nosač.

Rad dijelova

Puška radi na načelu odvođenja barutnih plinova. Količina plinova koja se odvodi ne može se mijenjati jer nema odgovarajućeg regulatora kao što ga imaju neke druge puške





Na pušku je moguće postaviti različite dodatne uređaje, kao što su npr. nožice ili bacač granata

(npr. britanska L85A1 ili austrijska AUG). To može ponekad uzrokovati zastoj prigodom gađanja u otežanim uvjetima (zima, zaprljanost dijelova, slabije strjeljivo). Međutim, proizvođač tvrdi da to ne predstavlja problem budući da slično rješenje imaju na svojoj jurišnoj puški 5,56 mm GALIL, a nikad nisu imali problema s pouzdanosću puške.

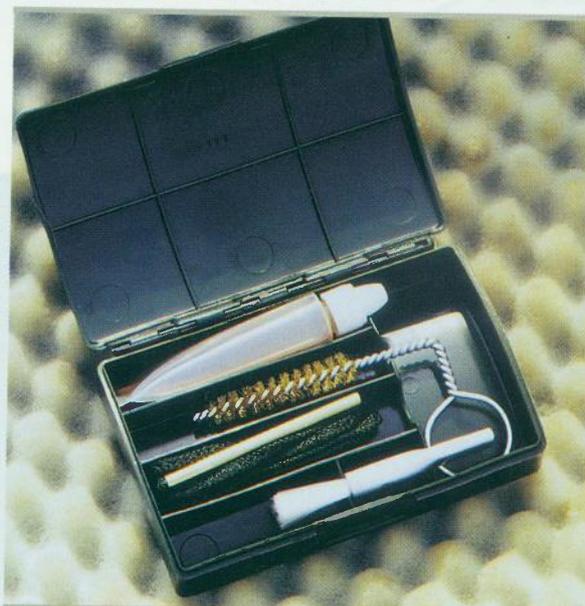
Ciljnici

Za pušku je razvijeno nekoliko tipova ciljnika s jednakim načinom učvršćivanja na oružje, tako da je moguća i njihova međusobna zamjena. Zanimljiva je činjenica da nosač na koji se oni učvršćuju nije smješten na kućištu puške kao kod ostalih proizvođača, već izravno na cijevi. Izraelci to smatraju prednošću jer nije potrebno naknadno "usuglašavanje" ciljnika.

Prva vrsta ciljnika je tzv. *refleksni* ciljnik na čijem displeju strijelac vidi crvenu točku koju treba poklopiti s ciljem. Prednosti takvog ciljnika su višestruke. Naime, s takvim ciljnikom možemo gađati s oba oka otvorena što povećava preglednost i olakšava ciljanje. Budući da ne postoji paralaksa, položaj svjetleće točke na displeju nema bitnog utjecaja na pogadanje cilja. To znači kako je dosta da strijelac vidi točku bilo gdje na displeju i poklopi je s ciljem. Osim toga, udaljenost između oka i uređaja nije toliko važna kao kod klasičnih optičkih ciljnika, a nije potrebno ni posebno fokusiranje. Energiju potrebnu da bi se crvena točka vidjela ciljnik dobiva iz skupljača svjetlosti (kao kod solarnih leća) koji je smješten na gornjoj strani ciljnika. Nedostatak takvog rješenja je slabija vidljivost točke ako

strijelac gađa iz sjene ili iz mračnijeg prostora. U noćnim uvjetima za formiranje svjetleće točke rabi se tricijska lampica. Spomenimo da slično idejno rješenje ciljnika ima i najnovija njemačka jurišna puška 5,56 mm G36 kod koje vidljivost crvene točke omogućava dnevno svjetlo koje dolazi kroz stakleni otvor na gornjoj strani ciljnika. Jačina svjetleće točke usklađuje se pomoću fotosenzora - dakle

ciljnik sa svjetlećom točkom. Akronim MARS dolazi od početnih slova engleskih riječi za višenamjenski refleksni ciljnik (Multi-purpose Aiming Refleks Sight). Označivač radi u vidljivom dijelu spektra, što znači da za ciljanje nisu potrebne nikakve posebne naočale. Taj se integrirani ciljnik razlikuje od predhodno opisanog i po tome što ima vlastiti izvor napajanja, što je velika prednost jer njegov rad ne ovisi o količini svjetla koja okružuje strijelca. Radi se o litijskoj bateriji od 3,6 V koja istodobno napaja oba ciljnika. Prema riječima izraelskih stručnjaka ta će baterija zbog unificiranosti najvjerojatnije biti zamijenjena baterijom od 1,5 V budući da se takav tip baterije rabi za napajanje najvećeg broja uređaja takve vrste u izraelskoj vojsci. Ciljnik ima s lijeve strane preklopnik koji omogućava zauzimanje različitih daljina gađanja. Podjele su do 400 metara, s koracima od po 100 metara. Iz toga se može zaključiti da puška ne omogućava učinkovito gađanje na većim daljinama. Osim opisanog preklopnika na lijevoj strani ciljnika nalazi se još jedan preklopnik s tri različita položaja. Prvi položaj (oznaka FIX) služi kad želimo da je crvena točka stalno vidljiva. Drugi položaj (oznaka SAFE) služi da ne bi dolazilo do neželjenog trošenja baterije. To je konstrukcijski riješeno tako da se s desne strane kućišta nalazi poluga koja se, kad se regulator paljbe postavi u zakočen položaj, podiže te na taj način isključuje mogućnost stvaranja



Pribor za čišćenje uključuje konopčić, kanticu s uljem, četkicu za odstranjivanje nečistoća i prašine, te mesinganu četkicu za čišćenje ležišta metka

automatski, ovisno o svjetlosnim uvjetima okoline. U slučaju da svjetla nema dosta uključuje se posebna dioda čije se napajanje osigurava iz baterije koja osigurava 36 sati nesmetanog rada.

Druga vrsta ciljnika za pušku TAVOR je tzv. *integrirani* ciljnik MARS koji u sebi uključuje dva ciljnika: laserski označivač cilja i

crvene točke. Treći položaj preklopnika (oznaka SLS) koristi se kad je puški motiran noćni ciljnik. U tom bi slučaju crvena točka bila preblještva, pa se na taj način smanjuje njezin sjaj. Na kraju spomenimo da se na vrhu ciljnika nalazi grubi mehanički ciljnik koji može poslužiti u slučaju oštećenja optičkog ciljnika. Aktiviranje laserskog označivača obavlja se pri-



Razlike u izgledu najpoznatijih metaka za automatske puške (s lijeva u desno): 7,62x39 mm za pušku Kalašnjikov AK47, zatim 5,56x45 mm SS109 i 5,56x45 mm M193 za puške u kalibru 5,56mm, 5,45x45 za pušku Kalašnjikov AK74, te metak 7,62x51mm za puške FAL, G3 i slične

tiskom na gumb koji je smješten na desnoj strani prednje obloge cijevi. Na taj način laserska zraka će označavati mjesto budućeg pogotka.

Osim ta dva ciljnika proizvođač nudi različite modele klasičnih optičkih ciljnika različitog povećanja, i još jedan integrirani ciljnik nazvan TRIFLEX koji ima još nekoliko dodatnih mogućnosti u odnosu na MARS.

Spremnik za pušku TAVOR (lijevo) i pušku Kalašnjikov (desno)



Jedna od njih je regulacija jačine crvene točke pomoću prekidača s pet položaja.

Svi opisani ciljnici imaju mogućnost rekifikacije, odnosno usuglašavanja osi cijevi s osi ciljnika. Te korekcije obavljaju se pomoću dva vijka smještena na tijelu ciljnika. Jedan vijak služi za korekcije po visini (strijelica UP), a drugi po pravcu (strijelica RIGHT).

Treba također spomenuti da većina rješenja pušaka s bullpup konfiguracijom ima ugrađene (najčešće fiksne) optičke ciljnike s malim povećanjem. Iako neki vojni stručnjaci izražavaju dvojbu u svrsishodnost uporabe takvih uređaja u teškim borbenim uvjetima, provedena ispitivanja potvrđuju da se njihovom uporabom preciznost gađanja može povećati i do 40 posto, uz znatno skraćivanje vremena obuke. 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 ciljnik, te cilj).

Posebnu zanimljivost na puški predstavlja uporaba noćnog ciljnika. Naime, s gornje strane kućišta nalazi se posebno konstruiran prihvat na koji se montira noćni ciljnik MINI N/SEAS. Taj ciljnik vojnik tijekom kretanja nosi na svojoj glavi na posebnom nosaču. Kad je, osim motrenja, potrebno gađati u cilj, vojnik skida ciljnik i učvršćuje ga na pušku iza integriranog ciljnika. Ciljanje se obavlja kroz noćni ciljnik i kroz integrirani ciljnik u kojem je crvena točka.

Različite izvedbe

Gotovo sve suvremene puške imaju



Ukupna masa puške s ciljnikom, remnikom, te punim spremnikom od 30 metaka, manja je od četiri kilograma

nekoliko inačica (standardna, sa skraćenom cijevi i preklapnim kundakom, te strojopuška) ovisno o tome za koje je postrojbe puška namijenjena. Prednost takvog rješenja je u velikom broju zajedničkih dijelova što olakšava održavanje i smanjuje logističke probleme. Zbog toga su izraelski konstruktori razvili tri inačice puške TAVOR s različitim dužinama cijevi. Naime, osim standardne izvedbe (dužina cijevi od 460 mm) postoji i Commando izvedba s dužinom cijevi od 380 mm, te MTAR s dužinom cijevi od 250 mm. Naravno, razlika u dužinama odražava se na njihovoj ukupnoj težini.

Rasklapanje i sklapanje puške

Postupak rasklapanja puške vrlo je jednostavan. Nakon što se izvadi spremnik i provjeri ispraznjenost puške dosta je izvaditi

Zahvaljujući bullpup konfiguraciji ukupna dužina puške TAVOR znatno je manja od dužine standardne puške Kalašnjikov. Pritom nije smanjena dužina cijevi, čak je za 5 cm duža



samo nosač zatvarača. To se radi tako da se u stražnjem dijelu kundaka potisne u stranu odgovarajući zatik, zakrene oslonac kundaka, te iz kundaka izvuče nosač zatvarača sa zatvaračem. Proizvođač navodi da je za temeljno održavanje dosta rastaviti oružje na ta dva sklopa, a da se samo povremeno ide na dalje rasklapanje nosača zatvarača. U tom se slučaju najprije odvaja povratna opruga s njezinom

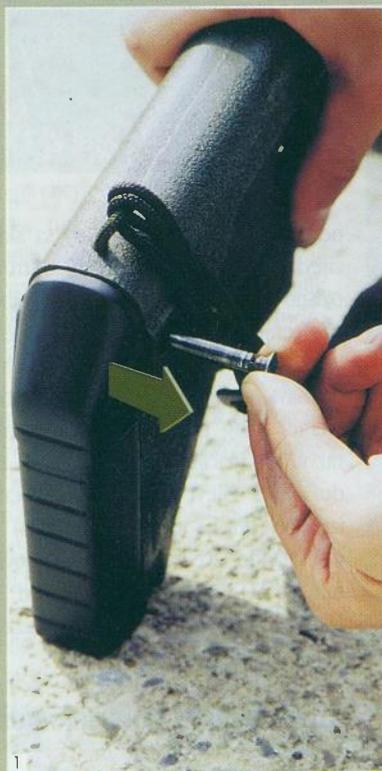
vodilicom, a zatim se vadi osovinica zatvarača. Na kraju se iz nosača zatvarača vadi udarna igla i tijelo zatvarača. U slučaju potrebe iz kućišta je moguće izvaditi i kompletan sklop udarnog mehanizma. Vađenje se obavlja na taj način da se na kućištu potisne (s desne u lijevi stranu) zatik koji ga drži. Pritom se zatik ne može u potpunosti izgurati iz kućišta što je dobro jer ne postoji mogućnost njegova gubljenja.

Nakon toga se iz kućišta jednostavno izvuče kutija s udarnim mehanizmom. Prigodom sklapanja mora se voditi računa da udarač bude u zapetom položaju.

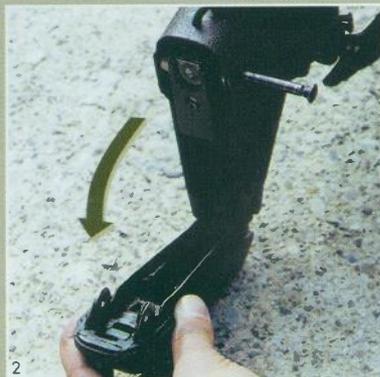
Metak 5,56x45 mm SS109

O metku kalibra 5,56x45 mm počelo se više govoriti godine 1963. kad su SAD uvele u naoružanje

POSTUPAK RASKLAPANJA PUŠKE TAVOR



1 Nakon vađenja spremnika i provjere ispraznjenosti puške iz kućišta se istiskuje zatik



2 Zakretanje oslonca kundaka



3 Vađenje nosača zatvarača sa zatvaračem



5 Odvajanje povratne opruge s vodilicom



6 Vađenje osovinice zatvarača

nje pušku M16 u tom kalibru. Taj metak sa zrnom M193 rađen je za cijev s korakom uvijanja od 12 inča i imao je bolji učinak na cilju od strjeljiva 7,62 mm. Budući da se u međuvremenu pojavio ruski metak boljih performansi (5,45x45 mm) na Zapadu su intenzivirani radovi na poboljšanju metka 5,56 mm. Tako je razvijen metak 5,56 mm sa zrnom SS109, koji je u veljači 1982. usvojen u naoružanju NATO zemalja. Pri razvoju zrna SS109 pošlo se od temeljnog zahtjeva za povećanjem učinkovitog dometa, tj. većom kinetičkom energijom na cilju. Zrno SS109 ima oštrije zašiljen vrh i veću masu (4 grama) u odnosu na zrna M193 (3,56 grama). Jezgra zrna SS109 je dvodijelna: naprijed je čelični, a straga olovni dio, što znači da se zapravo radi o poluprobnoj zrnju. Takva konstrukcija omogućava da pri početnoj brzini od 940 m/s zrno na daljini od 600 metara još uvijek ima brzinu od 435 m/s. Stoga je zrnjem SS109 moguće probiti standardnu NATO ploču na daljini od 640 metara, njemačku kacigu na daljini od 1150 m, a stariji tip američke kacige na čak 1300 metara. Ispitivanja su pokazala da je maksimalno rasipanje pogodaka sa zrnjem SS109 (gadano je na 500 m) gotovo dva puta manje nego sa zrnjem M193, a ta je superiornost još izraženija pri gadanju na većim daljinama i pri jaku vjetru.

Na kraju

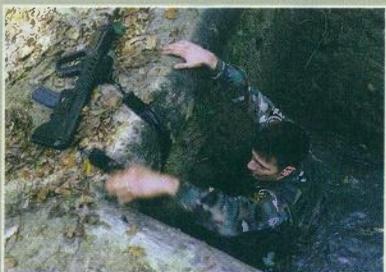
Automatske puške predstavljaju osnovno oružje svake vojske, pa nije čudo da

se njihovu izboru oduvijek poklanjala velika pozornost. Zbog toga se dosadašnji razvoj automatskih pušaka kretao u više smjerova, od manjih modifikacija na pojedinim dijelovima pa do potpuno novih konstrukcija. Poboljšavanja su se ogledala u smanjivanju kalibra i mase puške, povećavanju učinkovitosti i smanjivanju troškova proizvodnje i održavanja. Masa puške smanjivana je primjenom kvalitetnijih i istodobno lakših tvoriva. Zbog toga su dijelovi poput rukohvata, kundaka i spremnika poglavito izrađivani od kompozitnih tvoriva. Poznata je i činjenica da manji broj sastavnih dijelova puške omogućava lakšu logističku potporu, bržu zamjenjivost dijelova i lakše održavanje u borbenim uvjetima.

Iz svega rečenog može se zaključiti da puška TAVOR u kalibru 5,56 mm zasigurno zadovoljava najveći broj zahtjeva koji se postavljaju pred suvremena strjeljačka oružja. Lagana je, kompaktna, malih protežnosti, a omogućava montiranje najrazličitijih dodatnih uređaja. Nadamo se da će ispitivanja koja u različitim uvjetima provode vojnici 1. gardijske brigade pomoći u potvrđivanju (ili opovrgavanju) predhodno opisanih značajki puške TAVOR.



Detalji snimljeni tijekom operativnog ispitivanja puške TAVOR



Za temeljno održavanje dovoljno je pušku rastaviti na ova dva sklopa



Vađenje tijela zatvarača



Vađenje udarne igle

Testiranje stroja za humanitarno razminiranje u Švedskoj



Švedski stroj za humanitarno razminiranje Mine-Guzzler ("Proždriljivac")

Dinko MIKULIĆ



MINE-GUZZLER

Celsius Bofors Weapon System

Tisuće neeksplodiranih mina i njihovih zapreka ugrožavaju naše živote i usporavaju ekonomski probitak zemlje. Kako ukloniti ove opasnosti bez ljudskog rizika izazov je dobre organizacije i suvremene mehanizacije. Jedan Boforsov prototip modernog stroja za humanitarno razminiranje tipa freze Mine-Guzzler testiran je prema preliminarnim kriterijima Hrvatskog centra za razminiranje, na djelotvornost čišćenja tla i na izdržljivost na eksploziju dvije PT mine na kat. Kako se očekuje stroj će biti doniran Zadarskoj županiji za brže uklanjanje minske opasnosti u njezinom zaleđu

Opis stroja. Poznata švedska tvrtka Bofors razvila je prototip gusjeničnog stroja Mine-Guzzler za humanitarna razminiranja protupješačkih mina i protutenkovskih mina, kao i za druge zadaće čišćenja na sumnjivim površinama. U dizajniranju Mine-Guzzlera korišteni su polazni zahtjevi UN i EU. Glavne cjeline stroja su podvozje, pogonski motor, kabina, uređaj za držanje (dizanje i spuštanje), te rotorna freza za razminiranje. Stroj se može tako u cjelinama prevesti na velike udaljenosti ili kao cjelina pomoću labudice. Freza za razminiranje je izrađena od rotirajućeg deminirajućeg rotora u obliku valjka koji se sastoji od teškog čeličnog cilindra na koji je stavljen određeni broj čeličnih diskova, na koje su zavareni vijenci s adapterima - držačima volfram karbidnih zubaca. Rotor freze s 405 volfram karbidnih zubi rotirajući prema tlu kopa zemlju, a nailaskom na minu uništava je razbijanjem u komadiće ili detonacijom. Strojem se

može upravljati iz kabine ili daljinski s integriranim radiom i TV opremom, na udaljenosti do 500 m. Vozilo je opremljeno s okretnim i stacioniranom video kamerama. Radijski prijenosnik i monitor za daljinsko upravljanje može biti postavljen na drugo vozilo.

Mine-Guzzler je izrađen na komercijalnim komponentama poznatih proizvođača građevinskih strojeva, olakšavajući tako brze popravke kad je sustav u operaciji. Freza je opremljena sa zubima i prati valovitu površinu terena. Ako se zubi oštete mogu se lagano uz pomoć ručnog alata zamijeniti u polju. Stroj ima pričuvni rotor za slučaj većeg oštećenja, omogućavajući tako neprekidan rad dok se oštećeni rotor freze popravljiva. Zamjena rotora traje oko 30 minuta.

Mine-Guzzler ima **oklopnu kabinu** koja štiti posadu od krhotina i nadtlaka eksplozija. Oslonjena je tako da amortizira vibracije i udare, kako bi se minimizirala štetna akceleracija za vozača kod snažnih eksplozija. Sjedalo vozača se može rotirati, olakšavajući

tako preglednu vožnju stroja pri transportu. Veliki prozori, izrađeni su od neprobojnog stakla, daju potpuni pregled oko vozila. Kabina je dizajnirana s razinom komfora i laganim pristupom svim upravljačima. Ventilator s filterima daje kabini svjež zrak. Kabina je također opremljena s air-condition / grijanje i hlađenje.

Podvozje ili šasija se sastoji od gusjeničnog hodnog dijela i okvira. Spremnik goriva se nalazi straga okvira. Podvozje je dizajnirano da izdrži visoka naprezanja i ljuljanja. Zavarene boks-sekcije podvozja su pojačane visokootpornim čeličnim oklopmom za korištene stroja u područjima gdje je moguć jak udar od eksplozije. Konstrukcija podvozja je elastična tako da može podnijeti udarna opterećenja. Gusjenični hodni dio je bagerski od poznatoga njemačkog proizvođača **Intertractor GmbH**. Širina gusjenice iznosi 550 mm, a površina dodira s tlom 4.71 m².

Pogonski motor **Caterpillar** je postavljen u kućište (tzv. Power pack cassette, zaje-

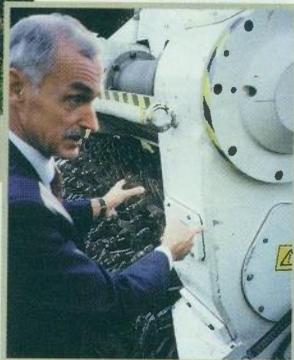
dno s hladnjakom i prijenosnikom za frezu) koje ga zaštićuje od metalnih krhotina. Power pack kućište i blok freza su međusobno spojeni, a spuštaju se ili podižu pomoću dva **podizna** hidrocilindra (hoist cylinders). Ležište između Power pack kućišta i podvozja dopušta lagano postavljanje i skidanje motora za slučaj popravljivanja i servisiranja. Za naginjanje bloka freze bočno u jednu ili drugu stranu do 6 stupnjeva služe dva **nagibna** hidrocilindra (tilt cylinders). Podizni (hoist) i nagibni (tilt) hidrocilindri se pokreću hidrauličkom aksijalnom klipnom pumpom.

Sprijeđa Power pack kućišta su točke spajanja s radnim uređajem freze. Konstrukcija tilt hidrocilindara i opružnih cilindara izdržava minske detonacije, a opti-



Ključni dio stroja - radni uređaj freze. Pogled sprijeda na mehanički pogon freze

Allan Carlsson, objašnjava ulogu rotora freze i bočni prijenosnik, strojnu djelotvornost čišćenja svih vrsta mina oko 85%, te iza freze potrebu uporabe detektora i pasa kako bi se uklonili opasni ostaci mina (upaljači, kapsule, i drugi opasni dijelovi) i postigla zahtjevana UN očišćenost od 99.6%.



ma koji, ili razbijaju minu u komadiće ili je detoniraju. Izdržljiv čelik u kombinaciji s visokokvalitetnim zavarenim spojevima omogućava da deminirajući rotor izdrži jake eksplozije uz popravljiva oštećenja. Za popravke i transport blok freza se postavlja na postolje-nosače.

Sigurnost i zaštita stroja: Kako bi se osigurala sigurnost rada posade i rada stroja, stroj za razminiranje je opremljen sa: znacima upozorenja, pojasiima za sjedenje, zaštitnim poklopcima, zaustavljanjem uslijed opasnosti s radiokontrolom, protupožarnim uređajem, zaustavljanje uslijed opasnosti automatskog aktiviranja parking kočnice, funkcijama koje ima vozilo kako bi spriječilo krivo rukovanje strojem - zabranjuje određene kombinacije u

opasnim voznim okretanjima, opremom za daljinsko upravljanje, te opšom operacija. Kako bi se osigurala visoka kakvoća zaštite protiv opasnih krhotina stroj nosi pancirne ploče, a zaštitna kabina je opremljena s

mizirana je da apsorbira impulsne udare od 12 kg eksploziva TNT. Taj uređaj za spajanje freze i stroja, koji služi za amortizaciju udara, te prilagođavanje dubine kopanja, naziva se **uređaj za držanje**. Na dva nagibna-tilt cilindra u donjem dijelu su ugrađena dva opružna amortizera udara (shock absorber). Dva pomoćna bočna opružna amortizera nalaze se sa strane rotora freze, a opružni amortizer-stabilizator - straga rotora u sredini. Amortizeri udara su konstruirani da apsorbiraju udare generirane od minskih detonacija. Samo kompletan uređaj brzo ublažava učinak širenja minske detonacije na stroj, bez njegova oštećenja.

Uređaj freze (ili blok freze) čini cjelinu rotora freze s okvirom i prijenosnicima snage do rotora. Prijenos snage od motora ide preko kardana do mjenjača zatim na lijevu stranu do kosog bočnog reduktora i do rotora. Rotor freze kopa tlo "ispod sebe" tj. po načelu protusmjernog kopanja. Valjak je opremljen s adapterima-držačima i volfram čeličnim zubi-

sigurnosnim staklima. Stroj za razminiranje se na veće udaljenosti prevozi vučnim vlakom ili vlakom, trajektom ili zrakoplovom. Stroj se može podijeliti na četiri glavne cjeline kako bi se pojednostavio prijevoz. Blok freza za razminiranje se može odvojiti od vozila i staviti na nosače. Električni sustav stroja je napona 24 V, jakosti 106 Ah. Genarator 2.8 kW. Dva start motora 20 kW. Osvjetljenje: halogenske lampe 4 naprijed +2 straga.

Tehničke značajke stroja

Radni učinak stroja na kopanju/frezanju zemlje ovisi o više čimbenika. Prospektivi podatci radnog učinka, dubine kopanja od 30 cm i širine freze od 3 metra, su:

- učinak na teškom terenu: do 0.3 ha/h, brzine do 1 km/h
- učinak na srednje teškom terenu: do 0.6 ha/h, brzine do 2 km/h
- učinak na laganom terenu: do 0.9 ha/h,

brzine do 3 km/h.

Stvarni radni učinak ovisi o broju i veličini mina na terenu, kategoriji tla, načinu postupku razminiranja, dubini razminiranja, i brzini razminiranja. Kako bi se povećala učinkovitost razminiranja vozilo je opremljeno s automatskom kontrolom (sustavom) razine za dubine kopanja koji drži zadanu dubinu i s funkcijom da smanji brzinu, u slučaju da se motor preopteretiti i kad je brzina rotiranja rotora freze preniska.

Masa i protežnosti stroja:

Stroj Mine-Guzzler	Masa (t)	Protežnosti (m)
Kompletan stroj	48	8.56 x 4.34 x 3.94
Podvozje	19	6.74 x 3.34 x 1.51
Kabina	3	2.30 x 3.05 x 2.40
Pogonski motor u kućištu (Power pack cassette)	9	4.35 x 2.93 x 2.70
Uređaj za držanje freze	2	
Blok freze	15	1.72 x 4.34 x 2.55
Rotor freze	5.4	3.47 x 1.2

Parametri prohodnosti stroja:

Pritisak na podlogu:	9.9 N/cm ²
Sposobnost penjanja:	±15° u razminiranju / ±30° u transportu
Bočni nagib:	±10° u razminiranju / ±15° u transportu

Motor CATERPILLAR, model 3412 E, TTA

Vodeno hlađeni turbo, 4-taktni Dieslov motor 12 cilindara, ubrzgavanje, elektroničko

Snaga motora 641 kW (860 KS) / 2100 min⁻¹.

Snaga pogonskog motora omogućava: Kretanje stroja i rad freze, kao i svih pomoćnih uređaja.

Hidrostatička transmisija:

Svaka gusjenica je pokretana od aksijalne klipne pumpe, aksijalnog klipnog motora i planetarnog prijenosa. Sekundarne i parking kočnice su opružne i hidraulično oslobodljive. Stroj je također opremljen s automatskim upravljanjem koje omogućava okretanje i puno okretanje. Najveća brzina kretanja iznosi 7,5 km/h.

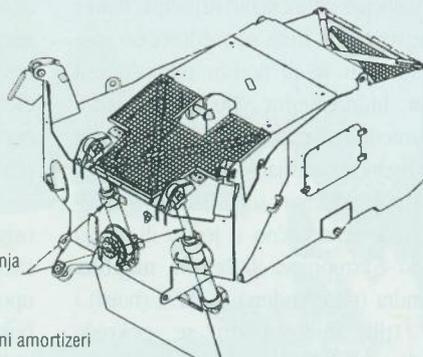
Značajke freze:

Širina rotora freze/širina čišćenja	3150 mm
Promjer rotora	1200 mm
Tip zubi i držači	Standardni/volfram karbid
Najveća dubina kopanja	50 cm
Najveća podizna visina rotora	80 cm
Najveća dubina spuštanja rotora	70 cm
Najveći nagib-tiltanje rotora	6°
Broj zubi rotora	405
Automatsko održavanje dubine kopanja pomoću uređaja za držanje bloka freze	0, -10, -20, -30, -40, -50 cm
Vrijeme zamjene rotora	30 min

Količina fluida, goriva, ulja i tekućine

Spremnik goriva	800 lit.
Rashladni sustav	155 lit.
Mjenjač	62 lit.
Prijenos podvozja	235 lit.
Hidrosustav	70 lit.
Bočni reduktor	60 lit.

CAT motor u zatvorenom kućištu (Power pack cassette)



Uređaj za spajanje freze i motora s podvozjem

Opružni amortizer - stabilizator

Hidrocilindri nagiba (tilta)

Hidrocilindri dizanja-spuštanja

Bočni opružni amortizeri

Gornji opružni amortizeri

Držać

Rotor

Oštrica zuba volfram karbid

Staljak

Blok freze na stalku

Unutrašnjost kabine, gore prilagođavanje radnih parametara, dolje desni joystick za upravljanje strojem, lijevi joystick za upravljanje frezom (tilt položaji i spuštanje)



Pult operatora za daljinsko upravljanje do 500 m

Opća pitanja oko raščlambe stroja za razminiranje

Dok se vojni način razminiranja koristi samo za probijanje zapreka, dotle humanitarno razminiranje mora ukloniti sve mine i opasne zapreke. Zato je ono složeno i UN ulaže velike napore da se zabrani bar uporaba i proizvodnja najčešćih protupješačkih mina. Svijest da praksa ne može ostati ravnodušna prema ovom problemu rezultira u rastućem broju projekata koji mogu pridonijeti sigurnijem i bržem rješenju gorućeg problema. Kod toga se polazi od općih pitanja koja razotkrivaju složenost rješavanja problema. Uglavnom se preferira mehanizacija za realne uvjete čišćenja bez rizika za čovjeka (tj. čovjek ne smije ući u minsko polje prije stroja), ali pritom se traže odgovori na sljedeća pitanja:

a) Koje vrste mina i strjeljiva treba da uništava stroj za razminiranje:

- protupješačke mine (antimagnetske "paštete", rasprskavajuće)
- protutenkovske mine (antimagnetske, razorno-probojne, 6 kg TNT)
- NUbS/UXO strjeljivo (topničko, raketno, minobacačko).

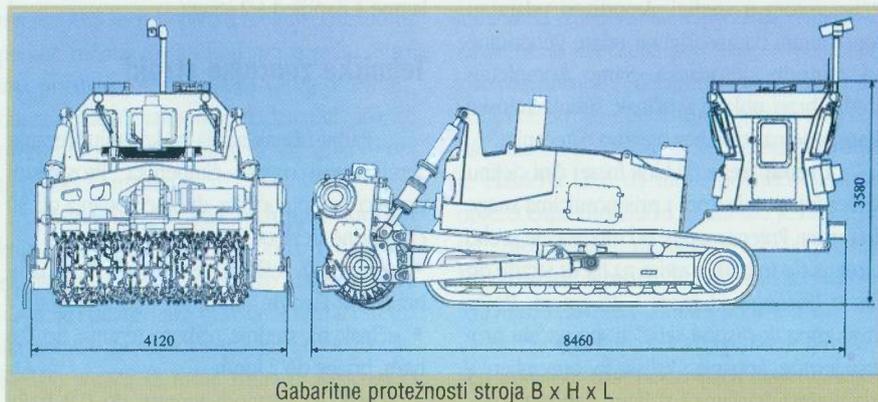
b) Za koje uvjete rada okoline je stroj namijenjen:

- u kojim kategorijama tla (I, II, III, IV)
- u kojim vremenskim uvjetima (suho, vlažno, mokro, hladno, ledeno)
- kapacitet čišćenja u tim različitim uvjetima (ha/dan).

c) Koja se dodatna oprema nakon prolaza stroja treba koristiti za kontrolu očišćenosti i čišćenje ostataka - dijelova od razbijenih mina

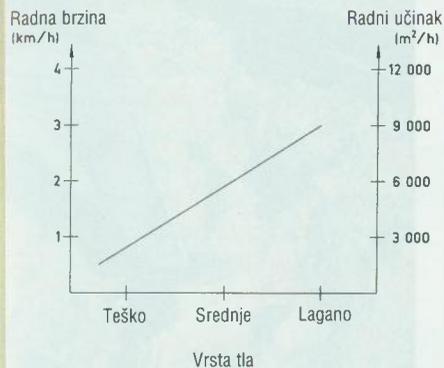
i strjeljiva, koji bi mogli ostati kao potencijalna opasnost iza stroja (u skladu sa zahtjevima međunarodnoga standarda za humanitarno razminiranje UN, Clearance Standards: točka 5.9; točka 5.10.)?

d) Na kojim kosinama stroj može raditi (uspon, strmina, bočni nagib)? Značajke pro-



Gabaritne protežnosti stroja B x H x L

Dijagram radnoga učinka stroja:



hodnosti stroja na mekanom i močvarnom terenu? Značajke vučnog vozila za prijevoz stroja na veće udaljenosti ("labudice")?

e) Kakva je potrebna obuka osoblja za uporabu i održavanje stroja. Kada i kako se predviđa servisiranje stroja?

f) Kolika je trajnost radnog alata (zubi rotora i rotora) u radnim satima na kopanju u različitim kategorijama tla? Kolika je trajnost pogonskog motora stroja i glavnih hidromotora / MTBF (radni sati)?

g) Koliko se predviđa radni vijek stroja, uključujući normalno preventivno održavanje (npr. 10.000 radnih sati)? Može li se procijeniti cijena održavanja stroja za njegov radni vijek (troškovi logistike)?

h) Koje dijelove rotora i stroja treba zamijeniti u slučaju:

- detonacije jedne PT mine (6 kg TNT) i
- detonacije dvije PT mine (12 kg TNT).

i) Daljinsko upravljanje. Koja su terenska ograničenja video nadzora (vegetacija, ispresijecano tlo, kamenje, kosine)? Realna radna udaljenost stroja? Kako se stroj izvlači u slučaju otkaza u minskom polju? Kako izbjeći "mišolovku"?

j) Dokumentiranje rezultata čišćenja?

k) Što se može servisirati i proizvoditi od dijelova stroja u Hrvatskoj?

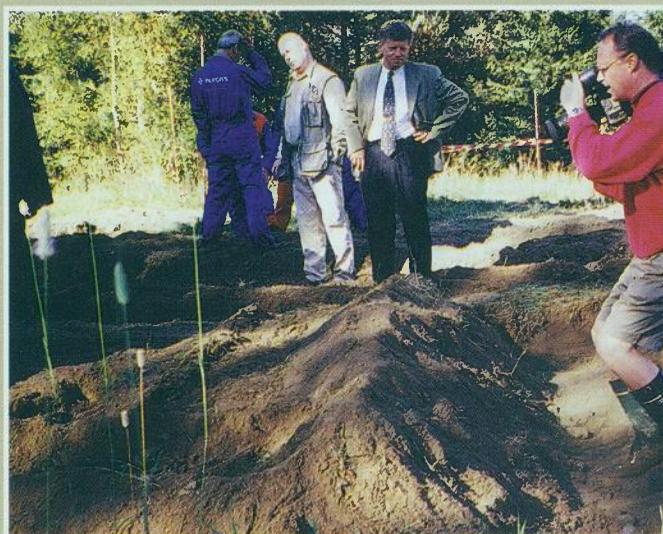
l) Uvjeti integracije i kooperacije većeg broja strojeva s poduzećima u Hrvatskoj?

Preliminarni rezultati testiranja stroja MINE-GUZZLER

U sklopu prikaza stroja Mine-Guzzler izvedena su preliminarna testiranja na poligonu Boforsa, prema kriterijima očišćenosti tla i izdržljivosti stroja na eksplozije PP i PT mine. Značajke tla odgovarale su težini kopanja u II. kategoriji tla koje je pokriveno žbunjem i drvećem. Stroj je u takvim uvjetima kretanja uništavao ukopane mine prema postavljenim zahtjevima. Najprije su uništene sve postavljene ukopane švedske PP mine tipa PMA-2 ("paštete", 10 kom) na



Uništavanje ukopanih PP mina i niske vegetacije. Sve ukopane mine su uništene. Tlo je očišćeno od mina. Rotor freze nije bio oštećen od protupješačkih mina ("pašteta")



Profil iskopane zemlje nakon povratka stroja



Razbijena švedska PT mina 6 kg TNT koja je bila postavljena bez upaljača. Ravnatelj HCR Damir Goršeta se uvjerava o kakvoći usitnjavanja mina u sitne komadiće. Sljedeća PT mina je postavljena s upaljačem, nailaskom stroja mina je razbijena frezom čiji su zubi otrgnuli upaljač koji je ostao sa strane. Kontrola ostataka iza stroja je posao za pirotehničare

UN kriterij: Razminiranje protutenkovskih i protupješačkih mina i NUBS
Očišćenost 99.6%, dubine 20 cm

Redoslijed ispitivanja:

A - po načelu samoodržanja stroja

B - po načelu očišćenosti tla

Prvo: uništavanje PT mina

Drugo: uništavanje PP mina

Treće: uništavanje mješovitog minskog polja

Količina PT i PP mina:

Ovisi o statističkoj sigurnosti, i o broju različitih realnih pozicija testiranja stroja

Vrste mina:

TMA-3	PMA-2
TMRP-6	PMR-3
Bojno strjeljivo	PROM-1

A. Ispitivanje izdržljivosti stroja / statičko ispitivanje

1. Postavljanje prve PT mine. Pozicija mine treba biti "povoljna" za radni uređaj.
2. Postavljanje zadnje PT mine. Pozicija mine treba biti "nepovoljna" za uređaj.
3. Proizvođaču treba dopustiti da tijekom ispitivanja provodi postupak popravke na licu mjesta, koje ga ne diskvalificiraju.

B. Ispitivanje očišćenosti tla / dinamičko ispitivanje

Kad se uspješno provedu postupci statičkog ispitivanja - pod A, pristupa se razminiranju mješovitog minskog polja (PT, PP, strjeljivo) u neobrađenom zemljištu u realnim konfiguracijama tla. U razminiranje se stavlja cijeli sustav stroja za razminiranje. Proizvođaču stroja, odnosno nositelju ispitivanja treba samo reći da razminira zadano područje. Proizvođač ili dobavljač stroja ne smije znati položaje mina, njihovu vrstu i broj.

Za verifikaciju dinamičkog ispitivanja treba zemlju obrađenog područje prosijati. Sve eventualne ostatke mina treba izdvojiti i ispitati s gledišta sigurnosti.

C. Ispitivalište:

Ispitivalište treba odgovarati onome tlu na kojem će se stroj koristiti. Pri ispitivanju očišćenosti tla od različitih vrsta mina ispitno zemljište treba biti ravno, s malo ili bez vegetacije, kako bi se ostvario puni nadzor i mogućnost dokumentiranja rezultata svakog koraka ispitivanja.

Ispitivanje se provodi pojedinačno i detaljno, korak po korak, kako koji eksplozivni predmet ne bi promakao. Puni nadzor ispitivanja.

Kad stroj zadovolji ispitivanja prema A, ispitivanje prema B treba provesti u istim uvjetima na zemljištu koje je odabrano na početku.

D. Ljudstvo i oprema koja mora biti na ispitivalištu:

Službena komisija, neovisni promatrači

Poligonsko uslužno osoblje za pripremu i provođenje ispitivanja

Ograđeni i čuvani ispitni poligon - ispitivalište

Pokretna radionica

Pokretna dizalica do 10 t nosivosti

Zaštićeni položaj za mjerne instrumente

Sigurni motrilački položaji u blizini

(bez potrebe za uporabom dalekozora) bar za četiri osobe

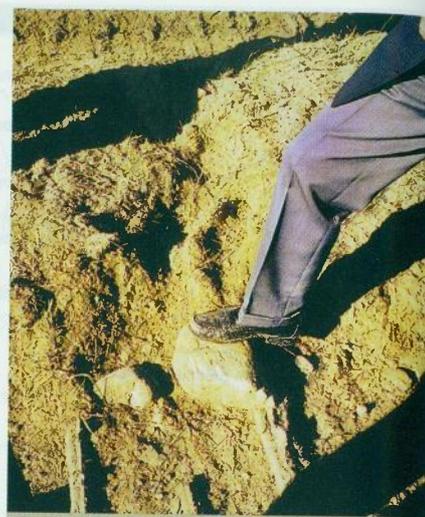
Jedan opremljeni tim EOD

Oprema za prosijavanje cjelokupne količine zemlje na ispitnom polju

Dovoljna zaliha mina koje stroj treba razminirati

Napomena:

1. Za strojeve koji imaju kabinu za vozača nužno je ispitati zaštitu vozača od impulsne buke eksplozije 6/12 kg TNT-a (150-200 dB).
2. Razminiranje šumskih prometnica i šuma podrazumijeva najprije uporabu nadzemne mehanizacije To su priključne rotositnice za nisku vegetaciju tipa traktora, bagera, te strojevi za rušenje, privlačenje, utovar i izvoženje tzv. harvester-forwarder strojevi. Za tu mehanizaciju vrijede drukčiji kriteriji ispitivanja.



Tragovi zuba na švedskom kamenu, koji se može zaglaviti između zuba rotora freze

različitim mjestima ispod rotora i različite dubine ukopanosti do 20 cm. Nije bilo oštećenja stroja od PP mina. Zatim je izvedeno **ispitivanje na razbijanje i usitnjavanje švedske PT mine mase 6 kg TNT bez upaljača**. Prolazom stroja mina je usitnjena u sitne komadiće eksploziva. Druga PT metalna mina je ukopana s upaljačem. Mina je zubima rotora uništena, upaljač nije uspio odraditi. Pokušano je ponovno nailaskom stroja da se aktivira upaljač, što naravno nije moguće s frezom razmaka zubi od 20 mm. Uzeta je sljedeća PT mina ukopana u normalno neobrađeno tlo. Nailaskom stroja, eksplozija mine ispod desne strane rotora je otrgnula 10 zubi i deformirala njihove adaptere na rotoru. Ta se oštećenja mogu popraviti na licu mjesta ili zamjenom rotora. Najteži kriterij je bilo testiranje izdržljivosti rotora na 12 kg eksploziva (**dvije mine na "kat"**) ispod lijeve strane rotora. Eksplozija je uništila 12 zubi i adaptera, te prednji i stražnji štitnik radnog uređaja freze, što je rezultat snažnog tlaka eksplozije na strane rotora i eksplozije koja ima duži vremenski impuls. Ovaj slučaj podrazumijeva

Posljedice eksplozije švedske PT mine 6 kg TNT.



Desna strana rotora: otrgnuto 10 zuba i deformacija njihovih adaptera. Potreban je popravak na licu mjesta

zamjenu cijelog rotora s novim rotorom i zamjenu štitnika na stroju, a oštećeni rotor se može popraviti za nekoliko sati. Uređaj stroja za ublažavanje impulsa udara dvije mine na "kat", koji se sastoji od hidrauličkog i mehaničkog amortizera je podnio sva opterećenja. Nakon provedenih eksplozija stroj je provjeren na funkciju i utvrđena njegova ispravnost za daljnji rad, osim rotora i štitnika koji se moraju zamijeniti.

Zaključci

Stroj Mine-Guzzler je pogodan za humanitarno razminiranje poljoprivrednog suhog zemljišta do srednje teških uvjeta kopanja i pritom može uništavati sve vrste mina i srednju vegetaciju. U iznimno tvrdim



Amortizacija produženog impulsa sile eksplozije (12 kg TNT) s hidromehaničkim prigušenjem. Pomak od 70 mm se jasno vidi na klipnjači tilt hidrocilindra. Stroj je ostao čitav i ispravan, osim naravno rotora freze i štitnika koji se moraju popraviti

terenima s komadima kamenja veličine 15-30 cm može biti problema oko zaglavljivanja kamena, a time i zaklanjanja mina. Takva situacija zaglavljivanja kamenja u rotoru ne može se pratiti daljinski od strane operatora,



Pričuveni dijelovi i alat za popravak rotora

što znači da bi se neka mina mogla provući ispod rotora. Također, stroj nije namijenjen za razminiranje vrlo mekanog i močvarnoga tla. Smatra se da stroj, kao i njemu slični strojevi, može sa sigurnošću čistiti poljoprivredno tlo s djelotvornošću čišćenja svih vrsta mina oko **85 posto**, i da je iza njega potrebna uporaba detektora i pasa kako bi se uklonili opasni ostaci mina (upaljači, kapsule, i drugi opasni dijelovi) i postigla zahtijevana UN očišćenost



Vrijeme je za dvije mine "na kat". Gosp. Allan Carlsson (Bofors) i lijevo Brig. Bjorn Svensson (zapovjednik švedskog Inženjerijskog središta SWEDEC: koji osim vojne temeljnice uključuje sastavnicu humanitarnog razminiranja)

od **99.6 posto**. Stroj je potrebno dodatno opremiti s uređajem GPS radi praćenja i dokumentiranja pozicije čišćenja i radnog učinka.

Postavljeni su zahtjevi da stroj dode u realne uvjete razminiranja Republike Hrvatske. Pritom se predviđa domaća logistika stroja. Domaća poduzeća će dobiti potrebne alate kako bi mogli izradivati dijelove rotora za potrebe održavanja stroja. Procjenjuju se ukupni operativni troškovi stroja oko 1.5 mil.\$ za vrijeme uporabe do

10.000 radnih sati, odnosno 5000 ha (ili 50 km²) čišćenja u normalnom radnom vijeku stroja (ako je radni učinak 0.5 ha/h). Ako se stroj pokaže dobar u realnim uvjetima postoji mogućnost integracije više strojeva i izrada

razminiranje. Uglavnom su to teški i skupi prototipovi namijenjeni ponajprije za čišćenje velikih ravnih ili pustinjaških površina. Preliminarno testirani prototip stroja tvrtke Bofors može poslužiti za čišćenje tla od mina svih vrsta u prije navedenim uvjetima obradivoga poljoprivrednog tla.

Vratimo se našim uvjetima, oko 10 posto državnoga teritorija Republike Hrvatske je još pod minama ili nešto manje od 6000 km², od toga 50 posto je poljoprivredno obradivo i tako nedostupno ljudima za korištenje. Od ukupno zagađene površine **1500 km²** se nalazi pod tipičnim minskim poljima, a **4500 km²** je zagađeno pojedinačnim ili skupinama mina. Sadašnjom tehnologijom čišćenja nisu realne procjene čišćenja oko 10-15 godina, nego puno više. Mehanizacija razminiranja je jedini siguran put kako bi se skratilo vrijeme i cijena čišćenja miniranih površina. U tom smislu postavljanje zahtjeva za nabavom strojeva proizvodnjom ili razvojem je neophodno.

Posljedice aktiviranja dvije PT mine / dulji vremenski impuls sile.



Nije stradao puno veći broj zuba ni centralni valjak, ali su otrgnuti zaštitni limovi iznad rotora - gore, te stražnji gumeni štit koji zaštićuje motor



Freza stroja prije testiranja (a) i
poslije testiranja (b)



Strojevi koji će se nabavljati trebaju proći meritorna stručna tijela kako bi se dobila ocjena njihove djelotvornosti i primjene mogućnosti dijela proizvodnje i logističkog osiguranja. Treba zahtijevati da se bar trećina cijene uvoznog stroja ostvari u RH, kroz proizvodnju dijelova ili bar integraciju sustava, jer logistika stroja za radni vijek je vrlo skupa. Oslanjanjem na domaće kapacitete je najbolji način osiguranja tehničke logistike i odgovarajuće uporabe za realne uvjete. Domaći strojevi, manji i jeftiniji uz neka poboljšanja mogu biti prikladniji, ili najmanje dopuna za realne uvjete čišćenja. Od završetka rata, u Republici Hrvatskoj je bilo više od 400 incidenata u kojima je poginulo oko 600 ljudi. Samo u godini 1997. u Šibensko-kninskoj i Zadarskoj županiji od mina je stradalo 60 civila. Preživjeli iz minskih incidenata su većinom vrlo teško ranjeni, najčešće s posljedicom trajnog i potpunog



Zajednička uspomena hrvatske i švedske ekipe. U sredini, demonstrator A. Carlsson, predstavnik Zadarske županije D. Kuman, ravnatelj HCR D. Goršeta, D. Jakšić, gospođa V. Sikirica, Brig B. Svensson, K. Johnson-Vice President Combat Vehicle Systems, D. Mikulić

invaliditeta. Razminiranje je vrlo složen, spor i skup posao, koji zahtijeva veliko znanje i oprez u radu. Sve više se shvaća da **mehanizacija mora preuzeti primarnu ulogu u razminiranju. Zato je važna uporaba bilo kakvog suvremenog stroja koji može uklanjati minske opasnosti bez ljudskog rizika** (domaćega ili stranog stroja, donirana ili posuđenog - lizing, ili udruživanje sa stranim partnerom, ili državno pružanje benificija kod carinjenja i dijela PDV-a, i drugo). To ukazuje na put uključivanja i domaćih resursa kojima se može otkloniti ovaj problem uz realnu cijenu. Proizvodnja takvih uređaja nije zahtjevna što dokazuje proizvodnja strojeva i opreme nekoliko domaćih poduzetnika.

Otobreda Palmaria



Samovozna haubica 155 mm Palmaria

Josip MARTINČEVIĆ-MIKIĆ

Samovozni topnički sustav Palmaria je razvijen godine 1977. ponajprije za potrebe izvoza. Proizvodnja je započela punih pet godina kasnije prema zahtjevima konkretnih korisnika. Prvi i ozbiljni kupac sustava 155 mm Palmaria je bila Libija sa svojom narudžbom od 210 sustava. Tijekom godine 1982. i Nigerija se odlučuje za kupovinu 25 sustava, a idućih 20 kupola proizvođač je izručio Argentini za ugradnju na njihovo podvozje tenka TAM

U arsenalu samovoznih oružja može se zamijetiti i jedno interesantno rješenje talijanskog proizvođača Otobreda Spa. Radi se o samovoznoj haubici 155 mm koja nije našla svoje mjesto u talijanskoj vojsci nego je rađena isključivo za potrebe izvoza.

Naime, Italija je opskrbila svoju vojsku s 280 američkih sustava M109L prilagođenih vlastitim zahtjevima. Oružja su balistički identična vučnom modelu FH-70 poznatijem kao NATO haubici koje Italija ima u sastavu topništva.

Pokretanje projekta Palmaria je vjerojatno u to vrijeme bilo povezano s političkim problemima, tj. ograničenjima koja su se postavljala pred Libiju pri narudžbi oružja zapadnog standarda. Realizacijom tog projekta Libija je dobila oružni sustav potpuno kompatibilan zapadnom standardu 155/39, kojima je utopunila svoj tipično ruski arsenal oružja.

Otobreda Palmaria 155 mm

Samovozni topnički sustav Palmaria je razvijen godine 1977. ponajprije za potrebe izvoza. Proizvodnja je započela punih pet godina kasnije prema zahtjevima konkretnih korisnika. Prvi i ozbiljni kupac sustava 155 mm Palmaria je bila Libija sa svojom narudžbom od 210 sustava. Tijekom godine 1982. i Nigerija se odlučuje za kupovinu 25 sustava, a idućih 20 kupola proizvođač je izručio Argentini za

ugradnju na njihovo podvozje tenka TAM. Narudžbe Libije i Nigerije su bile ispunjene do godine 1986. Tijekom 1993. Otobreda je obavila pregovore za izručenje 20 kupola sustava 155 mm Argentini, koji su izručeni godine 1997., ali je danas sve ostalo na dva prototipa TAMSE VCA 155 (Vehiculo de Combate de Artilleria). Kupole su trebale biti ugrađene na produženo podvozje argentinskog tenka TAM, ali serijska proizvodnja sustava iz nepoznatih razloga nije započela iako je inicijalizacija projekta bila vezana uz zahtjeve argentinske vojske. Vjeruje se da je ugrađeno 10 kupola na odgovarajuća podvozja iako postoje informacije da su proizvodni pogoni TAMSE zatvoreni.

Poznato je također da je Otobreda godine 1990. izručila kontingent idućih 25 sustava nepoznatom korisniku, ali se prema nekim izvorima drži da je riječ o ponovljenoj narudžbi Nigerije.

Što se dobiva narudžbom topničkog sustava Palmaria 155 mm i što korisnik od njega može očekivati bit će prikazano u ovih nekoliko stranica.

Kupola s topom 155 mm je ugrađena na podvozje tenka OF-40 MBT s konvencionalnim trovolumenskim razmještajem, vozač sprijeda, borbeni odjeljak u sredini, a motorni odjeljak u stražnjem dijelu oklopnog tijela.

Nekoliko riječi o tenku OF-40

Projekt OF predstavlja suradnju Otobrede kao "O" i Fiata kao "F" na tenku približne mase od 40 tona odakle proizlazi oznaka "40". Suradnja je započela na razvoju tenka



OTOBREDIN tenk OF40. Podvozje tenka je korišteno za realizaciju više projekata (kupola PZO topa 35 mm, 76 mm OTOMATIC, te samovozna haubica 155 mm Palmaria)

godine 1977. ponajprije zbog izvoza, kako bi 1980. bio završen prvi protutip tenka OF-40 s ugrađenim topom 105 mm. Ujedinjeni Arapski Emirati su za sada jedini korisnici spomenutog tenka, ali izvedenice OF-40 Mk2A s ugrađenim topom 120 mm glatke cijevi. Tenk OF-40 je završio testiranja u Tajlandu, a predstavljen je i egipatskim stručnjacima. Obavljeni su i pregovori za lokalnu proizvodnju tenka u Španjolskoj i Grčkoj, ali rezultati pregovora nisu dostupni široj javnosti.

Opis sustava Palmaria 155 mm

Zovačevo mjesto je u prednjem dijelu oklopnog tijela vozila, a ostala četiri člana posluže (zapovjednik, topnik, rukovatelj nabojima i rukovatelj punjačem projektila) su smještena u aluminijsku kupolu lociranu na središnjem dijelu oklopnog tijela. Konstrukcija oklopnog tijela i same kupole je izrazito geometrijski pravilnih oblika koji su znakoviti za talijanske dizajnere.

Zapovjednik sjedi u prednjem desnom dijelu kupole. Njegovo je mjesto opskrbljeno s osam periskopa za kružno opažanje i jednodijelnim poklopac-vratima koja se otvaraju prema nazad. S obje bočne strane kupole se nalaze velika pravokutna vrata od kojih se lijeva otvaraju prema nazad, a desna prema naprijed. S vanjske strane iza kupole su smještena dva spremnika za smještaj dopunskog tereta. Na krov kupole se mogu ugraditi protuzrakoplovne strojnice kalibra 7,62 ili 12,7 mm, a četiri bacača dimnih kutija se nalaze na prednjem dijelu kupole sa svake strane cijevi glavnog oružja.

Sustav ima ugrađen pomoćni pogon za pokretanje hidrauličnih i električnih komponenta servo-sustava sastavljen od Dieselova

motora koji pokreće električni generator i hidrauličnu pumpu. Standardna oprema uključuje sustav NBK zaštite, automatski pro-

ljan hidrauličnim cilindrom pričvršćenim na tijelo kolijevke i tijelo donjeg postolja. Područje elevacije je od -5 do +70°. Osim hidrauličnog načina pokretanja elevacijske mase postoji i ručni način upravljanja. U ručnom načinu upravljanja elevacijskom masom poslužitelj pokreće ručnu pumpu koja je priključena na hidraulični cilindar. Nakon svakog opaljenja cijev se automatski vraća u položaj za punjenje (nagib od dva stupnja). Pokretanje kupole po smjeru je riješeno hidrauličnim pogonom preko nadzorno-upravljačke kutije u području od 360°.

Protutrzaajući sustav se sastoji od dvocilindrične hidraulične kočnice trzanja i jednog povratnika trzajuće mase. Sustav je sposoban kompenzirati silu trzanja od 45 tona koja se generira pri ispaljenju projektila s osmim barutnim punjenjem pri nagibu cijevi od 70°.

Talijanska kompanija Simmel je razvila novu generaciju strjeljiva namijenjenu za korištenje iz sustava Palmaria čiji se podatci nalaze u tablici 1.

Tip	P3 HE	P3 HE IT	P3 HE RAP	P4 osvjetlj.	P5 dimno
Masa projektila	43,5 kg	43,5 kg	43,5 kg	43,5 kg	43,5 kg
Masa eksploziva	11,7 kg	11,7 kg	8 kg	-	-
Masa pog. goriva	-	1 kg	2,8	-	-
Dužina	933 mm	933 mm	933 mm	933 mm	933 mm
Maks. domet	24.700 m	27.500 m	30.000 m	24.700 m	24.700 m

tupožarni sustav, uslužne pumpe i vrata na podu za izlaz u nuždi.

Glavno oružje je Otobredina haubica 155 mm s cijevi dužine 41 kalibar. Cijev je opremljena s izvlakačem barutnih plinova i plinskom kočnicom na ustima. Top je opskrbljen automatskim punjačem strjeljiva koji mu omogućuje režim paljbe:

- ispaljenje jednog projektila svakih 15 sekundi,
- jednog projektila svake minute za jednosatno korištenje ili
- jedan projektil svake tri minute za dugotrajno korištenje.

Cijev se puni pri nagibu od dva stupnja pri čemu se naboji u barutnu komoru ubacuju ručno. Korištenjem automatskog punjača moguće je punjenje 23 projektila pripremljenih za korištenje iz spremnika u kupoli i dodatnih sedam smještenih u oklopnom tijelu vozila.

Inicijalno-paljbeni sustav je upravljan elektrohidrauličnim ventilom i u takvom režimu korištenja pritiskom na posebnu dirku je moguće postići početnu brzinu paljbe od tri projektila u 20 sekundi.

Elevacijsko izravnački sustav je uprav-

Osim ovoga sustav može koristiti strjeljivo namijenjeno drugim sustavima 39 kalibara uključujući FH-70, FH-77B kao i sve vrste američkog strjeljiva M107, M549A1 i M483A1.

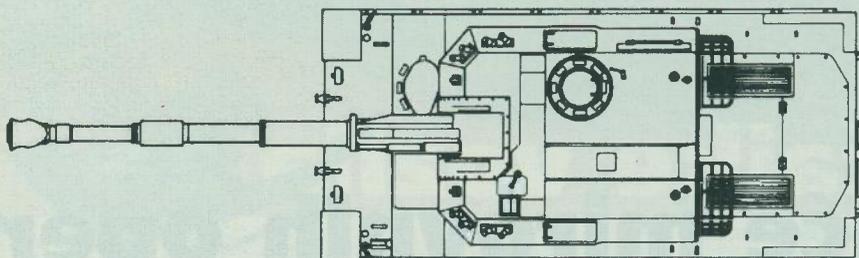
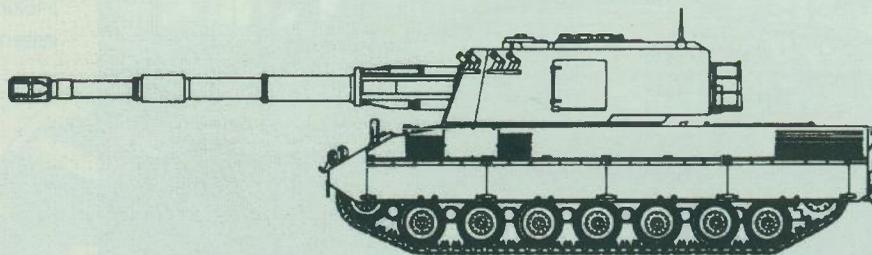
Palmaria ima ugrađena tri ciljnička sustava: periskopski ciljnik za izravnu paljbu P 170, panoramski ciljnik za posredno izvođenje gađanja P168 i automatski ciljnik.

Periskopski ciljnik P170 može biti korišten i za ciljanje i za opažanje, a njegovo je povećanje osam puta. Optička jedinica može biti zamijenjena pojačivačem svjetla pa se tako umjesto dnevnog sustava dobije sustav za korištenje na minimalnom izvoru svjetla.

Panoramski ciljnik P168 se koristi pri posrednom ciljanju pri čemu končanica ima osvjetljenje za noćni režim korištenja.

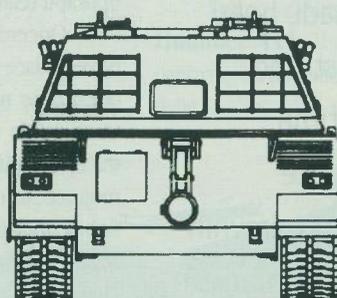
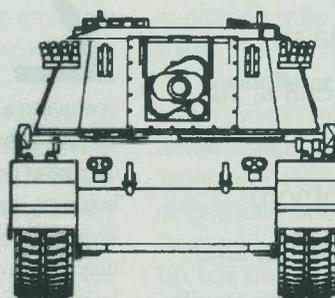
Palmaria može također biti opskrbljena elektronskim ciljničkim sustavom (Electronic Plane Converter) koji se koristi za brzo i točno ciljanje kako za izravne ciljeve tako i pri posrednom ciljanju.

Sustav za upravljanje paljbom koji je primarno ugrađivan u Palmariu je Alenia P186 koji je ugrađen na postolje Bofors. Sustav ima povećanje četiri puta pri vidnom području od 10°, a masa mu je oko osam kilograma. U



Tablica 2. Tehnički podatci sustava Palmariu 155 mm

Borbena masa	46.000 kg
Masa praznog vozila	43.000 kg
Specifična snaga	16,3 KS/t
Dužina s topom naprijed	11.474 mm
Dužina s topom straga	9600 mm
Dužina oklopnog tijela	7265 mm
Širina	3350 mm
Visina s PZ strojnicom	2874 mm
Visina osi cijevi	2.195 mm
Klirens	400 mm
Dužina gusjenica u dodiru s tlom	4250 mm
Širina gusjenice	584 mm
Maksimalna brzina	60 km/h
Spremnik goriva	800 lit.
Akcijski polumjer s p/r	500 km
Vodne zapreke	1050 mm
Nagib	60%
Kosina	30%
Visina zapreke	1000 mm
Širina prokopa	3000 mm
Svladavanje vodenih zapreka	1200 mm
uz posebnu pripremu	4000 mm
Motor	MTU MB 837 Ea 500, 750 KS (Ka500,1000 KS)
Transmisija	Renk RK 304 4 napred 2 nazad
Ōvjes	torzijske poluge
Električni sustav	24 V
Baterije	6 x 12 V 100 Ah
Generator	9 kW
Naoružanje	haubica 155 mm PZ strojnica 12,7 mm ili 7,62 mm MG
Bacač dimnih kutija	2x4
Štrjeljivo 155 mm	30 (23 + 7)
Područje elevacije	- 5°/+70°
Područje azimuta	360°
Broj članova posluge	5



kupoli je predviđeno mjesto za normalnu radiokomunikacijsku opremu, kao i opremu za interkomunikaciju za potrebe sustava za upravljanje paljbom.

Motor, transmisija i sustav za hlađenje predstavlja

pogonski agregat koji može biti zamijenjen u vremenu od 45 minuta.

Motor je pouzdani 8-cilindrični turbo Dieslov MTU MB 837 Ea 500 koji razvija 750 KS ili Ka 500 koji razvija 1000 KS. Priključen na transmisiju Renk RK 304 obećava pouzdani pokretački agregat pri svakom opterećenju.





Američko oklopno sigurnosno vozilo (ASV) Cadillac Gage M-1117, s 12.7mm HMG naoružanjem i 40mm automatskim lansernom granata

Značajke vozila za zadaće mirovnih operacija

Suzana GALEKOVIĆ

Učinkovita rješenja su posebno napravljena ili su vojna vozila samo prilagođena za potporu mirovnim operacijama. Iako teška oklopna borbena vozila po definiciji nude veći stupanj zaštite svojoj posadi, bolju taktičku mobilnost pod ekstremnim uvjetima, kompleksne političke implikacije tijekom mirovnih operacija čine ih sve manje i manje prihvatljivima jer su označena kao napadajno oružje. Prioriteti vozila za mirovne zadaće odnose se na stupanj zaštite, transportne kapacitete, mobilnost i paljbenu moć

Zapadne oružane sile danas se sve više angažiraju zbog intervencija iza nacionalnih granica u okvirima "međunarodne politike", a misije potpore mirovnim operacijama na dobrobit su UN i NATO. Raspadom bivšeg Varšavskog pakta, vjerojatni operativni scenariji više nisu ograničeni na bojišnicu srednje Europe, (a pritom su se koristili teškom i sofisticiranom opremom), nego obuhvaćaju operacije premošćivanja kriza diljem svijeta. Iako su ove operacije međusobno vrlo često različite u svojoj naravi i intenzitetu, sve podjednako uključuju uporabu relativno malih i lakih snaga.

Općenito govoreći možemo reći da nove zadaće dovode postrojbe određene za održavanje mira, uspostavu mira ili humanitarne misije (ili čak individualne UN promatrače) u situacije gdje glavna prijetnja nisu moguće intervencije dobro opremljenih i dobro organiziranih regularnih neprijateljskih snaga, već su to podmukle zasjede i "tihu" napadaji. To je bio slučaj u gotovo svim međunarodnim potporama mirovnim operacijama od ranih '80-ih u Libanonu i Somaliji, Mozambiku, bivšoj Jugoslaviji, Albaniji, i tako dalje.

Žrtve su uvijek tužan i ozbiljan problem, čak i kad su u pitanju nacionalni interesi. Iz vrlo razumljivih razloga, javnost je manje spremna prihvatiti žrtve u okvirima inozemnih intervencija, posebno kad politička svrsishodnost vodi takvim intervencijama koje su označene kao humanitarne. Konačno, sve dostupne mjere trebale bi biti implementirane zbog smanjenja broja žrtava tijekom mirovnih

operacija, uključujući individualnu i kolektivnu zaštitu - i osim toga, adekvatnu oklopnu zaštitu za vozila određena za interventne snage. Daleko je najveći postotak žrtava tijekom potpora mirovnim operacijama izazvan napadima protiv vozila, što je prioritarna meta zasjeda.

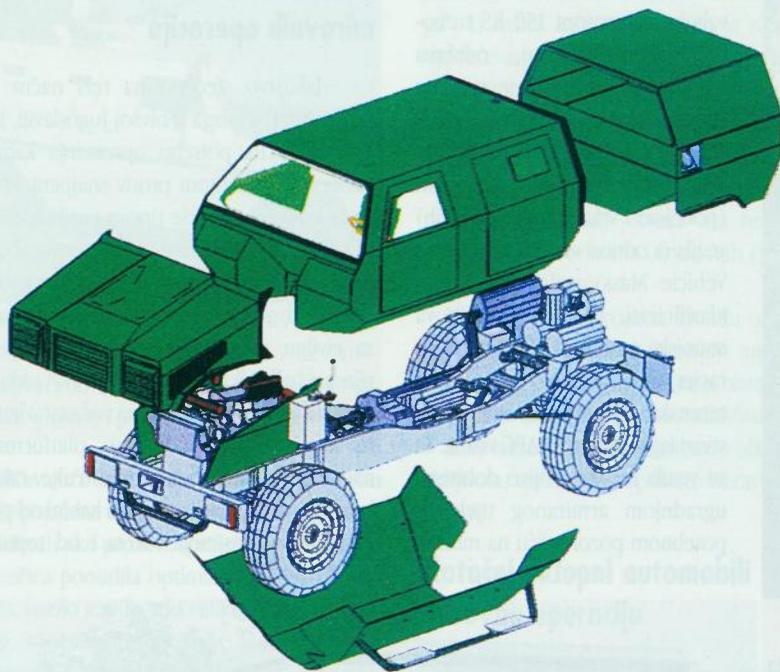
Prije no što se razluče aktivnosti vozila potpore mirovnim operacijama, potrebno je ispitati moguće prijetnje koje se mogu nabrojiti za vrijeme takvih operacija.

Opasnosti u misijama mirovnih operacija

Osnovne tehnike za pripremu zasjeda više ili manje su iste, kad god se pobunjenici/revolucionarne skupine, gerila ili slabe i neorganizirane regularne vojne postrojbe suoče s protivnikom. Ako im se dâ izbor, ovi posljednji (dobro organizirani i dobro opremljeni, tehnološki superiorniji) izabrat će oružja i operativne mogućnosti protiv kojih neprijateljske snage sigurnosti, uhvaćene u zamku pasivne uloge i nemogućnosti uzvraćanja paljbe čak i u samoobrani, gotovo da nemaju nikakve obrane.

Najčešće prijetnje s kojima se postrojbe mirovnih operacija susreću tijekom takvih zasjeda i napadaja mogu se podijeliti u tri glavne skupine:

- pješачko naoružanje, uključujući kalibar 5.56 mm ili 7.62 mm sa standardnim ili AP metcima. Metak 7.62 mm AP bi trebalo, više cijeniti zbog činjenice da gornja granica prijetnje nije, kako se često misli, 7.62x51 NATO (masa 9,8 g), nego 7.62x54R ispaljen iz sna-



Njemačko terensko vozilo UNIMOG U1550L 4x4 ima modularnu konfiguraciju oklopa

ijepa Dragun (masa 11,7g), s 25 posto više energije na izlazu iz otvora cijevi. Isto tako, za razliku od situacija na bojnopolju, tijekom potpore mirovnim operacijama prijetnje malokalibarskim naoružanjem dolaze od vrlo precizne paljbe izvanredno smještenih snajpera. (Za vrijeme sovjetske invazije na Afganistan, BTR-60/70/80 oklopna borbena vozila ponudila su zaštitu protiv malokalibarskog naoružanja. Afganistanska gerila je uskoro otkrila da će svojim WW2 probiti slabu točku na oklopu i pogoditi vozača - s iznenađujućim rezultatima, s obzirom na to da su se vozila kretala u konvoju na uskim i zavojitim planinskim cestama). Uporaba teških strojica (12,7 mm - 14,5 mm) kao prijetnja na standardnom bojnopolju daleko je manje učestala; u rukama gerile, to oružje uglavnom je učvršćeno na lake kamione, a može biti prijetnja samo pod vrlo određenim okolnostima poput urbanih smetnji;

- mine različitih tipova; Dok protupješačke mine (AP) nisu ozbiljna prijetnja čak i za slabije zaštićena vozila, protutenkovske mine (AT) imaju sva obilježja katastrofalnih posljedica za kamione i laka/srednja vozila. Kao rezultat, daleko veći postotak žrtava za vrijeme ratovanja gerilskog tipa, uzrokovan je minama. Uzimajući kao primjer za studiju bivšu Jugoslaviju, snage IFOR/SFOR-a nabrojile su različite tipove AT mina, posebice mine učinkovitijeg djelovanja TMRP-6, te nebrojeno mnogo različitih tipova mina "kućne izradbe";
- kratkodometno protutenkovsko naoružanje, uključujući raketne lansere. Napadaji koju uključuju to naoružanje mogu se učiniti

rijetkim, ali ga treba uzeti u ozbiljno razmatranje jer je zaštita protiv takvog naoružanja vrlo teška, ukoliko nisu primijenjene inačice zaštite teškim oklopom.

Vozila koja trebaju biti raspoređena za potporu međunarodnim mirovnim operacijama pokrivaju vrlo velik raspon klasa i kategorija, budući da će svaki individualni nacionalni kontingent koristiti svoj raspoloživ vojni park.

U članku se daju neki koraci za poboljšanje zaštite i preživljavanja posade na različitim vozilima, protiv prijetnji ranije navedenih.

Laka oklopna vozila

Za primjer, to je kategorija vozila čija

Američko vozilo Hummer M-1114 HMMWV koje nudi dodatnu zaštitu od protutenkovskih mina i malokalibarskog naoružanja



Sjedalo s pojačanom zaštitom Hummer vozila sa sklopivom bazom važan je čimbenik smanjenja ranjivosti posade na mine

ukupna masa ne prelazi 3500 kg, ali nije manja od 1500 kg, a čija je korisna nosivost od 300 do 1220 kg. Naravno, vozila s nisko spuštanim zadnjim dijelom imaju malen postotak korisne nosivosti u odnosu na zaštitu.

Do prije nekoliko desetaka godina jedino je dostupno rješenje u ovom području bilo dostupno za policiju i unutarnju sigurnost, s ograničenjima poput tankog metalnog tijela, koje je osiguravalo najviše 3. stupanj zaštite. Nedavno su uvedena vozila koja nude više prostora korisne nosivosti i razvoj balističke čelične zaštite sve do 4. stupnja zaštite (Land Rover serije 109 i 110, kasnije i modeli Defender).

Nije potrebno isticati da takva vozila ukupne mase oko 3600 kg (oko 1 tonu više od osnovnog modela) i transportnim kapacitetom od 2+6 potpuno opremljena vojnika, imaju nedostatak: relativno ograničenu izvedbenu mobilnost, posebice terensku. Ta i druga razmatranja dovela su do troosovinske inačice (6x4 ili 6x6) s GVM (ukupna masa vozila) do 5350 kg, poput vozila **Hussar**, koja mogu nositi 1+13 vojnika. Slična su rješenja usvojile neke kompanije i nekoliko zemalja, uglavnom za policijske snage i graničnu stražu, ali i za vojsku.

Land Rover Defender, novim pristupom zaštiti, opremljen je modularnim tijelom višestruko obloženim glas-fiberom. Smanjenjem težine više od 20 posto, to rješenje nudi istu balističku zaštitu (uključujući protu mina). Ishod toga je vozilo CAD-100, koje ima GVM od 3500 kg i 2+6 vojnika, a dosad ih je više od 1200 prodano i vojnim i civilnim korisnicima - iako te prednosti nisu bez cijene.

Drugo zanimljivo vozilo je **HMMW Hummer 4x4**. U dodatcima u odnosu na osnovno vozilo, američka je vojska zahtijevala dvije inačice lakih oklopnih vozila: "osnovni



Ian Bostock

Australsko vozilo BUSHMASTER, nova kategorija lakih oklopnih vozila optimaliziranih za borbe niskog intenziteta (LIC - Light Intensity Combat), osigurava vrlo dobar stupanj zaštite

oklop" i "dodatni oklop". U skladu s ovim zahtjevima proizvedeno je vozilo s dodatnim oklopnim pločama od glas-fibera. Raspoređivanje tih vozila u Somaliju pokazalo je da je potrebit znatno viši stupanj zaštite, kako bi se suprotstavilo uobičajenim prijetnjama u gerilskom okruženju.

Nedavno je na zahtjev američke vojske napravljena inačica s integralnim tijelom s četiri vrata, temeljena na M-1113 ECV (expanded capacity vehicle). Kao rezultat izašlo je dodatno oklopljeno vozilo HUMMER, koje se trenutno proizvodi i služi američkim postrojbama raspoređenim u Bosni i Hercegovini, a nudi zaštitu protiv streljiva kalibra 7.62 mm AP, 155 mm topničkih šrapnela i nagaznih AT mina. M-1113 je ukupne mase 5500 kg,

korisne nosivosti 1050 kg, a zahvaljujući njegovom 150 KS turbopogonskom motoru, održava izvrsnu cestovnu i izvancestovnu izvedbu osnovnog modela sa 160 KS prirodno aspiriranim motorom.

Novu kategoriju zaštićenih (ponekad i vrlo dobro zaštićenih) vozila (a odnosi se na GVM - Gross Vehicle Mass) prilično je teško klasificirati, budući da njihova izvanjska pojavnost i opća konfiguracija podsjećaju na velike terenske automobile, koji su u stvari lagana kotačna APC vozila. Ta su vozila nepromjenjivo dobivena ugradnjom armiranog tijela (s posebnom pozornošću na minske

Zaštita kamiona tijekom mirovnih operacija

Iskustvo stečeno na teži način kroz razmještaj UN snaga u bivšoj Jugoslaviji, jasno je ukazalo na potrebu opremanja kamiona adekvatnom zaštitom protiv snajpera i mina. To se odnosi i na lakše tipove vozila korištene za usluge individualnim vojnim postrojbama i teškim civilnim i vojnim modelima vozila raspoređenih za transport i humanitarnu pomoć za civilnu populaciju. Zaštita uključuje korištenje balističkih čeličnih pripojivih oklopnih ploča ili je cjelokupna kabina već sastavljena za te kamione korištene kao platforma za naoružanje (uključujući višestruke raketne lansere), sa zaštitom posade u kabini od paljbe i prigodom lansiranja raketa i od topničkih



TORPEDO SV

Hrvatski terenski kamion TORPEDO TK130 4x4, namijenjen je transportu osoba i tereta; zrakom hlađen motor dobro podnosi klimatske uvjete u granicama od -25 do +40 °C; vozilo ima ugrađene "run-flat" gume; posada 2+12; korisne je nosivosti 2,5 t, a izvan ceste 1,5 t

prijetnje) prema podvozju laganog taktičkog kamiona poput UNIMOG-a. Taj je koncept prvobitno razvijen u Južnoafričkoj Republici i ubrzo je prihvaćen diljem svijeta, baš poput Australijskog programa BUSHRANGER.

šrapnela. Prijetnje na koje treba računati tijekom misije potpore mirovnim operacijama mnogo su opasnije, međutim, pokušaj njihove neutralizacije klasičnim balističkim čeličnim oklopmom značilo bi neprihvatljivo povećanje tereta na osovine, posebice na prednje. Izlaz iz ovoga leži u korištenju nove generacije tvoriva u velikim razmjerima (kompozit, keramika), a osiguravaju 50-60 posto uštede težine za isti stupanj zaštite.

Na samom početku UN operacija u Hrvatskoj i Bosni 1992., nizozemska je vojska nužno trebala osigurati (na 20 je vozila obavljeno kompletiranje unutar tri tjedna od početka projekta) adekvatnu zaštitu za kabine 10 tonskih 3-osovinskih DAF YAŽ-300 kamiona, korištenih u logističkom transportu. To je poprimilo oblik čeličnog "kaveza"

Rusko oklopno vozilo BRDM 4x4 za transport i borbu (na slici rumunjska izvedba AM425), s dva tipa naoružanja: 14.5 mm KPVT i 7.62 mm PKT, borbene mase 9 t



ROMTEHNICA



Austrijsko oklopno vozilo PUCH, tzv. PUMA pruža posadi optimalnu zaštitu od 7.62 mm strjeljiva; pod vozila je pojačan radi zaštite od ručnih granata i protupješačkih mina

52

uobličavajući tako kabinu, noseći **Twaron** ploče pojačane vanjskim keramičkim pločama, ugrađenih oko prozora sprijeda i boka. Iako je ta inačica ponudila optimalnu zaštitu (5. stupanj), vozilo je bilo vrlo velike mase i nepraktično, s obzirom na usluge koje je trebalo osigurati i s obzirom na održavanje.

Na poslijetku, većina je kamiona služeći u "bijelim" UN postrojbama za opskrbu hranom prilagođena tako da sadrži određeni broj prikladno oblikovanih ploča, korištenih i na vanjskoj površini kabine i njezinoj unutrašnjosti. Ova preinaka odnosila se na teška tro- i četveroosovinska Mercedes Benz, Scania i Leyland vozila, s LH sustavom (Loading Handling System) s kukom za transport ISO kontejnera.

Godine 1995. i 1996. **Bundeswehr** i **američka vojska** uveli su zaštitne kupole za svoje kamione raspoređene u operacijama u bivšoj Jugoslaviji. Nijemci su težili 5. (i višem) stupnju zaštite (7.62x64R AP strjeljivo) za kabine svojih UNIMOG 2-tonskih, 4x4 taktičkih kamiona i teških MAN kamiona 1. kategorije (modeli 4x4, 6x6, 8x8), kao i IVECO 340E42W 8x8 tankera, dok je protuminska zaštita ograničena na tip AP. Američka je vojska serije kamiona M-939 (6x6), HEMTT (8x8) i PLS (10x10) opremila 4. stupnjem zaštite (7.62x51), kao i unutrašnjim i vanjskim pločama protiv mina naboja do 5,5 kg TNT-a.

Jednostavno rečeno, mnogo je lakše opremiti teške kamione visokim stupnjem balističke zaštite. Teški kamioni, uglavnom četvero- i petero-osovinski modeli, nemaju problema u prihvatu 1000-1200 kg dodatnog tereta, a neizbježno smanjenje korisne nosivosti ne prelazi 10-15 posto. U lakim vozilima, međutim, adekvatan stupanj zaštite kabine "stoji" najmanje dodatnih 500-600 kg; nadalje, u lakim 4x4 modelima ponekad se ukaže nužnim dodati još nekoliko stotina kilograma zbog ravnoteže na prevjes, kako bi se održala prihvatljiva distribucija tereta između dvije osovine.

U svakom slučaju, problem adekvatne

balističke zaštite samo je vrh "ledenog brijega". U zaštiti kabina, potrebno je razmatrati sljedeće aspekte:

- jednostavno montiranje/demontiranje zaštitnih elemenata (bez trajnih modifikacija na kabini i podvozju i bez posebnih alata),
- ugradnja sigurnih i robusnih ploča koje podnose visok stupanj "stresa" na neasfaltiranim/oštećenim cestama i izvan njih (posebice se odnosi na vrata),
- bez slobodnog prostora između originalne konstrukcije kabine i vanjskih ugrađenih zaštitnih ploča (radi zaustavljanja blata i drugih prljavština koje uzrokuju brzo zadržavanje),
- adekvatne ergonomske uvjete s obzirom na vidljivost, ventilaciju i općenito boravljivost (u kabini).

Kotačni oklopni automobili za mirovne operacije

Potpore mirovnim operacijama uglavnom ulaze u okvire **konflikta niskog intenziteta (LIC - Light Intensity Conflicts)**, s



Rafael

Američki transporter M-113 pojačanog oklopa na mirovnoj zadaći u Bosni u sklopu mirovnih snaga UN-a

relativno malom mogućnošću susretanja s teškom opremom i tvorivima. Sukladno tome, važnost većine oklopnih borbenih vozila raspoređenih za mirovne operacije, predstavljena je lakim i srednjim kotačnim oklopnim automobilima. Iako teška oklopna borbeno vozila po definiciji nude veći stupanj zaštite svojoj posadi, bolju taktičku mobilnost pod ekstremnim uvjetima, kompleksne političke implikacije tijekom mirovnih operacija čine ih sve manje i manje prihvatljivima jer su označeni kao napadačko oružje.

U dodatku svojim klasičnim i dobro poznatim prednostima u uvjetima lakšeg transporta (more/zrak/kopno), većom strateškom

mobilnošću, boljim komforom za posadu, većom pouzdanošću i nižim operativnim troškovima održavanja, kotačna konfiguracija nudi bolje dodatne osobine u posebnim okvirima misije potpore mirovnim operacijama:

- bolja pokretljivost u urbanim i prirodnim područjima,
- manja oštećenja postojeće cestovne infrastrukture i daleko manje problema s prometnim ograničenjima (npr. mostovi),
- veća cestovna brzina, što se pokazalo iznimno važnim čimbenikom tijekom srednjih/velikih udaljenosti u misijama pratnje zbog reopskrbe konvoja. Na cesti Sarajevo-Mostar, približavajući se nadzornoj točki, vozači teških kamiona su se kretali brzinom od 80-90 km/h - ostavljajući daleko iza sebe oklopna mirovna vozila, koja su činila pratnju, a nisu se mogla kretati brže od 40 km/h,
- bitno niža osjetljivost na mine.

S druge strane, posebna mana kotačnih vozila tijekom misija potpore mirovnim operacijama su njihove gume, koje čine vrlo pri-

mamljivu i laku metu snajperima. Tijekom službovanja u Mostaru 1995., španjolska **BMR-600 6x6** vozila, pretrpjela su ništa manje od 70 gumi-defekata i to od direktne paljbe unutar jedva dva dana. Iako ova vozila uvijek mogu brzo izaći iz područja opasnosti zahvaljujući svojim (ispuhanim) gumama, razorni udar niskog stupnja u određenim slučajevima može biti presudan.

Zaštita i opstanak

Raznolikost kotačnih oklopnih borbenih vozila trenutno raspoređenih u mirovnim operacijama (ophodnje, cestovne blokade i nadzorne postaje, transport vojnog/civilnog



mački teški kamion MAN 8x8 s 5. stupnjem zaštite kabine (uključujući i ugradnju strojnice - MG)

Delmar Modes/German MoD

- svodni štit koji odbija/upija dio energije iz eksplozije,
- balističku podnu zaštitu od EFP mina (ovo dodaje oko 1000 kg),
- ukupnu snagu struktura poda i kupole,
- zaštićena sjedala prilagođena s crtama zaštite od manjih fragmenata.

Zanimljiva je činjenica da se u ovom trenutku ispituje novo rješenje za protuminsku zaštitu, posebice "run-flat" uređaji koji se ugrađuju u gume (uređaj koji omogućava kretanje vozila i s "ispuhanim" gumama). Vodeće stručnjake na tom polju zaintrigirala je činjenica da su finska vozila (**SISU - sada Patria**) raspoređena u Libanonu i kanadska vozila (**LAV**) raspoređena u Bosni pretrpjela znatno manje štete od minskih eksplozija zahvaljujući "run-flat" uređaju u gumama. To je otkriće vodilo novom "run-flat" uređaju, čiji će posebni profil djelomice odbiti učinke minskih eksplozija. Uređaj, nazvan **CM-VFI**, u ovom trenutku prolazi završna testiranja i ispitivanja kod velikog broja mogućih korisnika.

Činjenica da teška i velika vozila osiguravaju vrlo dobru sigurnost (i zaštitu), ne

osoblja i tereta, evakuacija i oslobađanje civila s neprijateljskih područja) vrlo je velika, a u praksi pokriva raspon od francuskih **PAN-HARD VBL 4x4** (3,5 tone) sve do talijanskih **CENTAURO-a 8x8** (24 t, odnosno 27 tona s ugradbenom zaštitom). Većina ovih vozila, međutim, izvorno je nastala u okvirima **konflikta visokog intenziteta**, služeći na područjima iza crte bojišnice. Vrlo dobro su se snalazili s 4. stupnjem zaštite protiv topništva kalibra 152 mm/155 mm i njihovih šrapnela: samo se vozila teža od 15 tona mogu "razmetati" svojim balističkim čeličnim trupom (tvrdoće 480-520 HB), istodobno osiguravajući potpunu zaštitu protiv 7.62 mm AP strjeljiva i frontalnu svodnu zaštitu protiv velikokalibarskih naboja.

Nove prijetnje u misijama mirovnih operacija zahtijevaju ugradnju "montažnog" oklopa, što stvara znatan problem kod lakših vozila, a razlog tome je ograničenje tereta na gume, suspenziju i slično.

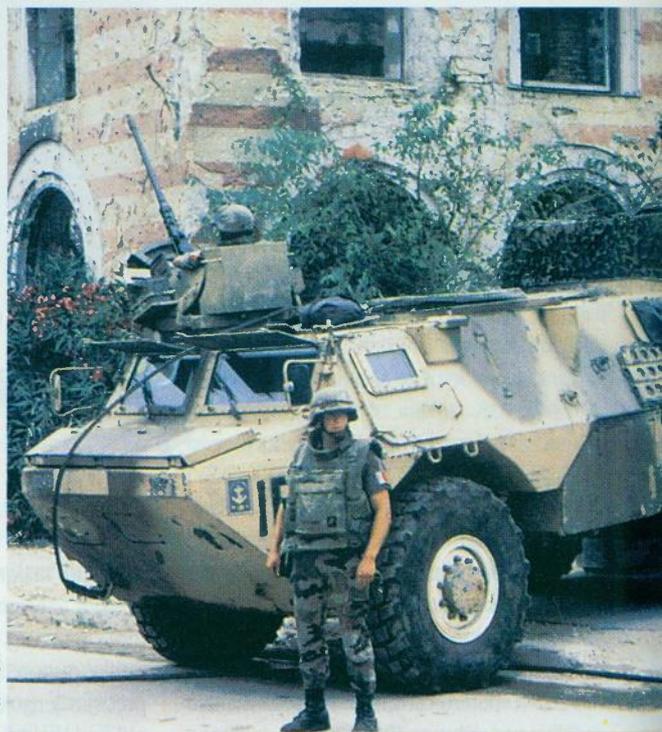
Modernizacija zaštite 4. do 5. stupnja odnosi dodatnih 1200-2000 kg, zavisno o korištenim tvorivima. Učinkovita rješenja ugradbenih oklopa (ploča) mogu biti korištena samo za vozila čija je korisna nosivost dovoljno velika da može biti žrtvovana u korist sigurnosti.

Ključni aspekt tvoriva koji se koriste za oklopnu ugradnju je da je njihova cijena obratno proporcionalna njihovom prostornom ograničenju, a glavna im je osobina velika tvrdoća (čak do 600 HB). U dodatku jednostavnijim rješenjima s metalnim pločama, sofisticiranija bi konfiguracija uključivala ploče s kutnim elementima nudeći pritom stalnih 45 posto kosine. Ploče od kombiniranih tvoriva (čelik/keramika, mješavina tvoriva/keramika, fkompozit/keramika) učinkovitije su u odnosu na istu težinu (ili, laganije u odnosu na isti stupanj zaštite), ali i znatno skuplje. Da bi se

zadržala njihova učinkovitost, kompozit/keramika se miješa s 8 mm keramičkim pločama (95-98 posto čiste glinice) i pričvršćuje tako da ukupna debljina ne prelazi 24 mm, a zaustavlja strjeljivo kalibra 7.62 mm AP (na vozila koja su bila raspoređena za potporu misije mirovne operacije u Somaliji, keramičke ploče direktno su lijepljene na čelik). Očigledno je da ova vozila, bez obzira koliko sofisticiranu zaštitu imaju, ne mogu ponuditi dovoljnu zaštitu protiv naboja većih kalibara, kao i bojnih glava pješačkog AT naoružanja. Jedino rješenje je reaktivan oklop. Talijanska je vojska ugradila reaktivne oklopne ploče (koje su prikladne i za ugradnju na laka kotačna oklopna borbeno vozila) na svoja oklopna **CENTAURO 8x8** vozila, raspoređena u mirovnim operacijama u Somaliji i kasnije u Bosni. Ograničenje ovom konceptu leži u činjenici da struktura vozila mora biti dovoljno robusna i debela kako bi izdržala eksploziju **ERA (Explosive Reactive Armour)** ploča.

Opasnosti od mina tijekom misija mirovnih operacija diktiraju usvajanje prikladnih rješenja zaštite. Učinkovita i potpuna protuminska zaštita uključivala bi nekoliko komplementarnih mjera i na unutrašnjosti vozila i na vanjštini. Osim osnovnih aspekata, te se mjere odnose na:

- unutrašnje oklopne module i ploče zbog zaštite od penetracije fragmenata,



Francuski VAB s prilagođenom zaštitom prednjih i bočnih prozora

znači da laka ili srednje laka vozila (ukupne mase 10-12 tona) nisu u stanju obavljati zadaće u okruženju koje na svakom koraku prijeti minskim eksplozijama. Kako bilo, oklopna borbeno vozila mase iznad 15 tona jasno su pokazala bolju prilagodljivost u specifičnim (opasnim) situacijama.

Mobilnost i ergonomija

Od oklopnih vozila, raspoređenih u misijama mirovnih operacija, ne može se očekivati da će se hvaliti svojim iznimno visokim osobinama mobilnosti na terenu ili "mekanim" područjima, iz razloga što uglavnom djeluju na cestovnoj infrastrukturi. S druge pak strane, vidljivost tijekom vožnje postaje presudna, jer direktno utječe na ukupnu operativnu učinkovitost vozila. Na mnogim današnjim kotačnim oklopnim borbenim vozilima, kad se u "ukočenim" i krutim situacijama vozač mora osloniti na periskope koji vozaču pružaju ograničeno vidno polje, posebno se smanjuje brzina i spretnost u teškim uvjetima.

Međutim, vožnja na dugo vrijeme po različitim vremenskim uvjetima, noću i u



TORPEDO SV



IBD Deisenroth Engineering

Njemački transporter TPz-1 opremljen s MEXAS lakim dodatnim oklopom, radi zaštite od iznenadnih zasjeda; vozilo je visokog stupnja prohodnosti i mogućnosti brzog uzvraćanja paljbe

neprijateljskom i opasnom okruženju iznimno je stresna i, što je još važnije, opasna. Kao rezultat toga, nemoguće je održati prosječnu brzinu, jer će vozilo tijekom puta nailaziti na teškoće u kretanju, kao i nepoznate ceste.

Ta razmatranja naglašavaju prednosti vozila za misije mirovnih operacija, a koriste oklopljene staklene ploče koje moraju ponuditi isti stupanj balističke zaštite kao i kabina.

Mnoge mirovne operacije uključuju transport osoblja (i postrojbe i civile) i zaliha. Te su osobine primjenjive samo za srednja/velika vozila ukupne mase veće od 12 tona.

Zaključci

Dok promatramo različita oklopna borbena vozila raspoređena za misije mirovnih operacija, možemo zaključiti da vozilo koje bi u potpunosti zadovoljilo specifične zahtjeve još uvijek na postoji. Može zvučati pretenciozno ako se kaže da danas u vrijeme smanjivanja obrambenog

proračuna "dobrostojeće" vojske razmatraju nabavu oklopnoga borbenog vozila optimaliziranog za samo jednu specifičnu operativnu zadaću. S druge strane, Glavni stožer prilično velikog broja vojski redefiniraju uloge svojih snaga, s velikim naglaskom na misije tipa "mirovne operacije". Budući se očekuje da će ovakve misije sljedećih nekoliko desetaka godina biti glavna zadaća oružanih sila, ne će iznenaditi ako relevantni zahtjevi budu utjecali na nabavu tvoriva.

Kako se onda može definirati vozilo misija mirovnih operacija - optimalizirano oklopno borbeno vozilo? S obzirom na osnovne osobine, klasični prioriteti odnose se na ključne parametre poput paljbene moći, mobilnosti i zaštite, te imperativne potrebe smanjenja žrtava na apsolutni minimum. To je dovelo do prioriteta:

- zaštite,
- transportnih kapaciteta,
- mobilnosti, i
- paljbene moći.

Kupola mora biti izrađena od visokotpornog balističkog čelika s 5. stupnjem zaštite (7.62x54R AP naboj). Ugradbeni čelični elementi trebali bi povećati ukupnu zaštitu od 14.5 mm AP naboja, kao i u frontalnom udaru zaštitu od 23 mm - 25 mm AP naboja udaljenosti 1000 m. Dno kupole izrađeno u obliku slova "V", te unutrašnje i vanjske osobine trebaju jamčiti preživljavanje (do 7 kg TNT).

Od vozila raspoređenih u misije mirovnih operacija ne očekuje se sudjelovanje u borbama srednjeg/velikog intenziteta, a njihovo je naoružanje namijenjeno za samoobranu od prijetnji nižih intenziteta. Paljbena moć, međutim, može biti ograničena na 12.7 mm HMG i 40 mm koak-

Hrvatsko zapovjedno lako oklopno vozilo TORPEDO LOV T-2, koncipirano je kao kotačno oklopno vozilo velike mobilnosti; kupola je obložena oklopnim čeličnim pločama koje osiguravaju zaštitu od NATO-ovog 7.62 mm naoružanja; radi protuminske zaštite veći dio donjeg dijela kupole je pojačan dvostrukim pločama; ostale inačice su LOV T-2 OP (vozilo za potporu - opremljeno je rotacijskom kupolom, teškom strojnicom 12.7 mm i 60 mm raketnim lanserom OBAD), LOV T-2 IZV (izvidničko vozilo - opremljeno je rotacijskom kupolom, teškom strojnicom 12.7 mm i 60 mm raketnim lanserom OBAD), LOV T-2 SAN (sanitetsko vozilo - opremljen za posadu koju čine vozač, suvozač, 2-4 bolničara i 2-4 kreveta za ranjenike), LOV T-2 ABK (vozilo ABK zaštite - otkrivanje nuklearne radijacije, kemijskih agensa, prikupljanje bioloških uzoraka u kontaminiranom području, i sl.)

sijalni automatski lanser granata za jednu osobu, kao i lanser dimnih granata. Takva je kupola ugrađena na Cadillac Gage M-1117 oklopno sigurnosno vozilo (ASV - Armoured Security Vehicle), a 40 mm automatski lanser granata pokazao se vrlo učinkovitim protiv oružanih zasjeda, zahvaljujući svojim mogućnostima brzog uzvraćanja paljbe.



Protuoklopni vođeni raketni sustavi (VIII. dio)

Vozeće inačice POVRS-a

Berislav ŠIPIČKI

Taktički nositelji u oružanim snagama zemalja s razvijenom tehnologijom postavljaju pred konstruktore protuoklopnih vođenih raketnih sustava sve više zahtjeva koji ponekad graniče s nemogućim. No, ipak konstruktori uspijevaju pronaći rješenja i za najneobičnije zahtjeve. Sve se više među tim zahtjevima ističu zahtjevi za visokom mobilnošću PO oružničkih sustava, zahtjevi za otpornošću na ometanje te zahtjevi za funkcioniranjem u svim vremenskim i meteorološkim uvjetima. Zahtjeve za mobilnošću u ovom slučaju ispunjavaju vozeće inačice POVRS-a koje mogu funkcionirati u svim uvjetima na bojištu, a isto tako pružaju potpunu sigurnost od elektronskog i optičkog ometanja



KBM

POVRS Krizantema instaliran je na podvozje borbenog vozila pješništva BMP-3 čime je dobiveno PO lansirno oružje 9P157-2. Ovaj POVRS svojim osobinama omogućava djelovanje protiv oklopnih sredstava u svim vremenskim i atmosferskim uvjetima što mu omogućuje dualni radarsko/laserski sustav vođenja

Konstruktori protuoklopnih vođenih sustava osim što su taktičkim nositeljima omogućili ustrojavanje visokomobilnih i visokoprohodnih PO postrojbi naoružanih lakim ali ubojnim portabl PO vođenim raketnim sustavima, oni su im osigurali i vozeće inačice PO vođenih raketnih sustava s povećanim dometom, povećanim učinkom na cilju, te povećanom otpornošću na ometanje. Vozeće inačice POVRS-a također pružaju taktičkom nositelju organiziranje postrojbi s povećanim stupnjem mobilnosti pri čemu do izražaja dolazi i povećana sigurnost ljudstva koje te sustave upotrebljuje. Tu se u prvom redu misli na (obično) laku oklopnu zaštitu vozila na koja se instaliraju određeni tipovi POVRS-a, pri čemu sama vozila, bilo da se kreću pomoću kotača ili gusjenica, mogu brzo i učinkovito svladavati uglavnom sve tipove terena. Koji će tip platforme biti odabran ovisit će o određenim taktičkim zadaćama koje određena PO postrojba mora obaviti, kao i o konfiguraciji zemljišta na kojem će sustavi biti uporabljeni. Veće

oružane snage kao što su OS SAD-a, Francuske, Velike Britanije itd., trebaju univerzalne platforme koje će im omogućiti kretanje po najrazličitijim terenima i u najrazličitijim vremenskim uvjetima. Tu treba istaknuti da ovi sustavi moraju imati još jednu osobinu, a to je mogućnost djelovanja i po danu i po noći. Danas je sasvim normalno da ovakvi sustavi imaju termovizijske sustave za gađanje po danu i uvjetima smanjene vidljivosti kao i po noći, te pojačala svjetlosti koja omogućavaju vozaču uporabu vozila i po noći. S taktičkog stajališta ovim se dobiva značajna taktička prednost jer se tijekom noći ili slabe vidljivosti danju mogu provesti prebacivanja postrojbi te njihova uporaba u okviru 24 sata dnevno. Tip sustava vođenja također je bitan parametar u određivanju taktičkih zahtjeva. Naime, važno je da tip sustava vođenja podržava izvršenje određenih operativnih zadaća, odnosno da osigurava visoku pouzdanost te bojnu učinkovitost sustava u određenim vremenskim, meteorološkim i prostornim uvjetima. Osim toga svaki složeni oružnički sustav pa tako i vozeći POVRS treba imati osobine sustava koji

je što jednostavniji za uporabu i održavanje, uz povećanu logističku samostalnost pri čemu se u prvom redu misli na odgovarajući (povećani) polumjer djelovanja (kretanja) kao i odgovarajući borbeni komplet strjeljiva. Kad je riječ o logističkoj potpori ovakvim postrojbama treba reći da sami sustavi moraju biti tako koncipirani da olakšavaju logističku pot-

Krizantema

Protuoklopni vođeni raketni sustav Krizantema namijenjen je za uništavanje tenkova i borbenih vozila na daljinama do 6000 metara, no isto tako se može koristiti za gađanje utvrđenih objekata i fortifikacija kao i u protuzračnoj obrani za gađanje niskoletjećih

određivanje glavnih zahtjeva za POVRS-e 21. stoljeća:

- sposobnost bojne uporabe u svim vremenskim i terenskim uvjetima, uključno sa zaprekama od dima i prašine;
- sposobnost gađanja nekoliko ciljeva te implementacija "fire and forget" načela;
- visoka probojnost kumulativne bojne glave;



Postoje dvije inačice PO vođene rakete Krizantema. Jedna nosi oznaku 9M123-2 i ima kumulativnu tandem bojnu glavu, dok druga nosi oznaku 9M123F-2 i ima razorno-eksplozivnu bojnu glavu, tzv. FAE bojnu glavu

poru. Naime, važno je da sustav kao i platforma na koju se sustav instalira budu što otporniji na različita naprezanja (temperaturna, mehanička) kako bi se smanjila potreba za intervencijama po pitanju popravaka i održavanja tijekom bojnih djelovanja. Isto tako je važno da sustav bude koncipiran modularno kako bi u slučaju potrebe mogli biti brzo zamijenjeni oštećeni ili pokvareni moduli i podmoduli (paket motora i mjenjača, dodatni agregati, kupola s oružničkim sustavom, optički blok sustava, lanseri itd.). Sve naprijed navedeno mora podržavati jedan vrlo važan element taktičkog i operativnog djelovanja, a to je brzi manevar snaga koji na modernom bojištu 21. stoljeća predstavlja vrlo važan parametar. U sljedećih nekoliko članaka u

vrtoleta i sporije letjećih zrakoplova. Sustav Krizantema razvio je ruski konstrukcijski biro KBM iz Kolomne.

Razvoj

Prigodom razvoja POVRS-a Krizantema primijenjena su najnovija znanstvena, tehnološka i konstrukcijska rješenja. No prije negoli kažemo nešto više o tim rješenjima reći ćemo nešto o tome kako je sustav razvijen i koji su to temeljni zahtjevi bili postavljeni pred konstruktore ovog sustava. Samovozni protuoklopni vođeni raketni sustavi su jedna od najučinkovitijih sredstva za onesposobljavanje ili uništavanje oklopnih sredstava neprijatelja. Raščlamba trendova razvoja na polju vozećih inačica POVRS-a te procjene informacija o regionalnim ratnim konfliktima omogućile su

- veliki domet i visoka preciznost paljbe;
- velika brzina paljbe i sposobnost preživljavanja na modernom bojištu.

Danas u svijetu ne postoje u velikom broju protuoklopni vođeni raketni sustavi s takvim osobinama koji bi mogli u cijelosti ispuniti naprijed spomenute zahtjeve, iako postoje sustavi, kao što su Javelin, Hellfire, TOW-2A, HOT-2, Šturm-S, Kornet-E i još neki, koji ispunjavaju većinu od gore navedenih zahtjeva. Jedini sustavi koji ispunjavaju ove zahtjeve u cijelosti su američki sustav Longbow Hellfire, čija raketa s radarskim sustavom navođenja ima potpune "fire and forget" značajke i ruski sustav Krizantema o čijim ćemo značajkama reći nešto više u nastavku.

Implementacija gore navedenih zahtjeva



Na slici je prikazan POLO 9P157-2 sa spuštenim lanserom u unutrašnjost vozila.

Kad je lanser spušten teško je primijetiti razliku između običnog vozila BMP-3 i onoga s instaliranim sustavom Krizantema

Hrvatskom vojniku pisat ćemo o vozećim inačicama protuoklopnih vođenih raketnih sustava koji više ili manje uspješno zadovoljavaju vrlo složene zahtjeve taktičkih nositelja u oružanim snagama zemalja koje su ih razvile, uvele u operativnu uporabu, a neke i ponudili na međunarodnom tržištu naoružanja i vojne opreme.

Tehničko-taktičke osobine sustava Krizantema

Općenito	
Tip sustava	Vozeći (teški) POVRS
Tipovi ciljeva koji se mogu gađati	moderni i napredni tenkovi, pješačka borbeno vozila, lako oklopljena vozila, transportna vozila, fortifikacijski objekti, utvrđene zgrade i bunker, niskoleteci i sporoleteći zrakoplovi i vrtoleti
Platforma	POLO 9P157-2 (podvozje BMP-3)
Broj članova posade	2 (operator-zapovjednik i vozač-poslužitelj)
Uvjeti uporabe	uporaba u svim vremenskim i atmosferskim uvjetima
Borbeni komplet	15 raketa
Punjenje raketa	automatsko
Sustav vođenja	
Tip	vozeći (teški) s dualnim vođenjem - automatsko radarsko vođenje i poluautomatsko lasersko vođenje; dodatni noćni optički sustav
Modovi vođenja	automatsko radarsko vođenje, poluautomatsko lasersko vođenje i kombinirano vođenje
Broj istodobno vođenih POVRS	2
Otpornost na ometanje	velika
Komplet rakete	
Tip rakete	kontejnerski
Maksimalni domet	5000 - 6000 m
Bojna glava	kumulativna ili razorno eksplozivna (FAE)
Probojnost	> 1000 mm; oklop s ERA
Brzina rakete	nadzvučna

u cijelosti vrlo je kompleksan znanstveni i tehnički problem koji zahtijeva uključivanje mnogih ljudskih, tehnoloških, infrastrukturnih i drugih potencijala, kao i zaštitu razdoblja konstrukcije i razvoja. Pri razvoju modernih PO sustava potrebno je napustiti tradicionalne pristupe korištene pri razvoju i konstrukciji postojećih PO sustava i primijeniti principijelno nove znanstvene i inženjerske pristupe. Ovaj je problem po svemu sudeći uspješno riješen prigodom razvoja POVRS-a Krizantema.

Sustav je razvijen, kako je naprijed spomenuto od strane KBM inženjerskog konstrukcijskog biroa pri čemu su u razvoju sudjelovali i drugi znanstveno-istraživački subjekti kako bi se riješio jedan od najkompliciranijih problema: uporaba radarskog sustava kao dijela kompletnog PO vođenog raketnog sustava. Kompleksnost problema očitava se u osiguravanju stabilnog i preciznog praćenja ciljeva na zemlji te u osiguranju sustava vođenja koji može učinkovito voditi raketu na daljinama od 5000 do 6000 metara u neposrednoj blizini površine tla na kojem se cilj nalazi. Ovaj je problem, kad je riječ o radarskom sustavu, učinkovito riješen uporabom milimetarskog valnog područja. Za POVRS Krizantema razvijen je, dakle, sustav automatske radarske detekcije i praćenja cilja uz simultani nadzor vođene rakete tijekom njezinog vođenja na cilj. Ovaj radarski sustav osigurava lansiranje rakete u bilo koje doba dana ili noći, za vrijeme magle, kiše, snijega, kao i u okolini s većim količinama dima i prašine.

Opis

POVRS Krizantema konstruiran je kao teški POVRS velikog dometa koji za platformu koristi borbeno vozilo pješaštva BMP-3. Vozilo BMP-3 dobro je poznato širom svijeta kao bor-



HOT ATM sustav instaliran na Wiesel mini oklopno vozilo na gusjenicama njemačke vojske. Ovakvo vozilo ima mali obris na bojištu, visoku prohodnost zahvaljujući pogonu na gusjenice kao i veliku paljbenu moć zahvaljujući instaliranom PO modularnom sustavu HOT

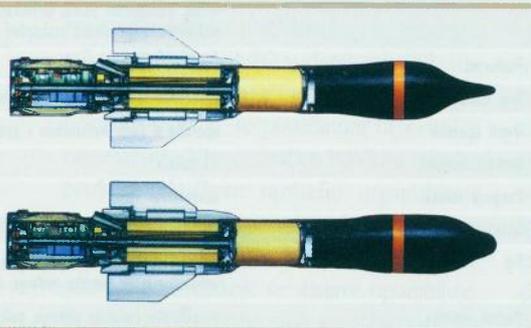
oružje /POLO/ 9P157-2), jednog dvostrukog lansera (ležište za dva kompleta rakete), automatskog punjača raketa, borbenog kompleta od 15 POVR 9M123-2 ili 9M123F-2 Krizantema, radarske antene i sustava vođenja, laserskog obilježavača, operatorove postaje i opreme za testiranje spremnosti platforme te sustava vođenja i rakete.

Sustav Krizantema ima dva sustava vođenja. Jedan je sustav automatskog radarskog vođenja, a drugi je sustav poluautomatskog laserskog vođenja. Kombinirani dualni sustav vođenja omogućava uporabu sustava u uvjetima optičke vidljivosti i dobrih atmosferskih uvjeta (lasersko vođenje) kao i u uvjetima loše optičke vidljivosti i loših atmosferskih uvjeta - magla, snijeg, kiša, dim, prašina (radarsko vođenje). Dostupnost dva sustava vođenja omogućava operatoru uporabu sustava

dva kanala istodobno. Dakle, sustav Krizantema koristi višekanalnu sposobnost što materijalno povećava njegovu bojnu učinkovitost. Kad je riječ o bojnoj učinkovitosti raketnog sustava treba reći da ona u stvari predstavlja vjerojatnost uništenja cilja. Raketa, iako lansirana i dobro vođena k cilju, ne mora uništiti cilj. Naime, moguće je zatajenje jednog ili više elemenata u nizu koji su potrebni da bi se cilj uništio, kao što je prekid veze između sustava vođenja i izvršnih elemenata, zatajivanje raketnog motora, zatajivanje upaljača ili bojne glave i slično. Kolika je bojna učinkovitost sustava Krizantema još se ne zna jer sustav još nije ispitan u borbi u stvarnim terenskim uvjetima, no sigurno je da ukoliko i dođe do npr. zatajivanja jednog sustava vođenja, još uvijek ostaje na raspolaganju drugi sustav vođenja. Slično sustavu Krizantema funkcionira i sustav Longbow Hellfire s tim što taj sustav u borbenom kompletu vrtoleta Apache nosi i rakete s automatskim vođenjem (Longbow Hellfire) i rakete s poluaktivnim laserskim vođenjem (Hellfire II) tako da se svaki tip rakete vodi nezavisnim sustavima vođenja.

Protuoklopna vođena raketa Krizantema može nositi dva tipa bojnih glava - bojnu glavu s kumulativnim učinkom ili bojnu glavu s razorno-eksplozivnim učinkom. Bojna glava s kumulativnim učinkom može učinkovito uništavati moderne i napredne tenkove koji su zaštićeni dodatnim ERA (engl., Explosive Reactive Armour - eksplozivni reaktivni oklop) oklopom. Bojna glava FAE tipa (engl., FAE = Fuel Air Explosive) ima razorno-eksplozivni učinak i koristi se za gađanje ostalih tipova ciljeva (bunker, utvrđene zgrade, transportna vozila, niskoletni vrtoleti i zrakoplovi itd.). Raketa s kumulativnom bojnom

Pomoću HOT ATM sustava moguće je lansirati sve inačice rakete HOT - od rakete HOT, preko raketa HOT 2 i HOT 2T do rakete HOT 3. Na slici su prikazani presjeci raketa HOT 2 (gore) i HOT 3 (dolje)



beno vozilo pješaštva na gusjenicama koje kao platforma omogućava instaliranje različitih oružničkih sustava kao što su POVRS-i Kornet (kupola Kliver) i Krizantema uz odgovarajući pričuvni (borbeni) komplet raketa. Sustav Krizantema sastoji se, dakle, od borbenog vozila - podvozja BMP-3 (koje zajedno s ostalim sastavnicama čini protuoklopno lansirno

va u tri moda:

- automatsko radarsko vođenje
- poluautomatsko lasersko vođenje i
- kombinirano vođenje.

Kad se koristi kombinirano vođenje, dvije rakete se ispaljuju jedna iza druge pri čemu se prva raketa vodi automatski, a druga poluautomatski. Raketa može biti vođena u

glavom nosi oznaku 9M123-2, dok raketa s FAE bojnom glavom nosi oznaku 9M123F-2. Raketa je hermetički zatvorena u kontejneru/lansirnoj cijevi u kojoj se čuva, prenosi/prevozi i iz koje se lansira. Leti nadzvučnom brzinom. Nadzvučna brzina rakete i potencijal simulatnog vođenja raketa osigurava veliku brzinu paljbe. U kombinaciji s velikim dometom i instalacijom na oklopno vozilo, sustav Krizantema jamči visoki stupanj preživljavanja na modernom bojištu. Ukoliko usporedimo procijenjene bojne učinkovitosti PO vođenih raketnih sustava koji su prošli bojnu uporabu u različitim operativnim uvjetima s pretpostavljenom bojnom učinkovitošću sustava Krizantema dolazimo do zaključka kako sustav Krizantema pokazuje jasnu superiornost nad ostalim postojećim PO vođenim raketnim sustavima u svijetu. Jedino se, kako je naprijed spomenuto, sa sustavom Krizantema može uspoređivati američki sustav Longbow Hellfire, koji s obzirom da je instaliran na vrtolet Apache ima opet neke druge operativne prednosti - brzo svladavanje prostora, djelovanje s prikričenih pozicija, brza promjena položaja itd. No, kad je riječ o kopnenim inačicama POVRS-a jasno je da sustav Krizantema za sada nema konkurenta.

Krizantema, je dakle, protuoklopni vođeni raketni sustav koji je apsorbirao najbolja znanstvena, tehnička i konstrukcijska postignuća na polju POVRS-a i predstavlja u cijelosti sustav treće generacije.

Operativni status

Razvoj sustava Krizantema priveden je kraju, obavljena su testiranja u ruskoj vojsci,



no još nije poznato je li započela proizvodnja ovog sustava. KBM biro je očekivao sklapanje ugovora o proizvodnji tijekom godine 1998.

HOT 3 ATM

Protuoklopni vođeni raketni sustav HOT ATM predstavlja vozeći PO vođeni raketni sustav namijenjen za vođenje protuoklopne borbe na daljinama do 4000 metara. Sustav HOT razvio je europski konzorcij Euromissile

Tehničko-taktičke osobine sustava HOT ATM

Općenito	
Tip sustava	Vozeći POVRS
Tipovi ciljeva koji se mogu gadati	moderni i napredni tenkovi, pješaka borbeno vozila, lako oklopljena vozila, transportna vozila, fortifikacijski objekti, utvrđene zgrade i bunker, niskoleteći ili lebdeći vrtoleti
Platforma	bilo koje vozilo na kotačima ili gusjenicama
Broj članova posade	2 (operator-zapovjednik i vozač- poslužitelj)
Uvjeti uporabe	uporaba u svim vremenskim i atmosferskim uvjetima
Borbeni komplet	na lanserima 2-4 POVR + određeni broj u spremištu vozila (broj POVR u spremištu ovisi o veličini vozila)
Punjenje raketa	ručno
Sustav vođenja	
Tip	vozeći (teški) s poluautomatskim vođenjem uz prijenos zapovijedi do rakete mikrokabelom; dodatni noćni optički sustav
Otpornost na ometanje	velika
Razmjena podataka	prema sustavima na istoj razini i prema C/I sustavima na višoj razini
Komplet rakete	
Težina kompleta rakete (HOT 3)	32,6 kg
Tip rakete	kontejnerski
Minimalni-maksimalni domet rakete	75-4000 m
Brzina rakete	240 m/s
Težina same rakete (HOT 3)	24,5 kg
Raspon krila rakete	312 mm
Bojna glava	kumulativna ili kombinirana kumulativno-fragmentalna
Probojnost	1300 mm; oklop sa ERA
Promjer bojne glave	150 mm
Vjerojatnost pogađanja na maks. daljini	92,9 posto

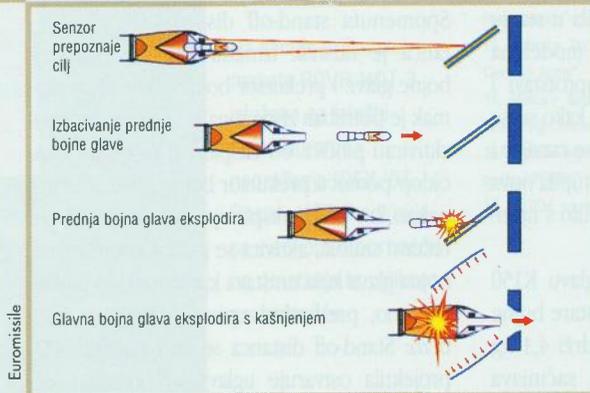
koji čine francuska tvrtka Aerospatiale i njemačka tvrtka Daimler-Benz Aerospace. Sustav HOT spada u skupinu teških POVRS-a, a instalira se na kopnena vozila različitih tipova, kao i na različite tipove vrtoleta. U ovom ćemo članku opisati kopnene vozeće inačice sustava HOT, dok ćemo u jednom od sljedećih članaka opisati i vrtoletsku inačicu sustava HOT.

Razvoj

U prosincu 1964. Njemačka i Francuska su nakon utvrđivanja operativnih i tehničkih zahtjeva potpisale ugovor o zajedničkom razvoju protuoklopnog vođenog raketnog sustava koji u originalu na francuskom jeziku nosi naziv Haut subsonique Optiquement téléguidé tiré d'un Tube - skraćeno HOT, što znači visokosubsonična optički daljinski vođena iz kontejnera ispaljivana (raketa). S razvojem

ove rakete započele su tvrtke Nord Aviation iz Francuske i Messerschmitt-Bölkow-Blohm iz Njemačke koje su kasnije postale dijelom tvrtki Aerospatiale i Daimler-Benz Aerospace koje danas, dakle, zajednički formiraju konzorcij Euromissile. Probna ispaljivanja su napravile tvrtke Aerospatiale i MBB, a masovna proizvodnja ovog sustava započela je godine 1977. Svaka raketa se isporučuje u zapečaćenim kontejnerima/lansirnim cijevima od stakloplastike. Te se cijevi mogu postavljati na različite platforme, bilo kopnene ili zrakovne.

Do kraja godine 1992. isporučeno je više od 80.000 raketa HOT i 1500 lansirnih sustava zemljama kupcima kojih ima ukupno 25. Početkom 70-ih godina provedena su probna lansiranja sa sustavom HOT instaliranim na različite platforme. Kao platforme korištena su kopnena vozila i vrtoleti. Od kopnenih vozila



Procedura aktiviranja i presjek tandem kumulativne bojne glave rakete HOT 3



Na slici je prikazan display kakav koristi operator tijekom uporabe sustava HOT ATM. Na displeju mu se prikazuju svi podatci potrebni za uspješnu uporabu sustava, TV slika i termovizijska slika terena koji motri kao i slika digitaliziranog zemljovida područja na kojem djeluje. Ovim se sustavom uspostavlja i veza za prijenos podataka potrebnih za ostvarenje koordinacije paljbe na istoj razini kao i prema višoj zapovjednoj razini preko C³ sustava

bili su uporabljeni francuski tenk AMX 10 i njemački transporter SPz. Njemačka je vojska godine 1975. odabrala RJPz-2 vozilo za konverziju u lovca tenkova (naoružanog sustavom HOT) pod nazivom JPz Jaguar 1. Serijska proizvodnja započela je godine 1976. Lovac tenkova JPz Jaguar 1 ušao je u operativnu uporabu godine 1978.

Danas se sustav HOT koristi na različitim platformama u sklopu mnogih kopnenih inačica kao što su UTM 800, Mephisto, K3S, Lancelot, Mowag Piranha, VAB, Pandur, kao i u sklopu najnovijeg sustava ATM (engl., ATM = AntiTank Modular) koji se pak može instalirati na najrazličitije kopnene platforme.

Dosad je na tržište izbačeno pet inačica pod oznakama HOT (osnovni model), HOT 2, HOT 2MP, HOT 2T i HOT 3. Standardna osnovna inačica rakete - HOT, imala je bojnu glavu promjera 136 mm, ukupnu dužinu 1275 mm, startnu težinu od 25 kg te domet od 4000 metara pri brzini od 900 km/h. Probojnost ove rakete je 600 mm pri 90° i 280 mm pri 65°. S ovakvim osobinama ta je raketa bila u stanju suprotstaviti se svim tadašnjim modelima tenkova, a u stanju je da se suprotstavi i mnogim današnjim modelima. No, kako su se pojavljivale nove vrste oklopa tako se razvijao i HOT pa je godine 1985. na scenu stupila nova inačica rakete HOT 2 kad se i krenulo s njezinom serijskom proizvodnjom.

Raketa HOT 2 ima bojnu glavu K150 promjera 150 mm (za razliku od stare bojne glave promjera 136 mm) koja sadrži 4,1 kg eksplozivnog punjenja koje sačinjava

eksploziv oktolit. Ova bojna glava ima sposobnost probijanja valjanog homogenog oklopa debljine 1300 mm!

Napravljena je i inačica rakete HOT 2MP s višenamjenskom glavom. Ovaj tip rakete ima bojnu glavu koja ima dvostruko djelovanje i to klasično kumulativno djelovanje i djelovanje kuglicama po pješastvu koje se kreće oko pogođenog tanka. Te su kuglice promjera 5-6 mm i imaju ubojno djelovanje u polumjeru 20-30 metara.

Četvrta inačica - HOT 2T, napravljena je s tandem bojnog glavom kako bi mogla biti učinkovita protiv reaktivnog oklopa (ERA). Prva probna ispaljivanja napravljena

su u proljeće 1991. gdje je provjereno i potvrđeno njezino funkcioniranje, a u operativnu uporabu je stavljena potkraj godine 1992. Pomanjkanje prostora uvjetovalo je da otpadne mogućnost uporabe konvencionalne fiksirane ili teleskopske sonde za smještanje prekursor bojne glave promjera 36 mm. Umjesto toga, da bi se ostvarila neophodna tzv. stand-off distanca, uporabljen je detektor za određivanje blizine koji aktivira projektor koji opet ispaljuje prekursor bojnu glavu naprijed prema površini ERA oklopa kad je raketa nekoliko desetina centimetara od cilja. Kad je uništen sloj ERA oklopa otvoren je put klasičnoj (glavnoj) bojnoj glavi k standardnom oklopu tanka koji se nalazi ispod sada uništenog ERA oklopa.

Spomenuta stand-off distanca je razmak između klasične (glavne) bojne glave i prekursor bojne glave. Ovaj razmak je potreban zbog toga što se prvo moraju aktivirati pločice od eksploziva koje čine ERA oklop pomoću prekursor bojne glave, a zatim nakon što se ta eksplozija, pojednostavljeno rečeno smirila, aktivira se glavna kumulativna bojna glava koja uništava klasični oklop tanka. Naravno, prethodno opisano odvija se vrlo brzo. Stand-off distanca se kod različitih PO projektila ostvaruje uglavnom pomoću već

spomenute fiksne ili teleskopske sonde (izduženog "nosa" na vrhu bojne glave) no kod HOT-a je primijenjeno novo i vrlo zanimljivo rješenje. Nova bojna glava povećava ukupnu težinu rakete za nešto više od 400 grama, dajući joj ukupnu masu od 23,5 kg. Za ostvarivanje potrebnog kašnjenja iniciranja glavne bojne glave brine se jedna električna jedinica.

Najnovija inačica sustava i rakete HOT 3 pruža otpornost na ometanje. Otpornost na kontramjere je poboljšana korištenjem infracrvenog slikovnog CCD goniometra koji radi na valnoj dužini od 0,9 μm, odnosno 10 μm. Kod ove rakete uporabljena je tandem bojna glava rakete HOT 2T.

Opis

Prigodom opisa vozećih inačica sustava HOT zadržat ćemo se na opisu najnovijeg sustava HOT ATM te nešto starijeg sustava EPLA. Kako smo naprijed spomenuli sustav ATM - AntiTank Modular - predstavlja PO vođeni raketni sustav modularnog tipa koji se zasniva na sustavu HOT 3. Raketni sustav HOT ATM sastoji se od sljedećih sastavnica:

- motrilačkog modula
- nadzornog i display modula te
- lansirnog modula.

Motrilački modul sastoji se od termovizijske kamere koja radi na valnoj duljini od 10 μm, TV kamere, laserskog daljinomjera i EOB-a (elektro-optički blok koji radi na valnoj duljini od 1 μm. Ovi senzori omogućavaju:

- panoramsko motrenje zone koja se motri



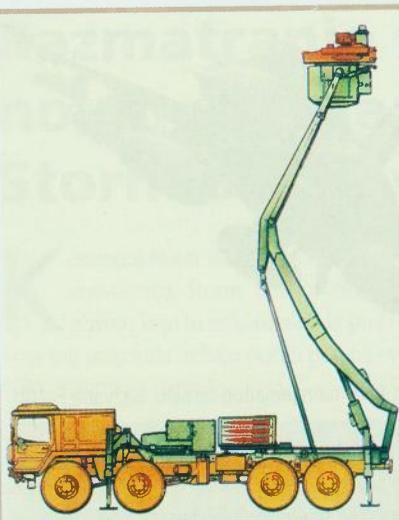
Na slici su prikazane različite vozeće inačice POVRS-a HOT

- detekciju, lokalizaciju i prikaz cilja, te automatsko praćenje cilja
 - praćenje rakete (1 μm + 10 μm)
- Nadzorni i display modul omogućava operatoru:

- upravljanje motrilačkim modulom pri čemu može:

- panoramski motriti (120°) određenu zonu
- detektirati / automatski pratiti / prikazati cilj
- lokalizirati cilj na digitalnom zemljovidu

- lansiranje raketa HOT



Sustav EPLA učinkovito se koristi za vođenje POB-e u ravničarskim područjima. Hidraulička ruka podiže kupolu opremljenu s POVRS-om HOT na visinu od 12,5 metara, što omogućava uspješno i prikriveno lansiranje POVR HOT iz visokih prepreka. Kao platforma za njemački sustav EPLA služi kamion MAN 8x8

Sustav EPLA prigodno postavljanja u bojni položaj. Jasno se vidi kupola sa šest kontejnera s raketama HOT kao i optički blokovi TV i termovizijske kamere na gornjem dijelu kupole

potisak putnog motora što omogućava konstantnu pokretljivost i upravljivost rakete tijekom cijele njezine trajektorije što jamči siguran pogodak svakog pokretnog cilja (tenka, oklopnog transportera, pa čak i broda i vrtoleta) sve do maksimalnog dometa rakete.

Osim HOT ATM sustava postoji i jedan zanimljiv sustav razvijen za njemačku vojsku, a naoružan sustavom HOT. Sustav se naziva EPLA (njem., Elevierbare Kampfplattform), a čini ga terenski kamion 8x8 na koji je instalirana hidraulička podižuća "ruka" pomoću koje se podiže kupola opremljena s HOT sustavom na visinu od 12,5 metara. Ovakvi podižući sustavi se koriste i za neke druge POVRS-e, a



• razmjenjivanje podataka o motrenju i paljbi (koordinacija paljbe) sa susjednim sustavima i C³I sustavima na višim razinama.

Lansirni modul služi za lansiranje protuoklopnih vođenih raketa HOT 3 pri čemu lansirni modul može imati dvije ili četiri lansirne staze, odnosno 2-4 spremna za paljbu kompleta rakete HOT 3. Domet raketa smještenih u lansirnom modulu je 75-4000 matara, brzina rakete je 240 m/s, probojnost je 1300 mm, pri čemu bojna glava rakete može svladati najsuvremenije reaktivne i kompozitne oklope. Tijekom leta rakete na nju djeluje

omogućavaju vođenje PO borbe u ravničarskim predjelima. U unutrašnjost se kupole prije dizanja smješta operator koji je unutar kupole zaštićen od djelovanja fragmenta i zrna manjeg kalibra kao i od djelovanja bojnih otrova. Gornji dio kupole s lanserima (ukupno šest lansirnih staza) i optičkim sustavima (termovizijska kamera, periskopska optika, goniometar) okreće se po smjeru kako bi omogućio praćenje cilja. Osnova sustava za praćenje je električni servo sustav. Operator u unutrašnjosti ima na raspolaganju sve kontrole za pokretanje kupole, praćenje cilja i lansiranje

raketa. Sama platforma (kamion 8x8 MAN) ima visoku prohodnost, a na paljbenom položaju se bočno osigurava hidraulički pokretanim osloncima. Ovaj sustav postrojbama kopnene vojske pruža vrlo učinkovitu PO zaštitu u ravničarskim predjelima koja se može usporediti sa zaštitom koju pružaju na istim terenima borbeni vrtoleti naoružani POVRS-om HOT. Uz veći broj pričuvnih raketa (12) koje se nalaze u spremnicima na kamionu ovakav sustav daje korisniku znatnu taktičku prednost na područjima gdje je zbog konfiguracije terena otežano ili onemogućeno djelovanje s prijenosnim POVRS-ima s tla. S obzirom na snagu bojne glave rakete HOT 3 te veliki broj raketa u pričuvni sustava, ovaj sustav ima iznimno veliku paljbenu moć. Sustav je moguće dovesti neprimjetno do paljbenog položaja, podići hidrauličku ruku, promotriti teren, odabrati ciljeve te lansirati rakete uz vrlo malu vjerojatnost da neprijatelj otkrije položaj platforme.

Operativni status

Sustav HOT u različitim inačicama (kopnenim i vrtoletskim) nalazi se u naoružanju 25 zemalja. Sustav HOT borbeno je uporabljen od strane Sirije i Iraka te od strane francuske vojske u Čadu te u Zaljevskom ratu godine 1991.

Literatura:

1. Armada International, lipanj 1998., Erich H.Biass, Roy Braybrook, John Burley, "The Tank Killers"
2. Internet, <http://www.milparade.ru/16/10-12.htm> Military Parade review na Internetu, srpanj/kolovoz 1996., Nikolai Gushchin, "Khризantema has no equivalents"
3. Jane's International Defense Review, kolovoz 1996., RP, "Russian dual-mode missile"
4. Jane's Air Launch Weapons, listopad 1995., International: Air-To-Surface Missiles - "HOT"
5. Euromissile, prospekt, 2/96, "HOT ATM"
6. Euromissile, prospekt, 6/96, "HOT"
7. Soldat und Technik, "Elevierbare Kampfplattform - EPLA"
8. Armada International, veljača/ožujak 1997., Dough Richardson, "Warheads: Tools of Destruction"
9. Jane's Infantry Weapons - Anti-tank weapons, 1997-98.
10. Jane's Defence Weekly, 11. lipanj 1997., "Anti-tank warheads penetrate in tandem"
11. Jane's Defence Weekly, 11. lipanj 1997., "More tank killers hit global missile market"
12. Military Profile Technology, veljača 1996., LFK-Lenkflugkörpersysteme GmbH, "The Systems Company to International Programmes"
13. Military Technology, 6/1996, Reiner Fell, "Equipping The German Army"
14. Military Technology, 6/1996, Alexander Kotelkin, "Russia's Promising Defence Trade Prospects"
15. Hrvatski vojnik, kolovoz 1995., Berislav Šipicki, "Protuoklopna borba i POVRS"
16. SAGEM, prospekt, "ALIS"

Na slici je prikazana maketa POVR HOT 3 izložena na izložbi vojne opreme i naoružanja IDEX '97. Sustav HOT 3 odlikuje se visokom otpornošću na ometanje te velikom probojnošću



Izrael kupuje F-16I

Izraelske zračne snage su u sklopu natječaja za kupnju novog lovca odabrale američki lovac Lockheed Martin F-16I. Vrijednost kupnje 50 F-16I se procjenjuje na 2,5 milijarde američkih dolara, a Izrael razmatra kasniju kupnju još 60 primjeraka. Isporuke novih lovaca trebale bi započeti 2003. Pobjedom Lockheed Martina srušene su nade kompanije Boeing u prodaju lovca F-15E (tj. ponudene verzije F-15L) Izraelu.

Svi izraelski F-16I će biti dvosjedi, opremljeni konformalnim spremnicima goriva koji će zrakoplovu dati borbeni dolet od 1120 km. Lovci će biti opremljeni radarom sa sintetičkom aperturom Northrop Grumman APG-68(V)X, u čijoj će proizvodnji kao podgovarač sudjelovati izraelska kompanija Elta (to je kompromis koji je naden nakon što su SAD odbile opremiti F-16 radarom koji je razvila Elta). Od opreme razvijene u Izraelu planira se ugradnja opreme za elektroničko ratovanje kompanije Elisra, avionike u kokpitu koju je razvila kompanija Elbit (uključujući i višefunkcionalni display u boji protežnosti 100x100 mm i ciljnik smješten na pilotskoj kacigi). Prema izjavama predstavnika Lockheed Martina, približno 25 posto opreme ugrađene u F-16I će biti izraelskog podrijetla.

Zasad još nije odabran motor za F-16I, no očekuje se ubrzo izbor između najnovijih verzija turboventilatorskih motora Pratt & Whitney F100-229 i General Electric F110-229. Lockheed Martin se obvezao na industrijsku kooperaciju s izraelskim kompanijama u vrijednosti od 1,5 milijarde američkih dolara.

Izraelski izvori su kritizirali kompaniju Boeing zbog u posljednji trenutak pokušane prodaje lovca F-15, kroz ponudu "tajne" verzije F-15L za koju je kompanija tvrdila da će biti jeftinija od sadašnje verzije. Ovaj poraz će teško pasti Boeingu koji se nadao da će dobivanjem

izraelske narudžbe uspjeti zadržati otvorenom proizvodnu liniju F-15. Boeing je najavio početak zatvaranja proizvodne linije F-15 smještene u St. Louisu iduće godine, što će dovesti do otpuštanja 7000 radnika.

Prema izraelskim izjavama, Boeingova ponuda nije promijenila odluku da se velik broj starih F-4 i A-4 izraelskih zrakoplova zamjeni s F-16, jer je ta odluka donesena još u lipnju ove godine, a odobrio ju je i prijašnji ministar obrane.

Lockheed Martin je izjavio da će isporuke F-16 sa 110 primjeraka ove godine iduće pasti na 30-40 primjeraka godišnje sve do 2002., nakon čega će se između 2003. i 2005. godine povećati na 80-90 primjeraka godišnje (zbog proizvodnje 58 zrakoplova za Grčku, 24 za Egipat i 30 za USAF, plus proizvodnja za UAE).

Izraelski odabir F-16 otvara i mogućnost ponovnog razmatranja modernizacije ranijih verzija F-16A/B koje se nalaze u izraelskim zračnim snagama. Izvori u izraelskom ministarstvu obrane kažu da je, iako za sada zračne snage ne planiraju modernizaciju F-16, sada otvorena rasprava o postizanju kompatibilnosti obiju verzija tog lovca. Ministarstvo obrane sponzorira modernizacijski program avionike F-16 (ACE, Avionics Capability Enhancement) koji bi provelo nekoliko izraelskih kompanija (IAI, Lahav, Elbit Systems), ali zračne snage još nisu donijele odluku o tom programu.

Program ACE je baziran na programskoj potpori sustava otvorene arhitekture avionike i revidiranom kokpitu. Otvorena arhitektura će olakšati zadaću integracije dodatnih oružja i sen-



Izgled nove verzije lovca F-16 namijenjenog Izraelu, nazvane F-16I

zora te eliminirati potrebu za skupim promjenama ugrađene elektroničke opreme. IAI i Elbit se koncentriraju na razvoj programske potpore s ciljem pokretanja ispitivanja u letu potkraj iduće godine. Faza ispitivanja u letu bi trebala trajati deset mjeseci i uključiti izvođenje 30 letova. Prototip moderniziranog F-16 bi poletio potkraj 2001. godine. Osim razvoja programske potpore, ACE predviđa i ugradnju novog širokokutnog HUD-a kompanije Elop, sustava za ciljanje na pilotskoj kacigi, tri višefunkcionalna displaya u boji protežnosti 125x180 mm kompanije Elbit i radar sa sintetičkom aperturom Elta EL/MH 2032.

Procjenjuje se da će izraelske zračne snage biti prvi korisnik tog programa modernizacije, a da će odluka o tome biti donesena 2003. Osim modernizacije avionike izraelski F-16A/B će zahtijevati i modernizaciju konstrukcije koju planiraju ponuditi IAI i Elbit zajedno s modernizacijom avionike. ACE program se može primijeniti i na kasnijim inačicama F-16C/D Block 25, 30 i 40. Kompanije nisu specificirale cijenu programa ACE, navodeći samo da će cijena biti manja od europskog programa modernizacije F-16 MLU (Mid Life Upgrade) koji poduzimaju Belgija, Danska, Nizozemska i Norveška. Procjene navode cijenu od 5-7 milijuna američkih dolara po jednom F-16.

**Pripremio Ivan Marić
(Flight International, 28. srpnja-3.
kolovoza 1999. i 11.-17. kolovoza 1999.)**

Novi transportni zrakoplov za ruske zračne snage

Dužnosnici kompanije Iljušin su potvrdili da je rusko ministarstvo obrane izabralo njihov transportni zrakoplov Il-112V kao zamjenu za svoju već zastarjelu flotu transportera za manje udaljenosti Antonov An-26. Iljušin Il-112V pokreću dva turbopropelerska motora Klimov TV7-117S, najveća nosivost trebala bi iznositi 5500 kilograma (što je velik pomak u odnosu na planiranih 3500 kg), dok će maksimalna brzina biti 700 km/h (100 km/h brže no što je planirano). Prema izjavama predstavnika Iljušina, zrakoplovu je povećan operativni dolet kako bi se zadovoljile potrebe ruskih zračnih snaga. U zrakoplovstvu vjeruju će ta zamjena za transportni zrakoplov Antonov An-26 biti pogodna za uporabu na malim i nepripremljenim uzletištim s teretom kao što je kamion ili manje terensko vozilo s prikolicom.

Il-112V je izabran u natječaju u kojem su sudjelovale kompanije Miokojan i Suhoj sa svojim prijedlozima dvomotornih transportera MiG-110, odnosno S-80. Prema dostupnim informacijama, ruska vlada trenutčno priprema dokumentaciju potrebnu za sklapanje ugovora pa će detaljniji podatci o cijelom projektu biti naknadno objavljeni. Čini se kako su pri izradbi nove letjelice primijenjena rješenja vrlo nalik onima na transportnom odnosno putničkom zrakoplovu za kraće letove Iljušin Il-114. Prema nekim procjenama u zemljama Zajednice neovisnih država postoji interes za približno 300 vojnih transportnih zrakoplova nosivosti do 5 tona, dok bi se na civilnom tržištu moglo prodati idućih 1000 primjeraka.

**Pripremio Mladen Krajnović
(Jane's Defence Weekly, 21. srpnja 1999.)**

Razmatranje razvoja novih verzija projektila Storm Shadow/Scalp

Konzorcij Matra BAe Dynamics studira nove verzije krstarećeg projektila zrak-zemlja Storm Shadow/Scapel-EG s konvencionalnom bojnog glavom koje bi se lansirale s kopna i s pomorskih platformi. Letna ispitivanja tog projektila trebaju početi potkraj ove godine, a iduće godine ispitivanja će se proširiti na gađanje ciljeva.



Eurofighter s projektilom Storm Shadow na drugom potkrilnom nosaču

Predstavnici konzorcija tvrde da pomorska verzija projektila može biti preciznije oružje od američkog krstarećeg projektila Tomahawk. Britanska i francuska vlada su osigurale početna sredstva za razvojne studije koje se u najvećem dijelu zasnivaju na modifikaciji veličine i protežnosti projektila za postavljanje u vertikalne cjevaste lansere na brodovima i podmornicama.

Razmatraju se i mjere za postizanje kompatibilnosti s predloženim europskim globalnim navigacijskim satelitskim sustavom (GNSS, Global Navigation Satellite System) čiji je razvoj nedavno odobren. Projektil Storm Shadow/Scapel-EG je konstruiran s mogućnošću primjene američkog globalnog sustava pozicioniranja (GPS, Global Positioning System) radi izmjena putanje u srednjoj fazi leta (uz ovaj, projektil je opremljen i sustavom za praćenje kontura terena Terprom i inercijalnim sustavom vođenja). IIR senzor montiran u nosu projektila i autonomni sustav za prepoznavanje cilja osigurat će vođenje u završnom dijelu leta.

Dalekometni krstareći projektil Storm Shadow/Scapel-EG predstavlja izvedenicu projektila Apache primarno namijenjenog za uništavanje poletno-sletnih staza, čiji je razvoj završen, a iduće godine počinje isporuka francuskim zračnim snagama. Storm Shadow (koji se razvija za RAF) i Scalp-EG (koji se razvija za francuske zračne snage) su u biti isti projektil. Razlike se najviše odnose na integraciju pojedinih komponenti i sustave planiranja misija. Storm Shadow će nositi jurišni zrakoplovi Panavia Tornado GR.Mk.4 i lovci Eurofighter, a Scalp-EG Mirage 2000D, Mirage 2000-5 i Rafale. Storm Shadow treba ući u naoružanje 2000., a Scalp-EG godinu dana kasnije.

Konzorcij ima proizvodne linije za sklapanje projektila u Velikoj Britaniji i Francuskoj, a ako se programu pridruži Italija, moguće je uspostavljanje proizvodne linije i u toj zemlji (talijanske zračne snage su objavile namjeru nabave oružja klase Storm Shadow/Scapel-EGA; upravo se vode razgovori s talijanskom kompanijom Alenia o industrijskoj participaciji).

Prema izjavama predstavnika konzorcija, iskustva zračnih snaga NATO-a za vrijeme operacije Allied Force ove godine potvrdila su zahtjev za preciznim krstarećim projektilom za napadaj na zemaljske ciljeve u svim vremenskim uvjetima među zračnim snagama europskih zemalja.

Pripremio Ivan Marić
(Aviation Week & Space Technology, 28. lipnja 1999.)

Orioni za Brazil

Brazil je nedavno dobio odobrenje američkog State Departmenta za kupovinu 12 mornaričkih ophodnih zrakoplova velikog doleta Lockheed P-3A i P-3B Orion. Naime, brazilsko ratno zrakoplovstvo je još 1994. pokrenulo program pod nazivom PX kako bi se nabavila zamjena za palubne protupodmorničke zrakoplove Grumman S-2E Tracker koji se u službi nalaze dugi niz godina. Nove letjelice bile bi smještene u kopnenim bazama, a u kombinaciji sa zrakoplovom domaće proizvodnje Embraer P-95A/B (razvijen iz zrakoplova istog proizvođača EMB-110 Bandeirante) bile bi rabljene za nadzor morskih prostranstava i borbu protiv podmornica. Osim spomenutog P-3 Oriona u igri su još bili modificirani Antonov An-72, zatim indonezijska inačica zrakoplova Casa/IPTN CN 235 te domaći zrakoplov izveden iz letjelice Embraer EMB-120 Brasília.

Iako je P-3 odmah izabran kao najoptimalnije rješenje, cijeli postupak je trajao znatno duže no što je bilo planirano zbog nestašice novca u državnom proračunu te višekratnih odgađanja američke administracije u davanju odobrenja za kupovinu. Početkom ove godine, dok su još trajali pregovori oko dozvole, Brazilci su izabrali 12 primjeraka inačice P-3A i P-3B s malim brojem sati leta koji se nalaze u AMRAC-ovom (Aerospace Maintenance and Regeneration Center) spremištu u zrakoplovnoj bazi Davis-Monthan u Arizoni. Nakon što budu osposobljeni za let, Orioni će biti isporučeni Brazilu. U sklopu programa modernizacije pod nadzorom stručnjaka kompanije Lockheed Martin devet primjeraka bit će unaprijeđeno u konfiguraciju vrlo nalik onoj koju imaju zrakoplovi P-3C Update II američke ratne mornarice, dok će tri preostale letjelice poslužiti kao izvor za doknadne dijelove. Radovi bi trebali započeti sredinom sljedeće godine, a očekuje se kako će kompanija Embraer biti uključena u remont zmajeva zrakoplova dok će ostali dio posla najvjerojatnije biti obavljen u sjedištu za održavanje i logistiku (Parque de Material Aeronáutico) brazilskog zrakoplovstva u bazi u Galeão. Predviđa se kako će za spomenute modifikacije biti potrebno 17 mjeseci. Nakon toga slijedi odabir i ugradnja brojnih sustava koji će se rabiti pri izvođenju zadaća. To se ponajprije odnosi na radar za pretraživanje površine o kojem će odluka biti donijeta do kraja godine, a glavni kandidati za isporuku sustava su američka kompanija Raytheon te francuski Thomson-CSF. Prvi unaprijeđeni P-3 Orion trebao bi ući u operativnu uporabu početkom 2002., a prema sadašnjim planovima tim zrakoplovima bit će opremljena samo jedna postrojba za ophodnju s ukupno osam letjelica.

Pripremio Mladen Krajnović
(Flight International, 28. srpnja - 3. kolovoza 1999.)

Moguća kineska kupnja Su-30

Kina bi uskoro mogla s ruskim partnerima sklopiti ugovor o isporuci 30 do 50 višenamjenskih lovačkih zrakoplova dvosjeda Su-30MK (NATO kodni naziv Flanker). Načelni dogovor o kupovini je postignut tijekom nedavnog posjeta visokog kineskog vojnog izaslanstva Rusiji. Nakon razgovora održanih u Moskvi izaslanstvo je posjetilo ruski Daleki istok i obišla pogone kompanije KnAAPO u gradu Komsomolsku na Amuru, gdje se izrađuju spomenute letjelice. Čini se kako je Kina zabrinuta zbog sve većeg broja lovaca Su-30MKI (od 40 naručenih zrakoplova do sada je isporučeno 16) u indijskom zrakoplovstvu pa je odlučila ojačati svoje snage.

Prva skupina od 26 primjeraka zrakoplova Su-27 (24 jednosjeda Su-27SK i dva dvosjeda Su-27UB) u Kinu je stigla tijekom 1992., dok je u drugom navratu isporučeno 36 lovaca Su-27SK i 12 Su-27UB. Sljedeći korak je bilo sklapanje ugovora o licencnoj proizvodnji 200 letjelica Su-27SK koje bi tijekom pet godina bile izrađene u pogonima kompanije Shenyang. Prvi "kineski" Su-27 poletio je u prosincu prošle godine, a svi će primjerci (kao i indijski) dobiti motore s vektorskim potiskom IJulka Al-31FP. Nedavni pad jednog od prototipa Su-30MK na zrakoplovnoj izložbi u Le Bourgetu vjerojatno će do izvjesne mjere usporiti razvojni program, iako kompanija IAPo iz Irkutska (proizvodi Su-30) ima u pričuvi više zmajeva zrakoplova koji bi se mogli modificirati u željenu inačicu i tako smanjiti štetu.

Prema nekim izvješćima Kina je zatražila produženje dozvole za licencnu proizvodnju, a istodobno je zainteresirana za kupovinu novog lovačkog zrakoplova s vektorskim potiskom Su-37. Kako je Indija trenutačno u pregovorima oko dobivanja dozvole za izradbu letjelica Su-30MK u domaćoj tvornici Hindustan Aeronautics u Bangaloreu, realno je očekivati kako će sličan aranžman zahtijevati i Kina.

**Pripremio Mladen Krajnović
(Flight International 30. lipnja - 6. srpnja 1999.)**

Nova bojna glava za CALCM

Predstavnici američkih zračnih snaga (USAF) uskoro namjeravaju odabrati konvencionalnu bojnu glavu za opremanje krstarećeg projektila CALCM (Conventional Air-Launched Cruise Missile), nakon nedavnog uspješnog testiranja tog krstarećeg projektila.

USAF procjenjuje dvije različite penetratorske bojne glave za CALCM. Prva je verzija bojne glave Advanced Unitary Penetrator (AUP) kompanije Lockheed Martin, a druga je Multiple Warhead System (MWS) kompanije British Aerospace zasnovana na bojnoj glavi Broach. AUP je unitarna kinetička bojna glava opremljena upaljačem koji ju aktivira na unaprijed određenoj točki unutar objekta koji se gađa, a MWS je dvodijelna bojna glava koja prvo ispaljuje bojnu glavu koja otvara put kinetičkom penetartoru. Svaka bojna glava ima nešto drukčije penetracijske značajke: AUP bi trebao imati bolje performanse pri vertikalnom napadaču na cilj, a MWS bi mogao napadati ciljeve pri nižim kutevima proboja. Ispitivanje CALCM-a s bojnom glavom AUP težine 454 kg održano u srpnju predstavljalo je uvod u konačnu odluku USAF-a. Za vrijeme testa provedenog u bazi Eglin bojna glava je prošla kroz sloj zemlje debljine 304 cm, sloj ojačanog betona debljine 152 cm, te nakon pro-



Aviation Week & Space Technology

Ispitivanje Calcma s novom bojnom glavom izvedeno u srpnju ove godine: projektil je prošao kroz ojačani beton debljine 152,4 mm

bijanja opisanih zapreka nastavila let na poligonu.

USAF je prošle godine završio testiranje AUP-a i Broacha, ali zbog problema uočenih kod testiranja AUP-a koji su reducirali njegove performanse (teškoće u izlasku bojne glave iz projektila), ispitivanje je ponovljeno nakon što su napravljene izmjene nekih komponenta unutar CALCM-a (smanjivanje broja priključaka koji su bojnu glavu pridržavali unutar projektila i modifikiranje vrha bojne glave). U rujnu se mora provesti završni test AUP-a, no i prije toga USAF će vjerojatno odlučiti o pobjedniku natječaja. Potom će se donijeti odluka o kupnji, koja će ovisiti o dostupnosti financijskih sredstava. Bude li odluka o kupnji donesena brzo, dio krstarećih projektila CALCM koje će USAF uskoro dobiti (zamjena za projektele potrošene u napadajima na Irak i Jugoslaviju) mogao bi biti opremljen penetratorskim bojnim glavama.

**Pripremio Ivan Marić
(Aviation Week & Space
Technology, 9. kolovoza 1999.)**

Nastavak razvoja vrtoleta Mil Mi-38

Konstruktorski biro MVZ Mil, proizvodni pogon u Kazanu (Kazan Helicopter Plant) i konzorcij Eurocopter potpisali su dva memoranduma koji pokrivaju razvoj i proizvodnju višenamjenskog vojnog vrtoleta Mil Mi-38. Prema tim dogovorima, konzorcij Eurocopter će imati ulogu integratora avionike u sklopu projekta.

Glavni upravitelj pogona u Kazanu Aleksandar Lavrentijev je izjavio kako je prvi trup Mi-38 dovršen i poslan birou Mil radi strukturalnog ispitivanja. Drugi trup će biti

ispitan u Kazanu, a treći će poslužiti kao osnova za izradbu prototipa.

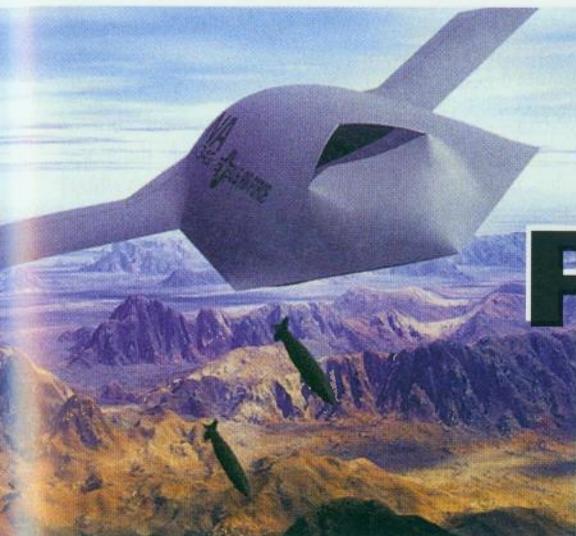
Prema Lavrentijevu, pogon u Kazanu je dosad u razvoj vrtoleta Mi-38 i izradbu dijelova za konstrukciju prototipa uložio vlastitih sredstava u iznosu od oko 100 milijuna američkih dolara. Prvi prototip trebao bi poletjeti potkraj iduće godine.

Na Mi-38 će se primijeniti tehnologija razvijena za borbeni vrtolet Mil Mi-28. S Mi-28 preuzeti su glavni rotor i transmisija. Rotor je napravljen od kompozita (to je ujedno i prvi kompozitni rotor napravljen u Kazanu), a u

tijeku je njegovo ispitivanje u birou Mil. Do kraja godine rotor će biti ispitan u letu.

Vrtolet Mil Mi-38 namijenjen je za zamjenu velikog broja transportnih vrtoleta Mil Mi-8/Mi-17, koji su još uvijek u uporabi na području Zajednice nezavisnih država, ali i diljem svijeta. Razmatra se i mogućnost davanja Mi-38 sposobnosti izvođenja nekih zadaća koje sada obavljaju teški vrtoleti Mil Mi-6.

**Pripremio Ivan Marić
(Flight International, 25.-31.
kolovoza 1999.)**



Boeing

Mogući izgled Boeingovog UCAV-a

PHANTOM WORKS -

Boeingovo razvojno istraživačko središte

Istraživačko-razvojno središte Phantom Works kompanije Boeing predstavlja organizaciju koja ujedinjuje cjelokupni razvojni rad kompanije, iako ima istu namjenu kao poznato središte Skunk Works kompanije Lockheed Martin, po mnogočemu se razlikuje od njega. Način rada Phantom Worksa je drukčiji - za razliku od Lockheed Martinovog središta koji predstavlja gotovo zasebnu organizaciju, Phantom Works je maksimalno integriran sa svim istraživačkim, razvojnim i proizvodnim komponentama Boeinga.

Nastanak Phantom Worksa

Phantom Works je osnovan u St. Louisu, mjestu gdje je kompanija McDonnell Douglas (MDD) koju je 1997. preuzeo Boeing, proizvodila znani lovac F-4 Phantom II. Budući da je središte utemeljeno na lokaciji gdje su se proizvodili ti lovci, dobilo je spomenuti naziv. Nakon preuzimanja MDD-a vodstvo Boeinga se odjednom našlo pred činjenicom da treba stvoriti jedinstveno istraživačko središte spajanjem istraživačkih središta Boeinga, MDD-a i Rockwella (kompanije koju je Boeing također preuzeo). Proces organizacije novog ispitnog središta je pri kraju, i do kraja ove godine Phantom Works će obuhvatiti sva Boeingova središta (time će aktivnosti na razvoju vrtoleta, projektila, transportnih zrakoplova i svemirskih letjelica biti sjedinjene). Tri glavne zadaće Phantom Worksa su:

1. koordiniranje svih razvojno-istraživačkih aktivnosti u sklopu Boeinga kako bi se minimizirala mogućnost dupliciranja radova;
2. širenje najbolje razvijenih tehnika rada i tehnologija u sklopu kompanije;

Pripremio Ivan Marić

Američka kompanija Lockheed Martin je među ostalim poznata i po razvojnom središtu Skunk Works, u kojem su nastali čuveni zrakoplovi poput U-2 i SR-71. Slično razvojno središte je nedavno osnovala i kompanija Boeing. U tom središtu upravo se izrađuju projekti bezrepih lovaca, višestruko iskoristivih letjelica za let u svemir, novih transportnih zrakoplova i hipersoničnih projektila za napadaj na zemaljske ciljeve

3. integriranje rada različitih istraživačkih skupina.

Prva svrha središta je poboljšavanje sadašnjih proizvoda Boeinga. U srednjoročnom razdoblju je predviđeno procjenjivanje razvojnih procesa za buduće projekte kompanije, a dugoročno izbacivanje novih proizvoda nastalih zajedničkim radom svih istraživačkih komponenti Boeinga.

Usprkos kratkom postojanju, Phantom Works je već pokrenuo nekoliko projekata na temelju ugovora koje je dodijelila agencija DARPA (Defense Advanced Research Agency), NASA i američke zračne snage (USAF). To su sljedeći projekti:

- X-36. demonstracijska letjelica za NASA-u i USAF, koja se rabi za procjenjivanje tehnologije koja bi se ugradila u buduće visokopokretljive bezrepe lovce, te za ispitivanje rekonfigurirajućih sustava kontrole leta.
- X-37. Program koji zajedno vode NASA i USAF, usmjeren na stvaranje višestruko uporabljive lansirne letjelice za prenošenje tereta u svemir (X-37 trebao bi biti sposoban za ulazak i djelovanje u orbiti Zemlje i samostalno spuštanje).

- UCAV. Demonstracijski program DARPA-e i USAF-a za stvaranje bespilotnih borbenih letjelica koje bi se koristile u neutralizaciji protivničkog sustava protuzračne obrane.

- Dragonfly. DARPA-in program ispitivanja Boeingovog koncepta CRW (Canard/Rotor Wing) letjelice namijenjene za vertikalno uzlijetanje i slijetanje (VTOL).

- SOTV (Solar Orbit Transfer Vehicle). USAF-ov demonstracijski program svemirske letjelice na solarni pogon za korištenje u orbiti (radi prenošenja tereta s nižih na više orbite).

Uz navedene, Phantom Works sudjeluje i

u nekoliko programa koje financira isključivo svojim sredstvima (prije navedene programe su u većini slučajeva također dijelom financira Boeingo svojim sredstvima). U toj skupini su studije velikog transportnog BWB (Blended Wing Body) zrakoplova, te transportnog zrakoplova ATT (Advanced Theatre Transport) sa STOVL sposobnostima (korištenje ultrakratkih pista za polijetanje i slijetanje). Na kraju, tu je i rad na sklapanju Boeingovog kandidata u programu JSF, prototipa X-32.

Svemirski programi

Dio ovih programa (X-37 i UCAV) predstavlja kombinaciju rada istraživačkih središta sve tri kompanije (Boeing, MDD, Raytheon); takav proces rada omogućava brzo širenje novih tehnologija i proizvodnih procesa, te uključivanje razvojnih timova iz jednog programa u drugi. Problemi nastaju kad su pojedini razvojni timovi locirani u različitim mjestima, kao što je npr. slučaj s razvojem X-37 (dio timova je smješten u Boeingovim postrojenjima u južnoj Californiji), no ti problemi rješavaju se uporabom računalne tehnike (npr. e mail i zajedničke konferencije putem računalnih mreža).

Od svemirskih razvojnih programa sada najveće značenje ima program razvoja letjelice X-37. Za četverogodišnji razvojni ugovor Boeing je primio iznos od 173 milijuna američkih dolara. Svrha programa je dovođenje X-37 u orbitu i njegov uspješan povratak na Zemlju radi demonstracije tehnologija potrebnih za jeftino lansiranje tereta u orbitu. X-37 će u orbitu biti prebačen u transportnom prostoru Space Shuttlea, a nakon izvođenja autonomnih operacija u orbiti samostalno bi se spustio na zemlju. X-37 predstavlja izvedenicu orbitalnog vozila tehnološkog demonstratora Boeing X-40 SMV (Space Manoeuvre Vehicle), koji je izrađen za USAF (prošle godine izveden je prvi atmosferski planirajući let X-40 zbog procjenjivanja autonomnog leta i sposobnosti slijetanja). X-37 je za 20 posto manji od X-40, a sustavi razvijeni za X-40 bit će primijenjeni i na X-37 (npr. sustav za autonomno vođenje i slijetanje koji predstavlja kombinaciju diferencijalnog GPS-a i inercijalnog navigacijskog sustava). Ispitivanje X-37 u letu predviđeno je za iduću godinu, a 2002. će uslijediti dva orbitalna leta (prvi će trajati nekoliko dana, a drugi tri tjedna); oba će završiti "agresivnim" ulaskom X-37 u atmosferu, pri čemu će X-37 postići brzinu od 25 Macha i samostalno sletjeti u baze Edwards ili Vandenberg.

Sklapanje X-37 će se odvijati u pogonu u Palmdaleu. Modularni zmaj letjelice će biti načinjen od kompozita, a oplata će biti



Mogući izgled ATT transportnog zrakoplova

prekrivena višestruko uporabljivim slojem termalne zaštite. Letjelicu će pokretati motor Rocketdyne AR2-3 potiska 31 kN (koji će služiti za manevriranje u orbiti te pri slijetanju) koji za gorivo koristi mješavinu hidrogen peroksida i kerozina. Boeing namjerava na temelju podataka koji će se prikupiti ispitivanjem X-37 razviti višestruko uporabljivu zračnosvemirsku letjelicu koja bi nakon 2010. bila jedna od opcija zamjene lansirne rakete Delta IV.

Razvoj UCAV-a

Program razvoja UCAV-a odvija se u suradnji s Boeingovim istraživačkim središtem u Mesi (južna California). U sklopu ugovora vrijednog 131 milijun američkih dolara Boeing će izraditi dva UCAV-a i rekonfigurabilnu kontrolnu postaju zbog demonstriranja izvodljivosti uporabe UCAV-a u borbenim misijama i njihovog integriranja s klasičnim borbenim misijama (tj. misijama koje izvode letjelice s posadom).

Ključno pitanje na koje se mora naći odgovor je može li UCAV samostalno izvoditi borbene zadaće. U tom programu razvojni tim će se koristiti iskustvima iz nekoliko drugih Boeingovih programa, primjerice, iz razvoja JSF-a će se preuzeti tehnike računalnog simuliranja i modeliranja; u projekt će se ukomponirati precizno vođeno oružje Small Bombs System zrak-zemlja težine 113 kg; sustav kontrole leta (koji uključuje i vektorski potisak) s bezopasnog tehnološkog demonstratora X-36, tehnike slijetanja razvijene u sklopu programa bespilotne letjelice Dark Star.

USAF vidi UCAV-e kao sredstvo nadop-

unjavanja djelovanja borbenih letjelica s ljudskom posadom nakon 2010. UCAV-i bi se primarno koristili za izvođenje misija velikog rizika: prva uloga namijenjena UCAV-ima će biti neutralizacija protivničke protuzračne obrane (SEAD misije) prije dolaska vala konvencionalnih borbenih letjelica. Pritom se nastoji postići cijena pojedinačnog UCAV-a koja bi iznosila samo trećinu cijene jednog modernog lovca, uz 80 posto nižu cijenu operativne uporabe.

Boeingov dizajn UCAV-a se velikim dijelom zasniva na letjelici X-36. Boeingov UCAV je bezrepi zrakoplov dužine 8.2 m, raspona krila od 10.3 m i prazan težine 3600 kg. Pokreće ga turboventilatorski motor bez uređaja za naknadno izgaranje AlliedSignal F124. Za održavanje veze s kontrolnom postajom na tlu ili drugim zrakoplovom bit će ugrađen satelitski komunikacijski sustav.

Ključni koncept koji UCAV-i moraju demonstrirati je koncept "varijabilne autonomije", odnosno davanje mogućnosti UCAV-u da samostalno donosi odluke o izvođenju misije ovisno o fazi leta, dok bi se konačna odluka o izvođenju napadaja na cilj i dalje ostavila ljudskom kontroloru. Svi projekti UCAV-a koji se odvijaju u sklopu ugovora koje je dala agencija DARPA moraju zadovoljiti taj uvjet. Predviđa se da bi izvođenje kompletne borbene misije pomoću UCAV-a (što bi uključivalo interoperabilnost s drugim letjelicama te gađanje simuliranog cilja oružjem) bilo izvedeno 2002.

U tom trenutku Boeing će predstaviti još jedan neobičan tehnološki demonstrator - bespilotnu letjelicu Dragonfly za procjenu

naprednog CWR (Canard Rotor/Wing) koncepta, odnosno letjelice koja bi trebala predstavljati kombinaciju zrakoplova i vrtolota. U sklopu ugovora vrijednog 37 milijuna američkih dolara sklopljenog s agencijom DARPA (pri čemu Boeing ulaže polovinu sredstva u razvoj koncepta), izradit će se dvije bespilotne letjelice koje će poslužiti kao tehnološki demonstratori. Dužina programa je 37 mjeseci, a odvijat će se u Boeingovim istraživačkim središtima u Philladelphiji i St.Louisu.

Prema izjavama predstavnika Boeinga, CWR letjelica će predstavljati kombinaciju brzine leta normalnog zrakoplova s operativnom fleksibilnošću vrtolota. Letjelica će uzlijetati i slijetati poput vrtolota koristeći dvokraki rotor pokretan reakcijskim pogonom (pomoću ispušnih plinova turboventilatorskog motora). U horizontalnom letu, pri brzinama većim od 695 km/h, kraci rotora će se zaključati u određenom položaju i tako postati krilo koje će generirati uzgon, a ispušni mlaz će se preusmjeriti od rotora prema mlaznici na stražnjem dijelu letjelice. Primjena reakcijskog pogona eliminirat će potrebu za repnim rotorom i mehaničkim sustavom prijenosa snage od motora do glavnog rotora, čime će biti smanjena cijena i kompleksnost cijelog sustava.

Tranzicija između rotora i fiksnog krila će se odvijati pri brzinama između 144 km/h i 192 km/h, a trajat će nekoliko sekundi. Ideja nije nova (o njoj se dosta govorilo tijekom proteklog desetljeća), ali očito je napredak tehnologije tek sada omogućio njezinu izvodljivost.

Svaki od dva CWR demonstratora imat će težinu od 590 kg, a bit će opremljen turboventilatorskim motorom Williams International koji je ugrađen i u X-36. U tijeku su

ispitivanja u zračnom tunelu i zemaljska ispitivanja mlaza ispušnih plinova. Prvi let CWR letjelice predviđa se za 2001. Boeing studira različite verzije CWR letjelice, od pomorskog UAV-a s VTOL sposobnostima, pa do borbene letjelice s posadom težine 10.000 - 11.000 kg koja bi bila namijenjena za pratnju transportnih letjelica sa zakretnim rotorom V-22 Osprey.

Ostali projekti

Od ostalih projekata u sklopu Phantom Worksa, tu je AARDM (Affordable Rapid Response Missile Demonstrator) ugovor vrijedan 10 milijuna američkih dolara za studiranje mogućnosti izradbe hipersoničnog pro-



Borbena verzija CRW letjelice s ljudskom posadom

jektila za uništavanje površinskih ciljeva. Cilj projekta je ispitivanje izvedivosti stvaranja hipersoničnog projektila koji bi letio brzinom većom od 6 Macha, ali s pojedinačnom cijenom po primjerku od oko 200.000 američkih dolara. Projektil bi se lansirao s različitih platformi (zrakoplovi, podmornice, površinski ratni brodovi) a bio bi namijenjen za uništavanje mobilnih lansera balističkih projektila i dobro ukopanih zapovjednih središta. Domet projektila trebao bi biti 650 km, a vri-

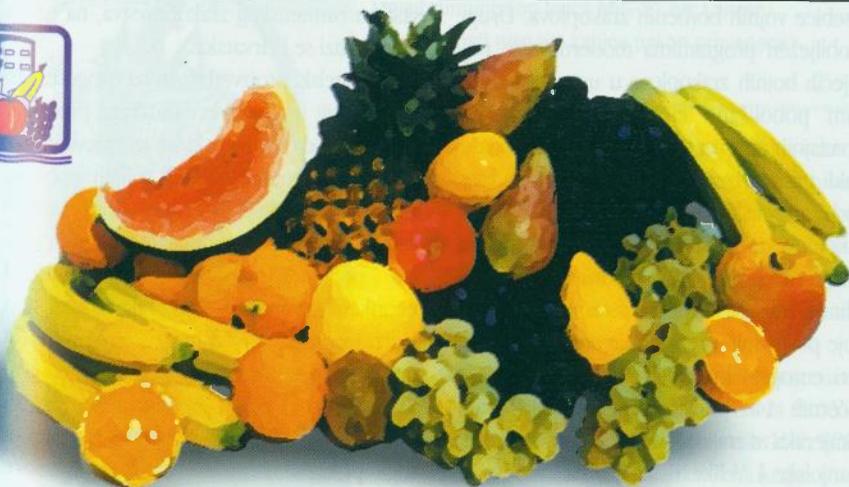
jeme leta do krajnjeg dometa nakon lansiranja 7 minuta. Ukoliko se za vrijeme odvijanja ugovora (18 mjeseci) pokaže izvedivost izradbe takvog projektila, DARPA planira prijeći na drugu fazu programa koja bi se sastojala u tridesetmesečnom demonstracijskom programu ispitivanja dva predložena koncepta projektila. Boeing procjenjuje da bi hipersonični projektil mogao biti operativan oko 2010.

U tijeku je i razvoj orbitalne letjelice za prijenos tereta iz nižih u više orbite, pokretane solarnim pogonom, nazvane SOTV. Letjelica će dobiti solarno-termalni pogon kompanije Rocketdyne, i moći će pomicati satelite u geostacionarnu orbitu. Zbog relativno niskog potiska motora letjelice, za to će trebati između 20 i 30 dana. U sklopu ugovora vrijednog 48 milijuna američkih dolara, USAF će dobiti letjelicu izrađenu u umanjenom mjerilu i namijenjenu orbitalnim ispitivanjima potkraj 2001. ili početkom 2002.

Phantom Works nastoji dobiti i sredstva za izgradnju umanjenih verzija tehnoloških demonstratora za buduće transportne zrakoplove. Prvi, ATT letjelica, zasnivao bi se na konceptu zakretnog krila, a izradila bi se u kombinaciji trupa transportnog zrakoplova C-17 i zakretnog krila s četiri motora.

Takva letjelica bi trebala biti sposobna za nošenje tereta od 32.000 kg i uzlijetanje s piste dužine samo 270 m. Drugi koncept, BWB letjelica, zasniva se na konfiguraciji letećeg krila s integriranim motorima u konstrukciji letjelice. Oba projekta su za sada samo studije, a Boeing treba odlučiti hoće li nastaviti s radom na njima.

(Graham Warwick: In the work, Flight International 25-31. kolovoza 1999.)



BILI Commerce

IMPORT-EXPORT

METKOVIĆ-CROATI

BLATO
020/851-067

DUBROVNIK
020/418-944

ŠIBENIK
022/330-205

SPLIT
021/325-84

ZAGREB
098 243 390



Ovogodišnju izložbu zrakoplovstva i svemirske tehnologije u Parizu, održanu od 12. do 20. lipnja na pariškom aerodromu Le Bourge, obilježilo je povećanje izložbenog prostora za 5000 kvadratnih metara, međutim uz mnogo manje prikazanih novina, kako u letnom tako i u izložbenom dijelu

Tino Jelavić

Izraelski zrakoplovni modernizacijski programi

Vidljive novosti se uglavnom odnose na civilno zrakoplovstvo, dok se u vojnom dijelu dao primijetiti razvoj u sljedećim razvojnim granama.

Većina novina zamjećuje se u prikazu sustava za daljinska istraživanja i elektroničko izviđanje, bilo da je riječ o platformama poput bespilotnih letjelica ili postojećih zrakoplova, bilo u razvoju senzora od termalnih do magnetskih osjetila. Očito misao "znati znači pobijediti" postaje sve jasnija mnogima posebice zbog svoje ekonomske isplativosti prema održavanju velikog i tromog vojnog stroja. Sljedeća poboljšanja zahvaćaju bojne sustave od raznih elektroničkih komunikacijsko-informacijskih sustava do sustava za poboljšanje učinkovitosti i preciznosti bojnog djelovanja. Posljednja grupa novina odnosi se na poboljšanje i unaprjeđivanje sustava za pasivnu zaštitu pilota i posade, od nove

zaštitne letачke opreme do opreme za spašavanje i preživljavanje.

Što se tiče razvoja zrakoplova postoje dva glavna trenda razvoja u budućnosti. Prvi predstavlja udruživanje proizvođača zrakoplova u sve dužem i skupljem razvoju novih, posebice vojnih borbenih zrakoplova. Drugi je obilježen programima modernizacije postojećih bojnih zrakoplova u uporabi ugradnjom poboljšane elektronike i vođenih napadajnih sustava, u čemu su se ponajviše istakli upravo Izraelci kakvoćom i ponudom modernizacijskih programa za borbene zrakoplove i vrtotele. Izbor jedne ili druge opcije ovisi ponajviše o financijama jedinog zrakoplovstva. Tako je primjerice od svoje posljednje prezentacije na Le Bourgeu, novi europski lovac Eurofighter Typhoon s početnih 148 porastao na 620 naručenih primjeraka za zrakoplovstva Njemačke, Italije, Španjolske i Velike Britanije, uz sve čvršća

jamstva da će ih kupiti Grčka i Norveška. S druge strane nalaze se zrakoplovi poput vječnog MiG-21 Fishbed, koji je ušao u proizvodnju 40 godina prije Typhoona, i rabi se u više od 30 zrakoplovstava diljem svijeta. Nakon provedbe njegove modernizacije u sastavu rumunjskog zrakoplovstva, na istom putu nalazi se i Hrvatska.

Izraelski proizvođači su na ovogodišnjoj prezentaciji imali najveći izložbeni prostor s ponudom od čak 18 tvrtki što je, za jednu ipak malu zemlju, odraz njezinih velikih ambicija, ali ponajprije odlučnosti i sposobnosti za ostvarivanje ozbiljnih doprinosa u zrakoplovstvu. Uz prezentaciju svog novog dosad neprikazanog antibalističkog raketnog sustava Hetz (Strijela), prikazana je najkvalitetnija ponuda modernizacijskih programa za F-16 Falcon, MiG-21, Mi-24/35 Hind i svih drugih postojećih vrtotele od Pume do Mi-8. Osim toga prikazan je razvoj dvosjedne inačice

Kamova Ka-50-2, za potrebe turskog zrakoplovstva, pod nazivom Erdogan (Rođeni borac). Taj program predstavlja dosad nezamislivu suradnju između ruskog proizvođača jako kvalitetne leteće platforme i dijela naoružanja s izraelskim proizvođačem senzora i bojnih sustava, a sve za potrebe jedne (ipak) muslimanske zemlje. Navedeni primjer sasvim jasno prikazuje kako izgledaju zdrava promišljanja današnjice, kad ekonomska suradnja premošćuje dosad nepremostive ideološke barijere. Osim modernizacijskog programa za turske zrakoplove F-4 i F-5, izgleda da će tvrtke IAI/Lahav pridodati i ovaj novi razvojni program svojoj paleti kvalitetne dosadašnje suradnje s Turcima.

Međutim, nama najinteresantniji program predstavlja unaprjeđivanje rumunjskih MiG-21, jer je Hrvatska potpisala sporazum s tvrtkama Elbit i Rafael o modernizaciji svojih. Program modernizacije rumunjskih "dvadeset-jedinica" pod nazivom Lancer obuhvaća ugradnju modernih paketa avionike lovaca četvrte generacije, koja u nekim svojim elementima sadrži i rješenja iz pete generacije. Time se omogućava veća mogućnost preživljavanja u neprijateljskom okruženju uz izvođenje preciznijih bojnih djelovanja oružjem istočnog i zapadnog porijekla. Glavni zahtevi odnose se na sljedeće:

- unaprjeđivanje upravljanja zrakoplovom (ugradnjom sustava HOTAS (Hands



Tino Jelavić

Kvalitetni senzorski sustavi Litening i EOP tvrtke Rafael predviđeni za nošenje na zrakoplovima u obliku podvjesnog spremnika i za ugradnju na vrtolete tijekom prikaza u Izraelskom paviljonu

- On Throttle And Stick - kontrola sustava na palici i gasu), DASH (Display And Sighting Helmet - kaciga s pokazivačima i ciljnikom) kacige, HUD (Head Up Display), MFCD (Multi-Functional Color Display - višenamjenski prikazivač u boji) i MFD (Multi-Functional display - višenamjenski prikazivač) prikazivača,

- unaprjeđivanju senzorskih sustava (ugradnja multimodalnog radara za presretnačke i jurišne inačice),

- poboljšanje samozaštite (ugradnja RWR Radar Warning Receiver - radarski prijamnik za upozorenje, dispenzera IC i radarskih mamaca, paketa za ECM Electronic counter measures - elektroničke protumjere),



Izgled rumunjskog lovca MiG-21 bis Lancer i unutrašnjosti njegove kabine nakon provedene modernizacije

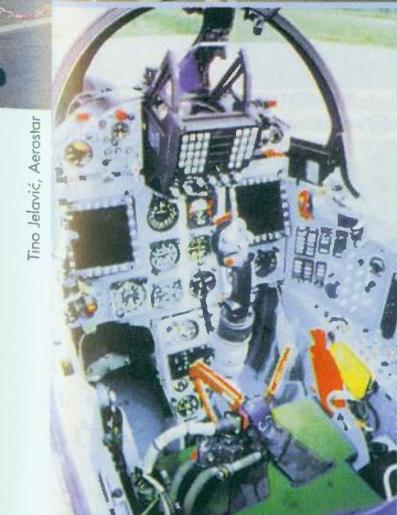
- unaprjeđenju navigacijsko-komunikacijskih sustava (ugradnja navigacijskih sustava VOR/DME, ILS, INS s GPS prijamnikom, i komunikacijske opreme poput IFF Identification Friend or Foe - identifikacija prijatelj ili neprijatelj transpondera i dvije radiostanice otporne na ometanje),

- razvitkom fleksibilnog oružnog sustava (ugradnjom univerzalnih piona za istočno i zapadno naoružanje i specijalnih LDP, ECM i foto podvjesnih spremnika), i na kraju

- integriranju logističke potpore (sustavom zasnovanim na zamjenjivim jedinicama, unaprijeđenoj zemaljskoj i letačkoj opremi za pripremu i rasčlambu zadaća, unaprijeđenoj vježbovnoj opremi i uputama).

Osim toga iz proizvodnog programa Rafaela nude se vođene rakete od Popey (zrak-zemlja), preko Python-3 i Python-4 (zrak-zrak) do protuoklopnih raketa Spike, kao i široka ponuda podvjesnih multisenzornih navigacijsko-ciljnih kompleta. Najzanimljiviji proizvod iz navedenog paketa opreme nudi tvrtka Rafael, koja je razvila podvjesni IC (infracrveni) navigacijsko-ciljni spremnik za bojne zrakoplove pod nazivom Litening. Prilagodljiv je za ugradnju na većinu postojećih lovaca-bombardera poput F/A-18, F-16, F-15, F-5, F-4, A-10, AV-8B, A-4, F-111, B-52, Gripen, Mirage-2000, Kfir, Jaguar, Super Etendard, Tornado, pa čak i Su-27, MiG-29 i MiG-21. Senzorni sustav se može rabiti na brzinama do 1.2 Mach na malim visinama i do 1.8 Mach na visinama leta iznad 13000 ft, dok je dopušteno gravitacijsko opterećenje u manevrima visokih 9 g. Senzori koje sadržava postojeći spremnik su IC osjetilo za dnevno-noćno ciljanje, dvije CCD kamere (uskog i širokokutnog polja gledanja) za poboljšanje dnevnih djelovanja, laserski obilježivač za preciznije bojno djelovanje i laserski točkasti otkrivač/tragač (detector/tracker). Sve navedeno zajedno s inercijalnim navigacijskim sustavom (INS - Inertial Navigational System (pasivni navigacijski sustav)) omogućava akviziciju (otkrivanje, raspoznavanje, identifikaciju) i lasersko obilježavanje zemaljskih i pomorskih ciljeva, za precizniju dostavu laserski vođenih bombi (LGB), kazetnih (CBU) i gravitacijskih bombi opće namjene (GPB). Pored toga omogućava letove noću na malim visinama, identifikaciju zračnih ciljeva iza granice vidljivosti (BVR - Beyond Visual Range) i otkrivanje/traganje za laserskim izvorima ili vlastito lasersko obilježavanje ciljeva tijekom potpomažućih zadaća i bojnih djelovanja.

Sljedeći kvalitetni modernizacijski program obuhvaća unaprjeđenje prikazanih vrtoleta Mi-24/35 i rumunjskih licencno rađenih IAR 330 Puma. Program unaprjeđenja transportnih vrtoleta Puma primjenjiv je gotovo na svim postojećim vrtoletima u svjetskom naoružanju, tako i na našim vrtoletima Mi-8 i Bell-206. Temeljni zahtav izvršen je na integriranom sustavu MMS (Mission Management System - sustav za vođenje misijom), koji preko vrtoletovog višenamjenskog računala HMRC osigurava integraciju oružnih sustava, navigacijsko-komunikacijskih i sustava za elektroničku borbu, u jedan prilagodljiv i agiln mehanizam. Takva integracija avionike osigurava veliku raznolikost izvođenja zadaća od



Tino Jelavić, Aerostar



Izgled unutrašnjosti kabine vrtoleta IAR 330 Puma rumunjskog zrakoplovstva nakon provedene modernizacije s izraelskom tvrtkom Elbit Systems Ltd.

nadzora teritorija/akvatorija, protupožarne borbe, prevoženja ljudstva i opreme do borbenih zadaća traganja i spašavanja i pružanja paljbene potpore. Tvrtka Elbit je na zahtjev

Borbeni vrtolet Mi-24 nakon provedene modernizacije koju je izvela tvrtka IAI zadržava mogućnost nošenja istočnog naoružanja (AT-6 Spiral) pored zapadnog (Spike)



rumunjskog naručitelja izvršila ugradnju sljedećih prikazivača: MFD (Multi Funkcion Display), HMD (Helmet Mounted Display - prikazivač na kacigi) i MFCD (Multi-Funkcion Color Display), zatim ciljnog sustava ugrađenog na kacigi HMS (Helmet Mounted Display - ciljnik na kacigi), a svega uvezanog sa senzorskim sustavom EOP (Electro-Optical Pod). Senzorski sustav EOP predstavlja ustvari samo senzornu glavu već opisanog podvjesnog spremnika za ugradnju na lovačko-bombarderske zrakoplove, te osigurava dnevno/noćno motrenje i ciljanje, preko kontrole oružnog sustava na palicama (HOCAS ili Hands On Collective And Stick) do samog naoružanja. Novo naoružanje vrtoleta Puma sastoji se od ugrađenog 20 mm turelnog topa, nevođenih 57 ili 70 mm raketnih zrna, protuoklopnih raketa Spike i vođenih IC raketa zrak-zrak kratkog dometa za samozaštitu. Time Puma postaje vrlo učinkovit i opasan ratni stroj od prethodne obične transportne platforme.

Drugi program unaprjeđenja zahvaća jednu borbenu letjelicu pa preobrazba nije tako drastična kao u prethodnom slučaju.

Međutim, programom opremanja najpopularnijeg borbenog vrtoleta u svijetu, proizvedenog u više od 2000 primjeraka, tvrtka IAI/Taman napravila je pravi poslovni iskorak na tržište. Tim zahvatom Mi-24 postaje još respektabilnije oružje, jer se na njegovu poslovičnu robustnost i agilnost dodaju nove kvalitete u obliku većih senzornih i upravljačkih sposobnosti. Glavni senzor ugrađen u ovom paketu predstavlja sustav HMOSP tvrtke Taman, koji je s bespilotnih letjelica preuzet i prilagođen za ugradnju na vrtolete. Tim sustavom osigurana je sposobnost dnevno-noćne uporabe vrtoleta i raznolike kombinacije rusko-izraelskog naoružanja, preko ciljnika montiranih na kacigama (HMS) i prikazivača u kabini, integriranih u jedan oružni sustav. Tako je omogućena paralelna uporaba izraelskih protutenkovskih raketa Spike i ruskih AT-6 Spiral koje ovaj vrtolet nosi u temeljnoj inačici. Prikazani moder-

nizacijski program navodno se izvodi za neimenovanog azijskog naručitelja pod nazivom Mission 24.

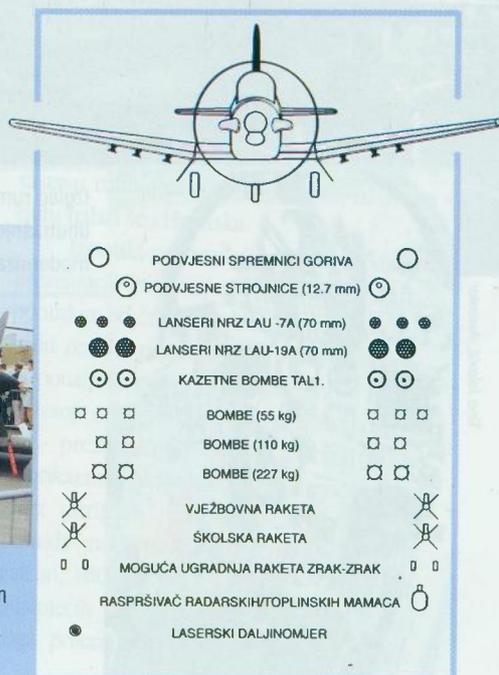
Sljedeći nama interesantan program prikazala je tvrtka Radom i Slovenska vojska, a odnosi se na poboljšanje njihovih Pilatusa PC-9 Swift. Ugovor sa slovenskim Ministarstvom obrane (MO) potpisan je prije godinu dana, a prikazani prototip je nakon završene pregradnje 21. svibnja 1999. na Brniku sa svega dvadesetak sati naleta, doletio na izložbu s nadom

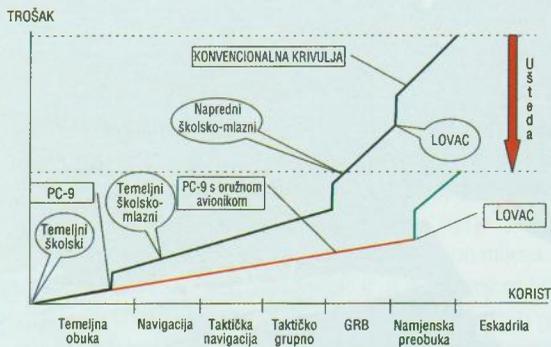


Slovenski Pilatus PC-9 Swift s raznolikim spektrom naoružanja koje može nositi nakon nadogradnje koju je provela izraelska tvrtka Radom Aviation System Ltd.

da će se do kolovoza ove godine cijeli projekt testiranja prototipa završiti. Ostalih osam slovenskih PC-9 trebali bi biti dovršeni do kraja lipnja godine 2000., a cijena tog programa po zrakoplovu trebala bi biti oko 250.000 USD, ovisno o traženoj konfiguraciji. Tim programom zrakoplovi su opremljeni sustavom HOTAS i HDD (Head Down Display) prikazivačima, dok je HUD (Head Up Display) po potrebi moguće opremiti kamerom i bilježnikom letnih podataka za kvalitetnije rasčlambe leta tijekom obuke pilota. Pristup problemu cijene obuke lovačkih pilota pomoću Cost-Benefit metode doveo je slovensko MO do zaključka kako je isplativije školovati svoje pilote na trenažnom zrakoplovu poput PC-9 opremljenog kvalitetnom simulatorskom opremom, nego na temeljnom i naprednom mlaznom trenažnom zrakoplovu klase Alphajet, T-38, G-4, L-139, Hawk i slično. Na taj način omogućava se obuka pilota na

sljedećim razinama: temeljna i akrobatska, navigacijska, taktičko-navigacijska, taktičko-grupna, oružna (GRB - gađanje raketiranje i bombardiranje) i viša namjenska, nakon koje bi se prešlo na namjenski lovački zrakoplov.





Krivulja "Cost-Benefit" koja prikazuje odnos cijene školovanja na nadograđenom PC-9 i klasične metode školovanja preko temeljnog i naprednog školsko-mlaznog zrakoplova

Međutim, prelazak s trenažnog zrakoplova raspona brzina 150 - 600 km/h, na lovački brzina 350 - 2500 km/h osim smanjenja cijene obuke ima i neke sasvim druge negativne posljedice. Prelazak na lovca u ovom slučaju zahtijevao bi vjerojatno dugotrajniju preobuku, nego dolazak preko naprednog mlaznog trenažnog zrakoplova. Samim time cijena obuke lovačkog pilota bi porasla.

Međutim, prelazak s trenažnog zrakoplova raspona brzina 150 - 600 km/h, na lovački brzina 350 - 2500 km/h osim smanjenja cijene obuke ima i neke sasvim druge negativne posljedice. Prelazak na lovca u ovom slučaju zahtijevao bi vjerojatno dugotrajniju preobuku, nego dolazak preko naprednog mlaznog trenažnog zrakoplova. Samim time cijena obuke lovačkog pilota bi porasla.

Međutim, prelazak s trenažnog zrakoplova raspona brzina 150 - 600 km/h, na lovački brzina 350 - 2500 km/h osim smanjenja cijene obuke ima i neke sasvim druge negativne posljedice. Prelazak na lovca u ovom slučaju zahtijevao bi vjerojatno dugotrajniju preobuku, nego dolazak preko naprednog mlaznog trenažnog zrakoplova. Samim time cijena obuke lovačkog pilota bi porasla.

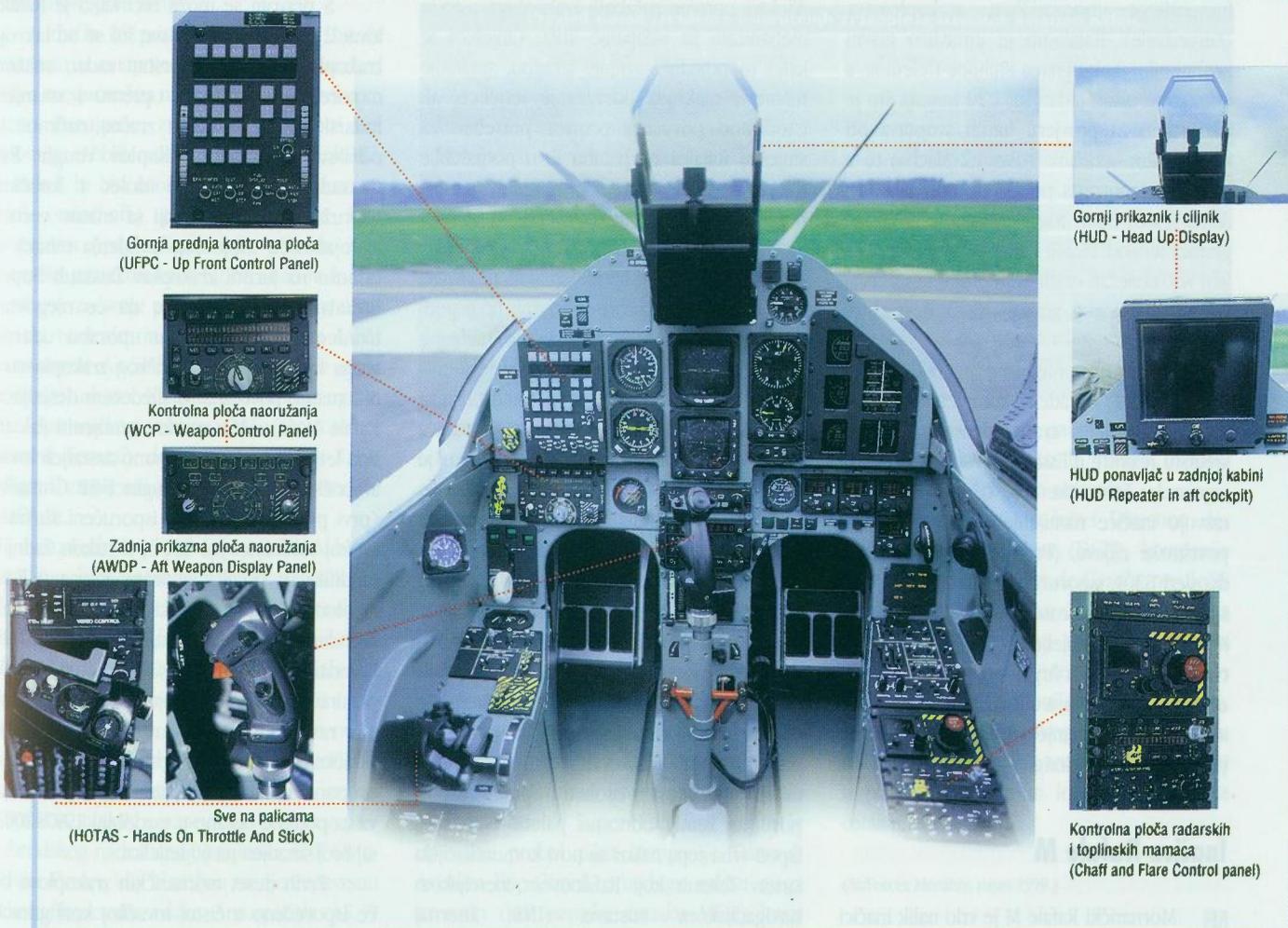
Međutim isplativost posebice dolazi u pitanje kad se procijeni borbena upotrebljivost i učinkovitost eskadrile PC-9 i primjerice naprednog školsko-borbenog zrakoplova klase Hawk. Ne zaboravimo kako se tijekom Domovinskog rata JNA koristila upravo Supergalebom G-4 za najdelikatnije operacije poput bombardiranja Banskih dvora, i da je upravo taj tip zrakoplova imao najmanje gubitke od hr-

toji od podvjesnih kontejnera sa strjeljačkim naoružanjem preko nevođenih raketnih zrna do vježbovni i bojnih bombi i raketa. Tako se na 6 podvjesnih točaka može objesiti sljedeći ubojni arsenal: dva podvjesna spremnika sa strojnicom kalibra 0.5" (12.7 mm), šest sedmo-cijevnih lansera NRZ (nevođenih raketnih zrna) kalibra 2.75" (70 mm) model LAU-7A, četiri devetnaestcijevnih lansera NRZ kalibra 2.75" (70 mm) model LAU-19A, šest bombi kalibra 125 lb (55kg), četiri bombe kalibra 250 lb (110 kg), četiri bombe kalibra 500 lb (227 kg), raspršivač radarskih i toplinskih mamaca, te podvjesni laserski daljinomjer. Osim navedenog nosi vježbovne i trenažne rakete za uvježbavanje pilota u postupku zahvata ciljeva u zraku i lansiranja, te mogućnost naknadne ugradnje do četiri vođene IC rakete zrak-zrak kratkog dometa.

Zaključak prikaza ponude postojećih izraelskih programa modernizacije istaknut je dobrotom kvalitetne vojne tehnologije s vrhunskom senzornom opremom i naoružanjem, integriranom u jedinstveni oružni sustav suvremenih performansi, a uz relativno mala ekonomska ulaganja.

H7

Izgled kabine Pilatusa PC-9 i sustava za kontrolu naoružanja nakon provedene nadogradnje



Rafale

Pripremio Mladen Krajnović

Suzletišta Dassaultove tvornice za sklapanje zrakoplova pokraj Bordeaux-Merignaca na jugozapadu Francuske 7. srpnja poletio je prvi serijski primjerak višenamjenskog lovačkog zrakoplova Dassault Aviation Rafale M (Marine) izrađen za potrebe francuskoga mornaričkog zrakoplovstva (Aéronavale). Rafaleom je upravljao glavni probni pilot u Merignacu Philippe Deleume, a u zraku je ostao jedan sat i 20 minuta što je iskorišteno za provjeru letnih svojstava pri nadzvučnim brzinama (oko 1,2 Macha) te u zračnim manevrima pri opterećenjima od -3 do +7,5 G. Osim toga, dosegnuta je gornja granica leta od 15.240 metara. Time je nastavljen vrlo opsežan i zahtjevan program prihvata i uvođenja novog zrakoplova u operativnu uporabu.

Kako je u spomenuti primjerak (ima serijski broj M1) ugrađena kompletna avionika bit će isporučen zrakoplovnom ispitnom središtu (Centre d'Essais en Vol) u Istresu na jugoistoku Francuske gdje će biti korišten u razvoju inačice namijenjene napadajima na površinske ciljeve. (Prvi produkcijski Rafale, dvosjed B301, isporučen je francuskom ministarstvu obrane u prosincu 1998.). Proizvodnja novog lovca je podijeljena između četiri glavne tvornice. Tako se u Argenteuilu izrađuje trup, u Martignansu krila, a u Biaritzu repni dio dok se završno sklapanje obavlja u pogonima pokraj Bordeaux-Merignaca.

Inačica Rafale M

Mornarički Rafale M je vrlo nalik inačici

B koja će biti isporučena francuskom zrakoplovstvu (Armée de l'Air) što je posljedica nastojanja za što većim smanjenjem troškova razvoja i kasnije proizvodnje pa su modifikacije svedene na minimum gdje god je to bilo moguće. Ponajprije nije ugrađen (moglo bi se reći kako je žrtvovan) jedan od standardnih dijelova opreme palubnih zrakoplova, a to je mehanizam za sklapanje krila. Činjenica je kako to pojednostavnjuje izradbu, smanjuje težinu i olakšava održavanje letjelice, ali istodobno povećava prostor potreban za smještaj Rafalea na palubu ili u potpalublje nosača pa će broj lovaca raspoređen na novi nosač zrakoplova na nuklearni pogon *Charles de Gaulle* biti nešto manji.

Jedna od najvidljivijih izmjena na inačici M je masivnija, duža i čvršća prednja noga podvozja zbog čega je taj dio trupa nešto uzdignutiji u odnosu na tlo, a zrakoplovu daje robustniji izgled. Kako bi se osigurala kompatibilnost i omogućila uporaba Rafalea s nosača američke mornarice (US Navy) na nogu je postavljena "poluga" za katapultiranje. Preostale izmjene su također uobičajene za mornaričke zrakoplove. Tako je ojačana struktura trupa i krila kao i zadnje noge podvozja, dodana je kuka za zaustavljanje i priključak za opskrbu gorivom tijekom leta, a ugrađen je i sustav koji pomaže pri slijetanju na nosač. U trupu ispod pilotske kabine smješteno je kućište sa sklopivim ljestvama čime je olakšan pristup kabini i povećana autonomnost, tj. manja je ovisnost o osoblju i opremi za potporu na zemlji odnosno palubi. Napokon, ispod vrha repa nalazi se novi komunikacijski sustav Telemir koji Rafaleovom inercijskom navigacijskom sustavu (INS, Inertial

Navigation System) omogućuje izravnu vezu sa sustavom za navigaciju na nosaču i razmjenu potrebnih podataka.

Različiti standardi

S pravom se može reći kako je Rafale lovac 21. stoljeća jer ima sve što se od takvog zrakoplova očekuje: izvrstan radar, snažne motore, najsuvremeniju opremu i smanjen radarski odraz. Golema zračna nadmoć u odnosu na lovački zrakoplov Vought F-8 Crusader te dvostruki dolet i količina naoružanja (u kombinaciji sa znatno većom vjerojatnošću uspješnog izvođenja misije) u odnosu na jurišni zrakoplov Dassault Super Etendard čvrst su jamac da će njegovim uvođenjem u operativnu uporabu udarna snaga francuskog mornaričkog zrakoplovstva biti znatno povećana. U sljedećem desetljeću Rafale M će u Aéronavaleu zamijeniti čak tri tipa letjelica: sad već potpuno zastarjeli lovac američke proizvodnje Vought F-8P Crusader (prvi primjerci F-8E(FN) isporučeni su francuskoj mornarici još 1964., a nakon zadnjih modifikacija oznaka je promijenjena u F-8P (Prolongé) zatim izvidnički zrakoplov Dassault Etendard IVPM te jurišnik Dassault Super Etendard M (Modernisé). Prvobitno je bila planirana nabava 86 primjeraka koji su trebali biti raspoređeni u jednu lovačku i dvije lovačko-bombarderske postrojbe, ali je nakon preporuka sadržanih u planu trošenja sredstava za potrebe obrane u razdoblju 1997.-2002. taj broj smanjen na 60 letjelica.

Prvih deset mornaričkih zrakoplova bit će isporučeno u čistoj lovačkoj konfiguraciji

(tzv. standard F1), a namijenjeni su za neposrednu zračnu borbu, odnosno obranu zračnog prostora. Za tu svrhu bit će opremljeni novim projektilima zrak-zrak srednjeg dometa s radarskim navođenjem Matra MICA ER te raketama kratkog dometa s infracrvenim tragačem Matra R.550 Magic II koje se u naoružanju nalaze već niz godina. Naime, 1995. je objavljeno kako zbog kašnjenja u razvoju Rafaleovog radara s elektroničkim skeniranjem Thomson-CSF RBE2 (Radar a Bayalage Electronique 2) prve letjelice isporučene Aéronavaleu i Armée de l'Air ne će imati radarski mod rada zrak-zemlja niti će biti ugrađen napredni, integrirani EW (elec-



Dassault Aviation

Mornarički Rafale na palubi nosača zrakoplova Charles de Gaulle

tronic warfare) sustav za zaštitu Spectra (nalazi se u završnoj fazi razvoja), ali će izostavljenu opremu naknadno dobiti svi zrakoplovi prve serije.

Idućih 15 primjeraka inačice M bit će izrađeno u unaprijeđenom obliku (standard F2) s mogućnošću napadaja na površinske ciljeve. Ponajprije, zrakoplovi će dobiti već spomenuti oblik rada zrak-zemlja radara RBE2, a trebali bi biti naoružani novim dalekometnim (stand-off) projektilom Matra BAe Dynamics Apache/Scalp EG (pripada istoj porodici projektila kao i Storm Shadow koji je nedavno za svoje potrebe odabrao Royal Air Force) te novim modularnim oružjem AASM (Armement Air-Soil Modulaire) čiji će izbor uslijediti uskoro. Nadalje, planirana je ugradnja optroničkog sustava OSF (Optronique Secteur Frontal), dok će raketu Matra R.550 Magic II zamijeniti projektil istog proizvođača MICA IR.

Posljednjih 35 zrakoplova Rafale M bit će izrađeno kao višenamjenski lovci (standard F3), a početak isporuke se očekuje tijekom 2007. Za razliku od letjelica iz prethodne dvije serije moći će se rabiti za posebne zadaće. Bit će opremljeni potkrilnim spremnikom s opremom za izvidničke misije, a moći će nositi komplet (tzv. buddy-buddy tanking pod) za opskrbu drugih letjelica gorivom u zraku. Napokon, ulazak u naoružanje budućeg protubrodskog nadzvučnog projektila ANF (Anti-Navire Futur), koji bi trebao zamijeniti izvrsnu raketu francuske tvrtke Aerospatiale AS.39

Exocet, omogućit će Rafaleu djelotvorne napadaje na ciljeve na moru.

Ulazak u uporabu

Rafale M će ući u operativnu uporabu godine 2001. kao zamjena za F-8P Crusader. Isprva je planirano kako će prva postrojba opremljena novim zrakoplovima biti iznova ustrojena Flottille 14 (14F), ali je zbog stalnih odgađanja povlačenje Crusadera iz operativne uporabe i zastoja u programu Rafale ta odluka promijenjena, pa je tu čast dobila Flottille 12 (trenutačno lete na letjelicama F-8P do njihovog "umirovljenja" u prosincu ove godine) sa sjedištem u mornaričkoj zrakoplovnoj bazi BAN (Base Aeronautique Navale) Landivisiau u pokrajini Bretagne. Isporuca prvih primjeraka inačice Rafale M iz druge proizvodne serije trebala bi započeti 2004. i to postrojbi Flottille 11 koja je također smještena u BAN

Landivisiau, a čija je potpuna operativna spremnost planirana za 2006. Bez dvojbe, prijelaz sa zrakoplova koji je razvijen sredinom

Dassault Aviation Rafale M s glavnim probnim pilotom tog francuskog proizvođača zrakoplova Yvesom Kerhervrêom. Idućeg dana Rafale je bio prvi zrakoplov koji je katapultiran, tj. poletio s nosača *Charles de Gaulle*. Dužnosnici mornarice su izjavili kako će u prvom krugu provjera ta dva tipa zrakoplova obaviti nekoliko desetaka dnevnih i noćnih slijetanja i uzlijetanja s različitim težinama (od 12 do 18 tona).

Spomenute aktivnosti bile su planirane za kraj travnja, odnosno početak svibnja, ali su morale biti odgođene zbog neočekivanog kvara u sekundarnom krugu pogonske skupine nosača tijekom probne plovidbe, što je uzrokovalo dvomjesečnu stanku u postupku njegove provjere i uvođenja u operativnu uporabu. Nakon toga se pojavio još jedan problem, pa je postojala opasnost od dodatnog pomicanja rokova. Naime, u mornarici su spoznali kako sletni dio palube nije dostatno velik za prihvat i smještaj nove letjelice u Aéronavaleu, a to je palubni zrakoplov za rano upozoravanje i nadzor zračnog prostora Northrop Grumman E-2C Hawkeye. (Zasad su naručena tri primjerka od kojih je jedan isporučen, ali je ostavljena mogućnost kupovine i četvrtle letjelice). Javila se bojazan da zbog ograničenog prostora Hawkeye ne će moći nakon slijetanja samostalno tj. bez

Pregled dosad izrađenih i naručenih zrakoplova Dassault Aviation Rafale

inačice	tehnološki demonstrator	prototipovi	prva serija ¹	druga serija ¹	
				prva podnaruđba	druga podnaruđba
Rafale A	1 ¹	-	-	-	-
Rafale M	-	2	10	7	8
Rafale B	-	1	3	14	7
Rafale C	-	1	-	7	5

¹ Tehnološki demonstrator je povučen iz uporabe.

² Svih 13 zrakoplova (tri primjerka Rafale B za Armée de l'Air te deset primjeraka Rafale B za Aéronavale) naručeno je 1996., a bit će isporučeni u standardu F1.

³ Na ovogodišnjoj zrakoplovnoj izložbi održanoj u Le Bourgetu sklopljen je ugovor o isporuci 48 zrakoplova Rafale, podijeljen na dvije podnaruđbe.

U državnom proračunu za 1999. predviđena je kupovina 28 lovaca (sedam primjeraka Rafale M, 14 primjeraka Rafale B te sedam primjeraka Rafale C) dok je za preostalih 20 zrakoplova (druga podnaruđba) ostavljena mogućnost naknadne naruđbe koja će najvjerojatnije uslijediti godine 2000.

Svi primjerci bit će izrađeni u standardu F2.

pedesetih na jedan od najsuvremenijih lovaca bit će vrlo zahtjevan posao za pilote i ostalo osoblje u postrojbama. Prijelaz će biti još zamršeniji jer Aéronavale nije planirala nabaviti inačicu zrakoplova Rafale M za izobrazbu, dok će dvosjedi namijenjeni francuskom zrakoplovstvu biti na raspolaganju tek nekoliko godina nakon isporuke mornaričkih letjelica.

Istodobno (6. srpnja) francuska mornarica je započela s probnim slijetanjima i uzlijetanjima zrakoplova s novog nuklearnog nosača *Charlesa de Gaullea*. Prvi je na palubu sletio jurišnik Dassault Super Etendard kojim je upravljao probni pilot kompanije Dassault Aviation Eric Girard, a nedugo nakon njega prototip (ima serijsku oznaku MO2) lovca

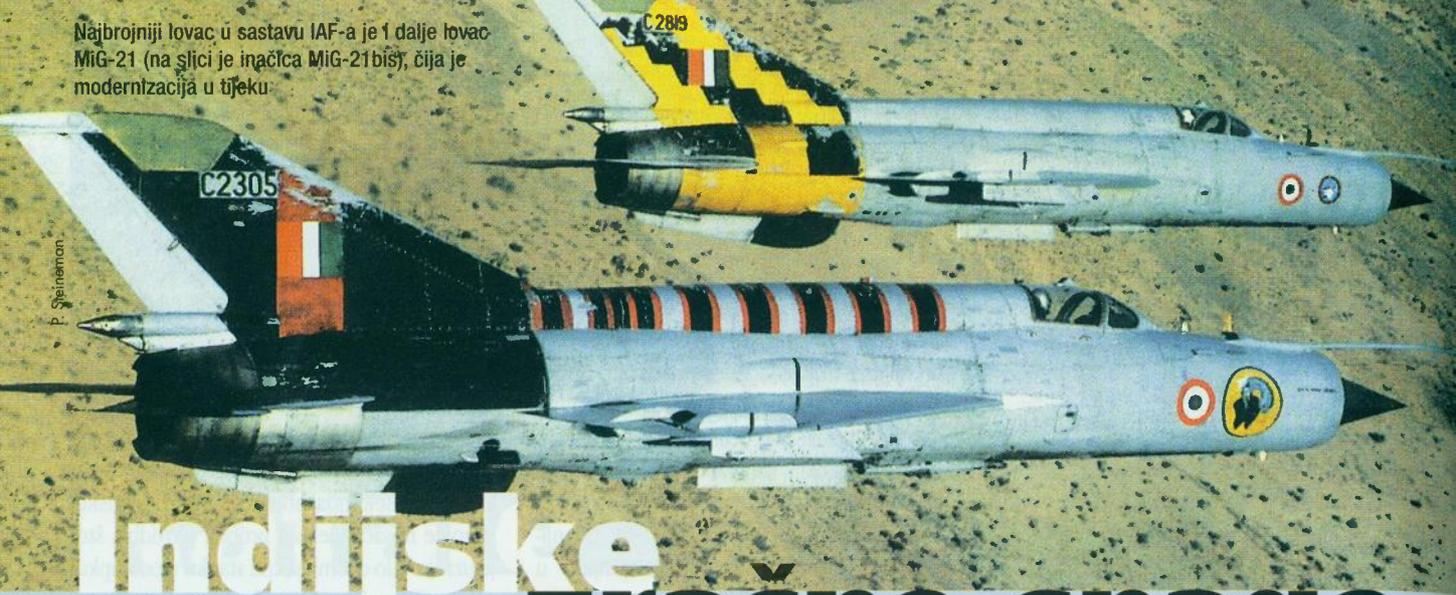
pomoći osoblja na palubi napustiti to područje (taksirati) što bi moglo usporiti tempo zračnih operacija s nosača.

Kao rješenje stručnjaci Direction des Constructions Navales (DCN), kompanije koja je izgradila *Charles de Gaulle*, predložili su produženje palube za četiri metra. Prema njihovim riječima takva modifikacija ne bi bitno utjecala na predviđene aktivnosti, ali o tome još uvijek nije donijeta nikakva odluka. Predstavnici tog francuskog brodograditelja su rekli kako će neovisno o tome E-2C sudjelovati u planiranim probnim letovima zajedno s ostalim letjelicama.

(AirForces Monthly, rujan 1999.)



Najbrojniji lovac u sastavu IAF-a je 1 dalje lovac MiG-21 (na slici je inačica MiG-21biš), čija je modernizacija u tijeku



Indijske zračne snage

Pripremio Tomislav Huha

Indijske zračne snage (Indian Air Force, IAF) se trenutačno nalaze u postupku temeljite reorganizacije i modernizacije. Osnovni cilj modernizacije je malo smanjenje broja zrakoplova i ljudi, uz istodobno znatno povećanje borbene sposobnosti i učinkovitosti. Glavnim suparnicima u eventualnom sukobu smatraju se Kina na sjeveru i Pakistan na zapadu (potvrda te tvrdnje su, što se Pakistana tiče, nedavni srećom ograničeni sukobi u spornom području Kašmira).

Organizacija indijskih zračnih snaga

Indijske zračne snage imaju pet oblasnih zapovjedništava: Sjeverno, Zapadno, Južno, Jugozapadno i Središnje. Trenutačno se u svim rodovima indijskih oružanih snaga osjeća nedostatak ljudstva, što u slučaju zračnih snaga znači da ono broji nešto manje od maksimalnih 170.000 ljudi. Časnika ima oko 10.000, od čega oko 3200 pilota. Ročnih vojnika je oko 140.000, a ostalo čine civili. Udarnu snagu predstavlja oko 770 borbenih zrakoplova raznih tipova i inačica, što zajedno s pričuvama čini čak 935 letjelica. U slučaju krajnje nužde mogli bi se koristiti i nekim od školsko-obučnih tipova zrakoplova, čime se brojka borbeno sposobnih zrakoplova približava broju 1000. Broj eskadrila varira od 38 do 39,5, a svaka uglavnom ima u svom sastavu 20 do 24 letjelice.

Indijske zračne snage danas se nalaze u postupku temeljite reorganizacije i modernizacije čiji je glavni cilj povećanje borbene sposobnosti i učinkovitosti u slučaju eventualnih sukoba

Osnovne zadaće IAF-a su:

1. Osiguravanje nepovrjedivosti zračnog prostora.
2. Uništavanje ciljeva duboko unutar neprijateljskog teritorija.
3. Pružanje bliske zračne potpore kopnenoj vojsci i suradnja s ratnom mornaricom.

4. Osiguravanje taktičkog i strateškog transporta ljudstva i tehnike.
5. Taktičko i strateško izviđanje.

Indija je godine 1974. utvrdila svoju prvu doktrinu uporabe zračnih snaga koja ima četiri osnovne postavke:

1. Napadanje neprijatelja dobiva istu važnost



Raspored glavnih baza IAF-a

kao i obrana.

2. Snage će se brojčano smanjiti, ali će im se istodobno povećati učinkovitost.

3. Ističe se važnost uporabe tzv. multiplikatora snage (force multiplier), odnosno sustava kao što su zrakoplovi AWACS, zrakoplovi za elektroničko ratovanje i zrakoplovi tankeri za nadopunjavanja gorivom u zraku.

4. Nužna je modernizacija C³I sustava (Command, Control, Communications and Intelligence system, odnosno sustav zapovijedanja, nadzora, komunikacija i prikupljanja podataka).

uništavanje ciljeva u zraku. Njihovo naoružanje čine, osim već spomenutih R-60, IC navođene rakete zrak-zrak kratkog dometa R-73 (AA-11 Archer) te radarski navođene rakete zrak-zrak srednjeg dometa R-27 (AA-10 Alamo) i R-77 (AA-12 Adder); potonje će se tek početi rabiti na moderniziranim inačicama MiG-21bis i MiG-29.

Francuski lovci Mirage 2000H/TH nalaze se u sastavu dviju eskadrila. Glavno naoružanje tih lovaca su IC navođene rakete kratkog dometa MATRA R-550 Magic i radarski navođene rakete srednjeg dometa MATRA Super-530D. Sekundarna



P. Steinman

Tri Miragea 2000: prva dva su iz sastava 1. eskadrile, a treći iz sastava 7. eskadrile. Iako se Mirage 2000 koristi i za jurišne misije, njegova primarna namjena je zračna obrana



Dva lovca IAF-a - Mirage 2000H i MiG-21bis - za vrijeme zračne ophodnje

Obrana zračnog prostora

Osnovni lovac u sastavu IAF-u i dalje je ruski MiG-21. Rabe se tri verzije tog poznatog lovca: približno deset eskadrila rabi MiG-21bis, četiri eskadrile imaju MiG-21M, a tri MiG-21FL. Njihovo osnovno naoružanje su IC navođene rakete zrak-zrak kratkog dometa R-60 (ruske,

namjena Miragea 2000 je uništavanje ciljeva na zemlji, za što koriste osim klasičnih bombi i laserski navođene bombe, kasetne bombe, možda čak i proturadarske rakete ARMAT.

Posljednji po brojnosti tip zrakoplova je lovac MiG-23MF koji se nalazi u sastavu jedne jedine eskadrile. Njegovo se naoružanje sastoji od raketa R-60 te raketa srednjeg dometa R-

treba dodati velik broj ručnih lansera PZ raketa SA-16 te PZ topova L-40/70 kalibra 40 mm.

U sljedećih nekoliko godina očekuje se uvođenje u uporabu dvaju indijskih PZ raketnih sustava, i to sustava Akash dometa 25 km te kratkodometnog sustava Trishul dometa 9 km. Razmatra se i modernizacija danas već zastarjelih sustava SA-3.

Cijela PZO je integrirana sustavom ADGES (Air Defence Ground Environment System). Osnovni element sustava je radar velikog dometa THD-1955, a postoji i nekoliko tipova pokretnih radara, kako velikog tako i malog dometa (i među ostalima i indijski Indra 1 i Indra 2).

Lovačko-bombarderski zrakoplovi

Temelj indijskog lovačko-bombarderskog zrakoplovstva čine jurišni zrakoplovi MiG-27 i Jaguar. Oba se tipa zrakoplova godinama proizvode licencno u Indiji, a u bliskoj budućnosti planira se njihova modernizacija.

MiG-27 (najvjerojatnije inačica ML)

Trenažni MiG-29UM iz sastava 28. eskadrile smještene u Pooni



NATO oznaka AA-8 Aphid) i francuske MATRA R-550 Magic. Najčešće se nose četiri R-60 na dvostrukim adapterima na potkrilnim nosačima za naoružanje.

Uz MiG-21, IAF ima i tri eskadrile modernih lovaca MiG-29, čija je isključiva zadaća

23 (AA-7 Apex).

Protuzračna obrana baza IAF-a je opremljena s trideset bitnica ruskih raketnih sustava zemlja-zrak srednjeg dometa NATO oznake SA-3, i četiri do osam bitnica pokretnih sustava zemlja-zrak kraćeg dometa SA-8. Tome

nalazi se u sastavu osam eskadrila IAF-a. Osim uobičajenih tipova nevođenog naoružanja, rabe se i razne inačice navođenih raketa zrak-zemlja H-23 (NATO oznaka AS-7 Kerry), H-25 (NATO oznaka AS-10 Karen), H-29 (NATO oznaka AS-14 Kedge) te TV i laserski

navođenih bombi (točnost tvrdnje teško je provjeriti jer su slike naoružanih indijskih zrakoplova MiG-27 vrlo rijetke). U standardnu opremu MiG-27 pripadaju i radarski i IC mamac, a navodno i aktivni radarski metlač.

Jurišni zrakoplovi Jaguar se koriste za izvođenje dvije vrste misija: uništavanje ciljeva na kopnu i uništavanje ciljeva na moru. Zrakoplovi inače IS koriste se za uništavanje



Asian Defence Journal

MiG-23MF iz sastava 224. eskadrile smještene u zrakoplovnoj bazi Poona



Novi indijski raketni PZO sustav Akash

ciljeva na zemlji, a naoružani su vođenim i nevođenim bombama, nevođenim raketama te IC navođenim raketama R-550 Magic za obranu od neprijateljskih zrakoplova. Spominje se i mogućnost nošenja ruskih rake-

ima iznimno važnu ulogu unutar indijske vojske, s obzirom na to da je njezina zadaća osiguravanje prijevoza i opskrbe mnogih jedinica na vrlo velikom području. Na primjer, održavanje položaja na granici s Pakistanom u

zbog velike količine tereta i velikog doleta najvažniji tip transportnog zrakoplova u IAF-u je ruski strateški transportni zrakoplov Iljušin Il-76. Nalazi se u sastavu dvije eskadrile. Transportne snage IAF-a sposobne su odjed-



P.Camp/S.Watson

MiG-27M iz sastava 29. eskadrile pri slijetanju, opremljen s ispražnjenim disperzerom bombi postavljenim na nosaču ispod desnog usisnika zraka

ta zrak-zrak R-60. Za uništavanje ciljeva na moru rabi se inačica Jaguar IM, a jedino oružje kojim se koristi je protubrodski raketa Sea Eagle (i eventualno AM-39 Exocet, koje su se rabile do uvođenja u uporabu Sea Eaglea). Jaguari IS nalaze se u naoružanju četiriju eskadrila, a Jaguari IM čine približno tek polovicu eskadrile.

Borbeni zrakoplov MiG-23BN treći je tip letjelice namijenjen ponajprije uništavanju ciljeva na zemlji. Nema tako složenu avioniku kao "stariji brat" MiG-27, međutim svakako je vrlo koristan zrakoplov. Od navođenih raketa zrak-zemlja može rabiti samo H-23, te rakete zrak-zrak R-60 za obranu od drugih zrakoplova. Ti zrakoplovi se mogu koristiti i za napadaje na uzletno-sletne staze protivničkih zrakoplovnih baza, pri čemu nose francuske bombe BAP-100.

Himalajama (područje Kašmira) na nadmorskim visinama većim i od 6000 metara ne bi bilo moguće bez zračnog transporta opreme i naoružanja vrtoletima. Za prijevoz manjih tereta na kratkim udaljenostima rabe se dvije eskadrile njemačkih transportnih zrakoplova Dornier Do-228, a za prijevoz većih tereta koriste se ruski zrakoplovi Antonov An-32, raspoređeni u šest eskadrila. Najveći, i

nom prebaciti cijelu brigadu sa svom opremom na potrebno mjesto.

Najvažniji transportni vrtolet je srednji transportni vrtolet Mil Mi-8/17, koji se nalazi u sastavu petnaest eskadrila IAF-a. Po potrebi mogu se koristiti i za pružanje paljbene potpore, pri čemu nose sačaste lansere nevođenih raketa kalibra 57 mm. Za prijevoz velikih tereta koristi se jedna eskadrila teških



Alan Warnes

Il-76, najveći transportni zrakoplov iz sastava IAF-a

Transportni zrakoplovi i vrtoleti

Transportna komponenta zračnih snaga



Mil Mi-17 snimljen za vrijeme nedavnih borbi u Kašmiru pri pružanju paljbene potpore indijskim snagama na zemlji

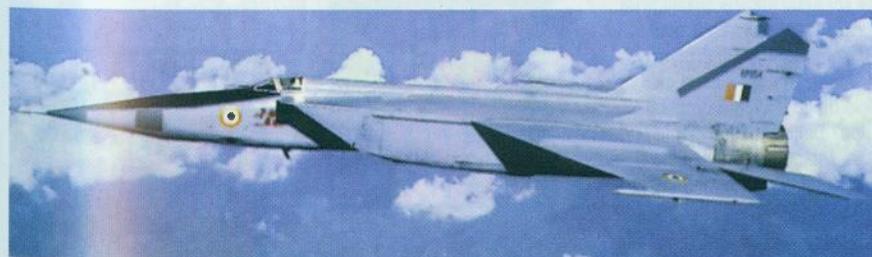
transportnih vrtoleta Mil Mi-26.

Za prijevoz VIP-ova IAF koristi nekoliko vrtoleta Mi-8/17 te zrakoplove Boeing 737 i AVRO HS-748.

Dvije eskadrile lakih vrtoleta Chetak (licencno proizvedeni Alouette III) koriste se kao letjelice za vezu i u ulozi lakog vrtoleta za protugerilska djelovanja.

Tri eskadrile opremljene su borbenim vrtoletima Mil Mi-25/35 (izvozne inačice vrtoleta Mil Mi-24), čija je zadaća uništavanje tenkova i bliska zračna potpora pještvu.

U bliskoj budućnosti očekuje se početak proizvodnje i uvođenje u uporabu novog indijskog lakog višenamjenskog vrtoleta ALH (Advanced Light Helicopter, odnosno laki vrtolet napredne konstrukcije), koji će znatno povećati borbenu sposobnost IAF-a i zrako-



Za strateško izviđanje IAF koristi i šest MiG-25R smještenih u 102. eskadrili u bazi Bareilly

plovnih postrojbi kopnene vojske. ALH će od naoružanja imati protutenkovske rakete, nevođene rakete te top kalibra 20 mm.

Letjelice za elektroničko ratovanje i izviđanje

Zaljevski rat, vođen protiv Iraka godine 1991., poslužio je mnogim vojnim analitičarima i planerima kao bogat izvor informacija i pouka. U slučaju IAF-a to je značilo znatno povećanje važnosti uporabe elektroničkog izviđanja i ometanja koje je do tada

bilo ponešto zapostavljeno. Većina indijskih borbenih zrakoplova sad je opremljena disperzerima IC i radarskih mamaca, a neki i podvjesnim aktivnim radarskim ometačima. Osim toga, formirane su i eskadrile zrakoplova-ometača, s odgovarajuće moderniziranim zrakoplovima MiG-21, MiG-23BN i dvosjedim inačicama MiG-23UM te engleskim zrakoplovima Canberra. Nekolicina MiG-23BN/UM mo-

dificirana je za nošenje proturadarskih raketa. Njima u tim misijama pomažu modificirani transportni zrakoplovi An-32 i HS-748.

Modificirani zrakoplovi Antonov An-32 služe osim za ometanje protivničkih radara i za izvođenje ELINT misija (ELectronic INTelligence, odnosno elektroničko izviđanje), a prema nekim navodima i za uništavanje neprijateljskih radara pomoću izraelskih bespilotnih letjelica tipa Harpy. Zrakoplovi HS-748 te Boeing 707 i 737 koriste se za ELINT i SIGINT misije (SIGnals INTelligence, odnosno prislušivanje nepri-

jateljskih komunikacija) te kao leteća zapovjedna mjesta.

Za misije taktičkog izviđanja najčešće se koriste podvjesni kontejneri nošeni na zrakoplovima Jaguar, MiG-21 te MiG-23/27. Strateško izviđanje pak obavlja eskadrila zastarjelih bombardera Canberra PR Mk.57/67 i modificirani transportni zrakoplovi HS-748 te eskadrila sa šest strateških izvidničkih zrakoplova MiG-25R. Posljednjih se godina sve više rabe satelitske snimke dobivene s domaćih obavještajnih satelita IRS-1.

Obuka pripadnika IAF-a

Po pristupanju IAF-u, budući piloti odlaze u nastavno središte u Allahabadu gdje prolaze prvi stupanj obuke. Na tečaju koji traje šest mjeseci, kadeti u šezdesetak sati naleta svladavaju osnovne vještine letenja i navigacije na indijskim trenajnim zrakoplovima HPT-32. Poslije toga prelaze na drugi stupanj obuke koji se odvija također na domaćim trenajnim zrakoplovima, mlaznim letjelicama Kiran Mk.1/1A smještenim u bazama Bidar ili Dundigal. U ovom naprednom tečaju svladavaju se instrumentalno i noćno letenje, letenje u formaciji te zahtjevniji elementi akrobacijskog letenja. Na kraju drugog dijela obuke, koji traje oko 72 sata naleta, kadeti odlaze u Akademiju zračnih snaga u Hakimpetu, gdje dobivaju pilotska krila i postaju časnici IAF-a.

Nakon promocije piloti prolaze postu-

Borbeni vrtoleti
Mi-25/35 ponajprije su
namijenjeni za
protuoklopnu borbu



P. Stejnerman



Alan Warnes

ki vrtolet ALH, čije se uvođenje u sastav IAF-a uskoro očekuje

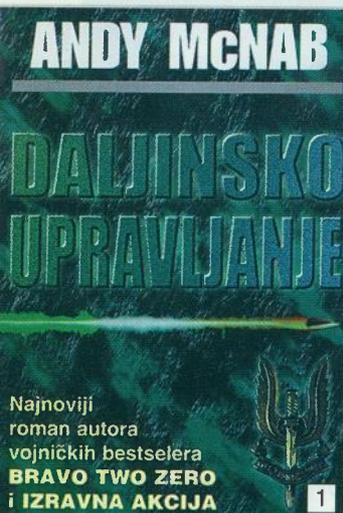
pak selekcije koji određuje hoće li nastaviti letjeti na lovcima, jurišnicima, transportnim zrakoplovima ili vrtoletima te nastavljaju svoju obuku sa stupnjem 2A. Piloti lovaca ostaju u bazi u Hakimpetu i obuku nastavljaju na poljskim trenažnim mlaznim zrakoplovima Iskra i domaćim Kiran Mk.2. Tijekom šest mjeseci izvest će oko 65 sati naleta, što uključuje gađanje bojnom municijom: inačica Kiran Mk.2 ima mogućnost nošenja naoružanja, dok ranije inačice 1 i 1A te mogućnosti nemaju (zapravo, imaju tek mogućnost minimalnog

nošenja naoružanja, pa nisu pogodne za obuku o uporabi ubojnih sredstava).

Letačka škola u Bidaru opremljena je s tri eskadrile Kirana, dvije u kojima se nalaze inačice Mk.1 i Mk.1A i treću sa Mk.2 koja je ujedno akro-grupa IAF-a pod nazivom "Surya Kirans".

Budući piloti vrtoleta također ostaju u Hakimpetu i lete na vrtoletima Cheetah i Chetak. Nakon šest mjeseci prelaze u 112. vrtoletsku eskadrilu smještenu u Yelahanki, koja je dio Trenažnog puka Transportnog zrakoplovstva. Nakon završene obuke u ovoj postrojbi odlaze u svoje nove postrojbe.

(nastavit će se)

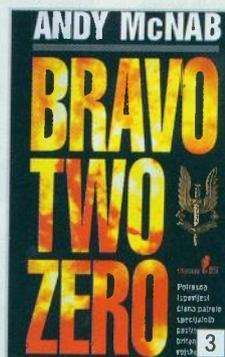


Daljinsko upravljanje

Tajna operacija u Gibraltaru u ožujku 1998. godine bilaje posljednja zajednička akcija četvorice prijatelja. Nicka, Kevena, Pata i Euana. Deset godina kasnije Nickzatječe u Kevenovoj kući cijelu prijateljevu obitelji ubijenu; samo se mlada kći Kelly uspjela sakriti pred ubojicama. Nick pokušava spasiti Kelly, traži pomoć od Pata, no i njega će uskoro netko ubiti. Pronašavši Kelly i dokaze, pomislivši da je spašen - čega ga pravo iznenađenje. Kakvu ulogu u svemu tome ima Euan, četvrti iz ove grupe? Daljinsko upravljanje je nova vrsta trilera: snažan, žestok i prijeteći, s tempom koji nikako ne posustaje. Drugi pisci trilera pričaju priče. Samo ih je McNab proživljavao.

400 str., tvrdi uvez

Cijena u knjižarama: ~~229,00~~
Za vas samo: 179,00

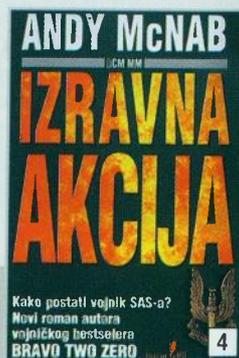


Cijena u knjižarama: ~~200,00~~
Za vas samo: 130,00

348 str., tvrdi uvez

448 str., tvrdi uvez

Cijena u knjižarama: ~~200,00~~
Za vas samo: 130,00

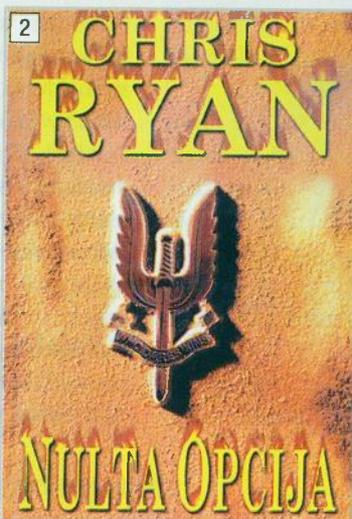


Kako postati vojnici SAS-a?
Novi roman autora
vojničkog bestselera
BRAVO TWO ZERO

Nulta opcija
Iznio sam mjesto, datum i vrijeme kao da e riječ o normalnoj operaciji, a potom nastavio popis koraka za koje sam očekivao da ću ih trebati učiniti: 1. Kontaktirati PIRA-u, pristati na izvršenje atentata. 2. Primiti upute za uzimanje oružja. 3. Preuzeti oružje. 4. Poći u Isturenu montažnu bazu u blizini mjesta atentata. 5. Testirati oružje i podesiti nišan. 6. Pregovarati s PIRA-om o određivanju konačnog mjesta za razmjenu Farrella i talaca. Dogovor će biti da se taoci oslobode čim vide da je cilj pogođen.

352 str., tvrdi uvez

Cijena u knjižarama: ~~220,00~~
Za vas samo: 179,00



Platit ću:

- pouzecom poštaru
- predračunom
- kreditnom karticom
- čekovima tek. računa do 3 rate

Br. kartice: _____

Vrijedi do: _____

Ime i prezime: _____

Ulica i kućni broj: _____

Broj pošte i mjesto: _____

JMBG: _____ Broj telefona: _____

Datum: _____ Potpis: _____

Poštarina uključena u cijenu

Da, naručujem sljedeće (prekrižiti broj) **1 2 3 4**

Ispunjenu narudžbenicu pošaljite na našu adresu:

LEO-COMMERCE d.o.o.
Tina Ujevića 1
51 000 Rijeka

Tel.: 051/625-476, 051/ 625-91
Ispunjenu narudžbenicu možete poslati i faksom na broj 051/625-640
e-mail adresa: leo-commerce@ri.tel.hr

NARODNE NOVINE

SLUŽBENI LIST REPUBLIKE HRVATSKE
GODIŠTE CLX, BROJ 166, ZAGREB, 30. PROSINCA 1998. ISSN 0027-7932

NA CD-u

1990.-1998.

SPECIJALNI DODATAK

MEDUNARODNI UGOVORI 1992.-1998.

U SVIM NAŠIM POSLOVNICAMA

NARODNE NOVINE

SLUŽBENI LIST REPUBLIKE HRVATSKE

NOVO!



EUROFIGHTER TYPHOON (III. DIO)

Pripremio Tomislav Huha

U serijskim Typhoonima će se nalaziti po tri višenamjenska LCD displaya u boji. Uobičajeni raspored prikaza na displayu bi bio navigacijski mod na srednjem, taktička situacija na lijevom te podatci o radu sustava na desnom displayu. U slučaju raspada cijelog sustava iz bilo kojeg razloga, na desnom dijelu sjenila postoji izvlačivi LCD zaslon čija je uloga prikazivanje najnužnijih letnih podataka visine, brzine i

kursa do najbliže prijateljske zračne luke.

Integracija podataka s različitih senzora najbolje se vidi na displayu taktičke situacije. Oblik, boja i sadržaj svakog simbola signaliziraju pilotu koji senzor je dao podatke o tom cilju; ako postoje kontradiktorne informacije, simbol na zaslonu će pokazivati mogućnosti naizmjenice.

Pilot upravlja kursorom na displayu pomoću kuglice nalik onoj na mišu računala, koja se nalazi na poluzi potiska. Pomoću kur-

Dobra avionika, moderno naoružanje i vrlo dobra pokretljivost prema mišljenju konstruktora predstavljaju glavne adute Eurofighter Typhoona koji će mu omogućiti izvozni uspjeh na međunarodnom tržištu

sora pilot označava cilj, prilagođava domet radara i sl.

Prema Penriceovom mišljenju, DVI i HMDS predstavljaju golem tehnički korak naprijed i znatno povećavaju borbene sposobnosti Typhoona. Upravljanje nekim funkcijama glasom uvelike pojednostavnjuje i olakšava pilotu letenje zrakoplovom, dok HMDS omogućava izvođenje zadaća po noći i u otežanim meteo uvjetima te označavanje ciljeva u mnogo većem dijapazonu nego bez HMDS-a.



Flight International

Jezgra sustava za upravljanje glasom je uređaj CAMU (Communications and Audio Managment Unit) koji upravlja radio-uređajima zrakoplova te prepoznaje pilotove naredbe i šalje signale za njihovo provođenje. Prije leta pilot mora snimiti svoj govor kako bi ga uređaj kasnije mogao prepoznati, što traje oko sat vremena, kaže Penrice. Modul za prepoznavanje govora proizvodi kompanija Smiths Industries, a kad bude postignut traženi standard moći će prepoznati čak dvjestotinjak riječi (trenutačno može samo oko 26). Svaka riječ koju uređaj prepozna za sobom povlači nekoliko mogućih sljedećih: to se zove tehnika čvorova koja uvelike povećava performanse sustava. Prepoznate riječi se prikazuju na HUD-u kao potvrda. U kombinaciji s HMDS-om, DVI će omogućiti pilotu vizualno praćenje cilja i glasovno označavanje. To će biti moguće i noću, s obzirom na to da su u kacigu integrirane dvije kamere za noćno promatranje (rade na načelu LLLTV) koje svoju sliku projiciraju na vizir kacige. HMDS proizvode zajedno Marconi i Alenia, a omogućavaju pilotu binokularno vidno polje od 30° x 40°. Kamere su integrirane u kacigu s objiju strana pilotove glave, pa se zbog toga pri katapultiranju ne moraju odbaciti kao dosadašnji modeli. Svi simboli s HUD-a se automatski počnu projicirati na pilotov vizir čim on okrene glavu izvan vidnog polja HUD-a.

Pogonska skupina

Eurojet je konzorcij osnovan sa svrhom razvoja i kasnije proizvodnje turboventilatorskih motora EJ200 koji pokreće Typhoon. Ove godine Eurojet bi trebao doseći CICT (Completion of Initial Certification Testing, završetak početnog certifikacijskog ispitivanja), što će ujedno značiti završetak faze glavnog razvoja motora i prelazak u fazu proizvodnje. Eurojetov izvršni direktor Ken

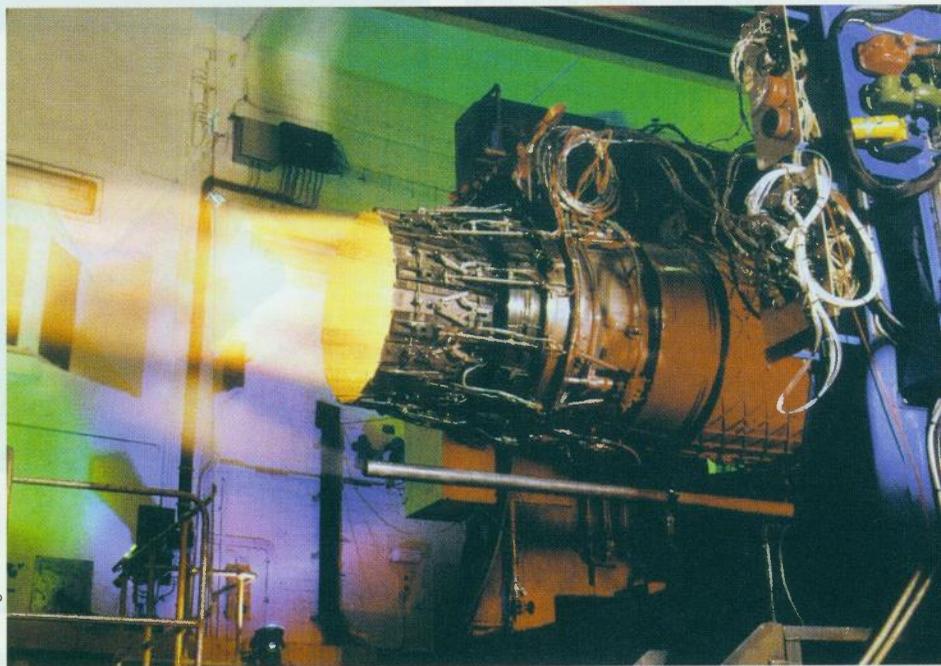
Greenall kaže da sve napreduje po planu te da su čak i malo ispred postavljenih rokova. Motori serijskog standarda 03Z su trebali dobiti odobrenje za ugradnju u zrakoplove do kraja lipnja. Ugradit će se po jedan motor inačice 03Z na tri zrakoplova, dok će drugi motor biti standardni inačice 03B. Stariji motori inačice 03B imaju isti potisak i ostale performanse, no noviji 03Z su lakši i imaju veći resurs. Prvi serijski motori ulaze polako u proizvodnju i trebali bi biti isporučeni sredinom sljedeće godine. Nakon 2001. očekuje se mjesečna proizvodnja od deset motora.

Ugovori potpisani između četiri partnera unutar Eurojeta definiraju udjele u proizvodnji. Rolls-Royce ima 36 posto, odgovoran je za sustav izgaranja i turbinu visokog pritiska, a sudjeluje i u proizvodnji turbine niskog pritiska, oba stupnja kompresora i uređaja za naknadno izgaranje. Njemački MTU ima udio od 30 posto i odgovoran je za niskotlačni i

visokotlačni kompresor, a sudjeluje i u razvoju i proizvodnji visokotlačne turbine i digitalnog sustava upravljanja motorom. FiatAvio sudjeluje sa 20 posto i proizvodnjom niskotlačne turbine i njezine osovine, mjenjačke kutije, uljnog sustava i dijela uređaja za naknadno izgaranje. ITP s preostalih 14 posto proizvodi mlaznik i mlaznicu te bypass.

Za sada je ukupno proizvedeno 26 prototipskih motora koji su uredno odradili oko 10.000 sati na ispitnim stolovima i još oko 3000 sati u zrakoplovima. "Letni dio ispitivanja je bio zadovoljavajući, bez znatnijih problema", kaže Greenall i dodaje: "Motori su se pokazali vrlo pouzdanima, i već smo uspjeli premašiti neke zadane parametre. Velik uspjeh bilo je uspješno postizanje supercruisea."

EJ200 je dvoosovinski turboventilatorski motor s odnosom potiska i mase 9:1, kompresijom od 26:1 i omjerom bypassa 0.4:1. Maksimalan potisak je 60 kN, a s dodatnim



Eurofighterov mlazni motor EJ200 prigodom testiranja

Flight International



Motor EJ200 koji pokreće Typhoon sastavlja europski konzorcij Eurojet

izgaranjem 100 kN.

Na niskotlačnom vratilu nalaze se trostupanjski ventilator i jednostupanjska turbina, dok se na visokotlačnom vratilu nalaze petostupanjski kompresor visokog pritiska i jednostupanjska zrakom hlađena turbina. U Eurojetu su ponosni na to da su lopatice statora ventilatora fiksno napadnog kuta. Visokotlačni kompresor ima samo jedan stupanj lopatica statora promjenjivog napadnog kuta. Komora za izgaranje je prstenastog tipa.

Uređaj za digitalno upravljanje nalazi se na motoru i hlađen je gorivom. Na motoru se nalazi i uređaj koji prati i bilježi stanje motora i prati ima li u ulju kakvih nečistoća i strugotina kovina koje bi mogle biti iz motora. Resurs motora je 6000 sati, s time da neke dijelove treba mijenjati nakon 4500 sati. U stvarnosti to znači vijek trajanja od oko 25 godina. Za serijske inačice motora postavljen je zahtjev za manje od 0,5 sati održavanja po satu leta motora, a veći servisi se rade nakon 400 sati leta. Kako je osnovni razvoj pri kraju, već se gleda unaprijed glede eventualnih modifikacija. Iz motora takvog kakav je još se može "izvući" oko 15 posto suhog potiska i oko 5 posto potiska s dodatnim izgaranjem. Nakon nekih većih konstrukcijskih zahvata moglo bi se ostvariti povećanje potiska od čak 20 posto

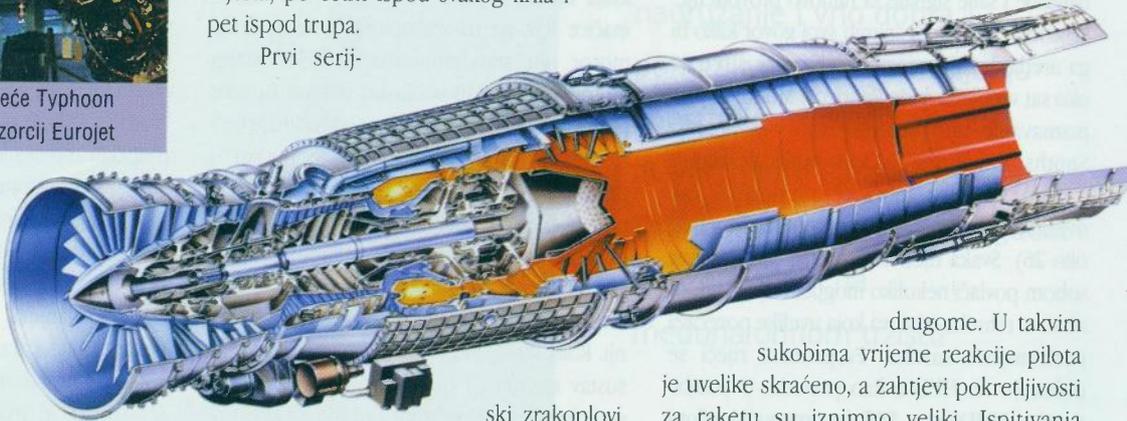
"na suho" i 15 posto na forsazu. U drugoj fazi modificiranja očekuje se povećanje u oba režima rada od čak 30 posto.

Polovicom prošle godine obavljena su zemaljska ispitivanja mlaznice s vektorskim potiskom, međutim za sada ne postoje planovi za serijsku proizvodnju vektorskog mlaznika. "U Eurofighteru kažu da su zadovoljni pokretljivošću zrakoplova, međutim ako Englezi odluče staviti Typhoon na nosač zrakoplova, vjerojatno će im vektorski mlaznik ipak trebati. Što se nas tiče, spremni smo", kaže Greenall.

Naoružanje Typhoona

Maksimalna masa pri polijetanju Typhoona iznosi oko 23 t, od čega na naoružanje otpada maksimalno, 8000 kg. Ispod trupa i krila nalazi se trinaest podvjesnih mjesta, po četiri ispod svakog krila i pet ispod trupa.

Prvi serij-



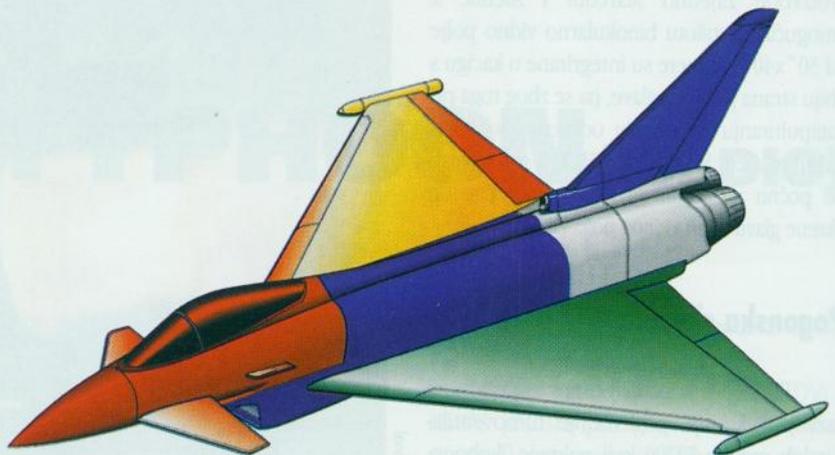
ski zrakoplovi će, kao što smo već rekli, biti tzv. IOC standarda i moći će obavljati samo misije zračne borbe. Do ulaska u

uporabu novih projektila na čijem se razvoju radi, osnovno će naoružanje Typhoona IOC biti rakete srednjeg dometa AMRAAM i rakete kratkog dometa AIM-9L Sidewinder. Osnovnu konfiguraciju čini četiri AMRAAM-a ispod trupa i dva Sidewindera pod krilima. Ispitna ispaljivanja obiju raketa uspješno su obavljena u prosincu 1997. Ova konfiguracija naoružanja bi se u uporabi trebala zadržati relativno kratko vrijeme, s obzirom na to da radovi na novim projektilima obiju kategorija napreduju dosta brzo.

Rašlambe nedavnih sukoba i razne simulacije zračne borbe pokazale su da 30 posto svih zračnih dvoboja, bez obzira na međusobnu udaljenost na početku, na kraju završi u bliskoj borbi. U većini slučajeva zrakoplovi će letjeti jedan prema drugome ili pod pravim kutem u odnosu na drugi zrakoplov, a ne kao nekad da je jedan zrakoplov za repom

drugome. U takvim sukobima vrijeme reakcije pilota je uvelike skraćeno, a zahtjevi pokretljivosti za raketu su iznimno veliki. Ispitivanja ruskog projektila kratkog dometa R-73 (NATO AA-11 Archer) pokazala su da je Archer znatno bolji od zapadnih projektila

Udjeli kompanija u razvoju Eurofightera



- Alenia
- CASA/British Aerospace
- CASA/Alenia
- British Aerospace
- Dasa

danas u uporabi. Svi su ti čimbenici potaknuli razvoj nove generacije projektila za blisku zračnu borbu, čije su zajedničke značajke iznimno velike manevarske sposobnosti, znatno veći kut zahvata cilja i poboljšana otpornost na ometanje.

Njemački će Typhooni biti naoružani projektilom kratkog dometa IRIS-T koji je razvijen u šesteronacionalnom konzorciju na čelu s njemačkim Bodenseewerk Geratetechnik (BGT). Zahtjevi postavljeni pred IRIS-T (Infra-Red Imaging Seeker-Tail control) su: iznimna pokretljivost, veliki kut zahvata cilja i velika otpornost na ometanje. Po vanjskim protežnostima nalik je Sidewinderu, a upravljanje je kombinacija aerodinamičkih površina i vektoriranja potiska. Kut zahvata cilja je čak 180°, a prema BGT-u glava za navođenje ima "inteligentnu" obradbu podataka. Razvoj IRIS-T počeo je početkom 1998., a trebao bi biti završen do polovice 2002.

Engleski će Typhooni biti naoružani projektilom ASRAAM proizvođača Matra BAe Dynamics (MBD). Prema MBD-u, ASRAAM je bolji od Sidewindera u četiri aspekta: veća početna brzina, veća pokretljivost, veći kut zahvata glave za navođenje te veća otpornost na ometanje. Dužina ASRAAM-a je 2.9 m, masa je 88 kg, a promjer iznosi 16.5 cm. Raketa nema krila, nego samo repne upravljačke površine. Kao i IRIS-T, i AMRAAM ima glavu za navođenje koja ima kut zahvata od 180°, a osjetljivost sustava za navođenje je takva da je čak moguće birati u koji dio zrakoplova će raketa pogoditi. Iako je prema MBD-ovim ispitivanjima najvjerojatnije da će raketa postići



izravan pogodak, ugrađen je i aktivni infracrveni blizinski upaljač. Prema izjavama proizvođača trenutačna ASRAAM-ova pokretljivost nakon lansiranja je takva da je moguće postići opterećenje od čak 50 g.

Zamjena AMRAAM-a, koja god ona na kraju bila, postat će operativna tek potkraj sljedećeg desetljeća. Glavni pretpostavljeni Typhoonov protivnik je neka od kasnijih inačica Suhoja Su-27 naoružana naprednom inačicom ruskog projektila srednjeg dometa RV-AAE (NATO AA-12 Adder). U kombinaciji s AMRAAM-om prema svim pretpostavkama Typhoon ne bi imao velike izgleda, pa se prišlo razvoju zamjene za AMRAAM.

Engleski zahtjevi za novi BVRAAM (Beyond Visual Range Air-to-Air Missile,

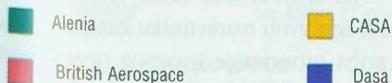
doslovno raketa zrak-zrak za gađanje ciljeva izvan vizualnog dometa, odnosno raketa zrak-zrak srednjeg dometa) odnose se ponajprije na poboljšanje kinematičkih značajki. Osnovni su zahtjevi povećanje udaljenosti između dva zrakoplova u trenutku pogotka rakete te povećanje NEZ-a (No-Escape Zone: to je udaljenost na kojoj raketa lansirana u tom trenutku sigurno pogađa, bez obzira na manevriranje zrakoplova-cilja). Zbog priljubljenog načina nošenja ispod trupa novi BVRAAM će morati imati gabarite nalik AMRAAM-ovim, a poboljšanje kinematičkih svojstava postići će se uporabom kombiniranog raketnog i ramjet (nabojno-mlazni motor) pogona.

AMRAAM-ov raketni motor ubrza raketu na putnu brzinu, tako da ona znatan dio puta u stvari leti po inerciji. U blizini cilja je njezina brzina smanjena što omogućava protivniku da eventualno izmane raketu. Pogonska kombinacija raketnog i ramjet motora daje raketi veću brzinu u blizini mete, što smanjuje, ili čak onemogućava izmane raketu. Najprije se pali raketni motor koji ubrza raketu na putnu brzinu. Kad on potroši svoje gorivo, pali se ramjet motor koji se koristi istom komorom za izgaranje kao i raketni motor i održava brzinu rakete sve do pogotka (ili dok ne potroši gorivo).

Na natječaj za BVRAAM su se sada javile dvije konkurentne kompanije: konzorcij European Meteor i proizvođači AMRAAM-a kompanija Raytheon. Odluka bi trebala biti donesena tijekom ove godine.

Vođa konzorcija European Meteor je engleski MBD, a ostali partneri su Alenia Marconi Systems, CASA, Marconi Electronic Systems, LFK i Saab, Meteor je potpuno nov

Udjeli kompanija u proizvodnji Eurofightera



Konfiguracija za djelovanje po zemaljskim ciljevima

Flight International



projektil nastao na temelju iskustava kompanija-partnera. Pogonska skupina je već spomenuta kombinacija raketnog i ramjet motora njemačkog proizvođača Bayern Chemie. Meteor će imati aktivni radarski sustav navođenja, inercijalni navigacijski sustav i dvosmjerni datalink kojim će zrakoplov s kojega je Meteor lansiran moći slati ispravke putanje. Glava za navođenje će biti modificirana s projektila brod-zrak tipa Aster. Za sada jedini nedostatak Meteora je što će njegov razvoj potrajati "nekoliko godina". Njemačka planira razviti vlastiti sustav navođenja za Meteor koji će se tada zvati EURAAM. Meteorov radar koji radi u Ku valnom području bit će zamijenjen novim koji će raditi u Ka valnom području, a imat će pomoćni pasivni kanal u X valnom području. Prema Dasi koja je zadužena za razvoj, njihov će sustav imati bolju rezoluciju i veću otpornost na ometanje.

Raytheon, drugi konkurent u natječaju za BVRAAM, ima drukčiji pristup. Osnova svega je postojeći AMRAAM koji bi se u tri faze modernizirao na konačni standard FMRAAM (Future Medium Range Air-to-Air Missile). Prvi korak je zamjena AMRAAM-ovog sustava navođenja novim, koji bi digao AMRAAM na standard AIM-120B+. U drugoj fazi bi se postojeći raketni motor zamijenio novim, također raketnim, ali većeg dometa, a i repna krilca bila bi zamijenjena novima: taj bi se standard zvao ERAAM (Extended Range AAM). U posljednjoj fazi modifikacije bio bi ugrađen motor raketnog-ramjet tipa i tada bi bio postignut standard FMRAAM.

Američka tvrtka tvrdi da ERAAM ima domet samo 20 posto manji od FMRAAM-ovog, ali uz 50 posto manju cijenu. ERAAM bi u uporabu mogao ući 2005., a FMRAAM 2007. godine. Raytheon je okupio ekipu europskih firmi koje bi trebale proizvoditi

FMRAAM. Aerospatiale je zadužen za ramjet pogon za koji bi se iskoristio modificirani motor s francuske krstareće rakete ASMP. Atlantic Research i Royal Ordnance su dobili zadaću razvoja raketnog motora, a za sada nepoznate europske tvrtke proizvodit će elektroniku, upaljač, bojnu glavu, sustav pokretanja krilaca i datalink. Raytheon će proizvoditi aktivni sustav navođenja, a završno sklapanje će obavljati Shorts Missile Systems.

Jedno od prvih oružja klase zrak-zemlja koje će dobiti certifikat za uporabu na Typhoonu je krstareći projektil MBD Storm Shadow. Za njega su se za sada odlučile Engleska i Italija. Prema MBD-u, Storm Shadow je krstareća raketa s konvencionalnom bojnog glavom i dometom od "nekoliko stotina kilometara", a namjena mu je uništavanje važnih strateških ciljeva danju i noću, u svim vremenskim uvjetima. Engleska se odlučila za nabavu Storm Shadowa 1997., a nešto kasnije istu su odluku donijeli i Francuzi; francusko ime za oružje je Scalp EG, a raketni će se na Mirageima 2000 i Rafalleu. Storm Shadow je nastao na osnovi krstarećeg projektila Apache, od kojega je preuzeo trup sa stealth svojstvima i turbomlazni motor Microturbo TRI60. Ima složen sustav navođenja koji se sastoji od GPS-a i radara za mapiranje terena koji radi u kombinaciji sa IC sustavom navođenja u završnoj fazi leta, čiji softver omogućava raspoznavanje određenog cilja. Bojna glava je tandem konfiguracije tipa BROACH: prvo, kumulativno punjenje pravi

rupu u objektu koja omogućava glavnom punjenju da eksplodira unutar objekta. Prva ispitivanja u letu trebala bi započeti početkom 2000., a u operativnu uporabu na RAF-ovim Tornadima GR Mk.4 bi trebala ući početkom 2002. Uporaba na Typhoonima je predviđena od 2005. nadalje.

Njemačka razvija vlastiti krstareći projektil pod oznakom KEPD 350 (Kinetic Energy Penetrator Destroyer) dometa 350 km, s istim osnovnim značajkama kao i Storm Shadow, tj. mogućnost uporabe u svim meteo uvjetima danju i noću, mala radarska uočljivost i velika preciznost pogotka. Proizvođač KEPD 350 je kompanija Taurus Systems, u kojoj 67 posto dionica ima njemački LFK, a 33 posto švedski Celsius/Bofors Missiles. U navigacijski sustav ulaze GPS, inercijalni sustav te radar za mapiranje terena za tranzicijsku fazu leta, a za završnu fazu leta IC tragač visoke razlučivosti. Bojna glava je također tandem konfiguracije tipa Mephisto. Ulazak u uporabu je predviđen za 2002. godinu na Tornadima, a na Typhoonima nešto kasnije.

Ostala oružja predviđena za uporabu na Typhoonu su proturadarska raketa MBD Alarm, Marconi Electronic Systemsova protuoklopna raketa Brimstone te protubrod-ska raketa Penguin. U fazi definiranja speci-



Novi projektili za Typhoon: IRIS-T i ASRAAM

fikacije nalazi se projekt novog laserskog označivača koji bi se koristio u kombinaciji s laserski navođenim bombama, a nosio bi se na jednom od trupnih nosača inače predviđenih za rakete srednjeg dometa.

Izvozne mogućnosti

Eurofighter već neko vrijeme vodi dosta agresivnu marketinšku kampanju čija je svrha ostvarivanje izvoznog (izvan četiri države-partnerice) uspjeha. S tehničkim zaledem četiriju kompanija i potporom

Francuske fegate klase *La Fayette* jedne su od najbolje znanih ratnih brodova projektiranih kao brodovi niske zamjetljivosti



Dokle smanjivati zamjetljivost ratnog broda?

Ratni brod na pučini zastrašujuće je ranjiv, čemu znatno pridonosi i njegova vizuelna, radarska, toplinska, akustička i magnetska zamjetljivost. Te zamjetljivosti predstavljaju zapravo elektromagnetska, magnetska i akustička polja koja zrače različiti izvori zračenja na brodu (primarna polja), ili koja se, zračena iz nekih vanjskih izvora, reflektiraju od nadvodne i podvodne brodske strukture (sekundarna polja). Zračena polja prostiru se od broda, sukladno zakonima

fizike, slobodnim volumenom prostora oko broda ili se šire u morskim dubinama. Prostiranjem kroz atmosferu ili morsku vodu intenzitet tih polja pada s udaljenošću brže ili sporije, ovisno o vrsti polja, o frekvenciji zračenih valova te o trenutačnim okolnostima u mediju kroz koje se prostiru.

Otkrivanjem (detekcijom) nekog od zračenih polja uz pomoć ljudskih osjetila ili elektroničkim prijammicima-senzorima otkriva se postojanje broda. S obzirom na fiziku prostiranja, dometi širenja spomenutih polja

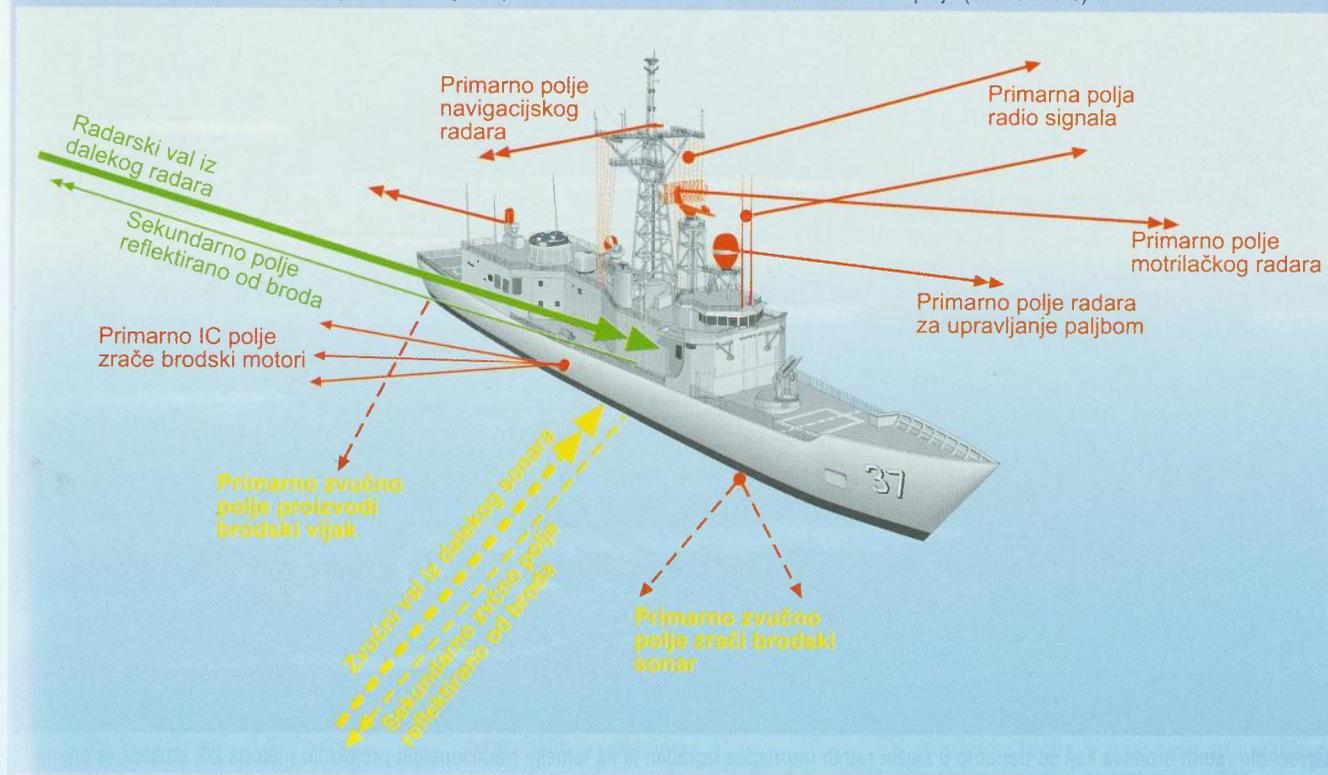
U regionalnim sukobima posljednjeg desetljeća dokazana je djelotvornost takozvanih pametnih tj. samovođenih projektila, ali i uspješnost njima suprotstavljenih tehnologija za smanjenje zamjetljivosti pomorskih i zračnih ciljeva. Samovođeni projektili pronalaze ciljeve uz pomoć radarskih, laserskih, infracrvenih, televizijskih ili hidroakustičkih senzora u sustavima koji upravljaju letom projektila. Svi ti senzori projektila otkrivaju cilj na temelju njegove zamjetljivosti u odnosu na okruženje cilja (morska površina, površina zemljišta s prirodnim ili izgrađenim objektima i sl.). Smanjivanjem radarske, infracrvene, vizuelne ili akustičke zamjetljivosti cilja na razinu koja je usporediva sa zamjetljivošću okruženja cilja, otežava se sensorima projektila pronalaznje i praćenje takvog cilja

Vili KEZIĆ

bitno se međusobno razlikuju. Primjerice, toplinska zračenja u infracrvenom (IC) dijelu elektromagnetskog spektra znatno su osjetljivija na uvjete u mediju (dim, magla, oblaci, kiša) no radarski valovi motrilačkih radara koji prolaze kroz atmosferske nepogode s neznatnim slabljenjem ostvaruju znatno veće domete nego IC valovi.

Iako su to bile manje-više poznate činjenice već i tijekom II. svjetskog rata, tada se nije vodilo računa o zamjetljivosti brodova, niti se ona razmatrala pri projektiranju i izgrad-

Zamjetljivost ratnog broda čine izvori na brodu koji zrače primarna polja (crveno), i izvori izvan broda, koji zračenom energijom obasjavaju brod, a koja se potom reflektira od broda u vidu sekundarnih polja (zeleno i žuto)



nji ratnih brodova osim eventualnog odabira najmanje zamjetljivih maskirnih boja broda u odnosu na površinu mora. Takav odnos prema zamjetljivosti brodova potrajao je i više od dva desetljeća nakon rata. Građeni su glomazni brodovi s velikim nadgrađima, jarbolima, palubnom opremom i oružjima usprkos činjenici da su tada već bili u uporabi motrilački radari koji su mogli otkriti te brodove na velikim daljinama.

Većina ratnih brodova, koji su i sada u sastavu ratnih mornarica diljem svijeta, izgrađena je na temelju tih tradicionalnih metoda 20. stoljeća. Na otvorenom moru oni postaju vrlo zamjetljivi ciljevi za samovođene protubrodске projekte, granate i torpeda koji se s lakoćom navode na njihove goleme radarske površine (Radar Cross Section, RCS, koja je razmjerna radarskom odrazu broda), ili na visoku razinu podvodnih zvučnih signala koje proizvode razni izvori u brodu, ili, pak, na intenzivna infracrvena zračenja iz toplinskih izvora. Iznenađujuće je što tako visoke razine zamjetljivosti nemaju samo stariji brodovi (prosječni vijek trajanja broda je oko 35 godina), već i većina površinskih ratnih brodova projektiranih i izgrađenih između 1980. i 1990.

Smanjena radarska zamjetljivost otežava napadaje protubrodskih projektila

Sve do prve pojave samovođenih pro-

tubrodskih projektila zamjetljivost broda nije predstavljala bitan čimbenik u ukupnoj operativnoj djelotvornosti ratnog broda. Tek povijesno potapanje izraelskog razarača **Elatb** 1967. s četiri protubrodská projektila P-15 (NATO oznake SS-N-2 Styx, proizvedenih u bivšem SSSR-u) potaknulo je izraelske pomorske stručnjake i projektante brodova na raščlambu slabih spona izraelske flote, koje su bile presudne za tako točno pogađanje tim tada novim oružjem iznenađenja. Domet tih projektila bio je znatno veći (do 50 km) od dometa tadašnjih brodskih topova (oko 25 km) zahvaljujući poglavito radaru za samovođenje projektila na cilj u završnoj fazi leta.

Izraelski stručnjaci brzo su shvatili kako je velika zamjetljivost njihovih brodova bila najslabiji element flote, pa su odlučili otpisati sve velike brodove razmjerno malih brzina i slabih manevarskih sposobnosti. Ti veliki brodovi bili su tako izrazito radarski zamjetljivi da su ih motrilački radari otkrivali sa udaljenosti većoj od 50 km. Izraelci tada nisu ni pomišljali smanjivati njihove velike radarske površine preoblikovanjem brodskih nadgrađa ili oblaganjem vanjskih površina apsorpcijskim tvarima (Radar Absorbent Material, RAM) koja bi djelomično upijala radarska zračenja, jer sve to ne bi dostatno smanjilo RCS usprkos visokoj cijeni.

No, nije bio jednak pristup i prema manjim brzim napadajnim brodovima klase **Sa'ar 1**, koji su imali znatno manju radarsku površinu.

Te se brodove isplatilo modificirati u svrhu smanjenja radarske površine njihova pramčanog dijela. To je učinjeno djelomičnim preoblikovanjem strukture pramčanog dijela broda i oblaganjem prednjeg dijela nadgrađa i strukturnih elemenata jarbola apsorpcijskim tvarima.

Te modifikacije brzih napadajnih brodova, uz primjenu dobro smišljenih taktika, uskoro su dale spektakularne rezultate. U izraelsko-arapskom sukobu godine 1973. na izraelske brodove lansirano je oko 50 protubrodskih projektila P-15, no oni nisu pogodili ni jedan brod! Tako visok stupanj neranjivosti postignut je zahvaljujući širokoj uporabi prijamnika-senzora radarskih signala koji su detektirajući zračenja polja radara rano otkrivali prisutnost i položaje neprijateljskih brodova, te zahvaljujući i taktici usmjeravanja pramac vlastitih brodova prema otkrivenim radarima (najmanja radarska površina) s istodobnim masovnim i programiranim izbacivanjem chaffova (oblaci radarskih mamaca - lažni ciljevi). Očito je smanjena radarska površina izraelskih brodova najviše pridonijela takvom uspjehu jer su za radare u projektilima bili privlačniji veliki lažni ciljevi no mali brodovi. Uz to, brodove malih radarskih površina neprijateljski motrilački radari na brodovima nisu više mogli otkrivati s udaljenosti od 50 km, već su arapski ratni brodovi morali prići bliže izlažući se tako vjerojatnijem otkrivanju i pogocima izraelskih protubrod-



Najveći dio ratnih brodova koji su trenutno u službi ratnih mornarica izgrađen je na temelju tradicionalnih projektnih metoda 20. stoljeća te oni na otvorenom moru postaju vrlo zamjetljivi ciljevi za različita protubrodsko oružja koja se s lakoćom navode na njihove goleme radarske površine ili primjerice, na njihova intenzivna infracrvena zračenja

Srednje radarske površine konvencionalnih objekata na radarskim frekvencijama

Objekt	Radarska površina u m ²
Projektil s krilima	0,5
Mali zrakoplov jednosjed	1
Putnički zrakoplov s 4 sjedišta	2
Veliki jurišni zrakoplov	6
Srednji bombarder	20
Veliki bombarder	40
Boeing 747	100
Mala otvorena brodica	0,02
Mala športska brodica	2
Krstaš s kabinom	10
Veliki ratni brod	istisnina u tonama = m ²
Bicikl	2
Čovjek	1
Ptica	0,01
Insekt	10-5

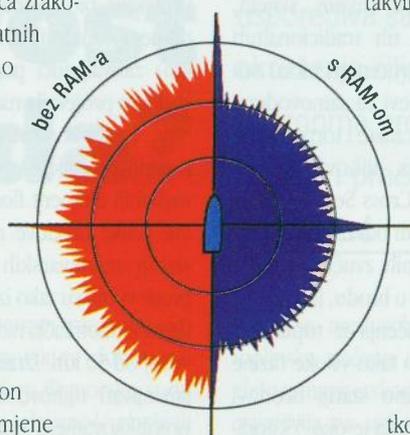
Ratni brodovi budućnosti

I nakon četvrt stoljeća, trend smanjivanja zamjetljivosti ratnih brodova još samo tinja uz tek pojedinačne vrijedne projekte u nekim ratnim mornaricama. Trenutačno je razmjerno malo brodova pripremljeno za buduće pomorske sukobe, tijekom kojih će biti posebno izražena komponenta elektroničkog ratovanja u kojemu je zamjetljivost broda bitan čimbenik. S obzirom na katastrofičnu ranjivost čak i velikih nosača zrakoplova i drugih velikih ratnih brodova (s razmjerno čvrstim brodskim oplata) suvremenim protubrodskim projektilima, iznenađujući je tako površan pristup problematici smanjivanja zamjetljivosti ratnih brodova.

Tek početkom osamdesetih godina, nakon uspješnog razvoja i primjene tehnologija niske zamjetljivosti u zrakoplovstvu, naručitelji i projektanti ratnih brodova počeli su razmatrati i uključivati i komponentu zamjetljivosti u njihove projektne zahtjeve. Takvom zaokretu pridonio je i strah od novih naraštaja pametnih oružja za borbu protiv svih vrsta pomorskih i zračnih platformi kojima su se u tom razdoblju inten-

zivno opremale mnoge ratne mornarice i zračne snage.

Te nove prijetnje sofisticiranih samovođenih oružja potaknule su intenzivniji razvoj sustava elektroničkog ratovanja i oružja za blisku obranu broda, ali su od brodograditelja tražile i preispitivanje temeljnih konstrukcijskih načela izgradnje ratnih brodova, posebice sa stajališta zamjetljivosti, brzine i manevrabilnosti broda. Na temelju takvih razmatranja, već poče-

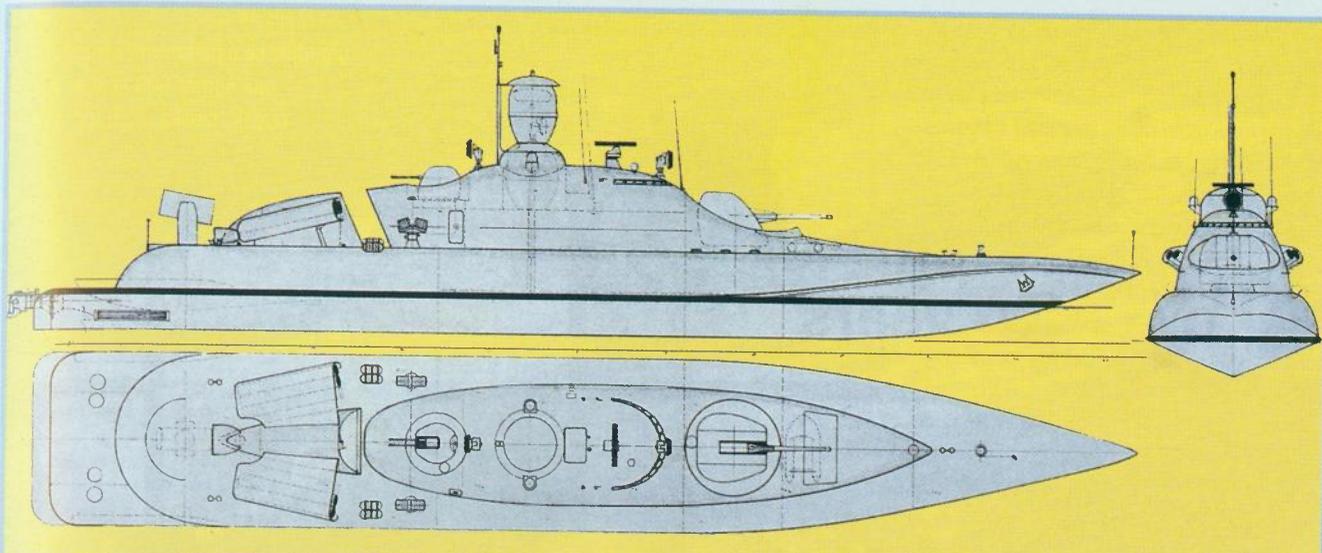


Oblaganjem vanjskih površina broda apsorpcijskim tvorivima (Radar Absorbent Material, RAM) može se znatno smanjiti njegova radarska površina

skih projektila Gabriel I dometa oko 30 km.

Ta početna izraelska borbena iskustva elektroničkog ratovanja na moru brodovima smanjenjene radarske zamjetljivosti u kombinaciji s lažnim radarskim ciljevima ipak nisu potaknula rasplamsavanje razvoja i primjene novih tehnologija niske zamjetljivosti u ratnim mornaricama svijeta, unatoč tada naglo rastućoj opasnosti od samovođenih protubrodskih projektila.

tkom osamdesetih pojavljuju se u literaturi prve zamisli brodova kakvi će se vjerojatno projektirati i graditi tijekom devedesetih. Manevarske sposobnosti brzog napadajnog broda devedesetih trebale bi povećati vjerojatnost izbjegavanja pogotka protubrodskim projektilom, uz primjenu protuelektroničkih djelovanja (Electronic Counter-measures, ECM) ili



Početak osamdesetih godina prikazano je idejno rješenje brzog napadajnog broda niske zamjetljivosti istisnine 450 tona i duljine oko 62 metra, kao koncept za buduće novogradnje u devedesetim. Oble plohe trupa i kompaktnog nadgrađa broda trebale su smanjiti radarsku zamjetljivost broda

bez njih. Brzina okretanja tog broda trebala je biti 6 stupnjeva u sekundi, krug okretanja tri do četiri duljine broda i naglo zaustavljanje (crash stop) unutar jedne do dvije duljine broda, i sve to pri brzini od 30 čvorova.

Zanimljiva je zamisao oblika trupa i nad-

ljevi za samovođene projekte i torpeda. Mala brzina, niska manevarabilnost (okret oko 2 stupnja u sekundi) i visoka zamjetljivost čine te brodove lakim ciljevima za senzore u protubrodskim projektilima.

Mornarički stručnjaci i brodograditelji

za upravljanje paljbom, pa će operacije izbjegavanja nadolazećih protubrodskih projektila postati djelotvornije. Velike krstareće brzine otežavat će dosadašnjim naraštajima torpeda sustizanje broda, a pridonosit će i taktikama izbjegavanja protubrodskih projektila.

Radarska zamjetljivost tih brzih brodova smanjit će se na vrlo nisku razinu primjenom najnovijih tehnologija (Stealth Technologies ili Low Observable Technologies) i oblikom trupa i nadgrađa. Za razliku od predviđenih brodova budućnosti za devedesete godine, autori zamisli broda 21. stoljeća predviđaju **ravne** (a ne oble!) bočne plohe trupa nagnute oko 9-10 stupnjeva u odnosu na vertikalu te također **ravne** plohe nadgrađa nagnute oko 15 stupnjeva. Tako konstruirani brodovi ne bi



Njemačka tvrtka Abeking & Rasmussen predložila je sredinom osamdesetih projekt minolovca niske zamjetljivosti, MWV 2000. Oble plohe trupa i nadgrađa, izgrađene od nemagnetskih tvoriva, trebale su smanjiti radarsku i magnetsku zamjetljivost

građa broda s kojim bi se smanjila radarska zamjetljivost. Sve vanjske plohe trupa, jedan ili dva metra iznad vodne crte (zavisno od veličine broda), trebale bi biti **oble** i nagnute pod nekim kutem u odnosu na vertikalu. Struktura nadgrađa trebala je biti što je moguće niža i kompaktnija, **konveksnih** oblika nagnutih prema vertikali. Osamdesetih se predviđalo kako će takav oblik broda imati najmanju radarsku površinu, pretpostavljajući i dodatno prekrivanje nadgrađa i gornjih dijelova trupa apsorpcijskim tvarima koja su se u to doba već razvijala i rabila na zrakoplovima. Predlagana su i rješenja za smanjenje infracrvene i akustičke zamjetljivosti.

Što je relizirano od tih zamisli u devedesetim godinama? Gotovo ništa, ili vrlo malo. Većina brodova u flotnim sastavima ratnih mornarica diljem svijeta ostali su dobri ci-

potkraj 20. stoljeća razmišljaju o brodovima 21. stoljeća, ali sada obogaćeni novim spoznajama i tehnološkim dostignućima te na temelju strožih i širih zahtjeva pomorskog ratovanja u budućnosti. Površinski brodovi 21. stoljeća trebali bi biti "nepobjedivi i nevidljivi". "Nepobjediv" brod ne znači obvezatno i velik brod, već taj pojam u ovom kontekstu predstavlja čvrsto integriranu skupinu vrlo sposobnih manjih brodova. Mala veličina tih brodova uz primjenu tehnologija niske zamjetljivosti, te velika brzina i manevarabilnost pomaže im da postanu i "nevidljivi". Istaknuti brodski arhitekti i projektanti ratnih brodova prognozirali su kako će najveće brzine korveta istisnine oko 1200-1600 tona biti od 60 do 80 čv, brzine krstarenja 50-60 čv, a brzine zaokreta 6-8 stupnjeva u sekundi. Velika brzina zaokreta stvarat će probleme neprijateljskim sustavima



Za razliku od obliha ploha predviđenih u osamdesetim, devedesete godine donose ravne skošene plohe trupa, poput onih na otkazanom projektu Arsenal Ship

smjeti imati radarsku površinu veću od 60-70 m², gledano prema njegovu boku, a 10-15 m² prema pramcu, što je znatno manje od većine fregata koje su projektirane i izgrađene u razdoblju između 1980. i 1990, čije su radarske površine 500-700 m² i veće.

(nastavit će se)

Anaerobni pogonski sustav MESMA ugrađuje se u podmornice francuskog tipa Agosta 90B koje se grade za pakistansku ratnu mornaricu

Anaerobni pogoni podmornica (II. dio)

Usprkos tome što su teoretske spoznaje o različitim anaerobnim pogonskim sustavima za podmornice dobro znane već dulje vrijeme, tek je u devedesetim godinama dosegnuta dostatno visoka tehnološka razina da se moglo pričati njihovoj praktičnoj primjeni

Mislav BRLIĆ

Nakon što smo u prvom nastavku ukratko opisali povijesni razvoj anaerobnih pogonskih sustava za podmornice te predstavili Walterov pogon i Dieslov motor u radu sa zatvorenim krugom, u ovom ćemo nastavku opisati gorive članke, Stirlingov motor, Rankinovu parnu turbinu u radu zatvorenim krugom te primjenu anaerobnih pogonskih sustava.

Gorivi članci

Kao elektro-kemijski pretvarači energije gorivi članci proizvode električnu energiju za razliku od ostalih spomenutih anaerobnih sustava tiho i bez izgaranja. Ovisno o izboru goriva i oksidansa za izvođenje potrebne reakcije, gorivi članci vjerojatno nude najšire mogućnosti primjene u području anaerobnog pogona.

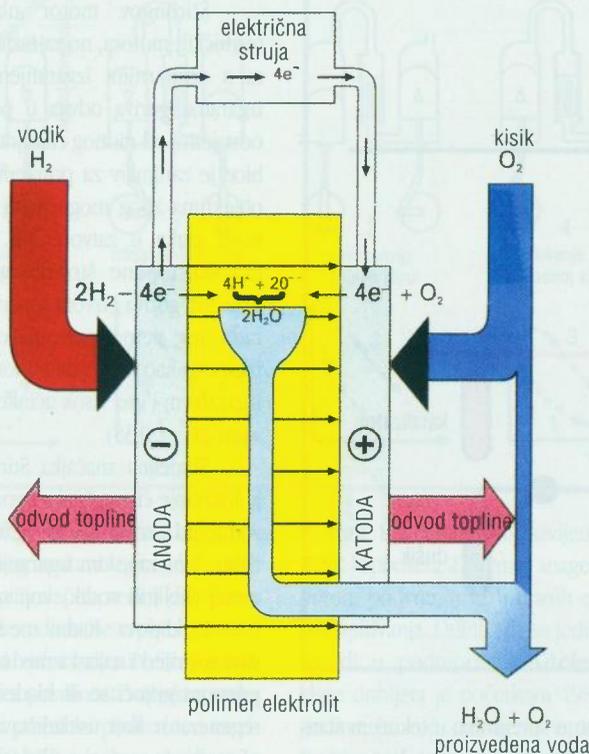
Načelo rada gorivih članaka suprotno je od postupka elektrolize, a otkriveno godine 1839. kad je prof. William Grove utvrdio kako je postupak elektrolize vode povratan, a prvi put je raobljeno početkom šezdesetih godina u američkim svemirskim programima Gemini i Apollo. Radi se o elektrokemijskom uređaju koji omogućava da se hladnim izgaranjem goriva uz prisutnost kisika dobije električna energija.

Načelo dobivanja električne energije uz pomoć gorivih članaka (rabit će se, primjerice, kod njemačkih podmornica **Tipa 212**) zasniva se na sintezi kisika i vodika, pa se tako suprotno postupku elektrolize (umjesto prolaska električne energije kroz vodu za proizvodnju njezinih sastavnih dijelova kisika i vodika) pri relativno niskoj temperaturi od 70 do 80°C spajaju kisik i vodik te proizvode elektricitet, toplinu, vodu i oksidirajuće ione koji održavaju koncentraciju elektrolita (kalijev hidroksid - KOH) u kojemu se obavlja

reakcija. Proizvedena voda koja je topla može se rabiti za različite namjene u podmornici, npr. za izjednačenje (kompenzaciju) masa potrošenih za gorivo i kisik, čak i za piće (nakon pročišćavanja), pa se tako ne mora izbacivati izvan trupa, što je povoljno za izbjegavanje zamjetljivosti na temelju topline.

Taj postupak ne ovisi o Carnotovom faktoru koji ograničava stupanj djelovanja toplinskog stroja omjerom t_{min}/t_{max} . Zato stupanj djelovanja reakcije vodika i kisika, iako se ona obavlja pri niskim temperaturama, može dostignuti i 70 posto. Kod rada s djelomičnim opterećenjem stupanj djelovanja je bolji nego kod rada s nazivnim opterećenjem (što kod drugih sustava nije moguće, već je obrnuto), pa je očito kako je uporaba gorivih članaka vrlo ekonomična. Bitno je zamijetiti kako dubina ronjenja podmornice nimalo ne utječe na rad gorivih članaka.

Tijekom proteklih godina razmatrana je elektrokemijska reakcija velikog broja razli-



Mislav Brčić

čitih goriva i oksidanata, no najveći napredak je napravljen s vodikom i kisikom. Potreba za pouzdanim izvorom snage bez prisutnosti zraka za primjenu u svemiru dala je snažan poticaj razvoju gorivih članaka, tako da sada postoji nekoliko različitih tipova u uporabi ili u razvoju koji se razlikuju prema gorivu, oksidantu i elektrolitu. Od važnijih su gorivi članci koji kao gorivo rabe čisti vodik, kao oksidant kisik, dok kao elektrolit služi kiselina, u drugoj inačici elektrolit je lužina, a postoje i metanol CH_3OH uz kisik (O_2) kao oksidant, te hidrazin $\text{N}_2\text{H}_4/\text{O}_2$ gorivi članci. Vodik se može držati u spremnicima u tekućem stanju što je opasno pa je stoga razvijen sustav skladištenja u tankovima s cijevima u kojima se nalaze metalni hidridi. Ti spojevi su labilni po svojoj naravi, ali to je zasad najpouzdaniji način transporta vodika. Plinska gustoća vodika u spoju s metalima je veća od one kod plina u tekućem stanju, pa se na taj način može prevesti veća količina vodika u jednakom volumenu. Uz to, zato što potreban veliki tlak ti hidridi se mogu spremati u tankove podmornice unutar čvrstog trupa kao i dizel-gorivo. Kisik se prevozi kao i kod motora u radu zatvorenim krugom u tekućem stanju.

Iako se u svemirskim i vojnim programima rabe gorivi članci tipa AFC (Alkaline Fuel Cell), PEM (Polimer Elektrolite Membrane) gorivi članci razvijeni odvojeno u kanadskom poduzeću Ballard i njemačkom Siemens

najviše obećavaju za podmorničku primjenu. PEM gorivi članci poduzeća Ballard rabe zrak i vodik, dok Siemens PEM gorivi članci rabe kisik i vodik.

Srce PEM gorivih članaka je kruti polimerni elektrolit u obliku ionske izmjenične membrane. Ta membrana je smještena između tekućeg strujnog polja i rashladne jedinice na takav način da vodikovi ioni prolaze kroz nju i obavljaju reakciju s anionima kisika kod katode za spajanje i proizvodnju vode, topline i elektriciteta. Sve dok se vodik i kisik isporučuju, gorivi članak može neograničeno osiguravati potrebnu snagu.

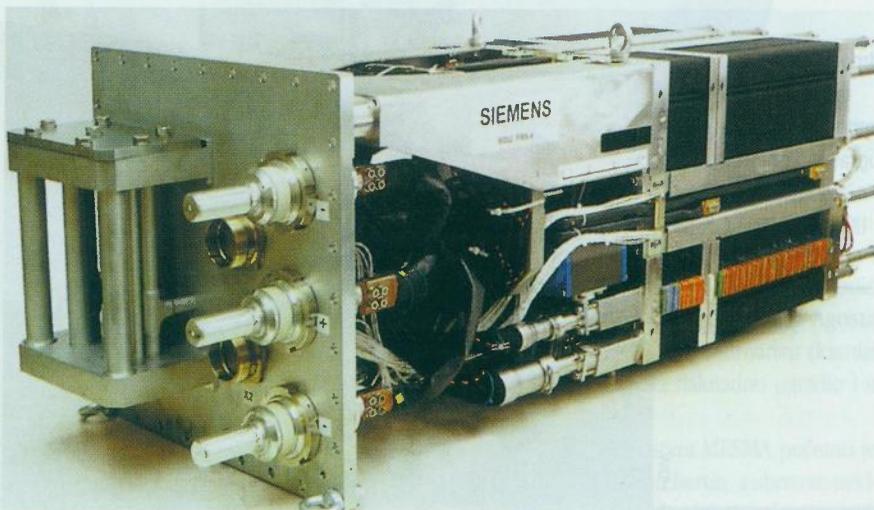
Jedan gorivi članak ne može proizvesti

više od 1,48 V, pa ih se stoga mora nekoliko povezati u obliku modula, a oni se mogu u širokom rasponu slagati prema željenoj snazi ili naponu. Članci ne mogu raditi sami po sebi, već trebaju pomoćne uređaje i sustav nadzora i upravljanja glavnim funkcijama regulacije isporuke plinova, uklanjanja vode i topline. Uz članke sustav se sastoji i od isparivača kisika, skupljača rezidualnih plinova, hladnjaka, uređaja za praćenje i nadzor pogona te opreme za dovod goriva i oksidanata. Regulacija je jednostavna jer potrošnja goriva i oksidanta ovisi o protoku struje. Dobivena električna energija može se izravno preko glavne rasklopne ploče voditi na porivni elektromotor ili može poslužiti za punjenje akumulatorskih baterija.

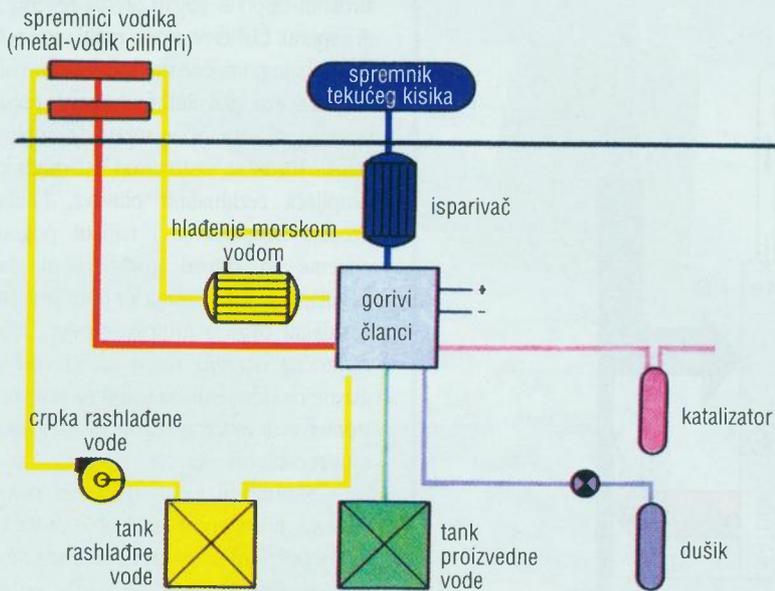
S obzirom na to da nema pokretnih dijelova, pouzdanost uređaja je dosta velika. Jedini pokretni dio je crpka za hlađenje, pa je i sa stajališta šumnosti taj uređaj prihvatljiv. Posebna prednost gorivih članaka je u tome što se postupak pretvorbe energije iz jednog oblika u drugi odvija pri relativno niskoj temperaturi, oko 70 do 80°C. Time su izbjegnute mane svih motora s unutarnjim izgaranjem koji rade na visokim temperaturama i radi toga imaju velike gubitke energije. Gorivi članci rade s minimalnim učinkom 59 posto pa do najvećeg 69 posto. Na primjer, svaki modul Siemens težine je 650 kg i ima izlaznu snagu od 30 do 40 kW. Ti članci rade na radnoj temperaturi 80°C i tlaku od 2,0 bara za vodik i 2,3 bara za kisik.

Zbog sigurnosnih razloga, modul i pomoćni uređaji ugrađeni su u kućište neovisno o utjecaju vanjske promjene pritiska koje je napunjeno inertnim plinom dušikom pri tlaku 3,5 bara kako bi se spriječilo istjecanje plina iz članka u slučaju prodora vode u podmornicu.

U njemačkom brodogradilištu Howaldts- werke-Deutsche Werft (HDW) došlo se najdale u eksploataciji reakcije između vodika i



Modul gorivih članaka Siemens PEM



Mislav Brčić

kisika, uz pomoć gorivih članaka Siemens PEM. Tijekom 1980. u suradnji s poduzećima Ferrostaal i Ingenieurkontor Lübeck (IKL), u HDW-u su odlučili načiniti funkcionalni model gorivih članaka, pa je u jesen 1984. provedena kratka proba postrojenja. Prva ispitna plovidba sustava gorivih članaka snage 100 kW ugrađenih u podmornicu **U 1 Tipa 205** obavljena je 1988., a za ugradnju u podmornicu rabljena je sekcija duljine 5,94 metra.

Pokusni sustav gorivih članaka temeljio se na zalih vodika u obliku metalnog hidrida. Hidrid je bio izveden u obliku metalnih cijevi,

a kisik se držao u spremniku u tekućem stanju. Oba reaktanta bila su smještena izvan čvrstog trupa podmornice.

Trenutačno se radi na ugradnji hibridnog pogona (Dieselov motor + gorivi članci) s PEM gorivim člancima snage 50 kW za novi projekt njemačke mornarice podmornice Tipa 212.

Stirlingov motor

Stirlingov termodinamički ciklus izumio je škotski svećenik Robert Stirling godine 1816., a motor je zajedno s bratom Jamesom,

načelno kao laboratorijski model, postavio polovicom 19. stoljeća.

Stirlingov motor ulazi u skupinu termičkih motora, no za razliku od svih motora s unutarnjim izgaranjem kod njega se izgaranje goriva odvija u posebnoj komori, odvojenoj od radnog cilindra. Taj motor posebice je zanimljiv za primjenu na podvodnim objektima zbog mogućnosti rada bez prisutnosti zraka u zatvorenom krugu, vanjskog dovoda topline što omogućava primjenu različitih goriva i izvora topline, tihog i mirnog rada jer nema periodičkog eksplozivnog izgaranja kao kod ostalih motora s unutarnjim izgaranjem i ima visok učinkovit stupanj djelovanja ($\eta = 0,38$).

Temeljna značajka Stirlingovog motora je izgaranje čistog kisika i goriva (dizel-gorivo, vodik, itd.) u komori za izgaranje pri visokom tlaku. Tim vanjskim izgaranjem grije se radni medij (helij ili vodik) koji se nalazi zatvoren između klipova. Radni medij neprestano se giba naprijed i nazad između toplog i hladnog prostora grijajući se ili hladeći, prolazeći kroz regenerator koji uskladištava toplinu kad se plin giba iz toplog u hladno, a daje dodatnu toplinu kad se plin giba u suprotnom smjeru. Kod današnjih Stirlingovih motora klipovi imaju dvije funkcije; pokreću plin naprijed i nazad između tople i hladne strane te prenose mehanički rad na pogonsku osovinu.

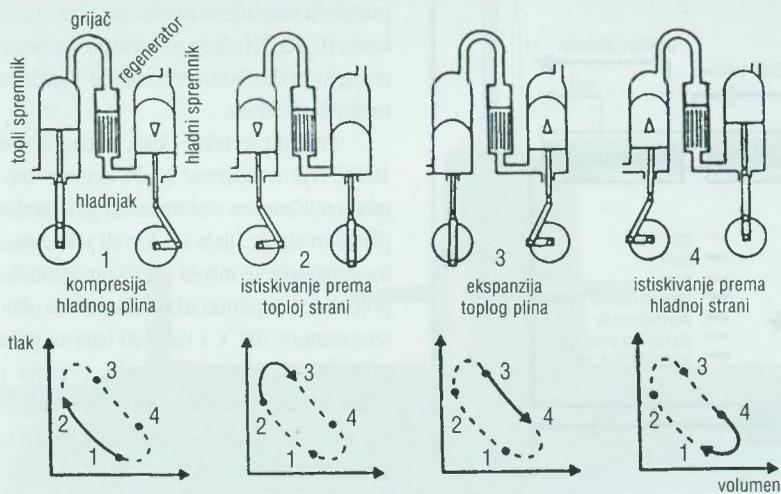
Tlak izgaranja je veći nego vanjski tlak morske vode, pa je tako omogućen izlaz ispušnim plinovima i njihovo rastvaranje u morskoj vodi bez uporabe kompresora za ispušne plinove ili crpki. Tlak izgaranja je stalan i iznosi 20-30 bara, pa tako omogućava rad pod morem na dubinama od 200 do 300

Podmornica **U 1 Tipa 205** modificirana potkraj osamdesetih tako da joj je ugrađeno postrojenje s gorivim člancima. U donjem dijelu trupa vide se cilindrični spremnici vodika i kisika



HDW

Načelo rada Stirlingovog motora



metara. Zato što je radna dubina tog pomoćnog pogonskog sustava ograničena pritiskom ispušnih plinova, na većim dubinama ronjenja potrebne su dodatne crpke.

Za jedan od već razvijenih Stirlingovih motora koji radi bez prisutnosti vanjskog zraka navode se sljedeći projektni podatci: on razvija snagu 75 do 100 kW, odnos snaga/masa je 0,12 kW/kg, a odnos snaga/zapremina je 100 kW/m³. Na temelju tih podataka može se zaključiti kako je za određenu snagu potreban visok udio zapremine i težine što predstavlja glavnu zamjerku tom motoru.

Najviše se anaerobnim sustavom Stirlingovog motora u prošlom desetljeću bavilo švedsko poduzeće United Stirling AB u suradnji s kompanijom Kockums Marine AB (sada Kockums Submarine System), pa su zajedno 1982. sklopili ugovor sa švedskom ratnom mornaricom za daljnji razvoj Stirlingovog

motora. U skladu s tim razvijen je motor V4-275R kapaciteta 275 cm³ i snage 75 kW koji je potom podvrgnut nizu raznih eksperimentalnih ispitivanja. Odluka da se jedno postrojenje ugradi u podmornicu **Näcken** istoimene klase donijeta je početkom 1988., a sljedeće godine je već obavljena ispitna plovidba. Pozitivna iskustva s tih plovidbi omogućila su da se sustav anaerobnog pogona Stirlingovim motorom kao hibridni pogonski sustav specifiira za tri nove podmornice švedske klase **Gotland**. Jedan Stirlingov motor rabi se i u francuskoj civilnoj istraživačkoj podmornici **Saga I**, a trenutno japanska kompanija Mitsubishi Heavy Industries razvija svoju inačicu Stirlingovog motora za moguću uporabu kod novih japanskih podmornica. Razina vibracija Stirlingovog motora V4-275R je prema tvrdnjama poduzeća Kockums niža nego kod konvencionalnog Dieselovog moto-

ra, a razina buke manja je od 25 dBA.

Za visok učinak Stirlingov termodinamički ciklus traži da radni medij bude pri visokoj temperaturi (2000 °C) i visokom tlaku. Stoga postoji potreba za primjenom tvoriva visoke tehnologije. Takva tehnologija je postala dostupna tek kasnih 60-tih godina, pa time postaje jasnije zašto se ranije nije radilo na primjeni Stirlingovih motora.

Rankinova parna turbina u radu zatvorenim krugom

Pogonski sustav nazvan MESMA (Module d'Énergie Sous-Marin Autonome) koji se temelji na radu Rankinove parne turbine u radu zatvorenim krugom razvila je francuska



Švedski Stirlingov motor V4-275R



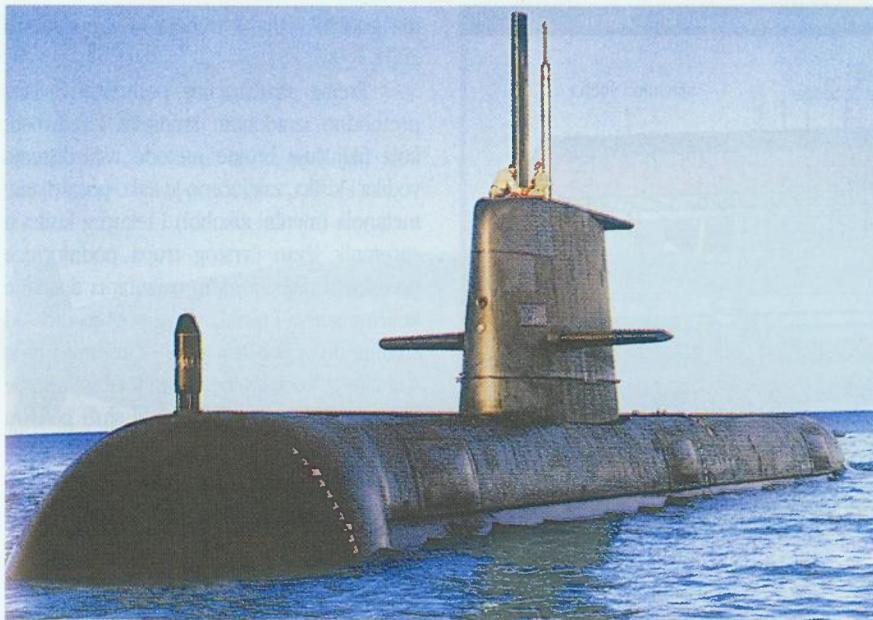
Jezgra Stirlingovog motora



U podmornicu **Näcken** istoimene klase radi ispitivanja pokusno je bio ugrađen Stirlingov motor

kompanija DCN zajedno s poduzećima Bertin, Air Liquide, Framatome/Thermodyn, Technicatone i španjolskim poduzećem Bazán, a trenutno se MESMA sustav planira ugraditi na posljednju od tri podmornice tipa **Agosta 90B** za pakistansku ratnu mornaricu (kasnije bi se tijekom remonta naknadno ugradio i u prve dvije jedinice).

Načelo rada sustava MESMA početno je zamišljeno u poduzeću Bertin, a ubrzo se uvidjelo kako on predstavlja dobar polazni temelj za razvoj originalnog anaerobnog sustava



U australske podmornice klase *Collins* trebao bi biti ugrađen Stirlingov motor

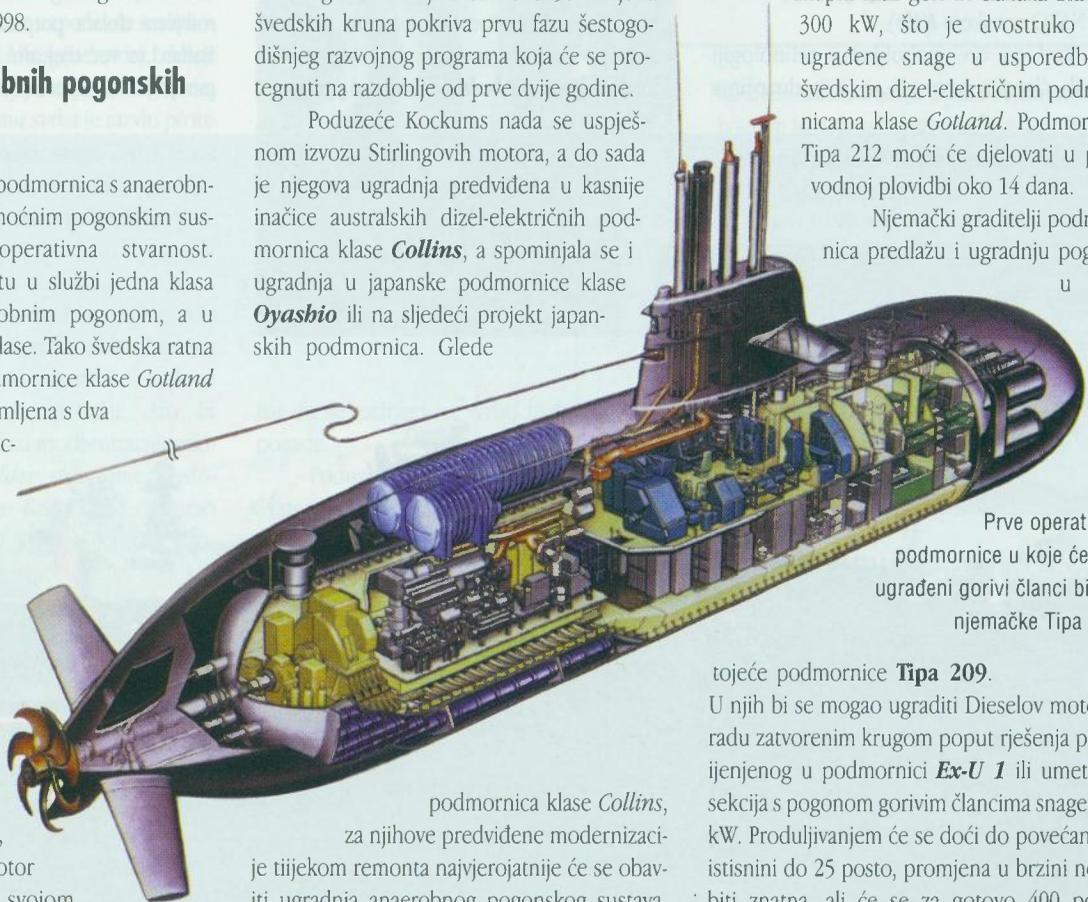
nice kako bi se zadovoljili sigurnosni i skladišni zahtjevi. Količina tekućeg kisika koja će se moći uskladištiti u posebnim spremnicima za niske temperature ograničavajući je čimbenik autonomiji koja će se osigurati sustavom MESMA. U poduzeću DCN navode kako razvoj sustava MESMA mnogu duguje iskustvu stečenom na nuklearnim podmornicama. Pokusna ispitivanja izgaranja stacionarnog prototipnog MESMA sustava snage 200 kW započela su u rujnu 1998.

Primjena anaerobnih pogonskih sustava

Hibridni pogon podmornica s anaerobnim pogonom kao pomoćnim pogonskim sustavom danas je operativna stvarnost. Trenutačno je u svijetu u službi jedna klasa podmornica s anaerobnim pogonom, a u izgradnji su još dvije klase. Tako švedska ratna mornarica ima tri podmornice klase *Gotland* od kojih je svaka opremljena s dva Stirlingova motora Kockums V4-275R Mk II snage 75 kW, pa je tako Stirlingov motor prvi od anaerobnih sustava koji je ušao u operativnu uporabu. Ugrađeni Stirlingovi motori omogućuju podvodnu plovidbu pri ophodnim brzinama više od dva tjedna. No, kako je postojeći motor Mk II ograničen svojom izlaznom snagom, što je ograničavajući čimbenik za dubinu ronjenja, u poduzeću

Kockums i nadalje ispituju načine povećanja učinkovitosti, izlazne snage i dubine ronjenja te još veće smanjenje značajki zamjetljivosti Stirlingovog motora. Tako je prošle godine poduzeće Kockums Naval Systems sa švedskom Agencijom za nabavu vojne opreme (FMV, Försvarst Materielverk) zaključilo ugovor za daljnji razvoj Stirlingovog pogonskog sustava za sljedeći naraštaj švedskih podmornica. Ugovor u vrijednosti oko 50 milijuna švedskih kruna pokriva prvu fazu šestogodišnjeg razvojnog programa koja će se protegnuti na razdoblje od prve dvije godine.

Poduzeće Kockums nada se uspješnom izvozu Stirlingovih motora, a do sada je njegova ugradnja predviđena u kasnije inačice australskih dizel-električnih podmornica klase *Collins*, a spominjala se i ugradnja u japanske podmornice klase *Oyashio* ili na sljedeći projekt japanskih podmornica. Glede



Prve operativne podmornice u koje će biti ugrađeni gorivi članci bit će njemačke Tipa 212

podmornica klase *Collins*, za njihove predviđene modernizacije tijekom remonta najvjerojatnije će se obaviti ugradnja anaerobnog pogonskog sustava. Iako su tim podmornicama bile provedene ispitne plovidbe s anaerobnim pogonom

(Stirlingov motor i gorivi članci) ipak nije došlo do njegove ugradnje.

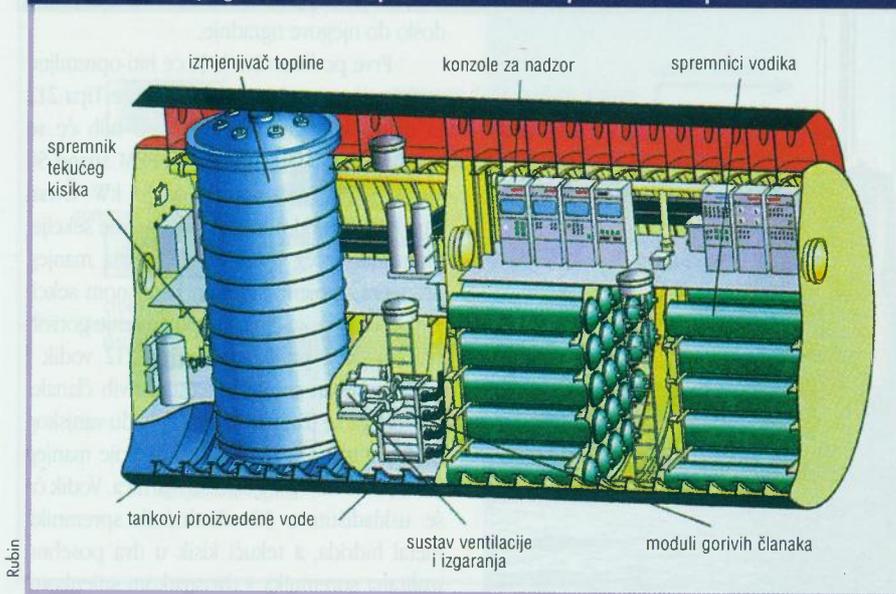
Prve podmornice koje će biti opremljene gorivim člancima bit će podmornice Tipa 212 za njemačku ratnu mornaricu. U njih će se ugraditi gorivi članci Siemens PEM snage 50 kW, s nominalnim izlazom od 34 kW. Čvrsti trup kod tih podmornica činit će dvije sekcije, pramčana većeg promjera i krmena manjeg promjera, spojene kratkom konusnom sekcijom u kojoj će se smjestiti postrojenje gorivih članaka. Kod podmornica Tipa 212 vodik i kisik potreban za rad sustava gorivih članaka smjestit će se u spremnicima između vanjskog i čvrstog trupa, i to oko dijela sekcije manjeg promjera u kojoj se nalazi strojnica. Vodik će se uskladištiti u 38 cilindričnih spremnika metal hidrida, a tekući kisik u dva posebno izolirana spremnika s dvostrukom stijenkom. Spremnici bi sadržavali 1,6 tona vodika i 14 tona tekućeg kisika.

Ugrađena snaga omogućavat će podmornici pokretanoj gorivim člancima najveću brzinu do 8 čv, no ekonomična "ultranečujna" brzina bit će 4,5 čv, kojom će podmornica moći preplivati 1250 nautičkih milja. Dodajući tome snagu akumulatorske baterije pri 80-postotnom ispražnjenju, akcijski radijus podmornice povećava se 4,4 puta. Svaka podmornica Tipa 212 imati će šest gorivih članaka te će ukupni izlaz gorivih članaka biti oko 300 kW, što je dvostruko više ugrađene snage u usporedbi sa švedskim dizel-električnim podmornicama klase *Gotland*. Podmornice Tipa 212 moći će djelovati u podvodnoj plovidbi oko 14 dana.

Njemački graditelji podmornica predlažu i ugradnju pogona u pos-

tojeće podmornice **Tipa 209**.

U njih bi se mogao ugraditi Dieslov motor u radu zatvorenim krugom poput rješenja primijenjenog u podmornici *Ex-U 1* ili umetnuti sekcija s pogonom gorivim člancima snage 250 kW. Produljivanjem će se doći do povećanja u istisnini do 25 posto, promjena u brzini ne će biti znatna, ali će se za gotovo 400 posto povećati autonomnost i za približno 30 posto smanjiti faktor indiskrecije (odnos između tra-



Rubin

janja vožnje na površini i ukupnog vremena provedenog na i ispod površine mora).

U Rusiji, Središnji projektni ured Rubin i Projektni ured za specijalne kotlove razvijaju tehnologiju gorivih članaka od kraja sedamdesetih godina. Uz to što nude anaerobni pogon gorivim člancima u svojem novom projektu podmornica obitelji **Amur**, ti projektni uredi imaju razrađene prijedloge za ugradnju sekcije s gorivim člancima u postojeće podmornice **Projekata 636 i 877EKM** (klase bolje znane pod NATO oznakom **Kilo**).

Rad na tzv. poboljšanoj tehnologiji gorivih članaka provodi se u poduzećima

HDW i Ballard Power System u Kanadi. Poduzeće Ballard koje radi na temelju ugovora za razvoj gorivih članaka potpisanog 1990. s kanadskim ministarstvom obrane, razvilo je istraživački razvojni model gorivih članaka snage 40 kW. Ispitivanja su nedavno započela kako bi se novoj floti kanadskih podmornica osigurala mogućnost produljenog djelovanja ispod vode i time omogućila ophodnja ispod leda i manja zamjetljivost tijekom uobičajne priobalne ophodnje. Kako bi se uskladio program s predloženom ugradnjom u četiri (nedavno nabavljene bivše britanske) podmornice klase **Upholder**, serijska proizvod-

nja gorivih članaka trebala bi započeti do 2004.

Prema stručnjacima poduzeća Ballard prethodno izrađenom studijom izvedivosti, koja uključuje brojne metode uskladištenja vodika i kisika, zaključeno je kako postavljanje metanola (metilni alkohol) i tekućeg kisika u spremnik izvan čvrstog trupa podmornice predstavlja najbolji način osiguranja dostatne količine goriva i oksidanta za podmornice od srednje do velike veličine, osiguravajući time najbolju gustoću energije u odnosu zapremine i težine. Dobivanje vodika koji služi gorivim člancima kao gorivo osigurat će se izdvajanjem iz poboljšanog metanola preko PEM elektrolita. Nusprodukt, ugljikov dioksid, proizveden od poboljšanog metanola i vodika, razgradit će se u okolnoj vodi.

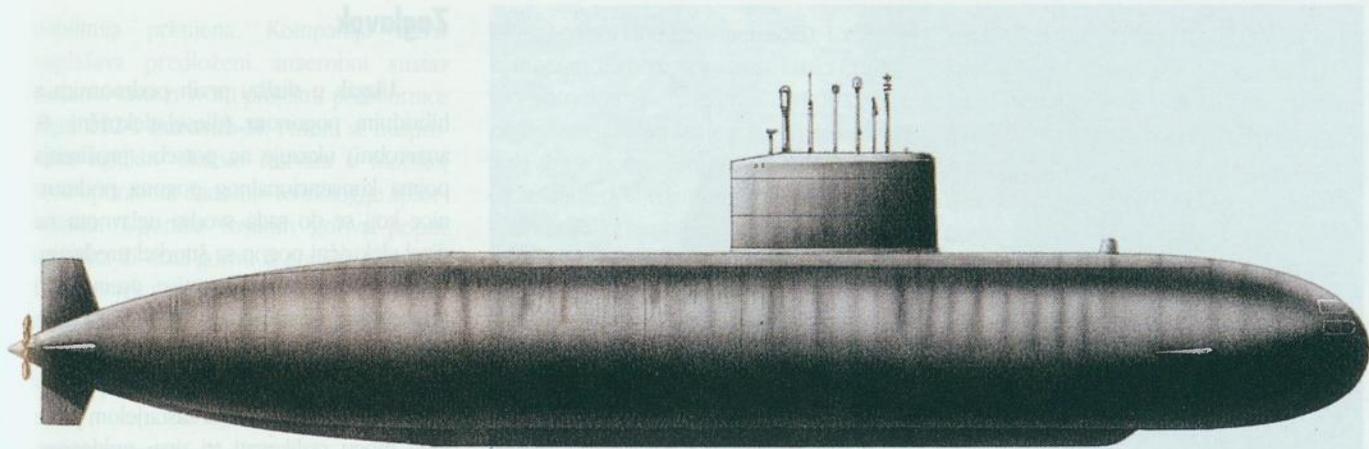
Naime, temeljno ograničenje koje utječe na sadašnji naraštaj tehnologije gorivih članaka je nedjelotvornost uskladištenja vodika u obliku metalnog hidrida, kao i ne manji problem uzgona koji je prisutan kod većih podmornica (preko 2000 tona istisnine) nakon 14 dana podvodne vožnje zbog gubitka težine. Kako se cilindrični spremnik smatra nepouzdanim, jedina realna alternativa je transport vodika kao ugljikovodika, odnosno metanola i njegove katalitičke pretvorbe u vodik i ugljikov dioksid.

Slijedom ugovora u vrijednosti od 9,3 milijuna dolara potpisanog 1994., poduzeće Ballard je već tijekom 1996. njemačkoj kompaniji HDW isporučilo dva modula gorivih



Rosvooruzhenije

Ruski projektni uredi nude naknadnu ugradnju sekcije s gorivim člancima u postojeće podmornice Projekata 636 i 877EKM (klase s NATO oznakom **Kilo**)



Kanada je nedavno nabavila britanske podmornice klase *Upholder* u koje planira ugraditi sustav gorivih članaka

članaka Moduli su ispitani usporedo s drugim anaerobnim sustavima u postrojenjima HDW-a u Kielu.

U međuvremenu je projektom započetim 1994. izgrađeno prototipno pogonsko postrojenje snage 50 kW koje je u potpunosti funkcionalno. Trenutačno se radi na povećanju kapaciteta sustava, njegove učinkovitosti i autonomnosti. Tako sada istraživački razvojni model radi na čistom kisiku. Mogućnost rada uz pomoć zraka i kisika daje veću fleksibilnost za površinska i podvodna djelovanja podmornice.

Tijekom ove godine započet će realizacija programa gradnje Alfa generatora, druge faze razvoja pogonskog postrojenja s gorivim člancima. Tom programu svrha je razviti proizvođač električne energije snage 200 kW od PEM gorivih članaka koji će služiti kao temeljni modul za buduće pogonsko postrojenje podmornica klase *Upholder* i procjenu integracije cjelokupnog sustava.

Uporabom metanola kao goriva, Alfa generator od gorivih članaka rabit će tekući kisik tijekom podvodnih operacija i zrak za površinske i šnorkel operacije, što bi omogućilo u daljnjoj fazi modernizacije podmornica klase *Upholder* uklanjanje postojećeg dizel-generatora. Kako bi se osigurao minimalni napon 440 V istosmjernom strujom generator podmornice snage 200 kW sadržavat će 12 gorivih članaka Mk 800 koji su inače posljednji naraštaj PEM gorivih članaka razvijenih za automobilsku industriju.

Usljedit će program pokusnih ispitivanja koja će se obaviti na simulatoru stacionarnom na kopnu. On će se sastojati od pogonskog postrojenja podmornice izgrađenog u naravnoj veličini te spremnika kisika i goriva. Bit će podvrgnut gibanjima kao što su valjanje i posrtanje, šoku i procjeni zamjetljivosti. Pogonsko postrojenje će sadržavati prerađivač goriva, opskrbu zrakom,

gorive članke i pročišćivač CO₂, dok će sekcija spremnika sadržavati tekući kisik, metanol, proizvedenu pitku vodu i balastnu vodu za kompenzaciju težine. Nakon završetka programa probnih ispitivanja simula-



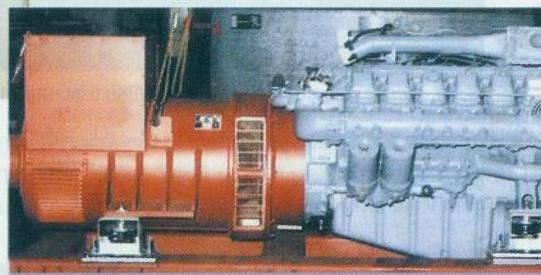
tor će se zadržati za svrhu izobrazbe posade.

Poduzeća Cosworth Deep Sea Systems Ltd. (CDSS), VSEL i RDM Submarines trenutačno nude sustav Diesellovog motora u radu zatvorenim krugom nazvan SPECTRE (Submarine Power for Extended Contact Trailing and Range Enhancement) koji se temelji na motoru MAN V12 snage 300 kW koji je ispitivan u bivšoj podmornici nizozemske ratne mornarice *Zeebond*. Taj je sustav predložen i za nizozemski projekt podmornica **Moray 1400H** te za moguću naknadnu ugradnju u postojeće nizozemske podmornice klase **Walrus**. Poduzeća CDSS i TNSW predložile su Argentini ugradnju motora MTU 8 V 183 SE52 snage 275 kW u dvije podmornice tipa **TR-1700** klase

Santa Cruz, no zbog nedostatka financijskih sredstava odustalo se od tog prijedloga. Načelo rada oba sustava nalikuje načelu rada Diesellovog motora u radu zatvorenim krugom koje je patentiralo poduzeće CDSS, a razlika se uglavnom odnosi na tip uporabljenog Diesellovog motora.

Prve podmornice kod kojih će se primijeniti načelo Rankinove parne turbine u radu zatvorenim krugom (sustav MESMA) bit će podmornice pakistanske ratne mornarice tipa Agosta 90B. Prvi modul sustava MESMA isporučit će se Pakistanu godine

Na Diesellovom motoru u radu zatvorenim krugom temelji se nizozemski sustav SPECTRE: sustav upravljanja vodom (lijevo) i Diesellov motor s generatorom



2000. tijekom gradnje treće podmornice. Ugradnjom MESMA sekcije podmornice će se produljiti za 8 metara. Prema tvrdnjama iz kompanije DCN sustav MESMA će pri brzini 4 čv produljiti trajanje podvodne plovidbe tri do četiri puta i omogućiti tim podmornicama tipa Agosta 90B podvodnu plovidbu bez prisutnosti vanjskog zraka u trajanju od dva tjedna, dok je još tjedan podvodne plovidbe brzinom 4 čv osiguran uz pomoć akumulatorskih baterija.

Južnokorejska mornarica također planira ugraditi francuski sustav pogona bez pris-



Sustav SPECTRE predložen je za ugradnju u podmornice projekta Moray

ustnosti vanjskog zraka u svoje podmornice Tipa 209/1200 klase *Chang Bogo*. Naime, u kompaniji Hyundai nadaju se kako bi surad-

njom s francuskom kompanijom DCN International najlakše napravili prodor na svjetsko tržište podmornica.

Ulazak u službu prvih podmornica s hibridnim pogonom (diesel-električni + anaerobni) ukazuje na potrebu proširenja pojma konvencionalnog pogona podmornice koji se do sada svodio uglavnom na dizel-električni pogon sa šnorkel uređajem. Donedavno su se podmornice, prema vrsti pogonskog postrojenja, dijelile na dva temeljna tipa: nuklearne i dizel-električne. No, uvođenje pogona bez prisutnosti vanjskog zraka tu podjelu čini zastarjelom pa se sada mogu razlikovati tri tipa: nuklearna, dizel-električna i hibridna (dizel električna + anaerobna). Teško je zamisliti budući naraštaj nenuklearnih podmornica bez anaerobnog pogona, a na obzoru slijede daljnja poboljšanja anaerobnog pogona koja bi mogla dovesti i do uvođenja potpuno anaerobnog pogona u podmornice.

Postoji znatni potencijal za poboljšanje Diesellovog motora u radu zatvorenim krugom. Njegov radni tlak u podvodnoj plovidbi je ugrožen potrebom rada u površinskoj plovidbi. Suvremene tehnologije s elektroničkim ubrizgavanjem goriva već osiguravaju trenutačno i promjenjivo vremensko usklađivanje ubrizgavanja. Značajke motora mogu se izabrati iz alternativa između najveće snage, najmanje potrošnje goriva, najmanje buke, najmanjih vibracija ili kombinacije dva ili više parametra.

Drugi tip gorivih članaka Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) rabi prirodni plin kao gorivo, a ako se uspješno prilagodi za primjenu na podmornicama osigurat će jedan pogonski sustav za površinsko i podvodno djelovanje.

Pokušava se pronaći i nov način izdvajanja ugljikovodikovog goriva za proizvodnju vodika tzv. poboljšanim postupcima izdvajanja. No, njegova prikladnost za primjenu u podmornicama još je uvijek upitan te se u nekoliko sljedećih godina ne predviđa njihova

Više ratnih mornarica planira ugraditi sustave pogona bez prisutnosti vanjskog zraka u svoje već operative podmornice, a jedna od njih je i Južnokorejska koja u svoje podmornice Tipa 209/1200 klase *Chang Bogo* želi opremiti francuskim sustavom MESMA



HDW

ozbiljnija primjena. Kompanija HDW naglašava predloženi anaerobni sustav metanol-kisik u svom projektu podmornice **Tipa 212-I Eurosub-M**. Pritom se nusprodukt ugljikov dioksid rastvara u morskoj vodi uporabom današnje tehnologije apsorbiranja. Uporaba fosilnih goriva poput kerozina ili dizel-goriva u gorivim člancima još je uvijek problematična jer nije na zadovoljavajući način riješeno uklanjanje tragova sumpora koji može zagaditi gorive članke. Kad taj postupak bude spreman za primjenu

kisika i goriva (vodika ili metanola). Uz to, za kompenzaciju potrošene mase kisika ili goriva potrebno je osigurati gotovo istu zapreminu tankova što je gotovo neizvedivo, a da se ne poveća istisnina podmornice, ili da se bude dosljedan istoj istisnini te da se količina kisika smanji na polovicu.

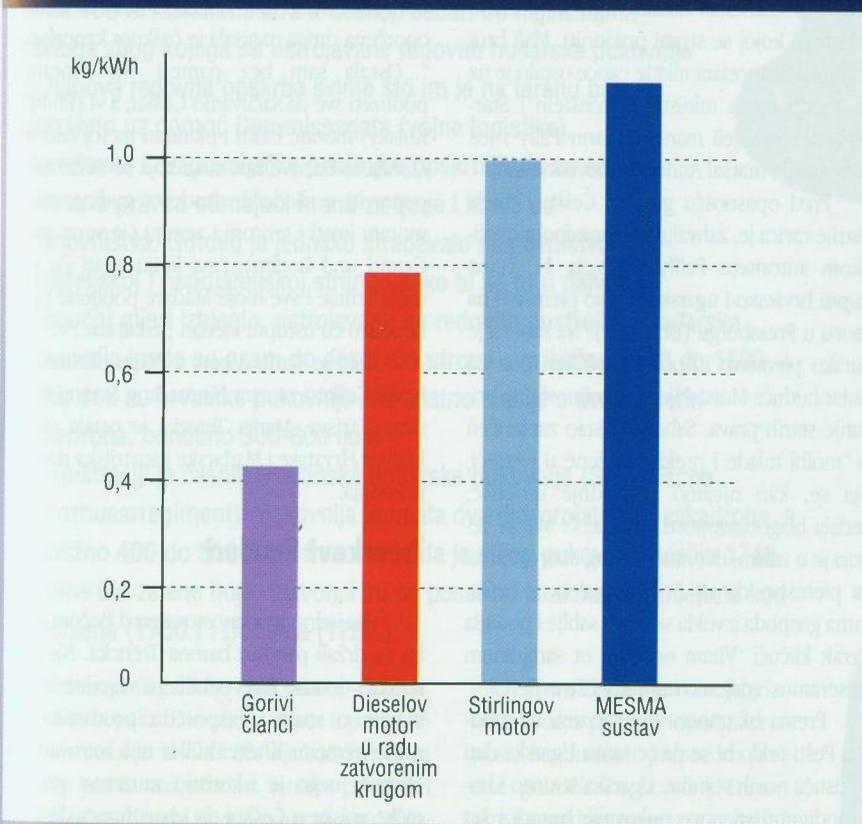
S obzirom na troškove, čini se kako Dieslov motor u radu sa zatvorenim krugom nudi kvalitetnu protuvrijednost za nabavnu cijenu i operativne troškove, a i konkurentan je za ugradnju u već postojeće

znani izvor šuma. Stoga se taj pogon mora kombinirati s električnim pogonom koji je zasad nezamjenjiv u malošumnom režimu plovidbe. S druge strane, kad se prema svojom značajkama međusobno uspoređuju vrste anaerobnih pogona tad se čini kako su gorivi članci najpovoljnija opcija (faktor indiskrecije je nula, a ima najveću podvodnu autonomiju) no zbog svoje vrlo visoke cijene njihova ugradnja je vjerojatna jedino kod novih podmornica. Gorivi članci su stoga zapravo jedini sustav koji može biti konkurencija nuklearnom pogonu, a za relativno male podmornice čak biti i u prednosti. Na, treba napomenuti kako je zbog konačnosti zapremine spremnika goriva i oksidanta podvodna autonomija konvencionalnih podmornica s anaerobnim pogonom produljena s dana na tjedne, dok se podvodna autonomija nuklearnih podmornica ipak broji u godinama.

Temeljne značajke anaerobnih pogonskih sustava

	Gorivi članci	Dieslov motor u radu zatvorenim krugom	Stirlingov motor	MESMA sustav
Učinkovitost	~ 70 %	~ 30 %	~ 30 %	~ 25%
Pretvorba energije	izravna	neizravna/izgaranje	neizravna/izgaranje	neizravna/izgaranje
Najveća temperatura	80°C	>400°C	>750°C	>700°C
Potrošnja kisika (kg/kWh)	0,4	0,75	1,0	1,1
Toplinska značajka zamjetljivosti	vrlo mala	srednja	srednja	srednja

Potrošnja kisika kod pojedinih anaerobnih pogonskih sustava



njime će se omogućiti da pomoćni pogonski sustav gorivih članaka djeluje kao glavni pogonski sustav, što će ga približiti značajkama i mogućnostima nuklearnog pogona.

Za navedena četiri anaerobna sustava teško je utvrditi koji je bolji jer svaki ima svoje prednosti i nedostatke. Svi proizvođači tvrde da navedeni sustavi produljuju trajanje podvodne plovidbe tri do pet puta, dok je ograničavajući čimbenik veličina spremnika

dizel-električne podmornice. Motor u radu sa zatvorenim krugom može se primijeniti za pogon podmornica na različite načine, međutim, najrealnija opcija je ona koja će najmanje utjecati na zamjetljivost. Dieslov motor kako god bio temeljen i prostor u kojemu je smješten izoliran, uvijek je bučniji od električnog pogona. Okretaji motora su preveliki za izravan pogon vijka te ih je potrebno reducirati, a reduktor je dobro

Literatura:

1. Maritime Defence, studeni 1989., C. A. Prins "Atmosphere-independent propulsion for diesel-electric ocean-going submarines"
2. Naval Forces, Special Edition, 1992., "Kockums", "Kockums' AIP Systems"
3. Naval Forces, II/1993., "A New Air Independent Submarine propulsion System"
4. Maritime Defence, svibanj 1993., "Air regeneration aboard submarines for extended submergence"
5. Maritime Defence, lipanj 1993., "A closed-cycle diesel system for submarines"
6. MER, listopad 1993., "The quest for affordable air independent propulsion plant"
7. The Naval Architect, ožujak 1995., "Sweden scores a first with AIP submarine"
8. Naval Engineers Journal, svibanj 1996., A. J. Donaldson "Submarine Power Sources For the Mission"
9. Maritime Defence, prosinac 1996., "Russian diesel-electric submarine and AIP technology"
10. Naval Forces, VI 1996., "Air Independent Propulsion, a look at what is currently on offer"
11. Naval Engineers Journal, siječanj 1998., S. Allen, E. Ashby, D. Gore J. Woerner, M. Cervi "Marine Applications of Fuel Cells"
12. Warship Technology, siječanj 1998., "Fuel cell development for Canadian submarines"
13. Jane's Defence Weekly, srpanj 1998., "Air-Independent Propulsion -Power Surge"
14. Warship Technology, listopad 1998., R.Scott, "Holding breath on AIP"
15. Jane's Navy International, svibanj 1999., "Agosta 90B Surfaces for the Pakistan Navy"
16. J. Crane "Submarine", British Broadcasting Corporation, London 1984.
17. David Miller, John Jordan "Modern Submarine Warfare", Salamander Books, London 1987.
18. Ivan Mušterić "Mogućnosti primjene anaerobnog pogona za podvodne objekte", VIII simpozij Teorija i praksa brodogradnje, Zagreb 19.-21. svibnja 1988., Zbornik radova

HRVATSKA VOJSKA KROZ POVIJEST (XLV. dio)

Rat za austrijsko naslijeđe

Velimir VUKŠIĆ

U mjesecima koji su slijedili nakon pruske pobjede kod Molvica, carica Marija Terezija suočila se sa najvećim silama Europe. Francuska, Španjolska, Bavorska, Saska, Köln i Palatinat postavili su zahtjeve za habsburškim posjedima pozivajući se na razna povijesna i nasljedna prava, odbacujući tako Pragmatičnu sankciju, odnosno dokument iz godine 1713., za kojeg je car Karlo VI. držao da je riješio pitanje nasljedstva u korist svoje kćeri

Neprijateljstva su započela u rujnu 1741. kad je 18.500 Bavaraca i Francuza upalo u gornju Austriju i zauzelo Linz. Ondje je bavorski izborni knez Karl Albrecht preuzeo zapovjedništvo nad zajedničkim snagama. Saska vojska i zasebni francuski korpus pripremali su se osvojiti Češku. Ukupno je stavljeno u pokret oko 50.000 ljudi. U tim novim okolnostima, gotovo na rubu panike, brojni Terezijini podanici i službenici visokog roda započeli su špekulirati kojoj se strani prikloniti. Mali broj suradnika i kancelara mlade carice ostalo je uz nju, među njima ministri Bartenstein i Starhemberg, ostarijeli maršal Johann Palfy i još stariji ratnik, maršal Andreas Khevenhüller.

Pred opasnošću gubitka Češke i dijela Austrije carica je, zahvaljujući moralnom i političkom autoritetu Palfyja, uspjela 11. rujna okupiti hrvatsko i ugarsko visoko plemstvo na saboru u Pressburgu (Bratislavi). Na saboru je ugarsko plemstvo ishodilo povlašten položaj unutar buduće Monarhije, kao i obnovljeno priznanje starih prava. Sabor je ostao zapamćen po "molbi mlade i prekrasne žene u nesreći, koja se, kao njezino posljednje utočište, predala blagonaklonosti naroda...". Marija Terezija je u velikoj dvorani carskog dvorca zatražila plemstvo da joj ostane lojalno, a "...Galantna gospoda izvukla su svoje sablje i podigla u zrak kličući 'Vitam nostram et sanguinem conseramus' (dajemo našu krv i život)".

Prema iskazanom entuzijazmu na saboru u Pešti reklo bi se da će samo Ugarska dati sto tisuća novih vojnika. Ugarska stvarno i hoće podignuti tri nove pukovnije husara i šet pješачkih pukovnija, ali će proći još dosta vremena prije nego budu spremne za ratne operacije. Ipak, početkom godine 1742. iz Ugarske je stiglo nekoliko tisuća neredovitih "Insurekcio" husara koji su se najviše iskazali tako što su opustošili okolicu Beča.

U međuvremenu sudbina Monarhije odlučivala se na obalama Dunava i u Češkoj. Khevenhüller je skupio nešto vojske za obranu Beča, ostavljajući glavninu ipak na sjeveru. Na sreću Austrijanaca, bavorski izborni knez Karl

Albrecht, u bojazni da će mu Francuzi i Sasi oteći Češku dok se on obračunava s Khevenhüllerom, odlučio je napustiti dolinu Dunava i krenuti prema Pragu. U rano jutro 23. studenog 1742. masa od 65.000 Bavaraca, Francuza i Sasa prešla je granicu i krenula na Prag koji su branile samo tri austrijske pješачke bojne većinom sastavljene od neiskusnih novaka. U noći 25./26. studenog, saveznici su na juriš zauzeli grad, zatekavši tamo potpuno nespremnju i iznenađenu obranu. Vijesti su ubrzo stigle u Beč i ogorčena carica napisala je češkom kancelaru: "...Ostala sam bez pameti. Mi moramo poduzeti sve da sačuvamo Češku, a vi (Philipp Kinsky) morate raditi i planirati na toj osnovi. Možda to izazove razaranja koja se neće moći popraviti u sljedećih dvadeset godina, ali ja moram imati i teritorij i zemlju (je veux avoir Grund und Boden), i na kraju imati ću sve moje armije i sve moje Mađare pobijene prije nego što ću ustupiti i jedan pedalj tla..."

Kad se Karlo Albert u Pragu okrunio za kralja Češke i za cara Njemačkog Svetog Rimskog Carstva, Marija Terezija je ostala samo kraljica Hrvatske i Mađarske i austrijska nadvojvodkinja.

Trenckovi Panduri

Na jednom od mostova pred Bečom stržu su držali panduri barona Trencka. Njegovi izviđači donose Khevenhülleru vrijedne informacije o snazi i rasporedu protivnika. U međuvremenu Khevenhüller nije mirovao na Dunavu nego je iskoristio zauzetost protivničke vojske u Češkoj da izbací francuski korpus kojim je zapovijedao Henri-Francois Segur iz Gornje Austrije. Početkom siječnja 1742. krenula je i austrijska vojska skupljena sa svih strana, ukupno 15.000 pješaka i 6000 konjanika. Ipred nje put joj utiru husari, nekoliko bojni Hrvata-graničara i Frei-Corpsa među kojima je najuspješnija momčad baruna Trencka. Kod Strengberga nedaleko Linza panduri-razbijaju nekoliko protivničkih satnija i otimaju pet brodova punih zobi i sijena za konjanništvo. Trenk za redom zauzima nekoliko manjih utvr-

Časnik slavonske husarske pukovnije, 1760.

Za razliku od pruskih kirasira i musketira, husari su bili sastavljeni od potpuno drukčijeg "tvoriva". Za mađarske husare suvremeni je francuski vojni pisac Mirabeau jednom napisao: "... Mađari imaju u sebi zasebnu iskru i prirodno nagnju ratnim smicalicama i igrama. Oni žive na zemlji prepunoj konja. Oni uče biti konjanicima od rođenja, i ne imajući ništa bolje za činiti u toj napola opustošenoj zemlji, uče konje raznim trikovima, postajući pravi majstori dresure. Njihova zemlja je slabo naseljena i poluidivlja. Za kretanje po njoj potreban je osjećaj za prostor i smjer kretanja, kako bi se mogli vratiti kući. S takvim svojstvima Mađari su mogli biti izvanredni laki konjanici bez potrebne obuke"...

Rat za austrijsku baštinu Marija Terezija je započela s osam redovitim austrijskih (mađarskih) husarskih pukovnija: Csaky, Karoly, Baranyay, Dessewffy, Havor, Pestvarmegyey, Spleny i Ghilany. Kasnije su podignute Belzenay 1741. i Esterhazy 1743. Iako su na hrvatskoj granici znatno kasnije ustrojene četiri redovite husarske pukovnije (Karlovačka 1746., Varaždinska 1746., Slavonska 1747. i Banska 1750.), već u ljeto 1741. Nadasdy je sa 400 hrvatskih husara u Češkoj. Jedan od najvažnijih razloga zbog kojega su ustrojavane redovite husarske pukovnije je njihova redovita opskrba svime što im je na terenu bilo potrebno uz pomoć Commissariata (vojne logistike). Neredovite i dragovoljačke postrojbe opskrbljivale su se na terenu u pravilu otimajući hranu za ljude i konje od stanovništva. Gotovo je jednako stradavalo stanovništvo na prijateljskoj i neprijateljskoj strani, i kako bi se to u najvećoj mogućoj mjeri izbjeglo, ustrojavane su redovite postrojbe. Mađarske pukovnije imale su osam do deset eskadriona s približno 1000 do 1500 ljudi, dok su hrvatske pukovnije bile znatno slabije s dva do četiri eskadriona, odnosno 300-600 ljudi.

Na ilustraciji je časnik Slavonske husarske pukovnije (Slavonische Grenzhusarregiment). Pukovnija je imala dva ili vjerojatno tri eskadriona, s približno 400 do 500 ljudi. Poznato je da je stijeg pukovnije poslije 1748. godine bio zelene boje. Slavonci su se posebno istaknuli u okršajima kod Strehlena (1760.) i Döbelna (1762.).

da i Khevenhülleru šalje zarobljenike - 2 časnika i 664 vojnika. Dio pljena je pet topova i 45 velikih pušaka. U noći 22. siječnja Trenck sa svojim pandurima zauzima vanjske položaje i jedno od predgrađa Linza. Do jutra je grad u rukama pandura. Francuski zapovjednik grof Segur može sa svojim ljudima napustiti grad uz uvjet da se jednu godinu ne smije boriti protiv Marije Terezije. U napadaju na grad ranjen je Trenck, a njegova je satnija imala 6 poginulih i 15 ranjenih. I tako dan za danom nižu se uspjesi.

Ne nailazeći na ozbiljniji otpor Austrijanci su upali u Bavariku, računajući kako je to najbolji način da bavorske postrojbe istjeraju iz Češke. S korpusom generala Bernklauba uputio se Trenck preko rijeke Isar. Ratnim

lukavstvom zauzeo je most omogućivši tako prelazak cijelog korpusa. Iznenadnim prepadom jedne graničarske bojne i Trenckovih pandura zauzeta je utvrda Deggendorf na Dunavu, neda-leko ušća rijeke Isar koju su držali Francuzi. Taj uspjeh omogućio je nesmetanu opskrbu austrijskog korpusa brodovima. Panduri znatno pomažu pri zauzimanju Mainburga i Neustadta, gdje su osvojili dvije protivničke pukovske zastave. Bavorskom generalu Fermianu panduri su 30. ožujka 1742.



oteli utvrdu Reichenhall na tirolskoj granici. U gradu je pronađeno skladište puno kamene soli koja je procijenjena na 300.000 forinti.

Usljedio je napadaj na glavni bavarski grad München koji su uz Bavarce branili i Francuzi. Pandurima je uspjelo prodrijeti kroz obranu i zauzeti knežev vrt uz dvor. Obrana je probijena na još nekoliko mjesta, tako da je grad položio oružje 6. svibnja 1742. Najteži napadaj u bavarskoj kampanji izveden je 22. lipnja na utvrdu Diesenstein na češko-bavarskoj granici koju su branili bavarski strijelci s dopukovnikom barunom Drechslerom. Nakon snažnog topničkog dvoboja koji je trajao cijelu noć porušen je dio zidina, a posada je ranu ujutro potražila spas u proboju. Najveći dio strijelaca je zarobljen ili je poginuo, a samo manji dio se uspio probiti. U gradu je zarobljena velika količina oružja, strjeljiva i hrane. U slučajnoj eksploziji skladišta s barutom teško je ranjen barun Trenck. Iznenađen tim uspjehom i brzim osvajanjem Diesensteina, general Khevenhüller ishodio je kod carice Trenckovo unaprjeđenje u čin dopukovnika. Iako slab od rana, Trenck sudjeluje u borbama za utvrdu Au koju brane Bavarci i Francuzi. Panduri odlučujuće pridonose pobjedi i stjecanju velikog pljena.

Među Bavarcima, Francuzima i Sasima nastala je velika pomutnja. Bavarci su napustili Češku hitajući kući. U međuvremenu skupljena austrijska vojska od 35.000 ljudi koju je vodio vojvoda Franz I. Stephan opkolila je 24.000 Francuza u Pragu. Iz Vestfalije stiže nova francuska vojska od 40.000 ljudi pojačana bavarskim korpusom od 15.000 ljudi. Franz Stephan prepušta opsadu slabijim snagama - hrvatskim i ugarskim lakim postrojbama i kreće u susret novoj opasnosti. Njemu se kod Plzena pridružuje Khevenhüller, tako da sada austrijska vojska broji preko 50.000 ljudi. Predtom silom ustupaju Francuzi i Bavarci i ostaju u Bavarskoj. Francuzi su uspjeli tek 6. prosinca 1742. probiti blokadu i povući se iz Praga. Do kraja godine 1742. u Češkoj i gornjoj Austriji više nije bilo francuskih i bavarskih vojnika.

Bavarsko-češka kampanja je jedan od rijetkih primjera gdje je uz pomoć lakih postrojbi cijela vojska istjerana s osvojenog područja bez ijedne važnije bitke. Na kraju je francuski korpus iz Praga napustio Češku u potpunom rasulu spašavajući samo gole živote.

Lake postrojbe

Iz kampanje 1741.-1742. Francuzi su izvukli pouku. Francuski maršal Saxe, čestitajući kasnije pruskom kralju na pobjedama, napisao mu je: "...Čini mi se da u svim razdobljima povijesti postoje dva osnovna načina ratovanja, gdje svaki od njih ima svojih prednosti.

Rimljani su slijedili jedan način, a ljudi Azije i Afrike drugi. Prvi su osvajali redom i stegom, a drugi rejdivima i iznenadnim provalama"... Francuski vojni pisac Grandmaison (1756.) bio je mnogo konkretniji: "...U tim kampanjama austrijski husari, Hrvati i slobodni korpusi uništavali su francuske konvoje, bolnice, depoe, postrojbe koje su skupljale hranu za ljude i konje, stalno isprobavajući i požurujući glavninu vojske." Saxe je usporedio učinak lakih postrojbe s teškim oklopnikom kojega su školarci s kamenjem natjerali da se povuče zbunjen i posramljen.

Za vrijeme austrijske opsade Praga pročulo se za slugu francuskog časnika imenom Fischer da se noću iskrada iz grada i napasa konje na otocima rijeke Vltave uzvodno od grada. Maršal Saxe uzeo je Fischera u svoju službu dajući mu zadaću da osnuje lake postrojbe prema uzoru na Austrijance. U studenom 1743. Fischer je maršalu pokazao svoju laku kompaniju slobodnih postrojbi sastavljenu od avanturista i pustolova, takozvanih Fischerovih lovaca (Chasseurs de Fischer). Kompanija se sastojala od 40 konjanika i 60 pješaka. Ratujući uglavnom protiv Britanaca i Hanovera, francuski lovci su stekli dobru reputaciju, a Fischer je dosegnuo čin brigadira konjanništva. Fischer je poginuo godine 1761. kad je njegov slobodni korpus dosegnuo snagu od 3600 ljudi, osam kompanija fuzilera, kompaniju grenadira, kompaniju lovaca, četiri eskadrona husara odnosno lovaca na konju (Chasseurs a Cheval), četiri eskadrona draguna i dva topa. Uz Fischera pojavit će se i drugi slobodni korpusi od kojih je jedino korpus La Morliere stekao reputaciju. Kopija ipak nije nikad dobra kao original, tako da su Hrvati našli put u i u francusku službu. Maršal Saxe je, vrlo vjerojatno vrbujući zarobljenike, osnovao godine 1746. laku pukovnicu Croates-Infanterie koja je nakon završetka rata 1748. raspuštena.

Pruski kralj nije vjerovao u lake postrojbe i slobodne korpus, i to je za cijele svoje vladavine davao do znanja, zato što su za njega one bile pojam nereda. Ipak, nakon prvih okršaja s pandurima i husarima odobrio je osnivanje odjela jegera na konju (Feldjäger-Corps zu Pferde) čija je zadaća bila pratnja glasnika koji su bili česta meta austrijskih lakih postrojbi. U listopadu 1742. odjel ima 60 ljudi, a 1744. narastao je na dva eskadrona. Iste godine osnovana je i kompanija jegera pješaka (Feldjäger-Corps zu Fuss). Kompanija je popunjena lovcima i drvosječama iz njemačkih šuma, vičnima životu u divljini. Početkom sedmogodišnjeg rata jegeri su povećani na dvije kompanije od 300 ljudi, a do listopada 1760. narasli su na 800. Na njihovu nesreću, iste godine na otvorenom polju nedaleko Span-

daua iznenadili su ih ruski Kozaci i sasjekli gotovo do zadnjeg čovjeka.

Za Francuzima i Prusima, ubrzo su i druge europske vojske započele osnivati lake postrojbe što je preraslo u sveopći trend zadnje trećine 18. stoljeća. Ipak, sve do američkog rata za nezavisnost i francuske revolucije ne će biti lakih postrojbi koje će se moći mjeriti s pandurima i husarima s hrvatske i mađarske Vojne granice.

Austrijski maršal Kaunitz dao je jedan od zanimljivih opisa hrvatskih graničara, opisujući u stvari djelovanje i vrijednost lakih postrojbi na terenu: "...Prema mišljenju javnosti ne može se suditi o 'Grenz' postrojbama. Ti ljudi su prvi koji dosegnu neprijatelja, koji održavaju bliski kontakt s njim i koji ga stalno drže u napetosti. Život Hrvata na terenu mnogo je opasniji, nekonformniji i neugodniji nego kod drugih postrojbi. Oni radije trče nago da hodaju. Nema toga što bi bilo teško za njih, a njihovi gubitci su jedva vrijedni spomena (ovdje Kaunitz misli na gubitke izvan bitke; od napora, posljedica hodnje, bolesti, hladnoće, oskudne ishrane i sl.). Ipak, zahvaljujući Hrvatima i husarima naša vojska može spavati na miru, i naše zemlje su sigurne od protivničkih reidova i pustošenja." U knjizi Geständnisse (III, 257) vojni pisac Cognazzo napisao je: "...Ni jedan general ne vjeruje da sa svojim postrojbama može opstati odvojen od glavnine vojske ako nema oko sebe nekoliko stotina ili nekoliko tisuća 'crvenih kabanica' (ovdje misleći na Hrvate odjevene u tradicionalne crvene kabanice s kapuljačom) raširenih okolo zbog sigurnosti. Mi smo uvijek imali nešto tih hrabrih ljudi koji nikad nisu bili okupljeni u jedan jedinstveni korpus."

Francuski pisac Pauli (1768.,VI.) primijetio je jednu zanimljivu osobitost austrijskih graničara i ruskih Kozaka, uspoređujući ih s lakim postrojbama drugih vojski: "...domaće postrojbe kao Hrvati ili Kozaci jednako su cijenjene po svojoj lojalnosti kao i izdržljivosti. Brojne zapadne lake postrojbe kronično (notorno) nisu imale takvih vrijednosti. Ljudi slobodnih korpusa imali su neograničenih mogućnosti dezertirati odnosno napustiti svoju postrojbu. Neki od njih su postigli karijeru prelazeći tako iz jedne postrojbe u drugu, svaki put sakupljajući razne opljačkane vrijednosti."

Problem izdržljivosti koja je iznimno važna za način djelovanja lakih postrojbi posebno spominje Grandmaison (1756.,16): "...Velika potrošnja ljudskih resursa u slobodnim korpusima de Grassin, La Morliere i Volontaires ide na račun toga što mladi ljudi koji su se prijavljivali u te postrojbe nisu mogli podnijeti napore službe. U zadnjem ratu naše bolnice su ih bile prepune."

“ZELENI HRVAT”, 1761.

Za vrijeme kratke okupacije Berlina godine 1760. sasko postrojbe su temeljito opljačkale poznat i bogat dvor u Charlottenburgu. Za odmazdu, pruski kralj Friedrich II. zapovjedio je da se jednako tako temeljito opljačka saski kraljevski dvor u Hubertsburgu. No, teško da je mogao pronaći pruskog časnika koji bi izveo takav barbarski čin. Zato je cijeli posao ostavio slobodnom korpusu (Frei-Corps) Quintus Icliusa koji je to sa zadovoljstvom učinio.

Slobodni korpusi u pruskoj službi novačeni su većinom u redovima pustolova, protivničkih dezertera i zarobljenika. Početkom sedmogodišnjeg rata slobodni korpusi su u Prusiji nicali jedan za drugim. Svi oni su nazivani prema imenima svojih zapovjednika, među kojima su poznatiji bili Mayr, Le Noble, Angelelli, Chossignon, Rapin, Wunsch, Hordt, Lubomirski, De Vegrer, itd. Ipak najpoznatiji i najveći i sa znatnom reputacijom bio je slobodni korpus Friedricha Wilhelma von Kleista ustrojen godine 1759. Kleist je bio član vrlo ugledne i bogate pruske plemićke obitelji i zapovjednik 1. redovite husarske pukovnije, tako da je bez većih problema dobio dopuštenje za ustrojavanje slobodnog korpusa. Godine 1759. ustrojio je novu slobodnu husarsku pukovnicu, prvo jedan eskadron, 1760. dva, a 1761. je dosegnuo puni sastav od deset eskadrona. Približno tim redom podizao je dvije pukovnije - ulane i dragune, s time da su ovi drugi bili poznati kao i grenadiri na konju. Godine 1761. ustrojio je jednu, a sljedeće godine drugu kompaniju jegera. No ono što je nama najzanimljivije su dvije bojne koje se u pruskim izvorima zovu ili pandurima ili Hrvatima. Prva je osnovana 1761., a druga 1762., sa ukupno 1600 ljudi. Odore cijelog slobodnog korpusa bile su zelene boje, tako da se javlja i naziv “Zeleni Hrvati”. Otkud Hrvati u pruskoj vojsci? Vrlo vjerojatno su vrbovani u zarobljeničkim taborima, što je bio čest slučaj u ono vrijeme. Konačno, korpus je imao i svoje topništvo, jedan top od 3 funte, dva od 6 i jednu haubicu od 7 palaca. Za razliku od Austrijanaca koji su imali istovrsne lake postrojbe, Prusi su svoje lake postrojbe organizirali u samostalne korpusne koji su imali svoje lako pješništvo, lako i srednje konjaništvo i topništvo. Kleistov slobodni korpus jačine oko 6200 ljudi djelovao je kao cjelina. Ipak, i tako ustrojeni nisu se mogli nositi s graničarskim lakim postrojbama.



Kolubšić

HZ

Muzej Stibbert - STUDIJA TURSKOG OKLOPA

Frederick Stibbert (1830.-1906.), britanski građanin koji je rođen Firenci, za svog života skupio je veliku i vrlo vijednu zbirku oružija i oklopa. Njegova vila s velikim parkom, fontanama i jezerom, koja se nalazi u prestižnoj četvrti Firence, pretvorena je u danas svijetski poznati muzej kojim upravlja država

Velimir VUKŠIĆ

Frederick Stibbert je godinama službovao u britanskoj gardijskoj pukovnici Coldstream Guard u Indiji, gdje je stekao brojna odličja i čin pukovnika. Nakon vojne službe vratio se u Firencu, gdje uspješno vodi trgovačku tvrtku. Velik dio kapitala koji je za života stekao uložio je u kupovinu oklopa i oružija. U njegovoj kolekciji nalaze se vrijedni primjerci nabavljeni u Japanu, Iranu (Perziji), Turskoj i Europi. Većina je uglavnom iz 16. i prve polovice 17. stoljeća, iako ima nekoliko kompletnih oklopa s kraja 15. i nekoliko prsnih oklopa i kaciga s početka 18. stoljeća. Stibbert je dao izraditi 15 drvenih figura konjanika i 20 pješaka koji su obučeni u oklope. Najvrjedniji dijelovi zbirke su četiri turska oklopa za jahača i konja, od kojih su tri nastala oko godine 1520., a jedan nešto kasnije. Na priloženoj studiji nalazi se turski konjanički oklop izrađen oko godine 1520. koji je vrlo vjerojatno pripadao spahiji garde zato što je takav posebno skup oklop, vrlo fine izradbe, mogao imati samo najelitniji osmanlijski konjanik.

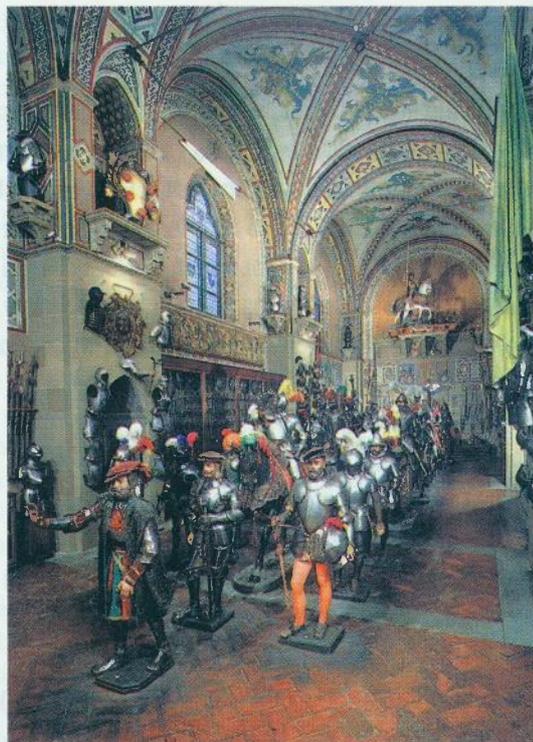
Spahije garde

Sultan Murat I. (1362.-1389.) postavio je temelje budućoj osmanlijskoj vojsci osnivajući prve redovite (regularne) postrojbe sastavljene od pješaka (*yaya*) i konjanika (*musellem*). Ipak, u strahu od provincijskih begova koji bi mogli zaprijetiti njegovoj vlasti, Murat I. započeo je organizirati zasebnu vojsku nazvanu Kapikulu (gardijski) korpus, sastavljen od vojnika-robova

koji bi bili odani samo njemu. Pješaci su nazvani *yeni-ceri* (nova vojska), ili janjičari, a konjanici *sipahi* (dječaci), odnosno spahije. Sultanu je tradicionalno pripadala jedna petina osvojenog plijena, kojom je mogao izdržavati novi korpus. Kapikulu korpus postupno je postajao sve veći, tako da je za vrijeme sultana Sulejmana I. Veličanstvenog (1520.-1566.) dosegao broj od 48.000 ljudi, uključujući 20.000 janjičara i 12.000 spahija.

Konjaništvo Kapikulu korpusa bilo je najprestižniji dio osmanlijske vojske - elita u eliti, i taktički njegov najvažniji dio. Početkom 16. stoljeća konjaništvo sultanove garde bilo je organizirano u šest pukovnića. Četiri najstarije pukovnije, poznate pod nazivom Boluci (*bölük halkı* - vojnici pukovnije), sastojale su se od 1. i 2. pukovnije Olufeci (plaćenici) i 1. i 2. pukovnije Guerba (siromašni stranci). Svaka od pukovnića imala je 500 konjanika. Dvije mlađe, veće i najprestižnije pukovnije bile su Sipahi od 3500 konjanika koji su u bojnom redu zauzimali počasno mjesto desno od sultana i Siledari (*silâthar* - onaj koji nosi oružije) od 2500 konjanika koji su stajali lijevo od sultana.

U vrijeme Sulejmana I. konjanici garde, prema plaći koju su dobivali za svoju službu, imali su pravo na naoružane pratitelje i robove, odnosno slugu; Sipahi su imali pet, Siledari četiri do pet, Olufeci dvojicu do trojicu i Guerba jednoga slugu. Ukupno se tabor gardijskog konjaništva na kampanji sastojao od oko 30.000 ljudi i jednako toliko konja i deva. Konjanici garde su na svojim zeleno obojenim kopljima nosili zastavice u različitim bojama - Sipahi crvene, Siledari žute, Olufeci crveno-bijele i bijelo-crvene i Gureba zeleno-bijele i bijelo-zelene.



Oklop

Oklopi za jahača i konja na istoku nisu nikad dosegli težinu i kakvoću zaštite kao oklopi na zapadu. Toplija klima, lakša građa ljudi i konja, kao i potreba za većom pokretljivošću na bojnom polju odredili su lakšu konstrukciju turskih oklopa. U brojnim kampanjama u Europi, Turci Osmanlije sukobljavali su se s najtežim protivničkim oklopljenim zapadnim konjanicima, zbog čega su, za razliku od Iranaca (Perzijanaca), Mameluka, Indijaca i drugih istočnih ratnika, bili primorani oklopiti znatan dio svojega teškog konjaništva.

Oklop za konja, sastavljen od brojnih pločica, poznat je još iz ranog antičkog doba. U Kairu u kolekciji dr. Abbotta nalaze se brončane pločice egipatskog konjaničkog oklopa iz 10. stoljeća prije Krista. Perzijski teški konjanici iz vremena Aleksandra Makedonskog (4. st. p. K) imali su oklope od kožnatih ili brončanih pločica na svojim konjima. Jedan takav oklop pronađen je na lokalitetu Defonneh blizu Memphisa u Egiptu. Na Yale University u SAD-u nalazi se rimski oklop iz vremena oko 250. godine, otkopan na obali rijeke Eufrat na lokalitetu poznatom kao Dura-Europos, sastavljen od željeznih pločica povezanih brončanom žicom.

Žičane košulje i oklope od pletene žice nosili su ratnici u gotovo svim vremenima na svim mjestima. Najstariji poznati primjerci su iz vremena antičke Asirije, oko 9. stoljeća p. K. Na zapadu je žičani oklop u uporabi od vremena Rimskog Carstva.

Na ilustraciji je kompletan turski oklop za konja i jahača, izrađen približno godine 1520. Cijena izradbe takvog oklopa bila je iznimno

Spahija sultanove garde, 1520. godine



Vo Vuksić

visoka, tako da su ga mogli imati poglavito visoki turski zapovjednici i konjanici garde. Takav oklop imao je i manji dio od 7000 spahija garde u bitki na mohačkom polju godine 1526.

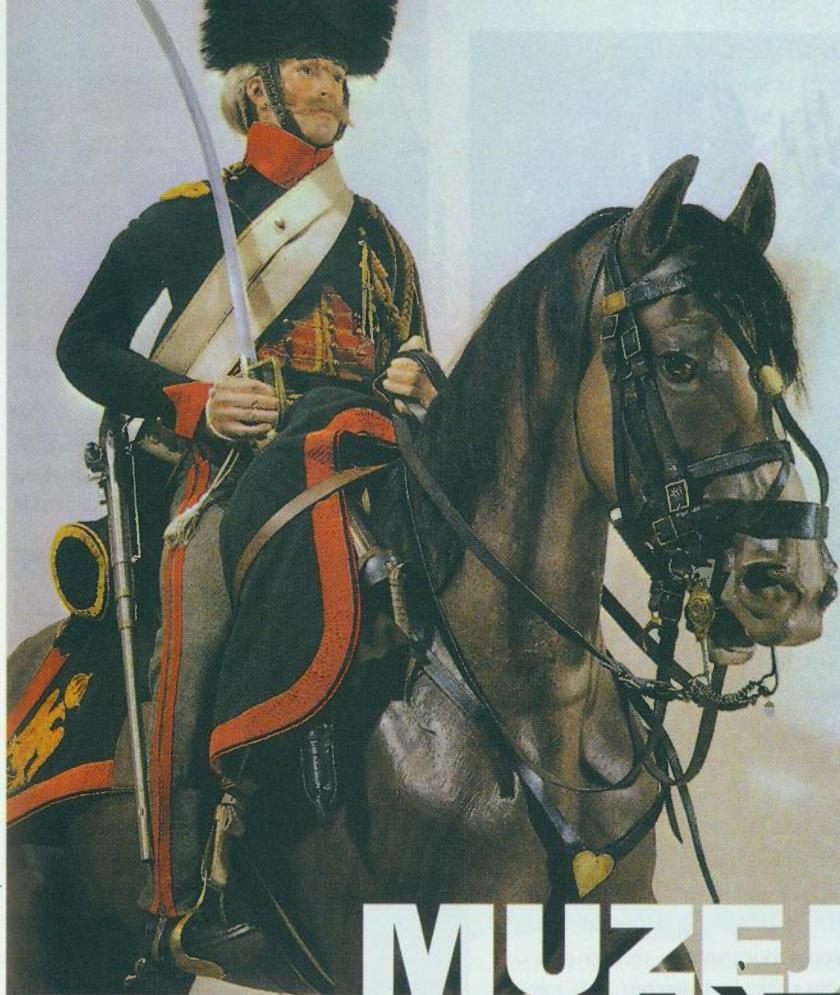
Oklop za jahača sastoji se od deset cjelina: od kacige šišak (*cicak*) s pomičnim nasalom i pločicama za zaštitu obraza i vrata, žičane košulje pojačane pločicama oko pojasa i na leđima *karazin* (čiji naziv snažno sugerira zapadno podrijetlo - korazin, koraca - oklop), žičanih rukava, metalnih ploča za zaštitu podlaktica i zglobova ruke (*kolluk*), kožnih rukavica sa zaštitnim pločicama, nogavica s metalnom okruglom pločom za zaštitu koljena i metalnim pločicama na natkoljenici te metalnih ploča za zaštitu potkoljenica.

Oklop konja sastoji se iz osam cjelina: zaštite glave i obraza, zaštite vrata, pojačane zaštite donjeg dijela vrata i prsa, zaštite prsa, zaštite leđa, zaštite bokova i stražnjeg dijela. Rubovi svake od cjelina presvučeni su kožom koja je učvršćena brončanim zakovicama. Pločice oklopa međusobno su povezane žičanim prstenovima kao što je prikazano

na ilustraciji. Kožnim remenjem dijelovi oklopa povezuju se u cjelinu. Težina oklopa za konja je 25-30, a za jahača oko 12 kilograma bez kacige.

Osnovno naoružanje spahije garde za blisku borbu sastojalo se od koplja (sünü) dužine oko 4 metra, sablje kilid (*kilic*) ili šimšir (*simsir*), buzdovana (*bozdogan*), topuza (*topuz*), mlata (*amud*) i bojnog čekića (*nacak*). Naoružanje za daljnu borbu sastojalo se od lakog koplja za bacanje (*gönder*), kompozitnog luka (*yayin*), torbice za luk (*kirban*) i torbice za strijele (*terkes*). E





Musée de l'Empéri

MUZEJ L'EMPÉRI

Vladimir BRNARDIĆ

Muzej l'Empéri (*Le Musée de l'Empéri*) po mnogočemu je jedinstveni muzej u svjetskim razmjerima. Nastao je 1967. premještanjem zbirke braće Jeana i Raoula Brunona u dvorac l'Empéri u provansalskom gradiću Salon-de-Provence. Zbirka je ušla u sklop Vojnog muzeja (*Musée de l'Armée*) u Parizu, odnosno postala je, iako formirana u zaseban muzej, njegova svojevrsna filijala.

Povijest zbirke i muzeja

Zbirka Raoula i Jeana Brunona je nastala potkraj prošlog stoljeća u dječjoj sobi obiteljske kuće u Marseilleu. Prvi predmeti zbirke pristigli su 1908. u jednom sanduku što ga je donio njihov stric dr. Raoul Brunon. U njemu se nalazila puška Chassepot, čako nacionalne garde i logorska kapa pješastva iz doba Napoleona III., bavarska kaciga iz 1870. i mnogi drugi predmeti. Prije no što su braća otišla u rat 1914. njihova zbirka je već imala više od 200 predmeta. Raoul je služio kao alpski lovac i poginuo prigodom juriša kod mjesta Chemin des Dames 1917. Jean je služio

u 57. topničkoj pukovniji. Oba brata odlikovana su Ratnim križem. Dok su bili na bojištu braća su skupljala različite predmete i slala ih kući, kako su pisali u pismima "...za budući muzej!" Nakon rata Jean Brunon je uz pomoć brojnih poznanika i prijatelja i dalje nastavio sakupljati svakovrsne predmete vezane na bilo koji način uz francusku vojsku u razdoblju od 1700. do 1918. Petnaestak godina nakon svršetka rata zbirka je postala toliko velika i važna da je njezin utemeljitelj odlučio pokrenuti projekt kreiranja velikog vojnog muzeja. Projekt je prekinuo novi, II. svjetski rat. Iako u opasnosti zbirka je gotovo netaknuta preživjela rat. Nakon rata uz pomoć sina Raoula Jean Brunon nastavio je svoj životni projekt, koji napokon zaživio 1967. u dvorcu l'Empéri. Jean Brunon, vjerojatno najveći privatni skupljač u Europi i jedan od najvećih u svijetu dosanjao je svoj san ostavši aktivan u muzeju sve do smrti 1982. u 82. godini života.

Muzej

Prva prostorija muzeja je stara kapela pretvorena u ulaznu prostoriju i recepciju. Ukrašena je oružjem i oklopima iz vremena

U najstarijoj utvrdi Provanse smještena je jedinstvena zbirka više od 10.000 izložaka: povijesnih odora, oružja, slika, pukovnijskih zastava i topova. Aranžirani uz pomoć 150 pješačkih i konjaničkih figura u tridesetak bogato ukrašenih dvorana pričaju priču o tri stoljeća vojne vještine i ratne povijesti Francuske

kasnog srednjeg vijeka, te 16. i 17. stoljeća. Postav upotpunjuju i četiri figure od kojih dvije obučene u oklope iz 15. i 16. stoljeća, a druge dvije u konjanika i pješaka pikenira iz 17. stoljeća.

Lijevo od ulazne dvorane nalaze se dvije dvorane u kojima je predstavljena povijest regularnog vatrenog oružja francuske vojske od kraja 17. stoljeća pa sve do završetka I. svjetskog rata. Tu je izloženo oko 200 musketa, arkebuza, pušaka fitiljača i kremenjača, musketona, karabina, samokresa i revolvera izloženih i sistematiziranih prema sustavu mehanizma za opaljivanje i povijesnim razdobljima.

Kraljevska vojska 1715.-1791.

Začeci ustroja regularne stajaće francuske vojske datiraju još iz vremena vladavine kralja Karla VII. polovinom 15. stoljeća. Ipak, tek su njegovi nasljednici Luj XI. i Franjo I. ustrojili pravu stajaću vojsku. Ali tek za Luja XIV. godine 1715. francuska vojska postaje jedinstvena sila u službi vladareve apsolutne moći. Razdoblje vladavine Luja XV. obilježila su tri velika rata: rat za poljsko naslijeđe (1733.-1739.), rat za austrijsko naslijeđe (1741.-1748.) i sedmogodišnji rata (1756.-1763.), te američki rat za nezavisnost (1776.-

1783.). Do kraja vladavine Luja XIV. već je bio dovršen proces ustrojavanja vojske. Pješaštvo je imalo više od 400.000 vojnika raspoređenih u više od 250 pukovnija od kojih 35 stranih plaćenika. U isto vrijeme bilo je 83 pukovnije konjanništva. Vojsku je upotpunjavala i Kraljevska garda.

Razdoblje kraljevske vojske predstavljeno je u dvije veličanstvene dvorane iz 13. stoljeća smještene jedna uz drugu. U četrnaest vitrina smješteni su predmeti koji ilustriraju različite rodove vojske i njihovu evoluciju sve do vremena vladavine Luja XV. i XVI. Pojedine cjeline i rodovi su predstavljeni prema redosljedu iz ondašnjeg popisa vojske (*ordre de bataille*): prvi je bio generalitet, a zatim Kraljevska garda (*Maison du roi*), maršalat, pješaštvo, konjica, topništvo, inženjerija i mornaričke postrojbe. Posljednje vitrine namijenjene su pojedinim pohodima. Sve vitrine dupkom su ispunjene različitim oružjem, odorama, kapama i kacigama, zastavama, bubnjevima, sedlima, te drugim dijelovima opreme. Pet je kompletnih odora predstavljeno na figurama u prirodnoj veličini. To su dragunski časnik, žandar, kraljevski gardist u odori s kraja vladavine Luja XVI., brigadni general (maréchal de camp) i grenadir iz pješačke pukovnije de Hainault. Vrlo rijedak izložak predstavlja husarska kapa *bonnet* s kraja 18. stoljeća, kao i par vojničkih cipela. Zanimljive su i konjaničke kacige inspirirane oblicima iz vremena antike. Kirasirski oklop časnika Kraljevske kirasirske pukovnije



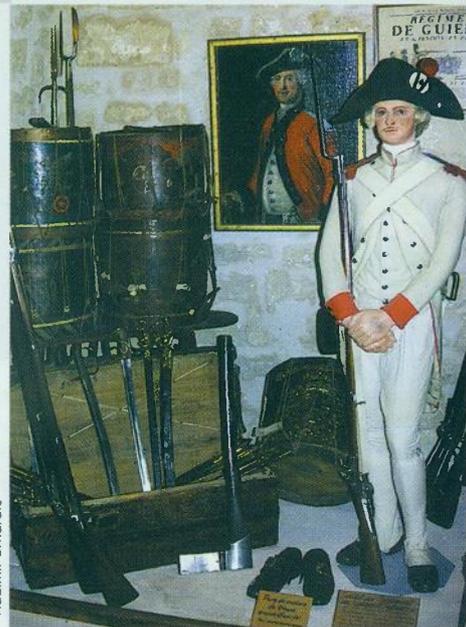
Vladimir Brnardić

Ulazna dvorana. Oružje od 15. do 17. stoljeća, figura vojnika u prirodnoj veličini, slijeva nadesno: pikenir 17. stoljeća, arkebuzir 17. stoljeće i viteški oklop 15.-16. stoljeće

scipline i s mnogo improvizacija, ali vrlo učinkovita. U vrijeme najveće opasnosti vojska je imala gotovo milijun ljudi organiziranih u 14 armija. Uslijedili su ratovi što su potrajali gotovo deset godina. Od 1791. do 1793. odbijeni su napadaji europske koalicije, a 1795. ostvarene su pobjede u Švicarskoj, uzduž granice na Rajni sve do Sjevernog mora. Pohod 1796.-1797. i bitke kod Arcole, Rivolija i Lodija iznjedrile su vojnički genij Napoleona Bonaparte, a sljedeći pohod na Italiju i bitka kod Marenga 1800. samo su ga još potvrdile. U međuvremenu je uslijedio egipatski pohod koji je Napoleonu donio novu slavu.

Nakon obilaska dvorana Kraljevske

bojištima protiv svih vojski europske koalicije. U ovoj izložbenoj cjelini posebnu vrijednost predstavljaju drvene, obojene figure vojnika linijskog i lakog pješaštva izrađene 1796. prema suvremenom predlošku. Velike su 25 cm, a izradio ih je majstor iz Strasbourga. Druga izložbena dvorana ponajprije je usmjerena na ekspediciju u Egipat 1798.-1801. To nije bio samo vojni nego i znanstveni pohod koji je doveo do mnogih važnih otkrića poput nalaza kamena iz Rozete koji je omogućio dešifriranje hijeroglifa. U velikoj vitrini smještene su figure pješaka linijske pukovnije i mameluka, orijentalno oružje, turski i mamelučki stjegovi-tugovi, te odljev kamena iz



Vladimir Brnardić

Kraljevska vojska 1715.-1791.

Vojnik grenadirske satnije pješačke pukovnije de Hainault oko 1780. Portret časnika švicarske pješačke pukovnije d'Erlach. Bubnjevi i oružje pješaštva iz doba Luja XV. i Luja XVI. Dolje se vide vojničke cipele iz vremena Luja XVI.

Pohod na Egipat 1798.-1801. Vojnik polubrigade linijskog pješaštva i mameluk.

Dolje: prvi tom i naslovnica knjige "Opis Egipta" (Description de l'Égypte). Lijevo, sarkofag iz doba XXI. dinastije, a desno turski stijeg - tug



Musée de l'Empire

(*Cuirassiers du roi*) sastavljen od prsnog i lednog djela teži 19 kg. U izložbenom postavu upotpunjava ga trorogi šešir kakve su nosili konjanici, ojačan s željeznom rešetkastom kalotom. Topništvo je predstavljeno modelom topa sustava Gribeauval izrađen u mjerilu 15:100. Ovaj topnički sustav djelo generala Gribeavala iz 1765. bio je tada najbolji na svijetu. U uporabi francuske vojske zadržao se sve do 1830. posebno obilježivši pohode u doba revolucije i Prvog carstva.

Prva republika 1792.-1803.

Francuska revolucija djelomice je izmijenila, a djelomice poprimila vojno nasljedstvo monarhističke vojske. Stvorena je nacionalna vojska sastavljena pretežito od dragovoljaca, s časnicima izdignutim iz borbe, isprva bez di-

vojske stubama se penje na kat, gdje su četiri dvorane rezervirane za prikaz povijesti republikanske vojske. Odmah na početku prve dvorane velika je vitrina koja prikazuje konjicu do 1800. U njoj se nalaze tri potpuno odjevene i opremljene figure, jedna od njih i s konjem. Zajedno s konjem postavljen je konjanik 25. pukovnije. Do njega je liječnik 10. husarske pukovnije, a posljednja figura predstavlja husara 7. pukovnije u paradnoj odori. Sama vitrina ima dvije stranice izrađene od ogledala koja odražavaju punoću figura, te omogućavaju pogled s više strana. Ostale vitrine prikazuju formiranje republikanske vojske: ustroj, odore, naoružanje i učinkovitost. Posljednja vitrina unutar ove skupine evocira pohode i bitke iz razdoblja 1792.-1795. na svim

Rozete, sarkofag iz vremena 21. dinastije i velika tiskana knjiga "Opis Egipta" (*Description de l'Égypte*). U trećoj, najmanjoj dvorani predstavljeni su pohodi 1796.-1797. i 1800. Izloženi su pretežito objekti, slike i gravure, te dokumenti. Među njima je i jedna zapovijed o dodjeljivanju novih zastava Talijanskoj vojsci u Milanu 1796. Bilo je to prvi put da su imena pobjeda upisana na zastave. U posljednjoj, četvrtoj dvorani treba istaknuti figuru časnika grenadira Nacionalne garde Pariza iz 1790., te zastavu nacionalne garde iz Olonzaca i bubanj nacionalne garde iz Orléansa.

Prvo carstvo 1804.-1815.

Velika vojska (*la Grande Armée*). Velika vojska jedan je od najboljih dokaza Napoleonovih organizacijskih sposobnosti.



Vladimir Brnardić

Prva Republika 1792.-1803. Konjaništvo oko 1800. Slijeva nadesno: husar 7. pukovnije u paradnoj odori, liječnik 10. husarske pukovnije u fraku i konjanik 25. pukovnije s konjem

Bila je to jedinstvena formacija kakvu raniji vladari nisu nikada imali na raspolaganju. Velika vojska se sastojala pretežito od pješništva - 117 pukovnija, od toga 27 lakog pješništva, u vrijeme konzulata, a najviše, 243 pukovnije 1813. Za razliku od doba revolucije važnost konjaništva je u doba Carstva porasla. Brojka od 80 pukovnija 1805. narasla je na 93 posljednjih godina Carstva. Važnost topništva se udvostručila od vremena konzulata, a od 1809. je uloga velikih bitnica postala kapitalnom u bitkama. Posebnu snagu činila je Carska garda pod direktnim Napoleonovim zapovjedništvom koja je narasla do veličine 100.000 vojnika.

Razdoblju Carstva općenito je posvećeno pet izložbenih dvorana. Prva dvorana predstavlja počasnu salu dvorca (*Salle d'Honneur*) ukrašenu monumentalnim gotičkim kaminom s kraja 15. stoljeća. Tu su izloženi objekti i dokumenti različitih formacija Napoleonove vojske kao uvod u dvorane posvećene vojnim pohodima. Na zidovima u posebnim malim vitrinama smještene su razne zastave Carske garde, Kraljevske talijanske garde, pješništva i konjice. Mnoge od njih dodijelio je osobno Napoleon 1804. na Marsovu polju, a na njima su upisana imena mnogih poznatih bitaka. Lijevo od kamina je u tri vitrine predstavljena Carska garda, svi njezini rodovi: pješništvo minijaturalnim portretom generala Dorsennea, kao pukovnika grenadira garde; konjica kaputom generala d'Ornanoa, zapovjednika draguna, te topništvo, marinci i Kraljevska talijanska garda. Na desnoj strani u dvije vitrine do u detalje su predstavljene razlike u odorama, naoružanju i opremi linijskih trupa u prvih šest godina: prvenstveno pješništva i topništva, a zatim i konjice. Postav upotpunjava i šest figura od kojih jedna na konju: brigadni general kao pobočnik iz 1804. i pet časnika i vojnika Carske garde; grenadir, časnik pješćkih lovaca (*Chasseurs a pied*), lovac na konju

Musée de l'Empéri



Prvo Carstvo (1804.-1815.). Dvojica časnika 5. husarske pukovnije. Figura lijevo odjevena je u ljetnu bijelu odoru s poljskom konfederatorskom kapom. Figura desno odjevena je u pohodnu odoru, s kožom postavljenim dugim hlačama



Musée de l'Empéri

Prvo Carstvo (1804.-1815.). Brigadni general lakog konjaništva, divizijski general na konju, časnik Chevau-Légersa i karabinijer. Sve odore pripadaju razdoblju s kraja Carstva

njskom logoru, a završeni mirom u Beču. Na ulazu u salu stoji zemljovid s itinererom i glavnim bitkama pohoda. Prva vitrina u potpunosti je posvećena pohodu 1805. i bitkama kod Ulma i Austerlitz. Među izlošcima u njoj ističu se šešir časnika 14. linijske i sablja vođe orkestra (*tambour-major*) 4. linijske pukovnije. Ove pukovnije istaknule su se u napadaju na krilo ruske vojske na Pracenskim visovima u bitci kod Austerlitz što je imalo znatan utjecaj na ishod bitke. Slijede vitrine u kojima su predstavljeni pohodi na Prusiju 1806. (Jena,

Chassurs a cheval), dragunski i topnički časnik, te kaplar bojne marinaca. U vitrini posvećenoj lakoj konjici nalaze se sablje, konjska oprema, dijelovi odore i dvije figure časnika 5. husarske pukovnije, jednog u ljetnoj bijeloj odori, a drugog u pohodnoj odori.

Pohodi 1803.-1809. U ovoj sali predstavljeni su pobjedonosni pohodi započeti u Bulo-

Auerstadt), Poljsku 1807. (Eylau, Friedland) i Austriju 1809. (Eckmühl, Aspern, Wagram). Među najvrjednijim izlošcima ovog dijela su kirasirska kaciga i oklop pronađeni nakon bitke kod Essling-Wagrama, čako 56. linijske pukovnije i živopisna kapa od medvjedeg krzna austrijskih grenadira. Posebice je neobičan kirasirski oklop, odnosno njegova prednja strana koju je probušilo topovsko zrno. U ostalim vitrinama nalaze se različiti objekti vezani uz vojnike Carstva, te pobočnike i generale. U dvije velike vitrine postavljene su i figure. U prvoj, posvećenoj konjici, nalazi se pet figura: pukovnik kirasira, kirasir 1. pukovnije na konju, viši časnik 7. pukovnije lovaca na konju, husar na konju iz 7. pukovnije i dragun 14. pukovnije opremljen kao pješak. U drugoj se, uz dvije figure: narednika karabinijera 8. pukovnije lakog pješništva i fizilira (*fusilier*) 8. pukovnije linijske pješništva, nalaze trofeji iz ratova s Austrijom-zastave zadobivene prigodom opsade Mantove 1796., u bitci kod Marenga 1800. i Austerlitz 1805.

Car Napoleon, maršali, generali, legija časti. Ovoj izložbenoj cjelini posvećena je jedna mala, ali po svojim izlošcima najprestižnija dvorana. Jedna vitrina posvećena je Napoleonu. U njoj se nalazi njegov šešir iz vremena sredine Carstva, značka koju je Napoleon stavio na šešir prigodom povratka iz progonstva s Elbe kad se 1. V. 1815. iskrao u Francuskoj, te rukavice nošene u pohodu na Egipt. Tu je i zastava 1. pukovnije grenadira garde iz vremena pohoda na Rusiju, brončana skulptura orla, knjiga iz njegove biblioteke, autografi, suveniri princa Eugena i mameluka Roustana. U vitrini nasuprot su predmeti i autografi nekih maršala: Davouta, Bessieresa, Macdonalda i Poniatowskog. Posljednja vitrina posvećena je ordenima Carstva. U njoj su izloženi svi modeli odlikovanja Legije časti, najvišeg francuskog odlikovanja ustanovljenog po Napoleonu 1802., kao i orden Željezne krune, također ustanovljen po Napoleonu 1805. Tu je i ordenje koje su ustanovila Napoleonova braća kao kraljevi Italije, Napulja, Španjolske i Westphalie.

Pohodi 1812-1815. Jedna od najvećih dvorana posvećena je razdoblju dekadencije Carstva, od tragičnog rata u Španjolskoj (1808.-1814.), preko pohoda i povlačenja u Rusiji (1812.), borbi u Saskoj (1813.), genijalne i herojske obrane Francuske (1814.), pa sve do progonstva na Elbi i legendarnog povratka, te konačnog kraja u bitci kod Waterlooa (1815.). Izložene su kacige, čakoi, odore i oružje koje su nosili brojni vojnici raznih pukovnija prisutnih kod opsade Saragoze, u bitci kod Borodina, Leipziga ili Montmiraila. Tu su i predmeti pronađeni na brojnim bojištima poput mača časnika lakog pješništva poginulog

Drugo Carstvo
(1852.-1870.).
Grenadir, kantinjerka
bubanj 1. pukovnije
grenadira carske
garde
(1860.-1870.)



Musée de l'Empéri

restauracija, a s njom i reforma vojske. Potkraj reforme vojska se sastojala od 100 pješačkih, 56 konjaničkih, 14 topničkih i tri inženjerska puka. Odore, a posebice oružje ovog doba doživjelo je brzu evoluciju. Smanjena su pokrivala za glavu, uvedene su crvene hlače koje su se zadržale u uporabi sve do 1915., tunike i crna vojnička oprema, te je 1840. u čitavu vojsku uvedeno perkusijsko oružje. Ustrojeni su i nove bojne lovaca (Chasseurs à Pied).

Ovom povijesnom razdoblju posvećena je najveća dvorana dvorca L'Empéri.

u bitci kod Smolenska, kacige kirasira 14. pukovnije iskopane iz zemlje kod Leipziga, topovskih zrna skupljenih kod Borodina i Toulousea, drška pruske sablje iz borbi 1814. koju je stotinu godina kasnije kod mjesta Chemin des Dames pronašao Raoul Brunon prigodom kopanja rova u I. svjetskom ratu ili Ordena legije časti lovca na konju Carske garde oštećenog udarcem sablje u bitci kod Waterlooa. Tu su još i prikazi pruskih, engleskih, austrijskih, ruskih i španjolskih vojnika, službena carska pisma, bilteni Velike vojske i zemljovid. U četiri velike vitrine izloženo je oko petnaestak figura. U prvoj vitrini posvećenoj ratu u Španjolskoj uz francuske i španjolske zastave, španjolske puške, pionirski oklop i kacigu nalaze se tri figure: engleski vojnik 83. pješačke pukovnije, viši časnik 22. dragunske pukovnije i carski žandar u Španjolskoj. U sljedećoj vitrini podijeljenoj na dva dijela nalazi se više figura: grenadir linijskog pješaštva, časnik lakog pješaštva sa šeširima i u kaputu, lovac na konju i husar 9. pukovnije s čakom u obliku izduženog valjka, te general brigade lake konjice u husarskoj odori s orijentalnom sabljom, divizijski general na konju, časnik lake konjice (*chevau-légers*) i karabinijer. U trećoj vitrini uz čakove i kacige izložene su i dvije zastave iz 1815. Prva je pripadala 56. linijskoj pješačkoj pukovnici koja se borila u bitci kod Lignya, a druga 5. pukovnici draguna koja je osim Lignya sudjelovala i u bitci kod Wavrea. U vitrini su i dvije figure: časnik stjegonoša linijskog pješaštva i crveni lancer garde. Straga je originalna skica za sliku E. Detaillea "Prema slavi" (*Vers la Gloire*) Panteona. U posljednjoj vitrini uz brojne sablje i puške, te druge dijelove vojne opreme iz pohoda u Saskoj 1813. nalaze se i tri figure: voltizera linijskog pješaštva, časnika kirasira i draguna opremljenog kao pješaka. U posljednjoj sali ovog postava izloženi su suveniri vezani uz progonoštvo Napoleona na Sv. Heleni poput njegovog kreveta ili osobne pomorske zastave korištene tijekom progonoštva na Elbi.

Od restauracija do Drugog Carstva 1814.-1851.

Nakon propasti Carstva uslijedila je



Vladimir Brnordic

Drugo Carstvo (1892.-1870.).
Konjaništvo Carske garde: lancer,
trubač vodiča i trubač kirasira,
te karabinijer

Podijeljena je u dvije cjeline, prva se odnosi na vojsku metropole od 1815. do 1840., a druga je posvećena afričkoj vojsci i osvajanju Alžira od 1830. do 1857. U vitrini nakon ulaza skupljeni su oklopi, kacige, te mačevi i sablje karabinijera, kirasira i draguna. Na desno u maloj vitrini predstavljena je osobna Kraljevska garda koju je Luj XVIII. ponovno obnovio 1814. po uzoru na onu iz starog režima, te Kraljevska garda ustrojena po uzoru na Napoleonovu Carsku gardu. U vitrini je postavljeno pet figura: žandar na konju i musketir prve satnije Kraljevske garde iz 1814.-1815., zatim fizilir švicarskog i grenadir francuskog pješaštva Kraljevske garde 1820.-1830., te viši časnik Kraljevskog gardijskog zbora. Malo dalje na lijevo u dvije vitrine izložene su odore linijskih trupa od 1814. do 1850. Vrlo je uočljiva evolucija odora, posebice oblik čakova koji sve više poprima oblik cilindra. Posebice je zamjetna vatrenocrvena odora husara. Tu je također nekoliko figura: lovac na konju Kraljevske garde 1824.-1830., bubnjar Nacionalne garde Pariza 1814., časnik departmanske legije 1816.-1820., časnik lovaca na konju 1823.-1830., lancer iz Nemoursa 1831.-1837., časnik topništva 1816., kirasir 1825.-1830. i husar 1831.

Afrička vojska - Osvajanje Alžira 1830.-1857.

Francuzi su se odlučili na vojnu ekspediciju u Africi, odnosno Alžiru zbog stalnih

piratskih prijetnji i napadaja. Vojnici su se morali naviknuti na klimu i prostor sasvim drukčiji od Francuske. To je ujedno i uvjetovano inovacije i prilagodbu kod odijevanja, opremanja i naoružavanja vojske. Afrička vojska je zbog svoje tradicionalne hrabrosti i borbenosti unatoč teških uvjeta uvijek zauzimala važno i počasno mjesto u francuskoj vojsci. Iako danas više ne postoji tradiciju afričke vojske nastavlja elitna postrojba par excellence - francuska Legija stranaca.

Odmah nakon prolaza sačinjenog od dvije vitrine u obliku monumentalnih vrata dolazi se pred veliku vitrinu u kojoj se nalazi najveći dio fonda ovog dijela dvorane. Na pozadini u unutrašnjosti šatora izložene su figure: alžirskog spahije 1850., časnika i vojnika Zuava (*Zouaves*) Carske garde ispred fotografije tabora u Châlonsu 1858., časnika i konjanika afričkih lovaca (*Chasseurs d'Afrique*) sa zastavom 4. pukovnije 1853.-1860. i alžirskog strijelca (*tirailleur*). Među figurama su i zarobljene zastave: dvije marokanske iz bitke kod l'Isly 1844. i turske zadobivene prigodom juriša na Constantine 1837. Novoustrojene postrojbe afričke vojske odjevene su u trobojne odore, a njihove redove je popunjavalo pretežito domaće stanovništvo uz Francuze uglavnom kao časnike posebice kod Zuava i afričkih lovaca. Zuavi su ustrojeni 1830., a afrički lovci 1831. Druge dvije specifične afričke postrojbe spahije i strijelci (*Tirailleurs*) ustrojeni su 1834., odnosno 1841. U ostale četiri vitrine izloženi su razni objekti vezani uz ratovanje u Africi. Pretežito su to zemljovidi, slike, dijelovi opreme i oružje, ali i neki značajni "suveniri" poput posrebnog karabina što ga je kaplaru Lavyssiéru iz 8. bojne orleanskih lovaca poklonio princ kao jedinom preživjelom, koji je sačuvao svoje oružje, u borbi kod Sidi-Brahima. Tu je i crvena sablja što ju je zapovjedniku afričke vojske vojvodi d'Aumale uručio emir Abd el-Kader prigodom svoje predaje kod Djemma-Ghazaoueta 1847.

Drugo Carstvo 1852.-1870.

Drugo Carstvo proglasio je 1851. princ predsjednik Luj-Napoleon proglašivši se po uzoru na svog strica carem Napoleonom III. Vojska je također ustrojena po nekadašnjem uzoru, ali uključujući i nova iskustva stečena tijekom borbi u sjevernoj Africi. Također je 1854., po uzoru na nekadašnju, ustrojena i Carska garda.

Cjelini Drugog Carstva posvećeno je pet dvorana. U prvoj je predstavljena Carska garda. Uz brojne zastave, oružje, dijelove opreme, slike i fotografije izložene su figure gardista, ali ne svih vrsta. Tu su vodič (*Régiment des Guides*), časnik eskadrona Stotinu gardista (*Cent-Gardes*) osobne careve

pratnje koja nije bila u sastavu Garde i trubač bojne pješćkih lovaca Garde. Nadalje slijede pukovnik i trubač s konjem pukovnije konjaničkog topništva, kantinjerka i grenadir 1. pukovnije grenadiru. U zasebnoj vitrini predstavljeno je konjaništvo Garde. Tu su figure lansera na konju, trubača vodiča i trubača kirasira na konju, te karabinijera također izloženog na konju. Postav još upotpunjuju oklopi, kacige, dijelovi konjske opreme i sedla. Iduće izložbene dvorane prate francusku vojsku kroz pojedine ratove. Prvi je krimski rat



Veliki rat (1914.-1918.). Konjaništvo s početka I. svjetskog rata, 1914.: njemački konjanik 11. ulanske pukovnije grof Haeseler, francuski kirasir, dragunski časnik i konjanički časnik na konju

(1854.-1855.), a nedugo kasnije uslijedio je i rat u Italiji (1859.). Krimski rat predstavljen je dijelovima odore, opreme i naoružanja, kako francuskog tako i stranog podrijetla. Tu su i razni autografi zapovjednika Orijentalne vojske, te suveniri vezani uz osvajanje Sevastopolja. Najreprezentativniji izložak predstavlja figura legionara odjevenog na "krimski" način, u ogrtaču i kapi izrađenoj za ovaj pohod. Talijanski pohod predstavljaju mnogi objekti i dokumenti, ali ga posebice ilustrira zastava 33. pješćke linijske pukovnije probušene mecima u bitci kod Melegnana, kao i figura Zuava. Te slavne i legendarne postrojbe su se također istaknule i u Krimskom ratu. U zajedničkom izložbenom postavu postavljene su još i figure mornara (*Matelota*), husara i kantinjerke linijske topničke pukovnije.

Nadalje slijedi pohod u Meksiku (1862.-1867.) tzv. Napoleónova "meksička avantura" kojom je želio uspostaviti latinsko carstvo na prostoru Meksika. Avantura je nesretno završila strijeljanjem Maksimijana Austrijskog od strane meksičkih pobunjenika. Pohod je prikazan meksičkim predmetima iz maksimilianske epohe, dijelovima francuskih odora, američkim oružjem što su ga koristili Meksikanci, te raznim dolumentima. Straga u vitrini nalazi se slika poznate bitke kod Camerone, a ispred nje su figure afričkog lovca, časnika jedinica kontragerile (*contre-guérilla*) i legionar iz pukovnije legije stranaca u Meksiku.

Francusko-njemački rat (1870.-1871.) označio je neslavan slom Drugog carstva Napoleona III. Nakon nekoliko poraza car je zarobljen kod Sedana i veći dio vojske je kapitulirao. Vlada nacionalne obrane proglasila je Republiku i ustrojila novu vojsku koja se uspjela oduprijeti njemačkoj vojsci daljnjih pet mjeseci i sačuvati čast. Izložci ove cjeline nisu brojni, ali su reprezentativni. Osim oklopa, kaciga, dijelova odore i opreme, te oružja izložene su tri figure: časnik i vojnik pješćstva, te kirasir. Posebnu zanimljivost predstavlja zastava 3. pješćke linijske pukovnije. Nju su prigodom kapitulacije kod Sedana, kako ne bi pala neprijatelju u ruke, rasporili na komade i sakrila kod sebe osamnaestorica časnika da bi je nakon povratka iz zarobljeništva ponovno rekonstruirali i sastavili.



Veliki rat (1914.-1918.). Vitrina posvećena svim bojištima. Lijevo figura njemačkog pješćka i desno francuskog pješćka

Veliki rat 1914.-1918. - Francuzi i Nijemci od Flandrije do Vogeza

Prvi svjetski rat ili kako ga Francuzi zovu "Veliki rat" angažirao je snage čitave vojske i čitave Francuske. Ovom ratu posvećene su dvije velike dvorane, ali izložbeni postav je ograničen kako i sam podnaslov govori, samo na francusku i njemačku vojsku te njihova bojišta. Postav je kronološki postavljen pa je prvo predstavljena mobilizacija. Francuzi su angažirali i svoje afričke snage koje su predstavljene figurama dočasnika alžirskih strijelaca i Zuava, afričkog lovca na konju, kaplara alžirskih strijelaca i senegalskog strijelca, te zastavama 29. pukovnije alžirskih strijelaca i 4. pukovnije Zuava. U vitrinama posvećenim mobilizaciji zamjetan je kontrast šarenih francuskih odora na figurama časnika i vojnika 24. pariške pukovnije nasuprot njemačke sivozelene odore vojnika 7. grenadirske pukovnije kralj Wilhelm I. U vitrini posvećenoj konjici može se vidjeti kako su francuski kirasiri početkom rata još uvijek nosili oklope. Njemačku stranu predstavlja figura ulana 11. pukovnije grofa Haeselera, koji je pak još uvijek naoružan kopljem. Povijesno iznimno vrijedne izložke predstavljaju kape maršala Joffra i narednika Mauricea Schmidta nošene

tijekom bitke na Marni. U idućim vitrinama izložene su figure vojnika i predmeti vezani uz pojedine dijelove bojišta poput Vogeza tijekom 1915.-1916. ili značajne bitke poput bitke za Verdun 1916.-1917. Jedna vitrina uz pomoć raznih predmeta prikazuje svakodnevni život vojnika u rovovima kroz razne aspekte: primanje pošte, kuhanje, spavanje, osobnu higijenu, drugarstvo, zabavu, opskrbu, prehranu. Predstavljeno je i zrakoplovstvo s kapom i elisom zrakoplova satnika Georgesa Guynemera, te još nekim dijelovima zrakoplova što ih je skupio Jean Brunon. U posljednjoj sali smjestilo se topništvo zastupljeno poznatim francuskim topom od 75 mm i njemu odgovarajućim njemačkim suparnikom od 77 mm. Uz oba topa nalaze se i figure njihovih poslužitelja, strjeljivo i ostali pribor. Jedna veli-

ka diorama koju su izradila braća Brunon predstavlja dvije bitnice topova od 75 mm kako zauzimaju položaj tijekom bitke u Alzasu 1914. Gotovo čitav drugi dio dvorane zauzima vitrina u kojoj se ispred slike ophodnje na povratku sa zadatka tijekom bitke na Somi 1916. nalaze ratni suveniri skupljeni s raznih dijelova bojišta. Tu je bodljikava žica, vreće s pijeskom, razne vrste zapreka, hladno i vatreno oružje, alat, kacige, bombe, granate, razne vrste strjeljiva, oklopi, plinske maske, predmeti karakteristični za gotovo svaki dio bojišta. Tu su i dvije figure: francuskog i njemačkog vojnika. Posljednja vitrina na samom izlazu posvećena je pobjedi i proslavi obilježeno velikim mimohodom ispod slavoluka pobjede u Parizu. Uz fotografije i plakat s programom manifestacije izložene su dvije figure sudionika mimohoda: inženjerskog časnika i vojnika 26. pukovnije Nancy iz sastava poznate "Željezne divizije."

Iako je gradić Salon-de-Provence ponajprije poznat po proroku Nostradamusu njegovu veliku vrijednost predstavlja i muzej l'Empéri uistinu po mnogočemu jedinstvena zbirka.

Zahvaljujem na ljubaznosti i susretljivosti osoblja muzeja l'Empéri.

FALANGA GRČKIH BRODOVA

Velimir VUKŠIĆ

Prema grčkom povjesničaru Ksenofonu (oko 430. - 335. prije Krista) grčki naziv *phalanks* ima više značenja - općenito vojska, bojni red, ali i bojni poredak brodova. Tek će kasnije prema grčkom povjesničaru Polibiju (oko 201.-120. p. K.) naziv falanga dobiti svoje današnje značenje - neprekinut, zbijen stroj teških pješaka poredanih u nekoliko vrsta. Grci su u pomorskim bitkama sa svojim brodovima zauzimali bojni poredak u jednom, dva, ili čak tri reda koji su također nazivali falangom

Sve do 8. stoljeća prije Krista po Egejskom moru plovili su brodovi manje ili više istog oblika, a uobičajena pomorska taktika u borbi na moru bilo je zauzimanje protivničkog broda navalom s jedne palube na drugu. U 8. stoljeću na pramcu brodova pojavio se razorni kljun koji je iz temelja promijenio pomorsku taktiku. U bitkama su brzina i pokretljivost postale najvažnije značajke brodova. Pentekontera (grč. *pentekonter* - s 50 vesala), odnosno s po 25 veslača u jednom redu sa svake strane broda, prvi je pravi grčki ratni brod. Dužina pentekontere bila je oko 30 metara i istisnina oko 15 tona. Širina broda bila je oko 4 metra, a postizalo je brzinu oko 5,5 čvorova. Postojala je i kraća inačica broda, takozvana triakontera (grč. *triaconter* - 30 vesala), odnosno s po 15 veslača sa svake strane, istisnine oko 10 tona.

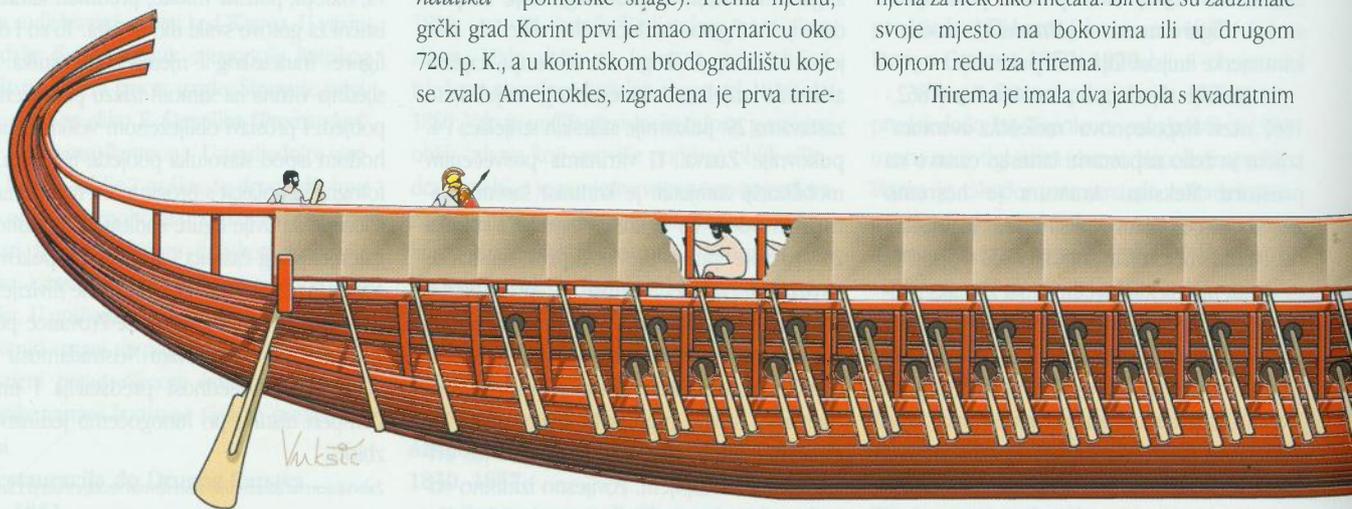
Sljedeći važan korak u razvoju broda bilo je udvostručenje redova veslača odnosno povećanje njihovog broja na 100. Jedan red veslača sjedio je u visini gornje palube, dok je drugi red sjedio za pola visine veslača niže na polupalubi. Taj brod je zbog dva reda veslača nazvan biremom (grč. *bireme*).

Korak dalje bio je brod s tri reda veslača (grč. *trireme*). U uvodu teksta "Povijest peloponeskog rata" grčki pisac Tukidid dao je kratak pregled razvoja brodova i nautike (gr. *nautika* - pomorske snage). Prema njemu, grčki grad Korint prvi je imao mornaricu oko 720. p. K., a u korintskom brodogradilištu koje se zvalo Ameinokles, izgrađena je prva trire-

ma. Trirema je zadržala širinu trupa kao i birema, ali je proširenjem gornje palube i postavljanjem oslonaca za vesla s vanjske strane trupa dobio prostor za treći red veslača. Trirema je postala standardnim i najbrojnijim grčkim ratnim brodom. Njezine protežnosti ustalile su se na dužini od 35 i širinu od 3,5 metara, odnosno najveće dužine oko 38 metara koja se mogla postići s uporabljenim tvorivom - jelovim drvetom. Istisnina je iznosila oko 40 tona, od čega je trećina otpadala na približno 170 veslača koji su triremu mogli pokretati brzinom od 9.5 čvorova. U odnosu na pentekonteru brzina trireme bila je za svega 20 posto veća, ali je zato imala znatno veće ubrzanje. Za 10 sekundi mogla je ubrzati na pola, a za 30 sekundi na svoju punu brzinu. Trirema je vrlo vjerojatno bila najbolji brod izgrađen za borbu kljunom. Ona je imala i svojih nedostataka među kojima je bio velik broj veslača i potreba za njihovom izobrazbom da djeluju kao složni tim. Jedan slabo izučen veslač mogao je pokvariti tempo cijelom redu veslača.

Veslači su bili slobodni ljudi koji su za svoj rad primali plaću. Iznimno, za veslače su uzimani robovi koji su oslobođani prije bitke. Posada broda sastojala se od 15-20 mornara. Zbog visokih troškova izgradnje triremi, pojavila se njezina nešto manja inačica, tzv. birema. Izbačen je treći, najniži red veslača, tako da ih je ukupno bilo 100, a njezina dužina je smanjena za nekoliko metara. Bireme su zauzimale svoje mjesto na bokovima ili u drugom bojnom redu iza trirema.

Trirema je imala dva jarbola s kvadratnim



jedrima. Jarboli su prije bitke spuštani i polagani na palubu. Zbog slabih pomorstvenih svojstava na otvorenom moru trireme su se držale obale, a plovidba noću uglavnom je izbjegavana.

Udar kljunom

Osnova napadaja grčkih ratnih brodova na vesla bio je tzv. udar kljunom. Sve drugo od zauzimanja položaja, pripreme i izvođenja napadaja bilo je dio pažljive i pomno taktike. Za napadaj kljunom u bok protivničkog broda bila je potrebna iznimna vještina, posebno ako je i drugi brod napadao ili se branio kljunom. Na arheološkom lokalitetu Athlit nedaleko Haife (Hefa) u Izraelu, pronađen je brončani kljun iz 4. stoljeća p. K. koji je vjerojatno pripadao triremi. Američki znanstvenik J. H. Haywood (*The Trireme Project*) je na osnovi pronađenog kljuna izveo zanimljivu studiju iz koje proizilazi da je za probijanje protivničkog boka broda pri udarnom kutu od 60 stupnjeva bila dostatna brzina od 4 čvorova, međutim pod oštrijim kutevima bile su potrebne veće brzine, i to za kut od 45 stupnjeva brzina od 5, a za kut od 30 stupnjeva brzina od 8 čvorova. U borbi u kojoj je bilo malo prostora za manevar odnosno napadaj ili izbjegavanje kljuna protivničkog broda svakako je bila znatna prednost ubrzanje broda.

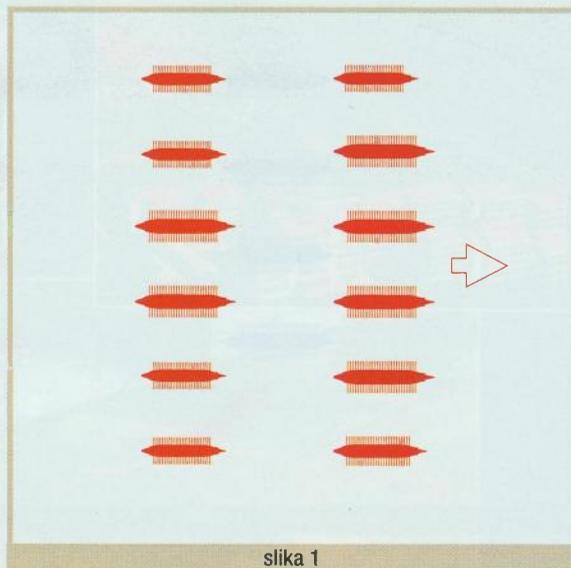
Kljun iz Athlita mogao je protivničkom brodu probiti otvor veličine 35x35 centimetara. Prema proračunima kroz otvor bi ulazilo oko 5 tona vode u minuti. Za tri minute brod bi zagrabio 18 tona vode zato što bi se zbog tonjenja trupa i otvora dublje u vodu povećavao pritisak. Što je to značilo za brod deplasmana od 30-40 tona može se samo pretpostaviti? Kako bi više vode ulazilo u brod, podizala bi se vodna crta (brod bi tonuo) i vesla bi postajala sve manje uporabljiva što je dodatno usporavalo brod i ubrzavalo njegov kraj.

Zanimljiva je i Haywoodova studija o kljunu na kasnijim rimskim brodovima. Osnova bliske borbe rimskih brodova bilo je

prekrcavanje vojnika preko jurišnih mostova na protivničke brodove. Kljun na rimskim brodovima bio je iznad razine vode i služio je više za to da zakvači protivnički brod, a ne da ga potopi.

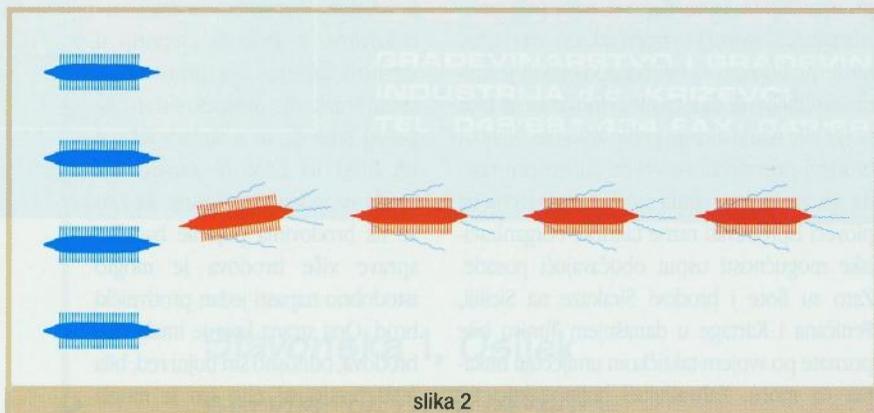
Taktika ratnih brodova na vesla

Povećanje broja ratnih brodova i njihov prustroj u flotu koja je opet bila sastavljena od nižih postrojbi itd., potakalo je potrebu učinkovitog ustroja i taktike. Grčki svijet je u vojnoj organizaciji na kopnu, ali i na moru volio brojeve 4, 8, 12, 16, 20, 24, ... Falanga je na kopnu imala toliko vrsta dubine ili su osnovne najmanje pješačke ili konjaničke postrojbe imale taj broj ljudi. Za flotu je vrijedilo isto pravilo. Osnovna postroj-



slika 1

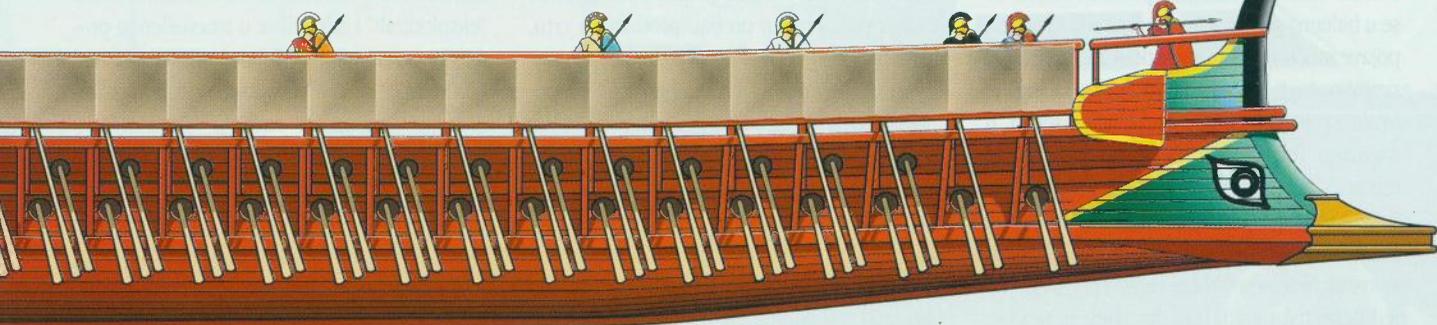
pobunjenih gradova sa 600 perzijskih brodova. U grčko-perzijskim ratovima perzijski kralj Xerxes imao je flotu od 957 brodova i to 307 iz maloazijskih gradova, 300 iz Fenikije, 200 iz Egipta i 150 s Cipra. Protiv njega su Grci

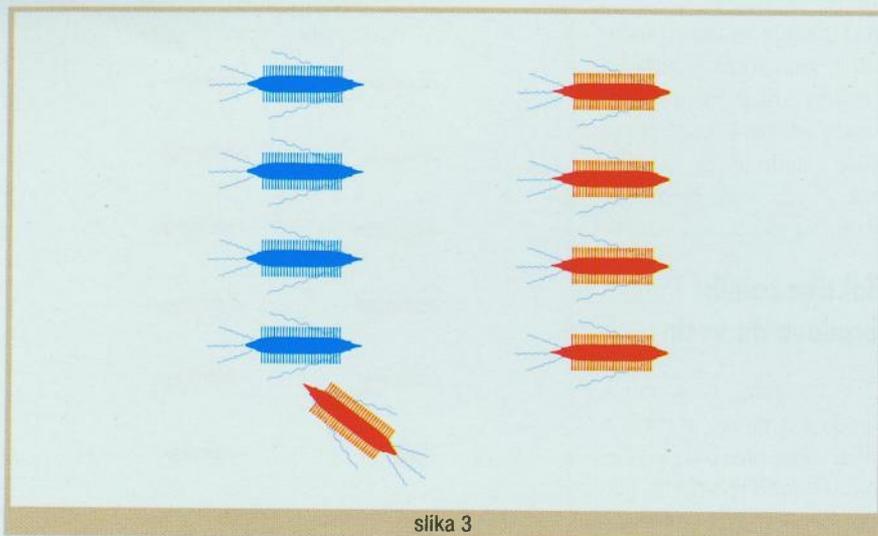


slika 2

ba (flotila u današnjem smislu) sastojala se od 4 broda, pa 8 i tako sve do 200 ili čak i više. Kolike su bile flote na Sredozemlju u 5. stoljeću prije Krista? Herodot spominje 1207 brodova u perzijskoj mornarici oko 480. p. K., Feničani i Palestinski Sirijci imali su 300 brodova, Egipćani 200, Ciprani 150, Jonjani 100 i tako dalje. Većina brodova bile su trireme. Godine 495. p. K. sukobila su se 353 broda grčkih

sakupili 306 brodova, i to 200 iz Atene, 40 iz Korinta, 30 iz Eginetana, 20 iz Megare i 16 iz Sparte. Sirakuza sa Sicilije ponudila je Grcima pomoć od 200 brodova, ali uz uvjet da tiranin Gelon bude zapovjednik cijele flote. U bitki kod Salamine 480. p. K. sudjelovalo je oko 800 brodova na obje strane. U brojnim drugim i kasnijim izvorima također se





slika 3

spominje velik broj brodova.

Upravljanje flotom i brodovljem u bitkama na moru zahtijevalo je iznimnu vještinu počevši od posade jednog broda pa sve do zapovjednika flote. U konačnici, cilj svakog zapovjednika bio je da dovede što više svojih brodova u položaj da kljunom napadne bokove protivničkih brodova. Kako se na kopnu razvijala taktika i ustroj postrojbi tako se i na moru može pratiti razvoj i taktika pomorskih jedinica. Zanimljivo je da su najveći inovatori na tom polju bile najudaljenije grčke kolonije. Njihovi brodovi prevaljivali su velike udaljenosti tako da su za vrijeme puta imali dosta vremena ploveći isprobavati razne taktičke i organizacijske mogućnosti usput obučavajući posade. Zato su flote i brodovi Sirakuze na Siciliji, Feničana i Kartage u današnjem Tunisu bile poznate po svojem taktičkom umijeću u bitkama na moru. Zahvaljujući boljoj taktici 60 feničkih pentenkontera pobijedilo je dvostruko snažniju etrušćansku flotu u bitci "u sardinijskom moru" 540. p. K., što je najstariji takav podatak.

Falanga brodova

Falanga, odnosno neprkinuta jedna, dvije ili tri vrste ratnih brodova osnovni je bojni poredak grčkih i mnogih drugih flota na Sredozemlju (slika 1). Kao najjednostavniji taktički oblik takav ili sličan poredak zadržat će se u bitkama na mnogim morima svijeta sve do pojave moćnog topništva potkraj 16. stoljeća. U svojoj osnovi, kao i na kopnu grčka falanga je imala svoju najveću snagu i učinkovitost u napadaju. Brod je upravljiv samo onda kad se kreće i stoga da bi se uz djelovanje vjetera, valova i morskih struja mogao održati red u falangi brodovi su se morali kretati. Cijeli taj poredak morao se kretati lagano prema naprijed ili prema nazad. Iako su zaljevi ili tjesnaci pružali bolju mogućnost obrane flotama s manjim brojem brodova, u slučaju snažnijeg

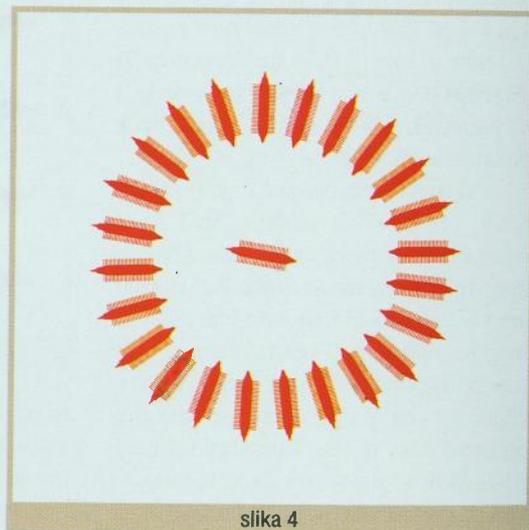
vjetera ili morskih struja, posebice ako je postojalo tzv. bočno zanošenje, vrlo vjerojatno je održavanje reda u vrsti bio zahtjevan posao i za iskusne posade. Razmak među brodovima u vrsti bio je približno širine jednog broda s veslima. Što su posade bile bolje uvježbane to je razmak među brodovima bio manji. Brži i pokretljiviji brodovi zauzimali su mjesta na bokovima, a snažniji i sporiji u središtu falange. Na protivničkoj strani je također postojao sličan raspored tako da su u sudaru falangi išli brod na brod ili najviše dva broda na jedan. Tek kasnije kad su se na brodovima pojavile bacačke sprave više brodova je moglo istodobno napasti jedan protivnički brod. Ona strana koja je imala više brodova, odnosno širi bojni red, bila je u prednosti zato što je mogla napasti bokove protivnika.

U međusobnom nadmudrivanju falangi na moru najdalje su otišli Feničani i Sirakužani. U pobuni maloazijskih Grka protiv Perzijanaca sudjelovali su i fenički brodovi.

Prema Homeru, prije pomorske bitke kod Lade 494. p. K. fenički zapovjednik Dionizije pokušao je Grke uputiti u taktiku poznatu kao *diekplous* (slika 2). Svaki dan je Dionizije izlazio s nekoliko brodova na more, poslagao bi ih u kolonu jednog za drugim i obučavao ih je da u punoj brzini probiju protivničku crtu. Zastavni brod i prvi u koloni trebao je polomiti vesla protivničkom brodu i tako ga bespomoćnog ostaviti na udaru drugom brodu. Ako bi napadnutom brodu pokušao pomoći njemu najbliži brod, tada bi ga napao drugi brod iz kolone, a treći bi dovršio žrtvu. U koloni od četiri broda prvi je imao zadaću onesposobiti izabrani brod, drugi i treći su trebali napasti izabrani brod ili onemogućiti pomoć s lijeve i desne strane, a četvrti brod bi tada bio odlučujući u potapanju onesposobljene žrtve.

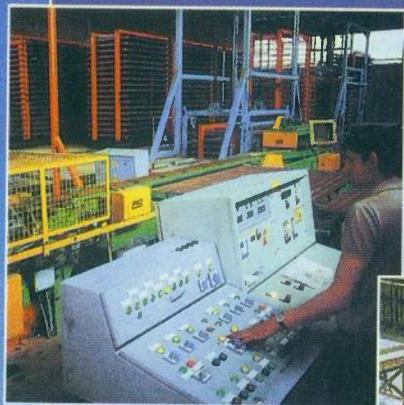
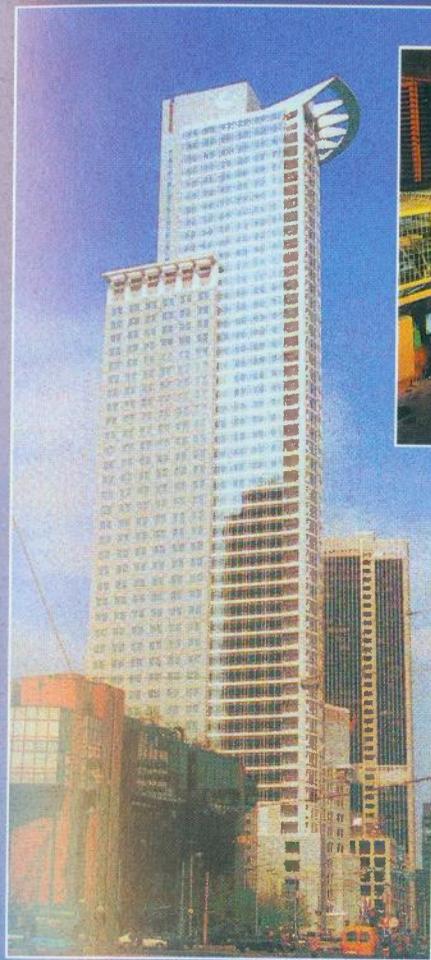
Falanga brodova u dva reda one-mogućavala je izvođenje *diekplousa*, ali bi se zato izgubila prednost veće širine bojne vrste.

U bitki kod Salamine 480. p. K. Grci su protiv Perzijanaca uporabili napadaj koji je nazvan *periplus* (slika 3). Grčka flota lagano se povlačila pred perzijskom u plovidbi krmom, ostavljajući kljunove okrenute prema protivniku. U jednom trenutku grčki brodovi na boku falange krenuli su snažno u napadaj i iznenađenu vrstu perzijskih brodova udarili u bok odmah potopivši nekoliko brodova. U nastaloj gužvi manji i pokretljiviji grčki brodovi imali su prednost potapajući protivničke brodove jedan za drugim. *Periplus* su često rabile flote s većim brojem brodova. Međutim u bitki kod Kinoseme (Cynossema) 411. p. K., 76 atenskih brodova iznenađilo je protivnika s 86 brodova raspoređenih u širu falangu. Atenska su se krila odvojila od središta falange, i izvela *periplus* u bokove protivnika. Uništeni su brojni protivnički brodovi, a preživjeli natjerali u bjeg. Zatim su atenski krilni brodovi stigli nazad u pomoć svojem ugroženom središtu, dobivši tako bitku.



slika 4

U uvodu bitke kod Salamine, Grci su pred brojnijom perzijskom flotom i prijetnjom *periplusa* i *diekplousa* zauzeli kružni bojni poredak takozvani *kyklos* (slika 4). U pokušaju da okruže *kyklos* Perzijanci su razvukli svoje redove. Grci su tada iznenađeno "eksplozirali" i zaletjeli se u iznenađenog protivnika potopivši mu 30 brodova. U bitki kod Rhiuma 429. p. K. 47 brodova nekoliko grčkih državnica također je zauzelo sličan kružni poredak odnosno *kyklos* i to sa 40 brodova u krugu i 5 u središtu. U pokušaju da savladaju morske struje i vjetar i održe krug brodovi su upali u konfuziju izazvavši velik nered.



RADNIK

GRAĐEVINARSTVO I GRAĐEVINSKA
INDUSTRIJA d.d. KRIŽEVCI
TEL: 048/681-434 FAX: 048/681-666

Auto centar
BULJUBAŠIĆ

Slavonska 1, Osijek

servis: 031/504-415,

salon: 031/504-030, fax: 031/504-91





ZAGREBAČKE PEKARNE »KLARA« d.d.

Nova cesta 93, Zagreb



Glavica[®]

Zamrznuti proizvodi
od lisnatog, kvasnog
i krumpirovog tijesta

- savijače sa: sirom, jabukama, višnjama
- štrukle sa sirom
- apricot okruglice
- njoki - valjušci

Sve informacije i narudžbe - sektor marketinga
Tel. 01/4847 813, 4847 814, 4847 812, 4848 743, 4848 744
Fax. 01/4848 742

