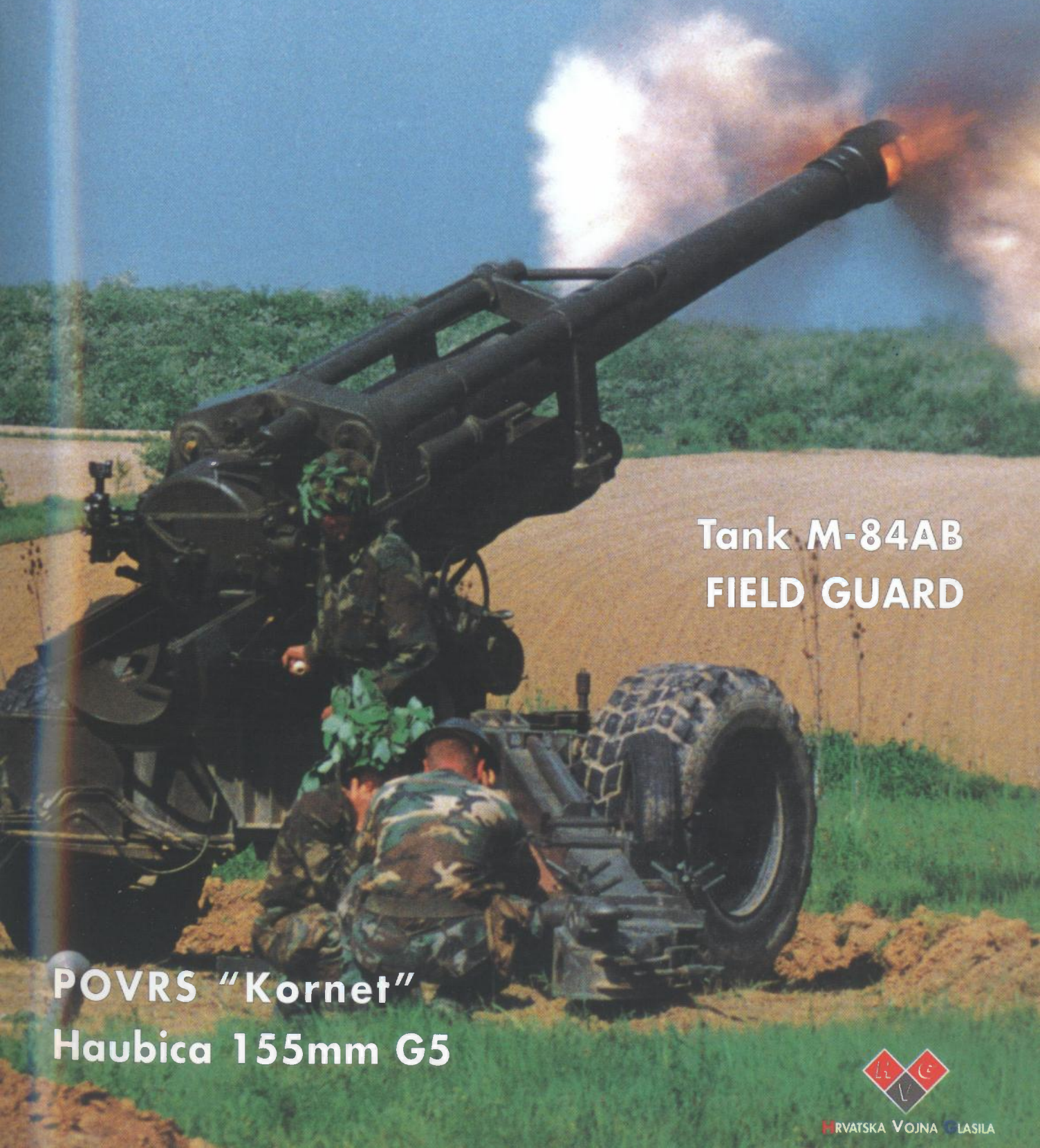


HRVATSKI V JNIK

BROJ 3. GODINA V.

RUJAN 1995. CIJENA 20 KUNA



**Tank M-84AB
FIELD GUARD**

**POVRS "Kornet"
Haubica 155mm G5**





RH - ALAN d.o.o.



REPUBLIKA HRVATSKA

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



M-84A

IDE DALJE

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

PALJBENA MOĆ

TOP KALIBRA 125 mm S GLATKOM CIJEVI

BORBENA SPOSOBNOST

KOMPJUTORIZIRANI SUSTAV NADZORA PALJBE

POKRETLJIVOST

MOTOR SNAGE 1000 KS

SPOSOBNOST PREŽIVLJAVANJA

VISOK STUPANJ BALISTIČKE ZAŠTITE
SUSTAV ZAŠTITE POSADE

FOTO: Sverbe Labura



10

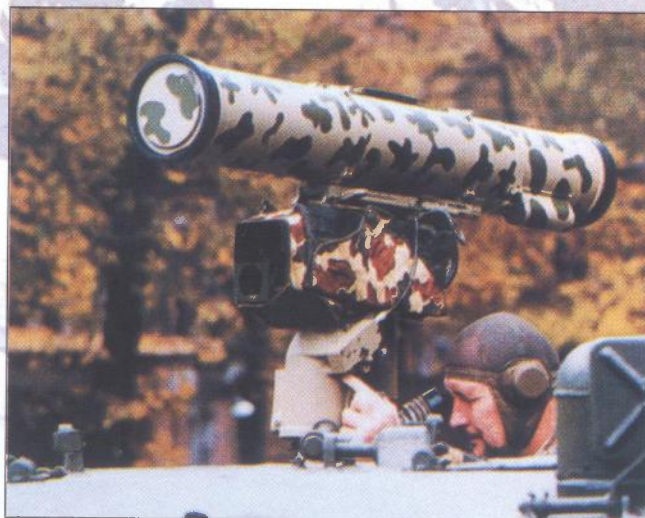
Tank M-84AB

Veliki broj ispitivanja provedenih u svim klimatskim i terenskim uvjetima, potvrdio je koncepciju ovog borbenog sustava kao i realna borbeno iskustva kuvajtske vojske u Zaljevskom ratu te Hrvatske vojske tijekom Domovinskog rata

42

Protuoklopna borba i POVRS

Da bi pratili trend razvoja protuoklopnih vođenih raketnih sustava, odnosno da bi ispunili nove zahtjeve koje su pred njih postavili taktički nositelji, ruski su konstruktori POVRS-a konstruirali potpuno novi POVRS velikog dometa pod nazivom "Kornet" kojim se želi zamijeniti stari POVR sustav 9K113 "Konkurs"



78



60



Nikada u posljednjih 40 godina nije jedna inačica nekog tipa zrakoplova u RAF-u (Royal Air Force, eng. Kraljevsko ratno zrakoplovstvo) tako brzo zamijenjena novom inačicom, kao u slučaju Harriera GR.5 i GR.7

HARRIER GR.7

Mali nosači zrakoplova

Sve više ratnih mornarica u svijetu raspolaže malim nosačima zrakoplova koji mogu obavljati čitav niz zadaća

Nakladnik:

Ministarstvo Obrane Republike Hrvatske

Glavni i odgovorni urednik

general bojnik Ivan Tolj

Zamjenik glavnog i odgovornog urednika

brigadir Miro Kokić

Izvršni urednik

satnik Dejan Frigelj

Grafički urednik

satnik Svebor Labura

Tehnički urednik

Hrvoje Sertić

Urednički kolegij:

Vojna tehnika

poručnik Tihomir Bajtek

Ratno zrakoplovstvo

natporučnik Robert Barić

Ratna mornarica

Dario Vuljanić

Vojni suradnici

brigadir Dr. Marko Parizoski, dipl. ing.

pukovnik Dr. Dinko Mikulić, dipl. ing.

pukovnik Vladimir Superina, dipl. ing.

bojnik Mr. Mirko Kukolj, dipl. ing.

bojnik Damir Galešić, dipl. ing.

bojnik Josip Martinčević-Mikić, dipl. ing.

bojnik Berislav Šipicki, prof.

Dr. Vladimir Pašagić, dipl. ing.

Dr. Dubravko Risović, dipl. ing.

Mr. Mislav Brlić, dipl. ing.

Dario Barbačić, dipl. ing.

Josip Pajk, dipl. ing.

Bartol Jerković, dipl. ing.

Boris Švel

Grafička redakcija

Denis Lešić

Predrag Belušić

Robert Orlovac

Hrvoje Budin

poručnik Davor Kirin

Tomislav Brandt

Marketing

Ivan Babić

Tajnica uredništva

Zorica Gelman

Kompjuterski prijelom i priprema

HRVATSKA VOJNA GLASILA

Lay out

Svebor Labura

Tisak

Hrvatska tiskara d.d., Zagreb

Naslov uredništva

Zvonimirova 12, Zagreb,

Republika Hrvatska

Brzoglasi

385 1/456 80 41, 456 88 11

Dalekumnoživač (fax)

385 1/455 00 75, 455 18 52

Rukopise, fotografije i
ostalo tvariivo ne vraćamo

VOJNA TEHNIKA

- 10** Tank M-84AB - "Pustinjska Lisica" **Bartol Jerković**
- 30** Haubica 155mm G5 **J. Martinčević Mikić**
- 34** Field Guard **Josip Pajk**
- 38** Laseri na bojišnici **Dubravko Risović**
- 42** POVRŠ "Kornet". **Berislav Šipicki**

RATNO ZRAKOPLOVSTVO

- 60** HARRIER GR. 7 **Tomislav Huha**
- 66** Helikopteri u protubrodskoj borbi **Dražen Lodoli**
- 74** Simulatori letenja **Vilko Klein**

RATNA MORNARICA

- 78** Mali nosači zrakoplova **Boris Švel**
- 86** Protuminska obrana **B.S. Aparnik**

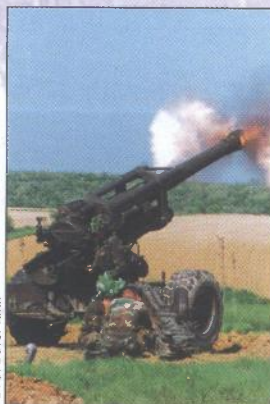


FOTO: Davor Kirin

Haubica **CITEFA L33 X 1415**
Model 77 kalibra 155mm
prilikom bojnog djelovanja

B-2A Spirit prigodom uzleta; ovaj je zrakoplov, uz X-31, izazvao najveći interes okupljenih, iako je na izložbi proveo manje od dva sata



Ovogodišnja međunarodna zrakoplovna izložba održana u Le Bourgetu osim Pariza od 10. do 18. lipnja, ostat će zapamćena po iznimno velikom broju zrakoplova koji su svoje međunarodno predstavljanje doživjeli na toj izložbi



Le

Juriini Su-32FN, na Zapadu prozvan Platypus, koji je dosad nekoliko puta mijenjao svoj naziv: prvo je bio poznat kao Su-27IB, zatim kao Su-27KU (što je vjerojatno morala biti inačica za uporabu na nosačima zrakoplova), pa onda nakon dodatnih modifikacija kao Su-34 u prosincu 1993. godine

Svakako najspektakularniji zrakoplov nazočan na izložbi bio je američki nevidljivi strateški bombarder Northrop **B-2A Spirit**, prvi put javno prikazan u Europi. B-2A je na izložbu došao direktno iz zrakoplovne baze Whiteman AFB (u kojoj je smještena njegova postrojba, 393. bombarderski skvadron iz sastava 509. bombarderskog vinga) nakon leta koji je trajao 11,5 sati (prije dolaska na Le Bourget, B-2A je izveo i simulirano odbacivanje 16 konvencionalnih bombi Mk 84 na vježbovnom poligonu Vliehors u Belgiji); bombarder je prije slijetanja izveo nekoliko preleta iznad okupljene publike (prikazavši iznimnu

pokretljivost za tako veliki zrakoplov) te jedan "touch-and-go" prilaz, a zatim je (ne gaseci motore!) proveo kratko vrijeme ispred Northrop-Grummanovog štanda, da bi nakon izmjene posade napustio izložbu, napravivši prije toga nekoliko oštih zaokreta na maloj visini. Iako su predstavnici USAF-a izjavili da je to prikazivanje B-2A u biti bilo trenažna misija, jasno je da je temeljna američka namjera bila prikazati jedno od najnovijih tehnoloških dostignuća njihove zrakoplovne industrije.

Druga zvijezda izložbe bio je zrakoplov **Rockwell/DASA X-31**, tehnološki demonstrator za ispitivanje tzv. koncepta "post-stall manoeuvrability" (o čemu je pisano u Hrvatskom vojniku br. 64 i 66). X-31 izveo je donedavno nezamislive akrobacije: npr. zaokret za 180° (pri brzini od samo 130 km/h (svaki drugi zrakoplov koji bi pokušao izvesti ovaj zaokret, pao bi u kovit), Herbstov zaokret (manevar sličan kobri, s propinjanjem pri 90° ili više, s kutnom brzinom propinjanja od gotovo 80° u sekundi, koji završava gotovo



trenutačnim zaokretom za 180(pomoću korištenja vektorskog potiska), manevar nazvan mungos (koji je započeo na visini od samo 150 m i brzini između 334 i 370 km/h (uz aktivirano naknadno izgaranje); X-31 je iz vodoravnog leta prvo izveo oštar lijevi zaokret, zatim je prešao u vertikalno penjanje pri čemu je izveo promjenu smjera leta za 90(doslovce se vrteći na svom repu; manevar je završen spuštanjem nosa zrakoplova i prelaskom na konvencionalni letni režim), i dr. Najbolji komentar letnih sposobnosti X-31 dao je jedan južnoafrički pilot: "Mi to možemo izvesti s Cheetahom. Nevolja je, da bi nam trebalo 12.000 m da se izvučemo iz manevara".

Spektakularni prikazi B-2A i X-31 ove su godine ostavili u sjeni ruske zrakoplove (prošlih godina bilo je obrnuto). Istina, na ruskom izložbenom prostoru nije ni bilo previše novina: standardno su prikazani **Su-27**, **Su-32FN** (to je Su-34 koji je dobio novi naziv, što je uobičajena praksa biroa Suhoj), **Su-35**, **MiG-29**, jedan prim-



Američki F-15E Strike Eagle bio je samo na statičnom prikazu (na slici je snimljen u trenutku dolaska na izložbu)

jeno je da će rusko zrakoplovstvo trebati između 200 i 800 trenažnih zrakoplova). Prvi prototip je označen kao MiG-ATF (F znači da je opremljen francuskom avionikom), a drugi će imati oznaku MiG-ATR (s ruskom avionikom). Mikojan razvija i jednosjednu borbenu inačicu, koja ima naziv MiG-ATB (B za bojevoj, borbeni) i po sposobnostima bi trebala biti slična Hawku 200. Prvi prototip tog

Bourget 95



jerak moderniziranog **MiG-21 (MiG-21-93)**, te strateški bombarder **Tupoljev Tu-160** (samo na statičnom prikazu). Najzanimljiviji dio ruskog izložbenog prostora bila su dva nova trenažna zrakoplova, **MiG-AT** i **Jak-130**, te modernizirani borbeni helikopter **Mil Mi-35M**. MiG-AT je razvijen u kooperaciji s francuskim tvrtkama SNECMA, Turbomca i Sextant Avionique i natječe se s Jak-130 kao zamjena za trenažne mlazne zrakoplove L-29 i L-39 u sastavu ruskih zračnih snaga (procijen-

zrakoplova službeno je prikazan 18. svibnja i trebao bi poletjeti potkraj godine.



Lijevo: Su-27 izveo je sada već standardni letački program, koji je ove godine ostao u sjeni letačkog programa X-31

Na izložbi je bio nazočan i strateški bombarder Tu-160



**Dva direktna konkurenta:
Jak-130 i MiG-AT**

Jak-130, direktni konkurent prethodnom zrakoplovu, po svemu sudeći je znatno sposobniji stroj. Prvi prototip javno je prikazan 29. svibnja, a prvi let trebao bi uslijediti u listopadu. Jak-130 bi trebao imati izvrsne manevarske sposobnosti (npr. sposobnost letenja na napadnim kutevima do 35°), mogućnost prilagođavanja za različite zadaće



(temeljna inačica ne bi imala radar i bila bi opremljena samo sa sedam podvjesnih točaka za nošenje naoružanja - po želji kupca mogao bi se ugraditi radar i povećati broj podvjesnih točaka; ostale opcije uključuju inačicu za korištenje na nosaču zrakoplova, jednosjednu jurišnu inačicu, mogućnost nošenja izvidničke opreme).

Modernizirani Mi-35M razvijen je kao zajednički projekt tvrtki Rostvertol, Sextant Avionique i Thomson-CSF. Modernizacioni komplet uključuje rotorski sustav s Mi-28 (peterokraki glavni rotor od kompozitnog tvoriva i repni X rotor) i fran-

V-22 Osprey tijekom leta



cusku avioniku (FLIR, navigacioni kompjuter, NVG, HUD VH-100 za oba pilota), a povećana je i nosivost ubojnog tereta (umjesto 8, 16 PO projektila 9M114 Šturm; umjesto 12,7 mm strojnice postavljen je na desnom boku top GŠ-23-2).

Što se tiče ostalih borbenih zrakoplova, ovdje nije bilo nekih posebnih novina. **Eurofighter 2000** prvi je put javno prikazao svoje letačke sposobnosti. Kinezi su predstavili svoj projekt lovca **FC-1**, koji bi trebao zamijeniti njihove J-7 (razvijaju ga zajednički u kooperaciji s Rusima i Pakistancima; u tijeku je konstrukcija tri prototipa i dva zmjaja namijenjena za statične testove; isporuka bi otpočela 1999. godine), a SAAB i BAE objavili su zajedničku suradnju na području proizvodnje, potpore i marketinga SAAB-ovog lovca **JAS-39 Gripen**.

Više je novosti bilo kod helikoptera. Bell **V-**

Le

22 Osprey bio je prvi put javno predstavljen, a zajedno s njim letio je i njegov prethodnik, eksperimentalni demonstrator **XV-15** (koji je zadnji puta prikazan na Le Bourgetu daleke 1981. godine). Obje letjelice demonstrirale su vertikalni uzlet, i tranziciju iz vertikalnog u vodoravni let. Uz to, na izložbi je bilo predstavljeno i nekoliko novih helikoptera. Tvrtka McDonnell Douglas Helicopters predstavila je prvi primjerak vojne inačice svog NOTAR helikoptera Explorer, koja se po riječima predstavnika tvrtke može isporučiti potencijalnim kupcima već 1997. godine. **Combat Explorer**, kako je nazvana nova inačica, konstruiran je za izvršavanje cijelog niza misija, te u skladu s time i njegova oprema je raznovrsna - obuhvaća ciljnički sustav Nighthawk, FLIR, projekte Hellfire, nevodene rakete zrak-zemlja, 12,7 mm strojnice, integrirani display sustav, VHF/UHF/HF radio sustav, IFF, VOR/ADF/GPS navigacioni sustav, RWR i meteorološki radar. Talijanska Agusta prikazala je dva nova modela - **A109 Power** i **A119 Koala**. A109 Power je posljednja inačica dobro znanog helikoptera A109, s novom pogon-

skom skupinom (dva turboosna motora Pratt & Whitney PW206C, svaki snage 640 KS pri uzletu i 562 KS pri kontinuiranom režimu rada), proštranim kabinom (za jednog pilota i sedam putnika, ili dva nosila i dva bolničara) i novim dizajnom uvlačivog podvozja. Masa praznog helikoptera je 1555 kg, a najveća uzletna 3000 kg. Isporuka prvih A109 Power predviđena je za 1996. godinu.

Prototip novog A119 Koala predstavljen je samo na statičnom prikazu. To je laki jednomotorni helikopter (opremljen je motorom Turbomeca snage 850 KS pri uzletu, odnosno 800 KS pri kontinuiranom radu; alternativno se može ugraditi motor Allison 250-C40 snage 800 KS), koji može ponijeti uz jednog pilota i do osam putnika ili dva nosila. Krstareća brzina Koale iznosi 246 km/h, domet 667 km, najduže zadržavanje u zraku iznosi 3 sata i 48 minuta. Prototip je dosad izveo 40 sati leta, a prve isporuke bi mogle početi u proljeće 1996. godine. Novi helikopter predstavila je i tvrtka Eurocopter, obznanivši da je laki jednomotorni helikopter **EC 120** izveo prvi let dan prije



bi po svojim osobinama bila bolja od direktnog konkurenta, Airbusa A340-8000, koji je u razvoju.

Na kraju, moglo bi se reći da je ovogodišnja izložba u Le Bourgetu bila znatno bolja od prošlogodišnje održane u Farnboroughu. Istina,

Mil Mi-35M, modernizirana inačica Hinda s ruskim oružanim sustavom i zapadnom avionikom

Bourget 95



otpočinjanja izložbe.

Što se tiče civilnog zrakoplovstva, najveća novost bila je predstavljanje novog putničkog zrakoplova **Boeing 777**, koga je u uporabu uveo United Airlines, dok je produžena inačica 777-300 već naručena od strane Nippon Airwaysa, Cathay Pacifica, Korean Airlinesa i Thai Airways Internationala. Boeing je također objavio da razmatra razvoj inačice 777-100X (koja bi bila razvijena iz modela 777-200) s povećanim dometom, koja

nije bilo previše novih modela zrakoplova i helikoptera, ali svoje prvo javno predstavljanje doživjele su mnoge letjelice (ovaj kratki prikaz mi ne dopušta poimenice nabrojavanje svih vojnih i civilnih letjelica koje su predstavljene), a B-2A i X-31 izveli su iznimne demonstracije svojih letačkih sposobnosti.

Robert Barić

Lijevo: Novi Helikopter tvrtke AUGUSTA A119 Koala

Od civilnih zrakoplova, najveću pozornost izazvao je Boeing 777



Tank M-84AB

"PUSTINJSKA"



Veliki broj ispitivanja provedenih u svim klimatskim i terenskim uvjetima, potvrdio je koncepciju ovog borbenog sustava kao i realna borbena iskustva kuvajtske vojske u Zaljevskom ratu te Hrvatske vojske tijekom Domovinskog rata

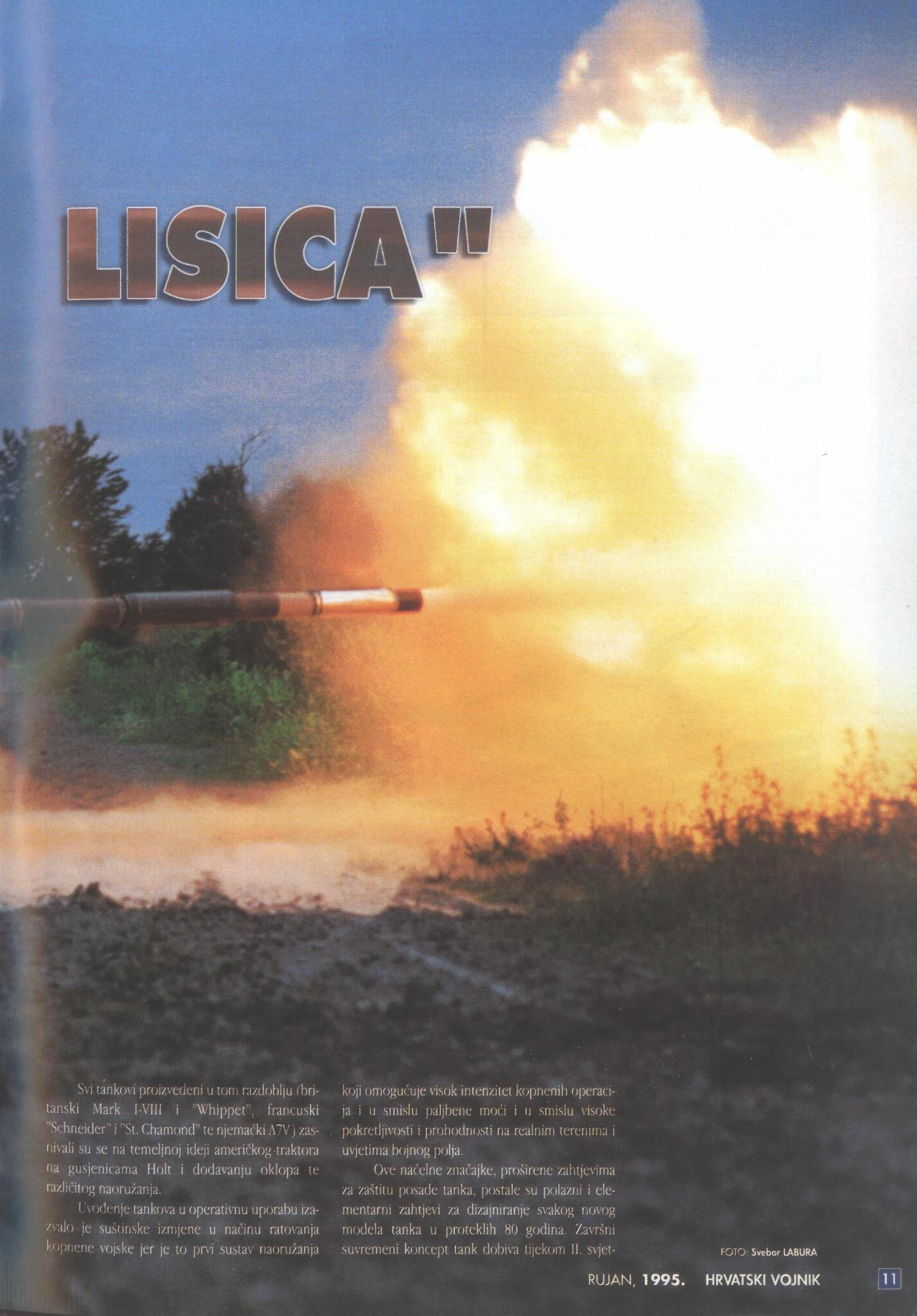
Bartol JERKOVIĆ

Tank je gusjenično borbeno vozilo velike paljbene moći, jake oklopne zaštite i visoke pokretljivosti i prohodnosti. Ideja o izgradnji borbenog vozila na gusjenicama koje bi bilo u stanju prelaziti žičane prepreke i rovove, štititi posadu od pješćkih napadaja i topničke paljbe i pritom topom napadati utvrđene položaje neprijatelja, nastala je kao posljedica stabilizacije

crta bojišta i pozicijskog rata s kraja 1914. godine.

Tijekom 1915. godine britanski inženjeri William Tritton i Walter Wilson izradili su prvi pokusni model oklopnog vozila na gusjenicama - Little Willz, a već 1916. godine pokrenuli projekt "TANK" koji je rezultirao pojavom prvog prototipa "Mother" i serijskih proizvoda nazvanih Mark I. Ovi tankovi su, po prvi put uvedeni u bitku kod Somme, 15. rujna 1916. godine.

LISICA"



Svi tankovi proizvedeni u tom razdoblju (britanski Mark I-VIII i "Whippet", francuski "Schneider" i "St. Chamond" te njemački A7V) zasivali su se na temeljnoj ideji američkog traktora na gusjenicama Holt i dodavanju oklopa te različitog naoružanja.

Uvođenje tankova u operativnu uporabu izazvalo je suštinske izmjene u načinu ratovanja kopnene vojske jer je to prvi sustav naoružanja

koji omogućuje visok intenzitet kopnenih operacija i u smislu paljbene moći i u smislu visoke pokretljivosti i prohodnosti na realnim terenima i uvjetima bojnog polja.

Ove načelne značajke, proširene zahtjevima za zaštitu posade tanka, postale su polazni i elementarni zahtjevi za dizajniranje svakog novog modela tanka u proteklih 80 godina. Završni suvremeni koncept tank dobiva tijekom II. svjet-

FOTO: Svebor LABURA

Značajke tanka M-84AB

Borbena masa tanka (tona)	42
Specifični tlak na tlo (bara)	0,813
Posada	3 člana
Dužina s topom naprijed (mm)	9530
Dužina oklopnog dijela (mm)	6860
Širina tanka (mm)	3590
Visina po kupoli (mm)	2190
Klirens (mm)	470
Snaga pogonskog motora kW (KS)	735 (1000)
Specifična snaga, kW/t (KS/t)	17,5 (23,8)
Najveća brzina (km/h)	65 min.
Polumjer kretanja (km)	650
Naoružanje	
Top	2A46, 125mm
Spregnuta strojica	PKT-7,62
Protuzrakoplovna strojica	NSV-12,7

tablica: Denis ILEŠIĆ

skog rata kroz ponate modele:

- Tiger I i Tiger II (Njemačka)
- Stuart i Sherman (SAD)
- Churchill, Cromwell i Comet (Velika Britanija)
- T-34 (bivši SSSR)

Nagli tehnološki razvoj poslije II. svjetskog rata i opsežna poboljšanja vitalnih sustava tankova stvorila su veliki broj novih modela i pojavu gen-

da je time pokrenuta lavina modernizacijskih programa postojećih tankova te novih razvojnih programa na Zapadu. Tank T-64 (sa svim svojim inačicama) sadrži velik broj vrlo inventivnih rješenja koja su usmjerila smjerove razvoja većine suvremenih tankova.

Poslijeratni razvitak tankova istočne koncepcije vodi povećanju kalibra topa i ekstremnim početnim brzinama zrna uz razmjerno slabe značajke sustava za upravljanje paljbom, vrlo niskoj silueti tanka i razmjerno maloj masi.

Istodobno, zapadni smjerovi razvitka tankova usmjereni su na povećanje oklopne zaštite primjenom "multi-layer" oklopa (kao odgovor na istočne topove velikih kalibara), uz razmjerno velike siluete i masu tanka, podizanje snage motora (zbog povećanja mase) i uvođenje sofisticiranih sustava za upravljanje paljbom.

Suštinski napredak u taktičkom smislu postignut je ostvarenjem zahtjeva za dnevno-noćnim ciljanjem u pokretu u svim vremenskim uvjetima, što je definitivno povećalo i učinkovitost i vjerojatnost preživljavanja na bojnopolju.

Tank M-84AB

Konceptualno, tank M-84AB je utemeljen na ruskom tanku T-72 i zadržava njegove temeljne značajke: najveći primjenjeni kalibar topa, učinkovito streljivo, automatski punjač topa, malu masu i nisku siluetu.

Istodobno, tank M-84AB predstavlja evoluciju baznog tanka T-72 u sustavima i značajkama u kojima je T-72 tehnički inferioran prema zapadnim tankovima: sustav za upravljanje paljbom, motor snage 1000 KS i komunikacijska oprema.

Strukturno, M-84AB obitelj tankova čine:

- Linijski tank: M-84AB
- Navigacijski tank: M-84ABN
- Zapovjednički tank: M-84ABK
- Tank za izvlačenje: M-84ABI

Tank M-84AB: Opći opis

Tank M-84AB je gusjenično borbeno vozilo naoružano stabiliziranim, automatski punjenim topom kalibra 125 mm, jake oklopne i RBK zaštite te visoke pokretljivosti i prohodnosti. Posadu tanka M-84AB čine tri člana: zapovjednik, ciljatelj i vozač.

Tank je, prema standardnoj koncepciji podijeljen i organiziran u tri temeljne cjeline: upravljački dio (prostor vozača); borbeni dio (prostor zapovjednika i ciljatelja); motorno-transmisijski dio, a čine ga temeljni sustavi: oklopno tijelo;



Tank M-84AB

eracija tankova i njihovih tipičnih predstavnika. Nakon prve dvije poslijeratne generacije tankova (razdoblje 1950.-1970. godine), pojavljuju se prva (1970.-1980. godine) i druga međugeneracija (1980.-1990. godine), kao izvedenice druge poslijeratne generacije tankova. Tankovi treće poslijeratne generacije pojavljuju se u razdoblju 1980.-1990. godine a njihovim poboljšanjima nastaju tankovi treće međugeneracije (1990.-2000. godine). U istom razdoblju počinje i vrlo dinamičan razvoj tankova 4. poslijeratne generacije, tankova za 21. stoljeće.

Može se konstatirati da je pojava tankova T-64 i T-72, kao tankova 1. međugeneracije, predstavljala svojevrsan šok za zapadne stručnjake te

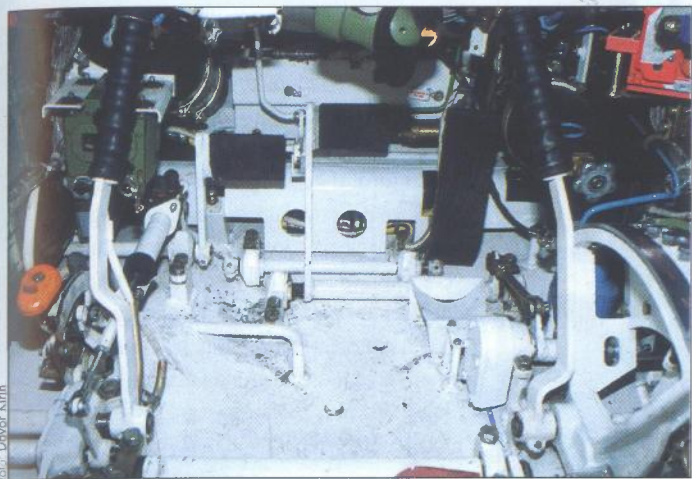


Foto: Davor Krin

kupola; naoružanje; sustav za upravljanje paljbom; sustav za automatsko punjenje topa; motor; transmisija; hodni dio; elektrooprema tanka; sustav za unutarnju i vanjsku vezu i specijalni uređaji i oprema.

Poseban dodatak tanka je individualni komplet alata, opreme i neophodnih pričuvnih dijelova.

Upravljački dio. Upravljački dio - prostor vozača se nalazi u prednjem dijelu tanka a omeđen je lijevim i desnim unutarnjim spremnicima za gorivo, akumulatorima i pločom vozača te okretnim transporterom automata punjenja. U sredini upravljačkog dijela nalazi se sjedalo vozača i sva oprema potrebna za nadzor i upravljanje motorom i vozilom (upravljačke poluge, kočnica, birač brzina itd.), uređaji za motrenje (dnevni i noćni) te uređaji sustava za RBK i protupožarnu zaštitu tanka i posade.

Na prednjem dijelu krovne ploče nalazi se poklopac i mehanizam za zatvaranje otvora/ulaza upravljačkog dijela te dio uređaja za RBK zaštitu.

Borbeni dio. Borbeni dio čini srednji dio tanka, geometrijski omeđen kupolom, fizički odvojen motornom pregradom od motora a povezan s upravljačkim dijelom.

U srednjem dijelu kupole ugrađen je top 2A46 i komponente sustava za automatsko punjenje topa. Desno od topa je postavljena spregnuta strojica a komponente sustava za upravljanje paljbom i elektro-opreme kupole su ugrađene po zidovima i stropu kupole.

Desno od topa je prostor i sjedalo zapovjednika tanka, sa sustavom za radio-vezu te pokretnom kupolicom za panoramsko motrenje i kružno upravljanje vanjskom protuzrakoplovnom strojicom.

Lijevo od topa je prostor i sjedalo ciljatelja a ispred njega se nalazi ciljnička sprava, uređaji za upravljanje radom sustava za upravljanje paljbom i automatskog punjača topa te ručni mehanizmi za pokretanje topa i kupole. Na lijevom zidu kupole smještena je ručna kočnica kupole, upravljačka ploča balističkog računala te upravljački blokovi uređaja za međusobni razgovor i sustava za izbacivanje dimnih kutija.

Motorno-transmisijski dio. Motorno-transmisijski dio zauzima zadnji dio tanka,

motornom je pregradom odvojen od borbenog dijela.

Motor je ugrađen poprečno unutar motornog prostora, uz lijevi bok oklopnog tijela a dio uređaja motora na motornoj pregradi i uz desnu bočnu ploču oklopnog tijela.

Multiplikator je smješten uz desnu bočnu ploču transmisijskog prostora, a u zadnjem dijelu

Upravljački dio prostora vozača u tanku M-84AB

Lijevo: Uređaji za upravljanje tankom

Dolje: Upravljačka ploča vozača

lijeve i desne bočne ploče u posebna kućišta su ugrađeni mjenjači s bočnim prijenosnicima i razvodnim mehanizmima na kućištu.

Ventilator sustava za hlađenje ugrađen je na zadnjoj ploči oklopnog tijela. Motorno-transmisijski dio zatvara se posebnim poklopcima iznad motora i transmisije. Izvana, na blatobranima, postavljeni su vanjski spremnici za gorivo i ulje motora te sanduci za smještaj individualnog kompleta tanka.



Foto: Davor Krin

Tank M84AB: Temeljne značajke

Paljbena moć

Naoružanje i streljivo. Top 2A46, glatke cijevi kalibra 125 mm, je temeljno naoružanje tanka M-84AB, a omogućuje borbu protiv mod-

Značajke topa 2A46

Model topa	2A46
Kalibar i tip	125 mm, glatka cijev
Brzina gađanja (met/min) automatski/ručno	8 aut./ 2 ruč.
Vrsta metka	Dvodijelni
Tipovi projektila	PK - potkalibarni TF - eksplozivno-rasprskavajući KM - kumulativni
Najveća daljina neizravnog gađanja (TF)	10.000 m
Najveća daljina izravnog gađanja noću	1200 m
Daljina izravnog gađanja cilja visine 2 m	2120 m za PK 1000 m za KM
Dužina trzanja topa (mm)	270-325, max. 340 mm
Način opaljenja	Galvanski Elektro-mehanički Mehanički

Fotografije: Denis Lešić

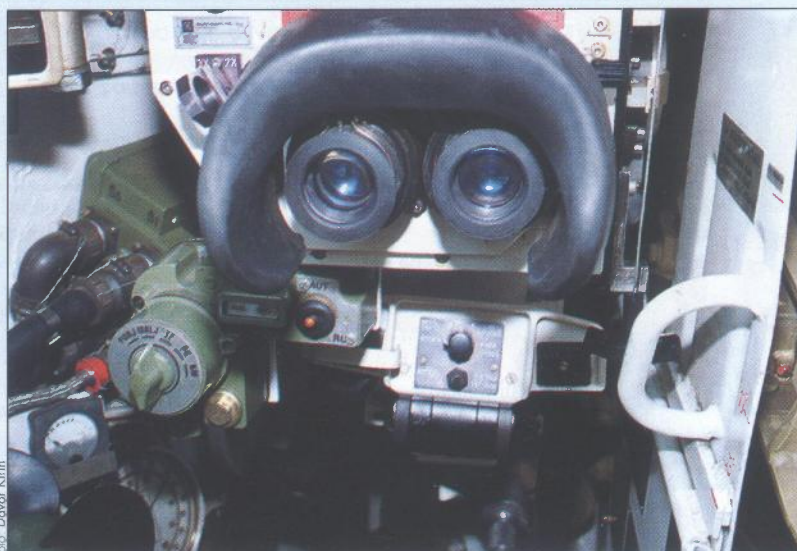


foto: Davor Krim

Borbeni dio - prostor ciljača u tanku M-84AB
Gore: Ciljnički uređaji i upravljački blokovi
Desno: Upravljačka ploča računala

ernih tankova, lakooklopljenih borbenih vozila i utvrđenih objekata te pješastva.

Elektrohidrauličnim i ručnim pogonskim mehanizmima, top je upravljiv po smjeru i visini kako bi se ostvarila potrebna područja djelovanja:

- po smjeru: $n \times 360^\circ$
- po visini: $-6^\circ 13'$ do $+13^\circ 47'$

Top 2A46 koji se ugrađuje u tankove obitelji M-84 je kompatibilan s topovima tankova T-72 i T-80. Riječ je o topu s najvećim kalibrom i najvećom početnom brzinom zrna od svih tankovskih topova koji su trenutačno u uporabi.

Bojni komplet tankovskog topa sastavljen je od tri temeljne vrste streljiva a čine ga 42 dvodijelna metka.

Za protuoklopnu borbu, što je temeljna namjena tanka, koriste se kumulativni i potkalibarni-kinetički projektili.

Sposobnost penetracije (proboja oklopa) kinetičkih projektila ovisi o sljedećim čimbenicima: kalibru projektila, energiji projektila, kutu sudara, vrsti i kakvoći tvoriva projektila i tvoriva oklopa koji se napada.

Sposobnost proboja oklopa će se značajno povećavati podizanjem početne brzine projektila (zbog rasta kinetičke energije projektila s kvadratom brzine: $E_k = mv^2/2$) i istodobnim smanjenjem promjera penetratora u odnosu na kalibar topa. U suštini, potkalibarni projektil će biti učinkovitiji s povećanjem omjera dužina/promjer (zbog smanjenja napadne površine i očuvanje što veće mase projektila, a oboje daje veću gustoću energije) što postavlja enormne zahtjeve na tvorivo penetratora. U tom smislu, pojavljuju se i penetratori na bazi osiromašenog urana (depleted uranium), tipa npr. 3BM-42 za top 2A46 u odnosu na modele 3BM-9 (čelik) i 3BM-32 (tungsten).

Povećanje početne brzine bitno utječe i na povećanje udaljenosti na kojoj se može pogoditi



foto: Davor Krim

cilj bez korekcija po visini ("brisani prostor"). Red veličine ove udaljenosti približno je definiran izrazom $1.15v_0$ i za tankovski top 2A46 iznosi oko 2120 m.

Ova dva podatka identificiraju potkalibarni projektil kao temeljni projektil tankovskih topova za borbu protiv oklopnih ciljeva.

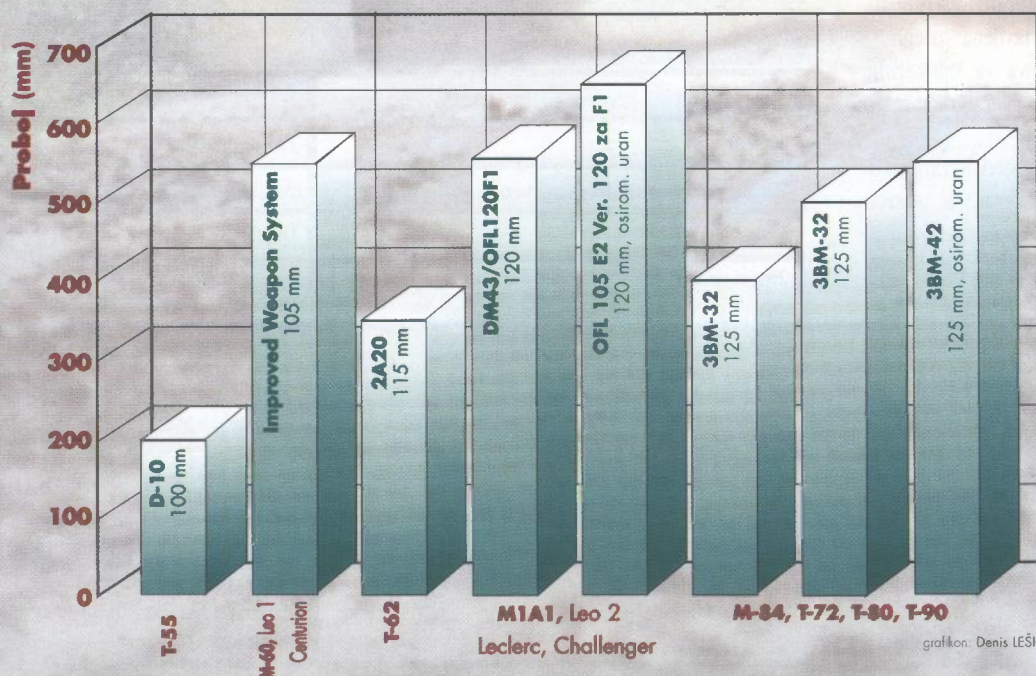
Kumulativni projektil (HEAT, High Explosive AntiTank) namijenjen je borbi protiv tankova i ostalih oklopljenih vozila, a zbog eksplozivnog djelovanja, čak i protiv pješastva.

Eksplozivno-rasprskavajući projektil (TF, HE - High Explosive), namijenjen je uništenju lako utvrđenih objekata, neborbenih vozila i pješastva.

Strojica PKT-7,62 kalibra 7,62 mm, ugrađena je na poseban nosač na desnoj strani topa i time spregnuta s topom. Namijenjena je ponajprije za djelovanje po pješastvu koje može prethoditi napadaju oklopnih vozila.

Potpuno stabiliziranim strojnicom rukuje ciljatelj, putem sustava za upravljanje paljbom. Maksimalna daljina ciljanja je 1800 m, a teorijska brzina paljbe 650-750 metaka/min. Realna brzina paljbe je 250 metaka/min. a bojni komplet strojnice PKT čini 2000 metaka. Protuzrakoplovna

Probojna moć potkalibarnih projektila (APFSDSD)



strojnica NSV-12,7, kalibra 12,7 mm, postavljena na kupolicu zapovjednika i izvana ručno upravljiva 360° po smjeru te -5°/+75° po visini.

Daljina ciljanja zemaljskih ciljeva je 2000 m, a ciljeva u zraku 1500 m i ostvaruje se korištenjem ciljničke sprave K10-T. Ručnim načinom opaljenja ostvaruje se realna brzina paljbe 680 do 800 metaka/min.

Bojni komplet strojnice NSV-12,7 čini 360 metaka.

Od ostalog naoružanja u tanku se nalaze:

- signalni samokres,
- ručne bombe (10 kom.) i
- osobno naoružanje posade.

Sustav za upravljanje paljbom. Tank M-84AB opremljen je suvremenim, kompjutoriziranim dnevno-noćnim sustavom za upravljanje paljbom s laserskim daljinometrom, koji omogućuje ciljanje pokretnih ciljeva tankom u pokretu, danju i noću i u svim vremenskim uvjetima.

Ovaj sustav predstavlja najznačajniju modernizaciju u odnosu na bazni tank T-72 i zbog značajnog povećanja vjerojatnosti pogotka prvim zrnom bez obzira na uvjete ciljanja, dovodi tank M-84AB uz bok najsuvremenijih svjetskih tankova.

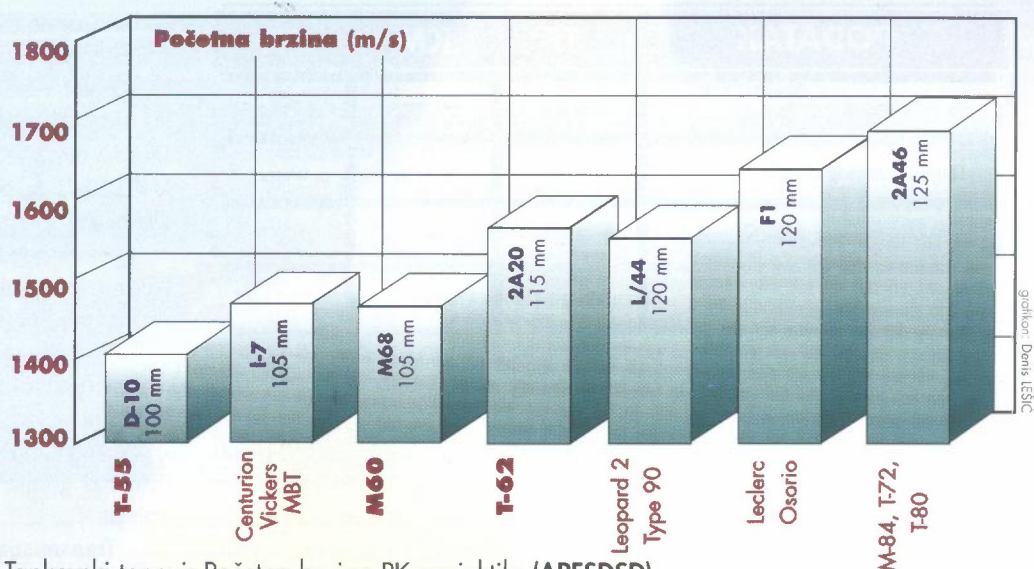
Bitna zadaća sustava je stabilizacija crte ciljanja (LOS-Line of Sight), mjerenje svih meteoroloških parametara zbog izračunavanja položaja topa i njegovo postavljanje u definirani položaj u prostoru te upravljanje procesom opaljenja respektirajući sve vanjske poremećaje gibanja tanka po realnom terenu.

Temeljni dijelovi (podsustavi) sustava za upravljanje paljbom su: dnevno-noćna ciljnička sprava DNNS-2; balističko računalo s pločom računala; pojačalo sa sklopovima za upravljanje; razvodna kutija K-1M (Interface); žiro-blok i davač brzine po smjeru; upravljački blok ciljatelja; ploča zapovjednika; meteorološki senzor; dnevno-noćna sprava zapovjednika DNKS-2; elektrohidraulični pogon topa i elektrohidraulični pogon kupole.

Ključni dio sustava za upravljanje paljbom je dnevno-noćna ciljnička sprava DNNS-2 s nezavisnom ciljničkom crtom i stabilizacijom vidnog polja u dvije ravnine, s tri integrirana i međusobno usuglašena optička kanala: dnevnim kanalom; noćnim kanalom s pasivnim pojačalom slike II. generacije i laserskim kanalom (laser dometa 10.000 m i točnosti 10 m).

Ciljnička sprava je ugrađena lijevo od topa na krovnoj ploči kupole, a s topom je povezana preko senzora elevacije i paralelograma.

Digitalno, dvoprocesorsko, balističko računalo u realnom vremenu obrađuje ulazne



Tankovski topovi: Početna brzina PK projektila (APFSDSD)

podatke (daljinu cilja, meteo-balističke podatke, upravljačke signale, početnu brzinu, podatak o srednjem pogotku, vrstu streljiva i signale sa žirobloka) i na temelju toga izračunava balističke elemente za upravljanje topom i postavljanje dopuštenja opaljenja.

Opaljenje će biti omogućeno tek kad izmjereni položaj topa u prostoru bude dovoljno blizu položaja koji je definiralo računalo u odnosu na crtu ciljanja, što znači da proces opaljenja inicira ciljatelj a provodi računalo ("prozor paljbe", firing window - čija širina se smanjuje s povećanjem izmjerene daljine do cilja a izračunata vrijednost pogreške položaja topa mora biti unutar "prozora").

Dnevno-noćna zapovjednička sprava sadrži noćni kanal s pojačalom slike II. generacije i omogućuje zapovjedniku akviziciju ciljeva i prioritetni nadzor.

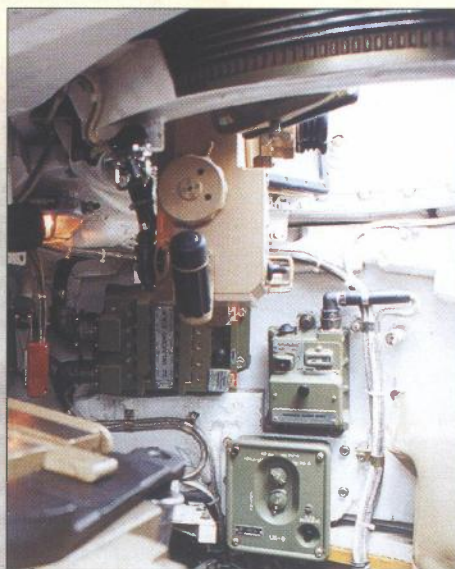
Sustav za automatsko punjenje topa. Tank M-84AB je opremljen sustavom za automatsko punjenje topa koji je omogućio smanjenje broja članova posade i veću brzinu punjenja i paljbe u kontinuitetu (naime, ručnim punjenjem topa moguće je postići veću brzinu ali samo za 2-3 ciklusa punjenja i to s vrlo uvježbanom posadom).

Glavni dio automata za punjenje je okretni transporter smješten u srednjem dijelu oklopnog tijela, ispod kupole.

Transporter sadrži 22 dvodijelne kasete, gornji dio kasete nosi punjenje a donji dio projektil. Sinkronizaciju pokretanja transportera, nalaženje definiranog metka i pravilno punjenje omogućuje "memorija", ugrađena na gornjem dijelu transportera.

Startanjem ciklusa punjenja, top se automatski dovodi na kut punjenja i elektromehanički utvrđuje i počinje ciklus okretanja trans-

Borbeni dio - prostor zapovjednika tanka M-84AB



Publica: Denis LEŠIČ

Mehanizam za podizanje kaseti podiže izabrani metak prema topu i dovodi ga na razinu za punjenje, a donosač, ugrađen u zadnji dio kupole, ubacuje projektil, pa punjenje u ležište

Temeljno gorivo motora je dizel gorivo a moguća je uporaba neetiliranih benzina do 72 oktana i mlaznog goriva.

sustav za napajanje gorivom; sustav za dovod zraka; sustav za podmazivanje; sustav za hlađenje; sustav za grijanje i sustav za startanje motora zrakom.

Transmisija tanka M-84AB je mehanička s hidrauličnim upravljanjem promjene stupnja prijenosa, sastavljena od multip-

Tijekom ciklusa podizanja kasete podiže se i okvir s hvatačem dna čahure, koje će biti izbačeno nakon dolaska okvira u gornji položaj i otvaranja poklopca na otvoru za izbacivanje dna čahure. Po završenom ciklusu punjenja topa, svi mehanizmi se dovode u početne položaje, top se deblokira i usuglašava sa crtom ciljanja, elektroopaljenje je omogućeno a hvatač dna čahure spreman za prihvatanje dna čahure nakon opaljenja.

Pult za upravljanje (smješten ispred cilatel-
ja) i pult za punjenje (smješten desno od zapov-
jednika) služe za potpuno upravljanje sustavom za
punjenje topa u svim režimima rada.

Motor. Visoku pokretljivost tanka M-84AB osigurava modernizirani Dieslov motor V-46TK snage 735 kW (1000 KS). Dieslov motor V-46TK predstavlja drugo značajno unapređenje tanka M-84AB u odnosu na bazni tank T-72, dajući specifičnu snagu 17,5 kW/t (23,8 KS/t). S ovom speci-

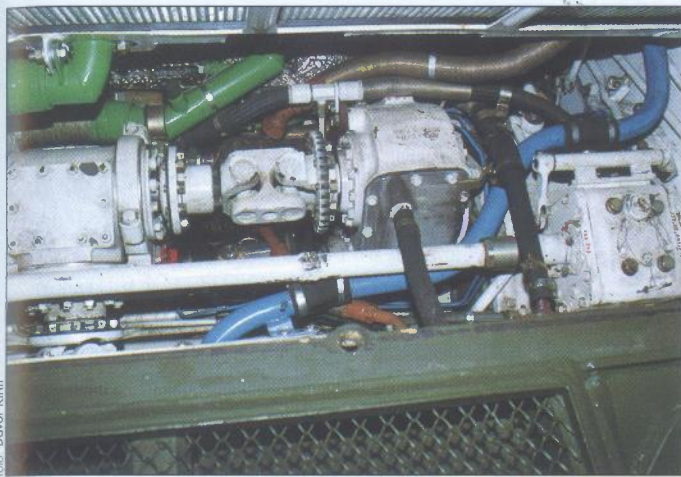


Foto: Davor Krin

gusjenice prelazi u niži stupanj prijenosa.

Hodni dio. Hodni dio tanka pretvara okretni moment prenešen od motora na pogonske kotače u vučnu silu koja pokreće tank te ublažava udare i brzo prigušuje oscilacije tijela tanka pri gibanju po neravnom terenu ili preprekama.

Hodni dio tanka M-84AB čine:

pogonski kotači; gusjenice s gumenim naplaticima; vodeći kotači s mehanizmima za zatezanje gusjenica; potporni kotači; kotači nosači gusjenica; laktaste osovine s torzionim vratilima i hidraulični amortizeri sa sponama.

Ovješeno je neovisno, s torzionim vratilima i hidrauličnim amortizerima. Površinski pritisak tanka na tlo preko gusjenica iznosi 0,813 bara što tanku daje iznimnu sposobnost svladavanja slabonosivog terena.

Tank M-84AB: Zaštita

Zaštita, kao vitalni parametar tzv. "tankovskog trokuta" (paljbena moć - oklopna zaštita - pokretljivost), važna je značajka suvremenih tankova, pogotovo u vrijeme masovne uporabe protutankovskih oružja i oruđa svih vrsta uključujući i RBK aktivnosti neprijatelja na bojištu.

Sukladno općoj definiciji zaštite, tank M-84AB raspolaže s opremom za vanjsku zaštitu i maskiranje te sustavom za unutarnju zaštitu.

Oklop, kao sastavni dio opreme za vanjsku zaštitu tanka, štiti posadu i vitalne sustave od pogodaka te izravno povećava vjerojatnost preživljavanja tanka na bojištu. Svi tankovi imaju posebno ojačane oklope na prednjem dijelu oklopnog tijela i kupole, kao kompromis između potrebne razine zaštite i enormnog povećanja ukupne mase tanka. U odnosu na tankove prve poslijeratne generacije koja su

koristila homogena čelična tvoriva, u novijim generacijama se pojavljuju oklopi koje proizvođači deklariraju kao "kompozitne", "unaprijeđene", "laminirane" ili "specijalne" oklope.

Učinkovitost oklopa definirana je primijenjenim tvorivima, konfiguracijom te geometrijom napadanih vitalnih površina tanka.

Prednji (frontalni) dio oklopnog tijela je višeslojne izvedbe, kom-

pozitnog "sandwich" tipa, s vrlo povoljnim antibalističkim nagibom gornje čelone ploče. Ovakva konfiguracija "nosa" oklopnog tijela tanka daje znatno veću geometrijsku i učinkovitu debljinu oklopa u odnosu na oklop konvencionalnog tanka T-72.

Kupola tanka M-84AB je, u smislu oklopne zaštite, kompatibilna s novijim inačicama tanka T-72 te ima silikatni umetak na prednjem i prednjim bočnim dijelovima. Ovom izmjenom je oklopna zaštita prednjih dijelova tijela i kupole dovedena na približno istu razinu.

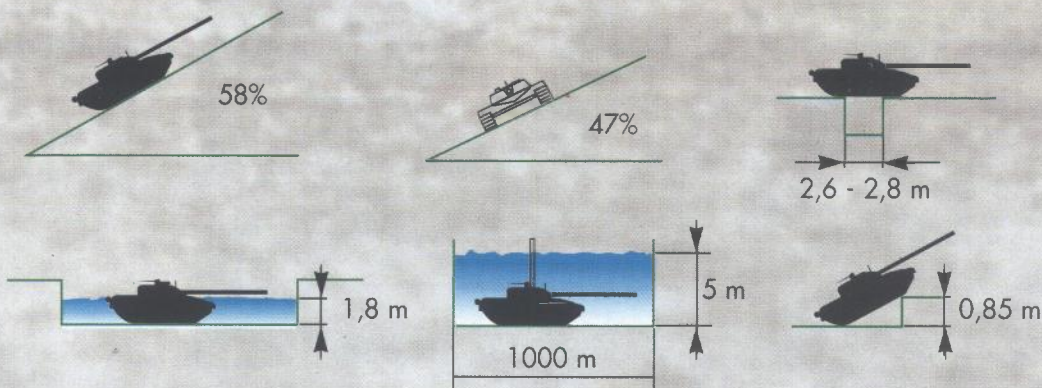
Dodatna protukumulativna zaštita je izvedena na bočnim štitnicima na tijelu (tzv. protukumulativni zasloni) i vanjskom opremom na kupoli. Namjena ovih dodatnih elemenata vanjske zaštite je aktiviranje kumulativnih glava prije kontakta s glavnim oklopom. Dodatni element vanjske zaštite tanka M-84AB je njegova niska silueta zbog koje M-84AB predstavlja 15-20 posto manji cilj u usporedbi sa suvremenim zapadnim tankovima.

Razina protukumulativne zaštite može biti znatno povećana primjenom eksplozivnog reaktivnog oklopa.

Oprema za maskiranje kao dio vanjske zaštite tanka, treba omogućiti blokiranje optičke vidljivosti kao modela obrane od napadaja. Dimna zavjesa, kao jedan od načina onemogućavanja neprijatelja u normalnom vođenju PT rakete ili mjerenju daljine laserom, proizvodi se na tanku M-84AB na dva načina: termo-dimnom aparaturom i sustavom za izbacivanje dimnih kutija.

Termodimna aparatura stvara dimnu zavjesu

Motorno transmisijski dio - prostor transmisije



Parametri prohodnosti

Značajke sustava za upravljanje paljbom tanka M-84AB

Model sustava za upravljanje paljbom / stabilizatora	SUV-M-84 / 2E28MM
Režimi rada	Pripremni Polustabilizacija Puna stabilizacija
Točnost sustava	- po visini - po smjeru
	0,2 mrad 0,25 mrad
Brzina navođenja topa po visini	- min - max
	1 mrad/s 70 mrad/s
Brzina navođenja topa po smjeru	- min - max
	1,2 mrad/s 285 mrad/s
Opseg laserskog mjerenja daljine	200-10000 m
Daljina izravnog ciljanja	200- 6000 m
Ulazni podaci	- bočni vjetar - temperatura zraka - tlak zraka - temperatura baruta - promjena početne brzine
	-40 do +40 m/s -45 do +50 °C 600 do 1135 mbar -45 do +50 °C u m/s
Opseg preticanja	- po smjeru - po visini
	-40 do + 40 mrad -20 do + 20 mrad
Opseg podešavanja (rektifikacije)	-5 do +5 mrad
Najveći nagib	-15 do + 15°

tablica: Denis LEŠIĆ

oko tanka izravnim ubrizgavanjem goriva u ispušni sustav motora. Ovim načinom se vrlo brzo i učinkovito stvara gust dim ali u izravnoj okolini tanka.

Sustav za izbacivanje dimnih kutija se električnim putem aktivira iz unutarnjosti tanka a kutija se izbacuje na daljinu veću od 150 m. Učinak maskiranja nastupa za oko 10 sekundi od trenutka lansiranja dimne kutije.

Sustav za unutarnju zaštitu čini oprema koja štiti posadu i sustave u unutarnjosti tanka a sastavljena je od:

pod sustava za RBK detekciju; pod sustava za hermetizaciju i filtro-ventilaciju te protupožarnog uređaja.

RBK detektor osigurava zaštitu posade i opreme unutar tanka od djelovanja udarnog vala

Lanseri dimnih projektila na prednjoj bočnoj strani kupole

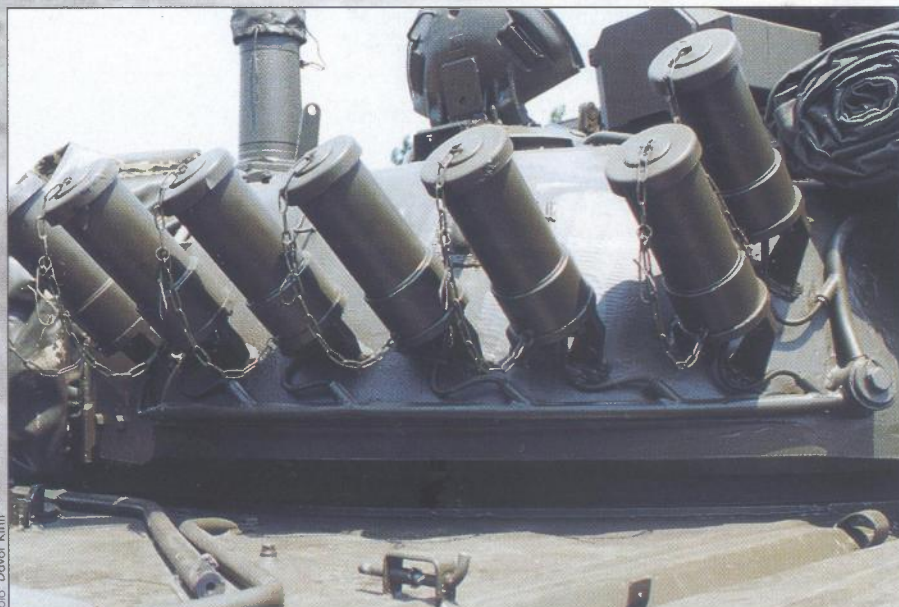


foto: Đorđo Klirin

nuklearnog udara, bojnih otrova i radioaktivnog zračenja. Zaštita posade se postiže hermetizacijom upravljačkog i borbenog dijela tanka, prečišćavanjem zraka i stvaranje nadtlaka u tanku većeg od 350 Pa, oklopom i ugrađenim pločama za protoneutronska zaštitu.

Protupožarni sustav je automatski uređaj koji preko 14 termodavača nadzire i registrira pojavu požara u tanku. Odvojeni su krugovi za nadzor i intervenciju na požar u motorno-transmisijskom dijelu tanka u odnosu na prostor posade, a radni dio sustava čine tri boce pune halonom.

Sustav kolektivne zaštite će u slučaju bilo kojeg od signala opasnosti automatski izvršiti hermetizaciju prostora i pokrenuti njegovu ventilaciju ili filtroventilaciju te tonski uzbuniti posadu preko uređaja za međusobni razgovor. U specifičnim okolnostima (npr. požar ili nuklearni udar) sustav će automatski ugasi motor tanka.

Tank M-84AB: Komunikacijska oprema

Komunikacijski sustav tanka treba omogućiti unutarnju vezu između članova posade tanka te vanjsku komunikaciju primopredajnicima prema drugim tankovima ili vezi zapovjedništva postrojbe.

Uređaj za međusobni razgovor je "interfonski" sustav na koji se priključuju kacigofoni svih članova posade te primopredajnici. Sustav je tako koncipiran da svakom od članova posade dopušta pristup primopredajnicima i održavanje vanjske veze te dovođenje primopredajnika u konfiguraciju koja je potrebna za retranslacijski rad sustava.

Tank M-84AB je opremljen najsuvremenijim UKV primo-predajnicima s frekvencijskim skakanjem (RACAL Jaguar V - JAMming GUARded Radio VHF), frekvencijskog opsega 30-87,975 MHz.

Budući da ovi primopredajnici tijekom normalnog rada 100 puta u sekundi mijenjaju radnu frekvenciju, ometanje ili prisluškivanje ovakve komunikacije je praktički nemoguće. Frekvencijsko skakanje može biti ostvareno samo u dijelu frekvencijskog područja (uskopojasno) ili u cijelom pojasu (širokopojasno skakanje).

Tank M-84: Dodatna oprema i uređaji

Dodatnu opremu i uređaje tankova obitelji M-84 čine:

- prizmatični periskopi za dnevno motrenje,
- 2 komada TNP-169 (zapovjednik),
- 1 komad TNPO-168V (vozač),
- 1 komad TNP-165A (ciljatelj),
- 5 komada TNPA-65 (pomoćni periskopi svakog člana posade),

- pasivni, optoelektronički, binokularni noćni periskopi,
- DNKS-2 (zapovjednik),
- PPV-2 (vozač),
- žiropolukompas GPK-59 za orijentaciju,
- pribor za podvodnu vožnju koja, uz 20 min-utnu pripremu omogućuje svladavanje vodene prepreke tzv. "dubokim gazom",
- oprema za samoukopavanje kojom za 15-40 minuta (ovisno o vrsti tla), omogućuje kopanje standardnog zaklona za tank,
- individualni komplet alata i pribora.

Na prednjem dijelu tijela tanka je oprema za priključenje čistača mina KMT-6.

Zapovjednički tank M-84ABK ima dodatni KV SSB/AM uređaj s frekvencijskim opsegom 1,6-29,999 MHz i vanjski generator napajanja snage 1 kW.

Navigacijski tank M-84ABN je opremljen zemaljskim navigacijskim sustavom TELDIX.

M-84ABI je tank za izvlačenje (Recovery Vehicle) sa svom konvencionalnom opremom koju koriste vozila ove vrste.



foto: Davor Kirin

Hodni dio tanka

vanja provedenih u svim klimatskim i terenskim uvjetima, potvrdio je koncepciju ovog borbenog sustava kao i realna borbena iskustva kuvajtske vojske u Zaljevskom ratu te HV tijekom Domovinskog rata.



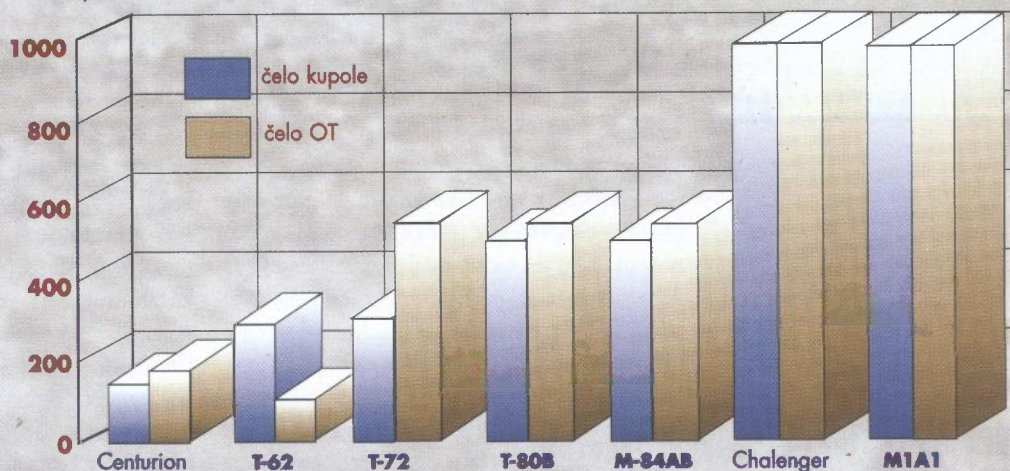
foto: Davor Kirin

Protuzrakoplovna strojica NSV - 12,7 mm

Zaglavak

Tankovi obitelji M-84AB predstavljaju učinkovitu kombinaciju tanka istočne koncepcije i sofisticiranih zapadnih sustava. Raspolaže dobrom oklopnom zaštitom, visokom pokretljivošću i mogućnošću gađanja pokretnog cilja u pokretu, na realnom terenu u svim dnevno-noćnim i meteorološkim uvjetima. Veliki broj ispi-

Oklopna zaštita suvremenih tankova



grafikon: Denis LEŠIĆ

Posada za buduće OKLOPNJAKE



Umjetnička vizija američkog glavnog borbenog tanka Block III čijim konstrukcijskim značajkama je predviđen smještaj posade u tijelo tanka te ugradnja naprednog sustava za upravljanje paljbom temeljenog na sveobuhvatnom VETRONIC paketu. Konstrukcijsko-taktičke značajke nastoje biti u skladu s vizijom nekog budućeg bojišta, ali i vizije nekog budućeg rata uopće, s kojim bi se sadašnje postrojbe mogle susretati

U razvoju oklopnih borbenih vozila doći će do promjena uloge broja članova posade, po načelu: "dva člana na dužnosti a treći se odmara", u cilju veće spremnosti na bojištu. Time dolazi do promjena konfiguracije vozila i načina smještaja posade u njemu. Posebno će se te promjene vidjeti kod tankova i izvidničkih vozila, gdje posada više neće sjediti u okretnoj kupoli, već će se smjestiti na određenim mjestima unutar

kućišta. U ovom se članku govori o razlozima zbog kojih su takve promjene neophodne, o tome kako se mogu izvesti, kao i o problemima koje će trebati riješiti



Dinko MIKULIĆ

d peteročlane posade četrdesetih godina, pedesetih se prešlo na četveročlanu, a mjesto koje je do tada zauzimao peti član posade (suvozač) namijenjeno je doknadnom streljivu. Automatsko punjenje, koje su prvi uveli Rusi potkraj šezdesetih godina, prihvaćeno je i na Zapadu (francuski **Leclerc** tank), pa se u kupoli sad umjesto tri člana posade nalaze dva. S druge strane, to omogućava simetričan plan kupole, gdje sa svake strane postolja topa sjedi jedan vojnik. Ruskim tenkovima, poput **T-72** i **T-80**, imaju manje, prikladnije kupole, koje omogućavaju da oba člana posade imaju neometan pogled prema naprijed. Automatsko punjenje topa kod ruskih tankova izvodi se tako da se streljivo vodi iz kružnih spremnika, na donjem dijelu vozila, ispod dvojice članova posade koji tu sjede, do sustava rukovanja streljivom i punjenja u samoj kupoli. Zapadno načelo odvaja streljivo od posade, osim u trenutku

kad se streljivo stvarno prenosi kroz odjeljak za posadu i stavlja u zatvarač topa.

Kod BOV-a ili LOV-a, korištenje topa s uređajem za automatsko dovodenje streljiva eliminira potrebu za punjenje oružja, pa se u kupoli obično nalaze dva člana posade (primjerice kod **Bradley**, **Warrior**, **BMP-2** itd.) Kupole s dva člana posade danas su gotovo u potpunosti zamijenile one s jednim članom (npr. **BMP-1**, **AIFV**), kod kojih zapovjednik nije mogao vidjeti okolinu vozila s njegove najviše točke, jer je sama kupola pokrivala veći dio vidika. Budući da oba člana posade koji se nalaze u kupoli (kako kod tanka tako i kod LOV-a) kruže s kretanjem glavnog topa, potrebno je da treći član posade sjedi u prednjem dijelu kućišta i upravlja vozilom. Kod tanka, gdje se u većini slučajeva motor nalazi straga, vozač će vjerojatno prednji dio vozila dijeliti s doknadnim streljivom, te će biti smješten usred ili sa strane spremnika za doknadno streljivo. Kod BOV-a, gdje se motor uglavnom nalazi sprijeda, jer pješništvo

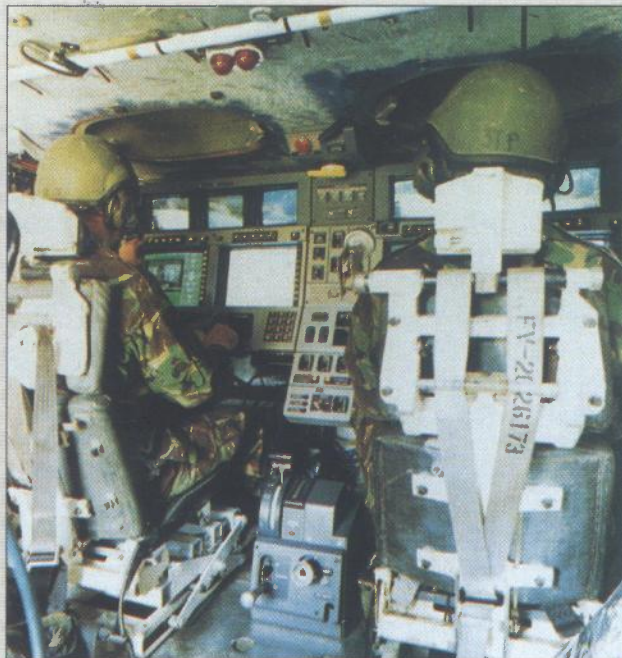
treba izlaziti straga, vozač sjedi uz motor. Kod tankova kod kojih je motor u prednjem dijelu (npr. **Merkava**), stražnji dio kućišta će se uglavnom koristiti kao spremište streljiva. Ako je potrebno da članovi posade ili druge osobe iziđu kroz stražnji izlaz trebat će napraviti prolaz kroz prostor za doknadno streljivo.

I kod tanka i kod LOV / BOV-a (svejedno da li s motorom sprijeda ili straga), sva tri, odnosno četiri člana posade bit će čitavo vrijeme uključeni u djelovanje svog vozila, jedan u prednjem dijelu vozila, a dva ili tri u kupoli. Zapovjedniku treba omogućiti da ima pregled okolice s najviše točke vozila kako bi izbjegao da ga neprijatelj iznenadi i da bi pronašao ciljeve. Topnik, s druge strane kupole, uglavnom će se baviti prilagođavanjem ciljanih sprava na ciljeve koje mu je označio zapovjednik, no može u isto vrijeme i pomagati zapovjedniku u izvidanju. To je, naravno, moguće samo onda ako mu vidik nije ograničen onim što vidi kroz ciljnik topa već ima i periskop ta je mogućnost ugrađena u nekoliko novijih kupola (npr. Warrior). Uz to što može okrenuti kupolu tako da topnika dovede u crtu sa ciljem, zapovjednik će u većini slučajeva imati i svoj vlastiti sustav ciljanja i vođenja topa, tako da može zamijeniti topnika ili preuzeti njegovu funkciju i sam usmjeriti oružje na cilj. Vozač također može pomagati zapovjedniku tijekom izvidanja i pri tome koristiti svoj periskop (posebice kad vozilo stoji), no zapovjednik mora nadgledati njegov rad kad se vozilo kreće unazad jer će mu kupola, koja se nalazi izravno iza njega, blokirati vidik. Vozač tanka koji se nalazi u prednjem dijelu kućišta je izoliran od članova posade u kupoli i ne može zamijeniti mjesta s njima a da ne izide iz vozila (npr. T-72).

Preseljenje posade u donji dio kućišta

Premda kupola s automatskim punjenjem i dva člana posade ima nešto smanjene nutarne protežnosti, dodavanje složenog/slojevitog oklopa na vanjsku stranu kupole povećava obris, pa time i cilj neprijateljske paljbe kad se s naprijeteljem sukobljava preko uzvisine. Određeno smanjenje veličine cilja može se postići i kad su članovi posade na svojim mjestima s obje strane topa, tako da se smanji visina kupole, prilagođavanjem proporcije elevacije vozila i prelaskom na prilagodivi sustav amortizacije (kao kod francuskog tanka AMX-10 RC), odnosno omogućavanjem da se dio topa sa zatvaračem podigne na krov kupole (odnosno iznad krova, kao kod njemačke konstrukcije "Plosnate kupole").

Tvrtka **Tekadyne Continental Motors** (TCM) predložila je značajnije smanjenje kupole potkraj osamdesetih godina, u okviru razvoja **Sustava oklopljenog topa (AGS)**. Kupola s dva člana posade spuštana je u kućište, sve dok se glave članova posade nisu našle na razini donjeg prstena kupole, a iznad toga ostao je samo top sa



Dvije radne postaje VERDI 2 oglednog vozila, razvijenog u Velikoj Britaniji, pod pokroviteljstvom DRA

svojim nosačem, što predstavlja značajno smanjen cilj. TCM je također ponudio naknadnu dogradnju ovih kupola na već zastarjele **Centurion** i **M-60** tankove, tvrdeći da se težina koja se uštedi na kupoli može iskoristiti za pojačani oklop kućišta, što bi značilo poboljšanu zaštitu kako vozila tako i posade. No, premda se kod tog prijedloga dvočlana posada spustila u kućište, oni još uvijek kruže zajedno s postoljem topa, pa je opet potreban treći član posade koji upravlja i manevrira vozilom. Do poboljšane zaštite posade u ovom slučaju ne dolazi toliko zbog smanjenja prostora kojeg posada zauzima (još uvijek tročlana), već više zbog spuštanja dva ključna člana posade u kućište vozila, gdje su bolje zaštićeni. Kod ruskih



Ruske konstrukcije tenka, kao što su T-72 i T-80 (na slici) odlikuje se kompaktnošću kupole, koja omogućava da oba člana posade imaju neometani pogled prema naprijed. Međutim, prototipska ispitivanja novog ruskog tanka s topom kalibra 140 mm, određuju smještaj tročlane posade u kućištu prednjeg dijela tanka

tankova nije moguće da dođe do takvog spuštanja posade, jer okrugli okvir sa streljivom zauzima donji dio borbenog odjeljka vozila, a tako značajno smanjenje cilja ne bi bilo moguće ni kod zapadnih tankova koji nose veću količinu doknadnog streljiva u kupoli. TCM je predvidio da se veći dio doknadnog streljiva nalazi u stražnjem dijelu kućišta,

odakle se prevozi prema gore iza vanjskog postolja topa.

Radikalnije rješenje bilo bi da se u potpunosti odustane od toga da se kupola okreće s topom. Zapovjednik i topnik trebali bi se pridružiti vozaču na nepomičnim radnim postajama u kućištu, okrenutim prema naprijed. Američki **Tank Test Bed (TTB)** s kraja osamdesetih godina primjer je takvog rasporeda s motorom straga, a na temelju kućišta **Abrams** tanka. Tvrtka **Western Design** predložila je model s motorom naprijed koji je osvojio prvu nagradu na natječaju časopisa "Armor" za najbolju konstrukciju tanka u 1993. godini. Kod oba ova vozila sva tri člana posade nalaze se rame uz rame po čitavoj širini kućišta vozila, a postolje topa i sustav njegove zalihe streljiva nalaze se iza njih i ne mogu ih doseći. Kao alternativa, predloženo je da bi ta tri člana posade mogla sjesti u trokutu, ako se smanji širina kućišta.

Dodatni argument, koji se može primijeniti na LOV, je da će pješništvo prihvatiti uklanjanje kupole, do kojeg dolazi kad se posada preseli u kućište, jer je kupola uvijek bila u borbenim oklopnim vozilima prepreka

unutarnjem kretanju i odvajala je zapovjednika od vozača i pješništva u stražnjem dijelu vozila.

Potpuno odvajanje posade od pokretnog glavnog naoružanja neminovno znači da se topom mora upravljati daljinski i bez izravnog nadzora, preko kupole smanjenih protežnosti bez posade, odnosno preko postolja kojim se neizravno upravlja. Kod prvog od ova dva rješenja (TTB, prijedlog tvrtke Western Design) streljivo putuje unutar vozila pod zaštitom oklopa.



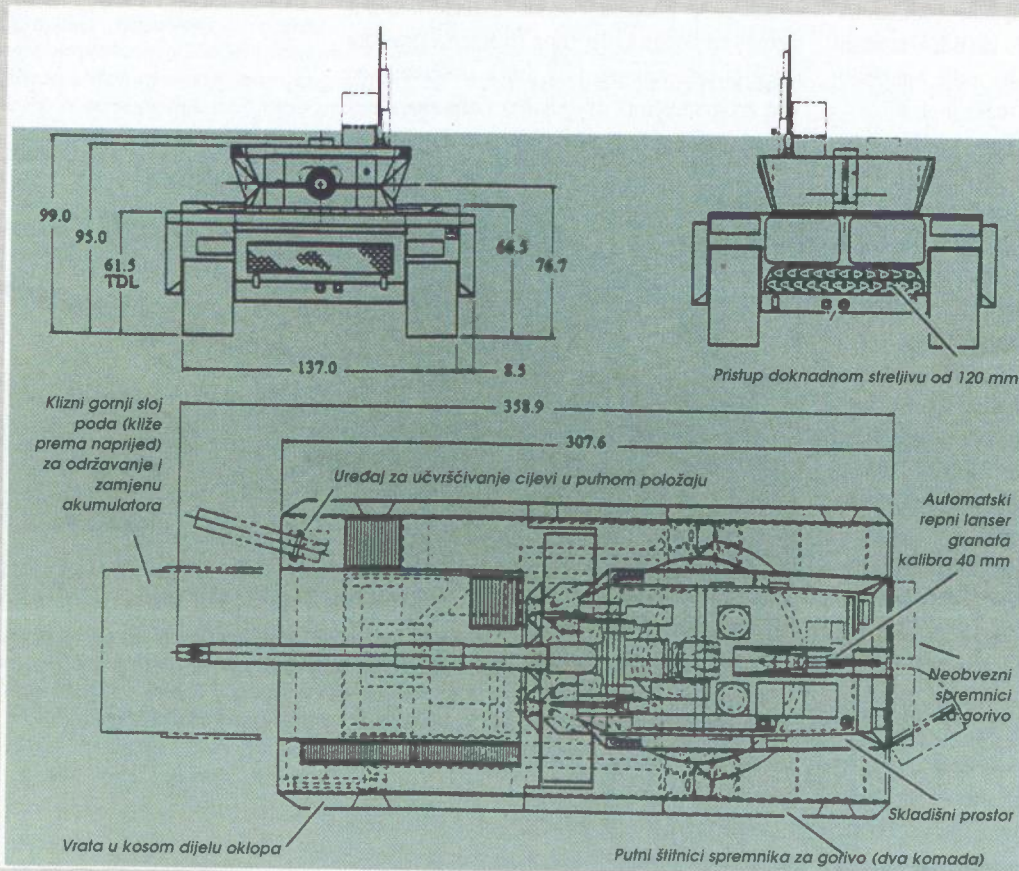
Dvočlana posada švedskog tanka s kazematnim topom "S", ima dvije postaje u kućištu tanka, iz kojih ima mogućnost upravljanja tankom i prilagođavanje topa

Dvočlana posada?

Tri člana posade suvremenih tankova i oklopnih borbenih vozila s automatskim punjenjem topa i kupolom, imaju svaki svoju funkciju, a djeluju s različito opremljenih postaja koje su razmještene između kupole i kućišta vozila. Prednost ovog sustava je da se jedan član posade može posebno uvježbati za vozača, drugi za topnika, dok samo zapovjednik mora biti u stanju izvršavati sve zadaće u vozilu, kao i taktički zapovijedati njime. No,

kad sva tri člana posade sjede u kućištu, nema razloga zašto vozačke zapovjedi ne bi bile nazočne na sve tri postaje, tako da se funkcija vozača može prenositi s jednog člana posade na drugog, već prema potrebi. Isto tako, upravljanje topom može se ugraditi u sve tri postaje, kao i zasloni za neizravno motrenje, što je sve samo proširenje sadašnje mogućnosti zapovjednika da preuzme odgovornost za pronalaženje cilja koristeći vlastiti uređaj za preuzimanje nadzora nad naoružanjem. Takve postaje s više funkcija ne bi više bile namjenske.

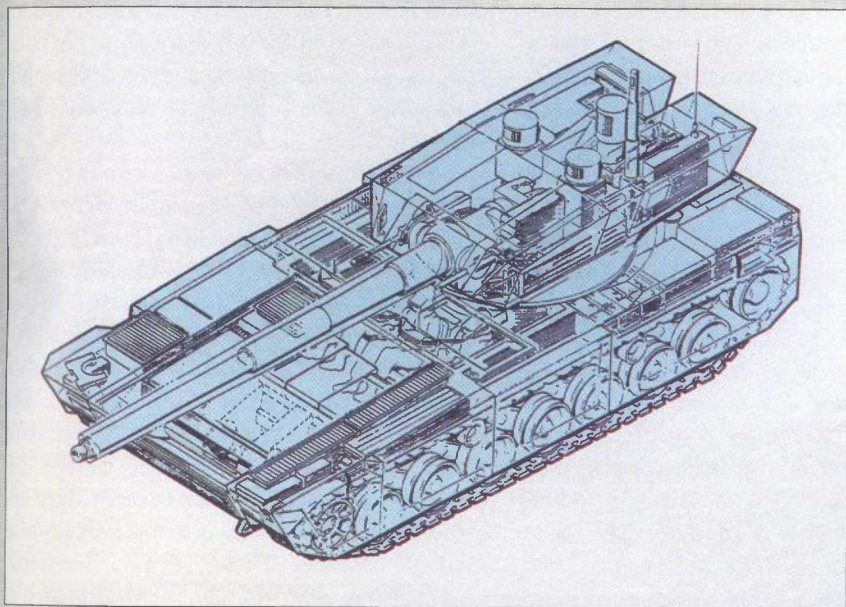
Kako raste broj funkcija koje se mogu izvršavati na svakoj postaji, to više nije dovoljno da se članovi posade izučavaju za jednu određenu zadaću. Shodno tome,



Slika predstavlja plan predloženog pedesetonskog Future MBT (budućeg glavnog borbenog tanka), tvrtke Western Design Corp. Konstrukcija uključuje tri radne postaje u kućištu vozila, ispod razine podnožja kupole, što povećava zaštićenost i preživljavanje

doći će do porasta troškova i vremena potrebnog za izučavanje svakog člana posade. Imajući to na umu, i imajući na umu opći zahtjev za smanjenjem volumena vozila u cilju bolje zaštite kako vozila tako i posade, sasvim je logično postaviti si pitanje da li je moguće da tankom, ili BOV-om, učinkovito upravlja posada od samo dva člana. Ako je to moguće, onda se njih dvojica mogu lako smjestiti po širini manjeg vozila, tamo gdje trojica ne bi stala. Kad je u pitanju BOV, "pješač" koji zapovijeda vozilom sasvim bi se sigurno složio s tim da se posada s tri smanji na dva člana jer to znači mogućnost smještaja još jednog strijelca koji će biti potreban u djelovanju kad se izide iz vozila. Teoretski, sigurno da bi predstavljalo značajnu prednost kad bi se pošlo i korak dalje pa se usredotočilo svekoliko djelovanje vozila u ruka-

smiju biti razdvojeni, već se moraju nalaziti blizu jedan drugom (ako je moguće rame uz rame), obojica u kupoli ili obojica u kućištu vozila. Francuski eksperimentalni tank-razarač **AMX ELC** s kraja pedesetih godina prihvatio je prvo rješenje (oba člana posade u kupoli), s tim da je kupola blokirana u smjeru kretanja kad se vozilo kreće, a deblokira se i može kružiti u potrazi za ciljem tek kad se vozilo zaustavi. Ima više pristupa rješavanju problema razmještaja posade u vozilu s dva člana posade. Neke od primjera tih pristupa spomenut ćemo naknadno. Dok se kod nekih pristupa još uvijek inzistira na opisu članova posade po određenju njihove primarne funkcije u vozilu, dakle "vozač" ili "topnik", kod drugih se razmišlja o višenamjenskim članovima posade na univerzalnim radnim postajama.



Inovativna konstrukcija (časopisa ARMOR) ima posadu smještenu u kućište vozila, polukonusni spremnik streljiva sa 40 kompleta, VL protuhelikopterske projekte i lanser granata za djelovanje straga

ma jednog "pilota". No, na ovoj će se točki znanstvenici i vojnici razići. Vojnici će inzistirati na najmanje dva člana posade u vozilu, ne samo zbog toga da se osigura da vozilo ispravno djeluje, nego i stoga da se podigne borbeni moral. Zbog svega toga će dvočlana posada, najvjerovatnije, predstavljati prihvatljivi kompromis između smanjenja veličine vozila u cilju povećanja sigurnosti posade i postojanja dovoljnog ljudstva da bi se vozilo moglo učinkovito boriti.

Prethodni pokušaji da se tenkom upravlja dvočlanom posadom, poput francuskog **Renault FT-17** iz I. svjetskog rata i **R-35** iz II. svjetskog rata, nisu se pokazali učinkovitima, jer su ta dva člana posade bili odvojeni jedan od drugog, vozač u prednjem donjem dijelu vozila, a zapovjednik-topnik gore u kupoli. Danas je prihvaćeno mišljenje da, ukoliko želimo da vozilom upravljaju dva člana posade, **oni ni na koji način ne**

J.B Gifydis iz **TACOM** dao je nedavno u jednom članku prijedlog razmještaja posade od dva člana. U njemu predlaže da se nakon suvozača i punitelja iz tanka ukloni i topnik - kao što je to bio slučaj i kod spomenutog Renaultova tanka. Prema riječima autora: **"Elektronika može preuzeti topničku zadaću i vjerojatno ju učinkovitije izvršavati nego čovjek. Pri današnjem razvoju tehnologije sigurno nije potreban član posade koji će pritisnuti okidač. Nadalje, elektronika će sigurno precizno pratiti cilj i usmjeriti oružje."** Isti pristup dvočlanoj posadi, kod kojeg se oslanja na automatiku funkcije upravljanja paljbom, a sa ciljem da se u vozilu zadrže samo vozač i zapovjednik.

Nešto drukčiji pristup dvočlanoj posadi može se vidjeti kod topa na švedskom "S" tanku (konstruiranom pedesetih godina, a koji se i danas koristi). Kod njega dva glavna

člana posade sjede uz fiksne radne postaje u kućištu vozila i oba imaju mogućnost upravljanja vozilom i usmjeravanja topa. Fiksni top **"S"** tanka prati cilj tako da se čitavo vozilo okreće diferencijalnim djelovanjem gusjenica, a elevacija se prilagođava nagninjanjem vozila prema naprijed i prema natrag na prilagodljivom sustavu amortizera. I treći član posade nalazi se u vozilu, no njegove su dužnosti ograničene da motri pozadinu tanka, nadzire automatski mehanizam za punjenje topa i, kad se to zatraži od njega, da upravlja vozilom unazad. Premda dvije postaje u ovom tanku nisu potpuni dvojnici, ipak dva temeljna člana posade imaju potpuni nadzor nad vozilom i mogu izmjenjivati zadaće, već prema potrebi. Ipak stoji pitanje **Može li dvočlana posada biti borbeno učinkovita za vrijeme duljih borbenih djelovanja?"**

Kad je **Britanska agencija za istraživanje obrane (DRA)** postavila zadaću da vodi skupinu suradnika iz industrije na svom demonstracijskom programu **Vehicle Electronics Research Defence Initiative VERDI 1** (Obrambena inicijativa za istraživanje elektronike u vozilima), 1988. godine, prihvatili su ideju **Univerzalne postaje za posadu**, s koje svaki član posade može izvršavati svaku zadaću u upravljanju djelovanjem vozila. Kad je 1993. godine pokrenuta **VERDI 2** faza, dvije takve postaje integrirane su u sustav dvočlane posade i smještene jedna do druge u kućište vozila. Te postaje su potpuni dvojnici i činjenica da su smještene jedna do druge omogućava odličnu komunikaciju među članovima posade. Hoće li dva člana posade pri identičnim univerzalnim postajama i biti jednako brzi i učinkoviti u upravljanju svojim vozilom kao i tri različita člana posade pri različitim postajama? Na primjer, ako zapovjednik tanka s dvočlanom posadom nade cilj, hoće li privremeno prepuštiti svoju funkciju sveukupnog motrenja da bi sam usmjerio oružje na cilj, hoće li se osloniti na automatski sustav da to učini, ili će zapovijediti podređenom članu posade da se bavi ciljem dok on motri i zadržava ukupno zapovjedništvo nad vozilom? Ukoliko podređeni član posade pronade cilj dok zapovjednik vrši opće motrenje, hoće li biti u stanju brzo pomaknuti vozilo ako mu drvo ili neka druga prepreka blokira izravan pogled na cilj? Tek će praktična ispitivanja u pokusnim vozilima dati konačne odgovore na ova pitanja. No, čini se vrlo vjerojatnim da će dva vojnika, ako imaju dobro konstruirane postaje, biti brža u upravljanju djelovanjem vozila nego skupina od tri. Stoga bi smanjenje broja članova posade s tri na dva trebalo ne samo smanjiti oklopno vozilo pa tako povećati zaštićenost, nego i povećati brzinu i



Američki Tank Test Bed ima motor straga, a proizveden je s topom kalibra 120 i opcije 140 mm. Temelj mu je kućištu Abrams tanka

učinkovitost djelovanja budućeg borbenog vozila.

Tročlana posada?

Uvođenje pojačanja slike i toplinskih vizora tzv. termovizije za djelovanje noću omogućava vozilu da izvodi manevre i bori se 24 sata na dan. No, dosad se malo pozornosti posvećivalo promjenama u sustavu posade koje bi vodile računa o tim novim mogućnostima i od članova posade u konvencionalnim vozilima s kupolom i tročlanom posadom jednostavno se očekuje da neprekidno djeluju nekoliko dana prije nego što se vozilo povuče u pričuvu i pruži im se prigoda da se odmore. Ukoliko vozilom trebaju upravljati samo dva člana posade, oni će nakon 24 sata neprekidnog djelovanja biti umorni, a potpuno iscrpljeni nakon 48 sati. Kod BOV-a to neće predstavljati ozbiljan problem jer se, uz pretpostavku dobre izobrazbe, pričuvna posada može naći među pješastvom koje se prevozi vozilom, no kod tanka situacija će vrlo brzo postati kritičnom. Pričuvne posade neće biti, a brzina i učinkovitost upravljanja tankom brzo će padati. Jedno od mogućih rješenja je da se premorena posada zamijeni odmornom, tako

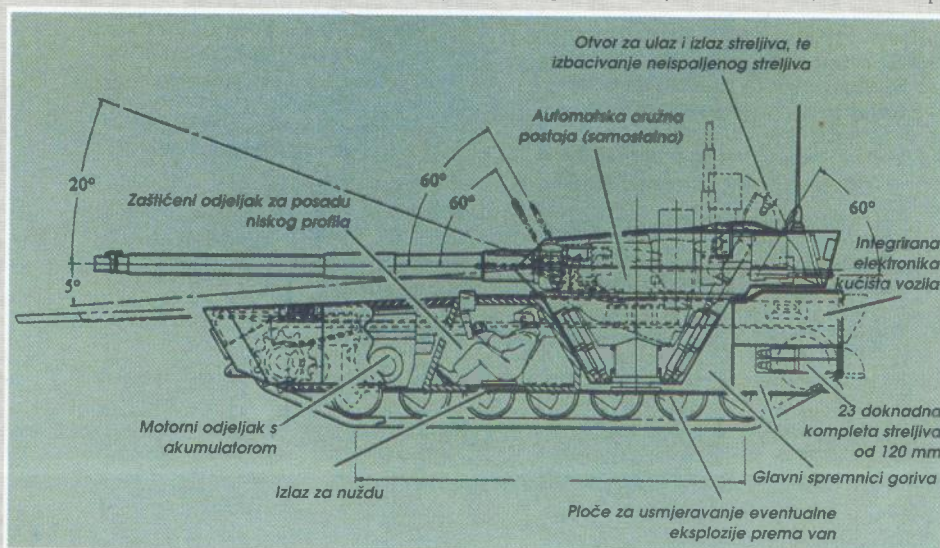
pričuvna posada mora sastati s tankom daleko na bojišnici, pa ju stoga treba prevesti na to mjesto u oklopljenom vozilu, da bismo bili sigurni da će do zamjene posada zaista i doći. Alternativno je rješenje, ali takvo koje se ne slaže sa željom da se smanji vozilo, da se konstruira nešto veće vozilo (pa time i teže ili neznatno ranjivije, za pretpostaviti ne oboje) i ponovno uvesti trećeg člana posade. Za razliku od sadašnje situacije s konvencionalnim vozilom s kupolom i tročlanom posadom, gdje su sva tri člana posade stalno na dužnosti, ovaj dodatni vojnik trebao bi biti "pričuvni", odmarati se i spavati na određenom mjestu u vozilu, dok druga dva člana posade upravljaju vozilom. Njih trojica bi se rotirali po radnim postajama i mjestu za odmaranje prema određenoj shemi. Na primjer, slobodni član posade mogao bi se odmarati 4, 6 ili 8 sati prije no što se vrati na dužnost, pa bi svaki član posade imao osam sati odmora unutar 24 sata. Član posade koji stupa na dužnost preuzimao bi alternativno postaje, a svaki bi član posade mogao dobiti podatke od drugog člana koji je već izvršio pola svoje smjene. Dva iskusnija člana posade izmjenjivali bi se kao zapovjednici, dok najmlađi ne bi preuzimao tu dužnost.

Kod tenka s motorom straga mjesto za odmor posade moglo bi ležati po širini vozila, izravno iza dvije postaje. Kod tanka s motorom sprijeda, koji ima odjeljak za motor po punoj širini vozila i ulaz straga, član posade koji nije na dužnosti mogao bi se odmarati u prolazu koji vodi kroz spremište streljiva u zadnjem dijelu vozila i bio bi prvi koji napušta vozilo ako je to potrebno. Treći član posade svakako bi bio budan kad tank kreće u akciju te mu se može dati zadaća da motri prostor iza tanka, no bilo bi nepotrebno, pa možda i kontraproduktivno, da ga se uključi u djelovanje. Dodatna prednost ovog sustava rasporeda posade je u tome što prva dva člana

posade mogu uz normalnu učinkovitost upravljati vozilom ako treći nastrada, te dolazi u pitanje samo njihova izdržljivost. Kod suvremenog tanka s kupolom i automatskim punjenjem zapovjednik je u toj situaciji prisiljen preuzeti dužnosti topnika i odvojen je od trećeg člana posade koji se nalazi na mjestu vozača u kućištu vozila.

Zapovjednik tankovske skupine, odgovoran za postrojbu koja se sastoji od konvencionalnih tankova s kupolom, tročlanom posadom i sredstvima noćnog motrenja svjestan je da su mu svi ljudi u vozilima stalno na dužnosti, s iznimkom kratkih predaha u kojima pojedini članovi posade mogu odrijemati na svojim postajama. Shodno tome, takvu postrojbu treba izvući iz borbe i staviti u pričuvu da bi se članovi posade mogli odmoriti prije no što postanu previše umorni da bi se učinkovito borili. Isto

tako, zapovjednik postrojbe koja se sastoji od tankova s dvočlanom posadom zna da posade treba mijenjati svakih 24 sata, ili, u najgorem slučaju, svakih 48 sati, te da će, ako to ne učini, njihova učinkovitost naglo pasti. No, časnik koji zapovijeda postrojbom s



Western Design Corp. predstavila je i skladište za automatsko punjenje s 40 kompleta streljiva, spremište za još 23 kompleta, te prednji i stražnji ulaz za posadu

da vozilo može nastaviti djelovati. Prednost ovog pristupa je u tome da će četveročlana posada (dva puta po dva) moći raditi na vozilu za vrijeme prilagođavanja i održavanja, te ga opskrbljivati gorivom i streljivom. S druge strane, temeljni nedostatak je u tome da se

posadama od dva člana na dužnosti i trećim koji se odmara zna da jedna trećina posada nije na dužnosti i da se odmara, te da može neprekinuto kroz više dana izvoditi borbene manevre sa svojom formacijom.

Neriješeni problemi

Ukoliko se i kod tankova i borbenih oklopnih vozila prihvati sustav po kojem se posada nalazi u kućištu, hoće li to biti riješen problem, odnosno mogu li se danas sagledati eventualni budući problemi koji će se javiti u toj situaciji? Ukoliko se, u pokušaju da se smanji potencijalni cilj, protežnosti postolja oružja smanje (najprije uklanjanjem posade iz kupole, a onda prelaskom na izravno postavljen top), zaštita koju će imati sustav naoružanja bit će manja nego kad se oružje nalazi u kupoli, a postolje bi moglo biti toliko istaknuto na kućištu vozila da će neprijatelj vrlo lako uočiti vozilo među prirodnim zaklonima. Zbog ovog su razloga korisnici dosad stalno odbacivali vanjsko postavljanje postolja topa na kućište vozila.

Drugi problem je kako zapovjedniku omogućiti da ima pogled na sve strane, s najviše točke vozila, jer je to temeljna pretpostavka uspješnog djelovanja. Ukoliko se pogled na sve strane želi dobiti izravno, problem je u tome kako to uskladiti s kretanjem glavnog oružja u krugu od 360°. To usklađivanje je, naravno, vrlo uspješno postignuto kroz veliku kupolu konvencionalnog tanka, no, baš se te kupole želimo riješiti. S druge strane, ako se pogled na sve strane želi postići neizravno, preko senzora koja bi se postavili na vrh postolja topa (i vjerojatno opskrblila vlastitim nezavisnim uređajima za okretanje), postavlja se pitanje kako na zadovoljavajući način podatke koji su prikupljeni tim osjetilima prezentirati posadi koja se nalazi pri stalnim postajama unutar kućišta vozila. Vožnja i pronalaženje ciljeva neće predstavljati poseban problem, no daleko je složenije pružiti odgovarajuću mogućnost motrenja na sve strane.

Zaglavak

Glavni razlog koji se obično spominje za premeštanje posade u kućište vozila je da im se poveća sigurnost, tako što će sjediti uz bolje zaštićene radne postaje. Kod tanka, dodatni razlog je i smanjenje cilja neprijatelju. Kod borbenog oklopnog vozila BOV-a, smještaj posade u kućište eliminirat će "košaru" kupole koja uvelike onemogućava kretanje pješništva unutar vozila. Dodatni razlog je i to što se smanjuje visina vozila i njegova istaknutost na bojišnici. Visina se, doduše može smanjiti i korištenjem konfiguracija na temelju "S" tanka, no u tom slučaju učinak je umanjeno visokim vanjskim postoljem topa. Ako se posada spusti u kućište i omogući svakom članu da upravlja vozilom, neće više biti potrebe za vozačem kao posebnim članom posade, pa se posada vozila može smanjiti na dva člana. Manji prostor za posadu kod tanka omogućit će bolju zaštitu, a važno je i to što se riziku u akciji izlažu samo dva člana posade. Učinkovitost i brzina reakcije vozila se ne smanjuju, štoviše, djelovanje dva člana posade vjerojatno će dati bolji učinak nego

sadašnji tankovi s kupolama i tročlanom, odnosno četveročlanom, posadom. Kod borbenih oklopnih vozila, dvočlana posada omogućit će da se još jedan strijelac uključi u djelovanje na bojišnici.

Uvođenje uređaja za noćno motrenje i djelovanje 24 sata na dan dovelo je do potrebe da se posada mijenja nakon 24 sata, odnosno 48 sati u krajnjem slučaju. Kod tanka je bolje rješenje postojanje dopunskog člana posade u neznatno većem vozilu, koji bi se odmarao izvan dužnosti i onda zamijenio jednog od dva člana posade koji upravljaju vozilom. Taj sustav nije potreban kod BOV-a, budući se u njemu nalazi više nego dovoljno vojnika koji mogu zamijeniti posadu.

Američko CATTB vozilo vjerojatno označava kraj preteškog tanka s kupolom, automatskim punjenjem topa i sva tri člana posade stalno na dužnosti, kao što je Bradley oklopno vozilo, s 2,5m visine do vrha kupole, svakako preveliko i preistaknuto vozilo za prevoženje pješništva i izviđanje. TTB (Tank Test Bed) vozilo predstavlja prvi korak k konfiguraciji u kojoj je posada u kućištu, što djelomice kvari tek previše istaknuto



postolje topa i zadržavanje motora u stražnjem dijelu vozila zbog čega nije moguć ulaz u vozilo straga.

Verdi 2 adaptacija Warrior vozila s motorom naprijed i ulazom straga, proizvod tvrtke DRA, s dva člana posade koji sjede jedan uz drugog pri stalnim postajama, također je korak prema tročlanoj posadi gdje se jedan član odmara, što je pogodno za tankove i izvidnička vozila koja djeluju 24 sata na dan.



Literatura:

1) **Christopher Foss:** *Teledyne Continental Direct Fire Support Vehicle*, Jane's Armour and Artillery, 1990-91.

2) **Western Design Corp.:** *Tank Design Contest winning entry*, Armour, VII-VIII 1993.

3) **J.B. Gifydis:** *A Future US Main Battle Tank for the Year 2010 - a new vision*, Armor, V-VI 1994.

4) **Robin Fletcher:** *Crew - in - Hull AFV Concepts*, Military technology, 10/1994.

5) **Dinko Mikulić:** *Relevantne značajke razvoja glavnih borbenih tenkova*, Hrvatski vojniki, 88/1995.

Rani primjerak inovativne konstrukcije kupole. Pojavila se u Sjedinjenim Američkim Državama, na prijedlog tvrtke TCM potkraj osamdesetih godina, kao potpora razvoju AGS

Sve konverzije vučne haubice 155 mm M114

Nema topnika koji pod pojmom M114 ne prepoznaje topnički sustav 155 mm, prepoznatljivog oblika cijevi dužine 23 kalibara. Iako razvijena davnih tridesetih godina, ostala je nazočna na mnogim bojišnicama i nakon 60 godina. Od II. svjetskog rata prema novijoj povijesti ovim se oružjem naoružao veliki broj zemalja, njih više od 40. Težnja za što većim dometima topničkih sustava i razvoj streljiva nove generacije povećanog dometa ERFB-BB s odgovarajućim barutnim punjenjima dovele su u pitanje uporabu ovog, moramo se složiti zastarjelog topničkog sustava

J. MARTINČEVIĆ MIKIĆ

Kako bi i dalje mogle ostati na uporabi, osamdesetih su se godina počele uvoditi modernizacije ovog oružja tzv. konverzijom cijevi dužine 39 (ili 33), pa čak i 45 kalibra, čime je postignut kompromis između zahtjeva korisnika i trenutačnih mogućnosti ovog oružja.

Mnoge su zemlje počele razmišljati u tom smjeru, pa su vrlo brzo razvile prototip modernizacije spomenutih oružja prema vlastitom modelu. Mnogi su projekti i danas ostali u fazi prototipa, dok su neki u potpunosti dokinuti kao što je to slučaj s austrijskim projektom NORICUM M114/39. Danas su svega dva projekta doživjela komercijalnu primjenu. To su korejski KH 179 i nizozemski projekt RDM



sve projekte koji se spominju u svezi modernizacije haubice 155 mm M114, gdje će više pozornosti biti poklonjeno projektima koji su komercijalizirani, a nešto manje onima koji su ostali u fazi prototipa. Za projekte za koje se zna da su dokinuti, ovdje nećemo ni spominjati.

Nizozemska

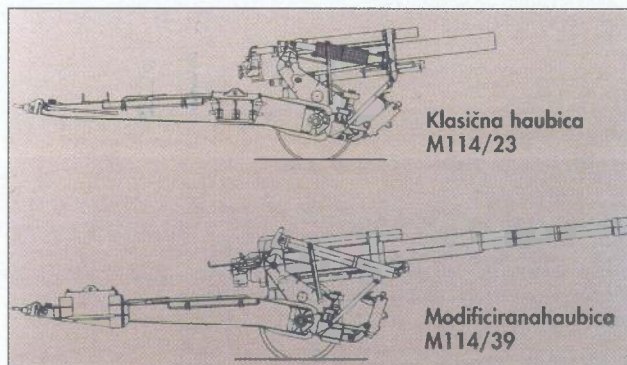
RDM 155 mm M139 i M114/39. Nizozemski RDM Defense Engineering je razvio paket konverzije koji omogućuje starim američkim haubicama 155 mm M114 ispaljenje projektila nove generacije uključujući i ERFB-BB. Konverzija je gotovo identična modifikacijskom paketu

kanadske kompanije SRC 155 M114/39 razvijenom ranih osamdesetih godina. Memorandumom o sporazumijevanju između Nizozemske, Danske i Norveške potpisanom 1986. godine regulirana je modifikacija ukupno 226 oružja koja su raspoređena; 82 za nizozemsku vojsku, 96 za dansku i 48 za norvešku vojsku. RDM Defense Engineering je bio nositeljem ugovora za ovaj posao, dok je glavni podugovaratelj bio DISA iz Danske i Norsk Forsvarsteknologi iz Norveške. Prva modificirana oružja su izručena norveškoj vojsci u kolovozu 1988. godine, a projekt je uspješno završen 1990. godine.

RDM sada osim M114/39 proizvodi paket konverzije pod oznakom M139 koji je konstrukcijski i balistički potpuno identičan M114/39. Za proizvodnju cijevi svelikog programa izabran je Bofors. Prvi uzorak cijevi bio je završen 1984. godine za potrebe intenzivnih testova da bi proizvodnja cijevi bila potpuno uspostavljena do 1987. godine. Iako je ukupni posao završen do 1990. godine i danas se u marketingu RDM-a nudi modernizacijski paket za potencijalne kupce pod ranije spomenutom oznakom M139.

Opis

Modernizacija je u potpunosti izvedena korištenjem maksimalnog broja postojećih dijelova, a novih komponenti samo gdje je bilo nužno. Glavna izmjena uključuje novu 39 kalibarnu cijev s većom



Usporedni prikaz klasične i modificirane M114

M114/39 koji danas egzistira pod imenom RDM M139.

U ovom ćemo članku opisati gotovo

gotovo identična modifikacijskom paketu

barutnom komorom i plinskom kočnicom koja je ugrađena na usta cijevi te povećanjem kuta zakrivljenosti žljebova s 1:25 na 1:20. S postojećim projektilima i barutnim punjenjima oružje je balistički slično američkom sustavu 155 mm M109 A2 i M198.

Opremanje novih oružja je zahtijevalo brojne promjene podvoza uključujući pomicanje nosača dizalice prema naprijed i modifikaciju krakova kompenzirajući na taj način promjenu težišta oružja, kao i ugradnju izravnača većeg kapaciteta s kompenzatorom temperature. Tu je i novi protutrzaajući sustav s novim brtvenim sustavom kao i novi reduktori mehanizama za podizanje cijevi po elevaciji i smjeru, što je rezultiralo većom mehaničkom iskoristivosti.

Detalji modifikacije su sljedeći:

Top. Cijev ima konstantni kut uvijanja žljebova u omjeru 1:20 sa 48 žljebova. Barutna komora je volumena 19 litara, a sama cijev je ojačana postupkom autofretaže i ima aktivnu dužinu od 5,08 metara. Na ustima cijevi je montirana visokoučinkovita plinska kočnica s tri reda otvora sa svake bočne strane. Zatvaranje cijevi je riješeno zavojnim zatvaračem s konvencionalnim brtvenim sustavom. Postupak proizvodnje cijevi omogućuje visoku izdržljivost i dugi životni vijek.

Protutrzaajući sustav. Protutrzaajući sustav je optimiziran za veću masu oružja i povećanje početne brzine projektila što rezultira povećanom dužinom trzanja novog oružja. Postojeće brtve su zamijenjene modernim komponentama koje podnose veće tlakove ulja što se generiraju u protutrzaućem sustavu tijekom trzanja cijevi. Prednji jaram kolijevke je adaptiran za prihvrat novih izravnača koji su nadomjestili stare opružne izravnače, jer ovi ne bi mogli podnijeti zahtijevane balansirajuće trenutke trzajuće mase.

Ostale komponente.

Postojeći oslonci izravnača su zamijenjeni osloncima koji omogućuju temperaturno prilagođavanje novih pneumatskih izravnača. Reduktorski mehanizmi za

pokretanje po smjeru i elevaciji su modificirani za mogućnost povećanja mehaničkih sposobnosti rukovanja oružjem u svim bor-



Detalji s ispitivanja haubice M114/39 RDM



Jedna od izvedenica RDM-ove M114/39 tijekom ispitivanja



M114/39 RDM u usporedbi s klasičnom M114 (desno) u pogonima RDM

također pomaknut prema naprijed. Samim tim trebalo je modificirati i krakove oružja i nosače oslonih lopata na samim krakovima.

Da bi se oružje moglo puniti pri svim kutevima elevacije oružju je pridružen pneumatski punjač streljiva koji za svoj rad koristi komprimirani zrak iz spremnika za tu svrhu ugrađenog na desni krak oružja.

RDM Defense Engineering je također razvio prototip pomoćnog pogona (APU) za autonomno kretanje oružja na bojišnici. APU pokreće Volkswagenov zrakom hlađeni turbo Dieslov motor koji može biti instaliran na prednjem dijelu podvoza. Motor razvija 45 kW i omogućuje kretanje oružju brzinom do 10 km/h.

Koreja

Kia Machine KH 179. Projekt južnokorejske Kia Machine Tool Company je 1979. godine počela konverziju američke haubice M114A1. Posao je bio završen 1982. godine, a od 1983. se modificirana oružja uvode u južnokorejsku vojsku.

Na postojeći podvoz oružja je ugrađena 39 kalibara duga cijev. Naravno ostali dijelovi podvoza su pretrpjeli odgovarajuće promjene što je zahtijevano uvođenjem nove cijevi. KH 179 je dovoljno lagana za zračno prenošenje helikopterom CH-57C/D i također se može prevoziti transportnim zrakoplovom C-130 Hercules.

Nova cijev je monoblok izvedbe konstruirana s isprekidanim zavojnim mehanizmom zatvarača. Uspon olučnja cijevi je u konstantnom omjeru 1:20 sa 48 žljebova. Visokolegirajući čelici i postupak autofretaže omogućuju cijevi visokotemperaturni tretman i daju maksimalni život cijevi. Najveći tlak u cijevi je 3200 bara, a volumen barutne komore je 18.845 cm³.

Na lijevoj strani oružja je ugrađen automatski punjač streljiva i ručica za pokretanje cijevi po smjeru, dok drugi član posluge operira ručicom za pokretanje cijevi po elevaciji. Pneumatski izravnači su spojeni između jarma trzajućeg mehanizma i gornjeg

postolja. Ciljatelj je opskrbljen panoramskim ciljnikom i ciljnikom za izravno gađanje. Za posredno ciljanje koristi panoramski teleskop s povećanjem 4x. Za izravno ciljanje koristi panoramski teleskop s povećanjem 3,5 puta i 13,5 stupnjeva vidnog područja s azimutnim dodatkom 1500 metara.

KH 170 ispaljuje postojeće NATO streljivo, kao i streljivo povećanog dometa ERFB. Raketizirani projektili imaju domet 30.000 metara, a s klasičnim HE projektilima domet je 22.000 metara. Najveća brzina paljbe je četiri metka u minuti, dok je za kontinuiranu paljbu smanjeno na dva metka u minuti.

Francuska

GIAT Industries 155 mm M114F. Godine 1987. GIAT Industries je prikazao moderniziranu haubicu 155 mm M114 pod nazivom M114 F. Projekt je ponajprije razvijen sa ciljem da bude izvozni posao. GIAT Industries može ponuditi dvije vrste modernizacije M114 i to modernizacijom u Francuskoj ili nabavom modernizacijskog paketa - omogućivši samom korisniku modernizaciju u njegovim vlastitim pogonima. Godine 1990. uspješno su završena iscrpna ispitivanja u Francuskoj koja su potvrdila ispravnost pristupa projektu. Modifikacija sadrži sljedeće:

- zamjena originalne cijevi s Giat Industries 39 kalibara NATO cijevi 155 TR s plinskom kočnicom i zatvaračem bez modifikacije kolijevke;

- zamjena opružnih izravnjача s novim pneumatskim izravnjачima;

- ugradnja punjača streljiva;

- poboljšanje dizalice;

- ugradnja kotača na krakove oružja za smanjenje vremena postavljanja oružja u borbeni položaj i obratno;

Modifikacijom oružja smanjen je broj članova posluге s 11 prema 7 koliko ih je sada potrebno, a vrijeme postavljanja u borbeni položaj je tri minute prema šest minuta koliko je to bilo potrebno za staru stočetrnaesticu.

Prema podacima Giat Industriesa M 114F ima sljedeće domete:

- 18.500 metara s američkim projektilom M 107 HE,

- 24.000 metara s projektilom Giat OE HB 155 F1,

- 30.000 metara s projektilom Giat OE 155 BB G1 i

- 32.000 metara s ERFB-BB projektilom.

Italija

OTO Melara 155 mm 155/39 TM.

Tijekom 1987. godine OTO Melara je proizveo prvu konverziju američke haubice M114 prilagodbom nove cijevi 155 mm



Haubica M114L 155/39 OTO Melara izložena pokraj haubice FH-70 (u drugom planu). Vide se balistički identične cijevi dužine 39 kalibara

dužine 39 kalibara. Nova cijev je identična u konstrukciji i balističkim parametrima oružju

24.000 metara pri početnoj brzini projektila od 827 m/s.



Haubica M114L OTO Melara tijekom ispitivanja balističkih performansi

ugrađenom u američki samovozni sustav M109 L dobivenu modernizacijom standardne američke haubice M109. Konverzijom su uglavnom obuhvaćene: cijev, plinska kočnica, protutrzajući sustav i zatvarač sa svojim brtvenim sustavom i automatikom zatvaranja. Izravnjači imaju istu konfiguraciju kao i originalni M114, ali su modificirani za veću elevacijsku masu i preuređeni oslonci na kolijevci i ramenima. Originalna paljbena platforma je zadržana, ali je poboljšana u

pogledu balansiranja i stabilizacije, a zbog korištenja duže cijevi pomaknuta je prema naprijed. Ostale modifikacije su rađene na samoj kolijevci i promjeni mjesta smještaja oslonih lopata.

Masa trzajućih dijelova je povećana s 1700 kilograma na 2450 kilograma u čemu najviše sudjeluje sama cijev. Ukupna masa oružja u paljbenom položaju je 7850 kilograma. Korištenjem automatskog uređaja zatvarača položaj oružja u prijevoznju konfiguraciji nije bilo nužno mijenjati, ali je došlo do izmjena u mogućnosti djelovanja oružja po smjeru pri promjeni elevacije. Tako je u elevaciji između 0 i 45 stupnjeva smjer ostao nepromijenjen 24°L, 25°D, ali elevacijski kutevi između 45 i 60 stupnjeva limitiraju smjer na 17 stupnjeva lijevo, a desno ostaje 25 stupnjeva.

Korištena cijev je balistički identična cijevi internacionalne haubice FH-70 i omogućuje korištenje postojećeg streljiva namijenjenog za FH-70. Pri ispaljenju projektila M107 iz cijevi ovog standarda omogućuje domete od

Nužno je istaći da je Italija bila jedna od sudionica koje su radile na projektu FH-70, pa je mogućnost ovakve konverzije bila i za očekivati. Ako još spomenemo da je OTO Melara pri modernizaciji samovoznih sustava M109L ugradio ukupno 220 cijevi istog standarda u američko vozilo M109, onda je jasno da je konverzija postojećih stočetrnaestica bila sporedni posao OTO Melare rađen za eventualno strano tržište.

Izrael

SOLTAM 155 mm M114 S. Među brojnim proizvođačima koji su izvršili modernizaciju američke 114-ce je i izraelski Soltam koji je razvio svoj paket modernizacije uz korištenje cijevi dužine 33 kalibara iako ima spremnu izvedenicu za cijev od 39 kalibara.

Prvi je prototip bio razvijen 1988. godine, a danas se može izručivati kao paket

ponuda za ugradnju u korisničkim pogonima. Izvedenica cijevi dužine 33 kalibara ne zahtijeva tako ekstenzivnu modifikaciju kao što je to slučaj s 39 kalibarnim sustavima. Novi sustavi sadrže visokoučinkovitu plinsku kočnicu prepoznatljivu za sustave Soltam i njihov originalni sustav brtvljenja cijevi i zatvarača. Cijev je progresivnog kuta uvijanja u omjeru 1:20 s 48 žljebova. Volumen barutne komore je 17,3 litre s projektilom M 107 koji na putu kroz cijev od 4,14 metara umjesto 14.600 metara daje domet od 18.100 metara. Novo kućište zatvarača omogućuje korištenje topovskih kapsula M82 iz spremnika ugrađenog u zatvaraču.

Kolijevka je ostala nepromijenjena premda su izvršeni zahvati na prednjoj ogrlici za prihvrat novih izravnača. Postojeći opružni izravnači su preživjeli manje modifikacije uključujući zamjenu gornjeg spojnog zgloba koji je zadržao isto mjesto na kolijevci.

Ako međutim korisnik zahtijeva sustav norme 39 kalibara, isti se može nabaviti kod Soltama uz dogradnju pneumatskog punjača streljiva čime je povećana brzina paljbe, punjenje pri svim kutevima elevacije i reducirani rad posluge.

Španjolska

SITECSA M114 155/45 i M114 155/39. Koristeći iskustvo stečeno u razvoju njihovih originalnih modernih modela 155/45 ST 012 top-haubice SITECSA razvijen je modernizacijski paket za konverziju američke haubice M114. Paketom su riješena četiri objektivna problema koja su pratila 114-u:

- povećanje performansi oružja u pogledu dometa;
- mogućnost ispaljivanja nove generacije projektila i barutnih punjenja;
- poboljšanje manevarskih sposobnosti oružja i
- smanjenje broja članova posluge, što novo oružje čini lakšim za korištenje u borbenim uvjetima.

SITECSA je ponudila paket s 39 kalibara i 45 kalibara dugom cijevi. U oba slučaja modifikacija uključuje novost sličnu onima koje su korištene na 155/45 ST 012



Francuska modifikacija M114 GIAT Industries, korištenjem cijevi 40 kalibara 155 TR

gdje je ugrađena cijev s višekomornom plinskom kočnicom i automatskim mehanizmom zatvarača. Brtvljenje je riješeno korištenjem gljivastog plastičnog jastuka i brtvenih prstena.

Autofretirana cijev ima 48 žljebova s usponom uvijanja 1:29. Novi pneumatski izravnači koji su ugrađeni ne zahtijevaju često prilagođavanje zbog promjene vanjske temperature. Pneumatski punjač streljiva



Ispitivanje prijevoznih značajki haubice M114 L OTO Melara brzinom do 60 km/h po neuređenim cestama

dopušta punjenje pri svim elevacijama. Punjač je ugrađen s lijeve strane oružja i sadrži potiskivač, cilindar i ležište metka. Klipnjača i kontraklipnjača protutrzajućeg susta-



Moderno numeričko upravljano postrojenje u jednoj od tvornica za proizvodnju cijevi kalibra 155 mm

va su modificirane za nove dužine trzanja koje variraju između 1024 i 1524 mm. Kolijevka je ojačana i modificirana s novim osloncima izravnača. Postojeća dizalica i novi klizači su pokretani hidrauličnim mehanizmom čime se dodatno balansira podvoz što pojednostavljuje rukovanje i smanjuje vrijeme potrebno za dovođenje oružja u akciju.

Prema podacima predstavnika SITECSA, modernizirana M114 s dužinom cijevi 45 kalibara može dosegnuti domet od 30.000 metara korištenjem projektila ERFB bez asistencije i 39.000 metara korištenjem projektila ERFB-BB. S cijevi dužine 39 kalibara domet je 24.000 metara odnosno 30.000 metara. Novo je oružje zahtijevalo svega sedam članova posluge prema 11 koliko ih je zahtijevala originalna M114.

Grčka

EBO M114/39. Grčki Hellenic Arms Industry (EBO) ima završen prototip modernizacije starih američkih haubica 155 mm M114 konverzijom novih cijevi 155 mm dužine 39 kalibara.

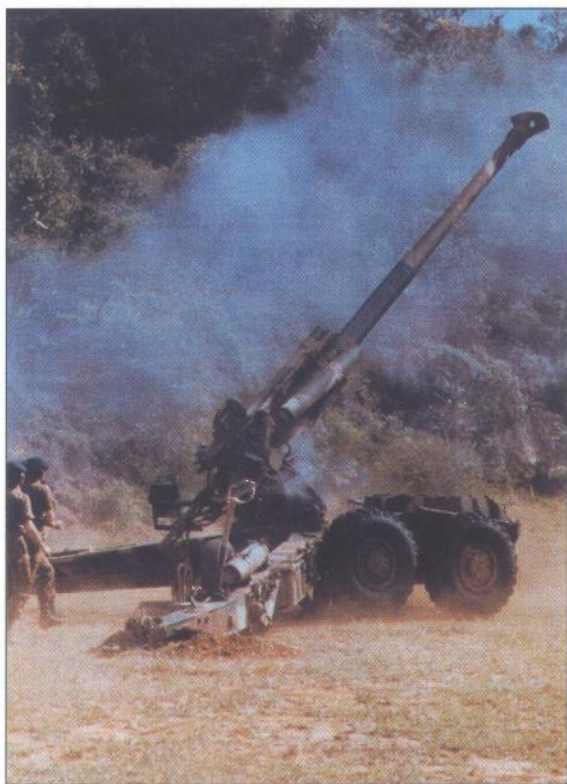
Modernizacija obuhvaća zamjenu nove cijevi s novom višekomornom plinskom kočnicom, novim mehanizmom zatvarača, novim mehanizmom za brzo punjenje flick-rammer za veliku brzinu paljbe, nove izravnače, novu kolijevku i novi sustav podizanja kotača. Modernizacijom je oružje u mogućnosti postići domete od 32.000 metara s lokalno proizvedenim projektilima ERFB-BB.

U listopadu 1994. godine, obavljena su početna ispitivanja oružja s novim projektilima i barutnim punjenjima za povećane domete. Ispitivanja su dala dobre rezultate za nastavak rada na daljnjem usavršavanju oružja.

Modernizirano bi oružje EBO 114/39 težilo 7000 kilograma u vučnoj konfiguraciji, dužine 10,3 metara s ostalim protežnostima identičnim klasičnoj M114.

Grčka prema procjenama raspolaže s 270 sustava M114 koji nisu doživjeli nikakve modifikacije ili modernizacije, pa su stoga razumljive pripreme grčke kompanije za spremnost prihvata takvog posla. Jasno da su Grčkoj na raspolaganju mnogi gore navedeni razvijeni paketi konverzije od kojih su jedino paketi nizozemskog RDM-a i korejskog Kia Machine proizvodno potvrđeni u praksi.

Da li će neki od ponuđenih projekata zaživjeti ili biti nastavljeni za nekog potencijalnog kupca pokazat će vrijeme.



Tijekom operacija u Angoli 1975. godine, južnoafričke obrambene snage SADF (South African Defence Forces) su formirale svoje vlastito topništvo kako bi mogle učinkovito odgovoriti na domet sovjetskih topničkih sustava koji su tada korišteni u Angoli

Koristeći stečeno iskustvo, južnoafričko topništvo je postavilo zahtjeve za nove topničke sustave ne samo u pogledu temeljnog oružja, nego i pripadajućeg streljiva, opreme za nadzor paljbe, vučnog vozila, kompjutoriziranog sustava za upravljanje palj-

bom, komunikacijske i ostale opreme.

Prvi razvoj novih topničkih sustava započeo je tijekom 1976. godine. Južna Afrika je tada imala brojne top-haubice 155 mm M71 Soltam, kojima su uključenjem u uporabu dali oznaku G4.

konstrukcije GC-45. Važne promjene su bile napravljene na vanjskobalističkim osobinama, konstrukciji cijevi, odgovarajućem podvozu, izmjenama kolijevke i ojačanju krakova. Novi je model konstruiran s pomoćnim pogonom APU (Auxiliary power unit) i promijenjena mu je plinska kočnica.

G5 se operativno počela koristiti tijekom 1983. godine. Oružje je borbeno ispitano u sastavu južnoafričke vojske u Angoli i Namibiji, u iračkoj vojsci tijekom iračko-iranskog sukoba, kao i u sastavu savezničkih snaga tijekom operacije "Pustinjska oluja" za oslobađanje Kuvajta.

Opis

G5 koristi cijev dužine 45 kalibara konstruiranu za mogućnost korištenja performansi streljiva ERFB (Extended range full-bore) originalno razvijenih u belgijskom SRC. Konstrukcija kao i

TOP - HAUBICA 155 mm G5

Kako se tada već znalo za belgijsku haubicu GC-45, izabrana je kao temelj za buduću konstrukciju i razvoj. Nakon prvih uspješnih ispitivanja modela dodijeljena mu je oznaka G5 pod kojom se i danas proizvodi.

Prema glasnogovorniku tadašnjeg Armscora na njihovoj G5 malo je toga ostalo od originalne

proizvodnja G5 je obavljena u LIW (Lyttelton Engineering Works) iz Verwoerdburga blizu Pretorije korištenjem visokoizdržljivog čelika prerađenog u tvornici Union Steel Corporation u Verenigingu.

Monoblok cijev ojačana postupkom autofretage ima na ustima ugrađenu jednokomornu plin-

J. MARTINČEVIĆ MIKIĆ

Paljbeni položaj prije samog početka topničkog djelovanja



sku kočnicu. Sustav zatvaranja cijevi je vrlo sličan sustavu koji je primijenjen na američkoj samovoznoj haubici 155 mm M109, što se inače koristi na mnogim sustavima sa zavojnim zatvaračem. Iza zatvarača je konstruiran pneumatski klipni potiskivač - punjač streljiva. Punjačem se rukuje ručno, a koristi samo za punjenje projektila pri svim elevacijama cijevi, dok se barutna punjenja također pune ručno. Gornji podvoz je sastavljen od blago skošenih ramena za balansiranje cijevi i dinamičkih sila nastalih pri paljbi.

Priprema za paljbu uključuje hidraulično spuštanje paljbene platforme i podizanje donjeg podvoza do trenutka kad se kotači odvajaju od zemlje. Podizanje i spuštanje paljbene platforme je pomoću hidrauličnih cilindara čije je napajanje osigurano permanentnim hidrauličnim agregatom pokretanim motorom pomoćnog pogona APU.

APU pokreće zrakom hlađeni Dieslov motor snage 79 KS Magirus-Deutz. Motor pokreće hidraulični agregat za podizanje i spuštanje kotača krakova, podizanje i spuštanje paljbene platforme, kao i širenje i skupljanje krakova. Mjesto vozača je na prednjoj lijevoj strani oružja s kojega mu je omogućena najbolja preglednost operativnog područja. U položaju za vožnju cijev je iznad krakova učvršćena nosačem koji je ugrađen na desnom kraku.

G5 se može kretati brzinama do 16 km/h i s punim spremnikom goriva od 10,2 litre može biti operativna više od 100 km. Prevođenje oružja u paljbenu položaj traje dvije minute i isto toliko vraćanje u prijevozni položaj. U slučaju da je APU onesposobljen ili oštećen, sustav je opremljen konektorom (priključnicom) za korištenje hidrauličnog sustava drugog oružja ili vučnog vozila.

Uobičajena posluha broji pet članova iako su za iznenadno posluživanje oružja dovoljna dvojica. Korištenjem hidrauličnih cilindara obaraju se kotači krakova i lopate krakova dolaze u položaj za ukopavanje. Krakovi se tada mogu raširiti hidrauličnim cilindrima. Oružje se svojim pogonom ukopa i podigne na paljbenu platformu. Lopate krakova imaju tri položaja nagiba u odnosu na krak oružja, čime je osigurano samoukopavanje na različitim vrstama terena. Pokretanje ručica mehanizama elevacije i smjera, te ubacivanje barutnih punjenja su jedine ručne aktivnosti posluhe pri korištenju oružja.

Od mnoštva opreme G5 karakteristični je topovski displej, uređaj koji pokazuje sve relevantne podatke što se odnose na top. Tu je integriran i upozoravajući temperaturni uređaj za upozorenje posluhe na pregrijanost cijevi.

Položaj ciljatelja je lijevo od zatvarača, on je opskrbljen modernim ciljnikom No 9 i direktnim ciljnikom (teleskopom) za korištenje na daljinama do 5000 metara. Topnički sustav za ciljanje AS 2000 je konstruiran posebno za korištenje na oružjima G5 i G6. On uključuje: središte za upravljanje paljbom, bitničku nadzornu postaju, temeljni



Trenutak ispaljenja pri niskoj elevaciji

topnički promatrački sustav, uzdignuti promatrački sustav ugrađen na vozilu Ratel 6x6, meteorološku zemaljsku postaju, mjerač početne brzine projektila, i komunikacijski sustav za poslugu.

Iako je AS2000 razvijen prema zahtjevima južnoafričkog topništva, on se može prilagoditi zahtjevima različitih korisnika.

G5 se prevozi posebnim tegljačem SAMIL

100 (6x6). Teglač nije samo vučno vozilo, nego je prilagođen za smještaj svih osam članova posluhe uključujući vozača i rukovatelje streljivom. Također je osposobljen za prijevoz 15 paleta s punjenjima od kojih svaka teži 189 kilograma, a za rukovanje streljivom ima ugrađen hidraulični kran na zadnjem dijelu vozila.



Transportni položaj haubice G5

U zadnje su vrijeme na oružju napravljena mnoga poboljšanja koja su izvedena na oružnom sustavu i pripadajućem mu streljivu. Poboljšanja uključuju sustav upozorenja na visoke temperature cijevi, povećanje brzine paljbe, modernizaciju sustava ovjesa koji poboljšava vozne osobine oružja. Napravljena su poboljšanja brtvenog sustava

Izgled haubice G5 u položaju za autonomnu vožnju





(Slijeva nadesno).

1. Razorni projektil s ugrađenim generatorom plina HE BB, M1A1
 2. Razorni projektil bez BB HE, M1A1
 3. Projektil punjen bijelim fosforom SMK WP M1A1
 4. Projektil punjen crvenim fosforom SMK, RED PHOS, M1A1
 5. Osvjetljavajući projektil ILUM M1A1
 6. Propagandni projektil LEAFLET M1A1
 7. Dimni projektil SCR, SMK M1A1
- a. Barutno punjenje CH1 (Z1÷Z4)
- b. Barutno punjenje CH2 (Z5)
- c. Barutno punjenje CH3 (Z6)

Top - haubica Denel 155 mm G-5

- Kalibar:.....**155 mm**
- Dužina cijevi:.....**39, 45 i 52 kalibara**
- Ukupna masa:.....**13.750 kg**
- Zatvarač:.....**zavojni**
- Plinska kočnica:.....**jednokomorna**
- Podvoz:.....**razdvojni krakovi s pogonom APU**
- Dužina: -paljenipoložaj.....**11.000 mm**
- prijevoznipoložaj.....**9500 mm**
- Širina oružja: -u vožnji.....**2500 mm**
- u paljenom položaju.....**8700 mm**
- Visina oružja: -u vožnji.....**2300 mm**
- Pneumatici: -(glavni).....**14.00x20**
- (pomoćni na krakovima).....**7.50x16**
- Klirens:.....**310 mm**
- Područje okretanja po smjeru:
 - 82 stupnjeva (do 15 stupnjeva elevacije)**
 - 65 stupnjeva (iznad 15 stup. elevacije)**
- Područje elevacije/depresije:.....**+ 75 / -3 stupnjeva**
- Svlađavanje prokopa:.....**600 mm**
- Brzina palje:.....brza.....**3 met/min (15 min)**
- Najveći domet: * (BB) -45 kalibara.....**40.200 m**
- 52 kalibara.....**42.200 m**
- * (standard).....**30.000 m**
- Minimalni domet: (+75°).....**3000 metara.....3 met/min (15 min)**
- Brzina vožnje s pomoćnim pogonom APU.....**16 km/h**
- Vučno vozilo:.....**SAMIL 100 (6 x 6) ili odgovarajući 10 t**
- Najveća brzina prevoženja:.....**90 km/h**
- Broj članova posluge:.....**5**

zatvarača kao i trzajućeg sustava oružja. Sustav zatvaranja je opremljen tzv. stop-mehanizmom koji ne dopušta opaljenje ako zatvarač nije do kraja zatvoren.

Streljivo. Streljivo za G5 osigurava povećanje dometa i poboljšava krajnji učinak u usporedbi sa standardnim streljivom 155 mm (npr. M107). Ono je kompatibilno s većinom modernih topničkih sustava

kalibra 155 mm. Svi su projektili konstruirani u konvencionalnoj ili base-bleed (BB) izvedenici. Projektili s asistencijom generatora plina (BB) imaju iste krajnje učinke i disperziju pogodaka kao i projektili konvencionalnog povećanog dometa, ali daju 30 posto veće domete.

Razorni projektili. Razorni projektil M1 HE ima više nego dvostruki krajnji učinak od standardnog projektila M107 na većinu standardnih ciljeva. To je postignuto korištenjem modernog visokofragmentacijskog čelika i visokoenergetskog eksploziva primjenom mješavine RDX/TNT. Konfiguracija novog projektila osigurava 23 posto veći volumen za smještaj eksplozivnog punjenja, pa su rezultati fragmentacije još bolji.

Razorni projektil s punjenjem od bijelog fosfora **M1 WP** je po obliku identičan ranije opisanom M1 HE, ali je adaptiran za punjenje od bijelog fosfora. Koristi se za dimne zavjese, kalibraciju oružja i zapaljive svrhe.

Cargo projektili. Jedan od ovih projektila je **M1 RP** punjen crvenim fosforom čija je primarna uloga u zapaljive svrhe, a sekundarna mu je stvaranje dimnih zavjesa.

Osvjetljavajući **M1 ILUM** je namijenjen za osvjetljavanje određenog područja. Intenzitet svjetla je 1,65 milijuna candela u trajanju od 90 sekundi.

Projektil **M1 SM** (Sub munition) sadrži 56 bombica s protupješačkim i protuoklopnim djelovanjem na cilju. Svaka bombica ima udarni upaljač s ugrađenim mehanizmom za samouništenje.

Za distribuciju informativnih pamfleta

koriste se tzv. propagandni projektili **M1 LF**.

Za postavljanje dimnih zavjesa se koriste dimni projektili M1 SCM, koji osim toga mogu poslužiti za odgovarajuću signalizaciju. Svaki projektil sadrži četiri spremnika s odgovarajućim smjesama za razvijanje dima u bijeloj, crvenoj ili plavoj boji.

Upaljači. Za korištenje na raznim projektlima poznati su mehanički upaljači PD M572 i PD M841 koji imaju mogućnost prilagodavanja za trenutačno i usporeno djelovanje. Namještanje funkcije upaljača se obavlja pred samo punjenje projektila.

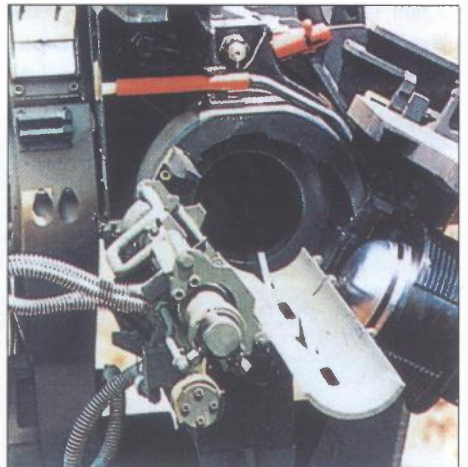
Osim mehaničkih upaljača na razorne projekte se ugrađuju blizinski radio upaljači **M8513**. Njihovim korištenjem se povećava krajnji učinak projektila protiv pješaštva i "mekog" oklopa borbenih vozila, jer do eksplozije dolazi na optimalnoj visini i pod odgovarajućim kutem.

Za korištenje cargo projektila najčešće se primjenjuje vremenski elektronski upaljač **M8611** koji ima mogućnost ručnog prilagodavanja vremena u području od 1 do 200 sekundi s intervalom od 0,1 sekunde.

Barutna punjenja. Sustav barutnih punjenja je organiziran u tri punjenja s ukupno šest tzv. zona. Prvo punjenje CH1 sadrži četiri zone koje su prepoznatljive po odgovarajućoj boji vrećica. Punjenja su optimizirana za balističke sustave 45 kalibara. Na dijagramu su prikazani dometi s pojedinim punjenjima i projektlima.

Povećanje dometa G5

Kad je 1992. godine LIW postao član grupe Denel imao je završen prototip oružja 155 mm s cijevi dužine 52 kalibara. Nova prototipna cijev se sastojala iz dva dijela tj. zavojnom je spojnicom cijev produžena za jedan metar prema ustima cijevi. Razlog tome je bio, što LIW u to doba nije imao urežaj za autofrezažu cijevi dužih od 45 kalibara. Produženje cijevi za jedan metar je tada



Pogled na zadnjak sa zatvaračem i pneumatski punjač streljiva

izvedeno zavojnom spojnicom, međutim današnja proizvodnja sustava dužine 52 kalibara je u jednodijelnoj monoblok izvedbi. Volumen barutne

komore je zadržan od klasičnog sustava 45 cal. (23 litre).

Novi razorni projektili povećanog dometa s asistencijom generatora plina sadrže 8,4 kg eksploziva, a za pogon koriste postojeće punjenje M53 što omogućuje domete do 40,2 km. Pri ispaljenju iz cijevi 52 kalibara dometi su do 42,2 km. Generator plina je navojnog tipa tako da može biti uklonjen ako ne postoje zahtjevi za velikim dome- tima i naknadno ugrađen na nove projekte iz razloga uštede.

Danas je pod razvojem modularni sustav barutnih punjenja sastavljen od identičnih modula mase 2,2 kg koji se mogu koristiti u 39,45 i 52 kalibarnim sustavima.



Dijelovi-radio sustava veze FCRS

Oprema

G5 se nudi u kombinaciji različite standard- ne opreme. Spomenimo najčešću izvedenicu koja sadrži: sustav za upravljanje paljbom **AS-80** (Artillery Fire Control System), mjerač početne brzine **EMVA MK 10B** (Muzzle Velocity Analyser), meteorološku postaju **S700** (Meteorological Ground Station), terminal za unošenje podataka **DT 170** (Data Entry Terminal) i sustav radio veze.

AS-80. Riječ je o topničkom sustavu za upravljanje paljbom konstruiranim u obliku decen- traliziranog sustava za simultano podržavanje četiri oružja. Sve interakcije između korisnika i postaje za upravljanje paljbom odvijaju se putem dijaloga čime sustav korisniku nudi odgovarajuće alterna- tive.

Sustav omogućuje i korištenje ručnog unošenja podataka. Displej za ispis podataka može biti ugrađen izravno na oružje ili na odgovarajući tronožac.

EMVA Mk10 B. EMVA Mk 10 B je mjerni instrument koji mjeri brzinu projektila na radarskom načelu u području od 30 do 3000 m/s. Njime je omogućena brza, točna i pouzdana kali- bracija topa. Instrument se sastoji od antene ugrađene na kućište koje se može ugraditi na top ili tronožac, procesne jedinice i odgovarajućeg printera.

Meteorološka postaja S 700. S 700 je auto-nomni sustav kontejnerskog tipa opremljen meteorološkom opremom za prikupljanje podata- ka tzv. meteo biltena "MET". Sustav ispušta radio

sonde od kojih prima podatke sve do svršetka njihovog leta. Primljeni podatci se obrađuju u računalu i sastavlja se MET poru- ka. Unutar postaje je smješten generator za punjenje meteoro- loških balona vodikom.

Data Entri terminal DT 170. Omogućuje vjerodostojno i sigurno unošenje slovni- h i brojevnih podataka i poruka s HF/VHF/UHF radio ili telefonskih veza u taktičkom okruženju. Poruke mogu biti unešene kao slobodni ili formatirani tekst. Računalo ima mogućnost priključka vanjskih jedinica kao što su printer i ostali moduli.

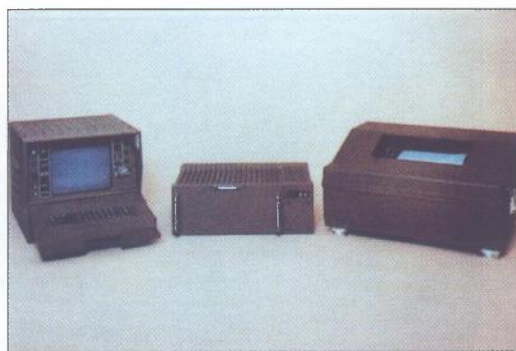
Fire Control Radio System. Sustav sadrži radio mrežu za primanje paljbenih zapovijedi i interfonski sustav za svakog pojedinog člana poslu- ge. Omogućuje selektivno slanje poruka svakom oružju ili simultano slanje poruka na sva četiri oružja. Radio uređaj je snage 50 W i radi u području 30 do 87,975 MHz s ugrađenom zaštitom govora. Primarna funkcija ovog uređaja je komu- nikacija na velike udaljenosti.

Zaglavak

Ovdje je prikazan opis oružja, pripadajućeg mu streljiva i opreme za uspješno upravljanje paljbom. Nije izvršena usporedba s drugim sličnim topničkim sustavima što je prepušteno čitatelju. Temeljno je za većinu topničkih sustava kalibra 155 mm i dužine cijevi 45 kalibara da su njihovi dometi približno jednaki. Dakle, ako su im balistički para- metri približno isti, raščlambe treba voditi u smjeru pokretljivosti, mobilnosti pouzdanosti i mase pojedinih topničkih sustava.

Usporedimo li masu oružja G5 od 13.700 kg prema masi ultra lake haubice UFH 155 mm od 3745 kg, onda je evidentno da je G5 više nego tri i pol puta teže oružje. Što to znači za korištenje u postrojbama za brze intervencije nije nužno posebno navoditi. Ako pak se G5 usporedi s UFH po pitanju mobilnosti i pokretljivosti na samom paljbenom položaju onda je prednost na strani G5.

Dakle oružja se proizvode pre- ma taktičko teh- ničkim zahtje- vima svojih na- ručitelja. Kojim će se perfor- mansama po- jedini naruči- telji rukovoditi ovisi o konfigu- raciji terena i namjeni oružja u sustavu top- ništva.



Komponente sustava za upravljanje paljbom AS 80

Meteorološka postaja S 700





FIELD GUARD

Preciznost na švicarski način

Nastavljajući s prezentacijom temeljnih postavki i dilema u upravljanju današnjim zemaljskim topništvom, u ovom ćemo nastavku kratko prikazati jedan od sustava razvijanih tijekom 70/80-tih, koji je, svojim originalnim načinima rješavanja glavne topničke zadaće: otklanjanje prijetnje što manjim brojem "cijevi" uz što manji utrošak streljiva, posebno pridonio ponovnom oživljavanju uloge sustava zemaljskog topništva u svekolikoj strukturi bojnih sustava

Josip PAJK

Potkraj sedamdesetih godina je švicarska tvrtka Contraves razvila pokretni sustav upravljanja gađanjem zemaljskog topništva, **Field Guard**. Sustav je prvotno bio namijenjen za uporabu s njemačkim raketnim lanserima LAR110, no ubrzo mu je namjena proširena i na druga topnička oružja. Od tada je sustav doživio niz tehnoloških inovacija, no temeljni mu je način rada ostao nepromijenjen.

Prigodom razvoja sustava Field Guard, tvrtka Contraves je napore usmjerila na tri problemska područja vezana uz gađanje topništvom ili pogreške koje utječu na loš krajnji učinak gađanja:

- pogreške pri određivanju položaja cilja,
- pogreške zbog kašnjenja u prijenosu podataka i

• pogreške u sustavu za "isporuku" projektila.

Pogreške u određivanju položaja cilja sastoje se od pogrešaka koje istaknuti motritelji ili postrojbe koje su uputile zahtjev za paljbom čine u mjerenju relativnog položaja cilja u odnosu na motrilište, pogreške u određivanju vlastita položaja, pogreške u prijenosu podataka na zapovjedno mjesto, čiji se položaj, kao i položaj svakog pojedinog oružja ili bitnice, također mjeri s određenom pogreškom. Ukupna pogreška utječe na točnost pretpostavljene udaljenosti i smjera zamišljene crte od topa do cilja (danas su uglavnom sva gađanja zemaljskim topništvom indirektna, tj. nema direktnog vizualnog kontakta top-cilj, kao kod topništva za PZO).

Ukupna se pogreška određivanja vlastita

položaja može smanjiti isključivo korištenjem preciznog (satelitskog) sustava globalnog pozicioniranja svih čimbenika sustava (motritelj, zapovjedno mjesto, oružje), preciznim senzorskim mjernim sustavima istaknutog motritelja (teodoliti, laserski daljinomjeri) i pouzdanim sustavom za prijenos podataka.

Pogreške zbog kašnjenja u prijenosu podataka nastaju zbog vremena koje protekne od trenutka otkrivanja cilja od strane motritelja, do trenutka učinkovitog pada prvih projektila po cilju. Očito je da, što je dulje vrijeme proteklo između ta dva krajnja trenutka u procesu gađanja, veća je i vjerojatnost da se više cilj ne nalazi na onom mjestu za koje su se proračunali svi elementi.

Automatizirani komunikacijski sustav za prijenos digitalnih podataka je jedini način da se to vrijeme, a time i pogreška, smanje na najmanju moguću mjeru.

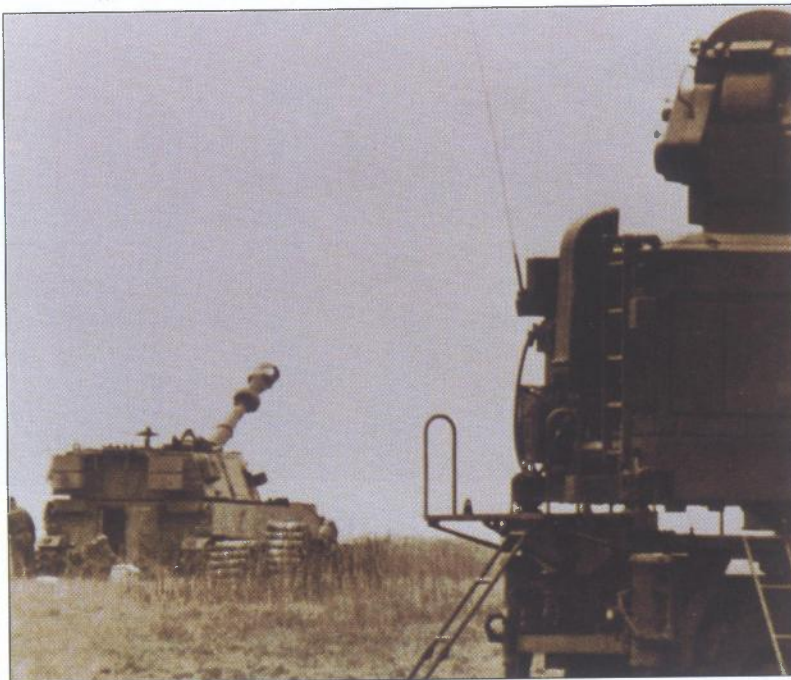
Pogreške koje su vezane za sam top, ili šire "sustav isporuke", mogu se raščlaniti na pogreške samog topa (cijevi), streljiva, sustava pokretanja topa, te zbog meteoroloških utjecaja (ovi zadnji uzrokuju daleko najveću pogrešku u ovoj kategoriji).

Smanjenje pogreške u sustavu Field Guard

U klasičnom topništvu je prije gađanja zbog učinka ("fire-for-effect"), tj. plotonom iz više oružja, trebalo ispaliti nekoliko probnih projektila ("pilot round") kako bi se na temelju promatračke razlike mjesta njihova pada u odnosu na proračunatu točku mogla izračunati korekcija. Ovakva korekcija, normalno, za iste uvjete gađanja (meteorološke i ostale) drastično smanjuje sve pogreške gore nabrojene, osim pogreške zbog kašnjenja u prijenosu podataka (promjene položaja cilja). Čak je i gađanje drugog cilja (prijenos paljbe u drugu točku) puno učinkovitiji nakon ovako obavljene korekcije.

Međutim ovakav način gađanja ciljeva bio je vrlo učinkovit u doba I. svjetskog rata kad su ciljevi bili protivnički rovovi koji svoj položaj nisu promijenili tijekom čitavog rata. Za današnje ciljeve koji vrlo brzo mogu promijeniti položaj, ovakav način gađanja više se ne može primijeniti.

Opće je poznata činjenica da se najveći učinak topništvom postiže prvim projektilima, tj. kad je protivnik izvan zaklona i nije još uspio raspršiti svoje redove. No probni projektili će ga upozoriti da predstoji glavni napadaj i dati mu vremena da se preustroji na takav način da, kad uslijedi glavni udar, učinak bude minimalan. Naravno, moguće je za točku pada probnih projektila odabrati neku točku koja nema veze sa stvarnim ciljem, no treba uočiti da u tom slučaju i pravi cilj i odabrana točka moraju biti poznati i u vid-



Na slici se vidi sustav Field Guard postavljen na osovinsku prikolicu zajedno na paljbenom položaju s haubicom M109

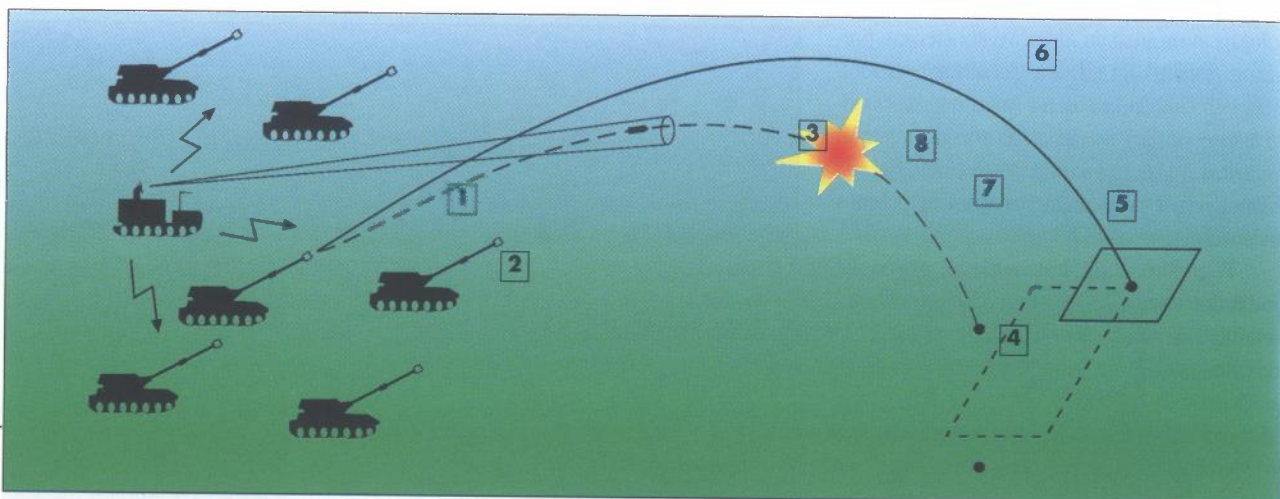
nom području motritelja koji treba dojaviti parametre potrebne za proračun korekcija. U dinamičnoj situaciji na suvremenoj bojišnici vrlo je teško uspostaviti takvu proceduru, a dodatnu poteškoću uzrokuje činjenica da je proračunata korekcija manje točna što je odabrana točka za probno gađanje udaljenija od položaja pravog cilja.

Osim toga, svaki ispaljeni projektil predstavlja potencijalnu opasnost i za ciljatelja jer protivnik na temelju praćenja njegove balističke putanje vrlo točno može izračunati položaj s kojeg je ispaljen. To se odnosi, kako na projektele koji su ispaljeni pema cilju, tako i na one probne.

Sustav Field Guard također treba probni pro-



Sustav Field Guard raspolaže velikim stupnjem autonomnosti djelovanja i ima svoj vlastiti električni generator



- Sustav Field Guard u akciji:**
- 1. Field Guard na paljbenom položaju;**
 - 2. Temeljno topničko oružje;**
 - 3. Probni (pilot) projektil;**
 - 4. Predikcija mjesta pada projektila;**
 - 5. Predviđeno područje cilja;**
 - 6. Predviđena putanja projektila;**
 - 7. Ekstrapolacija putanje projektila i**
 - 8. Točka aktiviranja projektila**

jektil, no razlikuje se utoliko što je tempirni upaljač na probnom projektilu prilagođen da se aktivira na 70-80 posto putanje. Putanja probnog projektila ne mora biti čak ni tolika, već se na temelju praćenja projektila i na 50 posto putanje može s nešto manjom točnošću proračunati potrebna korekcija.

Sustav je univerzalan, moguće ga je upotrijebiti za praćenje svih vrsta projektila ispaljenih iz topova (haubica) ili iz višecijevnih raketnih lansera. U slučaju korištenja skupih projektila sa substreljivom, prvi projektil se ne uništava, već nastavlja svoj put prema cilju.

Zanimljivo je primijetiti da sustav koristi tehnološka rješenja koja se primjenjuju u sustavima protuzrakoplovne obrane. Projektil ispaljen iz topa poznata položaja i usmjerenja nije ništa drugo do zračni cilj kojeg treba pratiti radarom i predvidjeti (obaviti predikciju) njegova mjesta pada.

Sinergija i holistika

Iako razvijeno za uski krug zadaća, ovo rješenje je tek kasnije pokazalo svu svoju genialnost. Naime, sustav predviđen za upotrebu u topničkim bitnicama (neki prijedlozi taktičke uporabe predviđali su jedan sustav za više bitnica) i to samo u procesu pripreme gađanja, pokazao se pogodan i u obrani, tj. određivanju položaja protivničkih topničkih oružja, jer ako se ekstrapo-

lacijom na temelju praćenja početnog dijela njegove putanje može izračunati mjesto imaginarnog pada probnog projektila, na isti se način na temelju praćenja završnog dijela putanje protivničkog projektila, vrlo točno može doći do podatka o mjestu s kojeg je ovaj ispaljen.

Na taj su način proizvođači sustava Field Guard postigli nešto što se dosta rijetko događa u procesu razvoja nekog sustava, jedan sustav za dvije namjene. Obično se za rješavanje nekog problema dosta novca i vremena potroši za razvoj sustava koji će parcijalno riješiti samo taj problem, ne sagledavajući cjelinu u kojoj se problem pojavio. Takva rješenja, jednom gotova, najčešće uzrokuju niz novih zahtjeva na drugim dijelovima globalnog sustava u koji se integriraju. Možda takav pristup i pogoduje nekim proizvođačima vojne opreme koji na taj način mogu i dalje unedogled "poboljšavati" značajke svog sustava. No korisniku to ne odgovara jer rijetko kad dobije sustav koji je u mogućnosti učinkovito zajednički djelovati s ostalim, postojećim sustavima.

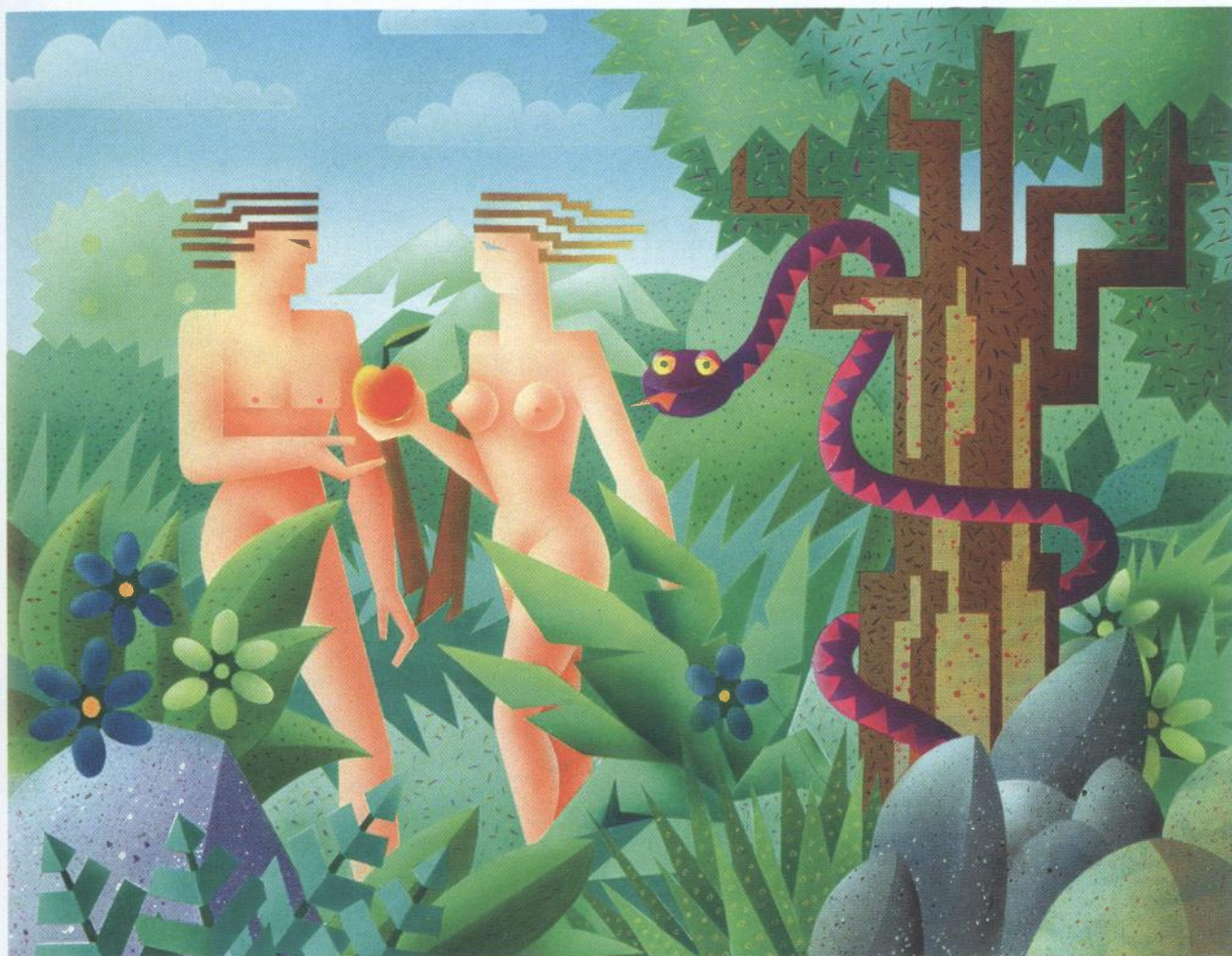
Ovaj problem se u literaturi pojavljuje pod pojmom "sinergy" tj. zajedničkog skladnog djelovanja kako između novih i starih sustava u istom vidu vojske, tako i između sustava iste namjene u različitim vidovima (mornarica, kopnena vojska, zrakoplovstvo). Da bi se u najranijim fazama razvoja nekog sustava namijenjenog rješavanju uočenog problema ili nedostatka, moglo s dovoljnom sigurnošću utvrditi stupanj njegova sinergističkog učinka, potrebno je, osim dobre definicije suštine problema i odabira pogodne tehnologije njegova rješavanja, "holistički" sagledati šire okruženje u kojemu će taj sustav djelovati i to u sva tri temeljna strukturalna područja: **materijalnom, energetskom i informacijskom.**

Takvim pristupom, sagledavajući i pojedina tehnološka rješenja primijenjena za rješavanje problema u drugim područjima, kako je to učinjeno kod razvoja sustava Field Guard, manja je mogućnost pojave "promašenih" i "isforsiranih" razvojnih rješenja, a vrlo se često dogodi da se pažljivom optimizacijom načina rada istim sustavom mogu riješiti i neki drugi problemi kojih korisnik do tada nije bio ni svjestan.

Sustav Field Guard njemačke vojske je postavljen na kofačna vozila



Dvije jabuke promijenile su svijet. Ovo je prva.



BBDO ZAGREB

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

Vaša prilika da budete najbolji!

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



Vojna primjena LASERA

Od pojave lasera naovamo vojska je stalno tražila načine da putem lasera ostvari prednost na bojišnici, bilo putem relativno jednostavnih namjena poput taktičkog ciljanja pa do pomalo ezoteričnih projekata uništavanja balističkih projektila izvan zemljine atmosfere. No uzastopna smanjenja vojnih proračuna koncentrirala su pozornost na praktična i brzo ostvariva područja namjene

Dubravko RISOVIĆ

U prošlom smo nastavku obradili područja vojne primjene lasera koja su najpoznatija i najatraktivnija: laserske daljinomjere i obilježivače cilja te laserska oružja. No težište financiranja se sada prebacuje na druga, možda ne tako atraktivna područja vojne primjene lasera, ali zasigurno područja od velike praktične važnosti. To su ponajprije protumjere te uporaba laserskih sustava za izobrazbu i vježbanje te donekle laserski radar.

Laserski radar

Početno su zadatci postavljeni pred laserski radar bili identični onima za konvencionalne mikrovalne radare: nadzor, uhvat i praćenje cilja te procjenu uništenja (engleski akronim SATKA). No budući da je razvoj mikrovalnih radara toliko uznapredovao da je omogućio adekvatno ispunjenje ovih i navigacionih zadaća i to po svakom vremenu, to je rezultiralo time da su se vojni programi razvoja laserskog radara usredotočili na manji broj zadaća koje se ne mogu obaviti na zadovoljavajući način s konvencionalnim radarom. Ove zadaće uključuju visokoprecizne SATKA zadaće na velikoj udaljenosti, ekstremno preciznu navigaciju te slikotvorstvo (imaging) velikog razlučivanja. Prednosti laserskog radara nad klasičnim se očituju posebice pri praćenju i izbjegavanju terena (TF/TA) što je posljedica iznimno velikog kutnog razlučivanja koje je omogućilo da zrakoplovi mogu letjeti niže i brže nego što su to piloti bili u stanju ili željeli pokušati. CO₂ laserski radari su u mogućnosti detektirati žice dalekovoda na udaljenosti od nekoliko kilometara, što je od posebne važnosti za helikopterske operacije. Ovaj tip laserskog radara je također u mogućnosti otkriti i prepoznati



Jedna od mogućih primjena lasera na bojištu

određene ciljeve kroz dim i maglu, kao i kroz neke vrste kamuflaže. Također je demonstrirana i mogućnost otkrivanja kemijskih bojnih sredstava na velikim udaljenostima. No usprkos tome dosadašnja je uporaba laserskih radara bila ograničena mogućnostima CO₂ tehnologije, tako da je tek pojava diodno pumpanih krutinskih lasera potakla novo zanimanje za taktički laserski radar.

Najuspješnija primjena laserskog radara je u utvrđivanju brzine. Laserski radari mogu pružiti iznimno točne i promptne podatke o brzini što je od primarne važnosti za računar koji upravlja letom. Točnost određivanja brzine je dana s:

$$\Delta v = \Delta F \lambda / 2$$

gdje je Δv pogreška u određivanju brzine, λ je laserska valna duljina a ΔF širina laserske crte. CO₂ laseri ($\lambda = 10.6 \mu\text{m}$) imaju širinu crte manju od 10 kHz, što omogućava da se brzina određuje s pogreškom od oko 5 cm/s. Usporedbe radi diodno pumpani Nd:Yag laseri ($1.06 \mu\text{m}$) imaju širinu crte oko 1 kHz, tako da

je Δv oko 5 mm/s.

Tehnički najimpresivniji rezultati laserskog radara ostvareni su u području dobivanja slika visoke rezolucije na velikim udaljenostima. Laserskim radarom su dobivene Dopplerske slike satelita u zemljinoj orbiti, koje su imale tako dobro razlučivanje da se je mogla odrediti brzina rotacije LAGEOS satelita s točnošću od 0,1 Hz.

Također je demonstrirano uspješno prepoznavanje prave bojne glave od lažnih pri ponovnom ulasku interkontinentalnog balističkog projektila u atmosferu i to na udaljenostima od 800 km.

Ovakvi spektakularni rezultati osiguravaju nastavak razvoja laserskog radara iako samo u relativno uskom području specijalnih namjena.

Protumjere

Protusenzorski laseri koji mogu mijenjati frekvencije (valne duljine) emitiranja i oštetiti ili razoriti IC i druge senzore razvijaju se već dulji

niz godina. Ovaj razvoj uključuje (na američkoj strani) programe Roadrunner, Stingray, Dazer i Cobra. Iako su podatci o ovim programima iz razumljivih razloga najstrože čuvana tajna, ipak se zna da su se u njima koristili prototipovi Nd:YAG-, Nd:YLF- ili aleksandritnih lasera. U najnovije vrijeme koriste se Ti: Si laseri s prilagodivim frekvencijama, koji mogu precizno i brzo mijenjati valnu duljinu na kojoj emitiraju. Promjena valne duljine emitiranja protusenzorskih lasera je nužna da bi se zaobišli zaštitni protulaserski filteri na senzorskoj optici koju se želi razoriti ili oštetiti. Naime, kako su laseri karakteristični baš po tome da emitiraju na jednoj točno određenoj valnoj duljini (npr. Nd:YAG na 1.06 μm ; CO₂ na 10.6 μm), to je relativno lako zaštititi senzore pomoću uskopojasnih dielektričnih filtera koji propuštaju sve druge valne duljine osim uskog pojasa oko dane laserske valne duljine. Na taj način senzor koji prima signale u širokom spektralnom opsegu, može nesmetano raditi a da je pritom potpuno zaštićen od laserskog zračenja. Dakle za učinkovito lasersko protusenzorsko oružje nužno je moći promijeniti lasersku valnu duljinu u relativno širokom opsegu. U tom slučaju ako se želi ostvariti zaštita trebalo bi napraviti ne više uskopojasni filter, nego filter koji bi blokirao zračenje u širokom spektralnom opsegu, a to bi onda automatski onemogućilo i rad senzora kojeg se tako pokušava zaštititi. Mijenjanje valne duljine Nd:YAG lasera moguće je Ramanskim pomakom na

drugu valnu duljinu, ali to nije kontinuirana mogućnost mijenjanja. Kontinuirana promjena valne duljine ostvariva je kod lasera s bojom, no takvi laseri zbog svojih praktičkih tehničkih značajki nisu odviše pogodni za uporabu na bojnopolju, a i nemaju dovoljnu snagu potrebnu za oštećenje senzora. Bolji se učinci postižu termičkim mijenjanjem valnih duljina na krutinskim laserima. Ovi se laseri ponekad nazivaju i vibrioničkim laserima, jer aktivna tvar (atom "nečistoće", dodatka, u čistom krutin-skom "domaćinu" tj. temeljnoj tvari lasera) mijenja i vibraciona i elektronska stanja. Krivulja pojačanja odnosno frekvencija emisije ovisi o temperaturi tvari, jer populacija vibracionih energetske razine danog elektronskog stanja ovisi o temperaturi. Promjena valne duljine se dakle ostvaruje promjenom temperature laserskog medija. Općenito s povećanjem tempera-

ture raste valna duljina na kojoj emitira vibrionski laser.

Prvi komercijalni vibrionski laser je bio aleksandrit, kromom dopirani BeAl₂O₃, kojem se valna duljina može mijenjati u opsegu od 0.701 μm do 0.826 μm . Ti: Safir laseri (Ti:Al₂O₃) mogu mijenjati valnu duljinu u području od 0.66 μm do 1.18 μm a u impulsnom režimu rada mogu raditi s frekvencijom 10-20 Hz, uz maksimalnu energiju u impulsu veću od 400 mJ. Laseri s optičkim parametarskim prilagodbama mogu mijenjati valne duljine u opsegu od 0.42 μm do 2.2 μm .

Razvoj ovakvih protusenzorskih oružja često je nailazio na otpore u službenim krugovima zbog potencijalne primjene za osljepljivanje vojnika, tako da je u posljednje vrijeme dosta ojačala struja da se takva uporaba zabrani međunarodnom konvencijom, kao što je to slučaj s bojnim otvorima i nekim drugim ubojnim sredstvima. No usprkos tome u okviru pro-

cilj postaviti niz jednostavnih detektora koji će registrirati mjesto pogotka. Na taj se način može ostvariti laserska streljana ali i vrlo učinkovito provoditi taktičke vježbe. Prednost je u tome da se za razliku od klasičnih taktičkih vježbi (pješačkih ili tankovskih ili kombiniranih) u kojima se upotrebljava manevarsko streljivo a (donekle proizvoljno) procjenjuje pogađanje i učinak paljbe, pri primjeni laserskih sustava za simulaciju oružja doista dobivaju rezultati kakvi bi se postigli pri paljbi s pravim streljivom, ali naravno bez razaranja i štetnih utjecaja. Načelo sustava je sljedeće: na pješačko se oružje meće laserska poluvodička dioda, koja pri svakom opaljenju manevarskog streljiva emitira laserski impuls koji je kodiran i nosi informaciju o tipu oružja i kalibru (a u nekih sustava i broj/kod strijelca). Ovaj kod je nužan kako bi se izbjeglo lažne učinke na cilju npr. da pogodak iz puške M16 uništi tank. Laseri koji se koriste su obično poluvodičke GaAs laserske diode koje emitiraju

u bliskom IC (0.9m). Širina snopa lasera odgovara raspršenosti streljiva. Na cilju se razmještaju silicijeve fotodiode opskrbljene odgovarajućim filterima koji dopuštaju da se registrira samo lasersko zračenje valne duljine koja odgovara laserima na oružju. Prateća elektronika registrira mjesto (fotodiodu) pogotka kao i tip oružja, te odlučuje o nanešenoj šteti. U slučaju pješaka detektori se razmještaju na kacigi, te tijelo vojnika, a u slučaju tanka ili vozila na niz mjesta na kupoli i podvozju. Ako je vojnik pogođen odašilje

se odgovarajući zvučni signal (ponekad i pirotehnički) koji indicira da je vojnik pogođen, a prestaje se javljati tek ako vojnik mirno leži na leđima tj. glumi mrtvaca. Kod nekih se sustava automatski (elektronski) blokira i laser na njegovom oružju, kako bi se spriječilo da "mrtav" vojnik i dalje puca. Kod tankovskih topničkih sustava je predajni dio znatno složeniji jer ima skanerski sustav koji je spregnut sa sustavom za upravljanje paljbom i simulira balističku putanju stvarnog streljiva, a na ciljnoj spravi pokazuje i mjesto pada (laserske) "granate" (radi korekcije paljbe). Ako senzori na tanku detektiraju da je pogođen odgovarajućom "granatom" na pravo mjesto aktivira se pirotehnika koja pokazuje da je tank pogođen/uništen. Kod nekih se sustava pri pogotku automatski prekida i dovod goriva kako bi se pogođeni tank imobilizirao.

Temeljni laserski sustav za izobrazbu koji



Sustav MILES na vojniku. Jasno se vide senzori na kacigi i na uprtačima

gram razvoja laserskog protusenzorskog oružja Stingray, čiji je nositelj tvrtka Martin Marietta Electronics iz Orlanda (SAD), odobren je 1992. godine ugovor vrijedan 68 milijuna dolara za isporuku šest laserskih protusenzorskih sustava namijenjenih za terensko ispitivanje u US Army Communications Electronics Command u Fort Monmouthu.

Laserski sustavi za izobrazbu i vježbanje

Laserski sustavi za izobrazbu i vježbanje nisu ni izbliza toliko atraktivni niti imaju toliku medijsku popularnost kao primjerice laserska oružja ili obilježivači cilja, ali su vrlo prisutni na tržištu, a njihova se uporaba sve više širi. Ideja je vrlo jednostavna: hitac iz oružja (puške ili topa) zamijeniti laserskim impulsom male snage, a na

se koristi u Sjedinjenim Državama još od sredine sedamdesetih godina je MILES (Multiple Integrated Laser Engagement System). Dosad je u svijetu prodano ovih sustava u vrijednosti većoj od milijarde dolara. Dominantna tvrtka je Loral Electro Optical Systems koja je kupila i Xerox Electro-Optical Systems koji je prvi imao ugovor za proizvodnju MILES za američku vojsku.

Loral sada već četvrtu godinu radi na šestogodišnjem ugovoru za isporuku sustava MILES u vrijednosti od 130 milijuna dolara. Originalni sustav MILES I imao je GaAs laser (0.904 μm) montiran na pušku, koji emitira kodirani signal kako je to već opisano. MILES II s tehnologijom kasnih osamdesetih i značajnom računalskom potporom imao je manju težinu i veličinu, dulje trajanje, manju mogućnost variranja i veće mogućnosti naknadne analize akcije. Ovaj se sustav može koristiti s drugim sustavima za simuliranje učinka oružja poput topništva, mina ili kemijskih sredstava (SAWE) i uz pomoć sustava globalnog pozicioniranja (GPS) upotrijebiti u složenim kombiniranim vježbama s vozilima, letjelicama i pješastvom. Sustav MILES/SAWE se integrira u sastav triju američkih vojnih središta za izobrazbu u Combat Maneuver Training Center u Hohenfelsu u Njemačkoj, u National Training Center u Fort Irwin (California) i Joint Readiness Training Center u Fort Polku.

Iako kao što smo rekli Loral dominira na tržištu i druge se kompanije natječu za veliko tržište s potencijalom od možda milijardu dolara.

Glavni konkurent Loralu je Saab Training Systems AB iz Švedske. Njihov sustav za razliku od MILES-a na tanku (odnosno vozilu) koristi



M1A1 tank na vježbi u Nacionalnom središtu u Fort Irwinu. Pojas oko kupole nosi senzore sustava MILES II. Laserski predajnik je smješten u cijevi topa

retroreflektore, tako da je to dvosmjerni sustav u kojem predajna strana (oružje koje je ispalilo "hitac") raščlanjuje pogodak. Sustav je posebno dobar za simulaciju balističkih putanja, a prodan je Veljoj Britaniji i Njemačkoj. Glavni američki konkurent Loralu je Schwartz Electro-Optics iz Orlanda, koji nudi poboljšanu inačicu MILES I.

U Velikoj Britaniji najpoznatiji proizvođač sustava za izobrazbu pješastva je tvrtka Centronics.

Mnoge zemlje razvijaju svoja vlastita središta za izobrazbu koja se temelje na primjeni laserske simulacije paljbe. U ove među ostalim spadaju Egipat, Venezuela i Argentina, dok Njemačka počinje izgradnju Gefechts-übungs-Zentrum (GöZ) za borbenu izobrazbu u predračunskoj vrijednosti od 300 milijuna DEM, koristeći se američkim iskustvima iz Hohenfelsa.

Cilj svega toga je naravno da se izuče vojni

ci za uporabu oružja i terena na bojišnici, i to sa sustavima koji omogućuju scenarije s postrojba-ma do veličine brigade a koji toliko sličje "pravoj stvari" koliko je to uopće moguće.

Zaglavak

Od samog početka pojave lasera njihova je uloga u oružanim snagama rasla. Počevši od laserskih daljinara koji su prvi uvedeni u naoružanje, pa do sofisticiranih laserskih radara i laserskog oružja laser je postao nezaobilazna svakodnevnica u inventaru svake vojske. Trendovi daljnjeg razvoja pokazuju da će tako biti i u budućnosti. Laser je ušao u naoružanje da ostane zauvijek nazočan. Pritom je tijekom tridesetak godina svog postojanja razvoj laera u potpunosti ispunio i najfantastičnija očekivanja, uključujući i ona za koja su svi tvrdili da spadaju u domenu znanstvene fantastike. Lasersko oružje koje je u stanju na velikoj udaljenosti oboriti projektil koji leti višestrukom brzinom zvuka danas je realnost. Pitanje njegove implementacije nije više pitanje tehnologije, nego ponajprije gospodarske isplativosti.

U današnjem svijetu je nazočnost laserskih sustava na bojišnici upravljanja ponajprije gospodarskim čimbenicima, te je stoga daljnji razvoj usmjeren ponajprije na praktične i gospodarski rentabilne primjene. U tom kontekstu se osim klasičnih i dobro uvriještenih sustava laserskih daljinara i obilježivača cilja posebna pozornost posvećuje integriranim laserskim sustavima za izobrazbu i vježbanje te nekim specijaliziranim sustavima (laserski radar). Taktičko se lasersko oružje ostavlja po strani a umjesto njega se težište postavlja na razvoj protusen-zorskog oružja. Ovakva će situacija sigurno potrajati nekoliko godina, odnosno sve dok nove tehnologije ne učine stvari gospodarski isplativim.



Švedski sustav laserskog tankovskog simulatora BT 46 (SAAB). Komplet uključuje laserski predajnik, nadzornu elektroniku i bateriju retroreflektora

Upaljač **IMPI (Intelligent Multi-Purpose Igniter)** tvrtke **Plessey Tellumat** iz Pretorije (JAR) je pametna naprava koja će malim brodovima naoružanim topovima 76 mm, izgleda, umnogome povećati sposobnosti u obrani od niskoletućih (seaskimming) protubrodskih raketa. Za upaljač se tvrdi da je neosjetljiv na ometanja, a ima više različitih modova rada:

- Kao tempirni upaljač (u koracima od 1

tako u glavnom procesoru instaliranom u zapovjednom središtu broda. Komunikacijski link između opreme TEO i projektila omogućuje konačni prijenos instrukcija i parametara za prilagođavanje načina rada s broda na već ispaljeni projektil.

Jedna od glavnih značajki sustava je da

prijama podataka prijamnik se sam isključuje. Projektil je sada već u završnom dijelu putanje, upaljač mu je u oštrm stanju, podatci osvježeni primljenim korekcijama, a cilj se aktivno traži na frekvencijama od 1-12 GHz.

Jedna od mogućnosti uporabe ovakvih projektila na brodovima s dva topa 76 mm je i korištenje jednog topa za gađanje projektilima u blizinskom modu rada, dok se iz drugog topa mogu ispaljivati projektili iste vrste u tempirnom modu koji će stvoriti "čeličnu barijeru"

msek) ili s promjenljivom daljinom detonacije (u koracima od 1 m);

- Samo kao blizinski upaljač;

- Samo kao udarni upaljač;
- Kombinacija vremensko/blizinski.

Uz ove modove rada mogu se prilagoditi i sljedeći parametri:

- A. Vremenski interval prije uključjenja blizinske funkcije;

- B. Vrijeme detonacije ako se ne aktivira

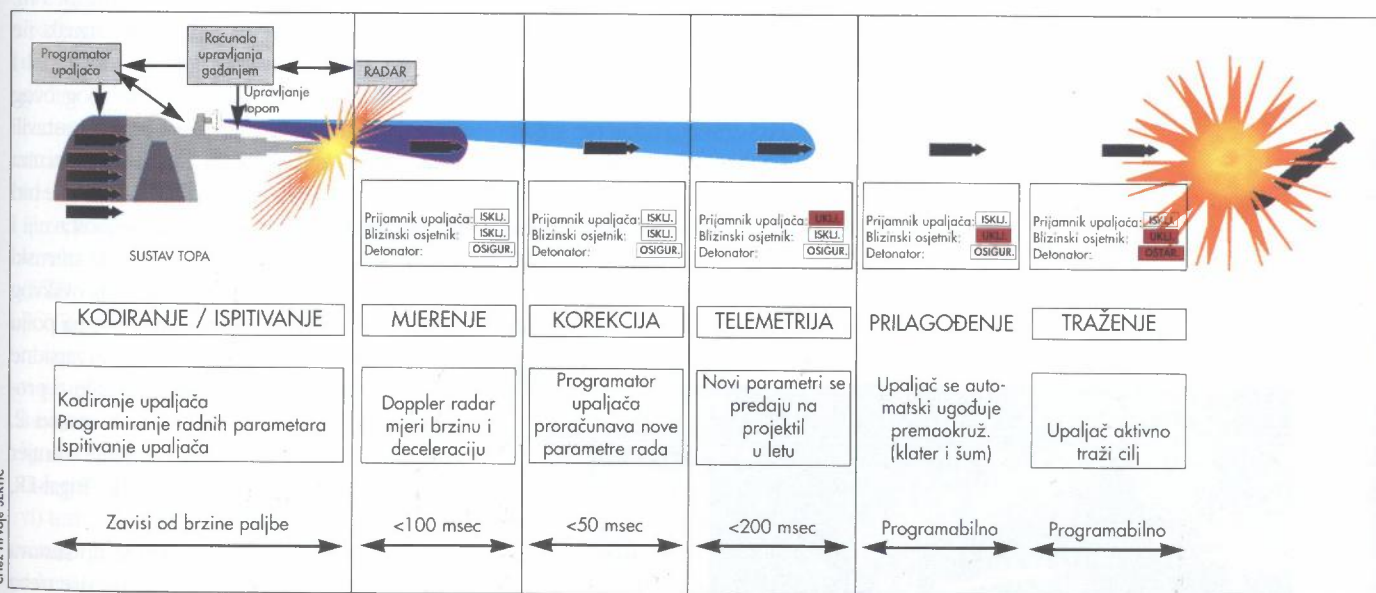
programator na topu, svakom projektilu prije ispaljenja dodjeljuje jedinstvenu adresu nakon koje će taj projektil odgovoriti samo na poruke koje započinju tim kodom. Ova je funkcija ugrađena zbog potrebe da se zapovijedi prenose na više projektila, bilo da su ispaljeni s istog topa ili s različitih topova na isti cilj. Osim ove adrese programator upisuje u upaljač sve pretpostavl-

za nadolazeću raketu.

Upaljač je prošao sva ispitivanja u naravi izvedena od strane ratne morna-



Josip PAJK



blizinska funkcija;

- C. Selekcija osjetljivosti blizinskog upaljača na temelju radarske refleksne površine cilja;

- D. Selekcija očekivane relativne brzine susreta projektila sa ciljem.

Puni potencijal upaljača IMPI postiže se ipak tek instaliranjem na top dodatne opreme **TEO (Telemetric Enhancement Outfit)**. Ova oprema uvelike smanjuje radnu opterećenost upaljača na projektilu, jer je većina inteligentnih sklopova ugrađena na brodu, kako u programatoru ugrađenom na mehanizmu za punjenje,

jene početne parametre gađanja.

Nakon ispaljenja (vidi dijagram) Doppler radar na topu koristi prvih sto msec leta projektila (faza mjerenja) za određivanje njegove točne početne brzine i deceleracije (usporenje). Izmjereni se podatci koriste za proračun eventualnih korekcija parametara gađanja prethodno ugrađenih u upaljač (faza proračuna korekcija). Nakon ove faze se prijamnik na upaljaču projektila u letu uključuje i prima korigirane podatke preko komunikacijskog linka na 8-12 GHz (telemetrijska faza). Odmah nakon završetka

rice JAR i započeta je njegova proizvodnja za vlastite potrebe.

Ovaj upaljač je interesantno usporediti s drugim novijim sustavima koji koriste različit pristup za rješavanje istog problema (AHEAD Oerlikon/Contraves npr.). Iako je prva inačica upaljača IMPI namijenjena za obranu brodova od niskoletućih PB raketa, nema razloga zbog kojih se ovaj upaljač ne bi mogao uporabiti i u zemaljskom PZ topništvu za gađanje npr. helikoptera.

Protuoklopni Vođeni Raketni Sustav

"KORNET"

Da bi pratili trend razvoja protuoklopnih vođenih raketnih sustava, odnosno da bi ispunili nove zahtjeve koje su pred njih postavili taktički nositelji, ruski su konstruktori protuoklopnih vođenih raketnih sustava konstruirali potpuno novi protuoklopni vođeni raketni sustav velikog dometa pod nazivom "Kornet" kojim se želi zamijeniti stari POVR sustav 9K113 "Konkurs"

Berislav ŠIPICKI

POVRS "Kornet" na paljbenom položaju. Ovaj je sustav konstruiran da bi zamijenio stariji tip sustava - sustav 9K113 "Konkurs"



Protuoklopni vođeni raketni sustav pod nazivom "Kornet" (NATO oznaka AT-14) predstavlja jedan od najnovijih ruskih protuoklopnih vođenih raketnih sustava druge generacije u čiji sastav ulazi potpuno novi PO lanser i nova "laserski navođena" protuoklopna raketa. "Kornet" po svojim performansama inače spada u skupinu prijenosnih POVRS velikog dometa 3. generacije (kasnije ćemo vidjeti koliko je to precizna kategorizacija), iako bi prema ukupnoj težini ovaj sustav ipak mogao biti učinkovitije iskorišten kao vozeća inačica POVRS-a.

POVRS "Kornet", koji je donedavno prema američkom sustavu označavanja nosio oznaku AT-X-14, razvijen je od strane ruskog "KBP konstrukcijskog biroa" kako bi se zamijenio sustav, odnosno, raketa 9M113 "Konkurs" (AT-5 "Spandrel") kod koje se zapovjedni signali od lansera do rakete prenose mikrokabelom (žicom). Prema podacima s kojima se raspolaže, zna se da je razvoj ovog sustava potpuno završen, no puna serijska proizvodnja još nije započela.

Razvoj

Protuoklopni vođeni raketni sustav "Kornet" je sustav 3. generacije ili, možda malo preciznije rečeno, sustav "2. i 1/2" generacije sa SACLOS sustavom vođenja kod kojeg raketa "jaši" po laserskoj zruci. Naime, kod ovog sustava operator prati križićem končanice cilj, pri-

tom ga osvjetljava niskoenergetskom laserskom zrakom, a raketa "osjeća" tu zraku i "jaši" po njoj do udara u cilj. Zato se ovakvi sustavi i zovu "laser beam-riding" (engl., beam = zraka, riding = jahanje) sustavi. Ruski POVRS-i "Fagot" (AT-4 "Spigot"), "Konkurs" (AT-5 "Spandrel") i "Metis" (AT-7 "Saxhorn") također su sustavi sa SACLOS sustavom vođenja, no kod njih se raketa uvodi u crtu ciljanja pomoću zapovjednog signala koji se od lansera do rakete prenosi mikrokabelom. Ovakav način prenošenja zapovjednih signala ne samo da ih ograničava po dometu već ih čini i prilično osjetljivim na ometanje. Baš zbog ovog posljednjeg, ruski su vojni zapovjednici postavili zahtjev prema kojem je zatraženo da se konstruira potpuno novi POVRS velikog dometa koji neće biti osjetljiv na ometanje i koji će imati jednostavniji i pouzdaniji sustav vođenja. Sigurno je da su ruski vojni zapovjednici prigodom postavljanja ovakvog zahtjeva uzeli u obzir najnovije trendove na polju razvoja ovakvih sustava. Naime, mnoge su zapadne zemlje još prije nekoliko godina završile s programima razvoja PO vođenih raketnih sustava 2. generacije koji su otporni na IC ometanje. Primjer za to su POVRS-i MILAN 3, Trigat-MR, Trigat-LR, BILL 2, TOW 2 i dr.

Kad se govori o tome za koji se tip sustava vođenja odlučiti s obzirom na to da sve više treba misliti na osjetljivost sustava za ometanje, treba naglasiti da nije ništa loše u tome što su se Rusi odlučili za "laser beam-riding" sustav (za ovakav sustav vođenja su se zbog njegovih određenih osobina odlučili i konstruktori zapadno-europskog sustava ATGW3 MR, iako je, s druge strane, konkretno ovaj sustav još uvijek nekoliko godina "udaljen" od operativne uporabe). Naime, trenutačni "zapadni trendovi" vezani uz teške "dalekometne" PO vođene raketne sustave ne preferiraju baš previše "laser beam-riding" tehnologiju već "guraju" u prvi plan hipersofisti-

rane solucije kao što je tzv. infra-crveno slikovno (engl., **IIR** - Imaging Infra-Red) vođenje, odnosno vođenje pomoću radara koji radi u milimetarskom valnom (engl., **MMW** - MilliMetre Wave) području. Čovjek bi, upravo zbog takvog (općeg) smjera razvoja, očekivao da se Rusi na ovom području kreću manje ili više u istom tom smjeru. No Rusi, ne samo da se ne kreću u tom smjeru, već ništa ne poduzimaju niti na području razvoja PO vođenih raketa s tzv. "top attack" profilom leta. Kod ovog novog POVR sustava Rusi su ostali vjerni starom dobrom načelu direktnog napadaja na prednju ploču tijela ili kupole tanka uz korištenje pouzdanog i jednostavnog udarnog upaljača. Jedina "koncesija" koju su Rusi dali je usvajanje tandem kumulativne bojne glave.

Korištenjem ovakve tehnologije za novi sustav Rusi su pokazali da sigurno nisu neupućeni jer ovakav konstrukcijski pristup zasigurno podupire specifičnu operativnu filozofiju te skup postavljanih precizno određenih taktičkih zahtjeva - koje svakako vrijedi pomno razmotriti.

Dakle, kako je naprijed spomenuto POVRS "Kornet" je razvijen sa ciljem da zamijeni sustav 2. generacije 9K113 "Konkurs" (AT-5 Spandrel) u svim pješačkim i OT aplikacijama. Ovdje je zanimljivo primijetiti da je zamjeni sustava velikog dometa ("Konkurs") dan prioritet ispred razvoja nasljednika tehnološki ekvivalentnog ali lakšeg sustava manjeg dometa pod nazivom "Fagot" (AT-4 Spigot) bez obzira na to što je sustav "Fagot" star već gotovo 30 godina. Sustav "Metis" (AT-7 "Saxhorn") uveden je u operativnu uporabu u ruske motorizirane pješačke satnije još 1979. godine i to ne sa ciljem da zamijeni "Fagot" već da nadopuni njegove kapacitete na nižoj taktičkoj razini. Manje ili više isti odnos vlada i između francuskih sustava "MILAN" i Eryx.

Iako "Kornet" nudi značajno povećan maksimalni domet u odnosu na svoje prethodnike (5500 metara - što je najveći domet u odnosu na POVRS-e koji su montirani na tronožno postolje), u njegovu je slučaju isto tako bilo moguće smanjiti ukupnu težinu lansera (19 kg u odnosu na stari koji je težio oko 23 kg) i termovizijske kamere (11 kg u odnosu na staru kameru koja je težila 13 kg), dok raketa zatvorena u kontejneru (lansirnoj cijevi) teži 27 kg, što je opet manje s obzirom na maksimalni domet u odnosu na "Konkurs" čiji komplet rakete težio 25 kg (domet 4000 m).

Unatoč svim ovim uštedama "Kornet" je kako je to naprijed spomenuto čini se ipak namijenjen ponajprije za uporabu na platformama (terenska ili oklopna vozila) ili će biti dovozen u blizinu paljbenog položaja na kojem će raketa biti lansirana s PO lansera postavljenog na tronožno postolje.

Rekli smo da je "Kornet" označen kao protuoklopni sustav, no s obzirom na njegovu konstrukciju te snagu bojne glave može se reći da su ruski konstruktori u ovaj sustav ugradili iskustva koja je ruska vojska stekla tijekom rata u

Afganistanu. Naime, ruski su vojni analitičari došli do možda ne tako iznenađujućih zaključaka koji govore da, u određenim okolnostima kad se PO vođeni raketni sustavi koriste "u bijesu", od ukupnog broja ciljeva koji se gađaju bude jedva 30-35 posto "oklopnih" ciljeva. U većini slučajeva se, dakle, POVRS-i koriste kao neka vrsta "pješačkog lakog topništva" koje uništava razne vrste otpornih paljbenih točaka kao što su bunker, utvrđene i neutvrđene

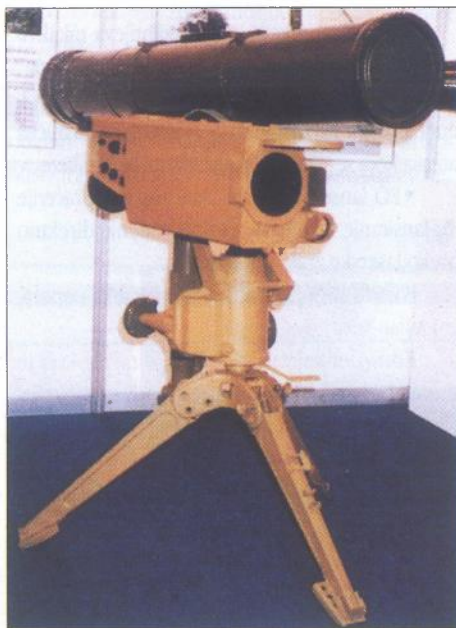
zgrade, rovovi s ljudstvom, slabo ili nikako oklopljena vozila i dr. Stoga su se ruski konstruktori odlučili za izradbu dva tipa raketa "Kornet", pri čemu se ta dva tipa raketa razlikuju samo po vrsti bojne glave. Jedan tip rakete ima kumulativnu bojnu glavu, dok drugi tip ima razorno-eksplozivnu bojnu glavu.

Ovakav zahtjev za višenamjenskim (radije nego samo protuoklopnim) sustavom bio je od početka postavljen kao jedan od temeljnih zahtjeva koje je novi sustav trebao zadovoljiti, pri čemu je takav zahtjev imao utjecaj na broj tehničkih rješenja koja mogu ispuniti ovakav zahtjev. Dok se s jedne strane očekivalo da sustav bude sposoban za suprotstavljanje svim modernim tankovima koji danas postoje u svijetu i koji će se u bliskoj budućnosti pojaviti na vojnoj sceni, s druge strane se očekuje da dizajn novog sustava bude dovoljno fleksibilan kako bi mogao zadovoljiti i druge operativne zahtjeve.

Upravo zato, što je direktno uvođenje rakete kroz prednji otvor (puškarnicu) bunkera najbolji i



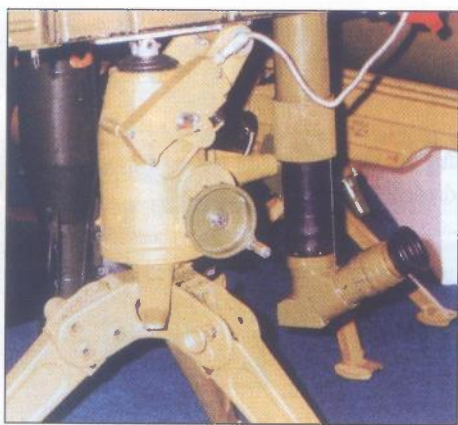
"Maskirani" POVRS "Kornet" u paljbenom položaju s operatorom spremnim za lansiranje rakete. S desne strane lansera vidi se velika leća termovizijske kamere te lijevo od nje "optička skretnica" koja se u slučaju korištenja kamere zatvara poklopcem koji je jasno vidljiv na slici



Na slici je prikazan POVRS Kornet snimljen s prednje desne strane. Ispod kontejnera vidi se termovizijska kamera koja omogućava prepoznavanje ciljeva na daljinama do 3500 metara. Na zadnjem dijelu kamere vide se potenciometri koji služe za prilagođavanje termovizijske slike terena i cilja te okrugli crni cilindar (boca) s plinom za hlađenje detektora kamere

Na slici je prikazan detalj PO lansera sustava "Kornet".

Jasno se vidi kotačić s ručicom za praćenje cilja po visini te iznad njega mehanizam za lansiranje. Desno se vidi okular operatora



najsigurniji način za njegovo uništenje, nije korištena "top-attack" tehnologija, kao i sofisticirana IIR i MMW pakovanja koja opet s druge strane zaista nisu potrebna za precizno uništenje ciljeva smještenih u utvrđenim i neutvrđenim zgradama. Isto tako u ovakvim slučajevima nisu potrebne niti komplicirane "top-attack" bojne glave zakrenute prema dolje pri čemu iz "igre" ispadaju i složeni blizinski upaljači namijenjeni za aktiviranje ovakvih bojnih glava u točno određenom trenutku prigo-dom preljetanja cilja. Nadalje, osim što se raketa "Kornet" sa svojom standardnom kumulativnom bojnog glavom koristi za vođenje PO borbe, ova se raketa (s razorno-eksplozivnom bojnog glavom) koristi i za druge namjene, kao što je uništavanje neoklopljenih i lagano oklopljenih vozila te "čišćenje" zgrada.

Tehnički opis

Maksimalni domet rakete "Kornet" je, kako je naprijed rečeno, 5500 metara u usporedbi s raketom "Konkurs" koja ima maksimalni domet od 4000 metara. Minimalni domet je 100 metara. Podatci o težinama dani su naprijed, kao i podatci o načinu funkcioniranja sustava vođenja.

POVRS "Kornet" sastoji se od:

- kompleta rakete koji ne zahtijeva nikakvu provjeru prije uporabe, a kao i kod npr. "Fagota", "Konkurs", MILAN-a i nekih drugih sustava 2. generacije. Za napajanje sustava koristi se termička baterija koja se nalazi u sklopu kompleta rakete.

- PO lansera "Kornet" koji služi za praćenje cilja lansiranje rakete, te njezino vođenje direktno (preko laserske zrake) do cilja.

Posadu sačinjavaju dva ili tri čovjeka - operator i jedan (dva) poslužitelj.

Komplet rakete sastoji se od rakete koja je hermetički zatvorena u kontejneru - lansirnoj cijevi koja je napravljena od lagane stakloplastične mase. Kontejner je dug 1200 mm, a s obje strane je zatvoren poklopcima. Služi za čuvanje, prenošenje, lansiranje te usmjeravanje rakete na početnom dijelu putanje. Na zadnjem dijelu kontejnera nalazi se termička baterija, dok se na gornjem dijelu nalazi ručka za prenošenje kompleta rakete.

Raketa ima aerodinamičku shemu "patka"; na zadnjem dijelu ima četiri krila koja su omotana oko zadnjeg dijela tijela rakete dok se raketa nalazi unutar kontejnera, dok na prednjem dijelu (nosu) ima dva kormila koja se preklapaju dok je raketa unutar lansirne cijevi. Sam oblik rakete jako je sličan obliku rakete 9M131 "Metis-2". Raketa je duga nešto manje od 1200 mm i ima promjer od 152 mm.

Raketa se sastoji od sljedećih sekcija (počevši od prednjeg prema zadnjem kraju): sekcije upaljača i prekursor bojne glave, sekcije za upravljanje, sekcije putnog motora, sekcije glavne bojne glave, sekcije za vođenje i sekcije izbacnog motora.

Raketa se iz kontejnera izbacuje izbacnim ("booster") motorom koji se nalazi u raketi a nakon toga se pali putni motor koji raketu dovodi do cilja. Maksimalna brzina rakete je 420 m/s.

Postoje, kako je već spomenuto, dva tipa ove



rakete: jedan tip rakete je raketa s tandem kumulativnom bojnog glavom, dok je drugi tip rakete raketa s razornom bojnog glavom, odnosno, tzv. "Fuel-Air Explosive" (FAE) bojna glava koju su konstruktori nazvali i "thermobaric" bojna glava. Kumulativna bojna glava sposobna je, kako tvrde konstruktori, probiti oklop debljine 1000-1200 mm zaštićen reaktivnim oklopom (engl., Explosive Reactive Armour /ERA/) što znači da je omjer probojnost/promjer bojne glave više nego dobar - 8 do 8,5 : 1. Ovdje je interesantno zamijetiti da dr. Vasilij P. Tikhonov (zamjenik glavnog konstruktora u birou KPB) tvrdi kako odbacuje tvrdnje zapadnih stručnjaka u svezi s tim kako je ekstremno važna visoka preciznost izradbe i centriranja kumulativnog lijevka kumulativne bojne glave kako bi se postigao što bolji omjer probojnost/ promjer bojne glave. Prema dr. Tikhonovom "matematičke formule koje govore o učinkovitosti kumulativne bojne glave dobro su poznate samo treba naučiti kako ih pročitati". Osim toga dr. Tikhonov izražava

POVRS "Kornet" montiran na oklopno vozilo s operatorom pripravnim za lansiranje rakete

veliko povjerenje prema učinku koji bojna glava "Korneta" izaziva na cilju. Naime, on tvrdi da je bojna glava "Korneta" sposobna da probije prednju ploču današnjih kao i budućih glavnih bojnih tankova, uključujući i one obložene eksternim i/ili internim "dinamičkim oklopom" (ovaj ruski termin obuhvaća i ERA oklop kao i posljednju generaciju kompozitnih oklopnih elemenata). Stoga zaista nije bilo potrebe za izradbu rakete s "top-attack" profilom leta - čak i ako se samo razmatra mogućnost uporabe nove rakete isključivo na polju vođenja PO borbe. Prema tvrdnjama dr. Tikhonova može se zaključiti da je "Kornet" projektiran upravo sa ciljem da se dobije oružje koje će se učinkovito moći suprotstaviti oklopu modernih tankova kao što su M1 Abrams, Leopard 2, Challenger i Leclerc. Prema izjavi novinara koji je vodio intervju s dr. Tikhonom čini se da on vrlo dobro zna o čemu govori. S druge strane, FAE bojne glave koriste se kao sastavni dijelovi mnogih ruskih oružja, jer su one vrlo učinkovite ne samo prigodom djelovanja protiv neprijateljskih snaga u zgradama i utvrđenim objektima, nego i protiv pješastva na otvorenom prostoru kao i protiv pješastva smještenog u različitim oklopnim vozilima. FAE bojna glava neće probiti oklop vozila ali će udarcem u njega izazvati stvaranje visokog tlaka u unutrašnjosti vozila koji pritom pogubno djeluje na ljudstvo-unutar vozila.

PO lanser "Kornet" sastoji se od tronožnog postolja, bloka za vođenje, ležišta za kontejner i termovizijske kamere. Tronožno postolje ima prilagodive noge kako bi se sustav što lakše mogao postaviti na palibnom položaju. U sklopu postolja nalaze se mehanizmi za praćenje po visini i po smjeru, dok se s lijeve strane, iznad mehanizma za praćenje po visini nalazi mehanizam za lansiranje "električnog" tipa.

Periskopska optika operatora nalazi se s lijeve strane lansera kao i kod lansera 9P135 koji je sastavni dio POLK-a 9K111 "Fagot". Kompletni gornji dio lansera koji obuhvaća blok optike i ležište za kontejner te termovizijsku kameru i može se precizno pomicati po smjeru za 360°.

Temeljni sustav ima dnevni optički sustav, na koji se može dodatno montirati termovizijska kamera. Termovizijska kamera koja se koristi u sklopu ovog sustava ima učinkovit domet (prepoznavanje cilja) do 3500 metara što je, gledano s taktičkog stajališta, više nego dovoljno. Detektor u kameri se

hladi (najvjerojatnije) dušikom koji se puni u čelične boce koje se pak pri korištenju kamere montiraju na zadnji kraj kamere.

Platforme

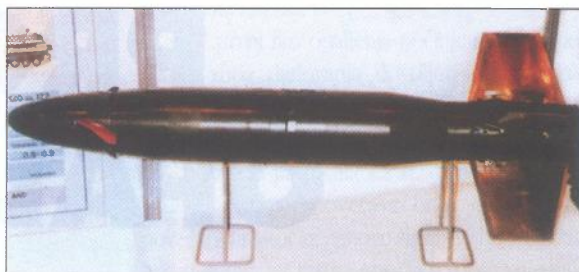
Kako je naprijed spomenuto POVRS "Kornet" konstruiran je kao prijenosni POVRS no s obzirom na njegove protežnosti i težinu teško da se može reći da se ovaj sustav kao prijenosni sustav može koristiti na razini pješačkih postrojbi kao što je to slučaj s "Fagotom" ili MILAN-om. No, ukoliko se ovaj sustav montira na terensko vozilo ili neki oklopni transporter, dobiva se visoko mobilni sustav velikog dometa s raketom koja ima vrlo učinkovitu bojnu glavu i koja se (s obzirom da postoje dva tipa bojnih glava) može koristiti i u PO borbi i protupješačkoj borbi.

Zaglavak

Može se slobodno reći da je POVRS "Kornet" sustav koji korisniku pruža velike mogućnosti pogotovo što je s obzirom na postojanje dva tipa bojnih glava, namijenjen i za vođenje PO borbe i za vođenje protupješačke borbe. Mogućnost korištenja sustava montiranog na vozilo te mogućnost korištenja sustava postavljenog na tlo pomoću tronožnog postolja, uz iznimno veliki domet, daje korisniku ovog sustava značajnu taktičku prednost. Dodatna "taktička korist" dobiva se korištenjem termovizijske kamere koja ima učinkovit domet od 3500 metara što je trenutno, u uvjetima kakvi vladaju na modernom današnjem bojištu više nego dovoljno. Isto tako treba spomenuti i "laserski" sustav vođenja koji omogućava korištenje sustava na bojištu bez bojazni da će u određenom trenutku na bojištu PO sustavi "poludjeti" zbog slučajnog ili organiziranog ometanja.

Dakle, može se zaključiti da su ruski konstruktori ponovno izašli na svjetsku scenu PO vođenih raketnih sustava s još jednim visokosofisticiranim i taktički vrlo uporabljivim sustavom.

Protuoklopna vođena raketa "Kornet" prikazana izvan kontejnera. Jasno se vide krila na zadnjem dijelu kao i krmila na prednjem dijelu tijela rakete. Prema obliku ova raketa jako nalikuje PO vođenoj raketi 9M131 "Metis-2"



Učinak rakete Kornet na cilju
a) tanku, b) kamionu



PROCES OPALJENJA

TOPNIČKOG

ORUŽJA

Temeljne osobine opaljenja

Dakle, proces opaljenja moraju poznavati svi: od projektanta oružja do izravnog rukovatelja oružjem. Zavisno od njihove djelatnosti i odgovornosti, to nekad mora biti temeljito, a nekad samo nečalno poznavanje, ali uvijek sa ciljem da topničko oružje izvršava svoju namjenu sigurno, pouzdano i učinkovito, u predviđenom životnom vijeku



Opaljenje predstavlja vrlo složen dinamički proces kod kojega se kemijska energija baruta gotovo trenutačno pretvara najprije u toplinsku, a zatim u kinetičku energiju barutnih plinova. Temeljni elementi sustava koji je nositelj procesa opaljenja su: cijev, barutno punjenje i projektil.

Proces opaljenja traje svega nekoliko stotinki sekunde, pri čemu se u cijevi topničkog oružja izgaranjem barutnog punjenja stvaraju plinovi pritiska do 6000 bara i temperature do 3800 K. Koristeći svoju kinetičku energiju, barutni plinovi pokreću sustav projektil-cijev-punjenje-lafet i tako vrše mehanički rad.

Zbog složenosti ovoga procesa, razvijena je unutarnja balistika, kao jedna od najvažnijih disciplina naoružanja. Ona proučava zakonitosti pojava i procesa koji se odvijaju u cijevi pri opaljenju i izgaranju barutnog punjenja.

Cijev topničkog oružja je prije opaljenja s jedne strane zatvorena nepokretnim zatvaračem, a s druge strane pokretnim projektilom. Barutno punjenje se nalazi u slobodnom prostoru između zatvarača i projektila u barutnoj komori. To je prikazano na slici 1.

Pri proučavanju opaljenja, razlikuju se tri temeljna procesa:

- proces izgaranja baruta i stvaranja barutnih plinova vrlo visoke temperature i visokog tlaka,
- proces pretvaranja toplinske energije barutnih plinova u kinetičku energiju kretanja sustava projektil-punjenje-cijev-lafet,

• proces kretanja plinova barutnog punjenja, projektila i cijevi.

Svi ovi temeljni procesi su međusobno povezani i odvijaju se istodobno.

Tlak barutnih plinova nastalih izgaranjem barutnog punjenja prenosi se na sve površine barutne komore, pa tako i na dno projektila i na čelnu površinu zatvarača. Rezultat djelovanja tlaka na navedene površine su sile F_p i F_z :

$$F_p = A \cdot p_p \text{ (N)}, \quad F_z = A \cdot p_z \text{ (N)},$$

pri čemu je:

F_p - sila koja djeluje na projektil,

F_z - sila koja djeluje na zatvarač,

A - površina poprečnog presjeka kanala cijevi zajedno sa žljebovima,

p_p - tlak plinova na dno projektila,

p_z - tlak plinova na zatvarač.

Na primjer, kod haubice 122 mm D-30J je najveći tlak barutnih plinova u cijevi 2600 bara ($2600 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$), a površina poprečnog presjeka kanala cijevi iznosi 11930 mm^2 ($11930 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$). Za ovo oružje je sila koja djeluje na projektil:

$$F_p = A \cdot p_p = 11930 \cdot 10^{-6} \cdot 2600 \cdot 10^5 = 3101800 \text{ N},$$

što očito govori o velikoj moći oružja.

Pod djelovanjem sile F_p , projektil se kreće s ubrzanjem kroz cijev i izlazi iz nje s početnom brzi-

MIrko JAKOPČIĆ

nom v_0 . Najveće početne brzine topničkih projektila su oko 1600 m/s, uz ubrzanje do 60.000 g.

Sila F_z djeluje na zatvarač i izaziva kretanje cijevi i ostalih dijelova oružja koji su s njom čvrsto vezani. Ovo kretanje je u suprotnom smjeru od smjera kretanja projektila, a naziva se trzanje.

Faze procesa opaljenja

Proces opaljenja oružja se može podijeliti na nekoliko faza:

- prethodna faza, koja traje od početka izgaranja barutnog punjenja do početka kretanja projektila,
- prva ili temeljna faza, koja traje od početka kretanja projektila u cijevi do potpunog izgaranja barutnog punjenja,
- druga faza, koja traje od završetka izgaranja barutnog punjenja do izlaska projektila iz cijevi oružja,
- treća faza, koja predstavlja razdoblje naknadnog djelovanja barutnih plinova na projektil i oružje, a traje od trenutka izlaska projektila iz cijevi oružja do prestanka djelovanja barutnih plinova na projektil i cijev oružja.

Tijekom izgaranja barutnog punjenja, tlak p barutnih plinova u cijevi oružja i brzina kretanja

vremenski razmak $0-t_0$.

U prvoj fazi opaljenja počinje kretanje projektila zbog djelovanja dovoljno velikog tlaka barutnih plinova, tako da se proces izgaranja dalje odvija uz promjenu volumena. Na početku prve faze je brzina projektila još relativno mala, pa se količina plinova povećava brže nego što se povećava prostor za njihovo širenje. Zbog toga tlak barutnih plinova raste i postiže najveću vrijednost p_m kad projektil prijeđe put x_m za vrijeme t_m , mjereno od početka kretanja projektila.

Najveći tlak barutnih plinova p_m se postiže u onom trenutku kad se izjednači brzina njihovog razvijanja s brzinom povećanja njihovog volumena. Volumen plinova se povećava uslijed kretanja projektila prema ustima cijevi.

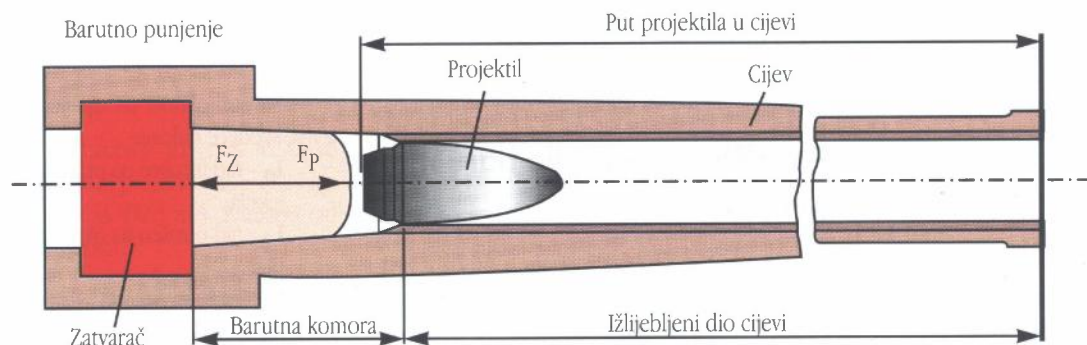
Tlak p_m predstavlja jednu od temeljnih balističkih osobina oružja.

Iako izgaranje barutnog punjenja i dalje traje, tlak plinova počinje padati i postiže vrijednost p_k u trenutku završetka izgaranja punjenja. Ovom tlaku odgovara prijeđeni put projektila x_k za vrijeme t_k , uz postignutu brzinu v_k .

Tijekom prve faze opaljenja barutni plinovi predaju projektilu najveći dio od njihove ukupno iskoristive energije.

Druga faza opaljenja počinje po završetku izgaranja barutnog punjenja, čime prestaje i

Slika 1.
Sustav cijev-projektil-barutno punjenje



cijev

projektil

barutno punjenje

zatvarač

projektila v se mijenjaju u zavisnosti od prijeđenoga puta x projektila i vremena t . Zakonitost ovih promjena se može predložiti funkcijama $p=p(x)$ i $v=v(x)$, odnosno $p=p(t)$ i $v=v(t)$, koje su prikazane na slikama 2 i 3.

U prethodnoj fazi najprije udarni mehanizam pripaljuje pripalu od crnog baruta inicijalne kapsule. Barutni plinovi pripale stvaraju u barutnoj komori oružja tlak od 20 do 50 bara i zagrijavaju barut barutnog punjenja na temperaturu zapaljenja. Tlak pripaljivanja baruta označen je sa p_b na slici 3.

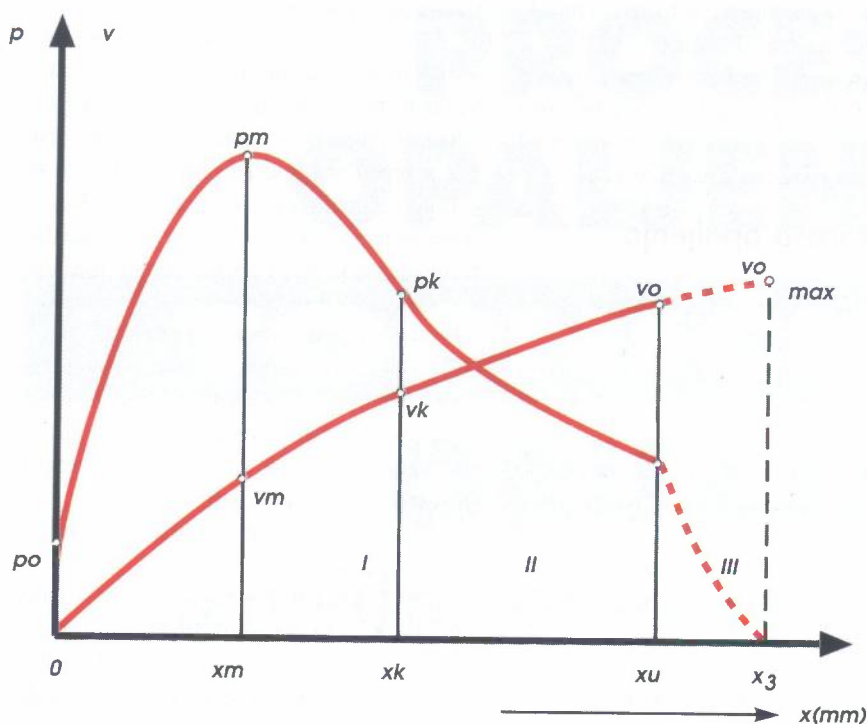
U početku se izgaranje barutnog punjenja odvija u stalnom volumenu, sve dok tlak ne postigne vrijednost p_0 , pri čemu se stvara dovoljno velika sila za utiskivanje vodećeg prstena u žljebove cijevi. Ovim prethodna faza procesa opaljenja završava. Tlak p_0 se naziva tlakom utiskivanja, a iznosi od 250 do 500 bara, zavisno od izvedbe vodećeg prstena i žljebova cijevi.

Na slici 2 prethodnoj fazi odgovara dio ordinate tlaka $0-p_0$, a na slici 3 dio krivulje p_b-p_0 i

stvaranje nove količine plinova. Međutim, postojeći plinovi koji se nalaze iza projektila, još uvijek imaju veliku unutarnju energiju koja se pretvara u rad kretanja projektila i povećava njegovu brzinu. U ovoj fazi tlak barutnih plinova pada od vrijednosti p_k na kraju izgaranja do vrijednosti p_u na ustima cijevi. Brzina projektila se povećava od vrijednosti v_k na vrijednost v_0 , koju postiže na ustima cijevi. Brzina v_0 se naziva početnom brzinom projektila.

Treća faza opaljenja počinje u trenutku izlaska projektila iz cijevi. Barutni plinovi koji izlaze iz cijevi odmah iza projektila u početku imaju znatno veću brzinu nego projektil, čime još djeluju na njegovo dno i ubrzavaju ga. Najveću brzinu v_{max} projektil postiže na udaljenosti x_3 ispred usta cijevi, nakon čega brzina počinje padati zbog otpora zraka.

Opisani proces opaljenja odgovara opaljenju iz cijevi klasičnog topničkog i streljačkog naoružanja. Na prikazani tijek krivulja tlaka plinova i brzine projektila može se utjecati izborom odgo-



Slika 2.
Zavisnost tlaka plinova p i
brzine projektila v od
prijeđenoga puta x

varajućeg punjenja, što znači izborom vrste i količine baruta. Barutno punjenje mora biti tako određeno da projektil u trenutku napuštanja cijevi ima potrebnu brzinu v_0 , a da kod toga najveći tlak p_m u cijevi oružja ne prijeđe dopuštenu vrijednost. Definiranje upravo takvog barutnog punjenja je temeljna zadaća unutarnje balistike.

Iskorištenje energije barutnih plinova

Barutni plinovi koji nastaju u procesu opaljenja imaju golemu unutarnju energiju, ali se ona samo manjim dijelom iskoristi za izvršenje korisnog rada-kretanje projektila, dok najveći dio ostane neiskorišten i predstavlja gubitke energije. Ovi gubici se odnose na dio topline predane stijenka cijevi oružja, na svladavanje otpora kretanju projektila u cijevi i najvećim dijelom na preostalu unutarnju energiju zagrijanih barutnih plinova koji izlaze iz cijevi oružja.

Pretvaranje toplinske energije barutnih plinova u mehanički rad vrši se prema prvom zakonu termodinamike:

$$Q = U + \sum L_i \text{ (J)}$$

Ovaj zakon, primijenjen na proces opaljenja topničkog oružja glasi: ukupna količina topline Q koja se dovede sustavu izgaranjem barutnog punjenja jednaka je zbroju preostale unutarnje energije barutnih plinova U i izvršenim vanjskim radovima $\sum L_i$ barutnih plinova.

Razlika unutarnje energije barutnih plinova u trenutku njihovog stvaranja t_1 i u nekom trenutku vremena t je:

Znači, ova razlika je jednaka zbroju svih

$$U_{t1} - U_t = \sum_{i=1}^n L_i \text{ (J)}.$$

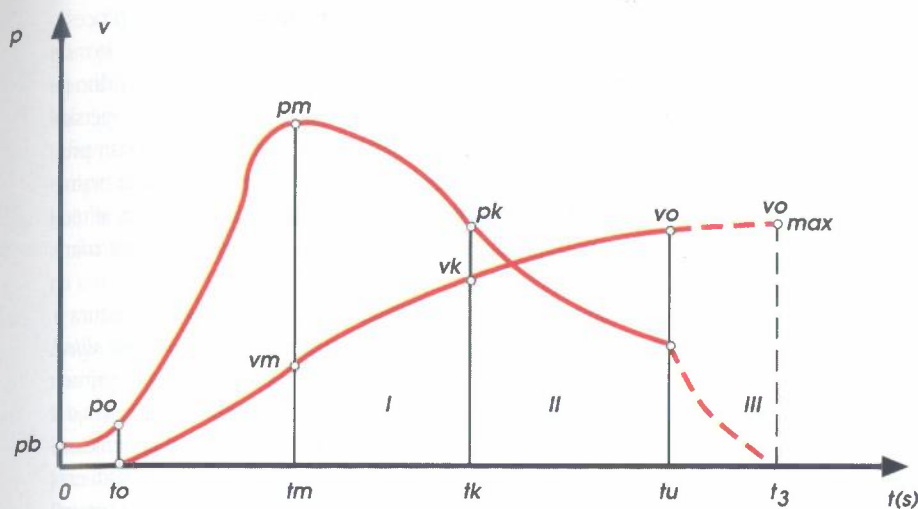
radova L_i koje su barutni plinovi izvršili do toga vremena.

Barutni plinovi pri opaljenju u cijevi oružja izvrše sljedeće radove:

- L_1 - rad utrošen na pravocrtno kretanje projektila,
- L_2 - rad utrošen na okretno kretanje projektila,
- L_3 - rad utrošen na svladavanje otpora trenja između vodećeg i centrirajućeg prstena projektila i stijenki cijevi,
- L_4 - rad utrošen na kretanje dijela neizgorjelog barutnog punjenja i barutnih plinova,
- L_5 - rad utrošen na kretanje trzajućeg sustava oružja,
- L_6 - rad utrošen na usijecanje vodećeg prstena projektila,
- L_7 - rad utrošen na istiskivanje zraka iz cijevi oružja pri kretanju projektila,
- L_8 - rad, odnosno toplinska energija utrošena za zagrijavanje stijenki cijevi, čahure i projektila,
- L_9 - rad koji se gubi istjecanjem barutnih plinova kroz zazor između projektila i cijevi.

Rad L_1 je najveći od svih navedenih radova, pa se naziva glavni ili primarni rad. Ostali pojedini radovi su relativno manji, pa se nazivaju sporedni ili sekundarni radovi.

Od svih navedenih radova koristan rad predstavljaju samo radovi L_1 i L_2 , dok ostali radovi predstavljaju gubitak energije pri opaljenju oružja. Izuzetak su automatska i poluautomatska oružja,



gdje se korisnim radom smatra i rad trzanja cijevi, jer se koristi za automatsko, odnosno poluautomatsko djelovanje oružja. Neki od navedenih radova se i zanemaruju. Rad L_7 jer je mali kod svih oružja, a rad L_9 je kod oružja s ožljebljenom cijevi slučajnog obilježja i ne može se odrediti.

Rad koji je utrošen na pravocrtno kretanje projektila u cijevi jednak je kinetičkoj energiji koju projektil ima u nekom trenutku kretanja. Ako projektil ima masu m (kg) i u nekom trenutku brzinu v (m/s), do toga trenutka je izvršio glavni ili primarni rad L_1 :

$$L_1 = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (J = Nm).$$

Na primjer, iz haubice 105 mm M2A1 se ispaljuje trenutno-fugasni projektil mase 15,24 kg, s početnom brzinom od 472,5 m/s. Primarni rad projektila je u tom slučaju:

$$L_1 = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{15.240 \cdot 472,5^2}{2} = 1701213 \text{ J}$$

Ili, iz haubice 122 mm D-30J se ispaljuje trenutno-fugasni projektil mase 22 kg, s početnom brzinom od 735 m/s. Primarni rad ovoga projektila je:

$$L_1 = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{22 \cdot 735^2}{2} = 5949475 \text{ J.}$$

Najveća brzina projektila bi se postigla kad bi sva raspoloživa energija barutnih plinova bila utrošena na davanje pravocrtnog kretanja projektilu. Bila bi to gornja granična brzina projektila v_{lim} , uz teoretski stupanj korisnog djelovanja $\eta=1$.

Zbog svih navedenih gubitaka energije, stvarna najveća brzina projektila v_{omax} je znatno manja od teoretske granične brzine v_{lim} .

Odnos kinetičke energije projektila pretvorene u primarni rad L_1 i ukupne energije barutnog punjenja naziva se stupnjem korisnog djelovanja oružja, η .

Topnička oružja su u biti svojega djelovanja

toplinski strojevi koji imaju relativno nizak stupanj korisnog djelovanja. Kod klasičnih oružja on doseže vrijednost do $\eta = 0,30$, što znači da se najviše 30 posto raspoložive energije barutnog punjenja utroši na postizanje početne brzine projektila, a ostatak energije predstavlja gubitke.

Utjecaj opaljenja na topničko oružje

Ostvarenjem procesa opaljenja topničko oružje vrši svoju temeljnu namjenu izbacivanja projektila potrebnom početnom brzinom po predviđenoj putanji prema cilju. Iako se taj proces odvija u cijevi, on zbog svojega snažnoga dinamičkog djelovanja ima veliki utjecaj na sve dijelove topničkog oružja. To djelovanje je mehaničko, toplinsko i kemijsko.

Proces opaljenja mora biti siguran i pouzdan kroz predviđeni radni vijek oružja i tome moraju biti podređene sve aktivnosti u životnom vijeku oružja. Najvažnije od njih su:

- projektiranje topničkog oružja traženih taktičko-tehničkih osobina,
- konstrukcijska rješenja dijelova i sklopova topničkog oružja,
- izbor tvoriva za izradbu dijelova topničkog oružja,
- određivanje tehnologije izradbe dijelova i sklopova topničkog oružja,
- određivanje streljiva za topničko oružje,
- propisivanje režima ispitivanja topničkog oružja,
- propisivanje režima uporabe topničkog oružja,
- propisivanje režima održavanja topničkog oružja,
- ostvarenje sigurnosti ljudi u radu s oružjem.

Dakle, proces opaljenja moraju poznavati svi: od projektanta oružja do izravnog rukovatelja oružjem. Zavisno od njihove djelatnosti i odgovornosti, to nekad mora biti temeljito, a nekad samo nečalno poznavanje, ali uvijek sa ciljem da topničko oružje izvršava svoju namjenu sigurno, pouzdano i učinkovito, u predviđenom životnom vijeku.

Slika 3.
Zavisnost tlaka plinova p i
brzine projektila v od
vremena t



no što čovjek, kao jedan od rijetkih *samoorganiziranih* sustava, u prirodi prvo zapaža, su različite vrste struktura. **Strukture** su skupovi konačnog broja različitih elemenata (čimbenika) u određenoj međuzavisnosti. Razlikujemo dva tipa struktura: **materijalne** (tvarne) i **energetske**. Zanimljivo je da je i za identifikaciju (prepoznavanje) tvarnih struktura nužno upora- biti adekvatnu energetska strukturu. Tvarne strukture je nemoguće identificirati pasivnim metodama identifikacije. Ako ste sada pomislili da je promatranje (gledanje) pasivna metoda identifikacije, varate se, jer oko reagira na elektromagnetsko zračenje u vidljivom spektru frekvencija koje se **reflektira** od stanovite tvarne strukture, koja, dakle, mora bit **obasjana** da bi se mogla identificirati. Nema, dakle, bitne razlike između procesa svakodnevnog gledanja i radarskog motrenja osim što je kod ovog drugog, izvor zračenja pod našim nadzorom. Reći ćete

toplina, radarsko zračenje). **Termodinamika** se bavi procesi- ma (promjenama) u energetskim strukturama, kao što se **kemija** ograničava na procese u tvarnim strukturama. Važno je naglasiti da je proces pretvaranja materijalnih u energetske strukture ireverzibilan tj. nije još uvijek otkriven pogodan proces kojim bi se iz energije mogla proizvesti tvar (kvadrat brzine svjetlosti iz Einsteinove formule je tada u nazivniku, pa je teo- retski potrebna golema količina energije da bi se masa mini- malno povećala).

Sučeljavanjem pojedinih tvarnih i energetskih struktura u prirodi nastaju **proces** koji se definiraju kao *vremenski slijed izmjena stanja* tih struktura. Temeljna značajka većine prirod- nih procesa je postizanje termodinamičke ravnoteže tj. stanja s jednolikom energetskom raspodjelom po svim čimbenicima tvarne strukture. Na tom načelu radi i većina strojeva. Radi raz- like u količini energije između dva međusobno spojena sprem- nika, neminovno dolazi do "strujanja" koje se pretvara u rad.

KIBERNETIKA -

Strukture, sustavi i proces

Da bi bilo koji sustav bio sposoban prihvatiti informaciju mora za to imati osposobljenu strukturu

Josip PAJK

sada, a što je s **pasivnim** motrenjem termovizijskim senzori- ma? Iako su na prvi pogled ovi identifikacijski procesi pojavno isti (IC slika može, kao i TV biti prikazana na istom zaslonu) oni su bitno različiti, jer IC senzori detektiraju toplinska zračenja koja ne moraju nužno biti refleksija zračenja iz nekog drugog izvora sa stanovite tvarne strukture, već uglavnom nastaju zbog energetskih procesa unutar same strukture ili njezinog djelovan- ja na energetska strukturu okoline. Dakle, bitna i jedina raz- lika između aktivnih metoda identifikacije tvarnih struktura i pasivnih metoda identifikacije energetskih struktura je u tome što se kod aktivnih metoda identifikacije zahtijeva djelovanje (npr. zračenje), dok se kod pasivnih metoda koriste zračenja inherentna strukturi koja se promatra.

Tvarne strukture su često i energetska spremišta (gorivo ili eksploziv npr.) koja se primjenom stanovitog **proces**a nji- hove razgradnje mogu pretvoriti u energetske (svjetlost, toplina, mehanička sila). Taj proces može biti *spontan* (tj. bez upravljanja) ili *upravljan* (isti tip procesa koristi se npr. u atom- skoj bombi i u nuklearnoj elektrani). Tvar, dakle, predstavlja krutu strukturu dok se na nju ne primijeni pogodna inicijalna energetska struktura (upaljena šibica) koja će je dovesti na granicu labilnosti (raspada) kad dolazi do spontanog ili uprav- ljanog oslobađanja energije. Vezu između tvarnih i energetskih struktura definirao je Einstein poznatom jednačicom $E=mc^2$, tj. najveća količina energije koja se teorijski može osloboditi iz stanovite količine tvari određenih značajki (na granici labilnos- ti) proporcionalna je masi tvari i konstanti koju predstavlja kvadrat brzine svjetlosti. Energetske strukture koje nisu ograničene materijalnim spremištima imaju tendenciju rasipanja tj. smatramo ih labilnim strukturama (sunčeva svjetlost,

Izjednačavanjem energetskih potencijala na ulazu i izlazu iz stroja, on prestaje s radom.

Ne znam je li pojam **proces** prihvaćen iz sudske prakse ili je prije uporabljen u nekoj drugoj grani ljudske djelatnosti, no znakovito je da se uvijek uz ovaj pojam vezuju dvije strane s interesima (ciljevima) koji nisu isti. Za postojanje bilo kakvog procesa nužno je postojanje bar dva sustava ili dvije strukture (kod spontanih procesa) u međusobnom djelovanju. I sam pro- čes identifikacije procesa (sustava) ima dva sudionika: sustav koji generira proces i sustav promatrača (observera). Nema procesa bez sustava ili struktura koje ga podržavaju (čija se stan- ja mijenjaju). Na pitanje kako identificirati "stranu" na koju spadaju pojedini čimbenici ili podsustavi koji sudjeluju u pro- cesu, vrlo je lako odgovoriti: **cilj određuje pripadnost**. Ako dva čimbenika, podsustava nemaju ni jedan zajednički (isti) cilj, oni su nužno na različitim stranama, no ako im je i jedan cilj isti, oni bi trebali biti na istoj strani, tj. pripadati istom globalnom sus- tavu, uz uvjet da je taj cilj identificiran i da u nekom od pod- sustava ne egzistiraju kontradiktorni ciljevi koji, se potiru. I sama klasična kibernetika sustav raščlanjuje na *dva* dijela: *uprav-ljački* i *upravljeni* dio sustava, što je, po meni, jedan od uzroka današnje stagnacije u ovoj znanosti. Na sreću sve je više prisutna tendencija **holističkog** pristupa raščlambi i sintezi sus- tava, u kojem se sustav nastoji sveobuhvatno sagledati u smislu njegova krajnjeg učinka na okolinu i procese u kojima sudjeluje. Odavno je poznata činjenica da se **sintezom parcijalno optimaliziranih podsustava ne dobiva nužno sustav optimalnih značajki**. Holistički pristup se možda najbolje može ilustrirati primjerom iz istočnjačke medicine kojom se liječi čovjek a ne bolest.

Kako se vidi, ova problematika je prilično složena i njezinom prezentacijom u ovako šturom obliku postoji realna opasnost krive interpretacije nekih zaključaka. Međutim, kako će se kasnije vidjeti, da bi bilo koji sustav bio sposoban prihvatiti informaciju mora imati za to osposobljenu strukturu. Ja ću ostati npr. indiferentan prema nekom tekstu na kineskom jeziku koji bi mi možda, da slučajno vladam sa svih njegovih 40.000 znakova, korijenito promijenio neka shvaćanja, pa i ova iznesena u tekstu.

Jedan od karakterističnih prirodnih procesa je i proces *evolucije* živih sustava (organizama) na Zemlji. Postoje različite teorije kako je i kada došlo do pojave prvih organizama. Za kibernetiku je, međutim, važnija činjenica postojanja sustava koji, osim materijalne i energetske strukture imaju i **cilj** postojanja (preživjeti je temeljni cilj i najprimitivnijeg **organizma**). Pojavom organizama pojavile su se prve *organizirane strukture* koje se u kratkom vremenu svog života suprotstavljaju termodinamičkim zakonima energetske ravnoteže, prilagođavaju se uvjetima koji vladaju u okolini, selektivno crpe iz nje energiju kao informaciju i koriste je za povećanje vlastite organiziranosti. Po prvi put jedna tvarno-energetska struktura počinje rasti u potrazi za toplinom i svjetlom suprotstavljajući se tako npr. gravitacijskoj sili, ili je sposobna akumulirati dovoljno energije da održi svoju organiziranost tijekom za nju nepovoljnih uvjeta koji vladaju u okolini. Osim *tvarne i energetske* strukture, ovi sustavi posjeduju i složenu informacijsku strukturu koja nije u potpunosti uvjetovana isključivo termodinamičkim i kemijskim prirodnim procesima (zakonima) i, što je još važnije, mogu tu strukturu zapamtiti u vidu genetskog koda i prenijeti je sljedećoj generaciji koja će nastaviti život kad termodinamički zakoni prirode konačno prevladaju nad ovim otokom organizacije. Djelovanje tih sustava je *svrsishodno*. Procesi upravljanja na ovom stup-nju razvoja su jednostavna selekcija (izbor); onaj organizam ili čitave vrste koje se ne mogu prilagoditi uvjetima okoline odumiru ostavljajući prostor bolje prilagođenima. Uostalom, jedna od definicija upravljanja i jest da je *upravljanje vještina odabira*.

Pogledajmo koje analogije na najvišoj razini apstrakcije možemo povući između živih sustava (organizama), tehničkih (mehanizama) i društvenih (organizacija), a da ne upadnemo u zamku njihova izjednačavanja. Neosporna je potreba kod svih ovih sustava postojanje *tvarne i energetske* strukture kao pretpostavka bilo kakvog djelovanja. Tvarnu strukturu organizama čine razne vrste tkiva, minerali, voda; strojevi, njihovi sastavni dijelovi; a društva, sustavi kao što su ljudi i ostali organizmi i čovjekove tvorevine. Odgovarajuće energetske strukture pojdine kategorije sustava bile bi hrana i toplina za organizme, izvori napajanja za strojeve, te prirodni (sirovine) i stvoreni (novac npr.) resursi za društvene organizacije. Pojavni čimbenici tih struktura čine realne objekte u kojima je moguće apstrakcijom na više razina identificirati njihove **informacijske** strukture, tj. odnose, povezanost, ciljeve, način na koji funkcioniraju, koji ih čine sustavom. Nakon identifikacije takvih sustava i procesa u kojima oni sudjeluju, postavlja se pitanje, da li ih je moguće usmjeravati u željenom smjeru, tj. da li je moguće njima upravljati? U rješavanju ovog problema svoje mjesto nalazi kibernetika, koja tražeći analogije u djelovanju dinamičkih modela ovih sustava pokušava pronaći opće zakone upravljanja bez obzira na koju se vrstu sustava primjenjuju.

Predmetom stalne rasprave je bitna razlika između nežive i žive prirode, čovjeka posebice. Kategorije kao što su svijest, inteligencija, volja, mašta, snovi, ideali i sl. čine se neprimjeren-

im za strojeve. Međutim, pojavom računala, granica je postala tako nejasna da su se i pojmovi počeli prilagođavati, pa je nastala "umjetna inteligencija", "neuronske mreže", "prepoznavanje oblika" itd. Ne ulazeći u dublju raspravu po tom pitanju (materija je na vrlo duhovit način obrađena u knjizi Christophera Evansa "The Mighty Micro" u prijevodu "Kompiutorski izazov" u izdanju Globus, Zagreb, 1983.), samo ćemo navesti bitnu razliku između, organizama, strojeva i organizacija. Prvi, a među njima spada i čovjek, i njihove tvarne i energetske strukture su nam na raspolaganju i mahom su poznate, većina procesa koji se u njima događaju, ostaje činjenica da nam njihova potpuna informacijska struktura još uvijek nije u potpunosti poznata, tj. čimbenik *slučajnosti* u funkcioniranju je još uvijek vrlo izražen.

Strojevi, s druge strane nastaju *procesom razvoja* u kojem treba najprije stvoriti (zamisliti) njihovu informacijsku strukturu da bi se moglo uopće pristupiti projektiranju i izgradnji njihovih tvarnih i energetskih struktura, tj. fizičkoj realizaciji (materijalizaciji) sustava. Dakle, očituju se relativno krutim (poznatim) strukturama kojima se lako upravlja, jer je informacijska struktura unaprijed poznata. Njihovo daljnje napredovanje je još uvijek pod nadzorom čovjeka, međutim složenost im sve više narasta do takvog stupnja kad svi parametri rada stroja u svakom trenutku, nisu u potpunosti poznati. Koliko ste puta pomislili da i vaš PC ima "svoje mušice"? Već sada postoje strojevi koji "uče", dakle razvijaju vlastitu *informacijsku* strukturu bez direktnog utjecaja svojeg konstruktora. To im, srećom, još nije omogućeno za ostale dvije vrste struktura, tvarnu i energetsku. Tek kad strojevi, zbog vječite težnje k savršenstvu koje neizbježno uključuje i stanovitu dozu nepredvidljivosti, budu nastajali u procesima za koje neće biti moguće u potpunosti pretpostaviti krajnji ishod, tada ćemo vjerojatno biti u mogućnosti reći kako ti strojevi posjeduju i vlastitu volju (osobnost).

Društvene organizacije, nadalje, predstavljaju sustave gdje ljudi, strojevi, prirodne i umjetno stvorene tvorevine djeluju relativno organizirano, no gdje veliki broj različitih čimbenika (pojedinci, narodi, države, katastrofe, nova otkrića) također onemogućuje točno predviđanje njihova budućeg stanja, te se i na njih mogu, kao i kod organizama i složenih računalskih sustava i strojeva, primijeniti jedino kibernetске metode izučavanja njihovih dinamičkih značajki primjenom **stohastičkih** analitičkih metoda. To postaje osobito značajno uzme li se u obzir kako svijet sve više postaje "globalno selo" zbog sve razvijenijih komunikacijskih sustava, prožimanje različitih kultura, religija, jezika postaje sve izraženije.

Bez samo jednog od tri čimbenika, tvari, energije i informacije, nema procesa, nema djelovanja, nema promjene. Ako nema tvarne strukture nema se što promijeniti, bez energetske strukture ne može se pokrenuti promjena, a bez adekvatne informacijske strukture promjena je kaotična.

U svakom slučaju, iako izneseni stavovi predstavljaju neka nedovoljno istražena i dokumentirana, intuitivna shvaćanja autora, oni su pokušaj iznalaženja struktura, pojmova i metoda kojima bi se dinamičke značajke različitih procesa u organizmima, organizacijama i složenim mehanizmima mogli opisati na razumljiv način, omogućujući stručnjacima različitog profila i područja djelovanja (prirodne, društvene i tehničke znanosti) primjenu jednake metodologije u raščlambi i sintezi konkretnih sustava iz područja na kojem djeluju, u nadi da će iznesene postavke "držati vodu", te da će se na konkretnim primjerima dokazati njihova učinkovitost.



Bitka protiv "KRALJA KRALJEVA"

Trokut strategije posrednog nastupanja koja je prethodila Aleksandrovom Perzijskom pohodu ili konačnoj bitci protiv "Kralja kraljeva" bio je sljedeći: poremetiti psihološku ravnotežu glavnog protivničkog zapovjednika, zatim moralnu ravnotežu njegovih postrojbi i podanika te na kraju i fizičku ravnotežu njegovih vojnih potencijala

Marijan PAVIČIĆ

Kako smo već najvijestili u *Velebitu br.7* u daljnjem prikazu razvoja **strategije posrednog nastupanja** i njezinog značenja za razvoj svekolike ratne vještine zaključno s današnjim danima ima i utopistička vizija stvaranja Svjetske države (bez naroda i granica ili novog Babilona) jednog od najvećih osvajača tog doba - Aleksandra Velikog - koja je svoju aktualnost sačuvala sve do današnjih dana, prilagođavajući svoju pojavnost duhu pojedinih razdoblja. Ne slučajno. Tako željno promišljanje ekonomiziranje svekolikim ratnim potencijalima bilo je i pokretački motiv prema tako 'grandioznom' cilju.

Trokut strategije posrednog nastupanja koja je prethodila njegovom Perzijskom pohodu

ili konačne bitci protiv "Kralja kraljeva" bio je sljedeći: poremetiti psihološku ravnotežu glavnog protivničkog zapovjednika, zatim moralnu ravnotežu njegovih postrojbi i podanika te na kraju i fizičku ravnotežu njegovih vojnih potencijala. U tom razdoblju, naravno, doista stidljivo počelo se uočavati značenje vojnog i državnog genija u jednoj osobi (nastojeći izbjeći ovisnost o njegovom 'slučajnom' pojavljivanju na povijesnoj pozornici te ulažući napore da se on stvori iz potencijalnog pojedinca) kao iznimnog pojedinca koji je svojim duhom, ali i razumom matematički precizno vukao konce trijade ratnog, ali i ostalog svekolikog državičkog uspjeha - ravnoteže snaga (u širem smislu), ravnoteže sreće i neizostavnog ekonomiziranja.

Aleksandrov pohod, od iznimnog

značenja je za razvoj ratne vještine i kao takav zahtijeva jedan širi prikaz. No kako bismo, u ovom uvodnom dijelu potkrijepili naprijed navedene tvrdnje nužnim se čini u kratkim crtama dati profil glavnih aktera tih burnih događaja.

S jedne strane, Darije III. Kodoman stupio je na prijestolje u 45 godini života, što znači u najboljim godinama za državnika, dok je s druge strane Aleksandar Makedonski imao u to vrijeme 20 godina. Iako mlad, već je bio duševno zreo. Posjedovao je zdrav razum, promišljenost i intuiciju, koje su ga povezane sa srećom, uzdigle iznad svih vladara njegovog doba. I kako su povjesničari rekli: "U to doba na nebu su sjale dvije sjajne zvijezde, no jedna je od njih vrlo brzo izbljedinjela - bila je to zvijezda Darija III.." I aleksandrovo carstvo se raspalo nakon 12,5 godina, raspadajući se u surovim ratovima njegovih nasljednika na niz manjih država, tako neumoljivo stremeci stanju ravnoteže i istodobno rasipajući sjeme za slične vizije koje će se javljati u nastupajućoj budućnosti.

Što je omogućilo realizaciju ideje?

Perzija

Po okončanju Velikog rata, kako je to u Perziji nakon promjene na prijestolju postalo gotovo pravilo, i Artakserks I. (465.-424. godine prije Krista) drži da najprije mora ukloniti nekoliko obiteljskih članova prije no što će se posvetiti državničkim poslovima. Tu je spadao obračun s bratom, baktrijskim satrapom, koji je pomoću vojske pokušao prigrabiti vlast. Iz razloga što su na perzijskom dvoru žene često imale koban utjecaj, i njih je trebalo ukloniti. Ta je sud-



Atena u svijetu grčkih država od Periklovo doba do početka rimske vladavine



Jedan od strijelaca u Darijevoj palači u Suzi. Reljef na opeki prikazuje strijelca iz kraljeve garde "besmrtnih" iz 5. stoljeća prije Krista

bina zadesila u tom slučaju i kraljicu majku Amestrisu. Na vanjsko političkom planu Perzija je bila u slijedećem okruženju: nagovorom Atenjana Egipat se 460. g.p.Krista pobunio protiv Perzije. Pobuna je ugušena nakon petogodišnjeg rata porazom generala Arsamesa. Isprva se Ateni nije isplatila diplomatska igra jer je Artakserks u početku uspio podmićivanjem nahuškati Spartu protiv Atene, ali je spletku ipak završila na uštrb Perzijanaca jer su se Sparta i Atena ujedinile pa su se zajedno zaratile s Artakserksom I. U bitci kod Salamine na Cipru Grci diktiraju mir kojim Perzijanci gube vlast nad cijelom zapadnom Malom Azijom sve do Halisa.

U unutrašnjoj politici vidljive su trzavice. Iako je donekle uspostavljena mirna vjerska klima unutar Babilona gdje je iznova dopušteno štovanje Marduka, problemi nastaju kod raspodjele činovničkih mjesta koja mahom dobivaju Perzijanci. Takav odnos ne utječe povoljno na mirnu simbiozu Babilonaca i Perzijanaca. Mir je daleko i u satrapijama što se uklapa u vrlo slabu vanjsku politiku zbog koje država postaje lak plijen za Artakserksove neprijatelje.

Dolaskom Darija II. na prijestolje 423. g.p.Krista ne dolazi do značajnijih promjena u unutrašnjoj i vanjskoj politici i obilježavaju je diplomatska podmićivanja, davanje prednosti

Sparti, dvorske spletku, ustanci u Egiptu i poteškoće u Palestini. Njega nasljeđuje njegov sin Artakserks II. koji nastavlja diplomatsku igru smicalica i podmićivanja. Tu idilu prividne stabilnosti na unutrašnjem i vanjskom političkom planu remeti neočekivana pobuna Agesilaja u Sparti koji je nakon "povlačenja deset tisuća"¹ bio uvjeren da su Perzijanci slabi. Voden tim promišljanjem upada u Malu Aziju i otpočinje s napadajima na perzijske satrape. Taj nepredviđeni događaj uplašio je Velikog kralja pa se odlučio da većom količinom novca potkupi Atenu čime ona staje na Artakserksovu stranu i uspijeva opozvati Agesilaja. Tako Perzija dobiva trenutak odmora dok Sparta i ostale grčke države zapadaju u prijašnje svađe koje ih iscrpljuju. Nadalje Veliki kralj lukavom politikom uspijeva čak nahuškati Tebu protiv Grčke što je u konačnici imalo opći slom Grčke. Iz perzijskog kuta, imao se dojam kao da su uspostavljene stare državne granice iz Darijevih dana. Stvarno stanje je ipak bilo drukčije - mnoge satrapije jedna za drugom se bune i osamostaljuju dovodeći perzijsku državu na rub propasti. Središnja vlast je oslabljena i dolazi do niza kaotičnih stanja u mnogim satrapijama gdje satrapi postaju tirani i izrabljivači uzrokujući pobunu naroda. Veliki kralj tom kaosu pokušava stati na kraj vojnim pohodom na Egipat koji će s uspjehom okončati tek njegov sin Artakserks III. 359.-338. g.p.Krista.

Grčka

Počevši od 360. g.p.Krista Makedonija se sve više razvijala u buduću silu u grčkom svijetu. Njezinom uspinjanju na vlast prethodio je uspon Sparte nakon uspješno završenog peloponeskog rata, ali i njezinog silaska s prijestolnice moći - u znaku Epaminonde. U godinama koje su izravno prethodile uzdizanju Epaminonde, Teba se oslobodila spartanske vlasti i to pomoću metode koja je kasnije nazvana Fabijevom metodom izbjegavanja bitke, što je u stvari bila ratna politika posrednog prilazanja, ali ujedno i strategija čistog izbjegavanja, jer su spartanske vojske hodnju izvodile bez ikakvog otpora kroz Beociju. Ta im je metoda pružila vremena za stvaranje odabrane profesionalne snage, poznata pod nazivom "Sveta veza", koja je kasnije formirala "vrh od koplija" njihovih snaga. Ona je isto tako dobila i vremena i prigodu za širenje nezadovoljstva protiv Sparte, a za Atenu, koja je time bila oslobođena od pritiska s kopna, i mogućnost da svoju energiju i ljudsku snagu prikupi za oživljavanje svoje flote. Stoga je 374. g.p.Krista atenska konfederacija, u koju je spadala i Teba, našla Spartu voljnu za sklapanje po Atenu korisnog mira. Iako je on bio povrijeđen jednom atenskom pomorskom avanturinom, poslije tri godine sazvan je novi kongres, u vrijeme kad su Atenjani bili već zamoreni ratovanjem. Tom prigodom Sparta je za zelenim stolom dobila mnogo više od onog što je izgubi-

la na bojištu, a uspjela je Tebu odvojiti i od saveznika. Zatim je Sparta s jakim snagama krenula srušiti Tebu. No pri njezinom napredovanju kroz Beociju, njezina vojska tradicionalno jača (i po kakvoći i količini) bila je poražena kod Leuktre od tebljanske vojske i njezinog novog modela, kojom je zapovijedao Epaminonda. O tijeku bitke kod Leuktre već je pisano na stranicama *Hrvatskog vojnika*, tako da ćemo samo spomenuti da je Epaminondin originalni vojni genij napustio zastarjela taktička razmišljanja toga doba, uvodeći u svoju taktiku - *kosi borbeni poredak*.

Godinu dana poslije Leuktre, Epaminonda je vodio snage novoformirane Arkadijske lige protiv Sparte, u samo srce Peloponeskog poluotoka. Nastupanje se odlikovalo mnogostrukom prirodom posrednog prilaženja. Izvršeno je usred zime i to trima zasebnim, ali konvergentnim kolonama čime je poremetio i snage i smjer protivnika. Ali pri još dubljem strategijskom uvidu, Epaminonda, kako su mu se snage sjedinile kod Karije, na 20 milja ispred same Sparte,

novooosnovanu državu uporabio je sav plijen iz pljačke za vrijeme invazije. Novooosnovana država trebala je biti "šah" i protuteža Sparti i južnoj Grčkoj pri čemu je Sparta njezinim uspostavljanjem izgubila polovicu svog teritorija i polovicu svojih robova. Budući da je Epaminondina zadužbina Megalopolis (nastao naseljavanjem) u Arkadiji predstavljao još jedan "šah", Sparta je bila okružena i politički i pomoću čitavog niza utvrđenja, čime su i korijeni njezine vojne nadmoćnosti bili podsječeni. Kad je Epaminonda napustio Peloponez, poslije pohoda od svega nekoliko mjeseci on nije pobijedio na bojištu, pa ipak je njegova ratna politika definitivno uzdrmala i same temelje spartanske moći. Da je zaista bila riječ o nečemu novom iz domene visoke strategije, govori i podatak o nerazumijevanju političara u njegovoj domovini koji su željeli samo fizičko uništenje protivnika i bili su time (izostanak vojničke bitke) razočarani. Epaminondina pobjeda rukovodena strategijom posrednog nastupanja uzrokovala je i njegovo privremeno smjenjivanje. S druge

dinio sa svojim peloponeskim saveznicima, postavljajući se na taj način između Sparte i svih ostalih protutebljanskih država i koncentrirao ih kod Mantineje na udaljenosti oko 20 milja, i to duž jedne doline u obliku pješčanog sata. Protivničke postrojbe zauzele su jak položaj na njegovom suženju koje je bilo široko svega jednu milju. Epaminondino napredovanje se nalazilo na granici između strategije i taktike. U duhu strategije posrednog nastupanja, u inicijalnoj fazi, njegov prilazak protivničkim postrojbama bio je izravan izazivajući kod protivnika potrebu da formira i primjereni odgovor na nastupajuću prijetnju. U toj fazi mogao je uslijediti ili direktni sudar ili manevar. Prethodni uspješni potez uvjetuje i sljedeći - Epaminondin manevar s težištem na protivničko desno krilo razbijajući sustav njegove obrane. No to nije sve. Tako složena dinamika nastupanja prekinuta je Epaminondinom zapovijedi da se vojska ulogori što ona bespogovorno i izvršava. Prijevara uspijeva - protivnik je još više olabavio strukturu svoje već načete obrane dopustivši vojnicima da čak izađu iz borbenog poretka i skinu sedla s konja. Za to vrijeme Epaminonda je iza zavjese priredene 'predstave' sa svojim teškim postrojbama spremao siloviti udar koji je uslijedio ostvarujući sigurnu pobjedu nad već poremećenom neprijateljskom (obrambenom) ravnotežom. No na žalost i sam Epaminonda je pao u trenutku pobjede plaćajući time na nepravedan način ceh gluposti svojih političara i njihove kratkovidne politike i pogrešnog vođenja diplomacije, kad ga nisu shvatili u trenutku razvijanja njegove visoke strategije - pobijediti protivnika strategijom posrednog nastupanja, ekonomiziranjem svekolikih rezervi države pri čemu je moćna i izvježbana vojna sila trebala biti kap koja će prevagnuti jezičac pobjede na sveobuhvatno pripremljenom "bojnom" polju. Njegova zamisao je poslužila kao temelj idućim stratezima koji su se željno nastojali približiti toj zamisli 'čiste' bitke. No isto tako, svojom smrću je pridonio ne tako malo, od svih svojih pouka budućim generacijama, iznimno dramatičnim i uvjerljivim dokazima da i vojska i država najbrže propadaju uslijed paralize mozga, navješćujući na taj način (što će se u ondašnjoj bliskoj, ali i daljnjoj budućnosti početi ostvarivati) još jednu razinu bojnog polja, ono što je u novijoj ratnoj povijesti poznato kao "četvrta fronta" bojišta ili propagandni rat ili napada na "mozak" protivnika ili na kraju - specijalni rat.

Time se završava razdoblje grčke povijesti u kojem su pojedine gradske države mogle doći do prevlasti. U idućem razdoblju jačaju one plemenske države na sjeveru Helade koje su do tada bile na stupnju seoske kulture. Među njima velika budućnost čeka Makedoniju.

Filip Makedonski

Talac iz Tebe, Filip II. Makedonski, postao



Isječak s istočnih vrata tripilona u Darijevoj palači u Perzopolisu. Prikazan je bog Ahuramazda koji lebdi nad prijestoljem 28 naroda na kojem sjedi Darije

provukao se pokraj same prijestolnice, te izvršio pokret iza njezine pozadine. Taj pokret je imao dopunsku i sračunatu prednost, jer je napadačima omogućio da sebi privuku znatan broj helota i drugih nezadovoljnih elemenata. Međutim, Spartanci su uspjeli suzbiti taj opasni unutarnji pokret obećanjem da će dati slobodu, a pravodobno stizanje u Spartu jakih pojačanja od njezinih peloponeskih saveznika spriječio je pad grada.

Epaminonda je uskoro shvatio da Spartance neće moći izmamiti na otvoreno zemljište, a da je duga opsada Sparte samo gubljenje vremena i osipanje njegove snage. Iz tog razloga je napustio to 'tupo' strategijsko oružje i zamijenio ga drugim gipkijim - ratnom politikom posrednog prilaženja, tom pravom visokom strategijom. U duhu toga, on na brdu Itome, toj prirodnoj tvrđavi u Meseniji, osniva jedan grad kao prijestolnicu nove Mesenske države i tamo ostavlja sve buntovničke elemente koji su pri pohodu prišli, a kao miraz za tu

strane, tim činom tebljanska demokracija zbog kratkovidne politike i pogrešnog vođenja diplomacije proigrala je svu stvarnu stečenu prednost. Što uzrokuje nepromišljena politika kazuje i sljedeći događaji. Nerazumijevanje Epaminondine strategije od strane vlastitih političara omogućio je arkadijskim saveznicima da odbacujući osjećaj zahvalnosti i pri sve većoj uobrazilji i ambiciji počnu se s Tebljanima sporiti oko vodstva 362 g.p. Krista. Time je Teba bila dovedena pred dilemu - ili uspostaviti vlast silom ili žrtvovati prestiž. Njezin pokret protiv Arkadije naveo je grčke države da se iznova podijele u dvije protivničke koalicije. Na svu sreću po Tebu, njoj nije služio samo Epaminonda, već i plodovi njegove visoke strategije, tj. njegovog stvaranja Mesenije i Megalopolisa, pridonijela su ne samo suzbijanju Sparte, već i pomicanju ravnoteže na stranu Tebe.

Izvršavajući napredovanje prema Peloponezu, on je svoje snage kod Tegeje sje-

je kralj Makedonije od 359 g.p.Krista. Tijekom sužanjsva u Tebi upoznao se s visokom grčkom civilizacijom i Epaminondinom ratnom vještinom, te njegovom organizacijom i taktikom. Dolaskom na vlast počeo je pripreme za bitku, prije svega za apsolutnu prevlast u Grčkoj, a zatim i za bitku protiv "Kralja kraljeva" - Darija III. Kodomana koju će ipak morati realizirati njegov sin Aleksandar III. Makedonski. No, ipak, krenimo redom.

Od početka 360. g.p.Krista Makedonija se sve više razvija u buduću silu u grčkom svijetu. Filip Makedonski anketirao je Peloponez, Trakiju i Tesaliju. Pohod Filipa Makedonskog time postaje primjer kako se politika i strategija mogu uza-

Aziju. No rulet povijesti zavrteo se drukčije. Na svadbi Filipove kćeri neki mladi Makedonac ubio je Filipa nožem. Za povijest je ostalo nepoznato da li je uzrok tom činu bio emocionalne prirode ili je iza toga stajao perzijski dvor, kako je to tvrdila ondašnja službena makedonska verzija. Taj događaj ipak nije zaustavio makedonski ratni stroj. Filipov sin Aleksandar koji je oca pratio na svim ratnim pohodima spremno je uzeo mač u ruke kako bi otvorio vrata Male Azije. Darije III. koji ni u kom slučaju nije bio nesposoban vojskovođa i državnik nije bio dorastao dvadesetogodišnjem žaru mladog makedonskog ratnika. Veliki ratni stroj, za bitku protiv "Kralja kraljeva" i stvaranje Svjetske države bio je spreman

No nedostajao je samo jedan element velikog vojnog pohoda i to onaj iracionalni. U tom svjetlu može se promotriti i početak njegove invazije kad je romantično odglumio Homerovu priču o ekspediciji protiv Troje. Dok mu je vojska čekala da počne prijelaz preko Dardanela, Aleksandar se s jednim odabranim odredom iskrcao u blizini Ilijuma, i to na mjestu gdje se pretpostavljalo da su Grci bili usidrili svoje brodove za vrijeme Trojanskog rata, uputivši se na mjesto prvobitne Troje. U njezinom hramu Atene podnio je žrtvu ukazujući na bitku koja slijedi i održao govor na mjestu koje se smatralo da je Ahilov grob, grob njegovog pretka po tradiciji. Poslije tih simboličnih gesti vratio se svojoj



Glava Aleksandra Velikog s njegovog sarkofaga iz nekropole u Sidonu

jamno pomagati, a isto tako kako strategija može nepovoljne zemljopisne prepreke pretvoriti u povoljne.

Artakserksova politika čvrste ruke navela ga je isprva na to da Grcima predloži da se nagode s "Velikim kraljem" pa da sačekaju konačan obračun s Perzijom. Kad su se Grci pod Demostenovim duhovnim vodstvom usprotivili tom prijedlogu, Filip Makedonski je odlučio staviti Grčku pod svoju vlast. Iste godine, u kojoj je Filip ostvario svoju namjeru umire Artakserkso kojeg je otrovao prepredeni eunuh Bagoas koji dovodi na prijestolje Artakserksova slavohlepnog sina Arza. Godine 336. p.Krista Bagoas ubija i nevažnog Arza, a za kralja je okrunjen Darije III. Prvo što je učinio dolaskom na vlast, Darije III. ubija Bagoasa koji je morao ispiti otrov. Iste godine Filip Makedonski podiže veliku vojsku kojom je namjeravao napasti Malu

(Aleksandar je od oca naslijedio ne samo plan i instrument - model - vojsku već i shvaćanje za visoku strategiju). Drugo nasljedstvo, iskazano materijalnim vrijednostima, predstavljalo je raspolaganje dardanelskim mostobranom koji su bili zauzeti prema Filipovim uputstvima 336. g.p.Krista. U kasnijem prikazu vidjet ćemo da je Aleksandrov pohod (uostalom kao i pohod njegovog oca do krunske bitke kod Heroneje 338. g.p.Krista za prevlast u Grčkoj bila serija cik-cak nastupanja) bio serija oštih cik-cak pokreta. Razlog za tu posrednost nisu bili samo logističke prirode, jer je logistička strategija bila izravna i bez neke osobite dovitljivosti. Po svemu sudeći uzrok je na prvom mjestu ležao u tome što je mladi Aleksandar, odgojen da bude kralj i da sve u njegovom životu bude u znaku trijumfa, te težnja da se približi svojstvima homerovskog junaka od svih ostalih vojskovođa iz povijesti.

vojski na drugu obalu kako bi je poveo u stvarnu borbu.

Ono što je bila tajna i što je protivnik saznao tek svojim porazom (za njega bez nekog praktičnog značenja, ali time ne i za povijest) je da je Aleksandar imao golemo povjerenje u nadmoćnost svog instrumenta i svog vlastitog upravljanja njime i bitkama da uopće ne osjeća potrebu da prethodno remeti strategijsku ravnotežu svojih protivnika oslanjajući se na dva pola - ratnu politiku i taktiku.

(nastavit će se)

1. Legendarno "povlačenje deset tisuća" u bitci kod Kunakse 401. g.p.Krista u kojoj je Artakserkso II. pobijedio svog brata Kira. Po završetku bitke, Artakserkso II. dopušta da se 10.000 Grka, koji su služili u Kirovoj vojsci vrate u domovinu, ali je prethodno poubijao njihove generale.

Kolonijalizam je ostavio duboke negativne gospodarske, društvene i kulturne tragove u koloniziranim zemljama. Razvijane sasvim jednostrano, u interesu i prema potrebama metropole i pod upravom njezinih kadrova, u sjeni strane kulture, poslije oslobođenja našle su se u nepovoljnom položaju. To omogućava pojavu novih formi gospodarske dominacije - neokolonijalizam. Jače zemlje nastoje zadržati, odnosno steći ključne gospodarske pozicije. U okviru svjetske privrede i tržišta, razvijene zemlje javljaju se kao jači partner prema slabijem. Jednostranost privredne strukture novih država, kao posljedice kolonijalnog ropstva, čine ih zavisnim od bivših metropola. Paralelno s gospodarskim pritiskom neokolonijalizam traži

ma vršena je gotovo uvijek iz metropole, dok vojnicima i dočasniciima iz kolonije ili nekog trećeg područja. Formacija kolonijalnih postrojbi, njihova izobrazba, oprema i naoružanje, sadržani su u funkciji koja im je namijenjena. Po pravilu nisu prelazile razinu puka i brigada. U razdoblju poslije II. svjetskog rata (o čemu će kasnije biti više riječi) u sastav kolonijalnih postrojbi uključuju se i veće vojne formacije svih vidova i rodova, a u nekim slučajevima i formacije razine vojske (armije) koje u cjelini poprimaju kolonijalna obilježja.

Kao specijalne formacije kolonijalne postrojbe najprije se pojavljuju u Francuskoj. U drugoj polovini 17. stoljeća kardinal A. Richelieu (poznat i po ustroju prvog organiziranog obavještajnog sustava za potrebe francuske države) ustrojava satnije mornaričkog pješništva (Compagnies ordinaires

BILO GDJE I BILO KAD

Snage za brzi razmještaj - prošlost, sadašnjost i njihova budućnost (II. dio)

Bez obzira da li se u posjed kolonija došlo manjim ili većim vojnim angažiranjem - njihova "stabilnost" i opstanak ovisili su ponajprije od mogućnosti brze reakcije na pojavu bilo kakvog nezadovoljstva koje bi lako moglo prerasti u žarište

saveznike na licu mjesta, direktnim i indirektnim uplitanjem u unutarnje stvari suverenih država. Tijekom hladnog rata neokolonijalizam je nalazio saveznike među određenim zemljama i baze na njihovim teritorijima, oslanjajući se na određene društvene, uglavnom, korumpirane slojeve.

Postrojbe za očuvanje kolonijalnih carstava

S obzirom na razvoj kolonijalizma i bogatstva koja su iz njega proizlazila brzo se uvidjelo da bez obzira da li se u posjed kolonija došlo manjim ili većim vojnim angažiranjem - **posrednim ili neposrednim nastupanjem**, njihova "stabilnost" i opstanak ovisili su ponajprije od mogućnosti brze reakcije na pojavu bilo kakvog nezadovoljstva koje bi lako moglo prerasti u žarište, a na kraju i otvorenu vojnu pobunu. U tom smislu europske kolonijalne države osnivaju posebne vojne postrojbe namijenjene za operacije u kolonijama i očuvanje vlasti u njima. U širem smislu, riječ je o vojnim postrojbama koje metropole upućuju u kolonije. U načelu svaka vojna postrojba, koja ima za cilj održati u potčinjenosti narod nekog teritorija, ima značajke kolonijalne postrojbe. Popuna kolonijalnih postrojbi časnici-

de la marine) koje kasnije Jane-Baptiste Colbert (ustrojio atlantsku i sredozemnu vojnu flotu, ustrojio je i prvu pomorsku vojnu školu za časnički kadar) ujedinio u puk (Regiment royal de la marine), koji 1772. godine prerasta u korpus od osam pukova. Najveći dio kolonijalnih postrojbi tijekom 17. i 18. stoljeća angažira se u Kanadi, a od 19. stoljeća i u kolonijalnoj ekspanziji u Africi. Za potrebe vojnih intervencija u Africi Francuzi ustrojavaju 1831. godine i tzv. Corps dez zouaves, koji u početku 20. stoljeća ima četiri puka, a pred I. svjetski rat po jedan puk u svakoj kolonijalnoj diviziji. Sve do 1941. te postrojbe su se popunjavale domorodcima. Privilegija posjedovanja vojnih škola bila je u krilu metropole (Francuske, ali i drugih kolonijalnih sila) kao i dodjela časničkog kadra koje je u pravilu, tako reći bez iznimke bila privilegija Francuza. Domorodci su predstavljali "sirovu" ratnu snagu iz čijih se redova postupkom odabira po strogo utvrđenom kriteriju ustrojivao dočasnički kadar. Takva ljudska struktura omogućavala je metropolama da bez velikog dvoumljena žurno s obzirom na ondašnji stupanj transporta (i nepostojanje zrakoplovnih transportnih sredstava) stupaju u vojna djelovanja u cilju zaštite svojih kolonijalnih interesa. Jednostavnije rečeno, za njihove interese ginuo je uvijek netko

Marijan PAVIČIĆ

drugi, a to je i jedan od razloga kojim su bez većeg dvoumljenja otpočinjali vojne sukobe. U današnje vrijeme, a iz navedenih razloga, vidljivo je inzistiranje na tzv. "mirovnim procesima" kojima se napadana okupirana teritorija u prvoj fazi želi "cementirati", u drugoj fazi djelovanjem javne i tajne diplomacije odcijepiti od teritorija matične zemlje i priključiti agresoru, a trećom fazom (ako je nužno) društveno-gospodarski oslabljenu zemlju napadnutu od strane agresora i "sirovom" vojnom silom prisiliti na predaju. Tijekom II. svjetskog rata, a osobito po njegovu završetku ustroj kolonijalnih postrojbi (kasnije snage za brze intervencije), osobito po ljudskoj strukturi iz temelja je promijenjen. U promišljanju nove doktrine koja bi popunila tu prazninu uzeto je u razmatranje niz novih opcija osobito iz domene specijalnog rata.

i nasilnom mobilizacijom stanovništva osvojenih područja za popunu vlastitih vojnih formacija i njihovo angažiranje na europskom ratištu. Takva politika nastavlja se i poslije završetka I. svjetskog rata, a pred II. svjetski rat planirano je da se samo u sjevernoj Africi mobilizira 14 pješačkih divizija i pet brigada spahija.

I druge kolonijalne sile ondašnje Europe slijedile su francuski primjer tako da se prve britanske kolonijalne postrojbe ustrojavaju u početku 18. stoljeća u vidu istočnoindijske kompanije. U Sjevernoj Americi britanska kolonijalna uprava stvara milicijske postrojbe domorodaca, ali kako u njih nije imala dovoljno povjerenja, kao sigurnosni mehanizam na raspolaganju joj je i postrojba od 7000 vojnika iz metropole. U američkom ratu za neovisnost milicijske postrojbe postaju jezgro



Značajni znanstveni potencijali se ulazu u nove vidove borbenog djelovanja kao npr. od ekološkog ratovanja (geofizički rat) do niza drugih ništa manje stravičnijih. Zbog nedostatka ljudstva iz kolonija koje su se izborile za slobodu, napravljen je i presedan u smislu formiranja vojne škole za časnike-domorodce radi popune kolonijalnih postrojbi, koje su se do tada isključivo popunjavale časnicima Francuzima. Usporedo s njima, ustrojavaju se i druge vojne postrojbe za borbeno djelovanje u kolonijama. Među njima su najpoznatije sljedeće: Legija stranaca, lake afričke pješačke bojne, satnije kažnjnika i druge ustrojene iz kolonija koje su bile pod francuskim nadzorom. Posebna vrsta pješaštva bile su bojne marokanskih gumija namijenjenih za unutikašnju policijsku službu, a u Alžiru za borbu protiv alžirske oslobodilačke vojske ustrojavaju i posebne milicijske postrojbe Harka, jačine po sto ljudi. Zapovjednici postrojbi su časnici Francuzi, a dočasnici i borbeno ljudstvo su domorodci. Prva konjanička postrojba za operacije u kolonijama (Spahis réguliers d'Alger) Francuzi ustrojavaju 1834. godine, a kamilarke satnije za policijsku službu u Sahari 1902. godine. Paralelno s ustrojem postrojbi za osvajanje i eksploataciju kolonija, francuska vojska počinje

pobunjenih kolonija, a postrojbe sastavljene od 50.000 unajmljenih Nijemaca temelj su britanskih kolonijalnih postrojbi. Tijekom I. svjetskog rata ustrojena je anglo-indijska vojska u veličini 1.000.000 ljudi koji sudjeluju u borbama na europskom i na drugim ratištima. Po završetku I. svjetskog rata, 30-tih godina njezina je jačina oko 340.000 vojnika od čega je 290.000 potčinjeno glavnozapojevdajućem anglo-indijske vojske, a oko 50.000 lokalnim kneževima i radžama. Regularni dio brojio je oko 235.000 vojnika, teritorijalne postrojbe oko 11.000, a pomoćne postrojbe (postrojbe za specijalne zadaće) oko 29.000 vojnika, a za obranu europskih građana od domorodaca, vojna policija i granične neregularne postrojbe 25.000 - 30.000 vojnika. Kako se u Induse nije imalo povjerenja, na svake tri pješačke divizije i tri korpusa domorodaca ustrojena je jedna pješačka brigada, odnosno jedan korpus znatno bolje naoružanih Britanaca. Na položajima zapovjednika satnije i viših bili su isključivo Britanci. Svekoliko topništvo, osim brdskog popunjavano je samo Britancima. I britanske kolonijalne postrojbe u razdoblju poslije II. svjetskog rata, doživjele su sličnu sudbinu kao i francuske.

Isti model koristile su i ostale europske

Tehničko-tehnološka superiornost bila je i ostala temeljna "poluga" karakteristična za kolonizatore svih vremena. Iako je asteška civilizacija bila iznimno razvijena njezina tehničko-tehnološka baza bila je na razini kamenog doba, te je kao takva bila u nemogućnosti da se odupre tehnološki superiornijim Španjolcima

zemlje, Njemačka, Italija, Španjolska i Portugal, pri ustroju svojih kolonijalnih postrojbi. Kao i kod Francuza i Britanaca posebna pozornost se pridavala sigurnosnim čimbenicima: časnički kadar je obvezno bio iz metropole, a za razliku od bijelaca koji su imali moderno naoružanje, domorodci su bili naoružani zastarjelim oružjem i sporim etničkim puškama. Na taj način su i manje postrojbe bijelaca bile uvijek u mogućnosti da brzo uguše pobunu.

Kolonijalne postrojbe i njihovo borbena angažiranje

Postojanje kolonija, kao interesnih sfera ondašnjih svjetskih metropola, kako smo mogli vidjeti u prethodnom dijelu teksta uvjetovalo je ustroj posebnih vojnih formacija (kolonijalne vojne postrojbe) koje su morale biti u stanju borbena djelovati - **bilo gdje i bilo kad**. Značenje kolonijalnog bojišta proizlazilo je iz same prirode kolonijalnog ustroja (društveno-gospodarske, ali i meteoroloških, mjestopisnih, kulturoloških, itd., specifičnosti ciljane kolonije) i u tom smislu moralo se ustrojiti vojnu strategijsko-taktičku "matricu" kolonijalnih snaga "reda" koje će svojom strukturom moći ostvariti učinak na bilo kojoj točki zemaljske kugle. Može se primijetiti da su vojni stratezi onog doba morali riješiti i ne tako mali problem, jer, nije bilo isto ratovati protiv američkog indijanca ili afričkog ratnika. Kao polazišna točka, a kasnije i (temeljna) "poluga" koja je omogućila rješenje problema uzelo se tehnološko zaostajanje ciljanih civilizacija koje je omogućilo održanje vojne, ali i svake druge prednosti i dominacije nad njima. Kulturološke značajke dotičnih civilizacija su obilno korištene u pripremnim fazama sukoba (specijalni rat) u smislu njihovog razjedinjavanja i stvaranja unutrašnjih rivalstava koje je metropola koristila za lakšu vladavinu dotičnim prostorom. To je tim značajnije što je temeljni interes metropole bio izbjeći svaki oblik oružanog sukoba koji je remetio gospodarski "krvotok" metropole. Vojna intervencija je bila onaj zadnji korak u kolonijalnoj politici koji se poduzimao kad bi se iscrpila sva ostala "politička" sredstva.

Ako je mnogo toga bilo neizvjesno (nabrojene značajke kolonijalnog bojišta i bez obzira na svo političko umijeće) za metropole je jedna stvar bila izvjesna - u posjed kolonija došlo se zahvaljujući vojnoj moći i zahvaljujući njoj (i samo njoj) mogla se i sačuvati. Ustrojem kolonijalnih postrojbi, slijedeći logičan korak bio je ustroj i primjerene (optimalne) vojne doktrine koja će biti u stanju odgovoriti na niz složenih zahtjeva "hirovitih" kolonija i želje njihovog stanovništva za slobodom i oslobođenjem od kolonijalnog ropskog jarma.

Svojom pojavnošću kolonijalno ratovanje predstavlja vid ratnog djelovanja između kolonijal-

nih sila i stanovništva kolonija, ali i kolonijalnih sila međusobno kad se u kasnijem razdoblju kolonijalnom klubu pridružilo još "nekoliko" država videći u tome mogućnost svog vlastitog razvitka.

U prvom slučaju vodi ga vojska kolonijalne države radi osvajanja novih ili očuvanja već postojećih kolonija protiv stanovništva koje se želi oduprijeti stranoj dominaciji, dok u drugom slučaju riječ je o preotimanju kolonija i osiguranju prevlasti u određenom području, u pravilu daleko od metropole.

Strategija i taktika kolonijalnog ratovanja

Bez obzira na svu usloženost, kolonijalne sukobe uvijek je karakteriziralo nekoliko zajedničkih točaka: velika udaljenost ratišta od metropole, apsolutna tehničko-tehnološka nadmoć kolonijalne vojske nad domaćim stanovništvom, izduženost komunikacijskih crta, veliki stupanj samostalnosti kolonijalnih zapovjednika tijekom izvođenja borbenog djelovanja, specifični logistički sustav (problemi transporta), naoružanje prilagođeno postrojbama ali i zemljopisnom i meteorološkom okruženju, sustav veza, popuna ljudstvom, zdravstveno osiguranje, itd. Cijenjenom čitatelju skrenuli bi smo pozornost na specifičnost zahtjeva koji prožimaju i suvremene *snage za brzo djelovanje* u njihovom ustroju, o čemu je već uveliko pisano na stranicama tjednika *Velebit*. Strategijske i taktičke "poluge" svih kolonijalnih vojski u osvajanju novih ili pokušaju očuvanja postojećih kolonija svodila se u suštini, na tri činitelja: teror i grubu eksploataciju; političko, gospodarsko, socijalno i vjersko razjedinjavanje naroda te korumpiranje određenog sloja stanovništva i njegovog vezivanja za kolonizatorsku politiku. U navedenom činocima vrlo lako se uočavaju glavne crte u doktrinama (nekih) suvremenih vojski koje u svom sastavu imaju ustrojene *snage za brzo djelovanje*.

Kao što smo već rekli, tehničko-tehnološka superiornost bila je i ostala temeljna poluga, karakteristična za kolonizatore svih vremena i kao takva odlučujuća pri osvajanju kolonija (stanje je isto i danas, a na njemu se inzistira još više jer posljednice kolonijalnih sila i te kako osjećaju nedostatak "sirove" /ljudske/ ratne snage koju su obilato koristile u prošlom razdoblju iz redova stanovništva kolonija). Navedeni problem se u nekoj literaturi označava i sintagmom - ratovati i služiti pod tuđom zastavom.

U sferi strategije, svaka od kolonijalnih sila nastojala je osigurati prevlast na moru i nadzor nad uporištima, ali im je udaljenost od metropole često onemogućavala da u kolonijama osigura jače snage. Kolonijalne postrojbe pretežito se angažiraju za bitnija uporišta na obali i unutrašnjosti, dok se na moru vode dugotrajne operacije. U američkom Sredozemnom moru gusarenje (jedan od oblika strategije posrednog nastupanja ili tzv.

"druga ruka" nositelja borbenog djelovanja) postaje sastavnim dijelom međukolonijalne borbe pomorskih sila. S druge strane kopnene kolonijalne postrojbe imale su tijekom izvođenja borbenih djelovanja niz problema. No ni jedan nije bio takvih protežnosti kao slaba i nerazvijena putna mreža. Čak i tamo gdje je ona postojala problem transporta, a samim tim i opskrba ratnim tvorivom i svježim ljudstvom za kolonijalne postrojbe bio je tako reći nerješiv problem. U novije vrijeme on je značajno "riješeno" pojavom zrakoplovnih sredstava, poglavito vrtoleta o čemu će kasnije biti više riječi. Onemogućavanje pristizanja pomoći opkoljenim kolonijalnim postrojbama i uz nadmoćnost u oružanoj sili imalo je za posljedicu njihovo uništenje u okruženju ili eventualno povlačenje.

Strategija i taktika kolonijalnih ratova imala je niz nijansi usko vezanih za pojedina kolonijalna ratišta. No, kolonizatori kako su uvidjeli da je njihova borba usmjerena protiv naroda vrlo brzo su shvatili i značenje rata kojeg su vodili - rat je bio ljudski intenzivan. U tom smislu strategija i taktika Bura, zajedno s alžirskim i marokanskim ratom postaju ubrzo predmet širokog zanimanja i izučavanja, osobito u redovima europskih kolonijalnih vojski. Shvatilo se, da kolonijalni ratovi u usporedbi s ratnim operacijama na europskom ratištu imaju svoje zakonitosti i posebna obilježja, i da ono što se primjenjuje na ratištima Europe ne odgovara u kolonijama. Kako smo već naveli, za osvajanje kolonija ustrojavaju se specijalne vojne formacije (npr. Legija stranaca) dok se u vojnim školama kolonijalno ratovanje izučava kao zaseban predmet, a u to vrijeme pojavljuju se i prve teorije i doktrine o kolonijalnom ratovanju. U tom smislu ranije postavljeno načelo da se protiv naroda u kolonijama treba ratovati njegovim vlastitim postrojbama, tzv. **strategija kolaboracionizma**, proglašava se jednim od temeljnih načela. Paralelno se razrađuje i tzv. **strategija uljne mrlje**, čiji je smisao bio u tome da u borbi protiv ustanika treba djelovati poput mrlje koja se širi u sve strane, sustavom koncentričnih krugova.

Veliki osvajači

U sljedećem broju *Hrvatskog vojnika* prikazom španjolskog konkvistadora Hernána Cortesa (Ernana Kortes) i njegovog osvajanja nastojat ćemo prikazati oružani "mehanizam", temeljen na tehničko-tehnološkoj superiornosti koji je španjolskom dvoru omogućio dolazak u posjed neizmjernog bogatstva u vidu zlata, srebra i drugih dobara.

Otkrivši Novi svijet Christopher Columbus 1492. godine stvorio je senzaciju u Starom svijetu (Europi) i time pokrenuo veliki val oduševljenja. Pred Europom su se otvorili novi vidici. Priče o bogatim i iznimno razvijenim civilizacijama te o neizmjernom bogatstvu oduševilo je mnoge mlade, ali i one druge avanturističkog duha, iz



Italije, Španjolske i Portugala da se odvažte prijeći Atlantik u potrazi za svojom 'srećom'. Cortesova vojna ekspedicija je po mnogo čemu znakovita i kao takva će poslužiti kao uzor za sve druge kolonijalne osvajače, ali i upozorenje za potencijalno ugrožene narode da i najrazvijenije civilizacije bez posjedovanja jake oružane sile koja bi te stečevine zaštitila, padala je i bivala uništena i zbrisana s lica zemlje od strane šačice beskrupuloznih avanturista. Iz domene ratne vještine asteška civilizacija s tehnologijom kamenog doba susrela se za nju, tada nepoznatom civilizacijom. Sraz je bio toliki da su u prvom trenutku Asteci pomislili da su ih posjetili sami bogovi što je uzrokovalo i neadekvatnu obranu. U stvarnosti, iznenađenje je bilo sveobuhvatno - i u tvrdnoj, energetske i informatičke domeni. Nasuprot tehnologiji kamenog doba španjolski osvajači su udare izvršavali, mogli bismo bez ustezanja reći, oružjem iznenađenja; tj. puškama, topništvom, a vojnici su bili naoružani sabljama i jahali su na konjima koji su za Asteke bili potpuna nepoznanica. No to nije bilo sve, iz psihološke domene, potpuna nepoznanica bila je i taktika novopridošlih "bogova", a ona se ogledala u sljedećem: Cortes otpor Asteka slama pljačkom, masakrima i vještim korištenjem paljbenog oružja, a osobito konjima. Da bismo to slikovitije predložili recimo da je asteški narod pokorila šačica avanturista na čelu s Cortesom koji je pod svojim zapovjedništvom imao 86 konjanika, 118 vojnika naoružanih samostrelima i arkebuzama, 700 vojnika naoružanih sabljama i kopljima, 18 topova, 15 brigantina, plus 75-80.000 pripadnika plemena Tlaxcalan (Tlaskalteka) i još nekih plemena koje je pridobio na svoju stranu (za uočiti je na djelu strategiju kolaboracionizma pri čemu je nužno napomenuti da to nije Cortesovo otkriće te njezinu prvu sustavnu pojavu moramo potražiti tijekom velikog vojnog pohoda Aleksandra Velikog). O svemu tome, o opsadi Tenochtitláne (Tenočtitlane) i propasti asteške civilizacije, detaljniji prikaz slijedi u idućem broju *Hrvatskog vojnika*.

(nastavit će se)

Španjolsko osvajanje američkog kontinenta pratila je velika okruinost. Na slici se vidi kako Španjolci huškaju pse na domorodačko stanovništvo



Razvoj **Harriera** kroz godine bi se, u najkraćim crtama, mogao opisati ovako: GR.5 je u odnosu na GR.3 mogao ponijeti dvostruko veću masu naoružanja, ili prenijeti istu masu naoružanja na dvostruko veću udaljenost; **GR.7**, zbog svoje bolje opreme, može vršiti bor-

io iako bez letno-navigacijskih podataka. Zrakoplovom i njegovim sustavima se upravlja po načelu **HOTAS** (Hands On Stick And Throttle, eng. ruke na zapovjednoj palici i poluzi potiska), čija je jedna od mogućnosti vezana uz FLIR te da se uz pomoću gumba smještenog na poluzi potiska bira da li će slika dobivena FLIR-om biti

noćno motrenje). Slika dobivena pomoću FLIR-a se noću može projicirati, osim na jedan od MFD-ova, i na Smits Industries širokokutni HUD, naravno uz uobičajene letno-navigacijske simbole. Kao i na GR.5 u samom nosu GR.7 nalazi se Hughesov sustav za proračunavanje kuta, bombardiranje AN/ASB-19 (V) ARBS. Na bočnim stranama ploče s upravljačkim instrumentima nalaze se već spomenuta dva MFD-a. Najčešće se na lijevom MFD-u prikazuju pokretni zemljovid terena u boji, dok se na desnom MFD-u prikazuje slika dobivena pomoću FLIR-a

HARRIER GR. 7

Nikada u posljednjih 40 godina nije jedna inačica nekog tipa zrakoplova u RAF-u (Royal Air Force, eng. Kraljevsko ratno zrakoplovstvo) tako brzo zamijenjena novom inačicom, kao u slučaju Harriera GR.5 i GR.7. Neupućenijeg bi promatrača mogla začuditi nova oznaka za letjelicu koja se, što se vanjskih obilježja tiče, vrlo malo razlikuje od svojeg prethodnika (na GR. 7 je dodano kućište FLIR-a s gornje strane nosa te dvije antene ometačkog sustava Zeus s donje strane nosa), ali to je sasvim opravdano s obzirom da se većina modifikacije nalazi unutar zmaja letjelice

bene zadaće kako danju tako i noću, tj. dvostruko više vremena.

Poboljšanja opreme

Jedna od mnogih modifikacija na novom **Harrieru GR.7** je poboljšani software za navigacijski kompjutor AN/AYK-14, koji između ostaloga omogućava automatsko prilagođavanje brzine leta da bi se postigao dolazak na cilj u unaprijed zadano vrijeme.

Ugrađena su i dva nova GEC-Marconijeva kolor MFD-a (Multi Function Display, eng. višenamjenski displej), međutim sigurno najvažnije poboljšanje je ugradnja **FLIR-a** (Forward Looking Infra-Red, eng. uređaj za motrenje prostora ispred zrakoplova u IC-spektru) koji je u kombinaciji sa NVG-om (Night Vision Goggles, eng. naočale za

prikazana u modu rada toplo-je-bijelo, ili pak toplo-je-crno (naime, neki su objekti na zemlji bolje uočljivi u jednom polaritetu nego u drugom). Uz to postoji i mogućnost koja pilotu olakšava praćenje FLIR-a, a to je da se topla mjesta na slici istaknu pomoću oznaka oblika slova "V". Najbitniji čimbenik koji utječe na smanjenje kakvoće slike dobivene pomoću FLIR-a je količina vlage u zraku. Danju se pak, na bilo koji MFD, može projicirati 6x povećana TV slika prostora ispred zrakoplova dobivena pomoću ARBS-a. Kao dopuna FLIR-u na GR.7 služe GEC-ovi NVG-i tipa Nightbird. Dok FLIR radi na načelu prikazivanja razlika u isijavanju topline u prostoru ispred zrakoplova, NVG-i rade na načelu pojačavanja postojeće količine svjetlosti. NVG-i su smješteni na modificiranoj pilotskoj kacigi oko 2.5 cm ispred očiju pilota pomoću pokretnog zgloba koji omogućuje prekla-

Tomislav HUHA

panje na gore kad NVG-i nisu u upotrebi. Uobičajeni pokretni prozirni i zatamnjivi viziri sad su zamijenjeni jednim fiksnim prozirnim. NVG-i najviše dolaze do izražaja pri traženju ciljeva odnosno pri "gledanju u zavoj", zbog toga što je FLIR fiksiran prema naprijed. U noćima s mjesječinom uobičajena je procedura da se leti s NVG-om, na HUD-u su prikazani letno-navigacijski podaci, dok je slika s FLIR-a prikazana na desnom MFD-u. Podaci s HUD-a se mogu pratiti kroz NVG, dok se MFD-i prate tako da se gleda ispod NVG-a; intenzitet osvjjetljenja kokpita smanjen je na najmanju moguću mjeru da, pojačan kroz NVG, ne bi zaslijepio pilota. U noćima bez mjesecine slika s FLIR-a se, uz određeni gubitak kakvoće, projicira na HUD, a pilot ju prati tako da gleda sa strane uz NVG-e. Za vedrijih noći s mjesječinom pilot vidi gotovo kao i danju, osim što je sve u zelenim tonovima i, zbog monokularnosti, nema osjećaja dubine prostora. Također je potrebno stalno pokretanje glave da bi se nadoknadila mala širina vidnog polja od samo 40 stupnjeva. Prilog "gotovo" treba uzeti s rezervom, jer i u najboljim uvjetima postoje predmeti odnosno objekti koji su teško uočljivi, npr. kabeli na dalekovodu.

Kad nema mjesecine sloj oblaka iznad grada odbija vrlo malo svjetla, dok pri trenažnim letovima u rijetko naseljenoj Norveškoj ili pustinjama zapadne Amerike NVG-i uopće neće biti korišteni, nego će biti preklapljeni prema gore, a koristit će se samo FLIR.

U početku 1993. godine naručeno je pedeset kompjutora AMPA (Advanced Mission Planning Aid, eng. doslovno, napredno pomagalo za planiranje misija) u vrijednosti 50 milijuna funti. Zadaća kompjutora AMPA je da izradi provizorni, zemljovid rute leta za određenu misiju uzimajući u obzir čimbenike kao protivnička PZO te mogućnost korištenja reljefa terena da bi se smanjila mogućnost ranog otkrivanja letjelice protivničkim radarom.

Također su prikazane i sve navigacijske točke te količine potrošenog i preostalog goriva. Jedna od mogućnosti koju pruža AMPA je i planiranje misije prema zadanom **ToT-u** (Time on Target, eng. vrijeme iznad cilja) od polijetanja do uništenja cilja. Piloti, naravno, mogu unijeti izmjene u ono što AMPA proračuna te prema potrebi iz memorije računala dozvati sve raspoložive fotografije cilja, ili pak troprotežne kompjutorski izrađene slike cilja i okoline gledano iz smjera naleta te adekvatno osjenčano s obzirom na položaj sunca ili mjeseca u zadano vrijeme. Nakon što je izrađen, definitivni se plan misije prenosi u Harrierov auto-pilot pomoću ručnog interfejsa.

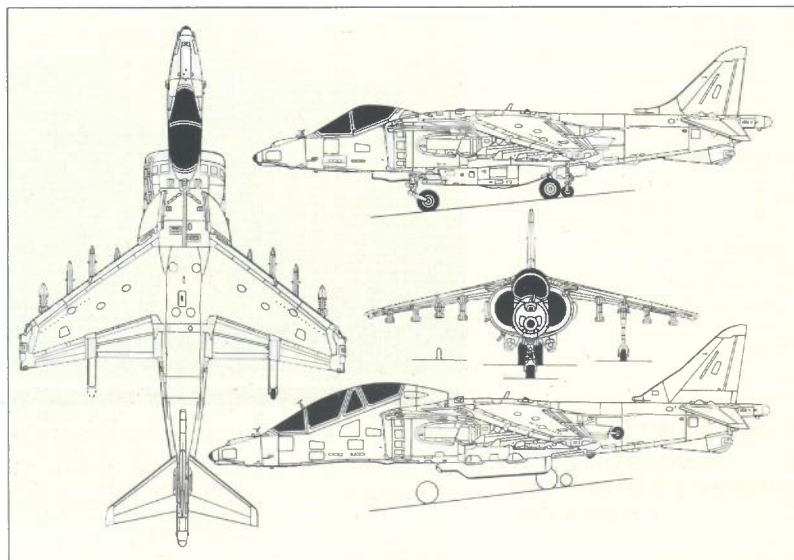
Da bi razvili tehnike noćnih operacija, u RAF-u su najprije morali nabaviti Harrier GR.7. FLIR je, naime, već od početka bio planiran za GR.5, ali su kašnjenja u razvoju FLIR-a to spriječila.

Prva RAF-ova narudžba Harriera GR.5 iznosila je 62 zrakoplova uključujući i dva prototipa s registracijama **ZD318** i **ZD319** (British



Aerospaceovi /BAe/ serijski brojevi DB1 i DB2). Od preostalih naručenih, zrakoplovi s registracijama ZD320-330, ZD345-355, ZD375-380 i ZD400-412 (BAe P1-P41) bili su izrađeni kao GR. 5, dok su preostali zrakoplovi ZD430-438 i ZD461-479 (P42-P60) bili izrađeni kao GR.5A. Planovi za sljedeću narudžbu javnosti su obznani u srpnju 1986., a računalo se s nabavom između 18 i 27 novih letjelica, za koje je rezervirano 27 registracija. Ugovor je bio potpisan 19. travnja 1988. godine, a ugovorena je nabava čak 34 zrakoplova u inačici GR.7 sa serijskim brojevima ZG471-480, ZG500-512, ZG530-533 te ZG856-862 (P61-P94). **Harrieri GR.5A** bila je inačica između GR.5 i GR.7, s obzirom na to da je imala potrebne instalacije za FLIR, iako ne i sam FLIR. Nakon nekoliko probnih letova većina ih je uskladištena u Showburyju da bi kasnije bili modificirani na standard na GR.7. Izuzetci su bili sljedeći zrakoplovi: ZD433 koji je prebačen u Wittering kao učilo za mehaničare, ZD466 kod Rollce-Roycea u Filton, te ZD470 koji je bio

Na nosu GR.7 vidi se (na gornjem dijelu) izbočenje u kojem se nalazi FLIR, a zastakljeni vrh nosa skriva Hughesov sustav za proračunavanje kuta odbacivanja bombi



isporučen u A&AEE (Aeroplane and Armament Experimental Establishment, eng. centar za ispitivanje zrakoplova i naoružanje) u Boscombe Down.

U međuvremenu su prva dva Harriera GR.5 (DB1 i DB2) prerađena na standard GR.7. Prvi od

Crtež GR.7 i trenažnog T.10

njih, ZD318, je izvršio svoj prvi let 29. studenog 1989., a 30. svibnja sljedeće godine prebačen je u A&AEE radi ispitivanja operativnih svojstava (uzgred: oba su zadržala sivu kamuflažu, dok su od ZD320 nadalje imali zelenu). Serijski Harrieri GR.7



GR.7 iz sastava 1. skvadrona (1 Squadron) ispaljuje nevodene projekte SNEB kal. 68 mm iz lansera MATRA 155

su počeli letjeti u svibnju 1990., a zadnji, ZG862, je preletio s British Aerospaceove zračne luke u Dunsfoldu na RAF-ovu zračnu bazu u njemačkom Güterslohu 2. srpnja 1992. godine.

Dana 2. studenog 1989. BAe i RAF su potpisali ugovor koji se odnosio na modificiranje preostalih 58 **Harriera GR5/5A** na standard GR.7. Unatoč prednosti GR.5A, prvi zrakoplov koji je bio modificiran bio je ex GR.5 ZD 380, koji je u Dunsfold sletio 9. siječnja 1990. godine, a tada već kao GR.7, preletio u Güterslohu 21. prosinca iste godine. Prvi modificirani GR.5A bio je ZD430, koji je, isto kao i ZD 380, ušao u sastav Četvrtе eskadrile RAF-a u Güterslohu 9. travnja 1991. godine. U početku 1994. posljednji preostali GR.5 su upravo prolazili procesom modifikacije. Od ukupno 62 Harriera **GR.5/5A** do tada ih je, uključujući i zrakoplove DB1 i DB2, preostalo 59

su preveliki, pa su sve do Harriera GR.7 ZG506 ugrađivani LERX-vi površine 0.45m². Na svim su sljedećim Harrierima ugrađivani LERX-ovi prvobitno planirane površine zbog toga jer je uređaj **Honeywell AN/ASW-46 (V)2 SASH** (Stability

Augmentation And Hold System, eng. u slobodnijem prijevodu sustav za povećanje stabilnosti odnosno održavanje položaja zrakoplova) odgovarajuće modificiran, a ista se modifikacija planira i za sve ranije napravljene letjelice.

Sljedeća modifikacija vezana uz GR.7

odnosi se na Martin-Bakerovo katapultno sjedalo tipa Mk.12, koje sada, tijekom procesa katapultiranja, automatski odbacuje NVG-ove koji se nalaze na pilotovoj kacigi. Naime, masa NVG-ova od otprilike 1 kg i pri uobičajenim letnim manevrima stvara prilično velik moment oko pilotovog vrata, dok bi katapultiranje s NVG-ima na kacigi sigurno dovelo do loma kralježnice. Pilotu je, pod uvjetom da postoji dovoljno vremena, omogućeno i ručno skidanje NVG-ova. Na Harrierima američkih marince ne postoji automatsko odbacivanje NVG-ova tako da oni moraju vršiti polijetanja i slijetanja bez njih.

Nevolje na početku

Isporuka serijskih Harriera GR.7 nije tekla po planu. Istraga o potpunom otkazu elektro-sus-



Harrier GR.7 iz sastava 4. skvadrona prigodom lebdenja s dvije vježbovne bombe CBLS

komada: tri su zrakoplova uništena ili prije isporuke RAF-u, ili tijekom službe u RAF-u. Dana 29. svibnja uništen je prvi GR.7 (ZG473), a 29. lipnja 1993. prvi Harrier od onih koji su bili modificirani na standard GR.7. Uslijedila su još dva gubitka GR.7, od kojih jedan u sjevernom Iraku.

Već za Harrier GR.5 planirala se ugradnja **LERX-ova** (Leading Edge Root Extension, eng. produžetak korijena napadnog ruba krila) površine po 0.7m². Pri ispitivanjima se pokazalo da

tava na zrakoplovu ZG473 Četvrtе eskadrile 29. svibnja 1991. još nije bila ni završena kad je 16. srpnja drugi GR.7 izvršio (uspješno) prisilno slijetanje u Güterslohu zbog požara u zadnjem odjeljku elektro-opreme. Manje od dva tjedna kasnije, 29. srpnja, **Harrier GR.5233** OCU-a (Operational Conversion Unit, eng. postrojba za preizobrazbu pilota na borbeni tip zrakoplova) ZD353 je sletio u Witteringu uz uporabu pomoćnog akumulatora nakon što je opet otkazao glavni elektro-sustav

zrakoplova. Nakon toga je uslijedilo prizemljenje cijele flote od 79 zrakoplova sve dok se ne otkriju i eliminiraju uzroci kvarova. Ustanovljeno je da je problem međusobno trljanje žica - problem koji su već doživjeli **Harrieri AV-8B** USMC-a 1987. godine. British Aerospaceova ekipa je na licu mjesta instalirala novo ožičenje te modificirala odgovarajuću razvodnu ploču da bi ova mogla podnijeti veće jakosti struje. To je omogućilo RAF-ovim Harrierima stacioniranim u Njemačkoj da počnu normalno letjeti potkraj rujna, dok su popravke Harriera stacioniranih u Witteringu dobile manji prioritet. Isporuke GR.7 su se nastavile 4. studenog 1991. kad su na uporabu predane letjelice sa serijskim brojevima ZG507, 508 i 511. Iako su u prvoj polovici 1991. samo tri GR.7 preuzeta od strane RAF-a, ta se brojka do kraja godine popela na trinaest (uz 14 letjelica prošle godine i posljednjih sedam predviđenih za 1992.).

Loša reklama za Harriera nastavila se u 1991. s izvješćima o akustički izazvanim pukotinama u zadnjem dijelu trupa te sporim certificiranjem za nošenje pojedinih vrsta naoružanja. Pukotine su se nalazile na okvirima br. 31 i 32, ali nisu bile tako velike kako se u početku navodilo, tako da su privremeni popravci vršeni izravno u zračnoj luci. Unatoč tome, u BAe-u su željeli dugoročnije rješenje te su modificirali okvire br. 30-33 s dvostrukim brojem uzdužnica te dodavanjem titanskog ojačanja.

Certificiranje za nošenje pojedinih vrsta naoružanja je i za GR.5 i za GR.7 teklo vrlo sporo, između ostaloga i zbog poteškoća s novim topom ADEN kalibra 25 mm. Dok su praktički identični **Harrieri AV-8B** uništavali iračke utvrde koristeći gotovo sve vrste naoružanja iz arsenala USMC-a, RAF-ovi su Harrieri smjeli ispaljivati samo IC navođene protuzrakoplovne rakete kratkog dometa AIM-9L Sidewinder te bacati vježbovne bombe od 3 kg. Do polovice 1991., Harrier je od strane BAe-a bio certificiran i za nošenje kontejnera za izbacivanje radarskih mamaca Phimat, ispaljivanje nevođenih raketnih zrna **MATRA 155 SNEB** te odbacivanje obične i kočene inačice bombe od 454kg: iz nekog razloga, ovo nije bilo automatski prihvaćeno u RAF-u.

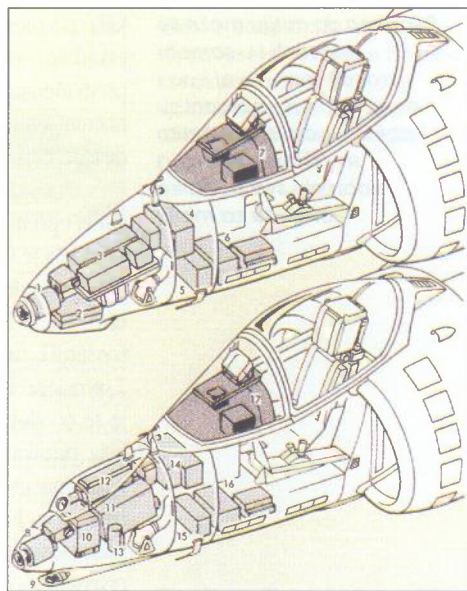
Ispitivanja

Nakon dva konvertirana prototipa drugi je serijski GR.7 (ZG472) isporučen 5. lipnja 1990. godine u A&AEE, gdje je 14. kolovoza stigao i GR.7 serijskog broja ZG471. S iste zračne luke djeluje i SAEOU koja je dio RAF-ovog CTTO-a. Nakon što završili ispitivanja GR.5 počeli su s ispitivanjima GR.7 kojih su dobili tri primjerka (prvi je imao serijski broj ZG473).

Letenje uz pomoć NVG-ova na GR.7 je počelo 17. prosinca 1990. godine. Slijedeće su godine u ožujku i travnju tri GR.7 bili gosti kod eskadrile VMA-211 američkih marinaca (koji lete s **Night Attack AV-8B**) da bi se upoznali s njihovim iskustvima.

Tročlana ekipa u sastavu Wg Cdr Grumbley, Flt Lt Stewe Hawkins i Flt Lt Paul Gunnell je skupila 70 sati naleta noću, a počeli su vršiti i bombardiranje s vježbovnim bombama s visine od 60 m. Odgovarajući program ispitivanja u A&AEE-u nije počeo sve do rujna 1991. godine.

Nagrada za uloženi trud i ispitivanja došla je 19. veljače 1992. godine u obliku noćnog naleta na otok Garvie kod Škotske, nakon polijetanja iz West Freugh, da bi nakon 555 km leta izvršili bombardiranje s bombama mase 454 kg. Veliki doprinos uspješnosti misije dao je i GPS sustav ugrađen na jedan od zrakoplova. Na njemu je standardni GEC-Ferrnatijev inercijalni navigacijski sustav **FIN-1075** zamijenjen poboljšanim sustavom 1075G, koji integrira podatke dobivene s giro-platforme i one iz GPS-a. Na spomenutoj je misiji taj sustav imao po grešku od 30 m, dok obični FIN-1075 ima po grešku od 1.85 km/1nm po satu leta. Jedini vanjski znak instalacije GPS-a je bijela kružna antena na leđima zrakoplova. Takva preciznost omogućila bi Harrierima slijetanje na disperzirana uzletišta i u teškim vremenskim uvjetima i noću. U nedostatku FIN-1075G se koriste postupci razvijeni u SAEOU-u koji omogućuju za lijepa vremena noćna slije-



Crtež s objašnjenjem razlika između GR.5 i GR.7: 1-Hughesov ARBS sustav; 2-balasna masa na mjestu gdje je trebao biti smješten MIRLS linijski skener; 3-elektronika ARBS-a; 4-konvertor signala; 5-računalo za obradbu podataka o stanju atmosfere; 6-inercijalni navigacioni sustav; 7-instrumentalni panel s HDD-om na lijevoj strani i MDD-om na desnoj strani; 8-ARBS; 9-antene sustava za elektronsko ratovanje (EW) Zeus (na lijevoj i desnoj strani); 10-elektronika ARBS-a; 11-odašiljač EW sustava; 12-FLIR; 13-transformator EW sustava; 14-sustav za generiranje video-zemljovida; 15-računalo za obradbu podataka o stanju atmosfere; 16-inercijalni navigacioni sustav; 17-instrumentalni panel s digitalnim kolor displejem na lijevoj strani i IC displejem na desnoj strani

tanja uz pomoć elektro-luminescentnih vrpca koje označuju mjesto slijetanja te bljeskajućeg svjetla koje navodi zrakoplov prema mjestu slijetanja.

U uporabi

Ovdje se priča o noćnom letenju s GR.7 na neko vrijeme pre-

Jedan od tri GR.7 smještenih u SAEOU, s ubojnim teretom od dvije bombe mase 454 kg, te Sidewindera i disperzera radarskih mamaca Phimat



Priprema za misiju može se odvijati i u samom zrakoplovu - ovaj kao i drugi Harrieri povezani su kabelovima s operativnim središtem, od kojeg dobivaju sve podatke potrebne za misiju

kida zato jer je za prve dvije eskadrile opremljene s GR.7 predviđeno da će početi s noćnim letenjem tek sredinom devedesetih godina.

Posljednja RAF-ova eskadrila opremljena s Harrierima GR.3 bila je Četvrta eskadrila, i ona je određena da prva dobije nove GR.7. Prvi je let s GR.7 izvršen 12. rujna 1990. godine, a zadnji s GR.3 dana 7. prosinca iste godine. Oznake zrakoplova sastoje se od slova od C do CZ, te crteža žute munje koja presijeca crveno i crno polje (taj se znak nalazi na uvodniku zraka i vrhu vertikalca). Za izložbu u Farnboroughu 1992. godine dva su zrakoplova iz Četvrte eskadrile dobili crne, žute i crvene oznake po cijelom repu. Istodobno, ovi su zrakoplovi (ZG531 i 532) po prvi put prikazali i novi položaj serijskih brojeva, koji su sada bili ispisani više na trupu zato da se izbjegne čađa iz motora.

Uz Četvrtu eskadrilu, u Güterslohu je bila



dublji prodori u protivnikov teritorij te između ostalog uništavanje mjesta za polijetanje i slijetanje helikoptera.

Nakon ujedinjenja u Njemačkoj su uvedena prilično stroga ograničenja glede niskog letenja tako da se sada većina tog vrlo važnog dijela izobrazbe svakog pilota Harriera odvija u Engleskoj. Također je smanjen godišnji broj manevara.

Smanjenje napetosti u središnjoj Europi dopustila je da se Harrierima proširi prostor djelovanja. Govorkalo se o opremanju Harriera GEC-Ferrantijevim laserskim označivačem ciljeva TIALD te BAe-ovom protubrodskom raketom **Sea Eagle**,

međutim, prava potvrda je došla 14. rujna 1992. kad je šest Harriera Treće i Četvrte eskadrile odletjelo u **Kuantan** u Maleziji. Nakon kratkog razdoblja aklimatizacije, Harrieri su zajedno s Tornadima F.3 i tankerima VC.10 sudjelovali u četverodnevnoj vježbi zajedno sa singapurskim, malezijskim, australskim i novozelandskim zrakoplovstvom. U izvješću Wg Cdr Thomasa stajalo je da s održavanjem Harriera GR.7 u a-

mosferi s visokim postotkom vlage nije bilo nikakvih problema.

Napokon noću

Kao svoju prvu postrojbu opremljenu Harrierima GR.7 i osposobljenu za noćne akcije, RAF je planirao formirati posebnu skupinu od šest zrakoplova i osam pilota, koji bi bili priključeni Prvoj eskadrili u Witteringu, iako bi imali poseban smještaj. Na kraju je, međutim, odlučeno osposobiti cijelu Prvu eskadrilu i to "u hodu", tj. bez da



GR.7 tijekom misije Provide Comfort priprema se za uzlet s turske zračne baze

stacionirana i Treća eskadrila pod zapovijedništvom Wg Cdr Richarda Thomasa. Ona je već ranije svoje Harriere GR.3 zamijenila s modernijima GR.5, a sada je pak njih zamijenila s GR.7. Postupak zamjene počeo je 30. studenog 1990. s dolaskom GR.7 ZG479: novi su zrakoplovi dobili oznake od AA do AZ te crtež baziliska na uvodnicima zraka, a na vrhu repa bila je tamnozeleno traka sa žutim rubovima. Objema se eskadrilama broj zrakoplova smanjio s prijašnjih 18 na sadašnjih 13. Nakon početnog razdoblja uhođavanja, Treća eskadrila je imala svoje prvo izvanaerodromsko stacioniranje u lipnju 1992. godine na vježbovnom poligonu Sennelager.

Usporedno s ulaskom u uporabu Harriera GR.7 došlo je i do promjene glavnih zadaća zrakoplova: jedan od razloga za to bio je i završetak hladnog rata. Prijašnja glavna namjena Harriera bila je **CAS** (Close Air Support, eng. bliska zračna potpora).

Sad su pak predviđeni

Prvi GR.7 iz sastava 3. skvadrona snimljen tijekom vježbe u Njemačkoj 1992. godine





GR.7 s ubojnim teretom od dvije laserski vođene bombe (svaka mase 549 kg), spremnikom sa sustavom TIALD i četiri Sidewindera

(čak i samo na neko vrijeme) prestane biti dio **SACEUR-a** (Supreme Allied Command, Europe, eng. vrhovno zapovjedništvo saveznika za Europu). Iako pod zapovjedništvom Wg Cdr Chrisa Burwella, Prva eskadrila dobiva iz SAEOU-a izvježbanog noćnog pilota Sqn Ldr Mikea Harwooda čiji jedinstveni čin glasi Officer Commanding Night, što bi značilo časnik koji zapovijeda svim noćnim akcijama.

Prvo je eskadrili dodijeljeno dvanaest nekađasnih GR.5A koji su počeli zamjenjivati GR.5 u svibnju 1992. godine. Oznake se sastoje od krilatog broja 1 nacrtanog na bijelom dijamantu na nosu zrakoplova te brojeva oznaka 01-12 (jedine takve na Harrierima). Prvi je let izvršio Sqn Ldr Mark Green u letjelici serijskog broja **ZD434** 2. lipnja 1992. godine, dok je zadnji, dvanaesti Harrier GR.7 stigao u studenom. Istodobno je odobreno da se kod šest zrakoplova (ZD431, 435, 437, 438, 363 i 464) ugradi navigacijski sustav **FIN-1075G**. Prvi je let jednog od tih zrakoplova (ZD437) izvršen 19. studenog iste.

Da bi se bolje pratio napredak novih pilota, pred kraj 1992. godine jednom je GR.7 (ZD 469) u kabinu ugrađena video-kamera. Preizobrazba s dnevnog letenja na noćno zahtijeva oko 50 sati po pilotu zato jer letenje po noći ni u kojem slučaju nije "letenje po zelenom danjem svjetlu". Razlike su, dapače, tolike, da neki piloti koji odlično lete danju imaju priličnih problema s privikavanjem na letenje noću te instruktori moraju obratiti posebnu pozornost na njih. Kao najopasnijima se pokazalo prvih nekoliko sati leta s NVG-ima. Do siječnja 1993. četrnaest do osamnaest pilota Prve

eskadrile je osposobljeno za noćno letenje. Posljednja eskadrila koja je dobila GR.7 bila je **233 OCU** (Operational Conversion Unit, eng. postrojba za preizobrazbu pilota na borbeni tip zrakoplova). Dana 1. rujna 1992. godine 233 OCU mijenja ime u The Harrier OCU/20 (Reserve) Squadron. U to je vrijeme u njezinom sastavu bilo šest Harriera GR.3, deset dvosjeda T.4/T.4A i dvadeset GR.5. Prelazak na GR.7 počeo je s dolaskom zrakoplova ZD405 4. siječnja 1993. Godišnji prosjek ove eskadrile je sedamnaest pilota s "dugog" tečaja, od kojih svaki traje šest mjeseci od čega mjesec dana nastave na zemlji. Učenici koji su završili osnovnu



Jedan od GR.5 preradenih na GR.7 standard

letačku izobrazbu imaju 43 sata preizobrazbe i osnovne izobrazbe s "B" odjeljenjem eskadrile, nakon čega slijede 23 leta za izobrazbu u uporabi naoružanja s "A" odjeljenjem eskadrile. Od 1993. godine u Witteringu je postavljen simulator, tako da su prijašnji odlasci u Yumu na simulatori koji imaju postrojbe američkih sada nepotrebni. Osim ovog tečaja OCU osigurava i tečaje za pilote koji se vraćaju letenju (npr. s nekog kancelarijskog posla), ili za pilote koji žele postaviti instruktori.

Harrieri Dvadesete eskadrile označeni su prilično raznoliko. Orao sa svjetlo plavim trakama postavljenima sa strane nalazi se na uvodniku, dok se lice divlje mačke (grb bivše 233OCU) nalazi, zajedno sa četverbojnom trakom, na repu.

Zaključeno s tečajem br. 8 za prvih se sedam solo letova koristio stari GR.3 zato jer se u zraku ponašao vrlo slično dvosjedu T.4.

(nastavit će se)

Harrier GR.7 "04" prigodom izlaska iz skloništa



Dražen LODOLI

Na samu uporabu helikoptera u protubrodskim djelovanjima gledalo se sa sumnjom, jer se na temelju teorijskih raččlambi došlo do zaključka da bi PBrH bio ranjiv na djelovanje brodske PZO zbog svoje male brzine i malog dometa protubrodskog naoružanja, te da u protubrodskim djelovanjima ne može zamijeniti zrakoplov. U praksi je dokazano suprotno. Helikopteri su u većoj ili manjoj mjeri uspješno djelovali protiv brodova o čemu nam govore iskustva uporabe PBrH u lokalnim ratovima. Poučene tim iskustvima, sve veći broj

skom ratu 1971. godine, kad su raketni čamci potapali ratne brodove klase razarača. Njihova pojava ugrozila je nadmoć velikih površinskih brodova i potaknula pitanje njihove obrane. Potkraj 70-tih godina flotne snage NATO-a uvode PBrH u cilju protubrodskog osiguranja svojih flotnih snaga. Pojava posebno konstruiranih, opremljenih i naoružanih helikoptera za protubrodsko djelovanje, ujedno označava i pojavu PBrH kao vrste. PBrH čine vrstu helikoptera posebno namijenjenu za djelovanje na moru, opremljenim i naoružanim najmodernijim bojnim sustavima za napadaj na površinske plovne jedinice, kao

HELIKOPTERI

u protubrodskoj borbi

Serijska proizvodnja helikoptera započeta je poslije II. svjetskog rata, a svoju prvu primjenu helikopter je našao u oružanim snagama, i to kao transportno sredstvo, zatim kao sredstvo veze i sredstvo za izviđanje. Zbog svojih letnih i manevarskih sposobnosti, helikopter je postigao veliki stupanj univerzalnosti uporabe. Taj spektar zadnjih se godina proširuje opremanjem helikoptera najraznovrsnijom opremom i ubojnim sredstvima za izvršenje mnogobrojnih zadaća: od paljbene potpore, protuoklopnog boja, razminiranja, protupodmorničkog boja, izviđanja, miniranja, transporta postrojbi do protubrodskih djelovanja. Jedna od najmlađih vrsta su helikopteri za protubrodsko djelovanje ili protubrodski helikopteri (u daljnjem tekstu PBrH)



ratnih mornarica uvodi u svoj sastav PBrH. Potaknut tim tendencijama, ovaj rad ima za cilj da čitatelje upozna s pojmom PBrH, njihovom ulogom i zadaćama, te PBrH u sastavu svjetskih ratnih mornarica.

Pojam, značajke, zadaće

Osim zrakoplova, najveću opasnost za veće ratne brodove predstavljaju suvremeni raketni čamci i topovnjače. To je dokazano u **arapsko-izraelskom ratu** 1967. godine i **indijsko-pakistan-**

temeljnomo namjenom, a mogu izvršavati i druge zadaće u potpori postrojbi RM. PBrH su u stanju otkrivati i napadati raketne čamce i druge plovne objekte izvan optičkog horizonta broda s kojeg se koriste. Letenjem na visini od 300-400 m, PBrH su povećali daljinu motrenja i omogućili uvid u površinsku situaciju na znatno širem prostoru od onog kojeg je moguće ostvariti s brodskim motrilačkim spravama. Njihova uporaba omogućava napadaj na raketne čamce na udaljenostima s kojih ovi ne mogu uočiti brod ili sastav koji se štiti helikopterima, a pogotovo ne mogu izvršiti napadaj. U **faklandskom sukobu** britanski su helikopteri vršili ophodnju su 20 do 30 milja od središta flotnog sastava kojeg su štitali, a bili su u mogućnosti otkrivati argetinske brodove na daljinama do 40 milja i prvi nanjeti udar prije no što se argetinski brodovi približe crti lansiranja svojih protubrodskih raketa (30 milja) s kojim bi mogli ugroziti flotni sastav. Za ove zadaće PBrH-i se opremaju radarom za otkrivanje i praćenje ciljeva na površini mora, modernim taktičkim navigacijskim sustavima, suvremenom opremom za letenje no-



Jedan od prvih helikoptera korištenih u protubrodskoj borbi bio je britanski Westland Wessex, koji je nosio protubrodске projekte (na slici Wessex iz sastava Royal Navy lansirao PT projektil AS.11)

ću, IFF sustavima, doppler radarom i protubrodskim raketama kao temeljnim naoružanjem.

Prvi PBrH-i bili su britanski helikopteri **Westland Wasp** i francuski **Alouette III**, naoružani francuskim vođenim projektilima **AS.12**, koji nisu zadovoljili kriterije njihove uporabe. Opremanje PBrH, raketama velikog dometa (> 50 km) omogućilo je njihovo djelovanje po većim ratnim brodovima, a vjerojatnost oštećenja i potapanja brodovlja rasla je uporabom novih, većih protubrodskih raketa (bojne glave mase 100-200 kg).

Time je PBrH po svojoj paljbenoj moći izjednačen s raketnim čamcima i topovnjačama koji su naoružani istim protubrodskim raketama kao i PBrH, ali su PBrH u prednosti glede postizanja većeg iznenađenja u boju, veće mogućnosti manevra i brzine, a pritom su i nekoliko puta jeftiniji od raketnog čamca ili topovnjače.

Većina PBrH nastala je razvojem višenamjenskih ili protupodmorničkih helikoptera tako da se oni mogu uporabiti i za protupodmornička djelovanja, traženje i spašavanje, izviđanje i opskrbu. Tada se opremaju MAD-om, PEL-om, sonarnim plutačama, svjetlećim označivačima, dubinskim bombama i torpedima. Taktičko-tehnički podaci za PBrH bitno se ne razlikuju od taktičko-tehničkih podataka ostalih vrsta helikoptera. Bitna razlika je u zadaćama i opremi predviđenoj za njihovo ostvarivanje.

PBrH je svoje mjesto našao kako u velikim tako i u malim ratnim mornaricama, samo su im uloga i zadaće drukčije. Zadaće u tzv. velikim svjetskim ratnim mornaricama bile bi sljedeće:

a) borba protiv malih, brzih plovih jedinica klase raketnog čamca, raketne topovnjače, torpednog čamca imajući u vidu da je njihov akcioni polumjer (PBrH) dovoljno velik da navedene vrste ratnih brodova drži dovoljno udaljene od matičnog broda;

b) manevar paljbom većih plovih jedinica (brzina im je tri do četiri puta veća od brzine brodova, sposobnost lebdenja);

c) zaštita gospodarske zone, pomorskog prometa.

Zbog svoje velike paljbene moći i relativno

niske cijene, PBrH će svoje mjesto naći i u ratnim mornaricama malih zemalja. Zadaće koje PBrH mogu izvršavati u ovim ratnim mornaricama, među koje se ubraja i Hrvatska ratna mornarica, nisu još dovoljno istražene i precizirane, a mogle bi biti sljedeće:

a) kontrola pomorske granice;

b) nanošenje raketnih udara brodovima klase raketnih topovnjača, desantnih brodova do razarača;

c) sudjelovanje s raketnim čamcima u nanošenju protubrodskih raketnih udara;

d) ometanje opskrbe neprijateljskih snaga i njegovog pomorskog prometa.

Uvođenje PBrH u naoružanje svjetskih mornarica izvršilo je utjecaj i na neka od načela ratne vještine. Primjerice, pojavom PBrH

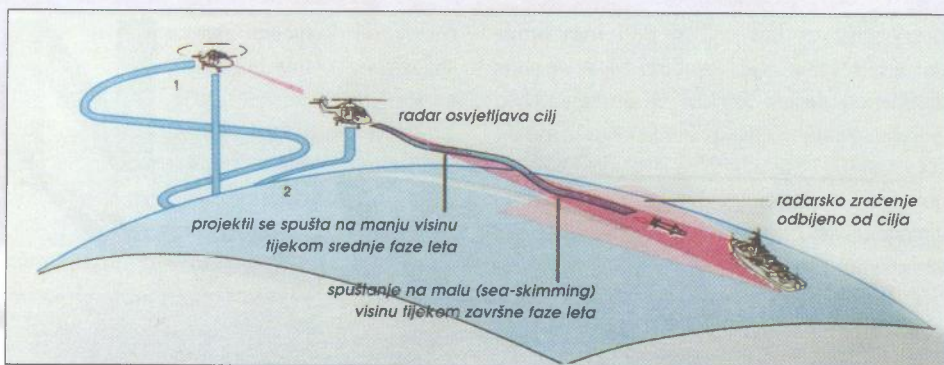


Drugi helikopter početno korišten za ovu namjenu bio je francuski Alouette III (na slici je Alouette III opremljen protubrodskim projektilom AS.12 i motrilačkim radarom)

Jedan od najpoznatijih helikoptera koji se koriste za protubrodsku borbu je britanski Westland Lynx, opremljen radarom Seaspray 3000 i protubrodskim projektilima Sea Skua



Profil borbene misije Lynxa pri napadaju s projektilima Sea Skua (to je tipični postupak napadaja koji vrijedi i za druge tipove protubrodskih projektila): 1 - tijekom ophodnje helikopter otkriva svojim radarom protivnički brod. Po određivanju pozicije protivničkog broda helikopter isključuje svoj radar (da bi onemogućio otkrivanje svoje pozicije pomoću pasivnih PED sustava) i prelazi u niski let (da bi izbjegao radarsku detekciju) i otpočinje približavanje cilju. 2 - kad se nađe u dometu lansiranja svog protubrodskog projektila, helikopter se penje na veću visinu, aktivira radar i precizno određuje lokaciju cilja, i lansira protubrodski projektil.



Dva helikoptera mogu zajednički sudjelovati u napadaju na protivnički brod: jedan detektira svojim radarom poziciju cilja i skupljene podatke šalje drugom helikopteru koji lebdi u radarskoj sjeni otoka. Na drugom helikopteru u sustav vođenja protubrodskog projektila (u ovom slučaju Penguin, na SH-60B) unosi se programirana putanja leta (tzv. "dog-leg course"), kod koje projektil ne leti direktno prema cilju, već zaobilazno, kako bi izvršio napadaj iz neočekivanog smjera što je, ukoliko je brod-cilj otkrio poziciju s koje je projektil lansiran, dobar način smanjivanja učinkovitosti njegove obrane; zbog toga ovaj način napadaja naziva se "Dog-leg attack"

povećano je značenje manevra u boju na moru. Pri tome se u mišljenju ne ograničavamo samo na manevar letjelicom (PBrH) već mislimo i na putanju protubrodskih projektila u okomitoj i vodoravnoj ravni, čime se stvaraju uvjeti za lakše prevladavanje PZO protivnikovih pomorskih snaga. PBrH rakete lansiraju u plutonima iz više smjerova ili s takvim intervalima da protivnik ne može u tijeku odbijanja napadaja da jednim PZ oružanim sustavom realizirati više obrambenih gađanja. Manevrom PBrH u mogućnosti smo mijenjati težite napadaja i obrane koristeći njihovo svojstvo okomitog manevra i činjenicu da PBrH može u određenom vremenu više puta poletjeti i ispaliti veći broj raketa. Taktički polumjer bojnog djelovanja PBrH kreće se od 200-400 km što omogućuje njihovu uporabu u taktičkoj dubini protivnika. Uporaba PBrH povećala je i značenje sudjelovanja snaga na bojišnici. Primjerice, s PBrH možemo ostvariti raketni udar u cilju "omekšavanja" protivnika ili privući raketni udar protivnika kako bi olakšali napadaj ostalim snagama. Osim toga, PBrH raspoložu mogućnošću prenošenja podataka dobivenih vlastitim sustavima za motrenje, ostalim elementima bojnog postroja. PBrH su u mogućnosti ostvariti bojna djelovanja po ciljevima koji najviše ugrožavaju vlastite snage. Radi svoje velike brzine kretanja po bojišnici (3-4 puta veće od kretanja brodova) PBrH posjeduju kraće vrijeme reagiranja na realnu opasnost. Na heliodromu helikopteri se nalaze u prvom ili drugom stupnju bojne gotovosti

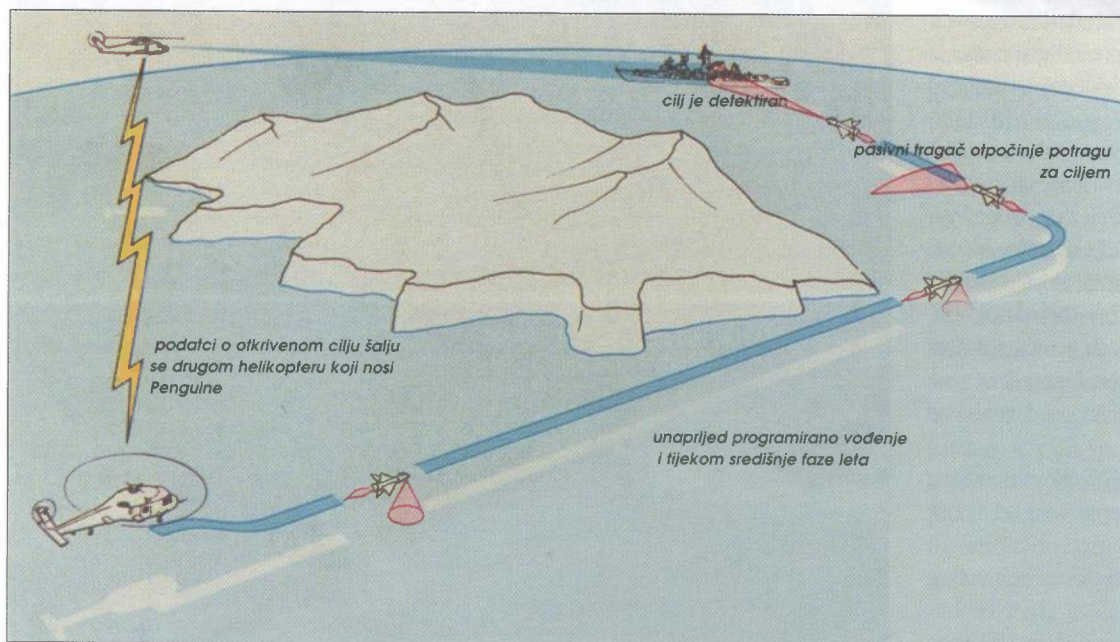
čime su pripralni za djelovanje u roku 10-15 minuta od uzbunjivanja. Uporabom PBrH u pomorskoj obrani ostvaruje se načelo ekonomičnosti. Relativno malim snagama naoružanim vođenim protubrodskim raketama velike preciznosti dometa i razorne moći ostvaruju se zadaće za koje bi bilo potrebno angažirati veće grupacije letjelica naoružanih klasičnim nevođenim ubojnim sredstvima, uz vjerojatnost većih gubitaka do PZO protivnika.

U daljnjem tekstu opisat ću danas najčešće korištene PBrH.

SH-60B/F SEA HAWK

Ovaj američki helikopter razvijen je u sklopu mornaričkog programa **LAMPS III**, kao helikopter za protupodmornička djelovanja koji će moći djelovati danju i noću, u složenim meteorološkim uvjetima, sa sposobnošću dva puta veće nosivosti torpeda, plutača i ostale opreme od svojih prethodnika.

Temelj za razvoj helikoptera **SH-60B/F** Sea Hawk, bio je helikopter opće namjene Sikorsky **UH-60A Black Hawk**. Helikopter Sea Hawk je svoj prvi let imao 1979. godine, a u sastav US Navy uvodi se 1982. godine u inačici SH-60B Sea Hawk i stacionira na fregatama klase FFG-7 O.H. Perry, krstaricama klase CG-47 Ticonderoga i razaračima klase DDG 963 Spurance. Godine 1987. polijeće usavršena inačica SH-60F, razvijena za djelovanje s



nosača zrakoplova kao zamjena SH-3H Sea King u zadaćama protupodmorničke borbe. Uvođenje inačice SH-60F počelo je 1991. godine, a od 1998. godine trebala bi se zamjenjivati suvremenijim inačicama **HH-60H** i **SH-60R**. Inačica HH-60 nastala je razvojem SH-60F i u operativnoj uporabi nalazi se od 1993. godine. Namijenjena je za akcije spašavanja i potpore na moru, kao i za specijalno ratovanje. Promjenom plana razvoja američke RM 1993. godine donesena je odluka o završetku

proizvodnje SH-60B/F i HH-60H inačica. Za 1998. godinu predviđa se obnova proizvodnje Sea Hawka kroz poboljšanu inačicu SH-60R, koja predstavlja kombinaciju mogućnosti SH-60B opremljenog sonarom s inačice SH-60F. Osim inačica u sastavu američke RM koja koristi SH-60B, SH-60F, HH-60H i HH-60J (obalna straža), helikopter Sea Hawk nalazi se u naoružanju RM Španjolske na fregatama FFG-7, u inačici HS.23, RM Japana kao SH-60J, Australije SH-60B i Grčke na fregatama Meko 200, u inačici S-70D-B-6 (SH-60B/F).

Helikopter Sea Hawk, osim svoje glavne zadaće, borbe protiv podmornica, namijenjen je i za protubrodsko djelovanje (ASV, anti-surface vessel). Od 1991. godine Block I SH-60B oprema se protubrodskom raketom **AGM-119B**, što je američka inačica norveške rakete **Penguin Mk2 Mod. 7**. Početna nabava za američku RM iznosila je 193 primjerka. Navedena raketa specijalno je razvijena za Sea Hawk. Maksimalni domet rakete je 30 km. U letnom dijelu, vođenje rakete je inercijalno, a u završnom dijelu primijenjeno je IC samonavaođenje. Masa bojne glave je 125 kg. Sea Hawk ima dva nosača na kojima može ponijeti po jednu raketu AGM-119B. Inačica Sea Hawka HH-60H u zadaćama paljbene potpore na moru naoružava se protubrodskom inačicom rakete tvrtke **Rockwell AGM-114 Hellfire ASM**, posebno namijenjenoj za napadaj na manje brodove. Hellfireom se mogu naoružavati i ostale inačice Sea Hawka. Osim američke RM, u čijem sastavu se nalazi 115 SH-60B namijenjenih za protubrodsko djelovanje, i grčka RM namjerava svoje helikoptere S-70-B-6 naoružati raketama Penguin. Ostali korisnici Sea Hawka isključivo ga koriste kao helikopter za protupodmornička djelovanja.

U protubrodskim djelovanjima helikopteri Sea Hawk SH-60B/F djeluju u paru. Jedan helikopter, leteći na većoj visini motri, dok drugi leti na visini 20-100 m i prima podatke o cilju od helikoptera motritelja, ubacuje ih u sustav vođenja rakete i izvodi lansiranje. Podatke o cilju helikopteri Sea Hawk dobivaju od motrilačkog radara AN/APS-124, tvrtke Texas Instruments, ugrađenog ispod trupa s kružnim poljem motrenja. Od ostale opreme SH-60B/F posjeduje modernu komunikacijsku opremu (radio uređaji Collins AN/ARC-159 (V) 2UHF i AN/ARC-174 (V) 2HF), MAD AN/ASQ-81 (V) 2 tvrtke Texas Instruments, sonar Bendix AN/AQS-13 F (inačica SH-60F), koji se zamjenjuje lakim sonarom tvrtki Hughes/Thomson Sintra Flash (Block II poboljšanje), sonarne plutače Edmac AN/ARR-75, sustav za nadzor naoružanja Fairchild AN/ASQ-165, doppler AN/APN-217, Navstar GPS, itd. Za vrijeme rata u Zaljevu 25 SH-60B bili su opremljeni elektrooptičkim uzbunjivačima AN/AAR-47, IC ometačima AN/ALQ-144, te Tracor AN/ALE-39. Inačica SH-60F opremljena je unaprijednim lakim torpedom tipa Mk 50 za protupodmornička djelovanja.

Glogonsku skupinu SH-60B čine dva tur-



Crtež SH-60B, s dodatnim bočnim crtežima HH-60H (u sredini) i HH-60J (dolje)

boosovinska motora GE T700-GE-401, svaki maksimalne snage 1260 kW, koji mu omogućuju maksimalnu brzinu od 296 km/h. Krstareća brzina za inačicu HH-60H je 272 km/h. Masa helikoptera u polijetanju za izvršenje protubrodskih zadaća iznosi 8334 kg, dok prazan helikopter teži 6191 kg. Ukupna dužina helikoptera je 19,76 m. Kraci rotora izrađeni su od kompozitnih tvoriva, a rubovi od titana.

Zaključno s ovom godinom u sastavu američke RM nalazila su se 260 helikoptera Sea Hawk SH-60B/F i HH-60H. Dinamika proizvodnje Sea Hawk iznosila je 10 helikoptera mjesečno, a cijena iz 1992. godine za američku RM bila je 20 milijuna dolara po primjerku.

(nastavit će se)

SH-60B prigodom slijetanja na američku fregatu



Precizno vođeno ZRAKOPLOVNO streljivo

Ratovi vođeni zadnjih 20-tak godina iznijeli su pred oči javnosti brojne nove oružane sustave. Zrakoplovni projektili precizno navođeni na ciljeve pomoću laserskih zraka ili mikrovalova prestali su biti samo arsenali budućnosti i postali su realna stvarnost. Neprijatelja više nije potrebno zasipati tepihom običnih bombi, već je dovoljan jedan kirurški napad zrakoplova oboružanog preciznim ubojnim sredstvima za postizanje istog efekta



vo je bilo očito tijekom borbenih djelovanja 1991. godine u operaciji Pustinja, kada su laserski i EO navođena ubojna sredstva predstavljala samo 7 posto ukupnog zrakoplovnog streljiva koje je izbačeno na iračke vojne potencijale, ali je ujedno pogodilo i uništilo većinu ciljeva. Ovaj nesrazmjer govori u prilog uvrštavanju preciznih ubojnih sredstava u arsenale oružanih snaga svijeta.

Za uništavanje pojedinačnih ciljeva s malih udaljenosti suvremena ratna zrakoplovstva raspolažu velikim brojem najrazličitijih ubojnih sredstava, koja su još uvijek dovoljno efikasna, ali već treba razmišljati i o njihovoj zamjeni. Ukoliko je potrebno izvesti napadaj na ciljeve dublje u protivničkoj pozadini, javljaju se problemi.

će posjedovati dovoljan domet, biti vrlo precizno vođena i sposobna prvim pogotkom uništiti zadani cilj. Kao što je to čest slučaj, prvi su s razvojem započeli znanstvenici i tehničari zaposleni u američkim istraživačkim laboratorijima, da bi ih zatim slijedili Francuzi, Britanci i Rusi.

U daljnjem tekstu bit će dan prikaz raznih projekata ove vrste oružja, koji su u tijeku ili su već završeni.

Paveway porodica laserski navođenih bombi

Paveway laserske bombe predstavljaju vjerojatno najširu i najversatilniju skupinu oružja koja se nalazi u naoružanju nekog ratnog zrakoplovstva. Zapravo, pod ovim imenom se krije cijeli sustav koji se sastoji od obične avionske bombe na kojoj je na prednji dio pričvršćen mali pasivni laserski, poziciono osjetljiv prijemnik, koji pomoću repnog dijela upravlja putanjom bombe, te laserskog označivača ciljeva s popratnom opremom ugrađenog na zrakoplov ili neko kopneno vozilo. Do sada su se u opremi USAF-a našle tri generacije ovog sustava. **Paveway I** počeo se rabiti 1967. godine (prvi puta je korišten pri napadaju na ciljeve uz Ho Ši Minov put u Laosu, zimi 1967.). Do 1987. godine napravljeno je preko 150.000 kompleta za vođenje Paveway I. Od početka 80-tih u proizvodnju ulazi usavršeni **Paveway II**, koji se mogao odbacivati s malih visina. Zadnja **Paveway III LLLGB** (Low-level laser guided bomb) inačica posjeduje izuzetna svojstva: mogućnost izbacivanja pri nadzvučnim brzinama na malim visinama, povećana preciznost pogadanja i velika razorna moć. Doda li se



Naravno napadaj se može izvesti klasičnim sredstvima (laserski navođenim bombama tipa Paveway ili nekim od projektila iz porodice AGM-65 Maverick, ali tada postoji veliko opasnost od gubitka zrakoplova koji vrše napadaj i njihovih posada. Stoga je bilo potrebno razviti oružja koja

Klaudije RADANOVIĆ

ovome mogućnost opremanja dvama različitim bojnim glavama mase 907 kg dolazimo do respektabilnog ubojnog sredstva. Glavni nedostatak ovog oružja je relativno mali domet, iako je i on kod GBU-24 povećan na 8-20 km ovisno o brzini i visini na kojoj je izbačena.

Videći korisnost ovakvog oružja i ostale zemlje, a poglavito Francuska, Velika Britanija i bivši SSSR, razvile su vlastite laserski navođene oružane sustave običnih ili kasetnih bombi s laserskim tragačima. Zbog velike rasprostranjenosti i široke primjenjenosti američkog sustava ponekad se i njih naziva Paveway oružjima iako to nije ispravno.

Elektro-optički vođeni projektili

Iako se u biti ne razlikuju puno od prethodno opisane porodice moramo ih razmatrati zasebno, jer je osnova na kojoj se postiže preciznost pogađanja različita. Dok je kod Paveway serije precizno vođenje ostvareno obasjavanjem cilja laserom i prihvatanja te preciznog određivanja pozicije reflektiranog laserskog zračenja u prijamniku na bombi, kod EO načina navođenja u tragaču se nalazi mala kamera koja šalje u zrakoplov koji je izvršio lansiranje tj. članu posade koji je zadužen za rukovanje oružanim sustavima sliku cilja. Zbog fiksnog položaja kamere na osi ubojnog sredstva, ukoliko rukovatelj uspije održati sliku cilja u sredini, pogodak biva neminovan.

Od oružja ovog tipa poznati su projektili **HOBOS** i **GBU-15**, koji u novoj modificiranoj inačici s smanjenim rasponom krilaca i povećanim dometom ima oznaku **AGM-130**. Temelj potonjeg oružja, kao i prije spomenutog GBU-24, čini konvencionalna bomba BLU-109/B mase 907 kg.

Dodavanjem INS/GPS navigacijskog sustava AGM-130 bi dobio veću autonomnost na srednjem dijelu trajektorije, što bi ujedno smanjilo potreban rad posade zrakoplova na zadnjih 15-20 sekundi. Domet ovog oružja je 20-50 km (što ovisi o visini lansiranja).

Porodica projektila AGM-65 Maverick

Ovo oružje je izuzetno poznato i priznato u svijetu. Gotovo da i ne postoji površinski cilj manjih protežnosti kojeg ne može uništiti. Ovisno o korisniku posjeduje različite sustave navođenja, od laserskog preko EO (odnosno TV tragača kako ga još nazivaju) do poziciono osjetljivih IC matrica. Prvu primjenu **Maverick** je doživio za vrijeme poznate "Linebacker" strateške zračne ofenzive 1972. godine, američkog bombardiranja Sjevernog Vijetnama. Iako rađen tehnologijom od prije 30-tak godina ovaj projektil, zahvaljujući konstantnom progra-



mu modernizacije, još uvijek predstavlja jedno od najvažnijih ubojnih sredstava u naoružanju TAC-a USAF-a. Do sada su razvijene sljedeće inačice:

- AGM-65A** (proizvodio se od 1972.-75. godine, TV vođenje);
- AGM-65B** (proizvodio se od 1975.-83. godine, poboljšano TV vođenje);
- AGM-65C** (lasersko vođenje, nije ušao u naoružanje/razvojni model);
- AGM-65D** (IIR vođenje, proizvodio se od 1983.-87. godine);
- AGM-65E** (lasersko vođenje, proizvodi se od 1985. godine do danas);
- AGM-65F** (IIR vođenje, proizvodi se od 1987. godine do danas);
- AGM-65G** (IIR vođenje, proizvodi se od 1989. godine do danas).

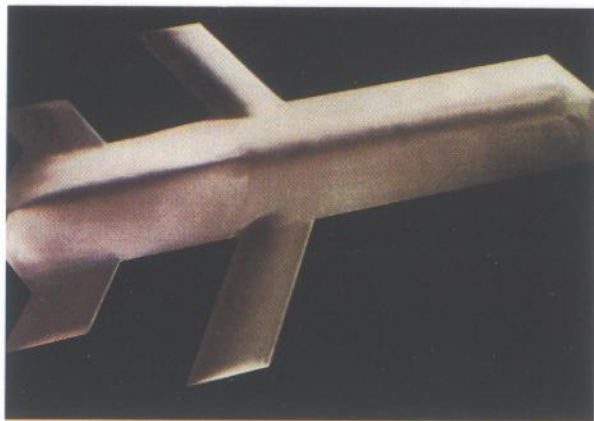
Ovi do sada nabrojani oružani sustavi koriste se za napadaj na ciljeve s malih ili srednjih udaljenosti. To predstavlja i njihov najveći nedostatak, jer pri napadaju ulaze u područje djelovanja protivničke protuzrakoplovne obrane. Drugi veliki nedostatak je relativna zastarjelost samih ubojnih sredstava. Većina njih ili je konstruirana ili je rad na njihovom dizajniranju započeo sredinom 60-tih godina, pa unatoč konstantnoj modernizaciji ipak predstavljaju proizvod kojem polagano, ali neumitno, prolazi životni vijek.

Stoga je sredinom prošlog desetljeća u istraživačkim laboratorijima započet rad na kon-

AGM-65E, inačica Maverick s laserskim vođenjem, na potkrilnom nosaču američkog mornaričkog jurišnog zrakoplova A-4M Skyhawk

Rockwell GBU-15(V) na potkrilnom nosaču F-4E Phantom II





Usprkos tome što je mnogo obećavao, razvoj TSSAM-a je obustavljen

strukciji novih **PGM** (Precision Guided Munition - precizno vođeno streljivo odnosno ubojna sredstva) sustava.

Prvi projektil koji se pojavio čak i nešto prije početka rada na ovim projektima je **SLAM** (Stand-off Land Attack Missile). On nije ništa posebno - u biti je to inačica mornaričkog protubrodskog projektila Harpoon predviđena za napadaj na ciljeve na kopnu nakon lansiranja sa zrakoplova. Predviđena je i proizvodnja ER (Extended Range, povećani domet) inačice.

TSSAM

Northrop Grumman je među prvima započeo rad na novom PGM oružanom sustavu. S ciljem preživljavanja u sve težoj financijskoj situaciji i čestim smanjivanjima izdavanja iz proračuna, sustav je zamišljen kao jedinstven za sva tri vida američkih oružanih snaga. Do kraja prošle godine razvoj na ovom projektu je tekao dobro, ali tada kopnena vojska SAD-a odustaje od inačice za kopneno lansiranje **MGM-137**. Unatoč ovoj poteškoći USAF je namjeravao kupiti 3631, a USN 525 **AGM-137 TSSAM** projektila (**Tri-Service Standoff Attack Missile**). Iznos namijenjen nabavci objedinjen je s troškovima razvoja i produkcije i iznosi za navedenih 4156 primjeraka 13.3 milijardi USD. Početak prvim primjercima je trebao biti u FY99, a završetak u FY02.

TSSAM je trebao biti podzvučni projektil značajno reduciranog RCS-a primjenom najrazličitijih stealth tehnologija. Predviđeni domet je bio 160 km, iako je uz primjenu turboventilatorskog motora proizvodnje Williams International bila predviđena mogućnost

punjenje PBXN-109). Njezina efikasnost je potvrđena tijekom ispitivanja provedenog na pokusnom poligonu USN tijekom 1994. godine, kada je inertna (bez eksplozivnog punjenja) bojna glava pogodila armirani betonski zid debljine 1.5 m i mase 230 tona. Nakon probijanja cijela ova konstrukcija se pomaknula za 10 cm, a projektil je gotovo neoštećen zaustavila tek nakon dodatnih 172 metra leta. Osim APW, TSSAM je mogao biti opremljen i s CEB (Combined Effect Bomblets) kasetnom bojnog glavom.

Bombarderi B-1 i B-2 su trebali nositi po 8 ovih projektila u unutrašnjosti, a B-52 12 na vanjskim potkrilnim nosačima. Zrakoplovi F-16 i F/A-18 mogu nositi po 2 TSSAM-a.

Ovaj projektil namijenjen je napadaju na nepokretne zemaljske ciljeve koji su visoko vrijedni, pa samim time i dobro zaštićeni. Navođenje do cilja je kombinirano, inercijalno s integriranim GPS uređajem, a u završnoj fazi prilaska cilju koristi se IC slikovni tragač proizvodnje Texas Instruments. Inačica koju koristi USAF je u potpunosti autonomna za razliku od USN-ove koja posjeduje računarsku vezu pomoću koje operater na brodu može izvršiti konfirmaciju cilja, kao i trenutačnu izmjenu udarne točke za dani projektil.

Ipak, zbog problema u financiranju, ovaj potencijalno vrlo kvalitetan i nadasve učinkovit projekt je početkom ove godine i konačno prestao postojati. Rad na njemu je obustavljen, ali se odmah započelo s pronalaženjem njegove dostojne zamjene. U tu svrhu se najčešće spominju **SLAM-ER**, **AGM-86 CALCM**, **AGM-142 Have Nap**, **JSOW** i **JDAM** projekti odnosno konačni proizvodi koji će proisteći iz njih.

JSOW

Vjerojatno jedan od najozbiljnijih nasljednika TSSAM-a je **JSOW** (**Joint Stand-Off Weapon**) projekt razvijen od kompanije Texas Instruments. AGM-154, kako glasi službena oznaka ovog projektila, zapravo je precizno navođeni kontejner raspršivač za različite tipove manjeg, također precizno navođenog podstreljiva ili druge tipove borbrenog tereta poput Gator kopnenih mina, morskih mina, eksplozivnih naboja mase do 454 kg, ali i elektronske opreme i sl., pa čak, ukoliko je potrebno i dopremu hrane, te ostale opreme potrebne za prijateljske trupe na zemlji. Možda najbolju karakterizaciju ovog oružanog sustava je dao Steve Roetzman, predsjednik odsjeka za precizno vođena oružja Texas Instrumentsa: "To je kamion i morate biti sposobni natovariti ga bilo kojom vrstom tereta".

Ovaj projektil jednake je dužine kao i TSSAM, ali posjeduje znatno manji raspon retnih krilaca. Mase su im podjednake, pa su i brojevi projektila koje mogu pojedini zrakoplovi ponijeti gotovo jednaki. Do razlika dolazi u



JSOW na F-15E Strike Eagleu

napadaja na ciljeve udaljene i do 300 km. Protežnosti su mu: duljina 4.26 m i raspon krila 2.5 m. Masa je iznosila standardnih 907 kg (2000 lb). Od ovog iznosa na Lockheed Missiles & Space Co. APW (Advanced Penetrating Warhead, usavršena probojna bojna glava) bojnog glavu otpada 362 kg, (od čega 107 kg na eksplozivno

pogledu letjelica iz sastava TAC-a. F-16 i F/A-18 bi trebali nositi do 4, a F-15 E čak 6 projektila.

USN će koristiti JSOW i za lansiranje s brodova i za lansiranje iz zraka. Uz već spomenute F/A-18 i AV-8B Harrier će biti opremljeni njima, s po jednim projektilom na unutrašnjim krilnim nosačima.

Poput TSSAM-a i JSOW koristi kombinirano vođenje pomoću inercijalnog sustava spregnutog s GPS prijamnikom, ali umjesto IC može posjedovati i posjeduje TV tragač koji je djelatan zadnjih 20-tak sekundi leta. Pomoću njega operater koji navodi projektil (u mornaričkoj izvedbi za lansiranje s brodova) može trenutačno saznati da li je projektil pogodio željeni cilj ili ne, te ovisno o tome da li je potrebno izvršiti ponovni napadaj na zadani cilj ili je on uništen prvim pogotkom. Ova dva tragača su izabrani iz vrlo široke ponude koja se sastojala od SAR-a, laserskog radara, mikrovalnog radara i gore spomenutih uređaja. Ovakav način navođenja osigurava veliku preciznost pogađanja, pa stoga ne treba čuditi činjenica da CEP iznosi manje od 1 metra. Ovo nam odmah pokazuje i namjenu ovog sustava: uništavanje nepokretnih, dobro branjenih ciljeva od vitalnog značaja za protivnika (kao npr. mostova) u neposrednoj blizini bojišnice i bližjoj pozadini.

Standardni ubojni tereti kojima će JSOW biti opremljeni su: podstreljivo opće namjene BLU-97, protuoklopno podstreljivo BLU-108, a u području eksplozivnih nabojaja najvjerojatniji izbor je BLU-111 (za mornaricu), dok se USAF još nije izjasnio o svojem izboru.

Dometa ovog sustava je 40 nautičkih milja tj. oko 75 km, što ga čini pogodnim za velik broj najrazličitijih misija. U tom pogledu najzanimljivija je mogućnost vršenja **SEAD (Suppression of Enemy Air Defence)** zadaća. Prvotni udar bio bi izvršen TSSAM-ovima odnosno njihovim nasljednicima s udaljenosti većih od 150 km na najposobnije protivničke raketne PZO sustave poput SA-10 i SA-12, zatim bi s udaljenosti od 60-tak km napad bio ponovljen JSOW sustavom, gdje postoji mogućnost njegovog korištenja kao raspršivača radarskih mamaca i kao prenosioca ubojnih sredstava za napadaj na protuzrakoplovne raketne sustave tipa SA-4 i SA-11, a završni udar bi nanio JDAM sistem oružja na protuzrakoplovne raketne PZO sustave manjeg dometa, kao i na protuzrakoplovno topništvo s udaljenosti od 20-35 km.

Kao izuzetno versatilan sustav JSOW bi bio primijenjivan na gotovo svim zrakoplovima zapadne konstrukcije. Ovo je omogućeno korištenjem zrakoplovnih priključaka standardnih protežnosti. Tako je on već usuglašen, osim s prije navedenim zrakoplovima, i sa Bae Tornadom, Grummanom S-3 Vikingom, Lockheedom F-22, a postoji mogućnost da ga se prilagodi i za druge zrakoplove. Posebno je zanimljiva činjenica da je otežano usuglašavanje



između ovog oružanog sustava i F-117 Nighthawka, ali ovo se moglo i očekivati ako se uzme u obzir način nošenja i lansiranja oružja iz ove letjelice.

Cijena po proizvedenom primjerku će biti značajno manja u odnosu prema TSSAM sustavu (200 tisuća USD prema 1-2 miliona USD). Predviđa se da bi uvođenje u uporabu moglo biti negdje krajem 1998. ili početkom 1999. godine. Bit će proizvedeno 21.000 ovih projektila, uz mogućnost da se kasnije taj broj i poveća inačicama za specijale namjene. Od ovog broja 8800 će biti opremljeno s BLU-97, 7800 s jedinstvenim eksplozivnim nabojem, a ostatak će dobiti BLU-108 podstreljivo. Cijena razvojnog dijela programa je 400 miliona USD, a ukupna cijena proizvodnog dijela je 6 milijardi USD.

Ova dva posljednja sustava zapravo pokazuju trend kojim se ide u razvoju preciznih i inteligentnih oružanih sistema. Ujedno, po njima je vrlo dobro vidljiva i promjena u načinu razmišljanja taktičara, koji su uvidjeli da masovna bombardiranja ne moraju uvijek dati i najbolje rezultate, već da se može puno više postići pomoću preciznih napadaja na izabrane ciljeve.

U sljedećem nastavku bit će riječ o preostalim PGM sustavima zapadne proizvodnje, te o mogućoj budućnosti njihovog razvoja i primjene.

(nastavit će se)

Prvo uspješno lansiranje AGM-154 JSOW-a s vođenjem u letu izvršeno je iz F/A-18C 13. prosinca 1994. godine na poligonu China Lake, Kalifornija

Krila na JSOW-u rasklapaju se u zraku nakon lansiranja projektila



Razvoj simulacijske tehnike doživljava svoj ubrzani razvoj od 1960-ih godina. Implementacija računske tehnologije na postojeća elektromehanička sučelja daje golemi skok u kakvoći simulatora te oni polagano postaju vrlo važan i neizostavni dio u vojnim i civilnim zrakoplovstvima.

Današnje doba

CGI svojom kakvoćom sve više dostiže stvarni svijet tzv. fotografskim prikazom na pokazivaču. Danas postoje takvi simulatori koji - iako spadaju u jeftine i jednostavne - svojom kakvoćom i grafičkim prikazom daju mogućnost uspješnog korištenja uz male financijske izdatke. Riječ je o Microsoft Flight Simulator 5.0 predviđenom za korištenje na PC računalima čiju je uporabu u izobrazbi američkih športskih pilota odobrio FAA. Uz 486DX ili Pentium procesor s kvalitetnim grafičkim adapterom, te ostalim pratećim hardverom može se dobiti relativno kvalitetan vizualni prikaz uz kvalitetno simuliranje ponašanja zrakoplova i okoline u interakciji s pilotom pri cijeni već od 1500 USD. Postoje mnoge vojne simulacije koje su PC zasnovane. Naravno riječ je o jeftinim (low cost) simulatorima.

S druge strane imamo velike sustave, vojne

uključuje tankove Abrams, borbeno vozila Bradley, oklopna vozila Humvee i dr. oružane sustave. Po potrebi ćemo unijeti u njihove borbene scenarije zrakoplovstvo, opkoparstvo i logistiku." CCTT omogućava vojnicima da se bore na vjerno prikazanim terenima čiji je izgled kopija stvarno postojećih terena negdje u svijetu. Oni će se kretati i boriti po virtualnom bojištu unutar borbenog vozila kojim će sami upravljati. CCTT može ujediniti dodatne jedinice za potporu. To se omogućava s emulatorima i poluautomatiziranim jedinicama (SAFOR - Semi Automated Forces). SAFOR ne podržava samo borbenu potporu vlastitih jedinica već i neprijateljske jedinice. Tehnologija koja se koristi u tim sustavima temelji se na IBM RISC 6000 procesorima, AIX operativnom sustavu i Evans & Sutherland ESIG 2000 generatorima.

Mogućnost spajanja više jedinica u cjelinu - koristeći CCTT sustav - je ono što se naziva Kombinirani vojni trener (Combined Arms Trainer - CAT). Naknadno, američka vojska namjerava priključiti dodatne simulatore koji bi radili unutar CCTT sustava. To podrazumijeva simulaciju svih borbenih elemenata uključujući PZO, paljbenu potporu, zrakoplovstvo i opkoparstvo. Za neko vrijeme svi borbeni elementi bit će ujedinjeni u zajednički sustav. Oko 2000. godine vojska će pos-

SIMULATORI

Simulatori letenja u današnjoj uporabi pružaju visoki stupanj realnosti koji je poznat pod terminom virtualna stvarnost - virtual reality, što se postiže korištenjem visoko razvijenih CGI (Computer Generated Imagery - računalom stvarana slika)

ili civilne, koji koriste kompleksne i sofisticirane informatičke sustave, a od kraja prošlog desetljeća sve se više radi na povezivanju većeg broja jedinica u mreže. Tako je 1987. godine u Fort Knox, Kentucky (SAD), od strane američke vojske razvijena simulacijska mreža za izobrazbu i uvježbavanje pod imenom **SIMNET-T (Simulation Network)**. SIMNET-T je prvotno bio razvijen za tehnološki prikaz ali se naknadno proširio na više od 200 lokacija širom SAD i Europe. Zbog uspjeha SIMNET-T američka vojska potiče razvoj nadovezujućeg sustava **CCTT (Close Combat Tactical Trainer)**. Uprava za simulacijsku izobrazbu i instrumentaciju (Simulation Training and Instrumentation Command) dodjeljuje 1992. godine ugovor Loral Federal Systems (Manassas, Va.) za razvijanje sustava sljedeće generacije. Prema Nick Aliu, potpredsjedniku za razvoj simulacijskih programa, CCTT će pružati veće mogućnosti nego SIMNET-T. On kaže: "CCTT, jednostavno rečeno, je mreža za zajedničko zadano treniranje zemaljskih borbenih postrojbi, što

jedovati umjetna okruženja sa CCTT simulatorima za sva borbeno djelovanje. Umjesto simulatora s ljudskim operaterima, jedinice za potporu bit će generirane uz pomoć inteligentnog softwera IV. generacije. Sa softweraom IV. generacije može se pratiti kretanje pravog zrakoplova i programski kod će biti automatski zapisivan i korišten u daljnjim simulacijama.

Među ostalim simulatorima kao priključcima na CCTT, Loral Federal Systems razvija simulator za švedski borbeni zrakoplov JAS 39 Gripen. Kompanija razvija dva sustava, svemisijski simulator (full-mission) i višemisijski simulator (multi-mission). Grada Loralovog svemisijskog simulatora je zasnovana na modularnoj građi, slobodno konfigurirajućoj hardwareskoj strukturi i podijeljenoj arhitekturi računala. Sam sustav je podijeljen na sekcije: pilotsku kabinu i vizualni sustav, prostoriju za pretpoletnu pripremu, prostoriju za raščlambu leta i prostoriju s instruktorom.

Svemisijski simulator koristi RISC zasnovano računalo koje može koristiti software razvijen za

Vilko KLEIN



**Simulator F/A-18 Horneta
napravljen za potrebe
RAAF-a (Kraljevskih
australskih zračnih snaga)**

ostale simulatore. Gene Farzier, izvršni direktor projekta JAS 39 naglasio je još jednu jedinstvenu osobinu: "Možemo iskoristiti software koji se koristi u pravim zrakoplovima konvertirajući ga za naše simulatore, te ako u softwareu za zrakoplov postoji bilo koja nova značajnija promjena, možemo je konvertirati i tako pratiti sve promjene."

Još jedna posebnost JAS 39 simulatora je sposobnost pohranjivanja i ponovnog prikazivanja dijelova misije ili kompletne misije. Sustav ima približno 360° vizualnog okruženja koristeći Evans & Sutherland ESIG 3000, s praćenjem pogleda.

LETENJA

Glavno područje interesa, tamo gdje je usmjeren pogled pilota, zauzima kutno vidno polje od 100° x 100°. Bočno područje pogleda visoke rezolucije je široko za još 40°. JAS 39 višemisijski simulator ima gotovo iste mogućnosti kao i svemisijski simulator s tim da je modularno građen i modularno projektiran, dana je pozornost njegovoj mobilnosti tako da se može u kratkom vremenu prebacivati u blizinu nestabilnih područja u cilju izravnog pripremanja borbenih misija.

Gene Farzier naglašava visok stupanj napretka simulacijske tehnologije kod JAS 39 simulatora. On navodi da je taj sustav najkompleksnije taktičko-simulacijsko okruženje na svijetu, jer može simulirati bilo koju danas poznatu prijetnju, te dati učinkovit odgovor na simulatoru. Još jedna od jedinstvenih sposobnosti koju je naglasio jest mogućnost simuliranja nečega što je u današnjim uvjetima praktički nezamislivo, kao što je npr. napadaj stealth zrakoplova ili korištenje naprednih ometača. To se opisuje u obliku matematičkih modela kao programski kod za simulatorsko računalo, te se onda može usvajati nova taktika protiv njih.

Očito je da bez usporednog napretka znanosti ne bi bilo svega ovoga. Letačke simulacije su u pogledu kompleksnosti najzahtjevnije. Iz

ideje o simulaciji, prvo primijenjene kod simulatora letenja, razvili su se svi ostali simulatori koji se sad pokušavaju uklopiti u jedinstvenu mrežu. Prednosti pristupa simulatorima kao sredstvu za rješavanja kompleksnih vojnih problema i traženja odgovora su danas nesagledive i višestruko pokrivaju sve eventualne nedostatke. Prateći povijest možemo zaključiti budućnost. Kao i svuda oko nas postoje tri stanja kojima možemo opisati i razvoj simulacijske tehnologije:

- **1. razvojno stanje** (od Antoinette do pojave CBT i CIG; 1910-1960. godine)

- **2. adaptivno stanje** (od CBT i CIG do SIMNET-T i CCTT; 1960 do otprilike 2000. godine)

- **3. potpuno operativno stanje** (potpuna integracija SIMNET-T i CCTT; od otprilike 2000. pa na dalje).

Za 1. razvojno stanje karakteristično je usvajanje znanja o ponašanju zrakoplova, te temeljnom modeliranju takvog ponašanja. Razvitak znanosti poput aerodinamike i mehanike leta kojima je cilj matematički opisati ponašanje zrakoplova u letu, sve više uzima maha. Shodno tome može se pratiti razvoj od uporabe jednostavnih i primitivnih mehaničkih sustava pa do složenijih simulatora s analognim elektronsko mehaničkim načinom rada. Razvoj mehaničkog sučelja poslužio je kao kostur, a prvi elektronski dijelovi postaju mišićno tkivo tih simulatora. Usporednim razvojem znanosti i tehnike razvijaju se i računala. Nastupa 2. ili adaptivno stanje. Razina računalne tehnologije je postajala sve viša, te prvi digitalno informatički sustavi postaju sljedeća stepenica usavršavanja i implementaci-

je na postojeće sustave, te postaju slični živčanom sustavu. Javljaju se pojmovi interaktivnosti i umjetne stvarnosti (virtual reality). Uz uporabu CIG-a riješen je problem vizualizacije. U današnje doba simulatori postižu fotorealističnu grafiku i visok stupanj realnosti. Proces povezivanja više istih simulatora pa do povezivanja raznovrsnih u manje lokalne pa do većih globalnih mreža još uvijek traje i nastavit će se poslije 2000. godine i u to će vrijeme započeti 3. potpuno operativno stanje kad bi mreža trebala potpuno proraditi, te tako dati sve svoje prednosti. Još jednim pogledom na 2. i 3. stanje proizlazi da se u doba 2. stanja uvježbava ono što je poznato, tj. ono što se dogodilo, a u 3. stanju primjenom navedene tehnologije će se moći predviđati situacije prije nego što se i dogode, te će se borbeno djelovanje vojske moći pripremiti prije događaja koji se može naslutiti.

Prof. Walter M. Hollister, prof. Laurence R. Young, i dr. James Kuchar, svi zaposleni u Odjelu za aeronautiku i astronautiku u MIT-a (Department of Aeronautics and Astronautics at MIT - Massachusetts Institute of Technology) bave se problemima simulacija, svaki s jednim od njezinih aspekata. Oni će u Odjelu za simulacije u laboratoriju Draper održati program o simulatorima

letenja. Prof. Young razvija problematiku gibanja simulatora, prof. Hollister priprema matematičke modele zrakoplova, a dr. Kuchar razvija trenutačne osobine vizualnih sustava i bavi se proučavanjem percepcije prikaza na displeju.

Simuliranje leta zrakoplova

Priprema matematičkog modela mora u sebi sadržati temeljno ponašanje zrakoplova i njegovih sustava. To uključuje: aerodinamiku, potisak motora, podvjesni teret i upravljački sustav. Aerodinamika zavisi od atmosferskih uvjeta, te se i oni integriraju zbog veće realnosti. Proučava se dinamika leta, te se sve to ubacuje u računalo koje sve proračune mora izvršiti u realnom vremenu.

Oni manje kvalitetni simulatori oponašaju pomicanje većine nekog sličnog zrakoplova, a oni više kvalitetni modeli pružaju pilotu osjećaj kao da leti na pravom zrakoplovu toga tipa. Stupanj definiranja zrakoplova omogućava različite sposobnosti letenja. Posebni matematičko-programski (Eulerovi kutevi) dodatci nam omogućuju simuliranje zakrivljenosti zemlje za simulaciju dugotrajnih misija. Uporabom naprednih metoda npr. primjenom kvaterniona mogu se simulirati zrakoplovne akrobacije.

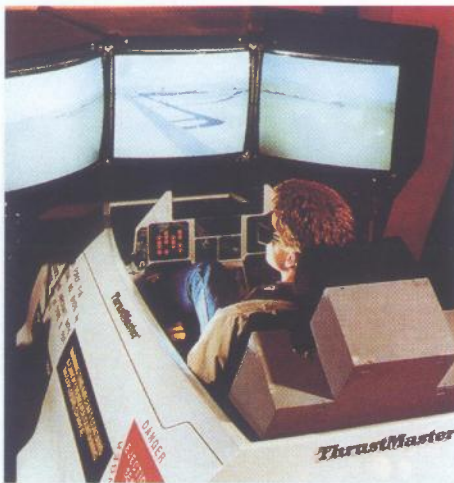
Većina simulatora zasniva se na definiranju modela sa šest stupnjeva slobode (6 DOF - 6 degree of freedom) za uobičajene manevre, dok za one složenije se koristi metoda kvaterniona. Takvi simulatori imaju ugrađene modele od područja vjetra, turbulencije i smicanja vjetra, pa sve do kompleksnih rotora, podrhtavanja i turbulencije pri čistoj vidljivosti (clear air turbulence). Za pripremu i opis modela najčešće se koriste programski jezici FORTRAN 77, C, C++, ili ADA, koji se najčešće koriste na VMS ili UNIX strojevima.

Hardware. Hardware se koristi u zavisnosti od proizvođača do proizvođača. Glavno računalo može biti jedno- ili višeprocorsko, a komuniciraju najčešće pomoću DMA (Direct Memory Access - direktan pristup memoriji). Postoje još manja satelitska računala koja nadziru rad perifernih sustava: hidraulika / pneumatika, zvuk, slika, instrumenti, poruke instruktora itd.

Instrumenti. U simulatorima temeljni instrumenti su nužni za izvršenje temeljne zadaće dok ostali instrumenti zavise od vrste zadaće za koju je namijenjen simulator. Kod kvalitetnih simulatora koriste se točno preslikane kabine što iziskuje posebne konvertere (interface) na relaciji računalo-kabina.

Temeljni sustavi. Jedna od pilotskih zadaća tijekom leta je i praćenje rada sustava zrakoplova. Tako i većina simulatora podržava rad s temeljnim sustavima, ali za potpuno okruženje pilota potrebno je simulirati rad sa svim sustavima zrakoplova u cilju maksimalnog prihvaćanja rada određenog tipa zrakoplova.

Sustav za stvaranje slike. Jednostavni simulatori ne podržavaju stvaranje slike. To se odnosi na



Moderni simulatori mogu biti i tzv. "low-cost", tj. zasnovani na jeftinim računalima i programima, poput francuskog Thrust Mastera

IFR (Instrumental Flying Rules - pravila instrumentalnog letenja). Ako je vizualni sustav nazočan, slika se reproducira izvan kokpita. Koristi se CGI, a kakvoća slike ovisi o bazi podataka, sustavu za generiranje slike i uređaju za projiciranje slike. Baza podataka sadržava podatke o terenima i objektima, sustav za stvaranje slike konvertira takve podatke u odgovarajući perspektivni prikaz u realnom vremenu, dok uređaj za projiciranje tako dobivene podatke projicira na displej izvan kabine. Osobine se mogu značajno razlikovati. Najjednostavniji je noćni pogled jer zbog prirode ljudskog oka nije potrebno kreirati detaljne scene s mnogo boja popunjavanjem površina i visokom frekvencijom obnavljanja slike kao za simulaciju dnevnih uvjeta, što traži veću snagu računala, već je potrebno relativno malo detalja, nekoliko tamnijih nijansi, a slika se sastoji uglavnom od točkica (zvijezde na nebu i svjetla na zemlji).

Baza podataka. Programski zapisi baze podataka sadrže sve podatke za opis terena. Ovisno o položaju zrakoplova, računa se perspektiva, te se iscrtava slika. Sadrži sve potrebne podatke za iscrtavanje slike (njive, livade, šume i drveće, rijeke, jezera, mora, zgrade, zračne luke itd). Napredniji sustavi računaju vidljivost što ovisi od čistoće atmosfere. Može se simulirati magla pa čak i kiša koja udara na vjetrobransko staklo kabine.

Grafički zapisi, grafička okruženja i programski alati su uglavnom korišteni na Silicon Graphics GL i Sun XGL, X-windows i Motif, VAPS (Virtual Applications Prototyping System) i CAE TIGERS (The Interactive Graphics Environment for Real-Time Systems).

Baza podataka može sadržavati podatke koji ovise od okoline u kojoj se zrakoplov nalazi. Zavisno od oblika terena računa se vjerojatnost turbulencije ili smicanja vjetra na nižim visinama, te se simuliraju takvi uvjeti. Moguće je i simuliranje termičkih stupova.

Vizualni sustav. Prikaz slike zavisi od mnogo čimbenika, a mnogi su već navedeni prethodno. Ovisno od širine vidnog polja mogu se koristiti monitori ispred kabine (uglavnom civilni simulatori), zatim preko projektoru i širih zaslona sve do potpunog sfernog okruženja. Za njega se koristi sustav od više projektoru, a kabina tj. oči

pilota bi se u najidealnijem slučaju trebale nalaziti u sredini kugle. Koristeći konkavna ogledala, sustave leća, slika se čini beskonačnom. Vojni simulatori koriste napredne uređaje za prikaz kvalitetnih tekstura preko CGI-a i podržavaju uglavnom široke displeje. Karakterizira ih vertikalno vidno polje (vertical-field-of-view - Vfov) od $\pm 20^\circ$ i vodoravno vidno polje (horizontal-field-of-view - Hfov) od 150° . Za "dnevno svjetlo" brzina obnavljanja slike je 60 Hz, a za "noć, sumrak i svitanje" brzina obnavljanja je 30 Hz.

Simuliranje pomaka. U naprednijim simulatorima simuliranje pomaka ima ulogu davanja osjećaja gibanja kao u pravom zrakoplovu. Približno se mora stvoriti prividni osjećaj kutnih ubrzanja i vektora sile koja djeluje na pilota. Naravno, nije moguće u potpunosti simulirati svekoliko gibanje zrakoplova, ali se ipak može stvoriti prividan osjećaj gibanja.

Najčešće se koristi platforma zasnovana na hidrauličkim ili pneumatskim cilindrima koji su tako spregnuti da mogu naginjati kabinu u više smjerova. Takvi sustavi varaju receptore za ravnotežu kod pilota, te se tako ubrzanje simulira naginjanjem unatrag, a usporenje unaprijed. Jaka ubrzanja kod vojnih zrakoplova se simuliraju stezanjem tijela posebnim omčama. Za postizanje najboljeg osjećaja koristi se platforma sa šest stupnjeva slobode (6 DOF). Kakav će se sustav za simulaciju pomaka koristiti ovisi najprije od onoga za što je potreban simulator.

Simuliranje sila na palici. Kod jednos-

Simulacija okoline. U bazama podataka osim podataka o izgledu terena iznad kojeg letimo potrebno je integrirati i meteorološke uvjete u kojima se nalazimo. Pod tim se podrazumijevaju kontinuirani vjetrovi koji utječu na navigaciju, polijetanje i slijetanje, te nestalne vjetrove promijenjivog inteziteta i smjera. Kvalitetniji uređaji simuliraju učinke koji su u zavisnosti od gustoće zraka, temperature, visine, turbulencije, stanja piste i podrhtavanja.

Tendencije daljnjeg razvoja

Kakvoća simulatora ovisi o kakvoći svih njegovih dijelova. Kao što se vidi iz iznesenog, velik je broj činitelja koji utječu na uspješnu simulaciju, a najteži problem je integrirati sve te dijelove u cjelinu. Neovisno od simulatora letenja - koji su ipak dio na koji se troši najviše materijalnih sredstava - istraživanje simulatora u svijetu u sve je većem zamahu. (mreže CCTT i SIMNET-T). Problematika koju oni rješavaju na jeftin i bezopasan način, te mogućnost pripreme zadaće u svim njegovim uvjetima prije realnog izvršenja, daje snažnu stratešku prednost u budućim sukobima. Primjer toga je Zaljevski rat 1991. godine koji se prethodno odvijao na taktičkim simulatorima u SAD i Europi. Postoji velik broj centara širom svijeta koji se bave problematikom i razvojem simulatora letenja. Neki od njih vezani su za projekte stvarnih zrakoplova koje proizvode i to se uglavnom odnosi na civilno zrakoplovstvo, dok se za vojno zrakoplovstvo mora integrirati veći broj grana znanosti i tehnike za proizvodnju uspješnog simulatora. Ovo su samo neki od postojećih središta u Europi koji se bave simulatorima letenja: Aérospatiale (AS), Aéroformation (AEF), Deutsche Aerospace Airbus (DA), Dornier (DO), Defence Research Agency (DRA), Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR), University of Kassel (UKS), isto kao, technical University of Braunschweig (TU-Br), Zentrum für Flugsimulation Berlin (ZFB), Deutsche Lufthansa (LH) i CAE Electronics GmbH.

Kao što se vidjelo u projektu multimisijskog simulatora za JAS 39 Gripen, osim u središtima za izobrazbu, tendencija je dobiti mobilne sustave koji će se moći u relativno kratkom vremenskom razdoblju transportirati u blizinu "vrućih" područja, te tako pripremiti pilota, ali i ostale vojnike, na sve situacije što ih čekaju na bojištu u cilju rješavanja zadaće sa što manjim gubitcima i što većom efektivom, te nanošenja maksimalnih gubitaka neprijatelju. Očito je da postoji tendencija integriranja svih podataka prikupljenih s bojišta, te traženja optimalnog rješenja na trenutačnu situaciju. To će biti glavna prednost CCTT-a i SIMNET-T. Zbog toga se danas širom svijeta radi na svim aspektima simulatora za vojnu primjenu, a posebno za zrakoplovstvo, jer prevlast u zraku daje veliku prednost tijekom izvođenja borbi.



Izgled simulatora za
helikopter SA.332 Super
Puma



tavnijih modela koriste se opruge spregnute s palicom, dok se kod najsavršenijih modela koristi računalo za proračunavanje sila na palici.

Zvučni sustav. Ovdje se isto tako razlikuje kakvoća u zavisnosti od vrste uređaja. Jednostavniji simulatori će simulirati samo temeljne zvukove, dok će najkompleksniji imati sustav s više zvučnika koji okružuju pilota, te tako daju osjećaj da zvuk dolazi sa svih strana. Takvi simulatori imaju posebnu bazu podataka za zvukove, te ovisno o parametrima leta reproduciraju potreban zvuk. Vrsta i jačina zvukova ovise od mnogo čimbenika (npr. za motor - njegov broj okretaja), a od ostalih zvukova postoje zvukovi rulanja, dodira piste, korištenja oružja, pa sve do zvukova koji okružuju letjelicu (npr. grmljavina).



Sve više ratnih mornarica u svijetu raspolaže malim nosačima zrakoplova koji mogu obavljati čitav niz zadaća

Tijekom II. svjetskog rata pokazalo se kako je zrakoplovna komponenta neke pomorske sile njezin nerazdvojni dio, dapače kako postaje njezin temelj. Ova se tendencija nastavila i nakon rata, kad su taktičke udarne skupine izgrađene oko nosača zrakoplova postale najvažnijim mornaričkim postrojcima. Ovakve skupine služile su projekciji pomorske moći diljem svjetskih oceana,

prigodom su Britanci izveli i zračni desant helikopterima s nosača **HMS Theseus** i **HMS Ocean**, prebacujući za devedesetak minuta pet stotina pripadnika mornaričkog pješništva u područje Sueskog kanala, djelujući usklađeno s konvencionalnim zračno-desantnim padobranskim snagama. Bio je to jedan od prvih desanata te vrste. Tijekom Vijetnamskog rata američke su pomorske snage stalno djelovale u području Tonkinškog zaljeva, oslanjajući se na nosače zrakoplova, a sličnu narav imale su i operacije tijekom nedavnog zaljevskog rata. Napokon, spomenimo i kratkotrajni rat Velike Britanije i Argentine 1982. godine, koji se odigravao na otvorenom moru (osim u svojoj završnici), pri čemu su nosači zrakoplova igrali ključnu ulogu. Međutim, nosači su zajedno sa svojim pripadajućim zrakoplovnim skupinama vremenom postajali sve teži teret (ponajprije u novčanom smislu) srednjim i manjim mornaricama, te se stoga broj pomorskih sila koje njima raspolažu nije

MALI NOSAČI

ali i u uskim morima.

Kao ilustracija ove tvrdnje služi nam primjer američke, ali i bivše sovjetske mornarice, kroz njezinu težnju za izlaskom na oceane, uz usporedne napore za izgradnju nosača zrakoplova; nakon serije hibridnih brodova, konačno im je uspjelo izgraditi konvencionalni nosač zrakoplova, no potreba za njim je ubrzo otpala.

S druge strane nalazimo sukobe u uskim morima, gdje se ponovno potvrdila vrijednost zrakoplovnih snaga mornarice. Najprije je u korejskom ratu, od 1950. do 1953. godine, sudjelovao

bitno povećao, uz istodobno opadanje broja samih nosača.

Razvitak koncepcije

Potkraj pedesetih godina su nosačima zrakoplova raspologale zemlje koje su bile saveznice u najvećim dotadašnjim pomorskim sukobima - bitki za Atlantik i bitki za Tih ocean. Radilo se o Sjedinjenim Američkim Državama, Velikoj Britaniji, Kanadi, Australiji, Francuskoj, te Nizozemskoj. Sjedinjene Države su nakon korejskog rata imale ekspanzivni program izgradnje nosača, a Velika Britanija je opskrbila manje mornarice svojim prekobrojnima lakim flotnim nosačima. Francuska u početku nabavlja dva američka i jedan britanski laki nosač, a zatim i sama pokreće program izgradnje nosača zrakoplova.

Tako je izgradnja nosača zrakoplova ostala ograničena na tradicionalne pomorske velevladi, koje su time pronašle koncepcijsku zamjenu za nekadašnje kapitalne brodove, dreadnoughte. Međutim, nagli porast vrijednosti osobina ukranih zrakoplova, osobito uvođenjem mlaznog pogona, zahtijevao je i povećanje istisnine i protječnosti brodova koji su ih nosili. U Sjedinjenim Državama istisnina je porasla od 27.000 tona ratnodobnog razreda **Essex** na 45.000 tona prvog

Boris ŠVEL

Španjolski nosač zrakoplova **Dédalo**



poslijeratnog razreda **Coral Sea**, pa na 60.000 tona razreda **Forrestal** i **Kitty Hawk**, a 1961. godine zaplovio je **USS Enterprise**, koji je kao prvi nosač zrakoplova na nuklearni pogon istiskivao 75.000 tona. Britanci su izveli sličan skok kod poslijeratnih **HMS Ark Royal** i **HMS Eagle**, koji su istiskivali nekih 42.000 tona, dok su se Francuzi sa **Clemenceauom** i **Fochom** zadržali na 27.000 tona.

Potkraj sedamdesetih situacija je bila ponešto drukčija. Nosači su ispali iz flotnih lista Kanade i Nizozemske, a pojavili su se u indijskoj, brazilskoj, te argentinskoj mornarici (u posljednjem se slučaju radilo o kupnji bivšeg nizozemskog nosača). Španjolska je pak iz SAD dobila jedan bivši laki flotni nosač ratnodobnog razreda **Independence** pregrađen u nosač helikoptera **Dédalo**. Govoreći o malim mornaricama, svi su ostali nosači bili konvencionalnog tipa, tj. s katalpultima, osim australskog **HMAS Sydney**, koji je



Britanski Harrier GR Mk 1 na palubi francuske helikopterske krstarice **Jeanne d'Arc** tijekom pokusa u listopadu 1973. godine

AS Melbourne i unatoč glasinama kako je australska mornarica bila pokazala zanimanje za kupnju nekog britanskog, ili pak starijeg američkog nosača zrakoplova, ovaj se razred brodova do danas nije više ponovno ukazao pod australskim stijegom.

Traganje za rješenjem

Usljed eskalacije troškova izgradnja novih

ZRAKOPLOVA

bio pregrađen u nosač helikoptera, a nakon havarije konzerviran, pa raspriješen.

Usporedno s ovim zbivanjem, Francuska, Velika Britanija, Italija, i bivši SSSR su pojačali svoje pomorske snage uvođenjem hibridnih brodova, osposobljenih za nošenje helikoptera, a za njima se bio poveo i Japan, premda u nešto skromnijoj inačici. Nekoliko godina kasnije, Velika Britanija je otpisala svoj posljednji konvencionalni nosač zrakoplova, **HMS Ark Royal**, i već se činilo kako će se djelatnosti njezinih pomorskih zračnih snaga (Fleet Air Arm) morati ograničiti na helikoptere. Australija je pak raspriemila i svoj posljednji nosač zrakoplova **HM-**

nosača zrakoplova predstavljala je izvanrednu poteškoću. Sredinom šezdesetih godina Britanci su pokrenuli projekt izgradnje konvencionalnog nosača zrakoplova pod nazivom **CVA-01**. Napori za štednjom su urodili odprilike četvrtinom borbenih mogućnosti u usporedbi s američkim



Helikopterska krstarica talijanske **RM Vittorio Veneto** - uočljiva je helikopterska paluba protežnosti 48 x 18,5 metara

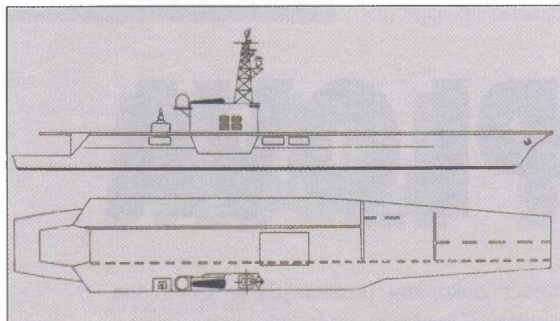


Bivši sovjetski nosač
zrakoplova Novorosijsk
razreda Kijev

nosačem **USS John Fitzgerald Kennedy**, uz 80 posto istisnine i 75 posto cijene američkog broda. Daljnju je nedaću predstavljala cijena ukrane zrakoplovne skupine, ali i predviđenih eskortnih

brodova, razarača **Type 82**, čiji je prototip **HMS Bristol** prilično razočarao. Projekt je otkazan 1966. godine, što je bila adekvatna odluka, a priča se kako su čak i konstruktori broda bili odahnuli.

Već smo spomenuli tzv. hibridne brodove. Radi se o razredu koji se pojavio šezdesetih godi-



Prijedlog SCS broda prema
zamisli američkog admirala
Zumwalta

na, bilo kao dopuna konvencionalnim nosačima, bilo kao jeftin način priskrbljivanja zračne (helikopterske) komponente srednjim mornaricama. Ti su brodovi imali uobičajeno topničko i raketno naoružanje na pramcu, a na krmi je bio hangar i paluba za uzlet helikoptera. Prvi ovakav

brod bila je francuska školska krstarica **Jeanne d'Arc** iz 1964. godine, s drugotnom namjenom protupodmorničkog, desantnog, ili zapovjednog broda.

Francuski su primjer slijedile Italija s brodovima **Caio Duilio** i **Andrea Doria**, ali i Velika Britanija koje je pregradila dvije od tri klasične krstarice razreda **Tiger** u hibridne brodove. Zatim su slijedili talijanski **Vittorio Veneto** i bivši sovjetski razred **Moskva**, a vrhunac razvika hibridnih brodova predstavlja bivši sovjetski razred **Kijev**. Sve ove brodove nazivalo se i helikopterskim krstaricama, dok je razred **Kijev** prouzročio probleme pri klasifikaciji, osobito na Zapadu jer ih je izvorna klasifikacija nazivala "protupodmorničkim krstaricama", no čini se kako ni izvorna klasifikacija nije bila dosljedna. Na posljeticu spomenimo i japanske razarače **Hiei** i **Haruna**, od kojih je svaki bio opremljen za nošenje tri teška protupodmornička helikoptera, čime predstavljaju najmanje hibridne brodove.

Hibridni brodovi danas polako nestaju iz flotnih lista, ali su u svoje doba dali doprinos razviku koncepcije brodova sposobnih za nošenje letjelica, i tako ih treba i vrednovati. Međutim, pojava zrakoplova s mogućnošću okomitog polijetanja i slijetanja, posebice britanskog **Harriera**, pružila je moguće rješenje. Američki zapovjednik pomorskih operacija (Chief of Naval Operations - unatoč nazivu, njegova je funkcija koordinacijska), admiral Elmo Zumwalt, potaknuo je u početku sedamdesetih razradbu koncepcije broda za nadzor mora, engl. **Sea Control Ship - SCS**. Radilo se o sasvim malom nosaču na kojem je trebalo biti ukrcano 14 protupodmorničkih helikoptera i tri **Harriera**, s kojima je američki Zbor mornaričkog pješništva (Marine Corps) već bio stekao potrebna iskustva. Koncepcija je iskušavana na prilagođenom desantnom nosaču helikoptera **USS Guam** od 1972. do 1974. godine, i nisu se bile ukazale nikakve teškoće. Admiral Zumwalt je



AV-8A Harrier na bočnom dizalu broda USS Guam

umirovljen 1974. godine, i SCS koncepcija je tiho odbačena. Razlozi su bili višestruki: mornaričko je zrakoplovstvo pritiskalo bojazan kako bi SCS brodovi mogli posve nadomjestiti velike nosače, umjesto što bi ih samo dopunjavali u ulozi brodova za rutinske ophodne zadaće. Drugo, povećanje mogućnosti ophodnih zrakoplova smještenih na kopnu poništavalo je vrijednost SCS brodova; i napokon, mogućnost samoobrane taktičke skupine sastavljene oko SCS broda pred rastućim navalnim sposobnostima bivšeg SSSR-a bila je posve upitna. USS *Guam* je vraćen svojoj izvornoj ulozi, no marinski Harrieri nastavljaju djelovati s nešto većih razreda desantnih nosača helikoptera, razreda *Tarawa* i *Wasp*. Pa ipak, SCS koncepcija našla je svoju primjenu, i to u britanskoj i španjolskoj mornarici, dok je američkom razredu *Wasp* upravo to sporedna uloga.

Britanska mornarica se sredinom sedamdesetih godina našla pred otpisivanjem svojih konvencionalnih nosača zrakoplova. Istodobno, pojavila se potreba za brodovima koji bi bili jezgra protupodmorničkih skupina za zaštitu atlantskih pomorskih komunikacija, i koji bi bili sposobni preživjeti možebitne napadaje bivše sovjetske mornarice i zrakoplovstva. Tako se bio pojavio projekt helikopterske krstarice s potpunom palubom (through-deck helicopter cruiser), kako je budući razred isprva nazvan. Težište je borbenih sustava prvobitno bilo na protupodmorničkim teškim helikopterima i dugodometnom raketnom protuzrakoplovnom sustavu Sea Dart, no pojava mornaričke inačice Harriera, tj. gotovo posve novog zrakoplova *Sea Harrier*, znatno je proširila mogućnosti brodova. Prvi brod iz razreda, **HMS *Invincible***, je zajedno s **HMS *Hermesom***, prilagođenim nosačem helikoptera, potvrdio svoju vrijednost u ratu za Malvine (Falklande) 1982. godine. U tom ratu djelovali su i popisni nosači, o kojima će biti riječi kasnije. Iskustva falklandskog (malvinskog) rata potaknula su pojačavanje ukrcajne skupine Sea Harriera s pet na osam, ukrcavanje AEW helikoptera (Airborne Early Warning; radi se o letećoj radarskoj postaji za motrenje i navođenje), te ugradnju topničkih sustava za blisku proturaketnu obranu.

S druge strane je španjolska mornarica, stekavši potrebna iskustva s ukranim Harrierima na svojem nosaču *Dédalo*, pokazala zanimanje za SCS koncepciju. Rezultat zajedničkog rada američko-španjolske projektne skupine je dobro poznati mali nosač zrakoplova ***Principe de Asturias***. Trup broda je utemeljen na bivšem američkom projektu, i bliži je trgovačkim nego vojnim standardima za brodove, dok je pogon na jednu osovinu svjesna žrtva koja ograničava brzinu i pokretljivost broda. Elektronika je također reducirana, a naoružanje su samo topovi za blisku obranu (četiri sustava Meroکا kalibra 20 mm). Snažna zračna skupina je stoga primarni bojni sustav ovog broda. Prema svemu sudeći, ova je koncepcija najprivlačnija manjim mornaricama.



Dodajmo kako je ugradnja pramčane skakaonice (ski jump) za Sea Harriera omogućila uzlijetanje ovih zrakoplova s većim opterećenjem.

Skyhook i popisni brodovi

Sredinom osamdesetih godina u Velikoj Britaniji, zemlji s najvećim iskustvom u primjeni zrakoplova s okomitim polijetanjem i slijetanjem, razvijana su još dva načina davanja zrakoplovne komponente floti.

Koncern British Aerospace predložio je sustav **Skyhook** ("nebeska kuka"), utemeljen na hidrauličnoj dizalici koju nadzire računalo. Zamisao se sastoji u tome da Sea Harrier lebdi unutar kocke čije su stranice duljine tri metra, prateći brod na kojemu je Skyhook instaliran. Ova zamišljena kocka predstavlja "prozor" unutar kojeg je moguć zahvat krakom dizalice. Krak navodi izučeni časnik, a računalo prilagođava položaj kraka poništavajući ljuljanje i posrtanje broda. Po izvedenom zahvatu, zrakoplov se ukrcava u hangar.

Proizvođač tvrdi kako je sustav uporabljiv do stanja mora 6, te kako ga je moguće ugraditi na brod od samo 500 tona istisnine, premda optimalnom platformom smatra brod približno od 4.000 tona. Predviđanja kako bi brod otprilike od 5.000 tona istisnine mogao nositi četiri Sea Harriera i još dva AEW helikoptera, autor drži ponešto optimističnim. Naime, primjena Skyhooka na brodu

USS Essex (LHD 2) u redovitoj ulozi desantnog broda nosi šest do osam AV-8B Harriera, odnosno do 20 takvih zrakoplova u SCS ulozi

HMS Ark Royal - vidljivi su pramčani obrambeni sustavi Sea Dart i Phalanx, te helikopter Sea King AEW Mk.2A i zrakoplov Sea Harrier FRS Mk.1 u letu

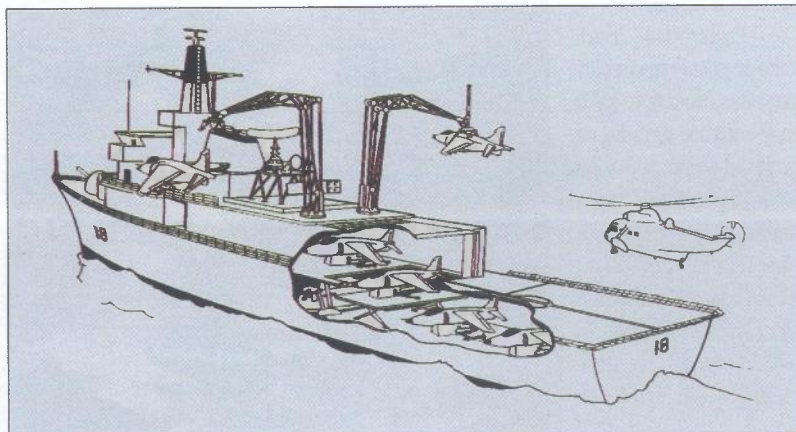




**Španjolski nosač zrakoplova
Principe de Asturias
utemeljen je na američkom
projektu SCS**

veličine fregate značila bi na neki način povratak hibridnim brodovima. U svojoj temeljnoj ulozi brod bi trpio zbog neophodnosti smanjivanja ostalih bojnih sustava, a uzlijetanja bi bila moguća samo s helikopterske palube (ili pomoću Skyhooka?), čime otpada mogućnost uporabe skakaonice (radi se, dakle o ozbiljnom taktičkom ograničenju). Napokon, premda za slijetanje pomoću Skyhooka navodno nije potrebna velika letačka vještina pilota Sea Harriera, uporabljivost ovog sustava na moru ostaje upitna. Koliko je poznato, Skyhook još nije ugrađen ni na jedan brod, i tek će budućnost pokazati može bitnu uporabljivost ovog sustava.

Drugi mogući pristup kojim bi se uštedjelo na nosačima zrakoplova jest uporaba popisnih brodova, tj. trgovačkih brodova koji bi po oglašenoj mobilizaciji bili pretvoreni u ratne (na primjer, pomoćne krstarice u oba svjetska rata, ili uporaba kočarica kao minolovaca). U slučaju nosača zrakoplova, to nalikuje na tzv. MAC brodove iz vremena II. svjetskog rata (Merchantmen Aircraft Carriers, tj. trgovački brodovi nosači zrakoplova). Radilo se o brodovima za prijevoz rasutih tereta ili tankerima kojima su Britanci dograđivali improvizirane uzletne palube, s nekoliko zrakoplova za zaštitu konvoja. Osim pripadnika letačke skupine, posada je ostajala trgo-



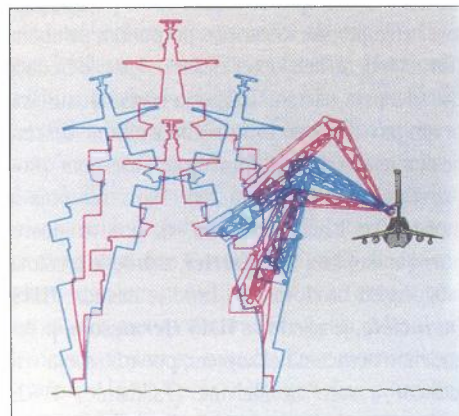
**Prijedlog broda opremljenog
sustavom Skyhook**

vačka, a ovi brodovi su popunjavali prazninu do dolaska prvih eskortnih nosača.

Britanska je Kraljevska mornarica (Royal Navy) je doista rabila dva ovakva broda za vrijeme

sukoba s Argentinom, i to kontejnerski brod **Atlantic Conveyor**, sa šest Sea Harriera FRS Mk.1 i osam Harriera GR Mk. 3 (ovaj je brod izgubljen zajedno sa zrakoplovnom skupinom pogotkom argentinskog projektila Exocet), te ro-ro brod **Contender Bezant**, sa četiri Harriera. Nakon rata nastavljeni su pokusi s pregrađenim kontejnerskim brodom **Astronomer**, koji je kao **RFA Reliant** (pomoćni brodovi britanske mornarice nose prefiks **RFA**, Royal Fleet Auxiliary, tj. kraljevski pomoćni brod, za razliku od ratnih, koji nose prefiks **HMS**; posada RFA je mješovita građansko-vojna) nosio, međutim, samo helikoptere. Na temelju stečenih iskustava razvijen je predloženi **SCADS** sustav (shipborne containerized air-defence system, tj. kontejnerizirani protuzračni sustav nošen na brodu). Ovaj sustav sastoji se od oko 230 standardnih ISO kontejnera i gotove uzletne palube koja bi se, zajedno s kontejnerima, postavljala na brod. Kontejneri bi sadržavali sve što je potrebno za potporu zrakoplova, ali i za smještaj prekobrojnog osoblja, pa čak i za samoobranu broda.

Praksa je, međutim, otišla drugim smjerom: Kraljevska mornarica je kupila spemenuiti



**Shema stabilizacije sustava Skyhook u
odnosu na lujljanje i posrtanje broda**

Contender Bezant, te ga nekon pregradnje od 1984. do 1988. godine (!) primila u flotu kao **REA Argus**, u ulogu broda za izobrazbu zrakoplovstva. U toj je ulozi smijenio otpisani **REA Engadine**; tijekom zaljevskog rata djelovao je kao brod za prihvat i evakuaciju ranjenika, a zatim je upućen u Jadran radi potpore helikopterima. Čini se kako Kraljevska mornarica nije baš zadovoljna ovim brodom, što proizlazi iz njegovih "urođenih" nedostataka kao bivšeg trgovačkog broda. Ovakav stav je doveo do neophodnosti izgradnje desantnog nosača **HMS Ocean**, čiji je projekt stoga preživio sva smanjenja britanskoga obrambenog proračuna.

Po svemu sudeći, popisni su nosači, unatoč privlačnosti i niskoj cijeni SCADS sustava, još jednom potvrdili stari obrazac povećavanja zahtjeva koji se postavljaju pred neki bojni sustav, kao i parametra tog bojnog sustava (uključujući i cijenu), sve dok ovaj ne postane prevelik, preskup, i neadekvatan za postavljene mu zadaće.

Današnji i budući mali nosači

U Južnoj Americi, **Argentina** i **Brazil** imaju po jedan stari britanski flotni nosač zrakoplova (razreda **Colossus**), i obje zemlje, tradicionalni pomorski rivali, se trse održati ih u svojim flotama. Brazil je nedavno uspio dovršiti rekonstrukciju **Minas Gerais**, koji ponovno plovi s ukrcanom skupinom starih protupodmorničkih zrakoplova Grumman S-2 Tracker i protupodmorničkih helikoptera, dok argentinski **Veinticinco de Mayo** ne plovi zbog pomanjkanja novca za ponovnu rekonstrukciju. Brazil ima neodređene planove za izgradnju konvencionalnog nosača istisnine 35 do 40 tisuća tona, brzine 28 čvorova, s parnim katapultima i snažnim naoružanjem, te ukrcanom skupinom od 30 do 40 zrakoplova. Ovaj se plan čini ipak preambicioznim, i vjerojatnija je gradnja broda koji bi nosio Sea Harriera i helikoptere, uz istisninu od 25.000 tona.

Čile, još jedna tradicionalna pomorska sila Južne Amerike, je razmatrao nabavu dva mala nosača u Njemačkoj, no čini se kako je cijena zrakoplovne skupine prevelika.

Indija također produžuje životni vijek svoja dva nosača, **INS Vikrant** (također razreda **Colossus**) i **INS Viraat** (bivši HMS *Hermes*) do krajnjih granica uporabljivosti. Potkraj 1989. godine bili su najavljeni planovi za izgradnju dva nosača zrakoplova zbog zamjene postojećih plovila. S francuskom tvrtkom DCN bio je sklopljen ugovor o preliminarnoj studiji za nosač istisnine oko 28.000 tona, brzine 30 čvorova, s mogućnošću konvencionalne izvedbe ili izvedbe sa skakaonikom za Sea Harriera, no 1991. godine poništeni su ovi planovi i pažnja je preusmjerena na nosač tipa talijanskog **Garibaldi**, uz glasine o razmatranju desantnog nosača. Projekt nosača zrakoplova je, međutim, tek drugi prioritet nakon nuklearnog podmorničkog programa.

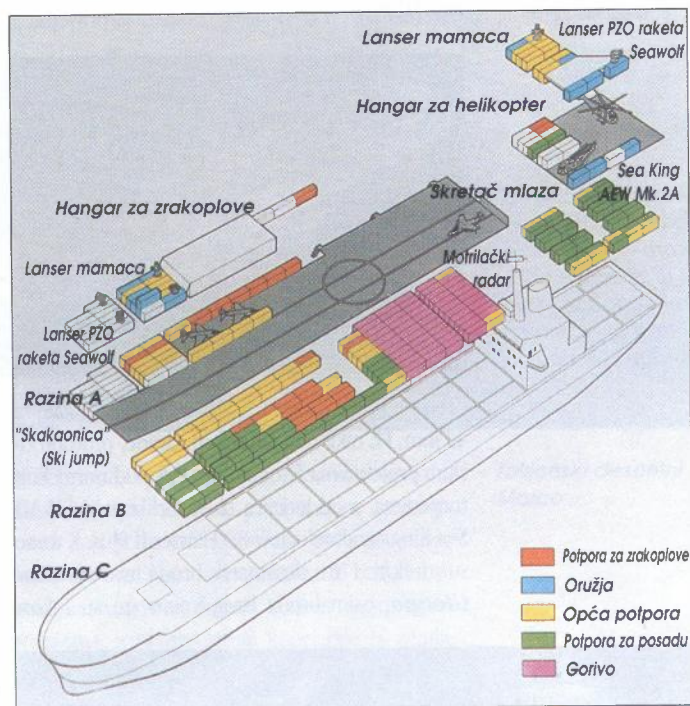
Sjedinjene Američke Države imaju snažnu flotu velikih nosača, uz desantne nosače helikoptera razreda **Iwo Jima**, **Tarawa**, i **Wasp**, od kojih posljednji imaju, kao što smo vidjeli i drugu SCS ulogu. Postojeći američki nosači zrakoplova smatraju se pak prilagođeni specifičnim američkim potrebama, i druge mornarice ne temelje svoje projekte na njima.

U Europi **Velika Britanija** osim tri broda

razreda *"Invincible"* gradi desantni nosač HMS *Ocean*, istisnine od 20.000 tona, dizelovog pogona na dvije osovine, brzine 18 čvorova. Brod će biti naoružan sa četiri dvocijevna PZ topa Oerlikon kalibra 30 mm, i četiri sustava Phalanx kalibra 20 mm. HMS *Ocean* će imati potpuni zapovjedni sustav, a prevoziti će do 800 marinaca s opremom (tj. jednu ojačanu bojnu). Desantiranje će se izvoditi jurišnim plovilima i helikopterima, kojih će ukrati 12 komada, uz mogućnost nošenja Sea Harriera. Brod se gradi u brodogradilištu Kvaerner Govan a dovršit će ga Vickers, koji će ugraditi i vojnu opremu. Gradnja drugog broda istog razreda nije sigurna, unatoč planovima, budući da su u planu i dva nova desantna jurišna broda,



Popisni brod *Atlantic Conveyor* u svibnju 1982. godine na putu za Malvine (Falklands) s ukrcanim Harrierima i Sea Harrierima; na pramcu je vidljiva uzletna paluba sa spremnim Sea Harrierom



Shema predloženog SCADS sustava

kao zamjena za islužene brodove **HMS Fearless** i **HMS Interpid**, čija rekonstrukcija nije više moguća.

Osim toga, Kraljevska mornarica razmatra buduću zamjenu za razred *Invincible*. Projekt je dobio naziv **CVSG (R)**, a bio bi u suštini usavršeni *Invincible*, no bez dugodometnog PZ raketnog sustava i većim mogućnostima smj zrakoplova u hangaru. Ovaj se projekt čini prilično vjerojatnim,



RFA Argus služi kao brod za izobrazbu mornaričkih zrakoplovnih posada



Brazilski klasični mali nosač zrakoplova Minas Gerais

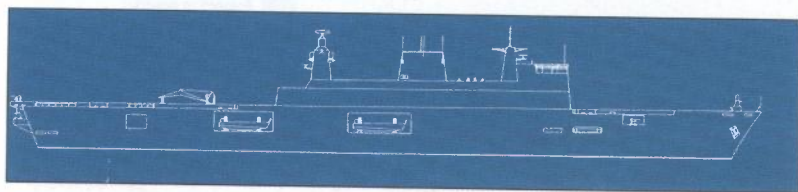
budući da bi projekt sličan francuskom *Charles de Gaulle*-u (o čemu su također kružile glasine) po svoj prilici izazvao krizu jednako ozbiljnu kao i nekadašnji CVA-01.

Italija ima mali nosač zrakoplova *Giuseppe Garibaldi*, koji djeluje u ulozi zapovjednog

Talijanski nosač zrakoplova Giuseppe Garibaldi - tek početkom 1989. godine ukinut je zakon iz 1923. godine, koji je zabranjivao talijanskoj mornarici uporabu zrakoplova



broda flote, naoružan je lakim PZ topovima kalibra 40 mm, PZ raketnim sustavom Aspide, protubrodskim projektilima Otomat, te protupodmorničkim torpedima, a od letjelica tu su helikopteri SH-3D Sea King i zrakoplovi AV-8B Harrier II Plus. K tome su u floti i tri desantna broda razreda *San Giorgio*; osim broda istog imena, tu su i *San*



Izgled budućeg britanskog desantnog nosača helikoptera HMS Ocean

Marco, te *San Giusto*. Ovaj razred desantnih brodova izazvao je veliko zanimanje svojom kompaktnošću i razmjerno niskom cijenom. Eliminacijom pokretnog pramca i krmenog naplavnog doka, te jurišnih plovila, uz pojačanje samoobrambenog naoružanja dobio bi se djelotvorni mali SCS brod, istisnine oko 7.000 tona, brzine 21 čvor, koji bi bio zanimljiv manjim mornaricama.

Novi mali nosač; *Giuseppe Mazzini*, imao

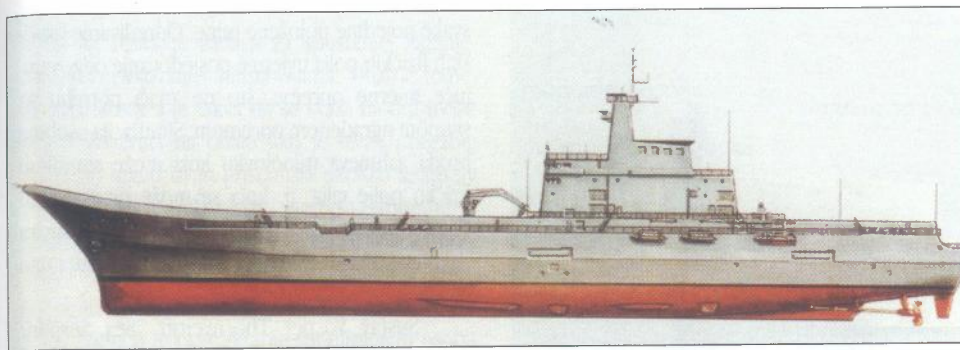
bi 16.000 tona istisnine (šest tisuća više od *Garibaldija*), dva dimnjaka, mogućnost nošenja marinaca, dva jurišna plovila i krmeni naplavni dok. Naoružanje bi bilo smanjeno u odnosu na *Garibaldi* (otpali bi protubrodski projektili i protupodmornička torpeda), i sastojalo bi se od dva PZ raketna sustava Aster 15 s okomitim lansiranjem projektila, te tri laka topnička sustava za blisku obranu..

Nadalje, **Španjolska** je, po svoj prilici, pokrila svoje potrebe uspješnim nosačem *Principe de Asturias*, koji je trebao biti temeljem "Grupo Alfa" (v. Hrvatski mornar br. 2) namijenjene zaštiti sjevernoatlantskih komunikacija, a sada tvori temelj skupine brodova za potporu španjolskim snagama za brze intervencije. U španjolskom brodogradilištu Bazan u El Ferrolu gradi se sličan nosač za **Tajland**, pod imenom **HTMS Chakri Naruebet**. U odnosu na izvorni projekt, brod je nešto otporniji, budući da ima dvije pogonske osovine, ali i pojačano PZ naoružanje: osim četiri bliskooobrambena topnička sustava (nije jasno radi li se o Meroki ili Phalanxu), brod je naoružan s još dva PZ topa kalibra 30 mm, te sustavom Sea Sparrow s okomitim ispaljivanjem projektila. Na brod se ukrcava do 12 Sea Harrier ili 14 velikih helikoptera, a stvarni sastav će ovisiti o potrebama

i zadaćama. HTMS *Chakri Naruebet* je službeno opisan kao brod za ophodnju gospodarskim pojašom. Zanimljivo je napomenuti kako je izvorni brod trebalo graditi njemačko brodogradilište Bremer Vulcan, no tajlandska je vlada bila raskinula ugovor s njim 22. srpnja

1991. godine, i sklopila međudržavni ugovor o gradnji broda sa Španjolskom 27. ožujka 1992. godine. Kobilica je položena u rujnu prošle godine, a porinuće bi trebalo biti u veljači sljedeće godine. Tajlandska bi mornarica trebala primiti brod u sprnju 1997. godine.

Francuska je dovršila svoj nuklearni nosač *Charles de Gaulle*, i razmatra gradnju još jednog takvog broda, no na području malih nosača nema znakova zanimanja francuske mornarice. Naime, osamdesetih su se godina širile sasvim određene glasine o nuklearnom nosaču helikoptera, pod nazivom **PH-75**, koji je trebao nositi 12 velikih desantnih helikoptera, te koji bi služio za ophodnje, ali i potporu desantima. Brod je trebao imati snažno topničko i raketno naoružanje za blisku PZ obranu. Po svemu sudeći, od ovog se projekta odustalo, no poduzeće DCN International je razvilo vjerojatno na temelju PH-75 planove za brod od 12.500 tona istisnine, duljine 165 metara, širine 22,9 metara, s CODOG pogonom koji bi brodu davao brzinu od 26,5 čvorova, a koji bi nosio deset helikoptera. Postoji i povećani projekt broda od 15.000 tona, pod nazivom **Batiment**



*Budući tajlandski nosač
HTMS Chakri Naruebet*

D'Intervention Polyvalent 15000 (višenamjenski interventni brod **BIP-15000**), koji bi nosio 25 letjelica (uz mogućnost ukrcajanja Harriera), a bio bi namijenjen i desantnim zadaćama osim ophodnih.

Njemačka skupina Bremer Vulkan nudi obitelji malih nosača zrakoplova, koja broji četiri člana. Najmanji je **HC-500PC**, istisnine 5000 tona, s dizelovim pogonom, i kapacitetom hangara od šest helikoptera, uz još dva na palubu. Protežnosti broda vjerojatno ne omogućuju djelovanje Sea Harriera, budući da su svedene na najmanju moguću mjeru za nosač zrakoplova. **HC-600PT** je povećana inačica prethodnog broda, sa 6000 tona istisnine, i mogućnošću nošenja osam helikoptera u hangaru i četiri na palubi, ili sedam plus tri Sea Harriera. **HC-800P** ima istisninu od 8000 tona, veliki domet (12.000 Nm pri 12 čvorova), a trup je građen prema vojnim standardima. Pogon je i dalje dizelov, a uključena je i velika brodska bolnica i dva jurišna plovila. Zračna skupina je deset plus šest helikoptera ili osam plus četiri Sea Harriera. Napokon, **HC-100PV** ima 11.000 tona istisnine, sa skakaonicom na pramcu, CODOG pogonom, te ukrcajom skupinom od 14 helikoptera u hangaru i još toliko na palubi, odnosno deset plus deset Sea Harriera.

Premda sama njemačka mornarica za sada ne pokazuje zanimanje za nosače zrakoplova, ovi bi brodovi mogli postići izvozni uspjeh (unatoč otkazu Tajlanda i nesigurne čileanske narudžbe), budući da se radi o ekstrapolaciji modularne koncepcije **MEKO** fregata - svi nosači su opremljeni sabirnicama podataka (data bus), a pojedini brodovi bi se "krojili" prema željama naručitelja.

Na drugoj strani svijeta, **Japan** se priprema graditi desantni nosač helikoptera, istisnine oko 8900 tona, lako naoružan (dva Phalanx?), koji bi nosio tisuću vojnika, te dvije jurišne lebdjelice. Zbog političke osjetljivosti cijelog projekta, budući da japanska interna legislativa ne dopušta navalne bojne sustave, moguće su daljnje promjene u projektu, koji zasad nalikuje američkim desantnim nosačima. Aspiracije japanske mornarice navodno postoje, kao i težnja da se mali nosači kvalificiraju kao obrambeni bojni sustav, budući namijenjeni zaštiti plovnih puteva.

Kina također ima (neskrivene) težnje za izlaskom na otvoreno more, no glasine o izgradnji vlastitog konvencionalnog nosača, ili nabavi kojeg bivšeg sovjetskog prekobrojnog plovila, nisu potvrđene.

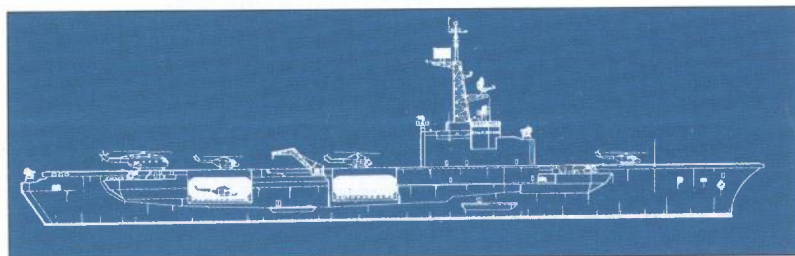
Zaglavak

Kao što vidimo, budućnost bi mogla donijeti povećanje broja mornarica koje bi u svojem sastavu imale male nosače zrakoplova. Nema sumnje kako se takvi brodovi, još nazvani i brodovi sposobni za nošenje zrakoplova (air capable ships), ili kolokvijalno nosačima Harriera, nikada



Talijanski desantni brod San Marco

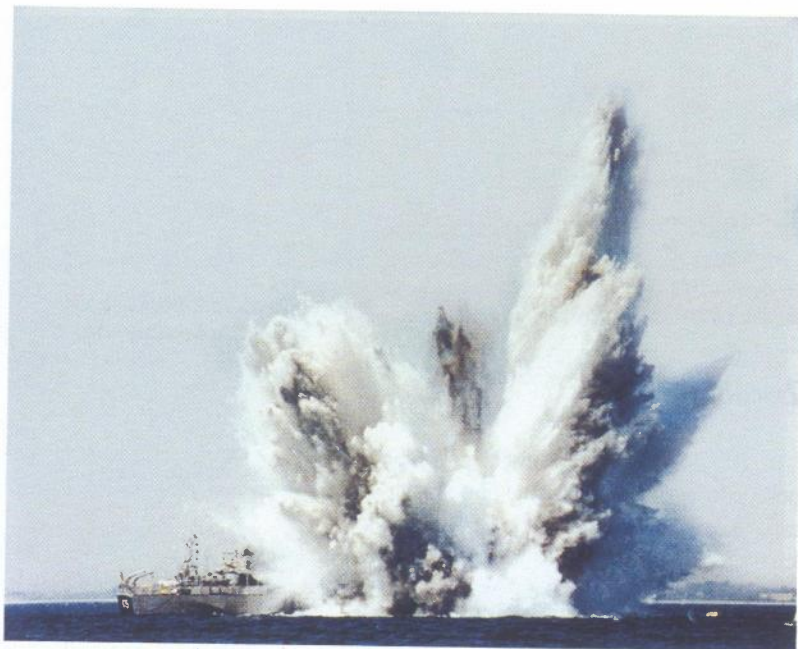
neće približiti niti srednjim nosačima konvencionalnog tipa, ali ipak predstavljaju zanimljiv razred koji je nakon skromnih početaka našao svoje mjesto na morima i oceanima. U budućnosti možemo očekivati daljnji interes za ovakvim brodovima, a nevjerojatniji kupci bile bi zemlje jugoistočne Azije; njihovo zdravo gospodarstvo,



*Napušteni francuski projekt
nuklearnog nosača
helikoptera PH-75*

pomorska nazočnost Indije i Kine (obje su nuklearne sile!), te nerazrješena razgraničenja gospodarskih pojaseva na moru, i napokon, primjer Tajlanda, čine nabavu malih nosača vjerojatnom.





O sobine rada nekontaktnog upaljača mine moglo se odrediti samo riskantnom operacijom vađenja netaknute mine iz mora i naknadnog ispitivanja reagiranja upaljača mine na rad minolovki. Alternativa toj metodi svodila se na ponavljanje prilaza s minolovkama sa slučajnim izborom oblika magnetskog i akustičkog polja u nadi da će se pogodi-

svake pojedine položene mine. Određivanje brodskih fizičkih polja uvjetuje posjedovanje odgovarajuće mjerne opreme, što ne znači potrebu za skupom ugrađenom opremom. Simulacija osobina broda zahtijeva minolovku koja može simulirati fizičko polje cilja, tj. koja se može programirati (Target Sweeping System) tako da reproducira magnetsko i akustično polje konkretne vrste i tipa broda.

Sustav Vosper Thornycroft "Sea Serpent System" čini niz plutajućih **magnetskih modula promjenljive magnetizacije** (Variable Moment Magnets, VMM), koje tegli pogodni brod. Svaki modul VMM čini 18 individualnih magnetskih jezgri, koje su zajedno s elektronikom ugrađene u zajedničko kućište od stakloplastike. Svako jezgri je pridružena zavojnica koja može dovesti tvarivo jezgre u magnetsko zasićenje pozitivne ili negativne polarizacije. Magnetsko polje svakog VMM se zbog toga može prilagođavati na bilo koju od 19 različitih razina tako da prikladan broj jezgara dobije pozitivnu ili negativnu polarizaciju. Ako se određeni broj ovakvih magnetskih modula tegli jedan iza drugog moguće je precizno simulirati magnetsko polje određenog broda. Ako se sustav nadopuni pogodnim akustičkim izvorom dobiva se koncept nekontaktnih minolovki koje simuliraju dva fizička polja (Multi-Influence Target

PROTUMINSKA BORBA

Otklanjanje opasnosti od morskih mina primjenom suvremenih metoda protuminske obrane vrlo je bitno za siguran pomorski promet i osiguravanje borbenih djelovanja na moru

(II. dio)

ti prave osobine upaljača. Upaljači modernih nekontaktnih mina ne mogu se prevariti ovom jednostavnom tehnikom razminiranja jer su njihovi zaštitni sklopovi protiv minolovki izvedeni tako da su minolovke učinili zastarjelima.

Nekad se mislilo kako će lov mina sasvim preuzeti ulogu razminiranja minolovkama, ali iskustava su pokazala da je lov mina i u vrijeme mira spora operacija, a na mine su ugrađeni i uređaji za zaštitu od lova. Ta je činjenica pobudila interes za nove tehnike razminiranja.

Da bi se razminirale moderne nekontaktne mine, koncept prilagođavanja minolovki svojstvima minskih upaljača (Mine Seeting) morao se zamijeniti konceptom prilagođavanja minolovki svojstvima brodova koje treba zaštititi (Target Setting). Bolje je usredotočiti se na identifikaciju osobina šticebrih brodova koji moraju proći kroz minsko polje i na razne mogućnosti simuliranja

Sweeping). Ove minolovke imaju mnoge prednosti jer nemaju nikakve sličnosti s klasičnim petljama ili elektrodnim minolovkama. "Morska zmija" treba električno napajanje samo kad se mijenja magnetska razina svakog VMM; čak je i za vrijeme mijenjanja elektomagnetske razine minolovke zahtijevana električna snaga mala (oko 20 kW). Ta osobina povezana s činjenicom što sustav ima mali hidrodinamički otpor, znači da "morsku zmiju" mogu tegliti ne samo protuminski brodovi (PMB), nego sva prikladna plovila poput popisnih minolovaca i motornih čamaca. Primjerice, jedan PMB s potrebnom navigacijskom opremom može pratiti više ribarica od kojih svaka tegli svoj sustav "morska zmija", te se tako brzo očisti široki prolaz. Potreban broj VMM ovisi o protežnostima broda i kompleksnosti brodskog fizičkog polja kojega treba simulirati. U normalnoj uporabi bilo bi do šest VMM. Svaki VMM dužine 5,5 m i težine oko

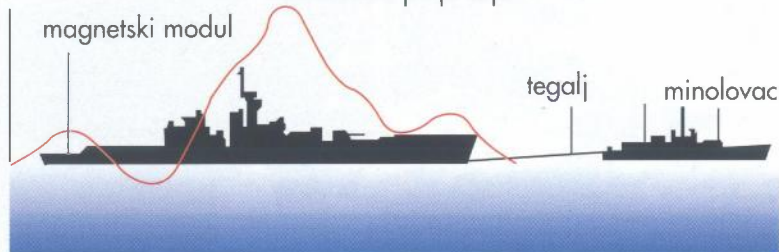
B. S. APARNIK

2000 kg teška je zadaća za spuštanje, dizanje, odnosno rukovanje minolovkama. Unatoč tome, izvedba sustava je takva da se svaki modul može sidriti ili izvući na obalu ako je izvan uporabe, odnosno tegliti izvan pristaništa ukoliko je sustav razvijen, što predstavlja metodu uporabe s popisnog minolovca. Sustav se može vrlo jednostavno transportirati do područja uporabe kopnenim, morskim ili zračnim putem.

Premda je razminiranje simuliranjem osobina cilja primarna metoda uporabe minolovke, sustav se može uporabljavati na druge načine. Podsustav za upravljanje radom minolovke koji je ugrađen na brod koji tegli minolovku omogućuje operatoru da odabere i postavi elemente rada svakog modula VMM ili da povremeno mijenja rad svakog struka VMM. Stvara se promjenljivo magnetsko polje slično kao pri klasičnom razminiranju

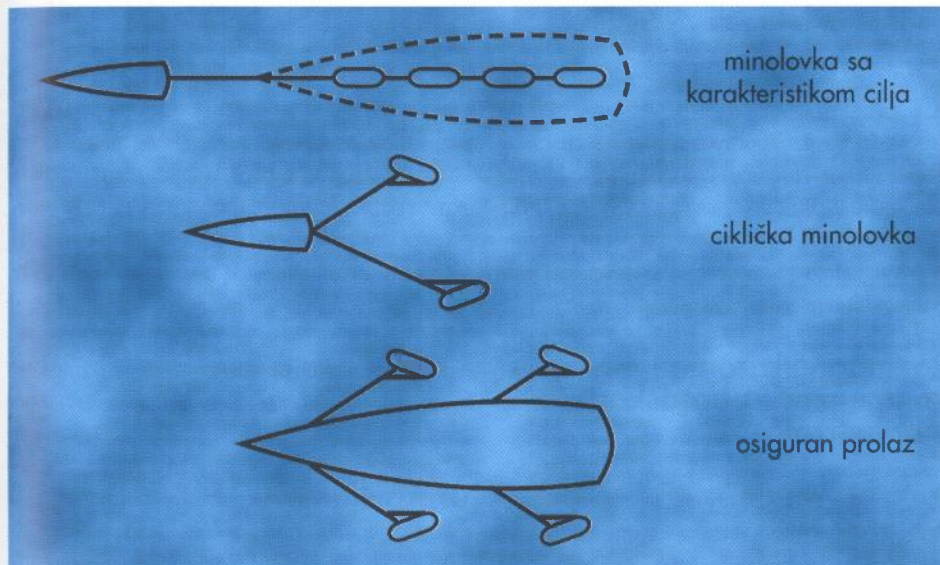
magnetsko polje

simulirano polje cilja



"morska zmija", nisu tako visoke kao one dobivene visokosnažnom petljastom ili elektrodnom minolovkom, ali bi zato bilo nerealno uspoređivati mogućnosti novog sustava samo s točke gledišta jakosti magnetskog polja (ono je jače kod klasičnog razminiranja). Točnost simulacije cilja je relevantnija činjenica od maksimuma razminiranih

Simulirano magnetsko polje broda sustavom magnetskih modula



Moguće konfiguracije vuče magnetskih modula nazvane "morska zmija"

magnetskom petljastom minolovkom. Već dva VMM uporabljena u divergentnoj inačici sa cikličnim mijenjanjem polja (Cyclic Sweep), mogu služiti na isti način kao petljasta ili elektrodna minolovka za uništavanje jednostavnih mina. Ovaj oblik operacije razminiranja zahtijeva vrlo malu snagu, a kao izvor napajanja električnom energijom može koristiti i prijenosni elektro generator.

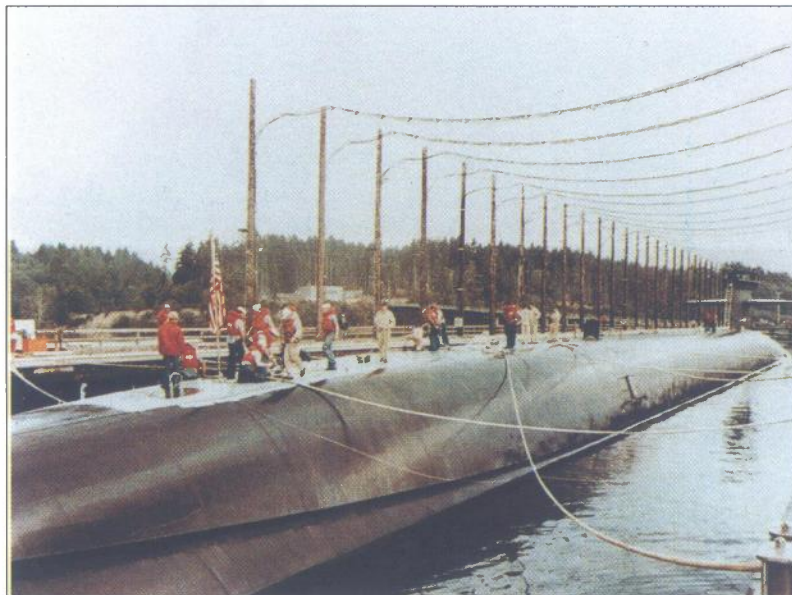
Treći mogući oblik i novi način uporabe sustava nazvan je "sigurni prolaz" (Safe Passage) kada se kanal najprije razminira s nekoliko prijelaza minolovkom s cikličnim mijenjanjem polja (Cycling VMM) u minolovci, čime se trebaju aktivirati sve jednostavne mine. Za preostale mine protpostavlja se da su "inteligentnog tipa" i da mogu zamijetiti jednostavnu minolovku. "Morska zmija" se koristi i u pasivnom protuminskom obliku. Dva ili više VMM prilagodi se za simuliranje vrijednog cilja koji bi u danoj taktičkoj situaciji trebao proći preko morskog polja. Polje VMM se ciklički mijenja tako da dobiveno rezultantno promjenljivo polje prekriva i maskira stvarno polje broda. Pokusi su dokazali da se tako može zavarati upaljač inteligentne mine pa stvarni cilj identificira kao minolovac s minolovkom i ne aktivira minu.

Razine magnetskog polja koje generira

površina - prolaza, ako se ima u vidu izvođenje protuminske zaštite cilja. Značajno je da se zaista može dogoditi da staza "očišćena" klasičnim minolovkama u stvari nije očišćena ako su bile uporabljene "inteligentne" mine.

Dokazano je da se s dva divergentna VMM struka mijenjanjem jačine polja, može ostvariti

Poništenje magnetizma podmornice klase Ohio na postaji za razmagnetizaciju u bazi Bangor





Ploveća postaja za razmagnetizaciju JDG 10 talijanske ratne mornarice

širina očišćene staze od 150 m kod dubine mora od 70 m. Slično se kod simuliranja cilja, može pretpostaviti da 300 m širok kanal može biti očišćen s dva minolovca u stroju vrste s razmakom od 150 m, što je uz primjenu novih navigacijskih uređaja sasvim zadovoljavajuće. Britanska mornarica i proizvođač Vosper Thornycroft vjeruju da je sustav "morska zmija" revolucija u području razminiranja minolovkom. Budući razvoj nove minolovke uključuje idejni projekt inačice za specijalnu primjenu s ugradnjom akustičke minolovke, kao integralnog dijela minolovnog sustava.

Razmagnetiziranje i kompenzacija brodskog magnetizma

Demagnetizacija (degaussacija, "Degaussing") je stručni naziv, koji pojmovno sadrži sve potrebne radnje i metode, kako bi se magnetske značajke broda što više smanjile pomoću induciranog magnetskog protupolja. Demagnetizacija je u II. svjetskom ratu spasila mnoge brodove. Kabel koji je orkuživao brod s vanjske strane trupa u obliku petlje bio je zaštićen od mehaničkih

težinu i proizvodi sporedan toplinski učinak. Uvode se nove tehnologije, koje zbog primjene nemagnetskih tvari, kao što je stakloplastika, ne zahtijevaju tako snažne i teške elektogeneratore za demagnetizaciju trupa broda.

Za manje brodove ugrađivanje zavojnica u trup nije pogodno, te se koristilo "bljeskanje" (flashing) i "brisanje" (wiping). "Bljeskanje" je u stvari prolaz struje jačine oko 2500 A u impulsima kroz kabel položen oko broda u razini palube i izvodi se na postaji za razmagnetiziranje tako da se brod se obavije kabelom koji se spušta do razine mora. Ako je kabel prekratak, postupak se ponavlja spuštanjem zavojnica, koracima sve do vodene razine (wiping). Ovakvo razmagnetiziranje broda dostatno je za nekoliko tjedana ili čak mjeseci, a nakon tog razdoblja potrebno je ponoviti postupak.

Problem današnjice je inačica magnetizma koja proistječe od ugrađene opreme i ovisi o njezinoj raspodjeli, volumenu, zemljopisnom položaju (osobito zemljopisnoj širini) i vremenu proteklom od zadnje kompenzacije brodskog magnetizma. Nije jednostavna zadaća kompenzirati sve to u svako doba, a posebice u ratnim uvjetima.

Danas se brodovi zaštićuju ugradnjom zavojnica raznih geometrija u trup broda. Postoje tri glavne izvedbe oblika zavojnica, a njihov izbor određuje konstrukcija broda, namjena i magnetska zona planiranih operacija, na kojoj su dane koncepcije zavojnica, posebice za minolovac i podmornicu.

Upravljanje

Za optimalan rad modernih sustava bitno je osigurati sposobni nadzorni sustav za prilagodbu struje u zavojnicama za kompenzaciju permanentnog brodskog magnetizma.

Giorskopski nadzorni sustavi zadovoljavaju nuklearne i konvencionalne podmornice, a primjenjuju se i na čeličnim brodovima. Podatci o krusu, valjanju i posrtanju prilagođeni su kretanju broda u svim kusevima i zoni operacije. Trokanalni računar obrađuje podatke i preko izlazno-pojačivačkih sklopova upravlja temeljnim strujama kompenzacije kroz brodske zavojnice.

Magnetometarski nadzor prirodno je proširenje kako bi se generirani signal u zavojnicama usuglasio s trenutačnim stanjem polja. To se postiže stalnim praćenjem zemljinog polja površ broda uporabom troosnih sonde (fluxgate) i odvođenjem njihovih analognih napona u trokanalni računar. Temeljni nadzorni sustav sastoji se od troosne magnetometarske mjerne sonde na jarbolu, upravljačkog sklopa za prilagođenje izlaznih snaga i izlazno-pojačivačkih sklopova. Magnetometarski sustav među ostalim koriste i američki protuminski brodovi klase **Avenger**, britanski dvonamjenski lovci mina klase **Hunt**, te australski lovci mina (u katamaranskoj izvedbi) klase **Bay**.



Protuminski brod USS Sentry klase Avenger

oštećenja. Više tjedana štitio je sve vrste brodova ratne i trgovačke mornarice od nekontaktnih magnetskih mina. Kasnije su kablovi bili položeni s unutarnje strane trupa u postojeće brodske energetske trase. To je bio velik napredak u nastojanjima kako učiniti brod više zaštićenim i manje ranjivim.

U današnje vrijeme uporaba vlastitog brodskog generatora je skupa jer povećava sveukupnu

Magneti promjenjive magnetizacije otvorili su mogućnost primjeni i u demagnetiziranju brodova, ugrađivanjem na mjesta klasičnih zavojnica kompenzacije broskog magnetizma. Ovaj sustav razvijen je kao multinacionalni istraživački projekt australske, američke i britanske mornarice, a njegova uspješnost potvrđena je ispitivanjem u realnim uvjetima. On se temelji na primjeni vrlo jakih magnetskih jezgara čiju je magnetizaciju moguće prilagođavati da bude ovisna o magnetskom polju koje stvara $M = F(H)$.

Magnetski modul sastavljaju sljedeće elektromagnetske komponente: čelična jezgra od palica i bakrena žica gusto motana u zavojnicu, solenoid. Klasični elektromagnet zahtijeva konstantno strujno napajanje. U ovoj izvedbi magnetizacija jezgre postiže se kratkotrajnim impulsima istosmjernje struje kroz zavojnicu. Kako bi se postigle zadane osobine odabrano je takvo tvorivo jezgre (čelik), da je njegova remanantna vrijednost polja (Br) nešto ispod razine zasićene magnetizacije (Bs) i da ima nisku koercitivnost (Hc), što dopušta čeliku magnetsko zasićenje po malim strujnim energetske razine. Pokusima je dokazano da je moguće ugradnjom magnetskih modula promjenjive magnetizacije u trup plovila razmagnetizirati čelični trup do te mjere, da mu se magnetska zamjetljivost koju otkriva minski senzor smanji otprilike šest puta.

Prema predviđanjima stručnjaka tvrtke GEC-Marconi moguće je oblikovati novi kompletni "degaussing" ili nadopuniti postojeće zavojke umetanjem magneta na određena mjesta, kako bi se popunila zavojnica ograničenih mogućnosti. Magneti s mogućnošću nadzora mogu se lako instalirati na postojeća plovila i jednom prilagođeni određenom snagom magnetizacije ne zrače toplinu u okolni prostor.

Prednosti novog sustava kompenzacije broskog magnetizma u usporedbi s klasičnim sustavom zavojnica su u nižoj cijeni izvedbe, utrošena energija magnetizacije manja je od klasične izvedbe, ali je sveukupna masa sustava veća, što bi mogla biti čak i prednost, jer se oštećenja mogu nadzirati. Četiri stotine malih modularnih pakovanja promjenjive magnetizacije moguće je rasporediti u unutrašnjosti broda umjesto kompenzacijskih zavojnica tako da u slučaju oštećenja jednog pakovanja, susjedni preuzima njegovu ulogu kompenzacije.

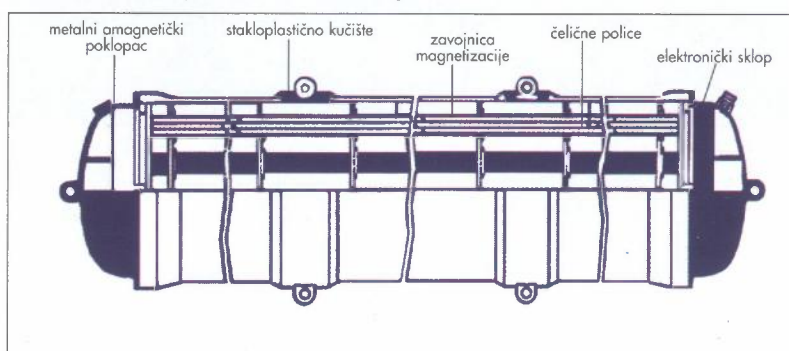
Glavno razmimoilaženje je masa sustava, koja se može zaobići smanjenjem balasta ili mijenjanjem unutarnje strukture broda zamjenom čeličnih ploča pokrova u strojnom prostoru plastičnim tvorivima i izmjenom određenih panela vodonepropusnih čeličnih pregrada isto tako stakloplastikom.

Otvaranje plovnih puteva

Zbog fine regulacije senzora nekontaktnih magnetsko usmjerenih mina na određene vitalne

brodove, protuminska obrana bila je prisiljena pribjegavati učinkovitijim, pouzdanim tehnikama minolova zasnovanim na tehničkim unapređenjima i istaživačkim razvojnim rezultatima.

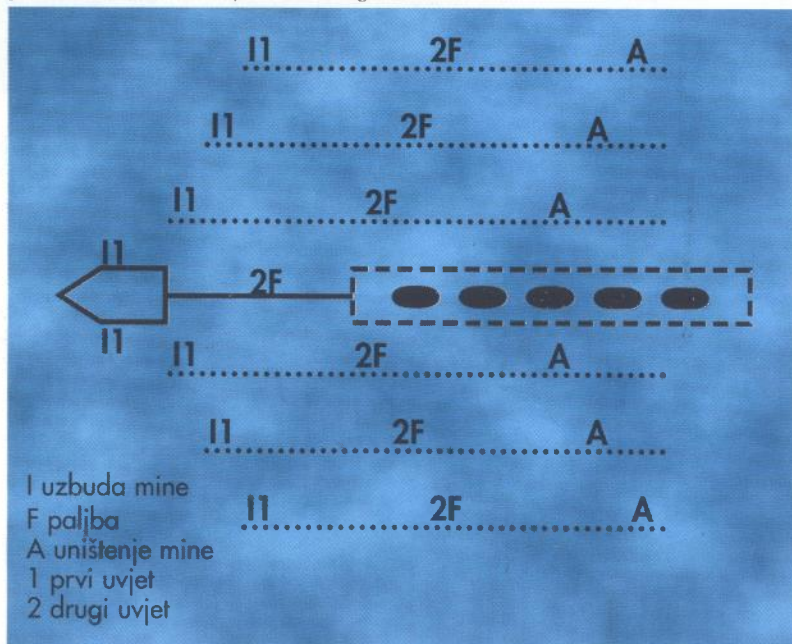
Kompletirani sustav magnetske minolovke ispitala je ratna mornarica SAD u svom pokusnom središtu na Floridi. Svaki modul sadrži 18 elektromagnetskih komponenti, potrebne međusklopne kablove i vučnu opremu. Elektronički sklop svakog modula osigurava $256 = 2^8$ digitalnih adresa. Višežilni kabel se upotrebljava za prosljeđivanje nadzornih signala do serijski vezanih modula u struku. Permanentno magnetsko stanje svakog modula može se birati ili kontinuirano ciklički mijenjati. Modulna jedinica dužine 5,6 m, promjera 830 mm sadrži ukupno do

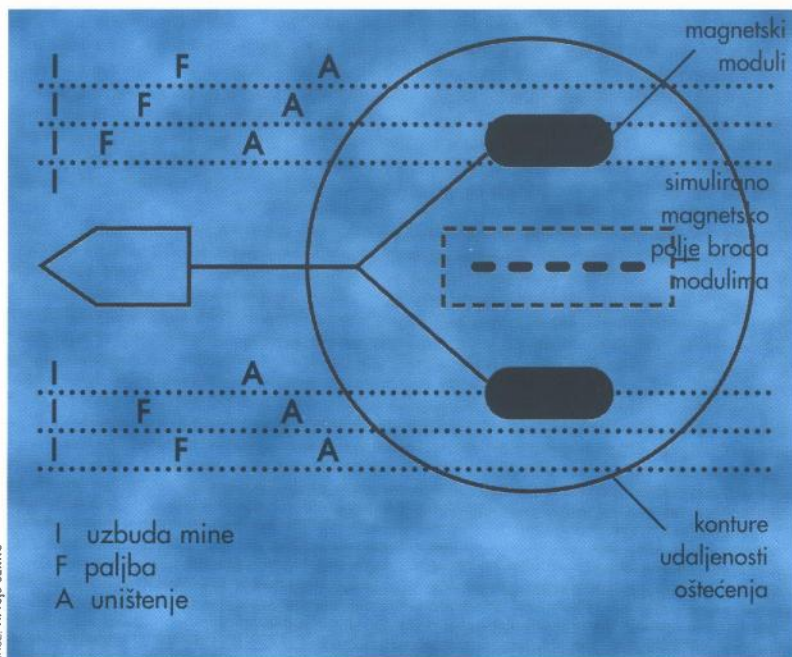


18 elektromagnetskih komponenti, koje su sposobne za vršenje polarizacije, tj. uključivanje na bilo koji pozitivni pol sprijeda ili straga. Nadziranom uključivanjem moguće je postići svih 18 stanja, korakom 2 od + 18 preko 0 do -18. Svaku elektromagnetsku komponentu čini sedam čeličnih palica dužine 4,7 m i promjera 19 mm sa 6,94 kg bakra što joj daje ukupnu težinu od 80 kg. Prosječna ciklička promjena magnetizacije modula je 10.000 Am^2 koracima između minimuma od 5000 Am^2 i maksimuma 90.000 Am^2 . Razdoblje ciklusa magnetizacije (T) moguće je mijenjati između 6 i 12 sekundi. Svekolika oprema modula promjenjive magnetizacije bila je prebačena zrakoplovom iz Velike Britanije u SAD i ugrađena na

Magnetski modul promjenjive magnetizacije u minolovnoj izvedbi

Uništavanje ciljno orijentiranih sofisticiranih mina





Osiguranje sigurnog prolaza vitalno značajnim brodovima

brod kako bi se dokazala mogućnost brzog transporta čitavog modularnog minolovnog sustava i uspješnost njezine primjene na popisnim minolovcima.

Suvremena nekontaktna mina u sustavu uzbude ima ugrađene podatke za izbor određenog cilja. Zbog toga novi minolovni sustavi moraju sadržati mogućnost simuliranja određenog cilja. Potrebno je mijenjati pristup rješavanju problema razminiranja, jer su se i mine mijenjale.

Talijanska mina Misar MP-80 dužine 2,09 m i težine 780 kg



Švedsko daljinski upravljano protuminsko plovilo SAM koristi se za uništavanje mina s magnetskim i akustičkim upaljačima



Rezultat provjeravanja pokazali su da bi se većina brodova mogla sigurno provući kroz

miješana minska polja slijedom navedena tri postupka razminiranja:

1. Pobudni lovac mina kao predčistač uporabi razmaknute module koji ciklički mijenjanju magnetizaciju kako bi se razminirale jednostavne (jednokanalne) magnetske induksijske mine. Tim načinom minolova zvanim "položena mina" (mine setting mod) postiže se učinak klasične impulsne petljaste minolovke.

2. U drugom prolazu koristi se struk modula sastavljenih tako da se ostvari magnetsko polje slično magnetskom polju plovila koje mora proći, i tako se razminiraju "inteligentno" programirane mine. Taj se način zove "položeni cilj" (target setting), orijentiran cilj, odnosno minolovke vrše simulaciju polja cilja kojeg treba zaštititi.

3. Napokon brod-cilj se oprema s dva modula koji rade povremeno u cikličkom modu i koji su razmaknuti u odnosu na pramac. Ova operacija se zove "način sigurnog prolaza" (save passage mode), tj minolovka radi s izobličenim poljem cilja.

Druge primjene magnetskih modularnih jedinica

Kalibracijsko područje sustava za demagnetizaciju temelji se na jednom modulu stabilnosti njegovog stalnog magnetskog polja, te sposobnosti lagane promjene jakosti magnetskog polja.

Moguć je daljinski vođen minolov magnetskim modularnim jedinicama jer nadzirani magneti imaju dugi rok stabilnosti, a mogu se namjestiti na zahtijevane razine magnetizacije prije minskog čišćenja. Da bi se sačuvala magnetske razine sustava u operaciji nikakvo daljne napajanje energijom nije potrebno.

Magnetski minolov može biti usmjeren s pomoćnog broda. Jedan ili više brodova može voditi navigaciju i daljinsko upravljanje. Kao moguće platforme mogli bi se koristiti površinski brodovi i letjelice (zrakoplovi, helikopteri i lebdjelice). Zamišljeni magnetski mamci bili bi ugrađeni u tijelo torpeda s kojim bi bilo moguće zbuniti detektor magnetskih anomalija, tragače i magnetske prepreke.



Najljepša strana raznovrsnosti

AC AUTOCROATIA

Trgovina i usluge, društvo s ograničenom odgovornošću

Zagreb, Varšavska 4 Telefon: 041/459 466, 433 067, 432 229 Telefaks: 041/423 518

Puch G



zippo®



SATELIT-tbm d.o.o. OVLAŠTENI DISTRIBUTER

ODRANSKA 1-A, 41000 ZAGREB, HRVATSKA, Tel.: +385 (01) 613 199 • Fax: 385 (01) 530 688