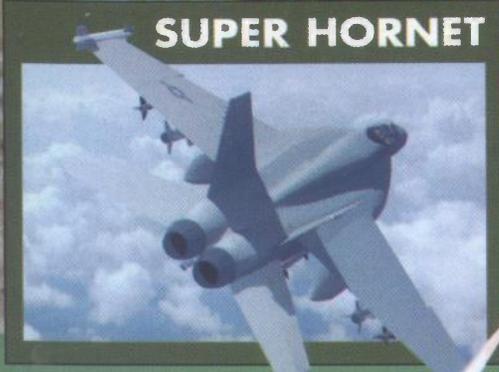


# HRVATSKI V JNIIK

BROJ 9. GODINA VI.

OŽUJAK 1996. BESPLATNI PRIMJERAK



HRVATSKA VOJNA GLASILA

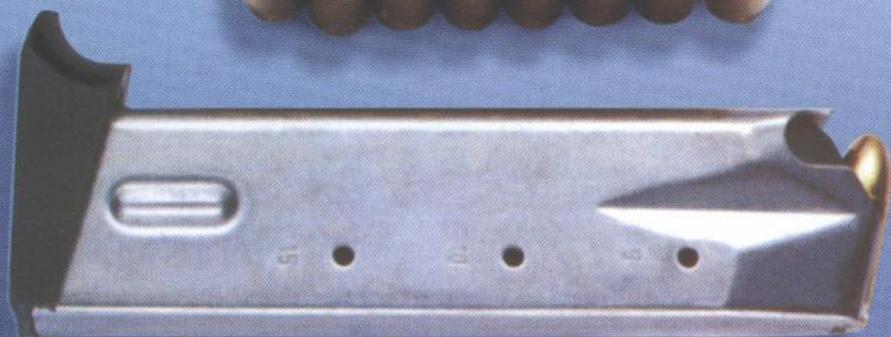
ISSN 1330 - 500X



9 771330 500003

Ručni bacač granata RBG 6

# HIS 95



# Poluautomatski samokres



## Semi-automatic pistol HS 95

### TEHNIČKE ZNAČAJKE

Kalibar	9 x 19 mm Para
Dužina samokresa	185 mm
Dužina cijevi	103 mm
Masa praznog samokresa	995 grama
Kapacitet spremnika	15 komada
Pocetna brzina zrna	360 m/sec.
Broj žljebova cijevi	60
kidanje	dvostruko djelovanje

### TECHNICAL DATA

Caliber	9 x 19 mm Para
Length of pistol	185 mm
Length of barrel	103 mm
Weight (empty)	995 g
Magazine capacity	15
Muzzle velocity	360 m/sec.
Double action	



**RH-ALAN**d.o.o.

RH-ALAN d.o.o., Stančićeva 4, 10000 Zagreb  
Tel.: 385 1 45 40 22, 46 86 67 fax. 385 1 45 40 24  
REPUBLIKA HRVATSKA



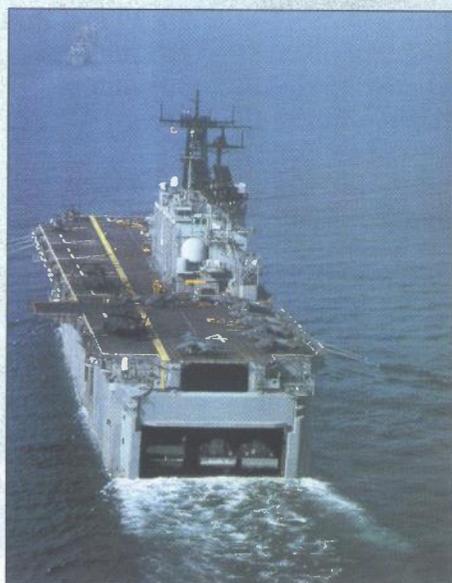
## 6 **Ručni bacač granata kalibra 40x46 mm RBG-6**

Nečujno ispaljivanje iz ručnog oružja velikog kalibra, dobra preciznost s optičkim ciljnikom "zatvorena crvena točka", učinkovito djelovanje po cilju, mehanizam dvostrukog djelovanja i potpuna sigurnost uporabe, glavne značajke su novoga hrvatskog sustava ručnog bacača granata i naboja u kalibru 40 mm

## 42

### **Super Hornet za XXI. stoljeće**

U rujnu prošle godine kompanija McDonnell Douglas predstavila je prvi prototip nove inačice lovca-bombardera Hornet, F/A-18E/F, koja će predstavljati oslonac američkog mornaričkog zrakoplovstva u početku XXI. stoljeća



## 72

### **Desantni brodovi klasa IWO JIMA TARAWA I WASP**

Američka ratna mornarica raspolaže plovilima za projekciju vojne moći u svim krajevima svijeta među koje spadaju i brodovi - desantne platforme klasa Iwo Jima, Tarawa i Wasp

**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**  
natporučnik Hrvoje Sertić

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

**Vojni suradnici**  
brigadir Dr. Marko Parizoski, dipl. ing.  
pukovnik Dr. Dinko Mikulić, dipl. ing.  
pukovnik Vladimir Superina, dipl. ing.  
pukovnik J. Martinčević-Mikić, dipl. ing.  
pukovnik Vinko Aranjoš, dipl. ing.  
bojnik Mr. Mirko Kukulj, dipl. ing.  
bojnik Damir Galešić, dipl. ing.  
bojnik Berislav Šipicki, prof.  
Dr. Vladimir Pašagić, dipl. ing.  
Dr. Dubravko Rišović, dipl. ing.  
Mislav Brlić, dipl. ing.  
Dario Barbalčić, dipl. ing.  
Josip Pajk, dipl. ing.  
Bartol Jerković, dipl. ing.  
Vili Kezić, dipl. ing.

**Grafička redakcija**  
Denis Lešić (voditelj pripreme)  
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

**Dalekoumnoživac (fax)**  
385 1/455 00 75, 455 18 52  
Rukopise, fotografije i  
ostalo tvarivo ne vraćamo

## VOJNA TEHNIKA

- 6** Ručni bacač granata RBG-6 ..... *Vinko Aranjoš*
- 10** TANK T - 80U ..... *Dinko Mikulić*
- 20** Otkrivanje i identifikacija radarskih sustava ..... *Vili Kezić*
- 29** Što je ISO 9000 ? ..... *J.Martinčević-Mikić*
- 30** Super brzi projektili ..... *Dubravko Rišović*

## RATNO ZRAKOPLOVSTVO

- 42** Super Hornet ..... *Robert Barić*
- 58** Napredni tragački sustavi ..... *Klaudije Radanović*
- 64** PO raketni sustavi vrtoleta ..... *Berislav Šipicki*

## RATNA MORNARICA

- 72** Desantni brodovi ..... *Dario Barbalčić*
- 80** Razvoj njemačkih podmornica ..... *Mislav Brlić*



FOTO: Svebor Labura

# RUČNI BACAČ GRANATA

## kalibra 40x46 mm RBG-6

Ručni bacač granata RBG-6  
40x46 mm s otvorenim  
kundakom



**Vinko ARANJOŠ**

Nečujno ispaljivanje iz ručnog oružja velikog kalibra, dobra preciznost s optičkim ciljnikom "zatvorena crvena točka", učinkovito djelovanje po cilju, mehanizam dvostrukog djelovanja i potpuna sigurnost uporabe, glavne značajke su novoga hrvatskog sustava ručnog bacača granata i naboja u kalibru 40 mm

*U kompletu ručnoga granatnog bacača nalazi se pribor za čišćenje, torbica, remen za nošenje, pripadajuće streljivo u torbici za nošenje i uputstvo za uporabu*

**D**omašaji hrvatske vojne industrije, od najave na izložbi naoružanja i vojne opreme "INTERPROTEX", sve su jasniji na konkretnim proizvodima serijske proizvodnje naoružanja za opremanje Hrvatske vojske. Takvo sredstvo je i RUČNI BACAČ GRANA-

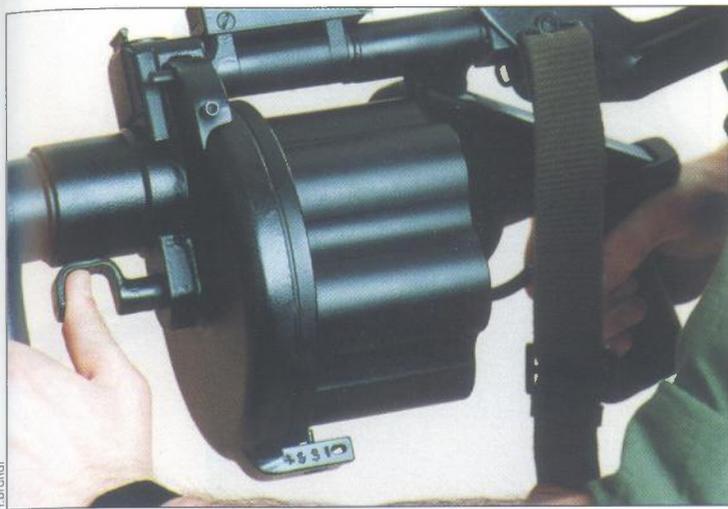
TA kalibra 40 mm modela RBG-6, kao i pripadajuće streljivo laborirano s višenamjenskim granatama.

### Taktička zamisao

Zahtjevi koji su postavljeni pred konstruktore naoružanja početku i tijekom rata bili su da se premosti djelovanje pješačkih postrojbi po prostoru, od maksimalnih domašaja djelovanja ručnim bombama do minimalnih domašaja djelovanja minobacačkim minama 60 mm. Taktički zahtjevi su rješavani dvojako: usvajanjem tromblonske mine sa svojim dobrim i lošim osobinama, kao i razvojem kompletnog sustava 40 milimetarskog ručnog bacača s višenamjenskim granatama. Sustav je kompatibilan sa zapadnim naoružanjem koje je usvojeno u NATO-u.

RBG-6 je suvremenije borbeno sredstvo pješaštva, namijenjeno za izvršavanje specijalnih taktičkih zahtjeva kod antiterorističkog djelovanja u naseljenim mjestima, a isto tako i na bojišnici za potporu kod izravnog napadnog djelovanja. Posebnost mu daje sama konstrukcija tako da je ispaljivanje naboja gotovo nečujno i prikladno kod djelovanja u sigurnosnim operacijama, a sila trza-





nja je neznatna što omogućuje dobro držanje i ciljanje. Punu primjenu bacač je dobio tek s usvajanjem "lepeze" naboja po namjeni i učinku na cilju. Ispaljivanje naboja je ostvarivo s praktičnom brzinom gađanja 12 granata u minuti i maksimalnim domašajem do 425 metara.

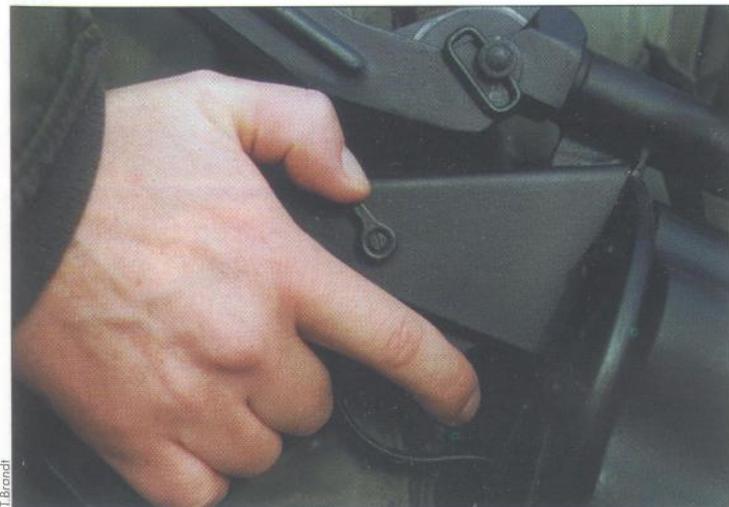
## Opis bacača

Jednocijevni ručni bacač u kalibru 40 mm, je lagani, poluautomatski, ramenski ručni bacač granata. Ispaljuje široko uporabljiv naboj kalibra 40x46 mm, koji spada u skupinu granata malih početnih brzina znatno ispod brzine zvuka. Ovo oružje radi na načelu revolvera s bubnjem za šest naboja. Bubanj ima ulogu rotirajućeg spremnika koji se aktivira pomoću plinskog klipa na načelu iskorištenja dijela barutnih plinova. Ručni bacač je opremljen optičkim ciljnikom izvedbe "zatvorena crvena točka", što znači da se ciljanje izvodi s oba otvorena oka i pri slabom svjetlu na uočeni cilj sve dok je vidljiv.

## Glavni sklopovi

RBG 40 mm se sastoji od pet glavnih sklopova:

• **Prednji nosač i cijev** ima ulogu nosača cijevi i zaštite bubnja s prednje strane od oštećenja. U njemu je smješten i mehanizam za



T.Brandt

automatsko pozicioniranje svakog ležišta naboja u bubnju u odnosu na os cijevi. Cijev je izrađena od visokokvalitetnog tvoriva s ožlijebljenom unutarnjom trasom, koja daje stabilnost granati na putanji i "armiranje" upaljača. Ispod cijevi, u osi bubnja, nalazi se zakrivljena poluga prilagodljiva palcu ruke, za otvaranje

bubnja bacača i podizanje izbacivača čahura. Izravno ispred, utvrđena je za cijev prednja drška koja služi kao rukohvat kod ispaljivanja naboja.

• **Bubanj** je izrađen od visokootpornog i lakog tvoriva koji ima ulogu rotirajućeg spremnika za šest naboja. Svoju funkciju ostvaruje spiralnom oprugom, koja se oslobađa automatski preko "pozajmice" ili pak ručno. U osi bubnja se nalazi 6-tokraki segmentni izbacivač čahure.

• **Stražnji rukohvat s mehanizmom otonca** se sastoji od kružne ploče koja zatvara bubanj sa stražnje strane i služi kao štitnik od djelovanja barutnih plinova. Pričvršćena je za rukohvat, u kojem se nalazi otonac "dvostrukog djelovanja" i udarna igla za opaljenje kapsule naboja. Posebnost čini sigurnosni aspekt, primijenjen kod udarne igle inercijskog djelovanja samo u slučaju kad je naboj u bubnju doveden točno u os cijevi. To se ostvaruje kontrolnikom pozicije bubnja koji jednim krajem zalazi u otvor na izbacivaču. Isto tako, podizanje poluge kočnice smještene s obadvije strane rukohvata, moguće je blokirati mehanizam otonca.

• **Sklop optičkog ciljnika** tvore nosač s brojčanom skalom i "zatvoreni" optički ciljnik sa svjetlećom crvenom točkom. Ciljnik ne projicira "crvenu točku" na okolinu, a niti uvećava i ne približava cilj. Iluminacija "crvene točke" se ostvaruje pomoću posebnog izvora. Nosač je oblika



T.Brandt

*Punjenje bacača s nabojem kalibra 40 mm. Na fotografiji se vidi otvoren spremnik i naboji*

*Kočnica otonca u položaju "zakočeno"*

**Postavljanje ciljnika  
"zatvorena crvena točka"  
za daljinu ciljanja na 300  
metara**

kvadranta, i izgraviran je podjelom po 25 metara sukladno balističkom letu granata. Ciljnik "crvena točka" se pozicionira na skali za procijenjenu daljinu cilja od 50 do 375 metara.

• **Sklop kundaka** osigurava mogućnost ciljanja u tri pozicije ovisno o daljini gađanja. Izrađen je od 2-polužnog nosača spojenog anatomski obli-

kovanim osloncom za rame. Drugim krajem je zglobno vezan sa stražnjim rukohvatom, što omogućuje preklapanje u vertikalnoj ravni preko ciljnika, tako da ga istodobno štiti i u transportu. U sklop kundaka pripada i remen za nošenje.

## Višenamjensko streljivo

Kao što je već rečeno, taktička zamisao je rješavana kroz sustav ručnog bacača i streljiva, i potpunu primjenu ostvaruje "lepezom" naboja s različitim granatama. Djelovanje na ciljeve u domašaju ispaljene granate iz ručnog bacača, može biti rasprskavajuće-razornog djelovanja, kumulativno-probojnog djelovanja, piro-zapaljivog i specijalno-iritirajućeg djelovanja. Kompleksnost naboja je uspješno riješena preko konstrukcijsko-balističkih parametara do potpune tehnološke osposobljenosti gospodarskog subjekta - za visokoserijsku proizvodnju.

## Nečujno ispaljivanje naboja

Naboj kalibra 40x46 mm s udarno-rasprskavajućom granatom modela RG Mod 94 je temeljno streljivo za ručni bacač RBG-6. To podrazumijeva da balistika leta ispaljene granate služi kao "etalon" za ostale tipove granata. Kalibar 40 mm je nazivna mjera cijevi bacača, dok duljina čahure je 46 mm. Znači, naboj se sastoji od čahure s visokotlačnom



**Preklapanje kundaka. Na fotografiji se vidi zglob i potiskivanje bravice pod oprugom te zakretanje kundaka u položaj za nošenje i transport**

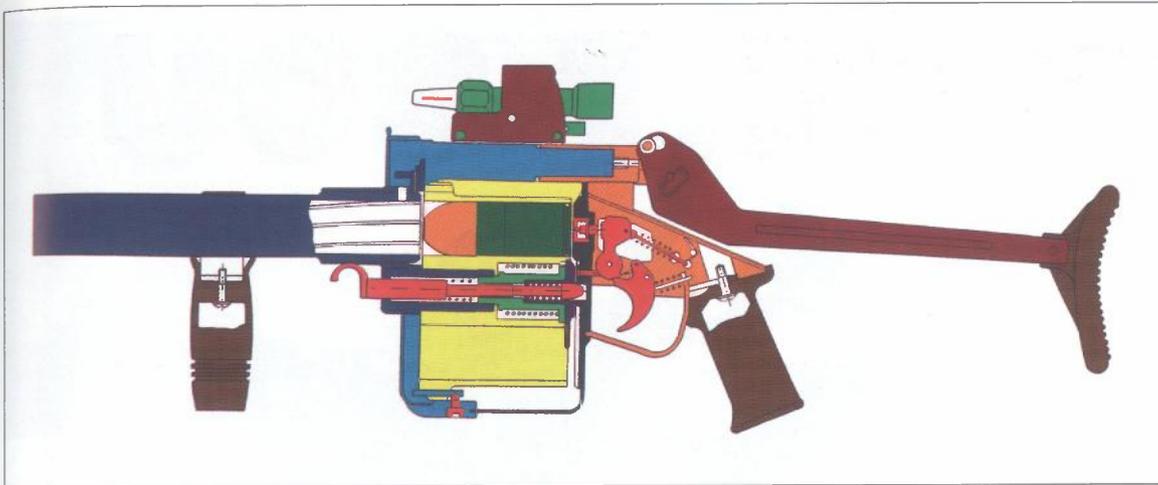
**Mehanizam za automatsku rotaciju spremnika a i poluautomatsko zakretanje bubnja na način da se palcem potisne polužica na dolje**



komorom za pogonsko punjenje, koje se inicira udarnom kapsulom. Tijelo granate i upaljač su sklopno vezani košuljicom, na kojoj su vodeći prstenovi i balistička kapa. Komplet naboja je vodonepropustan, a zaštićen je prikladnom zaštitom primjenjivju specijalnom tvorivu od kojeg je izrađen. Prepoznatljivost kalibra i modela je jasno i višeznačno određena slovnim oznakama nanesenim sitotiskom na košuljici i suhim pečatom na čahuri. Isto tako, boja balističke kape određuje namjenu. Posebnost naboju daje konfiguracija visokotlačne komore i način prijenosa energije na granatu. Energetski proces u niskotlačnoj komori zadovoljava nužni ali i dovoljan uvjet da potisne granatu kroz ožljebljenu cijev bacača s početnom brzinom 79 m/s. Kao što je dobro poznato, kod takvih brzina znatno nižih od brzine zvuka ostvaruje se nečujnost ispaljenja i mala sila trzaja.

## Višestruko osiguranje granate

Sigurnost granate, što je značajno istaknuti, daje originalna konstrukcija upaljača s višestrukim osiguranjem od neželjenih događanja. Samo jedno od njih je mehanizam "armiranja" upaljača. Značajno je istaknuti, da osim učinkovitog djelovanja na cilju, granata je vrlo osjetljiva i na "lake" prepreke. Ostvaruje se visoki postotak pouzdanosti djelovanja, sumjerljiv kriterijima NATO standar-



da. No, i onaj mali postotak eventualnog "otkaza" izučenom vojniku daje slobodu kretanja bojišnicom za slučaj i napadnog djelovanja. Naboj je pakiran u mikro i makro transportnu ambalažu, prikladnu za formiranje borbenog kompleta.

## Jednostavna priprema

Punjenje bacača nabojem je jednostavno i brzo, tako da se prednjom rukom potegne zakrivljena poluga ispod cijevi, a drugom rukom zakrene stražnji nosač s rukohvatom u stranu. Bubanj se zarotira prstima u smjeru suprotnom od kretanja kazaljke na satu, tako da se napne opruga poluautomatike. Nakon ubacivanja naboja u ležište spremnika, bacač se zatvori tako da donji nosač zabravi prednju ploču bubnja i RGB-6 je time spreman za ispaljivanje granata.

## Položaji za ciljanje

Gađanje se može izvoditi iz stojećeg, sjedećeg ili pak ležećeg položaja, ovisno o danoj taktičkoj situaciji, čvrstim i sigurnim držanjem za prednji i stražnji rukohvat bacača. Za procijenjenu daljinu cilja, pozicionira se ciljnik na kvadrantnoj ploči u položaj od 50 do 375 metara. Za grubu procjenu daljine može poslužiti i crvena točka u "zatvorenom optičkom ciljniku" koja predstavlja visinu prosječnog čovjeka na daljini 200 metara. Gađanja i položaj kundaka se prilagođava tako da je za bliže ciljeve kundak potpuno ispravljen, a povećanjem daljine treba promijeniti nagib kundaka kako bi se olakšalo fokusiranje cilja.

## Posebnost ciljnika i mehanizma pozicioniranja

Uporaba posebne vrste zatvorenog ciljnika, nazvan "zatvorena crvena točka", je na način da se gleda s oba otvorena oka. Jednim okom fokusira se crvena točka, a drugim okom gleda cilj, sve dok se ne izvrši njihovo poklapanje.

Povlačenjem otkopca dolazi do opaljenja inicijalne kapsule naboja i izbacivanje granate iz cijevi.

Prenešeni tlak pogonskih plinova, iz visokotlačne u niskotlačnu komoru u čahuri, širi se kroz cijev i podiže klip na "pozajmici". Preko mehanizma za pozicioniranje oslobađa se opruga, koja zarotira bubanj sa sljedećim nabojem za ispaljivanje. Konstrukcija ovakvog mehanizma je posebna, jer omogućuje ponovno okidanje za slučaj neaktiviranja inicijalne kapsule kao i ručno otpuštanje bubnja pomoću polužice smještene s lijeve strane klipa. Nakon ispaljivanja svih šest granata, bacač se otvara i prazne čahure izbacuju na ranije opisani način.

## Zaglavak

Ručni bacač granata RGB-6 je 40 milimetarski poluautomatski ručni bacač granata malih početnih brzina, s primjenom revolverskog načela. Male sile trzaja omogućuju dovoljno visoki stupanj preciznosti kod ispaljivanja granate na daljinu do 375 metara. Kompatibilan je za naboje s raznovrsnim granatama. Ispaljivanje je slabo čujno

**Zorni prikaz ručnoga granatnog bacača u presjeku**

Tehničke značajke RGB-6	
Masa praznog bacača	5,6 kg
Masa napunjenog bacača	7,2 kg
Duljina bacača sa sklopljenim kundakom	566 mm
Duljina bacača s ispravljenim kundakom	777 mm
Broj žljebova u cijevi	6
Početna brzina granate	79 m/s
Učinkoviti domet	375 m
Sigurnosna udaljenost djelovanja u borbi	50 m
Temperaturni interval funkcioniranja	-40 do +50°C

ali učinkovitost na cilju je jaka detonacija s razornim, probojnim, zapaljivim i drugim udarima. Funkcija bacača je jednostavna i sigurna s mehanizmom "dvostrukog djelovanja", i ostvaruje se brzina paljbe 12 granata u minuti. Ciljna naprava je tako dizajnirana da "zatvorena crvena točka" daje dobru procjenu daljine i uočljivost cilja, a kvadrant daljinara je graviran s podjelom za daljine po 25 metara i automatski vrši korekciju projektila po smjeru zbog rotacije.

Sve to što je rečeno o sustavu ručnog bacača i granate, dovoljan je razlog što se našao u mnogim suvremenim vojskama pa tako i u našoj.

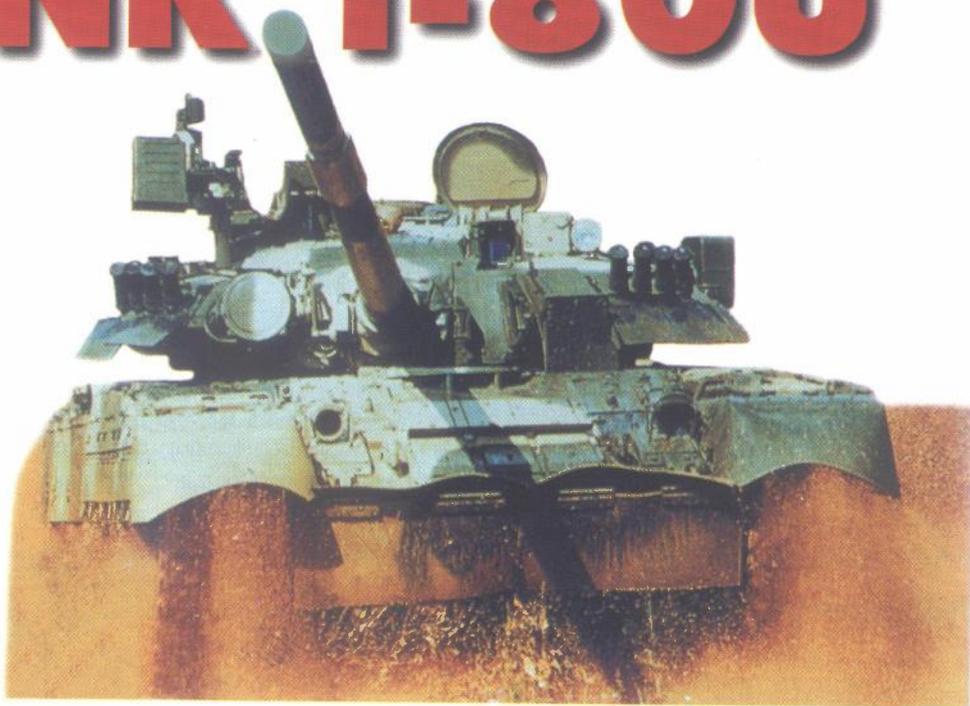


# TANK T-80U

*Tank T-80U razvio se od T-80 i danas ga se nastoji lansirati na svjetsko tržište u konkurenciji zapadnih tankova poput tankova Leclerc i Abrams*

Tank T-80 pojavio se u početku osamdesetih godina. Radilo se o tanku koji je proizišao iz obitelji tankova T-64, i modernije konstrukcije od tanka T-72.

Veo tajnosti sada najnovijeg ruskog tanka T-80U je skinut, primjerice na aktivnoj zaštiti, pokretljivosti i paljbene moći, osobito sposobnosti ispaljivanja vođenih protutankovskih projektila (ATGM) kroz cijev glavnog topa i njezinog vođenja



## Dinko MIKULIĆ

**U** savršena inačica ovog tanka, **T-80U**, po prvi se put pojavio i privukao značajnu pozornost na tradicionalnom prvomajskom mimohodu 1989. godine. Mnogi zapadni stručnjaci uopće nisu vjerovali da se radi o usavršenoj inačici **T-80** tanka, činilo se, naime, vjerojatnim da se pojavio revolucionarni sovjetski tank budućnosti (**FST**), kojeg su svi očekivali. Stoga je, kao znak

opreza, prihvaćena općenita oznaka **M1989** za taj novi tank. No, kraj sučeljavanja Istoka i Zapada, a još više agresivni način marketinške promocije T-80U tanka, posebice nakon IDEX '93 izložbe vojne opreme u Abu Dabiju, raspršili su sve sumnje.

## Opća konstrukcija

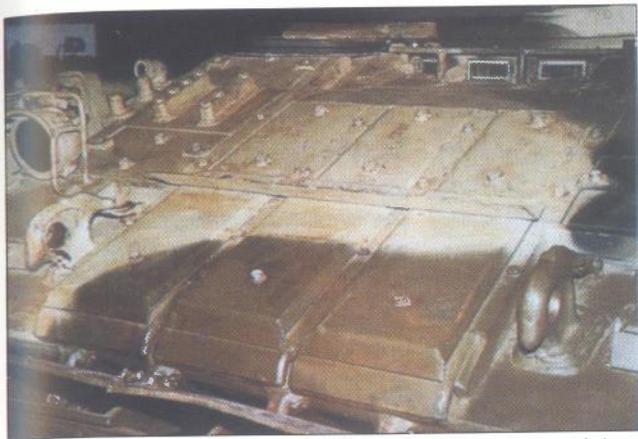
T-80U je posljednja (za sada) inačica temeljne T-80 konstrukcije, a slovo "U" je ruska kratica sa značenjem "usavršen". Dakle, s tehnološkog stajališta ovaj tank sig-

urno nije revolucionarni Sovjetski tank budućnosti za koji se pretpostavljalo da bi mogao biti stvarna prijetnja Zapadu. On, u osnovi nastavlja razvijati klasična konstrukcijska načela sovjetskih i sada ruskih (odnosno ukrajinskih) tankova nakon II. svjetskog rata. Kombiniraju se mnoga iskušana i uigrana svojstva s nekim inovacijama. Konkretizirano, opći sklop tanka i dalje se zasniva na tročlanoj posadi (zapovjednik, vozač i topnik) s uređajem za automatsko punjenje topa, što je koncepcija koja je postavljena s lansiranjem tanka T-64 1967. godine u Harkovu, u birou Morozovljeva. Projekt stvoren u St.Petersburgu/Lenjingradu, OKTB/ birou N. Popov, preuzima veliki dio konstrukcije tanka T-64 i stvara 1976. konstrukciju tanka T-80. Dvije godine poslije izlazi inačica T-80B, zatim četiri godine poslije bazni tank T-80U. Po zahtjevu vojske proizvodnju preuzima i tvornica u Harkovu/Ukrajina.

Unutarnji raspoloživi prostor za posadu tanka T-80U po logici je manji od onog koji je potreban za četvoročlanu posadu (što je još uvijek prihvaćeni standard

*Na slici se vidi tank T-80UK sa Štora-1 sustavom za protumjere, kako je prikazan na izložbi IDEX'93. Dva su uređaja razmještena lijevo i desno od glavnog naoružanja*





**Dodatni reaktivni oklop novije generacije, na prednjem kosom dijelu oklopnog tijela,...**

na Zapadu, s iznimkom tanka Leclerc), pa to omogućava da tank bude manji i niži, a veći postotak ukupne težine koristi se za oklopnu zaštitu. Stoga je T-80U relativno maleni tank s, u najmanju ruku, istim stupnjem zaštite kao i odgovarajući zapadni tank, s tim da mu je masa (46 tona) za oko 10 tona manja. T-80U može se transportirati na velike udaljenosti vučnim vozilima ili željezničkim vagonima. Po potrebi, transport se može obaviti i zrakom - jedan T-80U tank može se smjestiti u transporter IL-76, a dva u AN-124. Klasična sovjetsko/ruska konstrukcija predviđa i grubu podjelu kućišta na tri odjeljka - vozačev odjeljak u prednjem dijelu tanka, borbeni odjeljak i kupola u središtu, te motorno - transmisijski odjeljak u stražnjem dijelu tanka. Zapovjednik i topnik sjede jedan uz drugoga u kupoli, a sustav oružja nalazi se između njih.

## Podvozje tanka

Vozač tanka nalazi se u prednjem dijelu zavarenog podvozja tanka, točno u sredini. Na taj način vozač bolje osjeća širinu tanka tijekom vožnje, a povećava se i mogućnost preživljavanja uslijed eksplozije protutankovske mine (posebice ako se radi o minama koje se aktiviraju pritiskom). Vozač koristi tri periskopa, koji, zahvaljujući njegovom smještaju u sredini vozila, omogućavaju dobru opću vidljivost. Središnji periskop može se zamijeniti uređajem za pojačanje slike za noćnu vožnju. Ulaz za vozača otvara se tako da poklopac klizi udesno, pa se kupola može neograničeno okretati, čak i kad je vozačev ulaz otvoren. Vozač nadzire kretanje vozila koristeći dvije tradicionalne poluge za "kočenje" gusjenica (ruski konstruktori ne vide nikakav stvaran razlog da zamijene ovaj sustav modernijim upravljačem), a tu je i mehanički mjenjač stupnjeva prijenosa sa četiri brzine za kretanje naprijed i jednom za kretanje nazad. Hodni dio, uglavnom napola prekriven bočnim štitnicima, ima sa svake strane šest

dvostrukih potpornih kotača s gumenim naplaticima, pet gusjeničnih valjaka, vođeni zupčanik na prednjem dijelu, pogonski zupčanik na stražnjem i cilindar za napinjanje gusjenica. Potporni kotači imaju ovjes u obliku torzijskih šipki i uređaje za zaustavljanje na ner-

avinama, a središnja dva kotača smještena su blizu jedan drugom da bi mogli primiti težinu kupole. Prvi, drugi i šesti kotač imaju hidrauličke amortizere za apsorpciju linearnih udara. Gusjenice su široke 580 mm. Stranica gusjenice koja dolazi u dodir s kotačima za kretanje po putovima obložena je gumom da bi se smanjila buka i vibracije. Premda gusjenice ruskih tankova nemaju gumene obloge, za strana tržišta nude se inačice koje imaju te obloge. Gusjenični hodni dio ima standardni vijek trajanja (do servisiranja) od 10.000 km u prosječnim ruskim uvjetima, dok se u pustinjским uvjetima taj vijek smanjuje na 5000 km.

## Pokretljivost tanka

Na stražnjem dijelu kućišta T-80U tanka nalazi se glavna pogonska jedinica, plinska turbina posebno konstruirana za korištenje na vozilima. Prednosti i nedostaci plinske turbine u odnosu na Dieselov motor danas su dobro poznati. Za ovu je prigodu dovoljno se prisjetiti da plinske turbine omogućavaju veću pokretljivost tanka, bolji odnos snage i volumena i bolji okretni moment, no stvaraju više infracrvenog zračenja i troše znatno više goriva (što je i najveći nedostatak plinskih turbina). Plinske turbine su ugrađivane već u prve T-80 tankove, uz kasnija znatna usavršavanja.

Primjerice, snaga je povećana bez većeg povećanja protežnosti motora. U posljednje T-80 tankove ugrađivana je turbina GTD-1000 TF, snage 1100 KS, dok najnoviji model, GTD-1250, koji se koristi kod T-80U tankova, ima 919 kW (1250 KS). Pogonski sustavi tankova

Abrams M1A1, Leclerc i Leopard 2 dosta su snažniji (oko 1500 KS), no T-80U je mnogo lakši, pa u odnosu snage i mase, što je stvarno važno, T-80U, s odnosom 19,97 kW/t staje uz bok tanku M1A1 (19,3) i Leopardu 2 (19,97). Treba reći da Rusi za izvoz nude i turbine od 1500 KS. Turbina GTD-1250 može raditi na razne vrste goriva, premda najbolje rezultate postiže s dizel gorivom. Pravi izmjenjivač topline na ispustu nije ugrađen, pretpostavlja se da bi se uštedilo na prostoru, a ruski konstruktori tvrde da takav uređaj "nije, u stvari, potreban". U ruskoj vojsci vrijedi standardno pravilo da se plinska turbina zamjenjuje nakon prijedjenih 12.500 km. Takva se turbina zatim prebacuje u središte za održavanje treće razine, gdje se pregledava i, ovisno o stanju u kojem se nalazi, vrši potpuni remont kojim se dovodi na nula sati rada i ponovno koristi, ili se odbacuje.

Proizvedeni su i T-80U tankovi s Dieselovim motorima, ta se inačica zove **T-80UD**, gdje "D" označava Dieselov motor. Glavni spremnik za gorivo, koji se nalazi unutar kućišta, kao i pet manjih spremnika smještenih iznad gusjenica, sadrže ukupno 1770 litara goriva (1099 u glavnom spremniku i 680 u svakom od manjih spremnika), dok je prvotni tank T-80 nosio ukupno 1840 litara goriva. Uz to, dva dodatna bačvasta spremnika, svaki od po 300 litara, mogu se pričvrstiti na stražnji dio tanka, ako vozilo ide na dulju zadaću. Potrošnja goriva kod vožnje putom je oko 500 litara na 100 km, što znači da može na cesti prevaliti oko 335 km s gorivom koje se nalazi u spremnicima, odnosno oko 440 km s pomoćnim spremnicima. Kao što se moglo i očekivati, temeljni podatci glede pokretljivosti T-80U tanka (brzina kretanja po putovima, maksimalni uspon, bočni nagib, okomite zapreke, rovovi i dr.), nisu lošiji od odgovarajućih zapadnih konstrukcija. Klirens/udaljenost donjeg dijela tanka od tla je 431 mm, što je 50 mm manje od Leoparda 2 i Abramsa M1.



**...kao i na bočnim stranicama - iznad tri prednja kotača s obje strane tanka**



**Razvojni rad na KE streljivu koje se ne zasniva na osiromašenom uranu, doveo je do projektila poput 3BM42 APFSDS, koji ima košuljicu za probijanje od ojačanog čelika i samo neznatno manju moć probijanja kompaktnog cilja od DU streljiva, na udaljenostima do 2000 m**

Specifični pritisak na tlo je također važan čimbenik, jer određuje pokretljivost tanka izvan putova, pa začinuje što je taj čimbenik kod T-80U tanka 0,93 kg/cm<sup>2</sup>, što je gotovo isto kao kod tanka Abrams, odnosno nešto više od Leoparda 2. T-80U može svladavati vodene zapreke, s ili bez posebne priprave. Ulaz zraka za plinsku turbinu postavljen je izravno iza kupole, na visini od 2 m iznad tla. Prema tome, nisu potrebne nikakve pripreme da se svlada vodena zapreka do dubine od 1,80 metara. Vodene zapreke do 5 m dubine, bez obzira na širinu, mogu se svladati nakon postavljanja odgovarajuće opreme. Tu je još jedan standardni sovjetski uređaj koji valja spomenuti, jer se ne ugrađuje baš uvijek u zapadne tankove. Radi se o uređaju za automatsko izvlačenje vozila, koje se može uočiti po šipki za izvlačenje koja se nalazi na stražnjoj strani vozila. Taj uređaj omogućava posadi da u slijedu nekoliko operacija oslobodi vozilo koje se zaglavilo u močvarnom zemljištu. Šipka se poveže s gusjenicama i provlači nekoliko puta ispod vozila, sve dok gusjenice ne dobiju opet oslonac.

Punjenje tanka T-80U gorivom traje samo 12 do 15 minuta. Tank ima i pomoćnu pogonsku jedinicu koja opslužuje vozilo električnom energijom kad glavni motor ne radi. Radi se o GTA-18A plinskoj turbini, koja daje 18 kW, a smještena je u stražnjem dijelu kućišta vozila. Kao što se to zna na primjeru Abrams tankova u Zaljevskom ratu, ova jedinica šteti velike količine goriva. Ona omogućava da se glavni motor ugasi za vrijeme duljih zaustavljanja tijekom kojih posada ostaje u tanku. Gašenje motora ne ograničava djelovanje vozila, već se čak i

smanjuje njegova termovizijska slika. Mali ispušni otvor ove turbine smješten je sa stražnje strane vozila, lijevo od glavne pogonske jedinice. Sustav pročišćavanja zraka standardni je dio opreme T-80U tanka. Ako je vanjska temperatura visoka, radi samo ventilator, dok se ulazni svježi zrak zagrijava u zimskim uvjetima. Uz to, kad se djeluje pri izrazito visokim temperaturama, članovi posade mogu koristiti pojedinačne prsluke hladene vodom.

## Kupola i borbeni sustav

Kupola tanka T-80U klasična je sovjetsko ruska struktura lijevana od jednog dijela. Zanimljivo je istaknuti

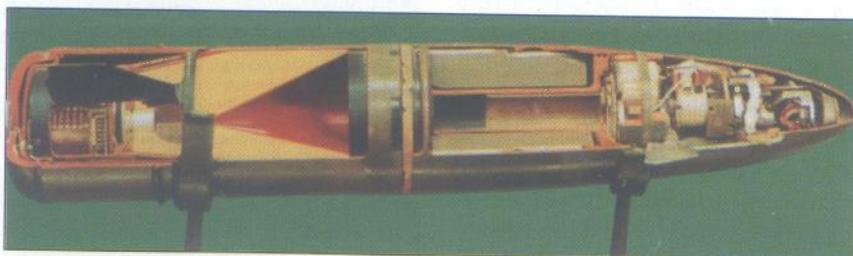
da je ukrajinska tvornica tankova u Karkovu zamijenila ovakvu kupolu zavarenom konstrukcijom kod svog novog T-84 tanka (koji po mnogo čemu slični na T-80U). Proizvođači sada daju kontradiktorne izjave glede prednosti i nedostataka ovih dvaju rješenja. Kao što je to uobičajeno kod svih tankova, kupola se može okretati koliko god puta je to potrebno. Kupola i prostor u njoj sadržavaju borbenu postaju topnika i zapovjednika, kao i sveukupni sustav naoružanja i telekomunikacijsku opremu. Vodoravni/traverzni pogon kupole je električni, a vertikalni pogon elevacije topa je elektrohidraulički. Očito je da su konstruktori pokušali što je moguće više smanjiti broj hidrauličkih dijelova. Maksimalna brzina ciljanja je 20°/sec po azimutu i 5°/sec po elevaciji. Moguće je i ručno preuzimanje zapovijedi.

## Zapovjednikovo borbeno mjesto

Zapovjednikovo borbeno mjesto nalazi se s desne strane. Za razliku od svih ranijih sovjetskih tankova (uključujući i one iz serije T-80), zapovjednik može i sam ciljati glavnim

topom, te izvršiti ispaljenje, odnosno zaobići topnika. Zaključeno je da je ovo rješenje usvojeno kao rezultat iskustva u Afganistanu, gdje se pokazalo neophodnim brzo reagirati na ciljeve koji su se naglo pojavili. Zbog toga zapovjednik ima PNK-4S dnevni/noćni panoramski vizor s uređajem za ciljanje, a njegova je četvrtasta glava učvršćena u rotirajuću kupolu zapovjednika. Vizor je vertikalno stabiliziran i ima TKN-4S infracrveni uređaj za noćno motrenje, dok je povećanje 7,5 puta za dnevni kanal i 5,1 puta za noćni kanal. U uvjetima nedovoljnog osvijetljenja i drugim uvjetima smanjene vidljivosti (na primjer, u umjetno stvorenom dimu), zapovjednik se služi malim zaslonom koji je smješten ispod vizora na desno, a koji daje sliku preko topnikove termovizijske kamere. Uz PNK-4S uređaj, zapovjednikova kupola ima i periskope koji omogućuju potpuni pregled okoliša. Tri stražnja periskopa smještena su na vrh pokrova zapovjednikovog ulaza, koji se otvara prema naprijed. PZO strojica kalibra 12,7mm NSVT smještena je na prednjem dijelu zapovjednikove kupole. Zapovjednik može rukovati ovim oružjem iz samog tanka, ciljajući uz pomoć AA teleskopskog ciljnika, čiji mali zaslon je smješten na lijevo od podnožja. Streljivo za strojnicu smješteno je u kutiji, desno od podnožja, a vreća za potrošene čahure nalazi se s lijeve strane. Strojnicom je moguće rukovati i ručno, što je zajedničko i svim drugim funkcijama ovog tanka. AA reflektorska sprava je smještena u zaštitnoj kutiji na postolju i koristi se za takvu situaciju.

Zapovjednikovo borbeno mjesto ima i R-163 radiouređaj, koji radi u rasponu frekvencija između 30.000 i 75.999 MHz, a domet mu je oko 20 km. Antena je smještena sa stražnje strane kupole tanka. Ovaj novi uređaj, koji je konačno zamijenio zastarjeli R-123, ima digitalno iskazivanje frekvencije. Usprkos tome što je sada već deset godina star, i što ne predstavlja neko značajno tehničko dostignuće, R-163 je ipak značajno poboljšanje u odnosu na prethodne ruske standarde. Tu je i R-174 sustav za unutrašnje komunikacije, kojim se zamjenjuje stari sustav R-124. U dvije cilindrične kutije,

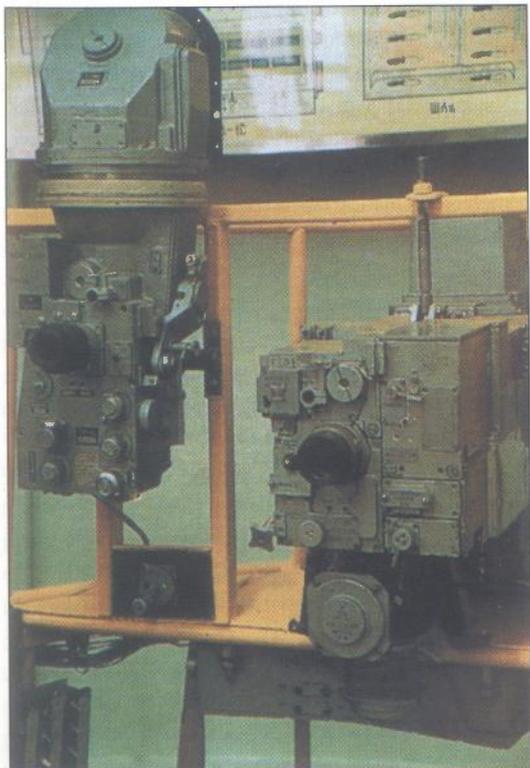


**Protutankovska raketa 9M119 (AT-11 Sniper) za ispaljivanje iz topa 125 mm, vodena putem laserske zrake, otporna na ometanje. AT-11 se može ispaljivati i pri kretanju tanka**

smještene ispred i iza zapovjednikove kupole, smješteni su senzori (anemometar za mjerenje bočnog vjetera, termometar i barometar), koji daju podatke balističkom računalu. Tankovi koji se koriste u Rusiji nisu opremljeni laserskim uređajem za upozoravanje kao standardnim uređajem, no ovi se uređaji mogu nabaviti s tankovima koji idu u izvoz.

## Topnikovo borbena mjesto

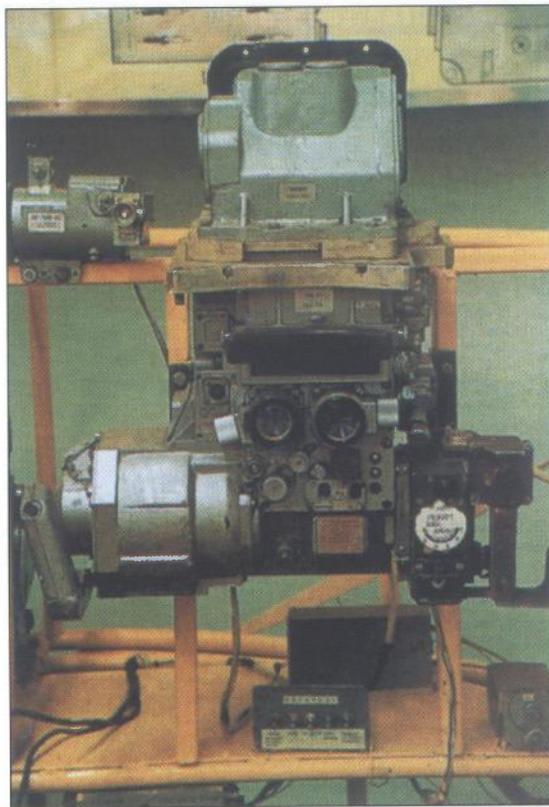
Topnikovo borbena mjesto smješteno je s lijeve strane. Topnik ima precizno određenu zadaću ispaljenja na cilj kojeg odredi zapovjednik. Da bi to mogao izvršiti ima na raspolaganju IRTYSH i BURAN-PA ciljničke sprave. IRTYSH (1G46) je dnevni vizor s promjenljivim povećanjem od 2,7 puta do 12 puta. Ovaj uređaj je kombinacija optičkog ciljnika, laserskog daljinometra i sustava vođenja za navođene protutankovske raketne projekte. Kao i glavni top, IRTYSH se stabilizira vodoravno i vertikalno. Prema tome, osigurano je izvršenje ispaljenja iz kretanja na cilj koji se i kreće, uključujući i korištenje protutankovskih navođenih projektila. Četvrtasta glava dnevnog vizora smještena je na prednjem lijevom dijelu krova kupole, ispred poklopca topnikove kupole koji se otvara prema natrag. S lijeve stražnje strane nalazi se gotovo kružna glava BURAN-PA termovizijske kamere, koja se pokriva osmerokutnim pokrovom. Termovizor se također stabilizira po dvije osi (nezavisna stabilizacija po vertikalnoj osi i povezana s topom po vodoravnoj) i omogućava maksimalni praktični borbeni



domet noću od 2600 m. BURAN-PA ima vlastiti odvojeni okular, odnosno slika se ne prenosi izravno u 1G46-IRTYSH dnevni vizor. Kako termovizor nema vlastiti integrirani laserski daljinometar/osvjetljavanje, kod korištenja toplinskih slika noću nije moguće odrediti točnu udaljenost cilja i, što je još važnije, nije moguće koristiti cijev za lansiranje projektila. Doduše, moguće je da se koristi i postupak ciljanja termovizijskom kamerom i određivanja udaljenosti dnevnim vizorom, na što ukazuje i relativno mala vertikalna udaljenost između dviju glava za ciljanje, što bi smanjilo pogreške u ciljanju. Usprkos ovih ograničenja, sposobnost tanka T-80U za borbu noću uvelike je napredovala u odnosu na prethodne inačice ruskih tankova. BURAN-PA kamera standardni je dio opreme na svim tankovima proizvedenim poslije 1992. godine, a postoje i planovi da se naknadno ugradi na starija vozila.

## Sustav upravljanja paljbom

Sustav upravljanja paljbom na tanku T-80U nosi oznaku 1A45. Glavni sastavni dijelovi su mu dnevni i noćni vizori za zapovjednika i topnika, 2A42 sustav stabiliziranja naoružanja, 1V528 digitalno balističko računalo, laserski daljinometar, senzori za bočni vjetar, temperaturu, pritisak, nagib i brzinu, te sustav akvizicije cilja. Kao što je danas uobičajeno kod suvremenih sustava za



upravljanje paljbom, balističko računalo izračunava parametre paljbe na temelju udaljenosti cilja i lateralne brzine (određuje laserski daljinometar), te brzine kretanja samog tanka, ugla nagiba i istrošenosti cijevi, a uzimajući u obzir meteorološke uvjete okoliša-temperaturu, atmosferski pritisak i bočni vjetar, sve to u odnosu na vrstu streljiva koje se koristi.

## Naoružanje

T-80U je naoružan topom glatke cijevi, kalibra 125 mm, oznake 2A46M-1. To je usavršena inačica topa 2A46, koji se već koristi na tanku T-72 i tvrdi se da ima poboljšana disperzijska svojstva. Top ima oblogu koja štiti od zagrijavanja i cilindrični ispušnik plinova koji se nalazi otprilike na sredini cijevi. Uređaj za mjerenje izlazne brzine projektila ( $V_0$ ) ugrađen je u cijev.

*Ciljničke naprave zapovjednika i topnika. Stabilizirana dnevno-noćna naprava zapovjednika PNK-4S, osim akvizicije cilja, ima mogućnost brze uporabe topa zaobilazeći topnika za slučaj nagle pojave ciljeva. Stabilizirana naprava IRTYSH (1G46) je dnevni vizor s promjenljivim povećanjem od 2,7 puta do 12 puta. Naprava je kombinacija optičkog ciljnika, laserskog daljinometra i sustava vođenja za navođene protutankovske raketne projekte. Četvrtasta glava dnevnog vizora smještena je na prednjem lijevom dijelu krova kupole. S lijeve stražnje strane nalazi se gotovo kružna glava BURAN-PA termovizijske kamere, koja se pokriva osmerokutnim pokrovom. Termovizor se također stabilizira po dvije osi i omogućava praktični domet noću od 2600 m. BURAN-PA ima vlastiti odvojeni okular, odnosno slika se ne prenosi izravno u IRTYSH dnevni vizor. Budući termovizor nema vlastiti integrirani laserski daljinometar. Kod korištenja toplinskih slika noću nije moguće odrediti točnu udaljenost cilja i, što je još važnije, nije moguće koristiti cijev za lansiranje projektila. Moguće je koristiti i postupak ciljanja termovizijskom kamerom i određivanja udaljenosti dnevnim vizorom, na što ukazuje i relativno mala vertikalna udaljenost između dviju glava za ciljanje*

## Tehničke zanačajke tanka T-80U

### Općenito

- Posada **3**
- Borbena masa **46t (+/-3%)**
- Protežnosti (DxŠxV) **9656/3589/2202 mm**

### Podaci o podvozzju

- Pogonska jedinica **GTD-1250 plinska turbina**
- Snaga **919kW (1250 KS)**
- Odnos snaga/masa **19,97 kW/t (27,2 KS/t)**
- Prijenos **mehan. mjenjači, 4 brzine naprijed, 1 natrag**
- Hodni dio **gusjenice, šest pogonskih kotača, pogonski zupčanik straga torzijska šipka, amortizer udara 70 km/h**
- Ovjese
- Maksimalna brzina **335 km**
- Doseg (s gorivom koje tank nosi) **1770 litara**
- Kapacitet spremnika goriva **2 x 300 litara**
- Pomoćni spremnici **63% (32°)**
- Svladavanje uspona **46% (20°)**
- Bočni nagib, maks. **446 mm**
- Udaljenost od tla **1800 mm**
- Sposobnost svladavanja vodenih zapreka **5000 mm**
- Maks. dubina vode
- Svladavanje vertikalnih zapreka **1000 mm**
- Sposobnost prelaska rovova **2850 mm**
- Specifični pritisak na tlo **0,93 kg/cm<sup>2</sup>**
- Duljina dodira gusjenica **4300 mm**
- Širina gusjenica **580 mm**

### Sustav naoružanja

- Glavni top **model 2A46M-1, glatka cijev, 125 mm streljivo 125 mm, tipovi: HE, HEAT, HVAPFSDS, ATGM**
- Koaksijalna spregnuta strojnica **7,62 mm**
- AA strojnica **12,7 mm NSVT**
- ATGM sustav **AT-11/Sniper**
- Načelo vođenja **SACLOS, "jahanje" na laserskoj zruci**

### Borbeni domet

- Glavni top, maks. **4000 m**
- ATGM **100 do 5000 m**

### Pokretanje oružja na kupoli

- Azimut/Traverza **n x 360°**
- Elevacija **-5° do 15°**
- Pogon traverze **električni**
- Pogon elevacije **elektrohidraulični**

### Maksimalna brzina

- Traverza **20°/s**
- Elevacija **5°/s**

### Zalihe streljiva u tanku

- Glavni top **45 granata**
- od toga u uređaju
- za automatsko punjenje **28 granata**
- Koaksijalna spregnuta strojnica **1250 komada**
- AA strojnica **500 komada**
- Sustav upravljanja paljibom **1A45**

### • Računalo za

- upravljanje paljibom **1V528 digitalno računalo**
- Zapovjednikov vizor **PKN-4S**
- Povećanje **x 5,1 (danju), x 7,5 (noću)**
- Topnikov dnevni vizor **1G46 IRTYSH**
- Povećanje **x 2,7 i x 12**
- Topnikov noćni vizor **BURAN-PA**

### Ostala oprema

- Radiouređaj **R-163**
- Raspon frekvencija **30.000 - 75.999 MHz**
- Unutarnje veze **R-174**
- Generator **18 kW GTA-18A plinska turbina**
- Sustav zaštite za atomsko-kemijsko-biološko ratovanje
- Sustav za gašenje požara
- Pročišćavanje zraka
- Laserski sustav upozoravanja
- Sustav tvorbe dimne zavjese
- Generator za izbacivanje dima
- Da
- INEY
- opcija
- opcija
- 8 x 81 mm "Tučka" 902B
- Da

Nutarnja strana cijevi "presvučena je posebnim slojem", što bi moglo značiti da je obložena kromom. Top ima i ugrađeni uređaj kojim se provjerava poravnanje topnikovog ciljnika. Koaksijalno spegnuta strojnica kalibra 7,62 mm, smještena je u posebnom oklopu na desno od glavnog oružja, a u tanku se nalazi 1250 okvira streljiva. Oba ova oružja stabiliziraju se u dvije ravnine pomoću sustava 2A42, koji omogućava paljbu u pokretu. Top 2A46 koristi streljivo koje se nalazi u posebnim sanducima. Projektili i sanduci se slažu jedan na drugog u okretnom spremniku koji se nalazi na podu kupole, a punjenje se vrši automatskim uređajem. Čahura je, osim osnovnog postolja, izgoriva, a njega uređaj za automatsko punjenje vraća u okretni spremnik. U teoriji, automatsko punjenje omogućava ispaljenje do devet projektila u minuti. Top se može puniti i ručno, premda znatno sporije. U tanku se nalazi ukupno 45 projektila za glavni top, od čega 28 u spomenutom okretnom spremniku, dok je ostalih 17 smješteno u kućištu, u blizini borbenog mjesto vozača.

## Streljivo

Top 2A46M-1 može koristiti sve vrste streljiva proizvedene za sovjetsko/ruske tankovske topove glatke cijevi, kalibra 125 mm. To uključuje ne samo standardno streljivo, poput APFSDS (pro-

tuoklopni projektili sa stabilizatorima), HEAT (visokoeksplozivno protutankovsko streljivo) ili HE (visokoeksplozivno streljivo), već i navođene protutankovske projektele. S ovim posljednjima se rukuje kao i sa svakim drugim streljivom, smještaju se u okretni spremnik u dva odvojena dijela i odabiru se pritiskom na dugme. Ovo rješenje, kojem ne postoji ništa sličnog na Zapadu, daje nesumnjivu prednost tanku T-80U, posebice u borbi na veće udaljenosti, a osim toga i ne manje važnu sposobnost obrane od borbenih helikoptera. Obično se nosi osam ovakvih projektila u pričuvu.

Širok raspon streljiva, uključuje:

- superbrzi projektil za probijanje oklopa (HVAP);
- 3BK18 visokoeksplozivni protutankovski projektil (HEAT) borbenog dometa od 2000 m;
- 3BK21 HEAT projektil;
- 3BK29 HEAT projektil;
- 30F26 visokoeksplozivni projektil (HE);
- 38M32 potkalibarni projektil za probijanje oklopa s krilcima za stabilizaciju (APFSDS) s košuljicom od osiromašenog urana, borbenog dometa do 3200 m;
- 38M42 APFSDS projektil s košuljicom za probijanje od ojačanog čelika i samo neznatno manje učinkovitosti od prethodnog; te
- HE rasprskavajuća granata s vremenskim upaljačem (koristi se samo na inačici T-80U).

Projektili 38M32 i 38K29 HEAT mogu probiti oklop zaštićen ERA pločama. Reflex sustav navođenja, koji koristi raketne 9MI19 (AT-11 "Sniper") projektele, posebno je prilagođen djelovanju s T-80U tanka, a ima učinkoviti domet od 100 do 5000 m. Izravno nakon lansiranja, projektil se penje na visinu od 5 m i vraća se na razinu pogleda tek nakon što dobije posebnu kodiranu zapovijed za to. Optimalni mu je domet 4000 m. U tanku se obično nalazi pričuva od osam projektila. Sve u svemu, tank nosi 45 granata, od toga 28 u okretnom spremniku. To mu omogućava veliku brzinu ispaljenja praktično - 7 do 8 projektila u minuti.

Ruski proizvođači nedavno su tako prikazali širok raspon konstrukcija streljiva kalibra 125 mm, pa i nema mnogo smisla praviti razliku između streljiva koje se trenutačno koristi u ruskoj vojsci, koje se nudi u izvozu i na kojem se tek radi. No, ipak treba istaknuti neka najvažnija dostignuća u konstrukciji, kao što je 3BM32 projektil s probojnom košuljicom od osiromašenog urana. Projektil je težak 7,05 kg, a na izlazu iz cijevi postiže brzinu od 1700 m/s. Ruski izvori tvrde da ovaj projektil može, pri udarnom kutu od 60° probiti "homogeni cilj" debljine



**Funkcioniranje ovjesa tanka T-80UK, pri svladavanju zapreka pri velikoj brzini. Demonstracija pokretljivosti tanka T-80 (gore) i T-80U (dolje) za vrijeme izložbe u Abu Dhabiu**

250 mm (pri tome se najvjerojatnije misli na RHA - valjani homogeni oklop), na udaljenosti do 2000 m, odnosno cilj od odvojenih sedam slojeva ukupne debljine probijanja od 620 mm (to, naravno, uključuje i zrak, a ukupna vrijednost čelika u cilju nije navedena), odnosno cilj od tri sloja ukupne debljine probijanja od 1830 mm (na udaljenosti od 5000 m).

Nastavlja se i rad na konstrukciji drugog kumulativnog streljiva, osim onog zasnovanog na iscrpljenom uranu. Novi projektil s probojnom košuljicom od posebnog čelika, oznake 3BM42, iste je težine kao i prethodno opisani i ispaljuje se s istom brzinom izlaza iz cijevi. U stanju je probiti cilj od sedam slojeva na udaljenosti od 3200 m, a probojna moć mu je, kod probijanja homogenog čeličnog cilja na udaljenosti od 2000 m, samo za 20 mm manja od projektila s košuljicom od osiromašenog urana. No, kad se radi o troslojnom cilju, ovaj ga projektil može probiti tek na udaljenosti od 2700 m, dakle znatno slabije od prethodnog. Osiromašeni uran se koristi i za HEAT projekte, poput novog 3BK21B. Rusi ne daju podatke o probojnoj moći ovog streljiva, no poznato je da probojna moć dobro konstruirane bojne glave odgovara šesterostrukom kalibru, dok najsvremenije vrste postižu probojnost vrijednosti osam, devet i više kalibara. Shodno tome, može se pretpostaviti da 3BK21B može probiti najmanje oko 700 mm oklopa. Doduše, kako mu je brzina izlaza iz cijevi tek 905 m/s, korisni borbeni domet ovog projektila vjerojatno nije veći od 2000 m. Nastavljen je i razvojni rad na HEAT granatama s tradicionalnim bakrenim oblogama, a vrhunac tog rada je najnovija konstrukcija s oznakom 3BK29 ( $V_0 + NOR = 915 \text{ m/sec}$ ). Tvrdi se da ovaj projektil, slično onom od osiromašenog urana, može probiti oklop zaštićen ERA (eksplozivnim reaktivnim oklopom) pločama, premda se ne radi o dvojnoj kon-

strukciji bojne glave. Može se pretpostaviti da se takvi rezultati postižu korištenjem novog VU-729 upaljača koji se ugrađuje u nove granate i zamjenjuje 3V15 upaljača manje učinkovitim 3BK18 granatama. Ovaj upaljač, naime, ima malo prethodno punjenje koje aktivira ERA elemente prije djelovanja same granate. Kako god, "radi se na razvoju" usavršene dvojne bojne glave za kalibar 125 mm. HE granata oznake 30F26 teška je 23 kg i ima punjenje od 3,4 kg eksploziva (A-IX-2). Koristi se za mekane ciljeve na udaljenosti do 12.200 m. Prijelaz s izravnog na neizravno usmjerenje topa jednostavan je kod T-80U kao i kod preteča ovog tanka.

Iako su Rusi konstruirali veći broj ATGM raketa koje se mogu koristiti s topničkim oružjem kalibra 125 mm, sustav koji je posebno smišljen za tank T-80U je 9K119 Reflex, koji ispaljuje 9M119 anti-tankovske rakete (AT-11 Sniper po NATO sustavu oznaka). Reflex je SACLOS sustav (poluautomatski sustav zapovijedanja u vidokrugu), i ima vođenje do cilja "jahanjem" na laserskoj zruci, kodiranoj da bi se spriječilo ometanje. Za razliku od ranijih vrsta, 9M119 projektil može se ispaljivati iz pokreta, naravno uz stabilizirano ciljanje. Osim temeljne protutankovske uloge, može se koristiti za niskoteleće helikoptere. Ruski

izvori prave jasnu razliku između "optimalnog" i "maksimalnog" dometa sustava Reflex. Vjerojatnost pogotka prvim projektilom je 80 do 90 posto na "optimalnom" dometu od 4000 m, a zadržava se na zavidnih 70 do 80 posto na "maksimalnom" dometu od 5000 m. Projektil nije dvojne konstrukcije, a može probiti oko 650-700 mm homogenog oklopa. Premda se Reflex može koristiti već na udaljenosti od 100 m, zapovjednici radije koriste brže (i jeftinije) APFSDS ili HEAT projekte za borbu na udaljenosti manjoj od 2500 m. Jedinstveno svojstvo 9M119 projektila je njegova posebno podignuta putanja. Odmah nakon lansiranja, projektil se penje na visinu od oko 5 m iznad zemljišta (tj. nekih 3 m iznad visine pogleda), što pruža dvije prednosti - prvo, nema opasnosti da projektil udari o tlo ili vegetaciju i aktivira se; drugo, topnik može neometano motriti cilj. Projektil se vraća na visinu pogleda na otprilike 500 m od cilja, uz pomoć kodirane zapovijedi (modulirana laserska zraka), koju automatski upućuje sustav za upravljanje paljbom, na temelju podataka laserskog daljinometra.

## Zaštita i preživljavanje

Rusi su zaštitu tanka T-80U s dodatnim reaktivnim oklopom nazvali *dinamičkim oklopom* (Kontakt-5). Zaštita uključuje višu generaciju reaktivnog oklopa i slojeviti oklop. Podatci o debljini i prirodni glavni oklop T-80U tanka nisu dostupni, no sigurno je da su, u najmanju ruku prednji kosi dio i kupola, oklopljeni slojevitim oklopom. Još je zanimljiviji dodatni oklop koji se postavlja na već sam po sebi dobro oklopljeni tank, a koji predstavlja znatni napredak u tehnologiji izradbe reaktivnih oklopa u odnosu na ranija rješenja. Konstruktori T-80U tanka nastojali su prevladati sve uočene nedostatke reaktivnog oklopa - naime preveliki obujam oklopa, dugačak postupak postavljanja, rizik lančanih eksplozija u slučaju pogotka, nedovoljnu učinkovitost protiv kinetičkih KE projektila i - izgleda da su uspjeli.



Štora sustav protumjera primjenjuje se u ruskoj vojsci, gdje se ugrađuje na T-80UK zapovjedne tankove. Pri otkrivanju laseriranja, automatski se uključuje optoelektronička uzbuna sustava Štora-1. Izbacivanje aerosolne zavjese (iz šest lansera) je na udaljenosti 50-60 m. Sustav obuhvaća i infracrveno djelovanje s modulatorom ometanja. Djelotvornost sustava se očituje kroz smanjenje vjerojatnosti pogađanja prvim projektilom protivnika:

- od protutankovskih raketa TOW, HOT, MILAN, DRAGON (4-5 puta);
  - od protutankovskih raketa Hellfire, Meverick, Copperhead, Bussard s laserskim tragačem i senzorom cilja (oko 3 puta);
  - od topničkih i tankovskih projektila s laserskim daljinometrom (oko 1,5 puta).
- 1-Nadzorna jedinica; 2-AC transformator; 3-zaštita od PT projektila (1C ometači i modulatori /2 komada, jedan s lijeve i jedan s desne strane topa/); 4-nadzorna ploča; 5-mikroprocesor; 6-aerosolna zaštita (granate u lanseru, šest komada s jedne i šest komada s druge strane) i 7-defektori za otkrivanje laserskog osvjetljavanja (fini i obični)



Ključ sheme poboljšane zaštite je modularni dodatni oklopni sustav, koji je konceptijski sličan onom na izraelskom tanku Merkava II. Na temelju tog sustava, dodatni se oklop može odabrati imajući u vidu očekivanu prijetnju, premda se zajedno mogu koristiti i različite tehnologije zaštite. Shodno tome, ukupna zaštita prednjeg oklopa kupole tanka T-80U najvjerojatnije se sastoji od čelika, šupljina ispunjenih kompozitnim tvorivom, te reaktivnih oklopnih ploča. Dodatni oklop širi se od cijevi topa unazad, sve do stražnjeg dijela kupole i pokriva je gotovo u cijelosti. Kao rezultat toga, tank ima učinkovitu zaštitu od (još uvijek uglavnom teoretskog) napada odozgo. Nova zaštita ovog tanka uključuje i fleksibilne ploče oko prednjeg dijela oboda kupole sve do samog kućišta, koje pokrivaju posebno ranjivi spoj kupole i kućišta. Te se ploče, izgleda, sastoje od gumiranog tekstilnog tvoriva i namjena im je da dodatno zaštite tank od HEAT bojnih glava, uzrokujući njihovo prerano aktiviranje. Slični gumeni elementi pričvršćeni su ispod prednje kosine tanka i sačinjavaju stražnji dio bočne zaštite gusjenica.

Eksplozivno-reaktivne ploče sasvim

nove konstrukcije postavljene su na prednjem kosom dijelu tanka (dvije serije ploča jedna preko druge, s tim da se svaka sastoji od tri modula), te na prednjem dijelu bočne zaštite gusjenica, odnosno na prva tri kotača. Ti novi eksplozivno-reaktivni elementi su oko 30 mm debeli, i nemaju više tipične vanjske "kutije/kasete", karakteristične za ranije konstrukcije, što bi moglo značiti da su otporniji na slučajno ili povezano aktiviranje. I bočni su elementi inovirani time da eksplozivni sloj nije više postavljen između dvije čelične ploče, već između vanjske čelične ploče (koja, jasno, predstavlja aktivni mehanizam) i unutarnjeg sloja triju gumenih elemenata naslaganih jedan preko drugog. Nakana je ukloniti rizik oštećenja gusjenica stražnjom pločom kad se ERA modul aktivira. Tank T-80U proizvod je hladnog rata i njegovi su konstruktori vodili računa o tome da može djelovati u uvjetima atomsko-biološko-kemijskog rata. Stoga je oklop tanka obložen iznutra i izvana slojem koji apsorbira radijaciju. Posebna je pozornost posvećena zaštiti od protutankovskih mina. Tijekom rata u Afganistanu

ispod prednjeg kosog dijela tanka. Uz to, vozačevo sjedalo sada visi s krova kućišta, a nije pričvršćeno za pod. To sprječava da udarni valovi ozljede vozača kad se mina aktivira. Dopunska zaštita je i ubacivanje zavarenih čeličnih greda uz vozačevo sjedalo da bi se osigurala čvrstoća čitave strukture. Ukoliko se minsko polje unaprijed uoči, T-80U je u stanju izići sam s njim na kraj. Ispred svake gusjenice mogu se postaviti uređaji za razminiranje (npr. KMT-6), a dozerska ralice se spušta u položaj za čišćenje, ako se očekuju rasprskavajuće mine, poput AT-2. Premda se na taj način sposobnost manevriranja tanka smanjuje, to je zasigurno cijena koju se isplati platiti kod prelaska kroz minsko polje. Naravno, glavna nakana dozerske ralice jest omogućavanje samoukopavanja tanka tako da mu kućište bude zaštićeno. Za taj je postupak potrebno 60 minuta. Gotovo svi sovjetsko/ruski gusjeničari imaju ovu opremu, posebno tankovi i samohodna topovska oružja.

sovjetske su posade trpile velike gubitke zbog djelovanja mina. To je posebno bio slučaj kod vozila (poput oklopnih transporterata serije BMP), kod kojih vozač sjedi sa strane. Takva je situacija dovela do uvođenja čitavog niza protuminskih mjera, a njihov se rezultat dobro vidi kod tanka T-80U. Tu je, na primjer, debeli gumeni zastor s prednje strane vozila čija je namjena da aktivira mine s antenskim detonatorima, kao i smještaj dozerske ralice za samoukopavanje

Osim oklopne zaštite i drugih mjera za preživljavanje, ruski su proizvođači izvjesno vrijeme radili na razvoju aktivnih sredstava obrane od protutankovskih raketnih projektila. Treba posebno spomenuti elektrooptički sustav Štora za poduzimanje kontramjera ("Zasljepljujući"), dimnu zavjesu u kombinaciji sa sustavom ometanja infracrvenog motrenja, koji je trenutačno u primjeni. Sustav za poduzimanje protumjera Štora-1 (TštU-1), proizvodi se u St Petersburgu i prodaje preko tvrtke *Elers-Electron Ltd.* iz Moskve, a predstavlja standardnu opremu T-80UK tanka. Taj sustav uključuje dva odašiljača infracrvenih signala s modulatorom za ometanje protivnika, laserske detektore, šest lansera granata za

### Elaktro-optički sustav Štora-1 za poduzimanje protumjera, tehničke značajke

#### Laserski uređaj za upozoravanje

- spektralni raspon ulaznog laserskog svjetla **0,6-1,1 μm**
- širina vidokruga (vodoravna/vertikalna) **360°/0°-20°**
- preciznost umjeravanja u sektoru **+45°-1,7°**

#### Sustav za brzo uspostavljanje aerosolne zaštite

- brzina tvorbe aerosolnog sloja **< 3 sec**
- spektralni raspon tvorbe **0,4-14 μm**
- protežnosti **15x20 m**
- udaljenost od tanka **50-70 m**
- vrijeme trajanja **> 20 sec**

#### Postaja za elektro-optičke smetnje - načini rada

- sprječavanje složenih sustava navođenja protutankovskih projektila
- osvjetljavanje cilja za uređaje za noćno motrenje
- sektor isijavanja kod poduzimanja protumjera:
  - jednomodulna konstrukcija, **20° x 40°**
  - dvomodulna konstrukcija **40° x 4°**
- sektor isijavanja kod osvjetljavanja **1° x 1°**
- spektralni raspon isijavanja **0,7-2,5 μm**

#### Nadzorna jedinica i nadzorna ploča

- složeni sustavi kontrole kod automatskog rada
- izlazni signal za određivanje cilja kod poluautomatskog rada
- snaga, potrošnja (dvomodulni dizajn) **2,2 kW**

## Tehničke zanačajke zapovjednog tanka T-80UK

• Posada	3
• Borbena masa	47,4 tone
• Odnos snage i mase	27,2 KS/t
• Pritisak na tlo	0,92 kg/cm <sup>2</sup>
• Maksimalna brzina	70 km/h
• Snaga motora	1250 KS/919 kW
• Autonomija kretanja	439 km
• Duljina, širina, visina	9,65 m/3,38 m/2,20 m
• Svladavanje nagiba	63%
• Bočni nagib	51%
• Okomite zapreke (zid)	1 m
• Rov	2,85 m
• Vodene zapreke, -s/ bez pripreve	5,5 m/1,8 m
• Top	glatka cijev, top/lanser 125 mm 2A46M-1
• Protuzrakoplovna strojnica	12,7 mm s 500 streljiva
• Koaksijalno spregnuta strojnica	7,62 mm s 750 streljiva
• Projektil za glavni top	45 komada
• Sustav vođenih projektila	Reflex 9K119
• Domet noćnog vizora	2600 m
• Stabilizator	elektro-hidraulički kod elevacije, elektro-mehanički kod traverze
• Balističko računalo	elektronsko
• Daljinometer	laserski
• Lanseri dimnih bombi	12

stvaranje aerosolne zavjese, koji se nalaze s obje strane kupole, kao i odgovarajuće kontrolne mehanizme. To je standardna oprema T-80UK zapovjednog tanka, no izgleda da ga obični T-80U tankovi nemaju, premda se sigurno može nabaviti s tankovima koji idu u izvoz (sustav se nudi s ukrajinskim T-84 tankovima). Za blisku se budućnost pripremaju dva različita sustava koji se postavljaju na kupolu, pod imenima Drozd i Arena, koji bi trebali fizički presresti i uništiti nadolazeći protutankovski projektil. Oba su ova sustava još uvijek u fazi razvoja, a zanimljivo je primijetiti da je oko sustava Arena potpisan ugovor o međunarodnoj suradnji između ruskog *Kolonka konstruktorskog ureda* i TDA, tvrtke u zajedničkom vlasništvu Thomson-CSF i DASA.

T-80U ima INEY automatski sustav za sprječavanje požara, s osjetilima smještenim na svakom borbenom mjestu člana posade i u stražnjem dijelu kućišta. Zadržan je generator za ispušne plinove, standardni dio opreme još od II. svjetskog rata. Ovaj uređaj djeluje tako da se gorivo uštrcava izravno u ispuh. Uz to, T-80U ima i (odgovarajuće nazvan) "Tučka" 902B sustav dimnih bombi. Ovaj se sustav sastoji od osam lansera kalibra 81 mm, poslaganih u redove od po četiri sa svake strane kupole. Zanimljiva je također kamuflažna zaštita tanka. Posebna maskirna boja izobličuje izgled tanka u vidljivom i infracrvenom spektru, tzv. trokolor maskirna shema.

## Pogodnost za održavanje

Konstrukcija tanka T-80U je takva da omogućava održavanje i popravke u uvjetima djelovanja na terenu. Na primjer, odabran je kombinirani način pročišćavanja zraka da bi se smanjila potreba za održavanjem turbine.

Nakon što se zrak prethodno filtrira, iz tako pročišćenog centrifugalnim uređajem uklanjaju se preostali djelići tvari. Tvrdi se da ovaj sustav uklanja 98,5 % čestica prašine, a da dovodi do značajnijeg gubitka energije čestice prašine koje ipak uđu u fazu izgaranja i tvore neželjeni sloj na lopaticama turbine. Taj se sloj skida u postupku nazvanom vibracijsko čišćenje, nakon čega se otpuhuje stlačenim zrakom. Stlačeni se zrak također koristi za dovođenje goriva u plinovito stanje prije no što se uštrcava u komoru za izgaranje.

Posada može sama zamijeniti čitavi pogonski sustav za manje od tri sata, pod uvjetom da na raspolaganju ima odgovarajuću dizalicu. Zanimljiv je i način promjene 6,40 m dugačke topovske cijevi. Kad je potrebno izvršiti zamjenu cijevi iz bilo kojeg razloga (oštećenje u borbi ili vijeka trajanja - ispaljenje najmanje 700-750 APFSDS projektila ili 1000 HEAT projektila), za to je potrebno oko dva sata, bez podizanja kupole ili skidanja čitavog topa, sve zahvaljujući zglobovima za rastavljanje između cijevi i nosača. Nadalje, posada može na terenu također promijeniti kotače, budući da se svaki kotač može pojedinačno podići i blokirati.

## Mogućnosti izvoza

U nekadašnjem se Sovjetskom Savezu tank T-80 proizvodio u St. Petersburgu (Lenjingradu), Omsku i Harkovu. Danas samo tvornice iza Urala, u Omsku radi T-80U za potrebe ruske vojske, i nešto u Nižnij Tagilu T-72S i T-90E, a njihovi su kapaciteti jedva pokriveni ruskim potrebama. Kombinacija suvremenog oklopa i kupole tanka T-80U na vrlo ekonomičnom podvozju tanka T-72 (Dieselov motor 1000 KS) čini jeftinim ruski tank T-90E. Sada je jedino razumno rješenje - izvoz. Shodno tome, glavna se tankovska bitka u zadnjih nekoliko godina vodila na komercijalnom bojnopolju, gdje se T-80U suočio sa zapadnom konkurencijom. Za sada nisu postignuti veći uspjesi kao s T-72 te i danas tankove T-80U koristi jedino ruska vojska, kojih ima više od 5000 komada.

Švedska je vojska razmatrala

ponudu ovog tanka tijekom svog programa nabave tankova, no kupljeni su rabljeni njemački Leopard 2 tankovi, kao dio svekolikog poslovnog paketa (naime, T-80U nije se natjecao s tankovima Leopard 2, Abrams i Leclerc za opremanje oklopnih brigada, već se nudio za motorizirane brigade). Rezultati ispitivanja u Švedskoj nisu objavljeni, no priča se da su Švedani bili impresionirani poboljšanjima na polju zaštite u usporedbi s ranijim sovjetsko/ruskim tankovima. Švedska je bila optimistički pokušaj, a Rusi se glede izvoza ozbiljnije usredotočuju na tržišta Bliskog i Srednjeg istoka. Nije slučajno da je ovaj tank po prvi put prikazan izvan Rusije na izložbi sredstava obrane IDEX '93 u Abu Dabiju, a na istom je mjestu ove godine prikazan i tank T-80UK. Ruske organizacije za izvoz naoružanja izgleda vjeruju da njihova obećanja brze isporuke mogu srušiti posao koji su 1993. godine. Ujedinjeni arapski emirati sklopili s Francuskom, oko isporuke 390 Leclerc tankova. Radi se i na poslovima u Dubaju (premda je posao s Leclerc tankovima potpisan u ime Ujedinjenih arapskih emirata, sad je jasno da će se ti tankovi zadržati u Abu Dabiju, što znači da Dubaj potrebuje nekih sto suvremenih tankova za vlastite potrebe). Postoje i neke mogućnosti prodaje Saudijskoj Arabiji. Tank T-80U nudi se i u Aziji, a prema neproverenim izvješćima Kina je već kupila između 50 i 200 tankova. T-80U nudi se kao dio "sveukupnog paketa" proizvoda i usluga. Taj paket je znatno širi od samog tanka i njegovih doknadnih dijelova. Na primjer, paket uključuje posebne simula-



Torzijski ovjes tanka s amortizerom udara iznad kotača



**Tank T-80U u kretanju s IC reflektorom i maskirnom trokolor shemom (koja izobličuje izgled tanka u vidljivom i infracrvenom spektru)**

tore za izobrazbu topnika i vozača, te transport i izobrazbu u Rusiji. Naravno, vodi se računa i o željama kupaca glede poboljšanja borbene učinkovitosti, pa je moguća i proizvodnja po izravnoj narudžbi.

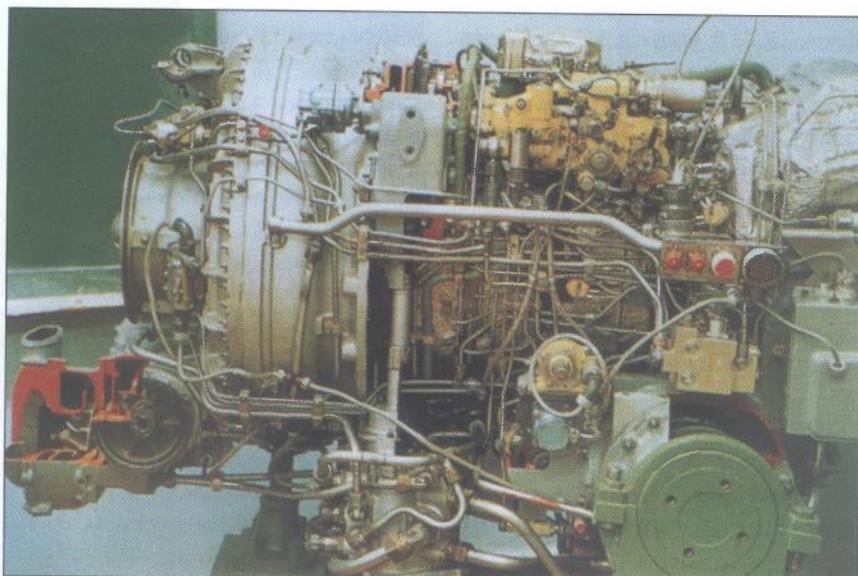
Osim zapadnih konstrukcija, T-80U suočava se i s konkurencijom iz zemalja bivšeg Varšavskog ugovora. Češka nudi različite poboljšane inačice T-72 tanka, dok su Slovačka, Poljska, Ukrajina i sama Rusija na drukčijoj tehnološkoj razini i očekuju uspjeh na drukčijim tržištima. Ukrajinski T-84 (koji dolazi iz iste tvornice tankova u Harkovu koja je proizvodila i T-80UD do raspada Sovjetskog Saveza) ozbiljni je takmac tanku T-80U. Zbog općeg nepovjerenja u motore na temelju plinskih turbina, tvornica u Harkovu proizvela je 1988. godine tank T-80UD (Objekt 478B), koji ima GTF Diesellov motor od 1000 KS. Prototipi ovog tanka imaju standardnu reaktivno-eksplozivnu zaštitu, ne inačicu koja se koristi kod T-80U tanka. Tank T-84 predstavlja plod ukrajinskog usavršavanja ovog tanka.

## T-80UK zapovjedni tank

T-80UK, zapovjedni tank (standardno se koristi u ruskoj vojsci na razini tankovske bojne, tj. na svakih 30 komada T-80U tankova) ima osnovno kućište, naoružanje i opću konstrukciju tanka T-80U, no i značajan broj modifikacija i poboljšanja. Sredstva veze su potpuno preuređena, pa tank ima R-163-50U VHF odašiljač, R-163UP VHF prijamnik i R-163-50K HF odašiljač. Tri antene opslužuju te sustave, 4 m dugačka fiksna HF antena, slična VHF antena i 11 metara visok teleskopski stup (koji se koristi kad vozilo stoji), a koji kombinira VHF antenu i HF dipolnu antenu. Teleskopskom antenom postiže se domet VHF i HF komunikacija do 40, odnosno 350 km. Kad vozilo stoji, sredstva veze potrebnu energiju (1kW) dobivaju s AB-1-P28 genera-

tora na benzin. Postavljanje ovih sredstava veze i pomoćnih uređaja s njima u svezi dovelo je do potrebe prilagodbe uređaja za automatsko punjenje topa, električnog sustava vozila, zapovjednikovog ulaza i dodatnog oklopa. Uz to, pričuva streljiva smanjena je na 30 granata (uključujući 28 u okretnom spremniku). Tank T-80UK ima i TNA4-3 uređaj za navigaciju te sustav pokazivanja položaja tanka (crtača daska, žirokompas, nadzorna ploča, sprava za usmjeravanje), a također i Štora-1 sustav optoelektričnog poduzimanja protumjera. Funkcija Štora-1 sustava je da na vrijeme upozori i osigura zaštitu od poluaktivnih laserski vođenih projektila, topničkih projektila i SACLOS protutankovskih projektila. Sustav se sastoji od dva fina i dva grublja laserska prijamnika, dva sklopa od po šest lansera granata, dva uređaja za ometanje infracrvenog djelovanja s odgovarajućim modulatorima, mikroprocesorom i nadzornim pločama. Sustav može raditi ručno, ali bolje rezultate postiže u automatskom radu.

Kad se prebaci na "potpuno automatsko" djelovanje reagirat će na neprijateljsko uključivanje lasera (bez obzira da li se radi o daljinometru ili pronalaženju cilja) tako što će uključiti zvučni i vizualni signal i automatski ispaliti lanser granata da bi se stvorio aerosolni zaslon u odgovarajućem smjeru na udaljenosti od 50-80 m od tanka. Aerosolni zaslon, koji je učinkovit u spektralnom rasponu od 0,4 do 14  $\mu\text{m}$ , uspostavlja se u potpunosti za manje od 3 sekunde od otkrivanja laserskog osvjetljenja tanka i traje oko 20 sekundi. Sustav će također automatski okrenuti kupolu u smjeru iz kojeg dolazi opasnost, no čekat će na zapovjednikovo odobrenje da se otvori paljba. Dva uređaja za ometanje infracrvenog djelovanja, od kojih svaki pokriva kut od 20° u prednjem dijelu, djeluju u rasponu od 0,6 do 2,5  $\mu\text{m}$  i ometaju infracrveno praćenje SACLOS projektila (jedinice za lansiranje prate projektil u letu i odašilju odgovarajuće signale za korekciju putanje prateći infracrveno zračenje iz repa projektila). Uređaji za ometanje uvode zbujujuće kontrolne signale u elektronski sustav vođenja projektila, odašiljajući kontinuirane kodirane infracrvene signale. Kako ovim projektilima nije potrebno prethodno ustanovljavanje udaljenosti cilja ili njegovo lasersko osvjetljavanje, pa stoga ne pružaju nikakve mogućnosti upozoravanja, dva uređaja za njihovo ometanje nisu povezana s mikroprocesorom u svrhu automatskog reagiranja. Rusi su usvojili praksu po kojoj se uređaje pusti da emitiraju svoje signale kad god se očekuje opasnost od protutankovskih projektila ove vrste. U ovom kontekstu treba istaknuti da su neki zapadni protutankovski projektili zamijenili infracrveni izvor ksenonskom lampom, kako bi se neutraliziralo djelovanje sustava kakav je Štora-1, odnosno njegove zapadne inačice. No, konstruktori



**Pogon tanka T-80U, s modulom usavršene plinske turbine GTD-1250 (919 kW) za razne vrste goriva. Bazno je dizel gorivo, a potrošnja 500 l/100km**



**Slika je snimljena na izložbi IDEX'95, gdje je određeni broj kupaca razmatrao nabavu tanka T-80U, zahvaljujući činjenici da se može brzo isporučiti, te da se isporučuje sa zajamčenim doknadnim dijelovima i jamstvom održavanja**

Štora-1 sustava vjeruju da će njihov sustav i bolje raditi suočen s ksenonskim izvorom, dok zapadni konstruktori projektila ne vjeruju u takve sposobnosti ovog sustava. Napokon, T-80UK može ispaljivati još jednu dodatnu vrstu streljiva - HE/Frag granate s vremenskim upaljačem koji aktivira eksplozivno punjenje određeno vrijeme nakon udara projektila. Vrijeme aktiviranja se prilagođava elektronski tijekom punjenja topa. Premda to ruski izvori eksplicitno ne navode, ovaj je projektil namijenjen ponajprije borbi protiv helikoptera i (vrlo vjerojatno) borbi protiv pješništva koje se nalazi u zemljanim zaklonima. Nije sasvim jasno zašto se ovo streljivo koristi samo kod T-80UK.

## Zaglavak

T-80U je najsavršenija tankovska konstrukcija koja se danas proizvodi u Rusiji i uključuje sve široko iskustvo ruskih konstruktora tankova. U usporedbi s M1A1, T-80U je kraći za 996 mm, niži za 238 mm i uži za 32 mm. Masa mu je 46 tona, dakle 11 tona je lakši od svog američkog takmaca. Može se transportirati ruskim transportnim zrakoplovima - jedan tank Il-76, odnosno dva u An-124. Ugrađivanje uređaja za automatsko punjenje topa smanjuje potrebu za jednim članom posade. No, ovaj tank ima i svojih nedostataka. Tijekom borbi u Čečeniji često se događalo da se plinska turbina zapali, a oklop mu se općenito smatra pretankim. Uz to, kako navode zapadni stručnjaci, ispitivanja su pokazala da stabilizacija glavnog oružja u dvije ravnine ne može zadržati top trajno usmjeren na manji i udaljeniji cilj, barem ne tako precizno kako je to moguće kod Leoparda 2 ili M1 tanka. Isto vrijedi i za otvaranje paljbe u pokretu. T-80U mora usporiti prije ispaljenja na stajaći cilj u bliskoj borbi, što pokazuje ograničene mogućnosti

njegovog sustava upravljanja paljbom i stavlja ga u razinu s usavršenom Leopard 1 konstrukcijom. Topnikov termovizor ograničava zapovjednikove mogućnosti identificiranja ciljeva izvan topnikovog vidokruga za vrijeme borbe pod uvjetima smanjene vidljivosti.

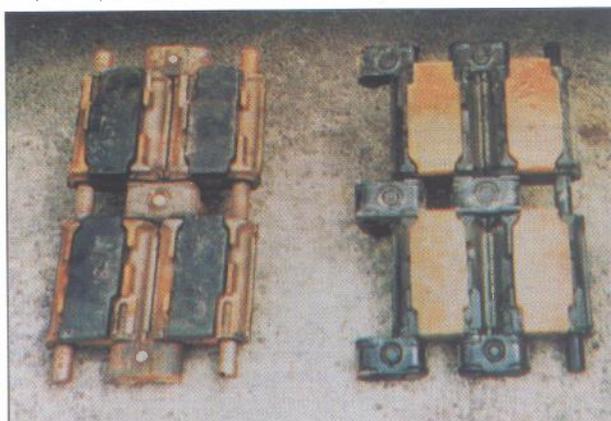
Planirana poboljšanja uključuju novi Dieslov motor koji će moći raditi osam sati neprekinuto, odnosno prijeći 640 km bez punjenja goriva. Danas je borbena autonomija tanka 430 km, što je najmanje među modernim tankovima (Leopard 2450 km; Leclerc čak 550 km). Kako navode zapadni stručnjaci, T-80U ipak predstavlja prijetnju. I bez poboljšanja, borbeni domet njegovih projektila veći je od bilo kojeg drugog tanka u svijetu. Cijena mu je niska, isporuka brza, pa se može očekivati da će se pojaviti ne samo na Srednjem istoku, nego i u Europi. Grčka vlada ozbiljno je razmišljala o nabavi ovih tankova, a Švedani ne žele davati nikakve izjave o rezultatima ispitivanja T-80U, nakon što su se odlučili za Leopard 2. Mogu se očekivati neka iznenađenja glede paljbene moći, zaštite i pokretljivosti.

Usprkos relativnom obilju informacija i podataka o mogućnostima djelovanja, eventualna usporedba tanka T-80U i njegovih zapadnih takmaca može biti samo ograničeno točna. Takva bi usporedba u obzir trebala uzeti ne samo tehničke parametre temeljnih inačica ovog vozila, već i različita poboljšanja i mogućnosti naknadno ugrađenih dijelova, a koje ruski proizvođači već sada nude. Nadalje,

učinkovitost naoružanja ne smije se gledati samo u kontekstu originalnog streljiva, već i u odnosu na streljivo koje isporučuju drugi dobavljači. Na primjer, isporuka Leclerca Ujedinjenim arapskim emiratima uključuje i streljivo od osiromašenog urana, kalibra 120 mm, koje se, treba pretpostaviti, može dobiti i bez tankova. Što je još važnije, postoji veliki broj pomalo nejasnih ali značajnih čimbenika, koji utječu na konstrukciju (odnosno izbor) tanka, pa i na njegovu krajnju borbenu učinkovitost kao ratnog stroja. To je prije svega razina taktičke izobrazbe posade, zatim mogućí neprijatelj, njegova oprema i njegove ukupne borbene mogućnosti, pa minimalni broj vozila koji treba nabaviti da se udovolji djelatnim potrebama, važeća doktrina djelovanja oklopljenih i kombiniranih postrojbi, raspoloživa industrijska i/ili financijska sredstva koja se mogu investirati u program popunjavanja tankovskih snaga. I, na kraju, ali ne manje važno, tu su logističke potrebe, a sve ove čimbenike treba imati na umu kad se ocjenjuje tank. Taj postupak treba provoditi imajući na umu ne samo tank kao takav, već oklopljene snage koje se žele organizirati s tim tankom. Jasno, ako se tank odabire od stranih ponuđača, treba voditi računa i o količini i o cijeni kao ključnim čimbenicima, o drugim vezanim vanjskotrgovačkim poslovima, tehnološkoj i proizvodnoj osnovi države kupca, lobističkom djelovanju, tržištu rada, političkim sklonostima, nastavku dobave u slučaju krize ili rata i, očito o tankovskoj doktrini zemlje koja tankove kupuje.

## LITERATURA

- [1] A. Geuckler: The T-80U Main Battle Tank, Miltech 4/95.
- [2] S. Marx: Advanced T-80 Disigns, JANE'S Intelligence Review 7/79
- [3] V. Yelisayev, P. Shantsev: T-80U L'ultimo Carro Russo, Panorama Difesa, XI/94.
- [4] D. Mikulić: Razvoj ruskih tankova, I. dio, HV 80/95.
- [5] D. Mikulić: Razvoj ruskih tankova, II. dio, HV 81/95.



**Gumene obloge gusenica ne koriste se u ruskoj vojsci, ali se mogu nabaviti s tankovima T-80U po zahtjevu kupca**



Brzi ophodni brodovi s antenama detektora radarske opasnosti na vrhovima jarbola

Suvremeno elektroničko ratovanje, temeljeno na elektroničkim izviđanjima visoke tehnološke razine, zahtijeva i visoku kvalitetu ljudskog čimbenika, počev od rukovanja sustavima izviđanja i interpretacije prezentiranih podataka do zapovijedanja i donošenja brzih - adekvatnih odluka, i to naročito na nižim i srednjim razinama vojne organizacije

svim vidovima na stotine radara različitih namjena, i kada se može očekivati na sutrašnjem bojnopolju na kopnu, moru ili zraku na desetke radarskih signala bez kojih mnoga sredstva i oružja ne mogu djelovati, sasvim je nezamislivo da neki zrakoplov, brod ili neko drugo sredstvo, pa čak i pješak ide u borbenu akciju bez radarskog detektora opasnosti. Međutim, čimbenik-čovjek često

# OTKRIVANJE I IDENTIFIKACIJA RADARSKIH SUSTAVA (II. dio)

Vili KEZIĆ

vrsti platforme ovisi način reakcije nakon detekcije opasnog signala, a u svezi s time i nužna sofisticiranost radarskog detektora za svaku vrstu. Ako zrakoplov otkrije signal ciljnog radara u fazi akvizicije, postoji šansa da promjenom smjera leta izbjegne pogodak, i da tu šansu poveća aktiviranjem pasivnih i aktivnih elektroničkih protumjera (engl.: Electronic Counter Measures - ECM). Ako pak mali brzi ratni brod, koji plovi nedaleko obale, otkrije akvizicijski signal, može iskoristiti šansu izbjegavanja pogotka približavanjem obali i stapnja s njome, ne poduzimajući nikakve druge aktivnosti koje bi ga razotkrile.

Detektor opasnosti je možda najdragocjeniji na podmornici koja već pri ronjenju na periskopskoj dubini izdiže antenu radarskog detektora iznad površine "njušeci" tko se oko nje nalazi, a da pritom nikakvim zračenjima ne otkriva svoju nazočnost. Izbjegavanjem eventualno otkrivene opasnosti za nju je vrlo jednostavno i učinkovito, treba samo zaroniti dublje.

U današnje doba kada vojske svijeta imaju u

poništava moć moderne tehnologije, što je dokazao i američki zrakoplov F-16C koji je oboren prošle godine iznad Banja Luke. Očigledno pilot nije otkrio radarski signal raketne bitnice SA-6 u fazi akvizicije, a ni CW signal obasjavanja na kojega se navodila raketa, jer bi u protivnom zrakoplov takvih manevarskih sposobnosti mogao izbjeći pogodak uz pomoć ometača radara i radarskih mamaca. Ovakva pretpostavka ukazuje na mogućnost neispravnog funkcioniranja radarskog detektora ili neimanja podvjesaka s ometačem radara i izbacivačem radarskih mamaca. Naime, F-16 je razvijen 1975. godine temeljem zahtjeva da bude relativno jeftin borbeni lovac za dobre vremenske uvjete, i da se proizvede veliki broj tih zrakoplova. Prvi proizvedeni F-16 imali su ugrađen detektor radarske prijetnje (engl.: Radar Warning Receiver - RWR), izbacivač infracrvenih mamaca i mogućnost montaže podvjeska s ometačem radara. Međutim, mnogi korisnici ovog zrakoplova (prodano ih je 1750 izvan SAD, i sada su u uporabi u ratnim zrakoplovstvima 17 država) tražili su još više moćnije i integrirane EW opreme, pa su oni dograđivali različite sustave na različite načine,

ali poglavito dodavanjem podvjesaka.

## Identifikacijske oznake radara

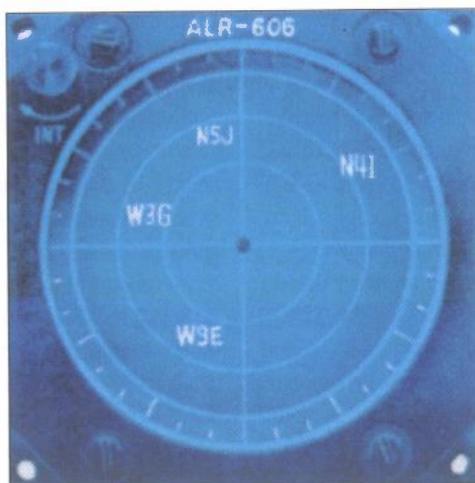
Otkrivanje nekog radarskog signala, odnosno prisustva radara u nekom području, prvi je korak funkcioniranja radarskog detektora. Signal zračen radarskim odašiljačem sadrži mnoge mjerljive osobitosti temel-

jem kojih se radar može svrstati u određenu kategoriju, a među istotipnim radarima mogu se prepoznati pojedini po nekim neuobičajenim specifičnostima. Set izmjerenih parametara i poneka specifičnost određenog radara obično se naziva "otisak prsta" radara po kojemu se u kasnijim izvidanjima on identifikira.

Osobitosti signala jednog radara koje se mogu izmjeriti, te snimiti ili memorirati, su: (1) noseća frekvencija, (2) frekvencija ponavljanja impulsa, (3) širina impulsa, (4) brzina skaniranja antene, (5) prgramirana krivulja skaniranja, (6) struktura bočnih latica snopa zračenja antene i (7) modulacione osobine. U mnogim primjenama radarskih detektora nije nužno mjeriti sve navedene osobine, ali se nameće pitanje koje parametre treba izmjeriti da bi se postigla najviša pouzdanost kasnije identifikacije toga signala. Naime, sve je vrlo jednostavno kada se radi o jednom primarnom signalu i o jednom memoriranom radaru u biblioteci, jer će tada identifikacija, odnosno uspoređivanje biti pouzdano i nedvosmisleno. Međutim, kapacitet biblioteke modernih detektora je i do tisuću radara, odnosno setova njihovih parametara, a tijekom ESM izvidanja moguće je da antenu radarskog detektora obasjava više desetaka radarskih signala istodobno. U takvim okolnostima procesor u detektoru treba obrađivati na desetke tisuća impulsa u sekundi, svrstavajući ih u suvisle nizove koji pripadaju pojedinom radaru, što se obavlja temeljem kuta prijama pojedinih impulsa (engl.: Angle of Arival - AOA), vremena prijema (engl.: Time of Arival - TOA), širine impulsa i njihove amplitude, te izmjerene frekvencije, ako je detektor uopće mjeri. Broj impulsa koje može obraditi procesor radarskog detektora vrlo je važna osobina koja ukazuje na kvalitet digitalnog detektora. Taj broj se kreće od 200.000 impulsa u sekundi pa naviše.

Ako se parametri primarnih radarskih signala međusobno dosta razlikuju, bit će olakšan posao procesoru i izmjerene vrijednosti tih parametara su točnije. Međutim, ako su neki parametri dvaju signala isti ili približni, može se dogoditi da ih procesor nije u stanju razlučiti, već ih prikazuje kao jedan signal s usrednjenim parametrima, ili pak kao dva signala ali s netočnim parametrima.

U svrhu izbjegavanja takvih "gužvi" na ulazu procesora, u detektorima posvoje razne opcije za



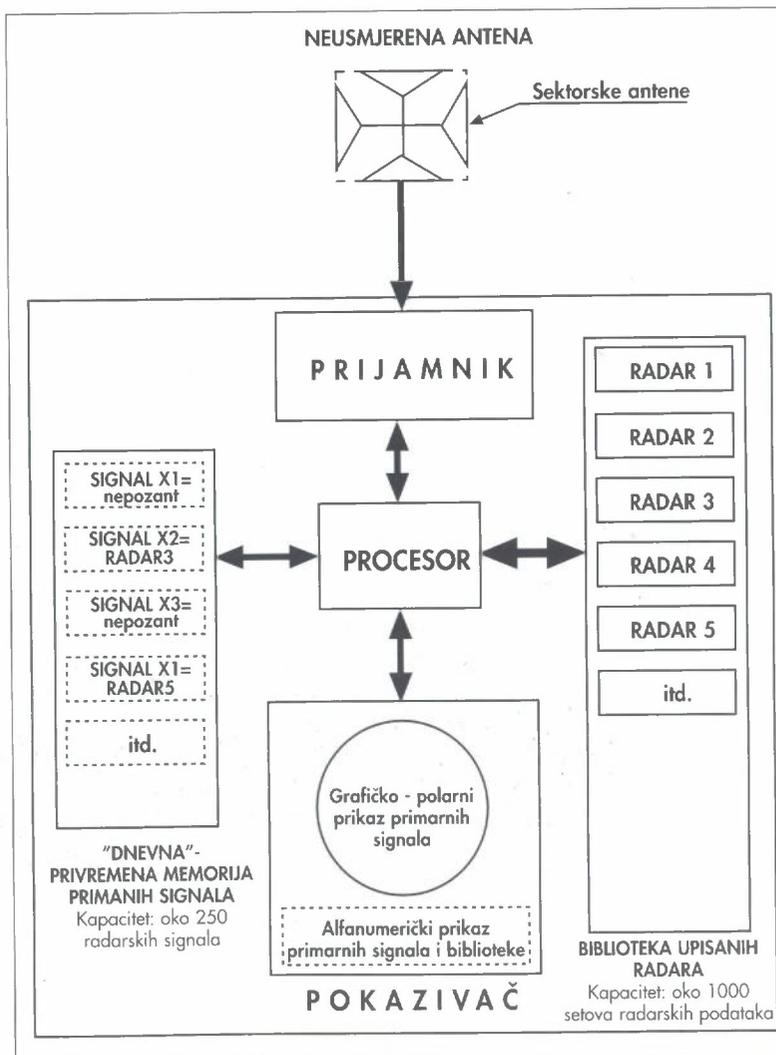
ograničavanje broja propuštenih impulsa prema procesoru. Ako signali dolaze iz različitih smjerova, izborom samo određenog kutnog sektora smanjuje se broj primanih signala, a ako signali pripadaju različitim frekvencijama opsezima, izdvajanjem samo jednog užeg frekvencijskog opsega može se učinkovito raščistiti situacija na ulazu procesora.

Ako procesor i uspije obraditi veliki broj signala, kao sljedeći problem pojavljuje se čovjek s ograničenim kapacitetom interpretacije velikog broja informacija u kratkom vremenu od nekoliko desetaka sekundi (jer među signalima može biti i onaj najopasniji iz samonavodene rakete).

Ova slabost radarskog detektora i operatora već je iskorištena za protudjelovanje masovnom uporabom radarskih signala koje proizvode radari-imitatori raspoređeni u frekvencijskom opsegu i kutnom sektoru iz kojega se namjerava lansirati samonavodena raketa prema, primjerice, brodu-žrtvi koji nosi detektor opasnosti. Jeftini radari-imitatori, raspoređeni na pogodnim pozicijama na obali, mogu

**Polarni prikaz na pokazivaču digitalnog detektora radarske opasnosti sa četiri primana radarska signala. Alfanumerička oznaka identificiranih radara prikazana je u smjeru prijama signala, a daljina od središta je proporcionalna amplitudi signala**

**Načelna shema digitalnog detektora radarske opasnosti**



svojim signalima efikasno maskirati signal protubrodske rakete lansirane sa obale, odnosno smanjiti šansu njenog otkrivanja.

Suvremeni ESM radarski detektori za pripremu izvođenja mjere obično ove parametre radarskog signala: noseću frekvenciju (engl.: Frequency - FRQ), frekvenciju ponavljanja impulsa (engl.: Pulse Repetition Frequency - PRF), širinu impulsa (engl.: Pulse Width - PW), relativni ili pravi smjer dolaska signala (engl.: Relative/Thru Bearing - RBRG/TBRG), amplitudu signala (engl.: Amplitude - AMP), period skaniranja radarske antene (engl.: Scan Periode - SP), vrstu modulacije: (1) normalna impulsna modulacija sa fiksnim međuimpulsnim intervalom (engl.: Normal - NRM), (2) impulsna modulacija sa zakonito promjenljivim međuimpulsnim intervalom (engl.: Staggered - STG), (3) impulsna modulacija sa promjenljivim međuimpulsnim intervalom po zakonu slučajnosti (engl.: Complex - CPX) i (4) nemodulirani signal (engl.: Continuous Wave - CW).

Mali digitalni detektori radarske opasnosti mjere također sve navedene parametre, osim što većina njih ne mjeri noseću frekvenciju. Naime, mjerenje frekvencije zahtijeva proširenje uređaja s posebnim sklopovima, što povećava gabarite i znatno podiže cijenu uređaja. Neki proizvođači ovih detektora ugrađuju filtere za izdvajanje pojedinih frekvencijskih opsega, širine oko 4 GHz ili manje, omogućavajući na taj način diskriminaciju suvišnih signala iz neopasnih opsega, odnosno lakšu interpretaciju signala u svakom posebnom opsegu.

Temeljem izmjerenih parametara primanog signala može se zaključiti kojoj vrsti pripada taj radar, međutim, ostaje nepoznato s koje platforme on zrači, odnosno kome pripada. Potpuna identifikacija

parametara. Ako svi setovi nisu kompletirani, radarski detektor neće identificirati radar kada on radi u neupisanom režimu.

Drugi element pouzdane identifikacije je točnost parametra koji se upisuju u biblioteku s određenim tolerancijama koje ovise o pouzdanosti izvora prikupljenih informacija (ELINT, tehnička uputstva radara, opća tehnička literatura i sl.). Naime, nesigurna informacija zahtijeva šire tolerancije pojedinog parametra, što kasnije u procesu usporedbe primanog signala sa setovima podataka u biblioteci rezultira u dvosmislenim identifikacijama, odnosno procesor izdvaja više radara iz biblioteke, od kojih možda jedan odgovara primanom signalu.

Stalnost parametra nekog radara bitno utječe na rezultate identifikacije. Tijekom normalnog rada radara (poglavito onih starijih) neki parametri fluktuiraju nenamjerno, a poslije popravaka, zamjene nekog dijela ili remonta radara, mogu nastati drastične promjene pojedinih parametara. Ako ta promjene nije ustanovljena naknadnim izvidanjima, procesor više neće prepoznati taj radar. Konstruktori novih radara namjerno projektiraju mogućnost znatnijih promjena parametara kao jednu od električnih protu-protumjera (ECCM).

I konačno postavlja se pitanje: Je li bolje u biblioteci upisati mnogo radara, čak s relativno uskim tolerancijama, ili malo onih najopasnijih?

Pri upisu velikog broja radara nemoguće je izbjeći preklapanje njihovih parametara, pa će višeznačne identifikacije biti česte. No, pri upisu podataka obično postoji mogućnost dodjele reda prioriteta (npr. 1-99) svakom radaru, pa se tako najopasnijim radarima može dati prioritet 1, a ostalima neki niži, dok se vlastite radare svrstava najniže. Dodjelom prioriteta omogućava se diskriminacija prikazivanja radarskih signala temeljem njihove opasnosti. Ako operator ograniči prikazivanje signala radara prioriteta primjerice od 1 do 5, svi ostali radari nižeg prioriteta neće opterećivati grafičke ili alfanumeričke prikaze radarskog detektora, a oni najviših prioriteta (obično 1-3) proizvodit će također akustični i vizualni alarm. Kao posebno opasan tretira se CW signal obasjavanja, jer ukazuje da je raketni napadaj u tijeku, pa on obično proizvodi posebno upozorenje za operatora i posadu.

## Lociranje i daljine otkrivanja radarskih sustava

Skuplji ESM radarski detektori, namijenjeni pripremnim izvidanjima za borbene akcije, s kompleksnim antenskim sustavima koji sadrže neusmjerenu antenu i okretnu usmjerenu antenu, mogu mjeriti smjer prema radaru s točnošću od 1° do 2°. Poziciju radara na terenu moguće je odrediti metodom triangulacije, pri čemu dva dovoljno udaljena detektora određuju smjer, ili se pak jednim detektorom na pokretnom objektu (zrakoplovu ili brodu) određuje smjer prema radaru sa dvije dovoljno udaljene pozicije.

Ovakva točnost određivanja smjera prema

21	FN:U NRM FRQ:5434/5437 PRF: 963.8/965.6 TFS: 10 : 24 : 11	SP:10	AMP: 40 TBRG: 029.8/030.2 PW: 1.05/1.13 TLS: 11 : 01 : 20
22	FN: AA NRM FRQ: 9250/9254 PRF: 3534/3536 TFS: 10 : 32 : 15	SP : 002	AMP: 45 TBRG: 330.5/332.0 PW:0.30/0.31 TLS: 10 : 45 : 04
23	FN: U CPX FRQ: 2980/2983 PRF: *****/***** TFS: 10 : 55 : 10	SP : 006	AMP: 52 TBRG: 040.6/042.0 PW:3.21/3.45 TLS: 11 : 20 : 03

*Alfanumerički prikaz jedne stranice podataka (tri radarska signala) iz privremene liste primanih signala na pokazivaču jednog detektora radarske opasnosti. Prikazana slova uz "FN" ukazuje da je: "U" - radari su nepoznati, "AA" da je radar nađen u biblioteci detektora. "TFS" označava vrijeme prvog prijama signala, a "TLS" vrijeme zadnjeg prijama*

je moguća jedino ako se usporede izmjereni parametri signala s podacima toga radara, koji su eventualno ranije upisani-memorirani u biblioteci detektora, a koji sadrže i podatke o platformi na kojoj je radar, ili uz pomoć vizualne identifikacije objekta.

Je li uvijek moguća i o čemu ovisi pouzdana identifikacija radarskih sustava?

U prvom redu identifikacija ovisi o točnosti pribavljenih ili snimljenih parametara radarskog sustava, koji će se upisati u biblioteku detektora, zatim o njihovoj kompletnosti i stalnosti. Svaki radar može djelovati kroz više radnih režima s različitim setovima parametara, pa za jedan određeni radar treba u biblioteku radara upisati više setova identifikacijskih

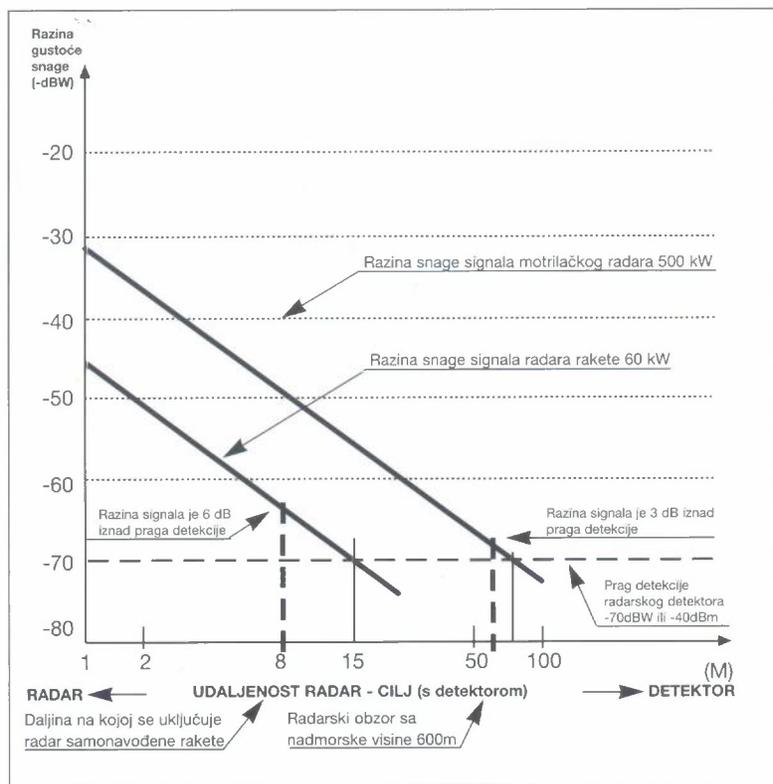
radaru, odnosno platformi-brodu pruža, primjerice, mogućnost lansiranja protubrodske rakete s obale ili s broda (skrivenog uz obalu) u uvjetima potpune elektromagnetske šutnje na određenom području.

Drugi rang ESM detektora za priprema izviđanja sadrži samo neusmjerenu antenu koja se sastoji od 6 do 8 sektorskih antena, osiguravajući točnost smjera od  $4^\circ$  do  $5^\circ$  (drugi korijen srednje kvadratne pogreške, engl.: Root Mean Square - RMS). Treba upozoriti da uz deklariranu pogrešku od  $5^\circ$  RMS, pogreške u pojedinim smjerovima mogu biti i do  $10^\circ$ . Jeftini detektori opasnosti imaju najnižu točnost određivanja smjera, što proizlazi iz zahtjeva za malogabaritnom antenom koja najčešće sadrži četiri sektorske antene i direktne video prijelnike u anteni. RMS pogreška je oko  $10^\circ$ , a pojedinačne pogreške mogu biti i do  $25^\circ$ .

Sve spomenute točnosti određivanja smjera vrijede uz pretpostavku montaže antene na čistoj poziciji bez utjecaja refleksija od nekih obližnjih metalnih masa ili objekata. Daljina očekivanog otkrivanja nekog radarskog signala važan je čimbenik elektroničkog izviđanja, naročito kada se radi o detekciji opasnog signala. Ta daljina se određuje pomoću radarske jednadžbe, ali uz nužan oprez pri unošenju parametara radara i radarskog detektora, jer su oni manji od deklariranih zbog različitih gubitaka u cijelom sustavu. Signal motrilačkog radara impulsne snage 500 kW, koji je instaliran na brdu visine 600 m (radarski obzor 100 km), primat će detektor radarske prijetnje, osjetljivosti -40 dBm, na daljini radarskog obzora. Otkrivanjem signala motrilačkog radara na obodnici radarskog obzora, ostvaruje se prednost radarskog detektora u odnosu na domet radarske detekcije cilja (na kojemu je detektor), odnosno cilj može otkriti radar, a da pri tome ne bude od njega otkriven. Detektor opasnosti, osjetljivosti -40 dBm, na brzom patrolnom brodu mogao bi otkriti signal radara protubrodske rakete, impulsne snage 60 kW na daljini 15 M (29 km), međutim, raketa uključuje svoj radar tek na daljini oko 8 M (14,8 km) od cilja, što ukazuje da će amplituda detektiranog signala biti znatno iznad praga detekcije radarskog detektora. Signal ciljnog radara impulsne snage 200 kW i dobitka radarske antene 35 dBi bio bi otkriven detektorom opasnosti, osjetljivosti -40 dBm, na daljini oko 60 M (111 km) od radara, uz pretpostavku ostvarenog elektromagnetskog obzora. I ova je udaljenost mnogo veća od dometa oružja s kojima upravljaju ti ciljni radari, ili, bolje rečeno, ciljni radar će aktivirati svoj signal na daljini do cilja znatno manjoj od 60 M, što jamči visoku amplitudu signala te sigurno otkrivanje radara. Navedeni dometi otkrivanja radarskih signala vrijede u standardnoj atmosferi bez kiše i magle, te predstavljaju samo orijentacione informacije za čitatelje koji se nisu bavili ovom problematikom.

## Prvo znanje, a zatim tehnika

Suvremeno elektroničko ratovanje, temeljeno na elektroničkim izviđanjima visoke tehnološke



razine, zahtijeva i visoku kvalitetu ljudskog čimbenika, počev od rukovanja sustavima izviđanja i interpretacije prezentiranih podataka do zapovijedanja i donošenja brzih - adekvatnih odluka, i to naročito na nižim i srednjim razinama vojne organizacije.

Elektroničko ratovanje predstavlja i kontinuiranu mirnodopsku dinamičku interakciju između dvaju suprotstavljenih snaga. Razvoj novih tehnologija omogućuje proizvodnju složenijih i "pametnijih" radarskih sustava koji su sve otporniji na elektronička protudjelovanja (ECM), generirajući "egzotičnije" signale koje je sve teže identificirati, a u opasnim situacijama (raketni napadaj) problematično ih je i interpretirati.

Kako je ovo neprekidna igra mačke i miša, svaka novo razvijena radarska tehnika inicira odmah i razvoj složenijih sustava elektroničkog izviđanja s novim sposobnostima identifikacije i interpretacije primanih radarskih signala.

Takvim razvojnim trendom stvaraju se okolnosti u kojima je tehnologija brža od stjecanja sposobnosti ljudi (obučeni i psihološka pripremljenost) da tu tehnologiju "svladaju", odnosno da je uspješno koriste u borbenim situacijama.

Očigledno, u takvim okolnostima osposobljavanje zapovjednog i stožernog vojnog kadra prioritetna je aktivnost u procesu opremanja i pripremanja oružanih snaga za elektronička izviđanja, odnosno za elektroničko ratovanje.

Tek tako osposobljeni vojni stručnjaci moći će obaviti optimalni odabir sustava i opreme za vođenje elektroničkog rata u skladu s usvojenim doktrinama, tehnološkim resursima i financijskim mogućnostima zemlje, te je učinkovito primjenjivati u predborbenim i borbenim situacijama.

**Dijagram razina gustoće snage elektromagnetskog polja kao funkcija udaljenosti od:**  
**(a) - motrilačkog radara snage odašiljača 500 kW**  
**(b) - radara za samonavodjenje protubrodske rakete snage 60 kW.**  
**Točke križanja crta razine gustoće snage i crte praga osjetljivosti radarskog detektora (-40 dBm/-70 dBW) pokazuju maksimalne udaljenosti otkrivanja radarskog signala, uz pretpostavku postojanja radarskog obzora i standardne atmosfere**

# INFRACRVENI SUSTAVI

## za pretraživanje i praćenje niskoletućih raketa i letjelica

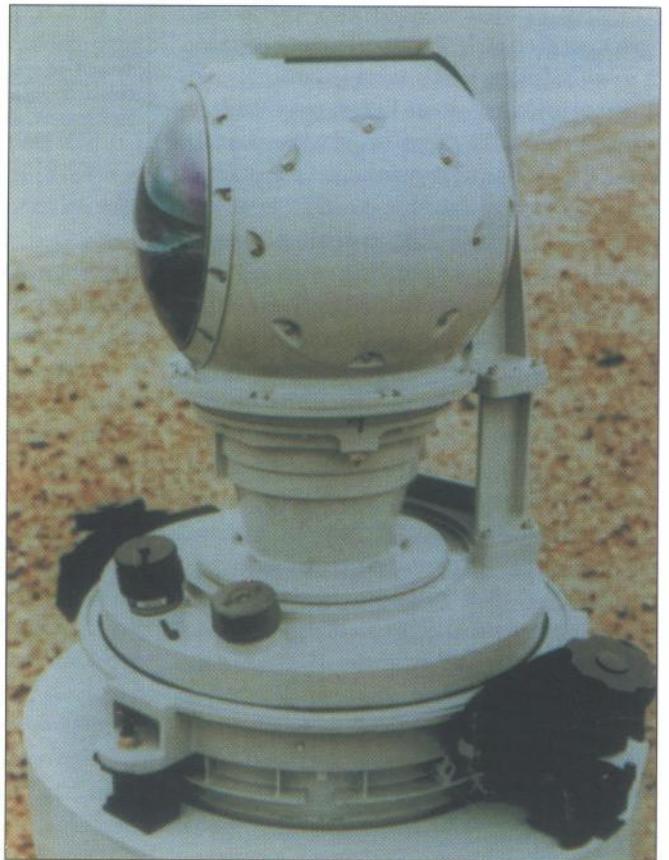
Pomorske snage, potaknute potrebom, prve su inicirale razvoj pasivnih infracrvenih sustava za pretraživanje i praćenje, tzv.IRST sustava (Infra Red Search and Track). Takvi sustavi već su u uporabi, a u tijeku su i daljnja istraživanja na ovoj problematici. Tvrtka Thorn Emi Electronics je među prvima, već 1987. godine, počela provoditi istraživanja na primjeni pasivnih infracrvenih sustava za potrebe mornarice Velike Britanije

**Vladimir PAŠAGIĆ**

*ARISE skanerski sustav koji koristi jedan optički sustav za rad u dva spektralna kanala. Skanerski format je prilagodiv između panoramskog nadzora polja od 360° i pravokutnog slikovnog moda*

**P**roblem detektiranja i praćenja niskoletućih objekata, raketa i letjelica je specifičan zbog poteškoća u izdvajanju korisnog signala koji dolazi od objekta od šuma kojeg generira pozadina. Kako suvremena tehnološka rješenja omogućuju realizaciju tzv. niskoletućih krstarećih raketa, te let letjelica na malim visinama i to pri velikim brzinama, potreba za rješanjem problema detekcije i praćenja takvih ciljeva sve je izraženija. Navedeni problem prvo se postavio pred mornaricu, u cilju obrane broda, jer površina mora (teren bez brda i dolina i građevinskih objekata) je omogućila relativno laku realizaciju leta na ekstremno malim visinama. Novi sustavi navigacije i kom-

binirani sustavi vođenja, koji u završnoj fazi leta k determiniranom cilju koriste automatsko navođenje na temelju poznavanja terena nad kojim se let odvija, omogućili su da i na kopnu prijetnja od niskoletućih raketa i letjelica je sve prisutnija. Stoga se pred obranu postavlja zadaća što ranijeg otkrivanja takve prijetnje, i praćenja iste, kako bi se odvrtila od cilja ili uništila. Za detekciju niskoletućih raketa i letjelica koriste se različiti elektronski senzori, radari, detektori radarskog ozračenja i elektrooptički sustavi, no treba istaknuti da su pasivni sustavi detekcije poželjniji od aktivnih. Razlog navedenom leži u činjenici da raketi ili letjelici koja se kreće prema cilju signal iz aktivnog sustava za detekciju može poslužiti kao odličan "putokaz". To nije u slučaju primjene



pasivnih sustava za detekciju, te se stoga ulažu značajna sredstva u njihov razvoj.

Navedeni problem prvo se postavio pred mornaricu jer za brod raketa nije nova prijetnja. Na primjer već je mornarica USA, tijekom II. svjetskog rata, pretrpjela značajne gubitke od Luftwaffinih radioupravljenih (navođenih) letećih bombi, a istodobno su Amerikanci svojim sličnim oružjem nanijeli Japancima znatne gubitke. Nakon II. svjetskog rata u USA je razvijena obitelj raketnih sustava zemlja-zrak namijenjena borbi s ovakvim prijetnjama. Međutim, šezdesetih godina pojavila se generacija sovjetskih protubrodskih raketa koja se odlikovala niskom visinom leta i visokom brzinom približavanja što je znatno otežavalo pravodobnu detekciju i obranu topovskom paljbom ili odgo-

**IRST** (Infra Red Search and Track) sustavi predstavljaju veoma složene tehničke sustave kod kojih je moguće determinirati tri temeljne cjeline i to: senzorski sustav, sustav noseće platforme i sustav obradbe signala. Pri projektiranju i realizaciji IRST sustava svaka od navedenih cjelina postavlja određene zahtjeve, a koji su poglavito određeni namjenom cijelog sustava.

Senzorski sustav ima zadaću da objekt koji IRST treba detektirati, a zatim i pratiti može "izdvojiti", razlikovati od pozadine. Kako se ovdje radi o detekciji infracrvenog zračenja scene promatranja, odnosno infracrvenog zračenja cilja, to na domet detekcije cilja značajno utječu one osobine scene koje determiniraju elektromagnetsko zračenje u infracrvenom valnom području. Za izdvajanje objekta od pozadine važno je koliko se njegovo infracrveno zračenje razlikuje od zračenja pozadine, odnosno važno je koliki prirast ozračenosti uzrokuje objekt mjerenja. U slučaju detekcije, koja se temelji na razlici amplituda signala objekta i pozadine dobiva se:

$$\Delta H_{\lambda} = \frac{1}{R^2} (I_{\lambda C} (N_{\lambda \text{ poz}} S_C) P_{\lambda a} \text{ [W/m}^2\text{]})$$

$\Delta H_{\lambda}$  je razlika spektralne ozračenosti objekta i pozadine,  $I_{\lambda C}$  je spektralni intenzitet zračenja objekta (cilja), radijacija pozadine je  $N_{\lambda \text{ poz}}$ ,  $S_C$  je površina objekta - cilja koju detektor IRST sustava "vidi", udaljenost detektor mjernog sustava - cilj je  $R$ , a  $P_{\lambda a}$  je spektralna propusnost atmosfere. Stoga je evidentno da u slučaju kad je pozadina cilja relativno homogena, kao što je to slučaj pri detekciji sea-skeaming raketa ili niskoletjećih letjelica nad površinom mora, problem detekcije cilja je nešto lakši nego u slučaju nehomogenog zračenja pozadine, a što je situacija na kopnu. Kako atmosfera uzrokuje atenuaciju infracrvenog zračenja taj učinak se pri projektiranju i real-

izaciji IRST sustava mora uzeti u obzir. Zračenje u infracrvenom dijelu spektra od letećeg objekta, rakete ili letjelice, dolazi od ispušnih plinova i uslijed aerodinamičkog zagrijavanja vanjskog plašta objekta. Detekcija ispušnih plinova se realizira u spektralnom kanalu od 3 do 5  $\mu\text{m}$  i taj se kanal koristi za detekciju rakete, odnosno letjelice kad se nalazi iza obzora. Zahvaljujući poglavito novim algoritmima u obradbi detektiranog infracrvenog zračenja moguće je dobiti koristan signal, odnosno detektirati objekt, iz relativno po intenzitetu slabog zračenja. Infracrveno zračenje objekta uslijed gibanja kroz atmosferu, tzv. aerodinamičko zagrijavanje ovisi o površini okomitog presjeka objekta i brzini gibanja, a detektira se u spektralnom kanalu od 8 do 13  $\mu\text{m}$ .

Sustav noseće platforme je u sprezi sa senzorskim sustavom i ima ulogu realizacije "mirnog" rada senzorskog sustava, odnosno olakšavanje praćenja kretanja detektiranog objekta. Pri praćenju kretanja objekta detekcije misli se na praćenje njegova težišta u georeferentnom koordinatnom sustavu čije je ishodište u presjecištu osi rotacije platforme po smjeru i elevaciji, a usmjereno je prema obzoru i nekom poznatom smjeru, npr. sjeveru. Određivanje kinematskih značajki cilja vrši se na temelju izmjerene kinematike gibanja platforme koja se upravlja podacima iz senzorskog sustava. Evidentno je da problem kinematičkog modela gibanja cilja je složeniji kad se IRST nalazi na letjelici ili brodu nasuprot situaciji kad je stacionaran na kopnu.

Sustav obradbe signala ima sve značajniju ulogu u cijelom IRST sustavu jer na polju obradbe slika scene se razvijaju napredne digitalne tehnologije za obradbu slika kojima se ostvaruje značajan iskorak spram konvencionalnim metodama automatskog prepoznavanja cilja. Algoritmi

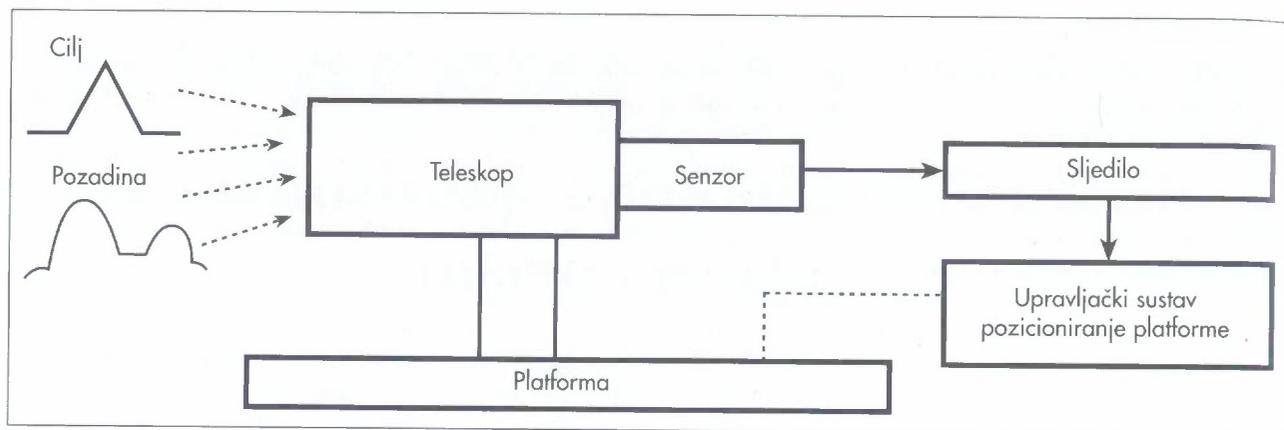
pretpostavljaju da cilj ima kompleksnu strukturu slike. U procesiranju se najprije izvodi raspodjeljivanje svekolike slike u homogenu prostorne jedinice. Pritom se uspostavljaju dinamički algoritmi kojima se utvrđuju rubovi, površine, veličine, oblici, te se provode različita statistička mjerenja intenziteta i strukture. Ovim se generira relacijska baza podataka unutar koje se svojstva slike (ili područja slike) predstavljaju kao objekti. Svaki takav objekt posjeduje specifične atribute kao npr.: veličina, različite opise oblika, lokaciju, strukturu. Jednom kad su ti podatci o objektu u bazi podataka moguće ih je obradivati inteligentnim sustavom za interpretiranje slike u kojeg je ugrađena baza znanja koja mu omogućuje da bude ekspert za sliku. Ovaj sustav koristi heurističku analizu, modelski temeljenu, a koja uključuje pozicijske varijable kao npr.: blizu, susjedno, lijevo, desno, iznad, ispod. Na taj se način identificira kontinuirani objekt, kao kompletna jedinica koja posjeduje prostorne osobine cilja. Temeljne prednosti ovakvog pristupa u odnosu na procesiranje koje se provodi nad pikslima je u tome što ona omogućuje da cilj bude definiran uz pomoć prostorne povezanosti njegovih dijelova. U IRST-u cilj je tipična kompozicija nekoliko površina različitih osobina strukture i tonaliteta. Razlike u prostornom smještaju ovih prepoznatljivih komponenti omogućuje da se ciljevi međusobno diskriminiraju, a to rezultira malim brojem lažnih uzbuna (detekcija). Kad je cilj detektiran, njegove se konture definiraju kao vanjske granice unije niza objekata. Ovakav pristup znatno poboljšava osobinu izvučenih kontura cilja, a to omogućuje da se za klasifikaciju i identifikaciju cilja uporabe diskriminatori oblika. Time se još povećava razinu sigurnosti u dobivene rezultate.

varajućim zemlja-zrak projektilima. Učinkovitost tih projektila potvrdilo je potapanje izraelskog razarača Eilat 1967. godine. Navedeni događaj je bio veliko iznenađenje za zapadne mornarice, a vojni planeri ostali su šokirani jer se zanemarila činjenica da je već 1958. godine sovjetska mornarica opremila svoje ophodne brodove protubrodskim raketama SS-N-1. Do sredine 1960. veliki broj sovjetskih razarača i brzih napadačkih brodova bio je naoružan protubrodskim raketama SS-N-2 i SS-N-3. Sovjeti su svojim saveznicima isporučivali i mnoge brze napadačke brodove opremljene protubrodskim raketama Komar i Osa. Ove rakete imaju radarsko navođenje koje omogućuje da projektil pronađe i pogodi cilj bez pomoći platforme s koje se lansira. Mogu se koristiti danju i noću, a

također i za lošeg vremena. Uspješnost primjene u ratu pokazala se različitom. Dok je 1971. u sukobu Indije i Pakistana 11 raketa od 12 lansiranih pogodilo cilj, 1973. ni jedna od 50 SS-N-2 raketa koje su lansirali Arapi nije pogodila izraelski brod.

Napredak u propulziji, elektronici i raketnoj tehnologiji šezdesetih godina omogućili su, na Zapadu, razvoj i primjenu protubrodске rakete kao što su: izraelska Gabriel, francuska Exocet, norveška Penguin, talijansko/francuska Otomat i američka Harpoon. Ove su rakete relativno male po težini i obujmu te ih brzi napadački brod može nositi četiri ili više, a veće fregate i razarači do osam komada. Penguin, Gabriel, Exocet i Harpoon se mogu modificirati za ispaljivanje iz podmornice.

Protubrodске rakete sasvim su promijenile

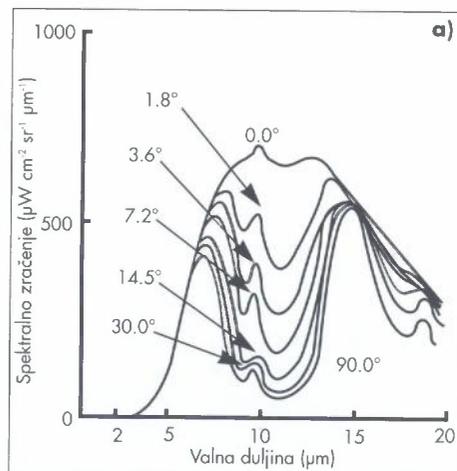
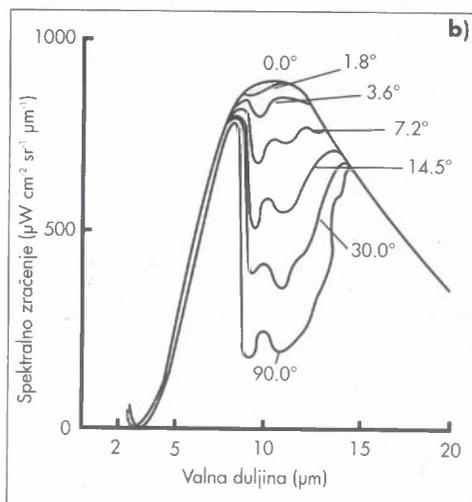


**Shematski prikaz IRST sustava**

prirodu pomorskog ratovanja povećavši opseg angažiranja na veći broj platformi koje su uz ovakvo naoružanje sposobne za ofenzivno djelovanje. Istodobno je za obranu bitno smanjeno raspoloživo vrijeme. Temeljni cilj protubrodskih raketa je onesposobiti brod za daljnje djelovanje. Proturaketna obrana broda determinirana je tehničko/taktičkim mogućnostima protubrodskih raketa. Brodski sustavi za detekciju i identifikaciju imaju presudnu ulogu u pravodobnoj uzbudi proturaketne obrane broda.

Pomorske snage su stoga potaknute potrebom inicirale razvoj pasivnih infracrvenih sustava za pretraživanje i praćenje, tzv. IRST sustava (Infra Red Search and Track). Takvi sustavi već su u uporabi, a u tijeku su i daljnja istraživanja na ovoj problematici. Tvrtka Thorn Emi Electronics je među prvima, već 1987. godine, počela provoditi istraživanja na primjeni pasivnih infracrvenih sustava za potrebe mornarice Velike Britanije. Polazeći od zemaljskog protuzrakolovnog sustava ARISE, sustava za uzbuđivanje, a koji radi u dva infracrvena spektralna kanala, ova je tvrtka uložila značajne potencijale u istraživanja i razvoj IRST-a za potrebe mornarice, a u cilju povećanja obrambenih sposobnosti modernih bojnih brodova. Istraživanja Thorn Emi Electronics su pokazala da brodovi trebaju imati i sustave za pasivno pretraživanje cijelog prostora oko broda. Stoga se ova tvrtka posebno uključila u istraživanja i razvoj brodskih IRST sustava koji su u sprezi sa svim brodskim protuzrakoplovnim sustavima. Ovakvi sustavi integrirani su s brodskim oružničkim sustavima, pri čemu oni osiguravaju podatke o ciljevima koje automatski prosljeđuju oružničkim sustavima koji pak na temelju tih podataka vrše izbor cilja na bazi prioriteta. Kad se instaliraju na prednjem i zadnjem kraju plovne jedinice, ovi senzori zajedno s ostalim sensorima osiguravaju pokrivanje čitave zone oblika polulopte oko plovne jedinice na kojoj se nalaze. Treba

**Ilustrativni prikaz spektralnog zračenja neba u infracrvenom području u ovisnosti od kuta motrenja. Evidentna je razlika spektra zračenja nad kopnom (a) od one nad morem (b). Pri procesiranju detektiranog zračenja mora se računati i doprinos pozadine kad se želi otkriti niskoletjeće ciljeve**

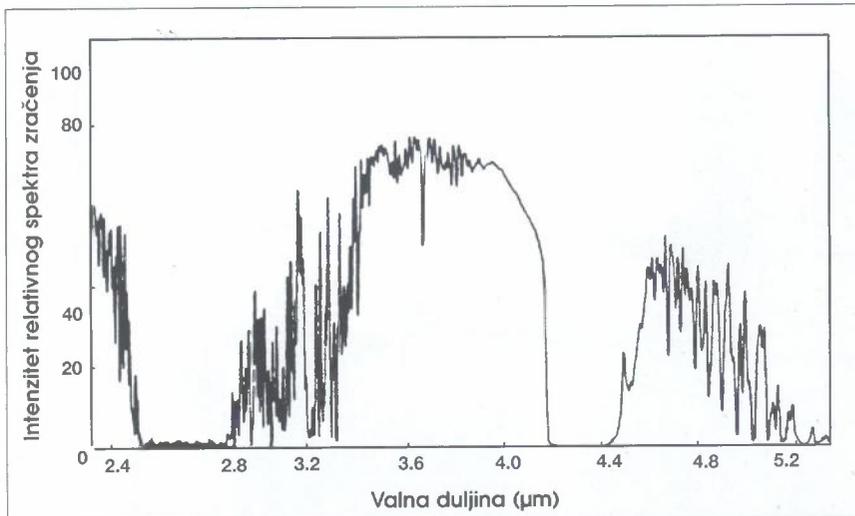


glagoliti da sustavi temeljeni na infracrvenim sensorima ne će i ne mogu u potpunosti izbaciti radare iz uporabe jer se oni i dalje koriste za nadzor na većim daljinama te iza obzora, dok se IRST sustavi koriste za učinkovito motrenje za vrijeme radarske šutnje, a koja se primjenjuje poglavito u situacijama kad se očekuje napadaj antiradarskih raketa. Ovi su sustavi pasivni, te stoga i neosjetljivi na ometanje, a njihova velika kutna rezolucija i po smjeru i po visini, također daje detekcijski kapacitet protiv tradicionalno za radare problematičnih ciljeva i pozadina. Primarna uloga namijenjena za brodski IRST sustav je da kao pasivni

infracrvene slike obale i noćnu navigaciju. Modovi uporabe ovih sustava mogu se kretati od ručnih (upravljanje putem nadzorne konzole u operativnoj prostoriji na brodu) do potpuno zapovjednih pod nadzorom broskog sustava upravljanja paljbom. Male protežnosti IRST-a kao i mala težina omogućuju njegovu ugradnju na letjelice.

Interes mornarice za IRST sustave kao i njihova uspješna primjena rezultirala je intenzivnije nastojanje primjene IRST sustava i u drugim rodovima vojske. Tako zrakoplovni IRST sustavi čine ključni element senzorskih garnitura zrakoplova Su-27 "Flanker" i MiG-29 "Fulcrum". Sustavi (AN/AAS-42) su ugrađeni i na američke F-14D zrakoplove a predviđa se njihova ugradnja i u zrakoplove Rafale i Eurofighter 2000.

Francuska mornarica jedna je od prvih koja je uočila mogućnosti primjene IRST sustava te je prvi IRST sustav pušten u operativnu uporabu bio DIBV-1A VAMPIR (Veille Air-Mer Panoramique Infra-Rouge) isporučen 1985. godine i montiran na razarače Cassard i Jean Bart. Navedeni IRST sustav razvijen je od strane tvrtke SAT (Societe Anonyme de Telecommunication). Senzorska glava VAMPIR-a ima masu od 450 kg i skanira sa 60 okretaja u minuti s vidnim poljem od 25°, a koristi dva odvojena spektralna prozora, od 3 do 5 μm i od 8 do 14 μm. Zahvaljujući detekciji u dva spektralna prozora sustav detektira i ispušne plinove raketa i samu raketu. Proizvođač tvrdi da je pomoću VAMPIR-a moguće detektirati raketu Exocet prije no prijede obzor. Tvrtka SAT razvila je inačicu pod nazivom ML11 koja ima masu senzorske glave od 96 kg, a što je gotovo devet puta manje od senzorske glave DIBV-1A. VAMPIR ML11 namijenjen je za izvoz, a omogućuje montažu na manje brodove. Treba istaknuti da je to monospektralni sustav koji radi ili u spektralnom kanalu od 3 do 5 μm ili od 8 do 12 μm. Detektori su izmjenjivi kako bi se sustav mogao koristiti za sve operativne namjene. Izmjena detektorskog podsustava traje oko 30

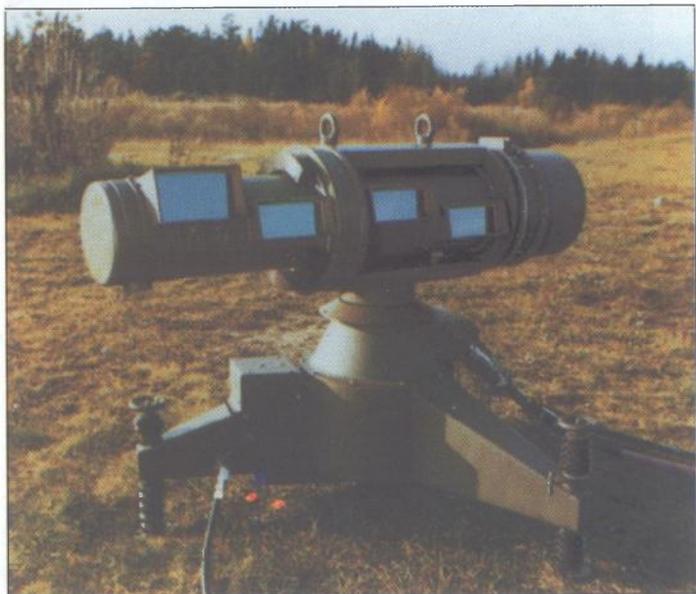


*Relativni spekter zračenja mlažnjaka od 2 do 5 μm. Na ovaj dio spekter infracrvenog zračenja letjelice značajno utječe vrst goriva koje se koristi*

minuta. Brzina skaniranja ML11 je 1200 okretaja u minuti čime se postiže odlično obnavljanje podataka sa scene motrenja. Tako sustav može detektirati više od 50 potencijalnih ciljeva, prijetnji i signale može obraditi u vremenu od dvije sekunde od inicijalne detekcije i određivanja tipa cilja.

Tvrtke SAT i Thorn-Emi Electronics, odnosno odjel Electro-Optical Division, sklopile su sporazum 1991. godine o zajedničkom istraživanju, razvoju i promidžbi na tržištu elektro-optičkih sustava pa tako i IRST sustava. Tvrtka Thorn Emi Electronics ulaže značajne napore da realizira IRST sustav koji bi mogao bez primjene laserskog daljinometra ili radara odrediti udaljenost do detektiranog cilja. To se može realizirati na temelju triangulacije, uporabom dva spektralna kanala IRST sustava (detektori nisu na istom mjestu). Također postoje nastojanja da se zahvaljujući umjetnoj inteligenciji, pri određivanju daljine do cilja dođe ekstrapolacijom iz broja piksela pridruženih detektiranom cilju, a koji se uspoređuju s podatcima za prepoznavanje spremjenim u knjižnicu procesora koji obrađuje podatke iz detektora.

Tvrtka Hollandse Signalapparaten BV izvršila je već 1983. godine ispitivanja IRST sustava, IRSCAN na fregati nizozemske kraljevske mornarice Piet Heyn. IRSCAN je povezan s oružničkim sustavom Goalkeeper i istraživanja njegove funkcionalnosti završena su u lipnju 1992. godine. Prema tvrdnjama predstavnika navedene tvrtke provjere sposobnosti IRSCAN-a su pokazale da on osigurava pravodobnu i pouzdanu detekciju prijetnje. Senzorska glava sustava radi u spektralnom kanalu od 8 do 12 μm, ima masu od 75 kg, skanira zonu od 360° pri 78 okretaja u minuti. IRSCAN može pratiti 32 cilja od kojih odabire četiri visokopri-



*IRS-700 je IRST sustav koji koriste vojske Norveške i Švedske a razvila ga je tvrtka Saab Missiles AB. Taj lagani TRST sustav vjerojatno će dobiti inačice za primjenu u zrakoplovstvu i mornarici*



**AN/SAR-8 IRST sustav tvrtke Spar Electronics montiran na američkom razaraču Kinikaid**

oritetna cilja i proslijeđuje relevantne podatke oružničkom sustavu. Domet IRSCAN sustav je oko 5 km za objekte s podzvučnom brzinom, a za ciljeve s nadzvučnom brzinom oko 15 km. Za potrebe nizozemske vojske tvrtka Hollandse Signalapparaten BV i FEL-TNO (fizikalni i elektronički laboratorij) rade na programu napredne radarske tehnike za poboljšani nadzor i praćenje (ARTIST - Advanced Radar Techniques for Improved Surveillance and Tracing), a u koji je uključena i uporaba IRSCAN-a. Kakvoća sustava IRSCAN našla je potvrdu kroz njegovu ugradnju i na plovne jedinice mornarice države Katar koje su sagrađene u britanskom brodogradilištu. Uspjeh monokanalnog IRSCAN sustava rezultirala je razvojem dualnog sustava, tzv. LR IRSCAN-a (Long Range IRSCAN), koji zahvaljujući spektralnom kanalu od 3 do 5  $\mu\text{m}$  je dobio naziv IRST sustava dalekog doseg.

Sustav za pretraživanje i nadzor, pod nazivom AN/SAR-8, nastao je kroz razvoj financiran od mornarica USA i Kanade. Provjeravanje prototipa navedenog sustava izvršeno je 1987. godine na kanadskoj fregati HMCS Algonquin, a 1988. godine na američkom razaraču Kinikaid. AN/SAR-8 radi u dva spektralna kanala, od 3 do 5  $\mu\text{m}$  i od 8 do 12  $\mu\text{m}$ , i postoje dva modela EDM-1 i EDM-2. Sustav EDM-1 se koristi u integraciji s radarom za praćenje ciljeva na poligonu za oružničko inžen-

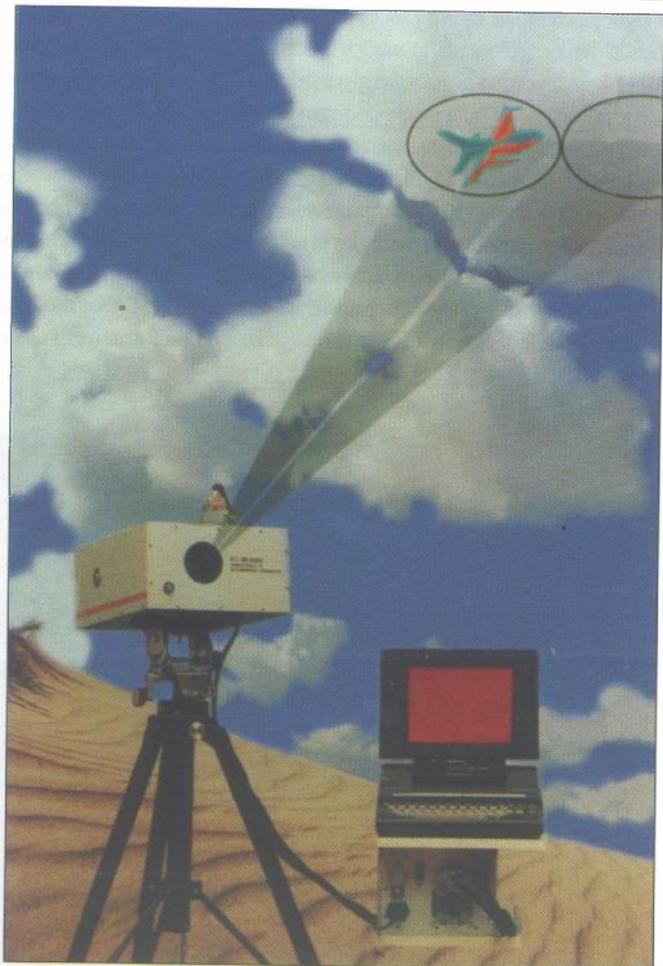
**Njemačka tvrtka Polytec razvila je IC radiometar SR 5100 BDR koji u realnom vremenu eliminira učinak pozadine i daje jasnu IC sliku gibajućeg cilja**

njerstvo u Port Hueneme, Kalifornija, dok je EDM-2 namijenjen za instalaciju na brod kao dio SSDS Mk1 (Ship Self Defense System) (uspješno testiran u srpnju 1993. godine).

Koristeći bazičnu hardversku i softversku arhitekturu sustava AN/SAR-8 tvrtka SparAerospace Ltd (ista je s tvrtkom General Electrics razvila navedeni IRST sustav) je zajedno s tvrtkom Loral Defense System-Akron razvila IRST sustav male težine (AN/SAR-8 ima masu oko 600 kg). Na razvoju procesora signala za brodski IRST sustav koji treba vršiti nadzor radi tvrtka Loral Defense System-Akron.

## Zaglavak

Rakete se izrađuju za let na različitim trajektorijama: na veoma malim visinama cijelim letom, djelomice na velikoj visini da bi se u finalnoj fazi spustila k cilju. Koriste se i profili s promjenjivom visinom leta "gore-dolje", ili cik-cak let, a također se u finalnoj fazi samonavođenja raketa ubrzava kako bi na taj način onemogućila neku od protumjera. Također suvremeni navigacijski sustavi omogućuju i letjelicama da u niskom letu i pri velikim brzinama realiziraju napadaj. Stoga se pred obranu postavlja zadatak što ranijeg otkrivanja takve prijetnje, i praćenja iste, kako bi se odvratila od cilja ili uništila. Te zadatke sve uspješnije rješavaju IRST sustavi zahvaljujući napretku u sensorima, te procesorima i algoritmima za automatsko prepoznavanje ciljeva. E7



# ŠTO JE ISO 9000?

U prošlom broju Hrvatskog vojnika su osim definicije kakvoće prema međunarodnoj organizaciji za standardizaciju ISO, prikazani temelji nastanka i izgradnje sustava kakvoće kroz stoljeća. U ovom će se nastavku čitatelji moći upoznati s organizacijom sustava kakvoće kakvim ga danas vidimo

**(II. dio)**

**U**pravo su standardi MIL - Q - 9858 i MIL - I - 45208 bili temelj niza standarda namijenjenih potrebama sjevernoatlantskog pakta (NATO) poznatih pod imenom Allied Quality Assurance Publications (AQAP) 1, 4 i 9. Pritom je AQAP - 1 specificirao sustav kakvoće, a odnosio se na proizvodnju, inspekciju i testiranje, dok su AQAP - 4 i 9 specificirali sustav inspekcije i bavili se isključivo finalnom inspekcijom. Slična je podjela napravljena i u klasifikaciji standarda ISO 9001 do 9004 o čemu će biti riječi kasnije.

Iako članica NATO pakta, Velika Britanija nije prihvatila specifikaciju AQAP, već je izradila i usvojila seriju triju analognih specifikacija pod imenom Defence Standards (standardi obrane) odnosno DEF. STANS. Najznakovitija razlika između DEF. STANS. i AQAP je bilo uvođenje tehnoloških zahtjeva u specifikaciju sustava kakvoće. DEF. STAN. 05-21 je uz uvođenje tehnoloških zahtjeva u potpunosti odgovarao standardu AQAP-1 dok su preostala dva standarda 05 - 24 i 05 - 29, standardi sustava inspekcije po sadržaju u potpunosti jednaki standardima AQAP - 4 i AQAP - 9.

Njihovo je ministarstvo obrane izradilo plan koji je predviđao prosudbu tvrtki s kojima je na temelju ugovora surađivalo, bilo to izravno ili neizravno. Time su tvrtke koje su ispunjavale zahtjeve sustava obrane DEF. STAN. registrirane kao isključivi subjekti (bar teorijski gledano) koji su mogli na temelju ugovora surađivati s ministarstvom. To je primjer procjene koju vodi druga stranka, jer su u proces uključene samo dvije instance, tj. tvrtka i ministarstvo, a odobrenje za poslovanje nekoj tvrtki s ministarstvom ukazuje na to da ona zadovoljava zahtjeve ministarstva obrane.

Kasnije su AQAP standardi prilagođeni standardu DEF.STAN., a ministarstvo obrane se pri procjenama svojih dobavljača sve češće koristilo tim standardima dok je DEF.STAN. izašao iz uporabe.

Saržaj i izraz AQAP standarda je izrazio

vojni, a znakovita je i opetovana uporaba riječi tvorivo ("materijal") koja je često krivo shvaćana, poglavito od strane quality managera. Ta je riječ zapravo sasvim primjerena, a nastala je u Francuskoj za vrijeme napoleonskih ratova kad je označavala sve ono što je potrebno u borbi ili pri ratovanju osim ljudstva i konja. Ova se riječ danas koristi i u drugim kontekstima jer označava sve ono što je potrebno u poduzetništvu, osim osoblja.

## Što je u industriji?

U industriji u širem smislu izražena je sve veća potreba za standardima kakvoće. Rani pokušaji da se zadovolje sve potrebe u Britaniji bili su standardi kao što su BS 4891 i BS 5179 koji su sadržavali neke temeljne smjernice u praksi, ali nisu bili primjenjivi u ugovornim situacijama.

Rješenje je nađeno 1979. godine s prvim izdanjem BS 5750. Spomenuti je standard bio temeljen na standardima AQAP - 1, 4 i 9, a sastojao se od tri dijela 1, 2 i 3 koji su im bili slični do te mjere da je prvi dio bio specifikacija sustava kakvoće, dok su drugi i treći dio bile specifikacije inspekcijskih sustava. Kao i AQAP svi su ti standardi vrlo subjektivni, a sadrže i veliki broj dodatnih objašnjenja i opaski. Povrh toga, kao i u AQAP standardu, dijelovi 1, 2 i 3 sadrže priloge s dodatnim komentarima 5, 6 i 7.

Prvo izdanje standarda BS 5750 nije se koristilo samo u ugovornim situacijama između kupca i prodavatelja, nego je BSI uveo i program registracije (koju provodi nezavisna certifikacijska kuća) pri čemu je BSI, kao nezavisna kuća, registrirala tvrtke koje su ispunjavale zahtjeve dijela standarda u korist svih kupaca, postojećih i potencijalnih.

Opisane prilike u Britaniji bile su u manjoj ili većoj mjeri jednake i onima drugdje u svijetu. Zbog toga je odbor pri Međunarodnoj organizaciji za standardizaciju (ISO), za vrijeme predsjedanja Kanade nastojao razviti međunarodni sustav kakvoće.

Razmatrani su prijedlozi i podatci

**Josip MARTINČEVIĆ  
MIKIĆ**

mnogih zemalja, pa su 1987. godine izradili seriju standarda koja je velikim dijelom bila utemeljena na standardu BS 5750 i njegovim dodatcima. Ovu seriju čini ISO 9000 koji obuhvaća ISO 9001, 9002, 9003 i 9004. Ova je serija sada prerađena u svrhu lakšeg razumijevanja sadržaja, a pri tom je težište stavljeno poglavito na prevenciju osiguranja kakvoće.

Naslovi ovih standarda su:

**ISO 9000** - Standardi kakvoće u upravljanju i osiguranju kakvoće

- Smjernice za odabir i uporabu,

**ISO 9001** - Sustavi kakvoće- Obrazac osiguranja kakvoće u projektiranju/razvoju, proizvodnji, ugradnji i servisiranju,

**ISO 9002** - Sustavi kakvoće - Obrazac osiguranja kakvoće u proizvodnji, ugradnji i servisiranju,

**ISO 9003** - Sustavi kakvoće - Obrazac osiguranja kakvoće u završnoj inspekciji i testiranju,

**ISO 9004** - Elementi kakvoće u upravljanju i sustava kakvoće - smjernice.

Međunarodna organizacija za standardizaciju je izradila sljedeće smjernice:

**ISO 9000 - 3** Smjernice za primjenu standarda ISO 9001 u razvoju, isporuci i održavanju programske opreme (software),

**ISO 9004 - 2** Smjernice za usluge,

**ISO 9004 - 3** Smjernice za poluproizvode,

**ISO 9004 - 4** Smjernice za poboljšanje kakvoće,

**ISO 9004 - 5** Smjernice za planove kakvoće,

**ISO 9004 - 6** Smjernice za konfiguracijsko upravljanje.

U sljedećem broju biti će opisane značajke koje obilježavaju seriju standarda ISO 9000. Osim toga čitatelji će se upoznati s nekima od certifikacijskih kuća koje su akreditirane za prosudbu tvrtki za uvođenje sustava kakvoće.

(nastavlja se)

# SUPERBRZI PROJEKTILI

Superbrzi projektili omogućavaju uspješno uništavanje kasno otkrivenih ciljeva koji se kreću velikom brzinom. Pritom, u slučaju direktnog pogotka, velika brzina projektila značajno uvećava razorni učinak

**P**romjena političke situacije u svijetu reducirala je vjerojatnost globalnog sukoba, ali su s druge strane u porastu regionalni sukobi koji se vode s najsuvremenijim sredstvima i zahtijevaju isto tako učinkovite odgovore kao i sukobi na velikoj skali. Pokretljivost i fleksibilnost u djelovanju postale su tako ključne značajke koje se zahtijevaju od suvremene opreme i naoružanja. U tom kontekstu sustavi vođenih projektila mogu preuzeti široki spektar značajnih uloga: od uništavanja zemaljskih odnosno površinskih ciljeva do protuzračne obrane. Pritom moramo imati na umu da, zahvaljujući relativno velikoj raširenosti i dostupnosti suvremenih tehnologija sve strane u sukobu imaju i koriste najsuvremenije borbene sustave koji uključuju oklopne sustave s reaktivnim oklopmom, taktičke i protubrodске projektele i suvremene zrakoplove.

Polazeći od ovih pretpostavki na zapadu su pokrenute studije koje su trebale utvrditi u kojoj mjeri superbrzi projektili mogu pružiti potrebne odgovore i zadovoljiti narastajući spektar potreba. Studije su se usredotočile na protutankovsko djelovanje, blisku i vrlo blisku protuzračnu obranu (SHORAD/VSHORAD) kao i kombiniranu protuavioletnu i protutankovsku ulogu. Osim ovih aspekata razmatrana je i opcija korištenja superbrzih pro-

jektila u brodskoj protuprojektiskoj ulozi, kao i za obranu od taktičkih projektila s konvencionalnim bojnim glavama.

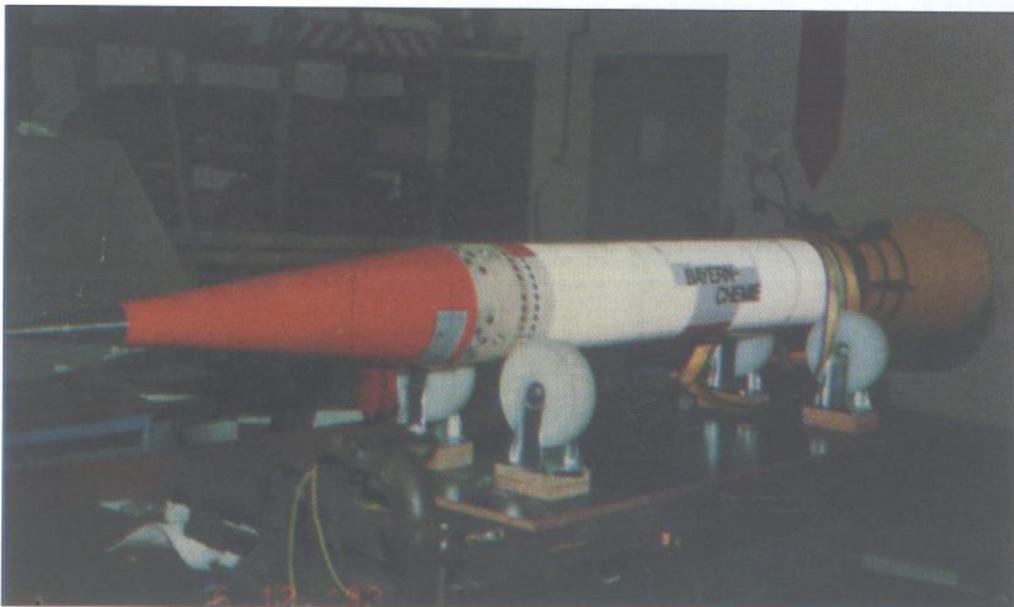
Analizirane su tehnologije velikih brzina, odgovarajuće metode vođenja kao i načela djelovanja uz procjenu vjerojatnosti pogotka u okviru specifičnoga borbenog scenarija. Pritom su korišteni 6-DOF matematički modeli simulacije. Pri analizi posebna je pozornost posvećena utjecaju velike brzine projektila na domet koji se može ostvariti u okviru anvelope angažmana tj. skupa vrijednosti parametara u okviru kojih je moguće učinkovito presretanje odnosno uništenje cilja. Rezultati ovih studija nedvojbeno su pokazali da tehnološki pristup zasnovan na projektilima velikih brzina predstavlja ispravan ako ne i jedini (ako izuzmemo lasersko oružje) način suprotstavljanja budućim prijetnjama i pruža mogućnost učinkovitog djelovanja kako protiv zračnih ciljeva (bliska i vrlo bliska protuzračna obrana - SHORAD/VSHORAD) tako i protiv oklopljenih zemaljskih ciljeva na srednjim udaljenostima.

U protuzračnoj ulozi velika brzina superbrzih projektila drastično reducira vrijeme angažmana, proširujući na taj način anvelopu angažmana, što je od posebnog značenja kad su u pitanju ciljevi koji se kasno otkrivaju (npr. niskoletjeći zrakoplovi ili krstareće rakete). Pritom naravno

treba uzeti u obzir i poboljšati i druge čimbenike koji se odnose na vrijeme reakcije svekolikog sustava. Također moramo imati na umu da, gledano u cjelini, pozitivni učinak smanjenja vremena leta do cilja uslijed povećanja brzine postupno gubi značenje i opada jer mu se s povećanjem brzine preko neke granice počine suprotstavljati negativni učinak sve zahtjevnije konstrukcije projektila (uvjetovan jakim zagrijavanjem pri superbrzinama).

## Dubravko RISOVIĆ

*Prototip superbrze rakete korištene tijekom eksperimentalnog programa*



Razmotrimo npr. prijetnju koju predstavljaju dva projektila koji se kreću brzinama Mach 0.8 i Mach 2.0 (brzina Mach 1 odgovara brzini zvuka  $\approx 330$  m/s), a otkrivena su na udaljenosti od 12 km. Suvremeni protuzračni sustavi imaju svekoliko vrijeme reakcije tj. vrijeme od otkrivanja cilja do lansiranja presretačkog projektila, od oko (optimističkih) 15s. To u opisanoj situaciji znači da se sporiji projektil može presresti na udaljenosti od 7-8 km, što je prihvatljivo, dok se drugi, brži projektil može eventualno presresti tek u zoni koja je opasno blizu lanseru. U načelu postoje dva načina da se zona presretanja udalji. Prvi način je da se vrijeme reakcije sustava smanji na oko 5 s (što je vrlo optimistično). Drugi način je da se brzina presretačkog projektila poveća na oko Mach 5-6. Pritom je za utvrđivanje optimalne brzine potrebna pomna analiza sa stanovišta odnosa cijena/učinkovitost, jer povećanje brzine s Mach 5 na Mach 6 reducira vrijeme leta (u opisanom scenariju) za samo 0.5 s, ali je razlika u zagrijavanju projektila bitno veća, što zahtijeva drukčija i mnogo skuplja konstrukcijska rješenja.

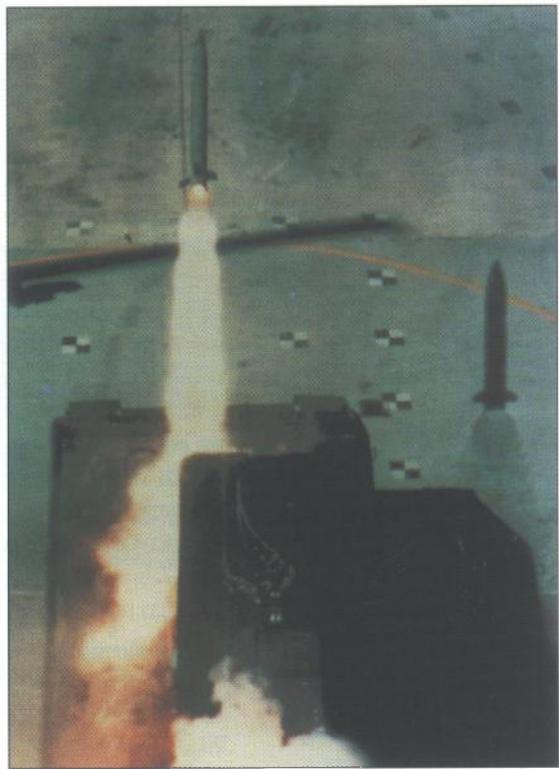
Glede protuoklopne borbe pojava novih vrsta oklopa prouzročila je da se fokus u daljnjem razvoju tehnologije bojnih glava premjesti s kumulativnih punjenja na kinetičke penetratore većeg kalibra. Njihov razorni učinak se temelji na kinetičkoj energiji koju dobivaju od eksplozivnog ili propulzijskog punjenja. Povećanje učinkovitosti kinetičkog penetratora kod klasičnog ispaljivanja iz topa zahtijeva veliku izlaznu brzinu, što za penetrator veće mase rezultira s jakim odbojnim momentom, što s druge strane zahtijeva povećanje težine cijelog sustava. Jedan od načina da se kinetički penetrator ubrza do velike brzine uz minimalne odbojne impulse je korištenje raketnog pogona. Takvu koncepciju je istraživao njemački Savezni ured za vojnu tehnologiju i nabave od 1989. godine u okviru HFK programa. Početni cilj njemačkog HFK programa bio je usmjeren na učinkovito djelovanje protiv teško oklopljenih i pokretnih ciljeva. Takav tip cilja je odabran zato jer predstavlja najteži izazov i postavlja najveće zahtjeve na ubrzanje projektila. Zahtijevale su se konačne brzine od oko 2000 m/s koje bi osiguravale adekvatnu učinkovitost projektila na cilju. Bojna glava je trebala biti kinetički penetrator od teškog metala. Međutim, s vremenom se težište programa premjestilo na protuzračnu ulogu. Program je obuhvaćao 19 kompanija i istraživačkih središta a samo prva faza je vrijedila oko 25 milijuna DEM. Tijekom prve faze razvio se koncept propulzije i demonstrirala ostvarivost brzina do Mach 6. Druga se je faza, vrijedna 24 milijuna DEM, fokusirala na sustav vođenja i upravljanja. Pritom se razmatraju kako metode vođenja sa zemlje (npr. po optičkom smjeru), tako i autonomni sustavi vođenja na projektilu (npr. inercijalno vođenje ili senzorski sustav ili kombinacija). Usporedno s ovim razvojem radi se i na razvoju i usavršavanju novih načela djelovanja

bojne glave i njezine učinkovitosti na cilju. U program se u okviru posebne tehničke suradnje na području aerodinamike, aerotermodinamike i laserskog vođenja uključila i Francuska, iako je njezin primarni cilj razvoja superbrzog projektila, za razliku od njemačke SHORAD uloge, protutankovska i protuvrtoletna primjena. Za uključenje u program razvoja interes pokazuje i švedska industrija, a razmjena tehničkih podataka sa SAD je već u tijeku.

U okviru pokusnih letova ostvarene su brzine od gotovo Mach 6, a ubrzanje do te goleme konačne brzine ostvareno je za samo jednu sekundu, tj. tijekom prvih nekoliko stotina metara leta. U daljnjem tijeku leta reducirani potisak raketnog motora samo održava postignutu brzinu.

Ovakvo visoka ubrzanja postavljaju posebne zahtjeve na komponente sustava. Ne samo da problem predstavljaju elektroničke komponente sustava (koje su tradicionalno osjetljive na velika ubrzanja) nego se iznimna naprezanja javljaju i na mehaničkim komponentama. Poseban pak problem predstavlja i samo kruto raketno gorivo, koje pod utjecajem sila koje se javljaju ima tendenciju dehomogenizacije i javljanja mikropukotina koje mogu rezultirati s poremaćajima u radu motora i varijacijama u potisku.

Jednom kad je postignuta konačna brzina dominantan problem postaje aerotermodinamičko grijanje. Naime, projektil koji se kreće velikom nadzvučnom brzinom leti na malim visinama (posebice u protuoklopnoj ulozi ili u slučaju obrane od protubrodskih projektila) odnosno kreće se u gustoj atmosferi, što rezultira jakim zagrijavanjem uslijed trenja. Pri nadzvučnim brzinama projektil u svom letu zbija zrak ispred sebe i stvara tzv. udarnu frontu, hidrodinamički diskontinuitet okarakteriziran naglim skokom temperature i pritiska. Fizikalno imamo dakle neperturbiran zrak ispred projektila, pa zatim udarnu frontu izravno ispred vrha projektila. Iza udarne fronte temperatura i tlak su znatno viši od temperature i tlaka u neperturbiranom zraku ispred. Pri većim Mach brojevima (tj. brzinama mnogo većim od brzine zvuka u zraku) omjer kinetičke energija (po jedinici mase) zraka koji struji i entalpije je približno dan s  $E_k/h \approx 0.2 M^2$ . Kako je iza udarne fronte praktički sva kinetička energija pretvorena u entalpiju, to vrijedi i da je omjer entalpija zraka



**Američki sustav LOSAT HVM (High Velocity Missiles) tijekom testiranja koncepcije vođenja projektila "jahanjem" na laserskom snopu**

ispred ( $h_1$ ) i iza udarne fronte ( $h_2$ ) jednak

$$h_2/h_1 \approx 0.2M^2.$$

Budući da su temperatura i entalpija proporcionalne, to vrijedi da je

$$T_2/T_1 \approx 0.2M^2.$$

Ovdje je  $T_1$  temperatura neperturbiranog zraka ispred udarne fronte, a  $T_2$  temperatura zraka iza udarne fronte tj. uz vrh projektila. Ova relacija omogućuje da se procijeni temperatura vrha projektila. Ako npr. imamo projektil koji se kreće brzinom Mach 6, u zraku temperature 290K (17 °C) tada je  $T_2 = 2088K$  (tj. oko 1800 °C). Radi se dakle o vrlo visokim temperaturama, tako da su potrebna posebna tvoriva za zaštitu vrha projektila. Obično se koriste keramičke obloge ili posebne vlaknima pojačane plastike koje se isparavaju (ablacija) i tako odnose višak toplinske energije.

Zahvaljujući velikoj brzini tijekom balističkog dijela leta putanja projektila je praktički ravna crta, što je potvrđeno s vanjskim praćenjem i snimanjem projektila a i podacima zabilježenim u letu s uređajima smještenim u samom projektilu. Naime, pri svim pokusnim letovima osim vanjskog praćenja i snimanja projektila i telemetriiranja podataka bilježeni su i podaci u samom projektilu i pohranjeni u memoriji računala u glavi projektila. Na kraju leta ova se glava odvojila od tijela projektila i padobranom spustila na zemlju, tako da su svi zabilježeni podaci bili dostupni za analizu. Ovi pokusni letovi potvrdili su da i sustav za vođenje i žiroskopi dobro rade i da su "preživjeli" i u uvjetima ekstremnog ubrzanja.

## Tehnološki aspekti i kritičke komponente

Individualne tehnologije koje se koriste za superbrze projekte uključuju propulzijski sustav i sustave vođenja i upravljanja (zemaljske i autonomne). Potonje uključuju arhitekturu glave za vođenje, IC prozor, prijenos (odašiljanje) podataka do projektila, inercijalne senzore itd.

Razvijaju se posebna vlaknima pojačana keramička tvoriva za aerodinamičke nadzorne

površine i druge dijelove pod velikim termičkim opterećenjem. Usporedno s razvojem novih tvoriva studiraju se i nove koncepcije mehanizama razaranja i njihova učinkovitost na cilju (kinetička energija projektila, učinak eksplozije - udarnog vala i prodiranje).

## Propulzijski sustav

Kritični aspekti propulzijskog sustava su visoki potisak, mala masa, brzo stvaranje tlaka, a sve uz minimalnu emisiju dima u ispušnim plinovima. Minimalna emisija dima je zahtjev koji proizlazi iz koncepcije vođenja projektila "jahanjem" na laserskom snopu. Naime, u tom konceptu vođenja projektil se kreće unutar laserskog snopa koji se usmjerava i održava na cilju. Na repu projektila se nalaze detektori koji registriraju položaj projektila u odnosu na snop lasera i detektiraju svako skretanje sa središta snopa. Ovaj se podatak prenosi na nadzorne površine koje vrše određenu korekciju smjera i vraćaju projektil opet u središte laserskog snopa. Na taj se način projektil kreće unutar "cijevi" koju tvori laserski snop koji se pruža sve do cilja. U tim uvjetima svi produkti izgaranja raketnog motora se nalaze između detektora i izvora laserskog zračenja, te apsorbiraju lasersko zračenje. Rezultat je slabi signal za vođenje, ili čak povremena potpuna odsutnost signala. Ovo gubljenje, odnosno slabljenje signala može biti kritično, a posebice je izraženo u prvim trenucima leta kad je rad motora najjači. Zato je pri konstrukciji propulzijskog sustava bitno voditi računa ne samo o parametrima koji su relevantni za propulziju (temperaturi izgaranja, brzini plinova, potisku itd.) nego i o apsorpcijskim i raspršujućim svojstvima produkata izgaranja, odnosno izlaznog mlaza. Osim uvjeta vezanih uz vođenje projektila, minimalna je dimna emisija poželjna i sa stanovišta manje uočljivosti, odnosno smanjenja "potpisa" projektila pri lansiranju i tijekom leta. Dosadašnji sustavi propulzije, iako zadovoljavaju sa stanovišta generiranja velikog potiska u danom vremenu, odnosno omogućavaju

postizanje superbrzina ne zadovoljavaju u potpunosti zahtjeve vezane uz nisku emisiju dima i minimalnu apsorpciju laserskog zračenja.

Svekoliki impuls iz propulzijskog sustava treba biti optimaliziran u skladu s brzinskim zahtjevima, posebice u slučaju protuzračne uloge s angažmanom cilja na raznim udaljenostima. Propulzijski sustavi s tzv. dvostrukim impulsom osiguravaju dvije faze potiska u varijabilnim vremenskim intervalima. Faza visokog potiska je na početku tj. odmah nakon lansiranja i treba osigurati maksimalno ubrzanje koje omogućava brzo postizanje konačne brzine, dok faza manjeg potiska, u kojoj se održava postignuta

*Superbrzi raketni projektili imaju široku taktičku primjenu. Na slici je prikazan eksperimentalni tankovski razarač (na podvozju BVP Bradley) razvijen u okviru američkog LOSAT programa. Lanser se u cijelosti može uvući u tijelo vozila*



brzina projektila, može trajati kraće ili duže ovisno o udaljenosti cilja. Osim toga cilj razvoja sustava propulzije s dvostrukim impulsom je da osigura visoku sposobnost manevriranja tijekom približavanja cilju, a bez gubitaka na brzini koji su inače neizbježni pri korištenju klasičnih propulzijskih sustava. Prva ispitivanja propulzijskog sustava s dvostrukim impulsom u slobodnom letu predviđena su tijekom 1996. godine.

### **Lateralni nadzor potiska**

Temeljni zahtjevi koji osiguravaju reduciranje vjerojatnosti promašaja odnosno minimalnu udaljenost prolaska kraj cilja su visoka pokretljivost povezana s vrlo kratkim vremenskim konstantama svezanim s projektilom (vremena odziva itd.). U takvim uvjetima su standardne metode čiste aerodinamičke kontrole dosegle svoju granicu. Izlaz je nađen u malim motorima s lateralnim potiskom smještenim u nosu projektila koji znatno reduciraju vremenske konstante projektila, te tako postaju nužnost u suvremenim protuzračnim projektilima. U tu se svrhu danas ispituju aktuatori s vrućim plinom i mikropotiskivači s krutim gorivo (mikro raketni motori).

Lateralni se potisak u aktuatorima s vrućim plinom ostvaruje putem nadzornog bloka koji se sastoji od četiri para mlaznica raspoređenih ukrug po obodu projektila. Mlaznice se mogu pojedinačno aktivirati dajući tako impulse za nagib i skretanje. Sustav koristi kruto gorivo, a produkti izgaranja (vrući plinovi) se usmjeravaju kroz mlaznice kontrolirane hidraulički. Plin se izbacuje radijalno dajući upravljački impuls određene veličine i smjera.

Mikro-potiskivači su u stvari mali raketni motori smješteni u ravnini okomitoj na smjer gibanja. Adekvatan broj pravilno raspoređenih motora omogućava dobru i brzu pokretljivost projektila. Slični se motori već koriste za upravljanje u američkom PAC-3/ERINT projektilu.

### **Aerodinamika**

Kod superbrzih projektila s jednostavnim geometrijama nema temeljnih problema, a aerodinamički koeficijenti su određeni i poznati, te je u tim slučajevima najvažniji čimbenik verifikacija proračuna i procedura korištenih u analizama. To se obično radi u zračnim tunelima a zatim na poligonima. Pritom su glavni problemi vezani uz stabilnost projektila i aerodinamički otpor. Potonji igra posebnu ulogu zbog iznimno velikih brzina.



*Jedno od eksperimentalnih lansiranja superbrze raketne u Melhdorfu*

### **Glava za vođenje**

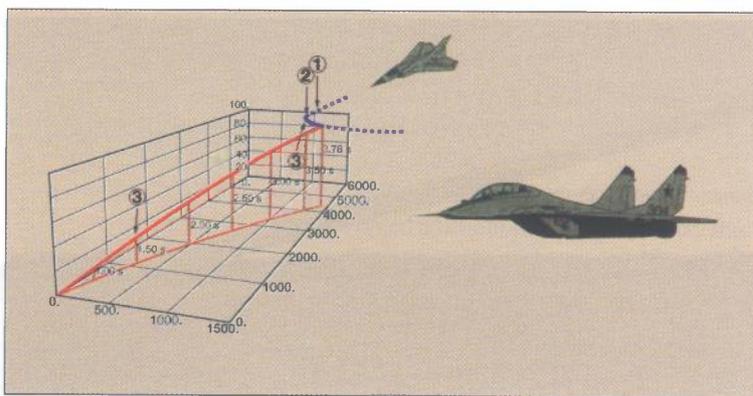
Poseban problem predstavlja korištenje IC glave za navođenje. IC vođenje se pokazalo iznimno učinkovitim, te je logičan pokušaj primjene iste tehnologije i za vođenje superbrzog projektila posebice za pokretne ciljeve na većim udaljenostima (2-10 km). No ovdje su problemi daleko složeniji zbog aerokinetičkog zagrijavanja, koje je kao što smo vidjeli iznimno jako. Potrebno je zato definirati kritične komponente (zaštitnu kupolu, optiku, brzo aktiviranje) i razviti odgovarajuću opću koncepciju glave za vođenje u cjelini.

### **Prijenos laserskog zračenja**

Temeljni problem drugog sustava vođenja tj. vođenja po laserskom snopu je problem prijenosa laserskog zračenja kroz izlazne plinove iz raketnog motora. Prijenosne značajke izlaznog mlaza variraju i ovisе osim o tipu goriva i režima izgaranja tako i o valnoj duljini primijenjenog lasera, stanju atmosfere i o pozadinskom zračenju. Problem je odrediti kut upada pri kojem se laserski snop može primiti na repu projektila, a da se pritom mimoide vruća jezgra izlaznog mlaza. Problem se na temeljnoj razini tretira teoretski ali se i ispituju razne provedbene inačice u uvjetima slobodnog leta.

### **Aerotermodinamika**

Kao što smo već spomenuli aerokinetičko zagrijavanje je pri brzinama većim od Mach 4 znatno i predstavlja ozbiljan problem. Preliminarna laboratorijska istraživanja su poslužila da se izaberu pogodna tvoriva koja će jamčiti relativno normalan let. Zatim su u pokusnim letovima obavljena daljnja istraživanja praćena s brojnim mjerenjima temperature i strukturnih naprezanja tijekom leta. Pritom do zagrijavanja projektila pri velikim brzinama dolazi uslijed prijenosa topline kroz tijelo projektila i od graničnog sloja koji se zagrijava trenjem i udarnim valom. Pri standardnoj konstrukciji projektila područja koja su najizloženija i koja su najviše termički opterećena su stožasti vrh projektila, prednji bridovi zakrilaca ili krilate prijelazni djelovi od cilindričnog dijela k repu. Osim posebnih tvoriva koji se koriste u konstrukciji i



**Scenarij presretanja zrakoplova u napadaju (6-DOF simulacija)**  
**1-Uhvat cilja  $t=-3$  s**  
**2-Početak faze angažmana cilja - lansiranje superbrzog projektila  $t=0$  s**  
**3-Položaji projektila i cilja na kraju faze inercijalnog vođenja  $t=1.5$  s. Početak faze vođenja po laserskom snopu**

prevlačenju tih dijelova bitan je i njihov aerodinamički dizajn kojem se posvećuje posebna pozornost. Pritom veliku ulogu igraju računalne simulacije te pokusi u zračnim tunelima.

### Termodinamička otporna tvoriva

Kombinacija velike brzine leta i male visine, odnosno guste atmosfere, rezultira s iznimnim aerokinetičkim zagrijavanjem koje pak rezultiraju u temperaturama koje nadilaze temperature koje izdržavaju klasični laki metali koji se uobičajeno koriste u zrakoplovstvu. Dosad je strukturni integritet većine metalnih komponenti održavan korištenjem slitina, hlađenjem ili termičkom izolacijom. Takav pristup je relativno složen i općenito zahtijeva veću težinu. Međutim pri višim Mach brojevima takav pristup više u potpunosti ne zadovoljava, pa se rješenje traži u vidu novih tvoriva, koji bi ne samo imali zadovoljavajuću termičku otpornost nego čak i bili lakši od klasičnih tvoriva. U tom smislu najviše obećavaju kompozitna tvoriva od vlakana i keramike, te su se istraživanja fokusirala upravo na tu skupinu tvoriva. Jedno od takvih tvoriva koji dosta obećavaju je i cirkonij-dioksid, koji dopušta klasičnu mehaničku obradbu i čija se vlakna mogu pogodno oblikovati, a izdržava temperature koje su više i od 1500 °C.

### Fragmentirajuće bojne glave

Čak i uz najbolje vođenje i vrhunsku tehnologiju može se očekivati da će dobar dio angažmana ciljeva u protuzračnom djelovanju rezultirati ne s direktnim pogotkom, nego s bliskim promašajem. U takvim slučajevima potrebno je prvo detektirati blizinu cilja, a zatim aktivirati odgovarajuću bojnu glavu. Detekcija cilja se ostvaruje blizinskim upaljačima. Ovi upaljači mogu djelovati na načelu radara malog dometa u mikrovalnom području, ili su to

laserski blizinski upaljači. Laserski blizinski upaljači rade na načelu reflektiranja laserskog snopa od cilja i detekcije reflektiranog zračenja s detektorima u bojnoj glavi. Blizinski upaljači moraju biti u stanju detektirati cilj na udaljenosti do 10 m od bojne glave i u najkraćem mogućem vremenskom razdoblju detonirati eksplozivno punjenje. Brzina reakcije upaljača je od vitalne važnosti, jer pri brzini od Mach 6 projektil prijeđe udaljenost od 10 m za oko 5 ms (pet tisućih dijelova sekunde).

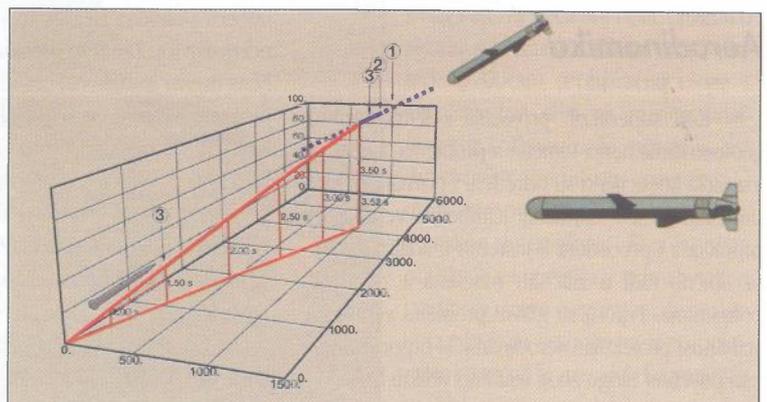
Konstrukcija bojne glave se također mijenja i u načelu je to tzv. fragmentirajuća bojna lava, koja pri eksploziji izbacuje veliki broj vrlo brzih fragmenata ili projektila koji su usmjereni prema cilju. Ovi fragmenti moraju biti u stanju da razore čak i otpornije i/ili zahtjevnije ciljeve koji uključuju protu-radarske, krstareće ili protubrodске projekte ali i vrtolete i zrakoplove.

### Primjene superbrzih projektila u protuzračnoj ulozi

Analize učinkovitosti superbrzih projektila u raznim borbenim scenarijima ispituju se pomoću računalnih simulacija uključujući matematičke modele 6-DOF (tj. koji uključuju šest stupnjeva slobode gibanja). Takvi modeli omogućuju da se mijenjaju manevarske značajke i brzine simuliranog cilja i procijeni učinkovitost projektila i odrede ključni čimbenici koji određuju učinak presretanja.

Jedna od takvih tipičnih situacija je scenarij presretanja zrakoplova u napadaju. Pretpostavlja se zrakoplov koji u napadaju dolazi u niskom letu brzinom od oko 900 km/h. Scenarij dalje predviđa da se zrakoplov detektira na udaljenosti od 6 km od lansirnog mjesta. Odmah po detekciji zrakoplov koji ima uređaje koji ga upozoravaju na radar svjestan je da je otkriven i odmah čim detektira lansiranje protuzračnog projektila počinje manevar izbjegavanja. Pretpostavlja se da zrakoplov koji dolazi brzinom od 250 m/s ima mogućnost manevra s lateralnim ubrzanjem od 6 g (59 m/s<sup>2</sup>). Trenutak (1) na slici odgovara vremenu uhvata cilja  $t = -3$  s. U trenutku (2)  $t = 0$  s počinje faza angažmana cilja tj. lansiranje projektila nakon što je lansirna rampa usmjerena k cilju čiji su parametri određeni. U tom istom trenutku zrakoplov počinje lateralni manevar izbjegavanja s

**Scenarij presretanja krstarećeg projektila (6-DOF simulacija)**  
**1-Uhvat cilja  $t=-3$  s**  
**2-Početak faze angažmana cilja - lansiranje superbrzog projektila  $t=0$  s**  
**3-Položaji projektila i cilja na kraju faze inercijalnog vođenja  $t=1.5$  s. Početak faze vođenja po laserskom snopu**



ubrzanjem 6 g pri brzini od 900 km/h. U prvim trenucima projektil koji se navodi po laserskom snopu ne detektira laserski snop zbog problema prijenosa kroz izlazni mlaz. U toj početnoj fazi, koja traje do isključenja motora vođenja projektila je inercijalno. Ta faza traje 1.5 s. Po završetku inercijalne faze vođenja  $t = 1.5$  s, zrakoplov i projektil se nalaze u točkama označenim s (3). Po završetku inercijalne faze počinje faza vođenja po laserskom snopu. U tom trenutku preuzimanja vođenja, budući da je laserski sustav vođenja bio "slijep" tijekom 1.5 s, cilj prividno "skače" na novi položaj. Daljnji let projektila odvija se po laserskom snopu koji slijedi zrakoplov. Nakon 3.78 s projektil doseže cilj na udaljenosti od oko 4500 m, a oko 1500 m postrance od početnog napadačkog kursa zrakoplova.

Ovakav scenarij ne predstavlja poseban problem za superbrzi projektil što se tiče kinematike i dinamike. Glavni čimbenik nesigurnosti u pogotku su pogreške u vođenju. Pritom je krug jednake vjerojatnosti (CEP) znatno manji od protežnosti cilja. "Krug jednake vjerojatnosti" predstavlja krug na cilju takvih protežnosti da je jednaka vjerojatnost da se projektil nađe (padne) unutar tog kruga kao i izvan njega (tj. 50:50), te tako predstavlja mjeru vjerojatnosti pogotka i rasipanja odnosno točnosti na cilju.

Drugi tipični scenarij protuzračnog angažmana predstavlja obrana od krstarećeg projektila. Scenarij donekle sličí prethodnom: krstareći projektil leti pravocrtnom spuštajućom putanjom brzinom Mach 1. Uхват cilja u  $t = -3$  s točka (1). Lansiranje projektila u  $t = 0$  s, točka (2). Položaj projektila i cilja u trenutku završetka inercijalne faze vođenja (3) u trenutku  $t = 1.5$  s, daljnji let se odvija uz lasersko vođenje po snopu. Presretanje krstarećeg projektila je u trenutku  $t = 3.52$  s na oko 4000 m udaljenosti i visini od oko 80 m. Pritom je netočnost (bez korištenja Kalman filtera za predviđanje položaja projektila) manja od 5 m. Zahtjevi na kinematičke i dinamičke sposobnosti superbrzog projektila su relativno mali, a pogreške u vođenju su dominantni čimbenik netočnosti presretanja.

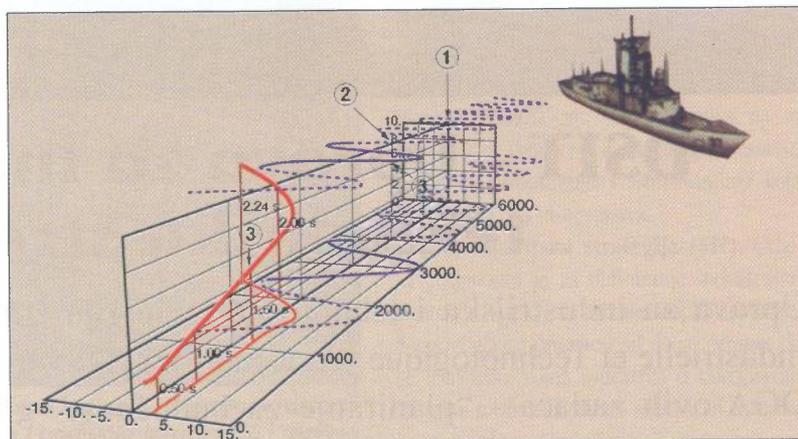
Presretanje dolazećeg nadzvučnog protubrodskog projektila koji leti uz površinu mora predstavlja daleko zahtjevniju zadatacu. Prema razmatranom scenariju nadzvučni se protubrodski projektil koji leti na visini od 10 m nad morem otkriva u trenutku  $t = -3$  s (1). Lansiranje se projektila i početak faze angažmana cilja događa u trenutku  $t = 0$  s. U tom trenutku projektil je na udaljenosti od oko 4000 m i giba se s promjenljivim lateralnim ubrzanjem od 15 g ( $147 \text{ m/s}^2$ ). Ovo brzo krivudanje protubrodskog projektila predstavlja veliki problem i postavlja granične zahtjeve na kinematičke i dinamičke sposobnosti superbrzog projektila. Položaji projektila i krstarećeg projektila na kraju faze inercijalnog vođenja i početka laserskog vođenja su označeni s (3). U tom trenutku ( $t = 1.5$  s) krstareći projektil

je udaljen oko 3000 m. Presretanje se događa u  $t = 2.24$  s na udaljenosti od oko 1500 m. Netočnost je i u ovom slučaju manja od 5 m. Pritom nije korišten Kalman filter za procjenu položaja protubrodskog projektila. Vođenje superbrzog projektila ne postavlja posebne probleme, ali su zato kinematički i dinamički zahtjevi maksimalni, a ponekad ih je nemoguće ispuniti, ovisno o frekvenciji krivudanja protubrodskog projektila.

## Zaglavak

Velike brzine svezane s bojnóm glavom od teškog kinetičkog penetratora osiguravaju kinetičku energiju dovoljnu za razaranje postojećih zemaljskih oklopljenih ciljeva kao i onih koji će se pojaviti u bliskoj budućnosti. Posebice zato jer se za razliku od penetratora ispaljenih iz topa na cilju koristi ukupna kinetička energija i projektila i penetratora.

U načelu bi, koristeći optoelektronički sustav vođenja po laserskom snopu, trebalo biti moguće uspješno angažirati kopnene i zračne ciljeve na udaljenostima do 5 km. No budući, vrlo pokretni i "inteligentni" ciljevi, poput krivudajućih protubrodskih projektila, zahtijevat će daljnje



usavršavanje sustava superbrzih projektila kako bi se ostvarilo učinkovito vođenje i razaranje cilja.

Superbrzi projektili s autonomnim navođenjem u terminalnoj fazi još su stvar budućnosti, jer tek treba naći zadovoljavajuća rješenja brojnih tehničkih problema združenih s glavom za navođenje. Usporedno će trebati usavršiti i odgovarajući mehanizam bojne glave za takve "inteligentne" projekte, koji bi u tom slučaju bio eksplozivno formirani penetrator (EFP). Ključ EFP procesa je razorna energija koja se generira kad se konkavna metalna ploča pod utjecajem eksplozivnog punjenja u bojnoj glavi deformira i kolapsira sama u sebe, pretvarajući se u poluplastično metalno koplje koje brzinom od oko 2000 m/s leti prema cilju.

Rješenje ovih problema rezultiralo bi s naprednim borbenim sustavom koji bi se učinkovito mogao nositi s odgovarajućim ciljevima u raznim bojnim scenarijima.

**Scenarij presretanja naprednog protubrodskog projektila (6-DOF simulacija)**  
**1-Uhvat cilja  $t=-3$  s**  
**2-Početak faze angažmana cilja - lansiranje superbrzog projektila  $t=0$  s**  
**3-Položaji projektila i cilja na kraju faze inercijalnog vođenja  $t=1.5$  s. Početak faze vođenja po laserskom snopu**



Raketa ASTER razvijena je u sklopu internacionalne suradnje za francusku i talijansku vojsku, te i za britansku, francusku i talijansku mornaricu

# ORGANIZACIJA FRANCUSKE VOJNE INDUSTRIJE

(III.dio)

**Berislav ŠIPICKI**

no isprepliću. Stoga, nije potrebno reći da tehnološki izbori moraju pridonositi održavanju postojeće tehnološke i industrijske baze, te da industrijske strategije moraju biti spojive s glavnim tehnološkim smjernicama. I napokon, te djelatnosti moraju biti provodene zajedno s internom adaptacijom strategije DGA-e i njezinih uprava, nužno izvođenih pod utjecajem promjena na internacionalnoj sceni kao i pod utjecajem postojeće gospodске krize.

## Organizacija

DSIT vodi načelnik, a organizirana je tako da može učinkovito funkcionirati na sva četiri glavna područja koja su naprijed

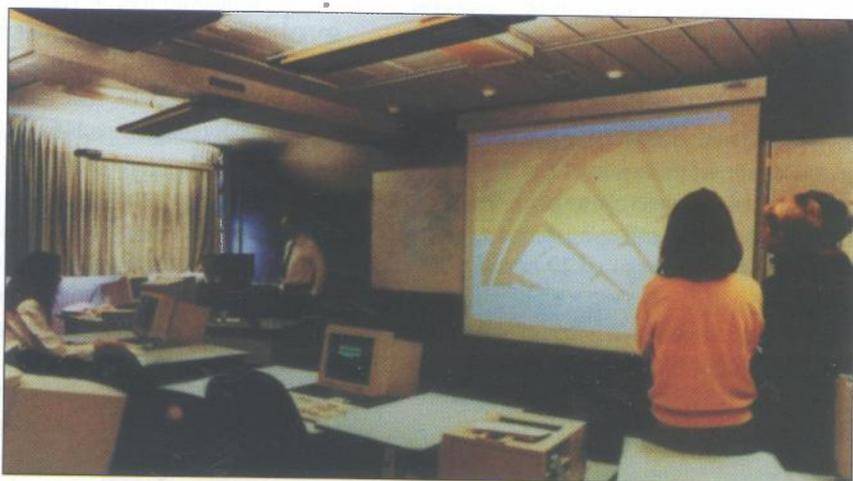
## DSIT - Uprava za industrijsku i tehnološku strategiju

Uprava za industrijsku i tehnološku strategiju (franc., Direction de la Stratégie Industrielle et Technologique, skraćeno - DSIT) - odgovorna je za jednu od temeljnih DGA-ovih zadaća - "planiranje za budućnost" glede razvoja vojne industrije i tehnologije

**N**a polju naoružanja, odnosno opremanja, francuskih oružanih snaga, planiranje možemo podijeliti na četiri glavna područja:

- Formuliranje politike koja za cilj ima lansiranje i stimuliranje k budućnosti-orijentiranih tehničkih i operativnih studija;
- Definiranje i implementacija tehnološke strategije;
- Definiranje i implementacija industrijske strategije;
- Definiranje i implementacija strategije interne adaptacije DGA-e.

DGA je i dosad obavljala ove djelatnosti, no nakon reorganizacije prvi se put ove djelatnosti obavljaju unutar jedne zasebne uprave što pokazuje spremnost za provođenje bolje koordinacije i vođenja relevantnih aktivnosti, koje se sve više međusob-



Učionica u kojoj se provodi izobrazba kadra za područje modernih komunikacijskih tehnologija. Da bi u određenoj (vojnoj) industriji moglo doći do razvoja novih tehnologija, tj. da bi se na temelju postojećih proizvodnih istraživačkih i ljudskih resursa došlo do strategije razvoja i na području industrije i na području tehnologije, potrebno je provoditi obvezatnu kontinuiranu izobrazbu znanstveno-inženjerskog, ali i proizvodnog kadra koji predstavlja jedan od glavnih čimbenika na polju istraživanja, razvoja i proizvodnje



**U sklopu sustava "Odysseus" samo jedan CD ROM osigurava gotovo istodoban pristup dokumentima koji mogu imati i 200.000 stranica**

S obzirom na to, uvijek posebno istaknuta - cijena oružničkih sustava - raste uslijed povećanja njihove sofisticiranosti, dok doseg sredstava zahtijevanih modernim taktikama ratovanjem također raste. Novi oružnički sustavi kao što su jurišni vrtoleti, vojni sateliti i CI sustavi "dodani" su tradicionalno korištenim sustavima no ne sa ciljem da ih zamijene nego da ih dopune. Dakle, pošto će se vojni budžet morati podijeliti između sve većeg broja oružničkih programa čija cijena sve više raste, ti će programi morati proći proceduru u okviru koje će se jedan program "natjecati" protiv drugog

opisana. Osoblje koje radi na svakom od ovih područja (u okviru zasebnih odjela) predvođeno je specijaliziranim pomoćnicima načelnika uprave.



**Pogled iz nadzorne sobe na stroj za horizontalno valjanje. Prigodom razrade strategije tehnologije značajno mjesto zauzima i područje istraživanja i razvoja tvoriva i to posebno tehnologija termičke obradbe kovina**

**Tehnički i operativni napredak (PTO\*).** Pomoćnik (šef odjela PTO) koji vodi rad na ovom složenom ali i vrlo značajnom području mora raditi u "savršenom skladu" s djelatnicima glavnog stožera francuskih oružanih snaga, kako bi odluke u svezi budućih programa razvoja i proizvodnje naoružanja mogle biti donešene s najvećim mogućim poznavanjem problematike uz odvijanje procesa komparacije i harmonizacije operativnih zahtjeva s jedne strane, te realnih tehničkih rješenja s druge strane. Stoga pomoćnik za tehnički i operativni napredak u suradnji s djelatnicima stožera i ostalih uprava nadzire i koordinira aktivnosti DGA-e s ciljem da:

- Identificira tehničke i operativne kriterije koji će biti korišteni prigodom definiranja budućih oružničkih sustava;
- Procjeni prednosti tih budućih oružničkih sustava.

(drugih) programa kako bi dobio odgovarajuća financijska sredstva. Drugim riječima, samo će najkvalitetniji programi i, naravno, ujedno i programi od strateškog interesa za Francusku, dobiti financijska sredstva za pokretanje istraživanja, razvoja i na kraju i proizvodnje. Stoga je nužno potrebno, donositi odluke u što je moguće ranijoj fazi programa s obzirom na različitost sustava i tehnika, što je u stvari, upravo područje djelovanja PTO-a.

**Tehnološka strategija (ST\*).** Funkcija odjela ST je određivanje politike sa sljedećim prioritetima:

- Ponuda opcija tehnološke strategije i na nacional-

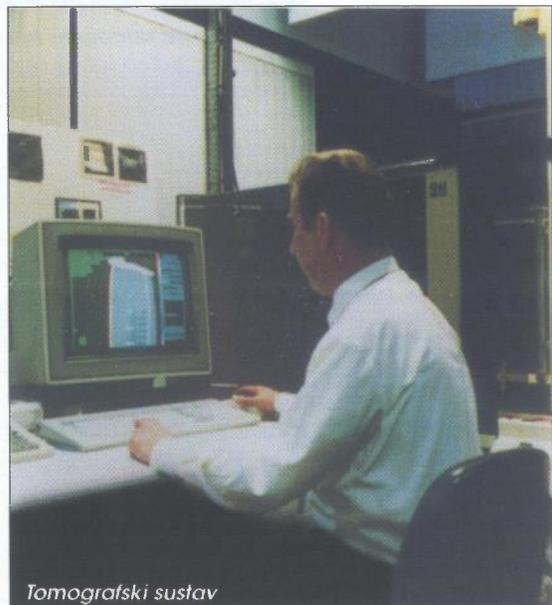
nom i na europskom planu;

- Bolja koordinacija DGA-ovih napora na polju istraživanja i tehnologije.

Dva pododjela - jedan za tehnološko usmjeravanje (OT\*) i drugi za razvojne programe (PR\*) - rješavaju problematiku vezanu uz ova dva prioriteta. OT je zadužen za razvoj "strateškog sastava" različitih tehnologija s obzirom na zahtjeve obrane. On identificira i analizira nacionalne tehnološke zahtjeve, osiguravajući odgovarajuće znanje za tehnologije za koje se drži da su kritične te predlaže smjernice na polju nacionalne i europske strategije podijeljene na segmente (ovaj se proces provodi u bliskoj svezi sa smjernicama industrijske strategije). I napokon, OT definira DGA-ovu politiku glede patenata i licenci te nadzire njihovu aplikaciju.

PR-ove odgovornosti uključuju formuliranje, u skladu s direktivama ministra obrane, budućnosti-orientiranih programa kao što su studije tehničke demonstracije ili istraživanja; nadzor njihove provedbe; i procjenu njihovih rezultata, ostajući u bliskoj svezi s Upravom za istraživanje i tehnologiju (DRET). Nadalje, PR provodi pripremljene poslove za odluke ministarstva vezane uz gore spomenute studije i napokon, još uvijek u svezi s DRET-om, ona osigurava da se istraživačke aktivnosti francuskog ministarstva obrane dopunjuju s istraživanjima koja provode druga ministarstva.

**Industrijska strategija (SI\*).** Odjel SI odgovoran je za definiranje industrijske strategije i nadzor njezine implementacije. Njegovi glavni prioriteti su da se osigura da se francuska vojna industrija u europskom sustavu može adaptirati svjetskom sustavu gospodarskog "nadmetanja", i da pazi na industrijske sektore i/ili regionalna područja u kojima bi zaposlenost mogla biti ugrožena. To je u mnogim elementima bilo



Tomografski sustav

# DSIT-ove radne metode

**S**tudije koje prethode razvoju (tj. naprednom istraživanju) organizirane su u dva programa koja se daju ministru obrane na odobrenje. To su:

- pripremni program istraživanja/proučavanja (franc., PPRE), koji opisuje godišnji plan u sklopu procesa istraživanja tijekom dužeg vremenskog razdoblja, i

- višegodišnji istraživački razvojni program (franc., PPDE), koji daje pregled kombinacija aktivnosti, od kojih svaka traje nekoliko godina te potvrđuje provedivost danog tehničkog koncepta koji je pak predložen na temelju specifičnog zahtjeva taktičkog nositelja.

Ova dva programa su orijentirana i razvijena primjenom usporedne procedure gdje su ključne riječi: konzultacije, transparentnost i upotpunjavanje.

## Konzultacije

Izaslanstvo za strateške poslove osigurava vođenje u geopolitičkom i strateškom okruženju utječući na obranu države. Vojni stožeri postavljaju svoje operativne zahtjeve i osiguravaju prikupljanje saznanja o funkcioniranju oružničkih sustava u operativnim uvjetima. I napokon, DGA osigurava svoju znanstvenu, tehničku, industrijsku i gospodarsku ekspertizu. Sve ove organizacije zajedno kontinuirano provode stručne konzultacije kako bi se uz što manje troškova što prije došlo do učinkovitih rezultata.

## Transparentnost

Programi su opisani do detalja skupljanjem nekih 800 PPRE i 200 PPDE dokumenata koji navode i objašnjavaju sve tehničke poslove koje treba provesti te financijske i vremenske uvjete koji moraju biti zadovoljeni da bi se program proveo. Ovaj opis ostavlja razumnu slobodu što se tiče adaptacije neizbježnoj nepredvidivoj "završnoj" veličini planiranih radova, koji ne mogu biti kruti kao programi vojne opreme

bez riskiranja stvaranja kontraproduktivnih restrikcija u okviru istraživanja.

## Uotpunjavanje

Konzultiranje je organizirano kroz različite skupine i komitete koji raspravljaju i odlučuju o rješavanju problema koji su u njihovoj nadležnosti:

- Komitet za management, kojemu predsjeda načelnik Uprave za industrijsku i tehnološku strategiju, priprema glavne smjernice politike kao i ukupnu financijsku bilancu za PPRE/PPDE i različita PPRE područja<sup>1</sup>;

- Skupine za management, dodaju određene detalje planu koji je izradio Komitet za management, svaka na svom području, za pripremu PPRE-a. One dijele budžet za provođenje istraživanja/proučavanja na različitim područjima<sup>2</sup>;

- Ekspertne skupine, organizirane

programe u tekućoj godini te nacrt plana za sljedeću godinu. Na kraju ovog sastanka ministar obrane objavljuje svoje odluke;

Sredinom godine, nacrt budžeta dobiva predviđene doznake.

Kreiranje studija programa "silazni" je proces; tj. on počinje od danih smjernica te od planiranih izvora kako bi završio s "fizičkim" opisom posla koji treba biti izvršen. Orijentacija ovakvih studija, s druge je strane, "uzlazni" proces. Informacije svih vrsta (znanstvene, tehničke, industrijske, gospodarske), sakupljaju se u "bazi" (ekspertne skupine i skupine za management); tada se analizira i aranžira čitava cjelina te se priprema sumarni dokument koji sastavlja "miješana skupina" i koji se sastoji od predstavnika svih uprava i odjela u ministarstvu obrane, pod vodstvom stalnog tajnika Komiteta za vojna istraživanja i studije. Ovaj dokument, dovršen od strane Izvršnog komiteta, biva odobren od strane

Komiteta za management, te čini bazu za orijentacijsku ponudu koja se daje na prijedlog ministru obrane na sjednici Komiteta za vojna istraživanja i studije.

DSIT igra glavnu ulogu u ovoj organizaciji. Prvo, ona koordinira i vodi interni konzultacijski proces unutar ministarstva obrane; drugo, ona nudi svoje vlastito mišljenje glede industrijske i tehnološke strategije na temelju predloženih orijentacija i kreiranih programa. Napredna istra-

živanja su ono što usmjerava industrijsku strategiju orijentiranu k Europi kako zahtijeva ministarstvo obrane, i čini mogućim nedavno završena reorganizacija DGA-e.

<sup>1</sup> Deset "područja" prva su razina pododjela zaduženog za programe: kopnena oružja i oružnički sustavi, mornarički oružnički sustavi i konstrukcija, itd. Ona su "srednje" orijentirana (zrak/kopno/more).

<sup>2</sup> 27 "područja" druga su razina pododjela zaduženog za programe. Ona su po prirodi tehnička.

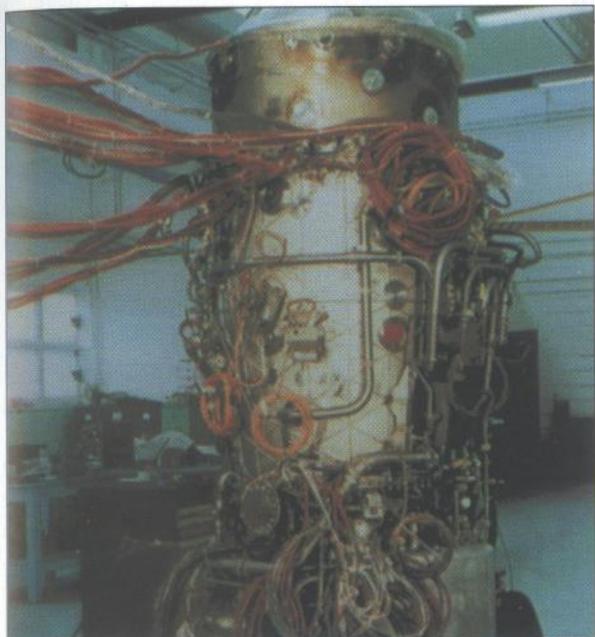


*Timski rad na sklapanju svakog od mlaznih motora tvrtke Snecma vrlo je važan, jer jedino takav način organizacije i rada omogućava dobivanje konačnih visokih rezultata primjene najsuvremenijih tehnologija*

prema tehničkim područjima, analiziraju napredak u tekućim istraživačkim razvojem i nacrtima novih operacija kako bi se razjasnili izbori dani od strane Komiteta za management. Svaki od njih kreira, u okviru svojih područja, "segment" PPRE-a, i analizira znanstvenu, tehničku i industrijsku situaciju unutar sektora te daje preporuke za usmjeravanje naprednih istraživanja.

Čitav proces obilježavaju dva glavna događaja:

- Na početku godine, sastaje se Komitet za vojno istraživanje i studije kako bi dobio odobrenje od Ministra obrane za



**Visokoprecizna instalacija mjernih senzora namijenjenih testiranju na namjenskim razvojnim stalcima. Razvoj sustava za precizna mjerenja od velikog je značaja prigodom planiranja strategije razvoja novih tehnologija**

područje odgovornosti bivšeg tzv. Centralnog odjela industrijskih poslova za naoružanje (SCAI). Integracija ovih timova u Upravu za strategiju, o kojoj je u ovom članku riječ, rezultirala je sljedećim prednostima:

- Bolja koordinacija s odjelom za tehnološku strategiju;
- Veća svjesnost europske protežnosti u formulaciji vojnih, i bilateralnih i multilateralnih, industrijskih i tehnoloških strategija;
- Bolja skladnost unutar DGA-e glede zadaća koje moraju biti provedene u mreži, s međusobnim dodirnim točkama istaknutim u svakom operativnom odjelu uprave.

Ove su zadaće podijeljene između sljedeća tri tijela:

- Pododjel za industrijske poslove (AI\*);
- Pododjel za međunarodno i ekonomsko okruženje (IN\*);
- Agencija za male i srednje tvrtke i regionalne operacije (PA\*).

Pododjel za industrijske poslove je zadužen za formulaciju i implementaciju **Pogled na proizvodnu ćeliju fleksibilnog proizvodnog sustava. Strojevi za vertikalno bušenje vide se u prvom planu, sa središtima za strojnu obradu koji su povezani žicom vođenim trolej sustavom za transport vidljivim u pozadini**

strateških smjernica ministarstva obrane glede nacionalnog sustava obrane i industrije zadužene za svemirske programe. S obzirom na to ovaj pododjel ima sljedeće dvije temeljne zadaće:

- Da nadzire, u ime francuske vlade, državne tvrtke koje su zadužene za proizvodnju naoružanja i vojne opreme kao i državne tvrtke koje su zadužene za svemirske programe;

- Da predlaže strateške smjernice koje se odnose na francusku industriju naoružanja te da ih implementira.

Pododjel za međunarodno i ekonomsko okruženje proučava utjecaj razvoja međunarodne situacije na fran-

on vodi glavne ekonomske studije, a isto tako vodi i statistiku glede prodaje naoružanja drugim zemljama kao i glede izvoznih poreza.

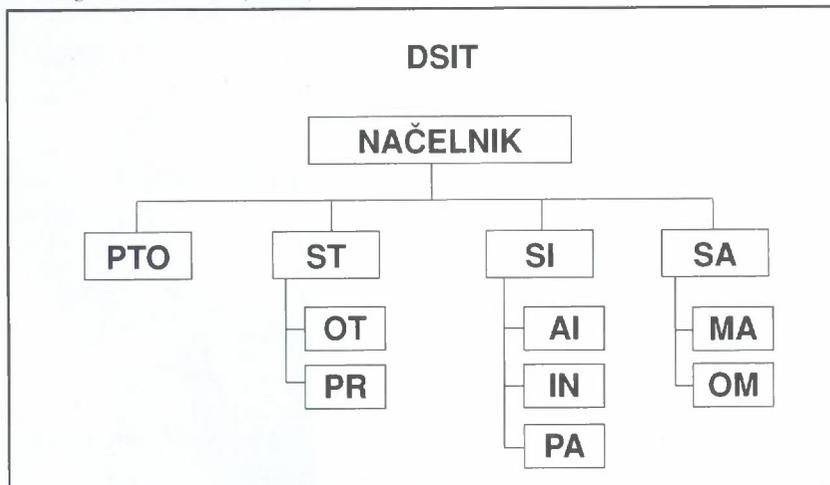
Usljed činjenice da male i srednje tvrtke igraju značajnu ulogu u industrijskoj i tehnološkoj vojnoj strukturi, njima se pridaje značajna pozornost tako da su postale objektom vrlo ambicioznih planova.

**Interna strategija (SA\*).** Zadaća SA-a je definiranje i implementacija strategije vezane uz razvoj DGA-e. Na svim mogućim područjima, uključujući i politiku vezanu uz test programe (i to one na nacionalnoj i one na europskoj razini), glavna briga je smanjenje troškova DGA-e. Štoviše, trenutačno smanjenje budžeta prisiljava DGA da učini dodatne napore kako bi poboljšala svoje "performanse" i eliminirala funkcionalne probleme.

SA ima dva pododjela - pododjel za metode i strukturnu prilagodbu (MA\*) i pododjel zadužen za test kapacitete i centre (OM\*).

MA igra ključnu ulogu u procesu modernizacije DGA-ovog managementa. MA je pružio poslove od bivšeg odjela "za performanse i strategiju" (DSP\*) koji je ustrojen 1992. godine kako bi promovirao interni razvoj, i kao takav on kontinuirano "poboljšava" DGA-ov strateški plan s obzirom na razvoj opće situacije i funkcionalne probleme koji tijekom procesa budu uočeni. On također prevodi prioritarna nastojanja u uspješne planove djelovanja kako bi se postigli konkretni rezultati, te vodi i koordinira sve te djelatnosti.

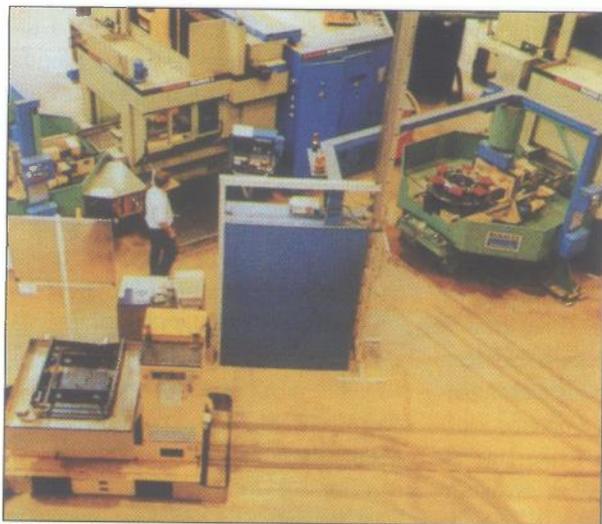
MA pridaje osobitu pozornost evoluciji



**Organizacijska shema Uprave za industrijsku i tehnološku strategiju (DSIT)**

cuske vojne i svemirske industrije a osobito njezinu integraciju u europske okvire. IN je, stoga, zadužen za bilateralne i multilateralne industrijske poslove. Nadalje, u ime DGA-e,



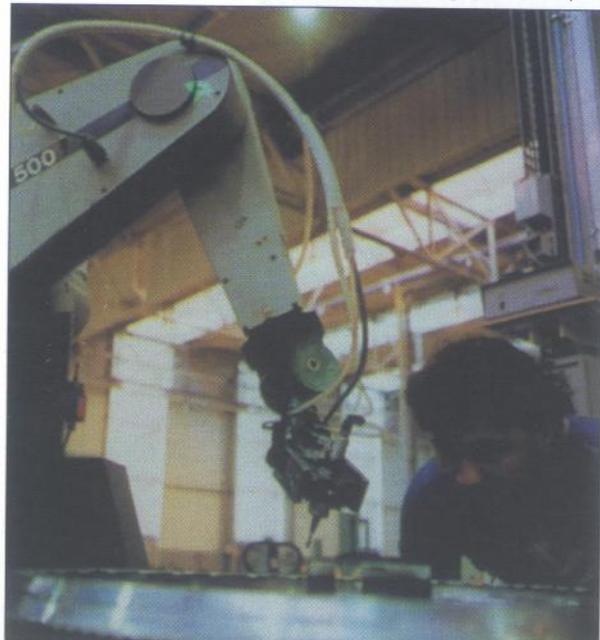


**Radna postaja u sklopu proizvodne ćelije fleksibilnog proizvodnog sustava**

radnih metoda, posebice promocije umrežavanja svih DSIT-ovih aktivnosti te uvođenjem novih menadžmentskih alata kao što su "istinski informacijski sustavi", indikatori i radne postaje.

OM djeluje na centralnoj razini DGA-e kako bi definirao smjernice i ciljeve za različita DGA-ova tijela, i pazi da ona budu u skladu sa strateškim smjernicama koje su određene za DGA kao cjelinu. Nadalje, OM također formulira test i evolucijsku politiku u europskim okvirima kako bi bilo moguće zadovoljiti zahtjeve koje će postavljati budući programi, te optimizira i koordinira postojeća sredstva. Ovaj optimizacijski proces zasnovan će se na analizi jakih i slabih točki test kapaciteta kako bi se izbjegla redundancija i to ne samo u Francuskoj nego također i u zemljama zapadne Europe.

U posljednje vrijeme OM koordinira DGA-ovu stvarnu imovinu i državnu svojinu, a u kasnijoj fazi će možda djelovati i kao unutarnji management nadzornik i to u ime predsjednika DGA-e.



## Težnje

Takozvana "bijela knjiga obrane" ističe brojne ciljeve koji se tiču budućnosti-orientiranog planiranja:

- Bolje usmjerene strategije - kako više nije moguće ili čak potrebno, uzimajući u obzir novo geopolitičko i ekonomsko okruženje Francuske, održavati potpuno nezavisnim kapacitete i načelo "znam-kako" u svim sektorima za naoružavanje;

- Konstrukcija europske oružničke razine promocijom industrijske kooperacije i bilateralnih ili multilateralnih programa među europskim zemljama;

- Biti puno pažljiviji prema podgovaračima pripremanjem ugovora koji će biti puno prihvatljiviji za njih, pazeći na njihov odnos s glavnim ugovaračem dajući im neophodnu potporu na polju izvoza, istraživanja i razvoja te nepristranosti;

- Učiniti radne metode puno učinkovitijim.

Zasnovani na ovim prioritetima, trenutačni glavni napor (većina kojih je već nabrojena u prvom DGA-ovom planu djelovanja koji pokriva razdoblje 1995.-1996.) DSIT uprave na područjima djelovanja, odnosno na područjima djelokruga rada pojedinih odjela, koja su napri-

jed opisana, jesu kako slijedi.

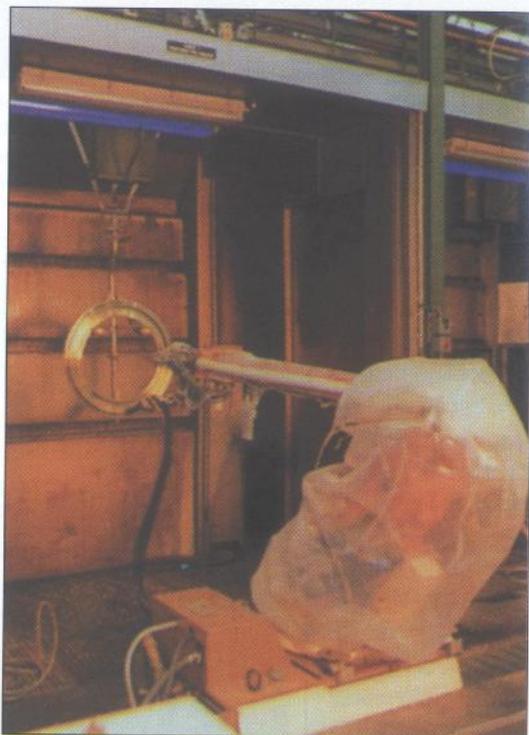
**Tehnički i operativni napredak.** Na polju tehničkog i operativnog napretka naglašava se pojačanje aktivnosti kako bi se stiglo do boljih izbora.

**Tehnološka strategija.** Napori uprave usmjereni su k formuliranju "politike na izboru", tj. definiranje i nuđenje smjernica (razvoj, održavanje, nadzor)

za svaki sektor kompetencije. Ova aktivnost uključuje sljedeće faze:

- Identifikacija sektora kompetencije kako bi ih se moglo proučiti;
- Definicija kriterija (operativnih, gospodarskih, industrijskih, tehnoloških, europskih itd.) koje treba uzeti u obzir prigodom analize sektora kompetencije;
- Nuđenje smjernica za svaki sektor;
- Definicija selektivnih politika za različite sektore.

Da bi se došlo do progresivne konstrukcije združene europske industrijske i tehnološke temeljne strukture, važno je da ova politika tehnoloških izbora bude bilateralna (ili multilateralna) i europska. Za ovu namjenu, Uprava za strategiju (DSIT) teži k:



**Priprema za penetraciju bojom u sklopu provjere kvalitete bojom koju izvodi robot**

- Učenju o stranim sektorima kompetencije, posebice unutar Europe;

- Vođenju bilateralnih i multilateralnih diskusija u svezi tehnološke problematike s organizacijama sličnim DGA-u u drugim zemljama.

- Participiranju u diskusijama WEAG radnih skupina s obzirom na racionalizaciju europske tehnološke baze.

**Industrijska strategija.** Napori na području industrijske strategije usmjereni su na tri glavna smjera.

U prvom redu, ovdje se misli na *participaciju u konstrukciji europske strukture za naoružavanje* promocijom industrijske kooperacije kao i ulaskom u bilateralno i

**U moderno organiziranoj (vojnoj) industriji roboti i fleksibilni proizvodni sustavi temelj su za razvoj strategije industrije i tehnologije, jer svojim značajkama omogućavaju brzu i preciznu aplikaciju novih tehnologija stvorenih u istraživačkim laboratorijama**

multilateralno partnerstvo. To uključuje definiranje (na polju europske kooperacije) povoljne legislativne (zakonodavstva) i gospodarskog okruženja, kao i kreiranje konzultativnih skupina uključujući i europske oficijelne servise kako bi se komparirale industrijske strategije i formulirala multilateralna kooperacija, i napokon, ponovno razmislilo o integraciji sektora obrane s EU.

Ovdje je ponovno potrebno razmišljati u skladu s europskom industrijskom politikom bez obzira da li se radi o bilateralnim ili multilateralnim odnosima, sa ciljem da se progresivno izgrađuje zajednička europska tehnološka i industrijska struktura. Kako bi se ovo postiglo Uprava za strategiju (DSIT) pokrenula je sljedeće aktivnosti:

- već je stekla (kroz iskustva bivšeg odjela SCAI) prilično dobra znanja o stranim vojnim industrijama, posebice o onima u Europi, a isto tako konstantno nastoji ta znanja i povećati;

- vodi bilateralne ili multilateralne razgovore sa stranim organizacijama sličnim DGA-u o temama vezanim za industrijsku bazu i transnacionalno restrukturiranje;

- participira u debatama WEAG radnih skupina, posebice kad je riječ o otvaranju europskog vojnog tržišta te racionalizaciji europske industrijske strukture;

- radi u bliskoj svezi s agencijama Europske komisije kao i njoj slične strane

sljedeće važne aktivnosti:

- Daljnji nastavak analize jakih i slabih točaka DGA-ovih test središta, sa ciljem definiranja smjernica za dulje razdoblje kao i utiranje puta, kad dođe vrijeme, za pregovore u svezi harmonizacije test kapaciteta u europskim okvirima;

- Optimiziranje upotrebe postojećih test kapaciteta;

- Uzimanje u obzir test kapaciteta koji će biti korišteni u bilo kojem kooperativnom programu ili u okviru budućnosti-orientiranih studija;

- Definiranje općih procedura i razmatranje općeg ugovora glede jamstva

korisnicima test središta kojim bi im se zajamčila tajnost te dostupnost test opreme i ostalih kapaciteta koji su njima potrebni.

Na europskoj razini, DSTI je član WEAG radne skupine koja rješava pitanja vezana uz racionalizaciju test središta i test kapaciteta uopće u Europi.

## Zaglavak

“Europeizacija” vojne industrije uključuje koordinacijske i konzultacijske procese između svih država koje se zanimaju (bez zaboravljanja potrebnih dijaloga s Europskom komisijom) za sva pitanja koja se odnose na industrijsku i tehnološku politiku tj. otvaranje nacionalnih tržišta i podjelu kapitala, kreaciju transnacionalnih tvrtki, podjelu vještina i sposobnosti “znam-kako” u sklopu zajednički definiranih programa kako bi se izbjegla redundancija i, napokon, racionalizaciju investicija vezanih uz test i razvojna središta.

Ovi ambiciozni ciljevi traže visoku razinu međusobnog povjerenja među partnerima. To neće biti lako niti će se postići preko noći, međutim, pogodan okvir je već osiguran političkom determinacijom koja postoji bar u nekim zemljama i koja je demonstrirana inicijativama kao što je predložena francusko-njemačka organizacija za naoružanje. Naravno, Uprava za strategiju nastavit će se radom kako bi svoj doprinos digla na što višu razinu što će omogućiti Europi da ostane “sama sebi dovoljna” održavanjem industrijske i tehnološke razine kakvoće i umijeća.

□

\* označene skraćnice predstavljaju skraćene francuske nazive odjela i pododjela u upravi DSIT



**Ispitna soba s komorom za ispitivanje mlaznih motora. Sustavi za ispitivanje, naravno, imaju veliki značaj na polju provjere aplikacija novih tehnologija**

uprave (uglavnom iz Velike Britanije i Njemačke) na pitanjima vezanim uz industrijsko fuzioniranje i nove nabave.

Nadalje, kad je riječ o usmjeravanju napora na području industrijske strategije, *misli se i na puno pažljivije obaziranje na podugovarače*. Osim jačanja sadašnjeg sustava bit će dobro i da se:

- Organizira bolje cirkuliranje informacija vezanih uz francusko i strana tržišta;

- Poboľjšaju odnosi između industrije i glavnih kupaca;

- Osigura da sve razine DGA-e postanu svjesne ove politike.

I posljednje, kad je riječ o usmjeravanju napora na području industrijske strategije, *implementacija puno učinkovitijih radnih metoda i to:*

- Uporaba DGA-ovih industrijskih strategijskih mreža;

- Razvoj odgovarajućih statističkih alata;

- Adekvatno financiranje inicijativa vezanih uz industrijsku politiku.

### Interna strategija.

Interna strategija, i posebice politika vezana uz test kapacitete, posebice ističu

**Završna obrada komponenti umakanjem pri čemu veliku ulogu ima robotska tehnologija. Razvoj strategije robotske tehnologije pokazao se kao jedan od glavnih ciljeva razvoja i modernizacije suvremene vojne industrije**



U rujnu prošle godine kompanija McDonnell Douglas predstavila je prvi prototip nove inačice lovca-bombardera Hornet, F/A-18E/F, koja će predstavljati oslonac američkog mornaričkog zrakoplovstva u početku XXI. stoljeća

**Robert BARIĆ**

**K**ad je, kao rezultat VFAX studije, odabran za novog lovca američkog mornaričkog zrakoplovstva 2. svibnja 1975. godine, mnogi su se pitali hoće li se **F/A-18 Hornet** ikada pojaviti na palubama nosača zrakoplova. S jedne strane, članovi američkog Kongresa željeli su da mornarica, kao i USAF, odabere jednostavan i jeftin lovački zrakoplov (a Hornet je bio sve drugo nego to). Zatim, kompanije Grumman i LTV kao tradicionalni proizvođači mornaričkih zrakoplova pobunile su se protiv izbora navodeći nestandardni postupak natječaja. Na kraju, i u krugovima američke mornarice vladala je bojazan da će nabava Horneta ugroziti program proizvodnje lovca F-14 Tomcat (koji je već zapao u krizu zbog velikih troškova) i time smanjiti broj naručenih Tomcata. Usprkos svim ovim preprekama, kompanija McDonnell Douglas (glavni voditelj programa razvoja Horneta, dok je Northrop, iako je razvio lovac YF-17 iz kojeg je nastao Hornet, bio podgovarač) 22. siječnja 1976. godine sklapa ugovor za predseriju od 11 zrakoplova, od kojih je 9 dovršeno kao jednosjedni F/A-18A, a preostala dva kao dvosjedi F/A-18B (prvobitni naziv dvosjedne inačice bio je TF-18, ali on je kasnije odbačen).

Prvi Hornet poletio je 18. studenog 1978. godine, a isporuka američkoj mornarici i Marinskom korpusu otpočela je u svibnju 1980. godine. Do 1986. trajala je proizvodnja prve dvije inačice (371 **F/A-18A** i 39 **F/A-18B**), da bi se zatim prešlo na proizvodnju poboljšanih **F/A-18C/D** (jednosjed/dvosjed; do 1997. godine planirana je ukupna proizvodnja 558 primjeraka, u ovaj broj uključeni su i **F/A-18C/D Night Attack**). Uz to, Hornet je do sada doživio i dobre izvozne rezultate: kupila ga je Australija (75), Finska (64, isporuka u tijeku), Kanada (138), Kuvajt (40), Malezija (naručeno 8 primjeraka), Španjolska (72), Švicarska (naručena 34 primjerka).

McDonnell Douglas (MDD) ne mora strahovati za Hornetovu budućnost: odlukom američke mornarice o odabiru **F/A-18E/F** kao višenamjenskog borbenog zrakoplova koji će početkom idućeg stoljeća zamijeniti sadašnje tipove jurišnih zrakoplova na američkim nosačima (A-6 Intruder, A-7 Corsair II), te dalje nadopunjavati F-14 Tomcat

u ulogu lovca, osigurana je daljnja Hornetova karijera.

## Razvoj Super Horneta

Razvoj **F/A-18E/F** počeo je u ljetu 1987. godine s programom **Super Hornet Plus**, koji je u listopadu iste godine preimenovan u **Hornet 2000**.

Početak srpnja 1987. tadašnji američki ministar obrane Caspar Weinberger zatražio je od USAF-a i mornarice razmatranje daljnjih mogućnosti poboljšavanja F-16 Fighting Falcona i F/A-18 Horneta, kao mjeru za slučaj da projekti **ATA** (Advanced Tactical Fighter; razvoj novog lovca USAF-a) i **A-12** (mornarički stealth jurišni zrakoplov) kasne ili budu otkazani. Poboljšane verzije trebale su se razviti u suradnji s europskim saveznicima, a studije su se trebale odvijati do siječnja 1991. godine. Hornet 2000 u biti je bila studija četiri razvojne opcije, s ciljem povećavanja sposobnosti u različitim razvojnim stupnjevima. **Konfiguracija I** u biti je bila identična F/A-18C ali s poboljšanim kokpitom, boljom elektronikom (koja bi uključivala i radar AN/APG-73), malo poboljšanim performansama (potisak motora povećao bi se za 10 posto, što je

# Super HORNET

## za XXI. stoljeće

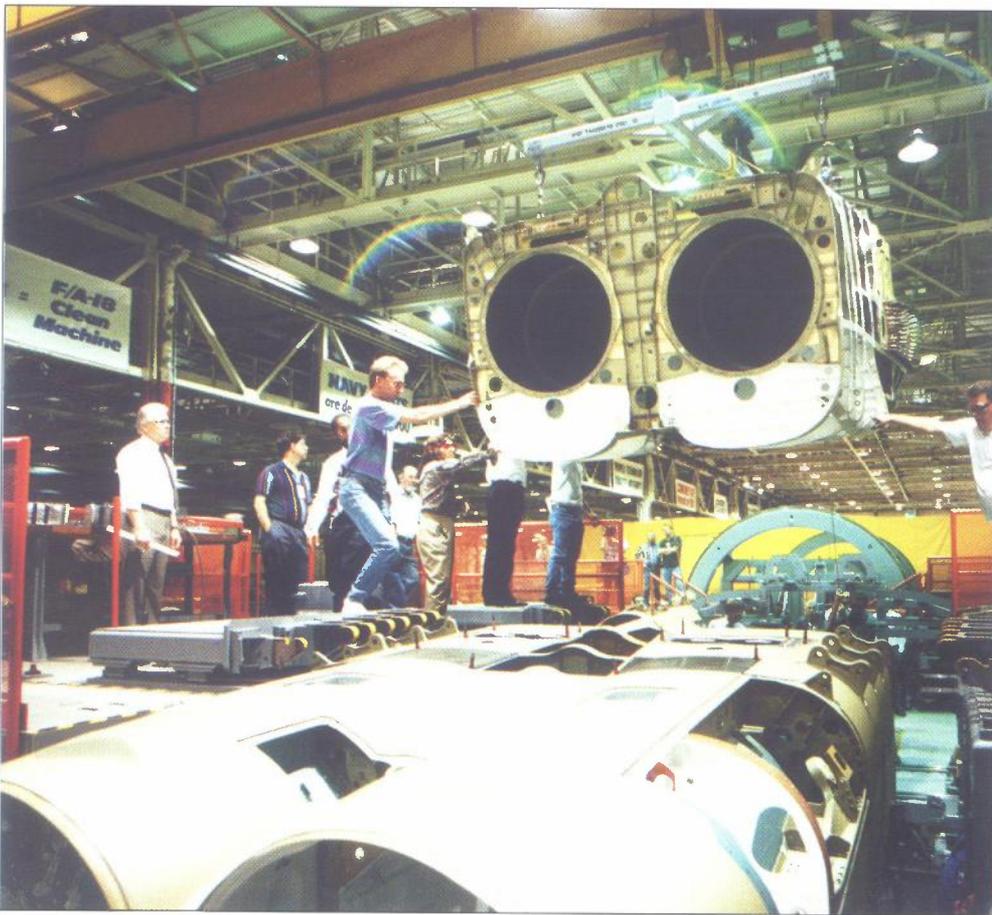


McDonnell Douglas

bilo najveće povećanje bez mijenjanja uvodnika zraka i mlaznica) i različitim mjerama poduzetim za postizanje veće vjerojatnosti preživljavanja. Promjene su trebale dovesti do poboljšanja performansi kod transsoničnih i supersoničnih brzina, te poboljšati upoznatost pilota sa situacijom u okolnom prostoru (situation awareness). **Konfiguracija II** dodala je ojačano krilo, jače motore, poboljšani oružani sustav i ispučenje na gornjem dijelu trupa u koje bi se smjestio spremnik s dodatnih 1224 kg goriva; ova konfiguracija predstavljala je kompromis između manevarskih sposobnosti, supersoničnih performansi i poletno-sletnih osobina. **Konfiguracija III** dodala bi krilo veće površine, veće horizontalne stabiliza-

tore, još dodatnih 1678 kg goriva, ugradnju poboljšanih motora F404 (potisak 62 kN svaki, s dodatnim izgaranjem 90 kN) i povećanje uvodnika zraka za 10 posto. Kasnije su se pojavile varijacije Konfiguracije III, koje (osim **IIIC**, za koju je interes pokazala američka mornarica) nisu izazvale veći interes. Zadnji prijedlog, **Konfiguracija IV**, predstavljao je radikalno redizajnirani Hornet, s odsječenim delta krilom, pokretnim kanardima, produljenim trupom i potpuno promijenjenim dvostrukim vertikalnim repnim površinama i kormilom. Ostale promjene bile su u dodavanju dva dodatna podvjesna mjesta za naoružanje i povećanje količine nošenog goriva za 1451 kg u odnosu na temeljni model Horneta. Ovaj prijedlog

**Kompjuterski generirana slika F/A-18F u trenutku lansiranja AIM-9 Sidewindera na MiG-29**



McDonnell Douglas

*Spajanje središnje i zadnje sekcije trupa prvog prototipa u proizvodnom središtu Northrop Grummana u El Segundu; Northrop Grumman je glavni podgovarač, dok je nositelj cijelog programa kompanija McDonnell Douglas*

ponuden je europskim saveznicima kao jeftina alternativa umjesto iduće (skupe) generacije borbenih zrakoplova (EFA/Rafale). To je europskim zemljama bilo politički neprihvatljivo, jer bi prihvaćanje poboljšanog Horneta značilo ovisnost o nabavi borbenih zrakoplova iz SAD i vjerojatno gašenje vlastitih istraživačkih i proizvodnih kapaciteta na tom području.

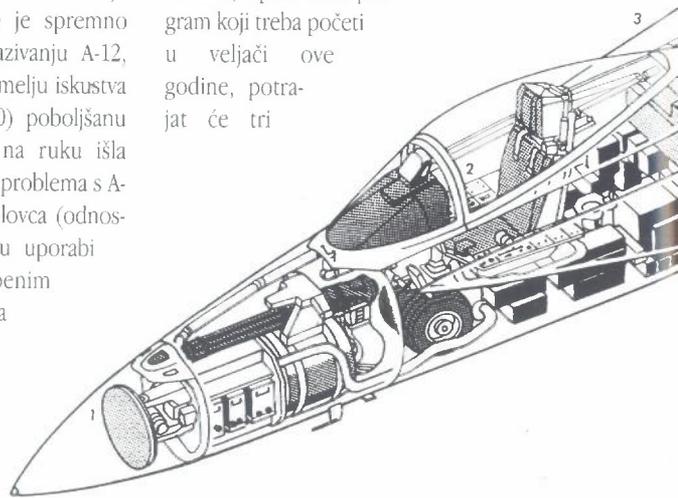
Dok je ATA na kraju doveo do Lockheeda F-22 Lightninga II, razvoj A-12 otkazan je 7. siječnja 1991. godine nakon brojnih problema i eskalacije cijene programa. Međutim, MDD je spremno dočekao odluku Kongresa o otkazivanju A-12, odmah predloživši mornarici (na temelju iskustva stečenog sa studijom Hornet 2000) poboljšanu verziju F/A-18C/D. Kompaniji je na ruku išla spremnost Kongresa da, nakon svih problema s A-12, prihvati poboljšanje postojećeg lovca (odnosno Horneta) koji se je do tada u uporabi pokazao zadovoljavajućim borbenim zrakoplovom, umjesto prihvaćanja nekog novog futurističkog dizajna čiji bi razvoj donijeo dodatne probleme (i još više povećao cijenu razvoja). MDD dobiva ugovor vrijedan 25 milijuna USD za poduzimanje inženjerske studije, koja je potrajala do siječnja 1992. godine. Razvojni ugovor (kojim je predviđena izgradnja 7 ispitnih zrakoplova /5 jednosjeda F/A-18E i 2 dvosjeda F/A-18F/ i 3 zmaja namijenjena za statična ispitivanja) vrijedan 3,175 milijuna USD, s vremenskim trajan-

jem od sedam i po godina, potpisan je 7. prosinca 1992. godine, dok je kompanija General Electric dobila ugovor (vrijedan 754 milijuna USD) za razvoj turboventilatorskog motora F414.

Međutim, usprkos svemu sudbina ovog novog Super Horneta još nije bila sigurna. Pojavile su se kritike, koje su tvrdile da F/A-18E ne predstavlja posebno veliko poboljšanje Horneta, da nije stealth zrakoplov, te da će pojesti dragocijena financijska sredstva koja su namijenjena programu A/F-X (koji je trebao stvoriti nasljednika odbijenom A-12). Situacija se drastično promijenila u kolovozu 1993. godine, kad je Pentagon predložio otkazivanje programa A/F-X, rano povlačenje mornaričkih jurišnih zrakoplova Grumman A-6 Intruder, smanjenje broja nosača na 11 brodova (s 10 aktivnih i jednim vingom u pričuvni), te obustavljanje USAF-ovog MRF programa (razvoj višenamjernog lovca) i usvajanje F/A-18E kao nasljednika F-16. USAF je odbio usvajanje Horneta (iako je MRF obustavljen), ali svi ostali prijedlozi su prošli. Nakon toga, za američku mornaricu više

nije bilo alternative ukoliko je željela da i nakon 2000. godine ima učinkovito mornaričko zrakoplovstvo: budućnost F/A-18E/F bila je osigurana.

Prvi prototip jednosjeda F/A-18E (označen kao **E1**) predstavljen je 18. rujna prošle godine, a prvi let izveo je 29. studenog, poletjevši iz St. Louisa (s međunarodne zračne luke St. Louis, let je trajao 26 minuta). Prema sadašnjim planovima, ispitni letni program koji treba početi u veljači ove godine, potrajat će tri



godine, pri čemu će se koristiti sedam Horneta (pet E i dva F). Većina testova bit će izvedena u Središtu američke mornarice za zračno ratovanje (Naval Air Warfare Center) u Patuxent Riveru. Predviđeno je da idući poleti prototip E2; i on je

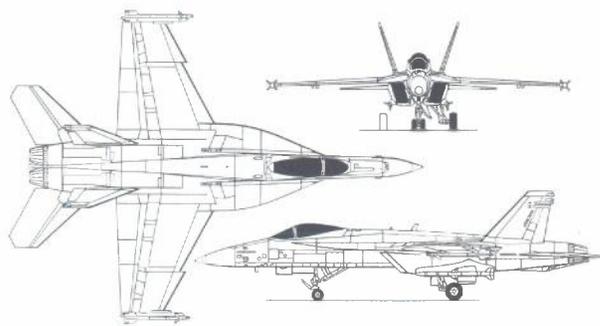
trebao izvesti prvi let do kraja prosinca 1995., ali u trenutku pisanja članka /kraj siječnja 1996./ do toga još nije došlo. Treći prototip, dvosjed **F1**, trebao bi poletjeti u svibnju i primarno se koristiti za pripremu uporabe novih Horneta na nosaču (dobit će više mjernih instrumenata i sudjelovat će u početnim isprobavanjima Horneta E/F na moru, koja se trebaju odvijati u siječnju 1997. godine; prije toga, u lipnju ove godine, izvest će prvo slijetanje s korištenjem kočione kuke, ali ne na nosač već na pistu u Patuxent Riveru). Let idućeg prototipa, **E4**, predviđen je za srpanj (koristit će se za ispitivanje ponašanja u letu pri visokim napadnim kutevima). **E3** izvesti će prvi let u rujnu (koristit će se za ispitivanje nosivosti ubojnog tereta, i zbog izvođenja preciznih kalibracija tereta /što može odnijeti tri mjeseca/ poletjet će kasnije od E4), kao i **E5**, dok će **F2** poletjeti početkom studenog (E5 i F2 koristit će se za razvoj oružanih sustava).

Paralelno s letnim programom, odvijat će se i

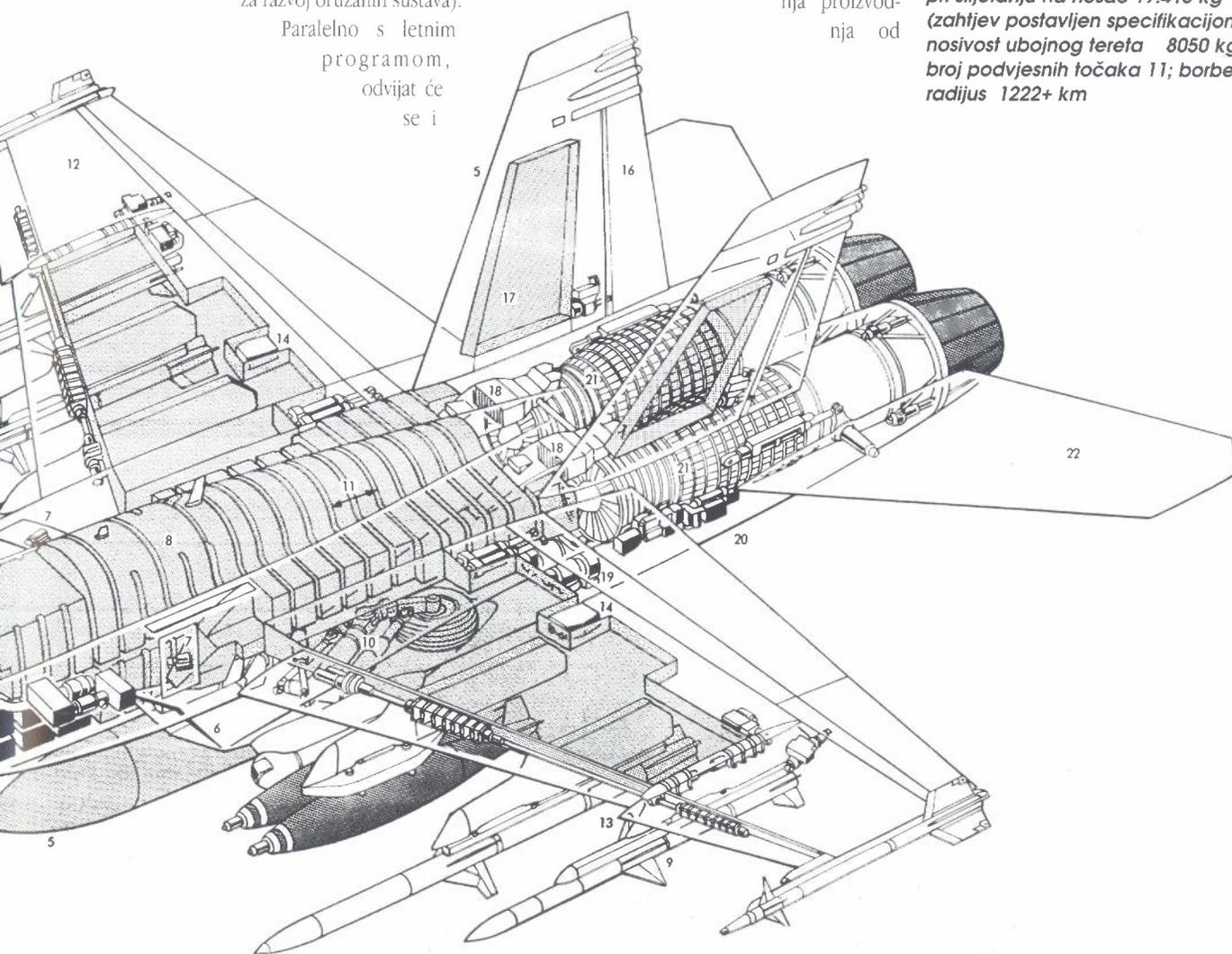
otpočinju, u srpnju 1996.) i ispitivanja zamora tvoriva (od početka 1997.), za što je predviđeno pravljenje tri zmaya.

Ukoliko sve bude teklo po planu, američka mornarica namjerava nabaviti 1000 F/A-18E/F. Početak proizvodnje (manja početna serija od 12 zrakoplova) predviđen je za 1997. godinu. U naoružanje bi trebao ući 2001. godine, a proizvodnja bi trajala do 2015.

Između FY98 i FY99 predviđa se godišnja proizvodnja od



**Taktičko-tehničke osobine F/A-18E:**  
 duljina 18.4 m; raspon krila 13.68 m;  
 visina 4.87 m; površina krila 46.5 m<sup>2</sup>;  
 masa praznog zrakoplova 13.410 kg;  
 najveća uzletna masa 29.931 kg (zahtjev postavljen specifikacijom); dopuštena masa pri slijetanju na nosač 19.415 kg (zahtjev postavljen specifikacijom); nosivost ubojnog tereta 8050 kg; broj podvjesnih točaka 11; borbeni radijus 1222+ km



#### POBOLJŠANJA I MODIFIKACIJE PRIMIJENJENI NA F/A-18E/F

- 1 - radar Hughes AN/APG-73, 2 - kokpit s novim displayima, 3 - LERX povećan za 34 posto, 4 - avionika je 90 posto kompatibilna s avionikom F/A-18E/F, 5 - mogućnost nošenja dopunskog spremnika goriva većeg volumena, 6 - redizajnirani uvodnici zraka, 7 - hidraulički pokretani spoiler paneli LERX-a, 8 - volumen unutarnjih spremnika goriva povećan je za 33 posto, na 8062 l, 9 - dva dodatna nosača ubojnog tereta, 10 - novo podvozje, 11 - umetak duljine 0.86 cm, koji je povećao ukupnu duljinu zrakoplova, 12 - 25 posto veće krilo nove strukture, 13 - vanjska proširenja tetive napadnog ruba krila, 14 - broj nošenih kanistera radarskih i IC mamaca povećan je sa 60 na 120, 15 - vertikalni repni stabilizatori povećani su za 15 posto, 16 - površina kormila povećana je za 54 posto, a povećana je i pokretljivost kormila, 17 - spremnici goriva u vertikalnim stabilizatorima, 18 - izmjenjivači toplote za poboljšani sustav hlađenja, 19 - dodani hidraulički sustav, 20 - povećano korištenje kompozita u središnjem i stražnjem dijelu trupa, 21 - turboventilatorskimotori General Electric F414, 22 - horizontalni stabilizatori povećani za 36 posto

razvojni program s ciljem pripreme proizvodnje, kao i statična ispitivanja konstrukcije (koji

24 zrakoplova, 30 FY2000, 48 godišnje između FY01 do FY06, da bi se između FY07 i FY15



**Super Hornet ima krila 25 posto veća od krila F/A-18C/D**

godišnje proizvodilo 72 zrakoplova. Prosječna fly-away cijena trebala bi biti 36.4 milijuna USD (prema vrijednosti dolara 1990.).

## Provedena poboljšanja

Temeljni zahtjevi postavljeni poboljšanom Hornetu bili su povećan borbeni dolet, mogućnost nošenja većeg ubojnog tereta, poboljšavanje avionike i primjena LO tehnologija radi smanjivanja radarskog odraza. Stoga nije neobično da su protežnosti i masa zrakoplova povećani. Zrakoplov je produljen za 1,3 m ubacivanjem nove sekcije u trup zrakoplova, novo krilo proporcionalno je povećano za 25 posto



**Razlika u veličini između dvije inačice: F/A-18C (lijevo) i F/A-18E (desno)**

u odnosu na staro (korijen krila povećan je za 2,5 cm radi omogućavanja nošenja većeg ubojnog tereta), horizontalni stabilizatori povećani su za 36 posto ( $11.14\text{m}^2$ ) a vertikalni za 15 posto ( $5.57\text{m}^2$ ). U početku nije bilo predviđeno povećanje LERX-ova, ali potkraj 1992. godine odlučeno je povećati njihovu površinu za 34 posto, s prvobitno predviđene površine od  $5.8\text{m}^2$  (na F/A-18C/D površina LERX-a iznosi  $5.1\text{m}^2$ ) na  $7.0\text{m}^2$  (ovo je urađeno da bi se manevarske sposobnosti F/A-18E/F pri napadnom kutu od 30-35 stupnjeva zadržale na

istoj razini kao kod F/A-18C/D). Na svako krilo dodana je jedna podvjesna točka za naoružanje (postavljena na vanjskoj trećini krila: svaka od dvije nove podvjesne točke može ponijeti teret mase do 520 kg, što znači da su primarno namijenjene za nošenje projektila zrak-zrak. Konstrukcija krila je pojednostavljena: vanjska sekcija krila ima jednu ramenjaču manje, kao i smanjen broj rebara.

Posebna pažnja posvećena je povećavanju vjerojatnosti preživljavanja u slučaju oštećenja u borbi. U konstrukciju spremnika goriva u krilu uključen je i pjenasti materijal male gustoće, koji smanjuje vjerojatnost izbijanja požara ukoliko spremnik goriva probije topovska granata. Na donjem dijelu središnje sekcije trupa nalazi se protupožarni sustav, koji je smješten u dva tunela (u kojima je kasnije planirano postavljanje dodatne avionike). Sustav se sastoji od pjenastog materijala koji ispunjava tunele i štiti hidraulične linije, kanale zraka klimatizacijskog sustava i elektroniku sustava kontrole leta, smještene u tom području (gornji dijelovi tunela graniče sa spremnicima goriva). Ugrađeni su i senzori (14 optičkih senzora), koji aktiviraju oslobađanje inertnog plina namijenjenog sprječavanju požara koji može izbiti u slučaju pogotka. Posebni softverski sustav zadužen je da, u slučaju pogotka u horizontalne stabilizatore, ove postavi u "neutralni" položaj i preusmjeri njihovu funkciju na druge kontrolne sustave. Iza kokpita nalaze se dva nova spremnika goriva i cjevovodi, kod kojih u slučaju pogotka dolazi do samozaptivanja. Oni su povezani sa sustavom za kontrolu oštećenja postavljenim pored kanala uvodnika zraka, koji smanjuje mogućnost curenja goriva u kanal uvodnika zraka.

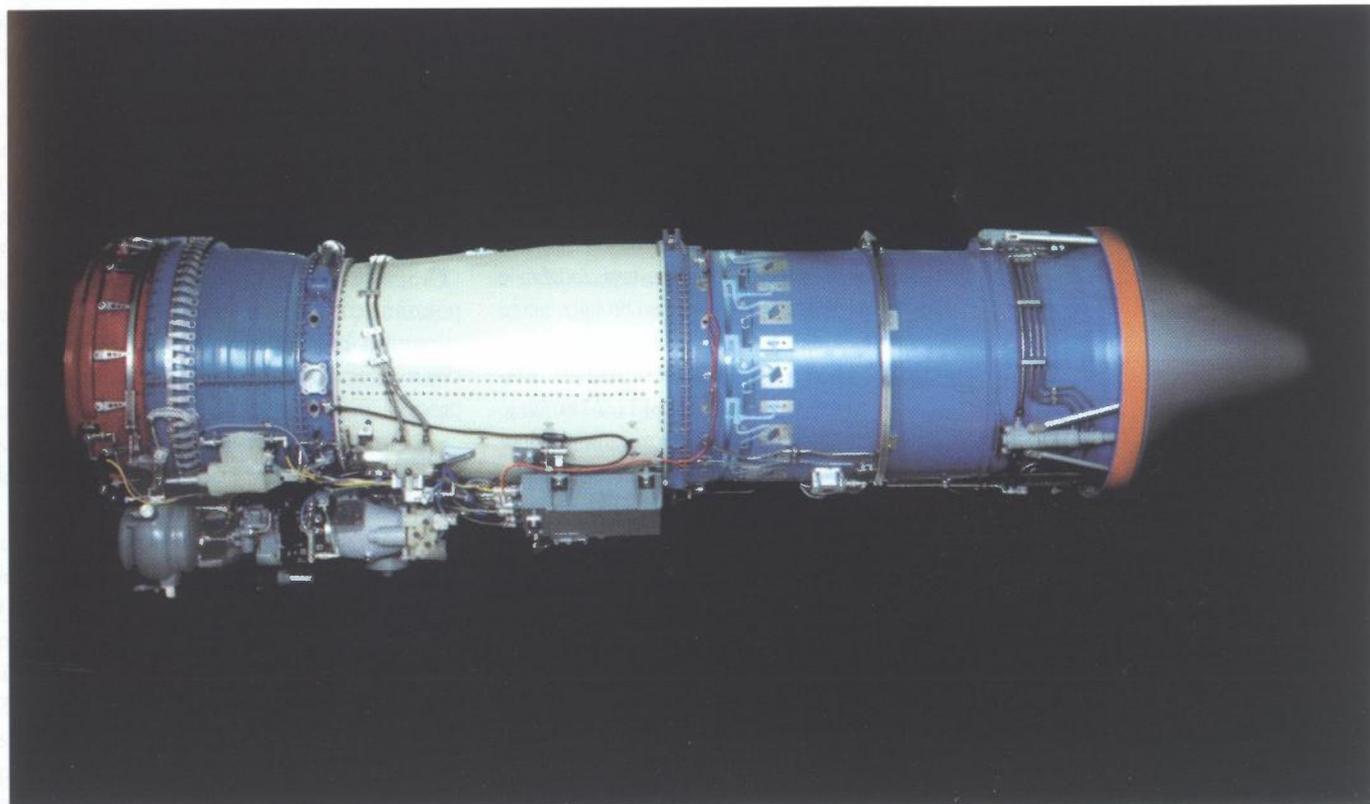
Predstavnici MDD-a navode da, kao rezultat ovih poboljšanja, F/A-18E/F ima za 13-25 posto manju osjetljivu površinu od F/A-18C/D, iako je njegova veličina povećana za 25 posto, a količina nošenog goriva za 33 posto.

Povećanje mase zrakoplova zahtijevalo je i ugradnju snažnije pogonske skupine, koja se sastoji od dva turboventilatorska motora **General Electric F414-GE-400** (svaki potiska od 97.86 kN /odn. 9900 kg/, otprilike 35 posto većeg nego kod F404), opremljena sustavom za naknadno

sagorjevanje. F414 predstavlja daljnji razvoj motora F404 primijenjenog na ranijim verzijama Horneta. Masa F414 iznosi 1109 kg, promjer 889 cm, odnos tlakova 30:1, odnos potiska i mase 9:1. Razvoj F414 (koji je počeo sredinom 1992. godine) je, prema izjavama predstavnika General Electrica, tekao bez većih problema; u roku od sljedeće tri godine kompanija će za ispitni letni program isporučiti 21 motor. U unutarnje spremnike goriva staje 8062 l goriva (za usporedbu, u F/A-18C/D staje oko 6061 l goriva), a moguće je nošenje do tri vanjska spremnika goriva, svaki volumena 1820 l, koje su do sada nosili samo kanadski Horneti (američki Horneti su zbog nemogućnosti korištenja ovih velikih spremnika prigodom uzleta s nosača ograničeni na manje spremnike, od kojih svaki ima volumen 1250 l); korištenje većih dopunskih spremnika (kao i povećanje nosivosti ubojnog tereta) omogućeno je ojačavanjem podvozja. Ugradnja jačih motora omogućila je i povećanje mase ubojnog tereta s kojom zrakoplov može sletjeti na nosač, s 2494 kg na 4082 kg.

Neizbježno, ove promjene povećale su masu novog Horneta. Masa praznog E/F je za oko 25 posto veća od mase C/D (iznosi 13.410 kg), ali

površina, čime je postignuta veća otpornost oplata na oštećenja koja mogu nastati tijekom procesa održavanja, kao i općenito veća otpornost uz smanjenje mase (postotak kompozita u konstrukciji povećan je s 10-12 posto kod F/A-18C/D, na 22 posto). Primjena kompozita omogućila je i ostvarivanje ušteda u samom proizvodnom procesu, i to smanjenjem broja komponenti. Zahvaljujući primjeni novih proizvodnih tehnika, broj individualnih dijelova zrakoplova smanjen je za 33 posto (iako je novi Hornet za 25 posto veći od prethodnika; F/A-18C/D sastoji se od 13.181 dijela, a F/A-18E/F od 8808). Na primjer, prednji dio trupa sastoji se od 4046 dijelova (kod F/A-18C/D 5907), središnji i stražnji dio trupa s vertikalnim stabilizatorima od 3494 dijelova (kod F/A-18C/D 5500 dijelova), a krila i horizontalni stabilizatori od 1268 dijelova (1774 kod starog Horneta). To je jedan od razloga da projekt razvoja novog Horneta nije probio predviđenu financijsku konstrukciju (utrošeno je čak nešto manje od odobrenog iznosa, što je rijetkost ne samo u američkoj zrakoplovnoj industriji veći i šire). Sprječavanju eskalacije troškova pridonijela je i nova organizacija posla: umjesto tradicionalnog pristupa razvoju i proizvodnji novog



McDonnell Douglas

zrakoplova (u kojoj se pojedini poslovi izvode sekvencijalno), MDD je oformio dizajnerske timove za integriranu definiciju proizvoda (IPD timovi), koji su se udružili s proizvodnim osobljem, logističarima i osobljem za analizu troškova, istodobno radeći na mnogim komponentama zrakoplova.

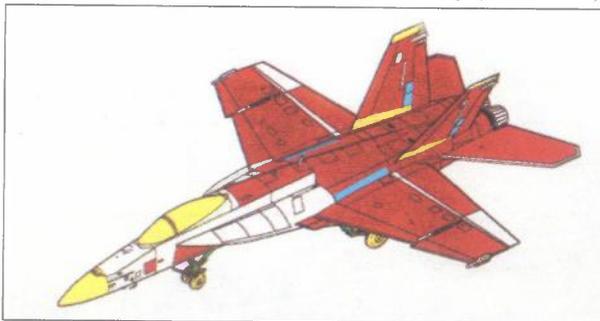
Ubojna moć F/A-18E/F povećana je dodavanjem još dvije podvjesne točke za naoružanje (čime je njihov broj povećan na 11), a nosivost ubojnog tereta povećana je sa 6760 kg na 8050 kg.

**Turboventilatorski motor F414-GE-400**



**Prototip E1 sa sljedećim oružjima na potkrilnim nosačima (slijeva nadesno): AIM-9, HARM, Harpoon, SLAM-ER, AIM-120 AMRAAM (ispod lijevog krila), JDAM, JSOW, AGM-65 Maverick, AIM-9 Sidewinder (ispod desnog krila)**

Što se tiče naoružanja za zračnu borbu, ono je ostalo isto kao i kod ranijih Horneta (**AIM-9 Sidewinder** i **AIM-120 AMRAAM**), ali pri jurišnim misijama moguće je nošenje niza novih ubojnih sredstava. Na promociji je prikazan F/A-18E (prototip E1) sa šest različitih oružja na potkrilnim nosačima: proturadarskim projektilom **AGM-88 HARM**, protubrodskim projektilom **AGM-84D Harpoon**, verzijom Harpoona za napadaje na kopnene ciljeve **AGM-84H SLAM(ER)**, **JDAM GBU-29**, **JSOW AGM-154** i vođenim projektilom zrak-zemlja **AGM-65E Maverick**. Uporabom dalekodometnih oružja, poput JDAM-a i JSOW-a, znatno se povećava vjerojatnost preživljavanja zrakoplova u borbi, jer se ovi projektili mogu lansirati na udaljenostima koje su izvan dometa protivničkih PZO sustava. Zadržan je top **M61A1 Vulcan**, ali je smanjen broj granata za top (s 578 na 400).



**Primjena različitih tvoriva u konstrukciji F/A-18E/F postotak strukturalne mase aluminij (bijelo 29%), čelik (zeleno 14%), titan (plavo 15%), ugljik-epoksi (crveno 22%), ostalo (žuto 20%)**

Borbeni radijus F/A-18E/F iznosi 1222 km, što je značajno povećanje u odnosu na F/A-18C/D (čiji je borbeni radijus 870 km). U scenarijima izvođenja CAP misija (zračne borbene ophodnje), na udaljenosti 322 km od nosača, F/A-18E/F moći će se zadržati u zraku i do 80 posto dulje vremena. E/F imat će sposobnost istodobnog nošenja kompleta za opskrbu gorivom drugih zrakoplova tijekom leta (buddy pack) i ograničene količine naoružanja, te će moći sudjelovati u borbi s ostalim zrakoplovima u kraćim misijama (najvjerojatnije samo projektila zrak-zrak, pošto je malo vjerojatno da bi bilo moguće nošenje veće količine ubojnih sredstava za napadaje na zemaljske ciljeve).

## Avionika Super Horneta

Predstavnici MDD-a navode da je 90 posto avionike na F/A-18E/F isto kao i na C/D verziji, te stoga nije bilo potrebno izradivati prototipove koji

bi se koristili isključivo za razvoj elektronike. Nova generacija Horneta umjesto starog radara **AN/APG-65** dobiva novi **AN/APG-73**, koji predstavlja dalji razvoj prethodnog radara, ali s primjenom digitalne elektronike. Razvoj ovog radara počeo je u proljeće 1990. godine, kad su SAD i Kanada sklopile sporazum o zajedničkom razvoju AN/APG-73, kao poboljšanja ranijeg radara. Iduće godine MDD, Hughes Aircraft Company i američka mornarica sklopili su proizvodni ugovor vrijedan 257 milijuna USD, a prvi primjerak AN/APG-73 isporučen je MDD-u radi operacijske procjene u kolovozu 1993. godine.

Radar je dobio novi procesor podataka (koji ima sposobnost izvođenja 60 milijuna kompleksnih operacija u sekundi), izvor energije i prijarnik/pobuđivač. Provedena poboljšanja povećala su kompjutorsku memoriju, širinu frekvencijskog opsega i sposobnost brzog mijenjanja radne frekvencije. Poboljšane su ECCM osobine, a programabilni procesor signala omogućava lako usvajanje novih oružanih sustava ili nove taktike putem promjena softwarea a ne mijenjanja ugrađene opreme (to je karakteristika i ranijeg AN/APG-65). S AN/APG-65 zadržan je odašiljač s cijevi s putujućim valom i antena, ali postoje planovi za njihovu kasniju zamjenu antenom s aktivnom faznom rešetkom. U zračnoj borbi radar ima sljedeće modove rada:

a) **modovi traženja i praćenja:** pretraživanje po brzini (VS; s visokim PRF), određivanje udaljenosti cilja tijekom skaniranja (RWS; s srednjim/visokim PRF), praćenje tijekom skaniranja (TWS; automatsko praćenje do 10 ciljeva, s prikazivanjem 8 ciljeva i podržavanjem istodobnih višestrukih lansiranja AIM-120), praćenje jednog cilja (ovaj mod ukomponiran je u VS, RWS i TWS), procjena grupnih ciljeva (dva moda);

b) **modovi u zračnoj borbi:** HUD prikaz, vertikalni zahvat cilja (sposobnost vertikalnog skaniranja s radarskim zrakom uske širine i zahvatom cilja unutar specificirane udaljenosti), tzv. boresight aquisition (pilot usmjerava zrakoplov prema cilju, koji zatim radar automatski zahvaća). U modovima rada zrak-zemlja na raspolaganju je mapiranje terena visoke rezolucije, koje se može koristiti s modovima traženja iznad tla, odnosno mora, pokretnih i nepokretnih ciljeva. Poseban mod za traženje ciljeva na moru omogućava zahvat i praćenje brodova i u nepovoljnim vremenskim prilikama. Pri niskom letu dostupan je mod za izbjegavanje reljefnih prepreka, a za precizno gađanje zemaljskih ciljeva postoji mod za određivanje udaljenosti cilja. MTBF iznosi (prema tvrdnjama proizvođača) 100 sati, a ugrađena oprema za samotestiranje omogućava stalno praćenje rada APG-73 i olakšava otkrivanje kvarova (popratak se najčešće svodi na zamjenu pokvarenog modula ispravnim).

Sustav za elektronsko ratovanje sastojat će se od detektora radarskog zračenja (RWR) Hughes AN/ALR-67(V)3, "inteligentnog" izbaciivača

radarskih i IC mamaca Tracor AN/ALE-47 i tegljenog mamca Raytheon AN/ALE-50.

**AN/ALR-67(V)3** (znan i pod nazivom **ASR, Advanced Special Receiver**) predstavlja poboljšanje ranijeg sustava AN/ARL-67(V) postavljenog na borbenim zrakoplovima američke mornarice (ranije verzije Horneta, F-14 Tomcat, A-6 Intruder, AV-8B Harrier II). Razvoj AN/ALR-67(V)3 počeo je u rujnu 1989. godine a poduzeo ga je zajednički tim kompanija Hughes Aircraft Company, AEL Defense Corporation i Loral Federal Systems. Cijeli sustav sastoji se od 13 modula (tzv. WRA, Weapons Replacement Assemblies): četiri detekcijske antene (tzv. integrirani antenski detektori, /IAD, Integrated Antenna Detector/; svaki se sastoji od dvostruko polarizirane mikrovalne antene, milimetarske antene i elektronike za potporu), četiri kvadrantna prijmnika (koji djelomično obrađuju primljeni signal), prijmnika za protumjere (najvažniji dio cijelog sustava, prima od kvadrantnih prijmnika već djelomično obrađene signale, vrši njihovu digitalnu obradu i opisuje valni oblik impulsnih i CW radarskih signala /mjere se amplituda, kut i vrijeme prijama signala, frekvencija, modulacija/), kompijutora koji analizira primljene podatke (ima bazu podataka i uspoređuje primljene radarske signale s podacima u memoriji, identificirajući protivničke radare i određujući prioritete pri napadaju na različite ciljeve), niskopojasne antene (prima i cond. signale u nižem frekventnom području), kontrolne jedinice i indikatora u pilotskoj kabini (u biti konvencionalni RWR display, koji kombinira seriju tonova i svjetlećih znakova radi upozoravanja pilota). Uz povećano pokrivanje različitih frekventnih područja, sustav treba pružiti i bolju analizu primljenih radarskih signala, veću osjetljivost, preciznije određivanje smjera u kojem se nalazi radarski emiter i razlikovanje dva radarska impulsa primljena u gotovo isto vrijeme.

Izbacivač mamaca **AN/ALE-47** nastao je kao zamjena za sustave AN/ALE-39 (ugrađene na letjelicama mornaričkog zrakoplovstva) i AN/ALE-40 (na USAF-ovim zrakoplovima). Osim radarskih i IC mamaca navodi se da ovaj sustav koristi i mamce s aktivnim ometanjem radio frekvencija. Zahvaljujući mogućnosti programiranja AN/ALE-47 se lako prilagođava novim prijetnjama, bez potrebe mijenjanja ugrađene opreme. Ima tri moda rada: manuelni (pilot bira jedan od šest prethodno programiranih načina izbacivanja mamaca), poluautomatski (na temelju podataka dobivenih od RWR-a i drugih senzorskih sustava s kojima je povezan putem dvije sabirnice podataka MIL-STD-1553 i dvije sabirnice RS-422, AN/ALE-47 odabire vrste mamaca i optimalni način njihova disperziranja, ali pilot mora ručno aktivirati izbacivanje mamaca) i automatski (AN/ALE-47 sam određuje najbolji način odgovora na određenu prijetnju i automatski inicira izbacivanje mamaca). F/A-18E/F treba nositi 120 mamaca (kod F/A-

18C/D broj nošenih mamaca je dvostruko manji); postoje planovi za kasnije povećanje ovog broja na 180 mamaca.

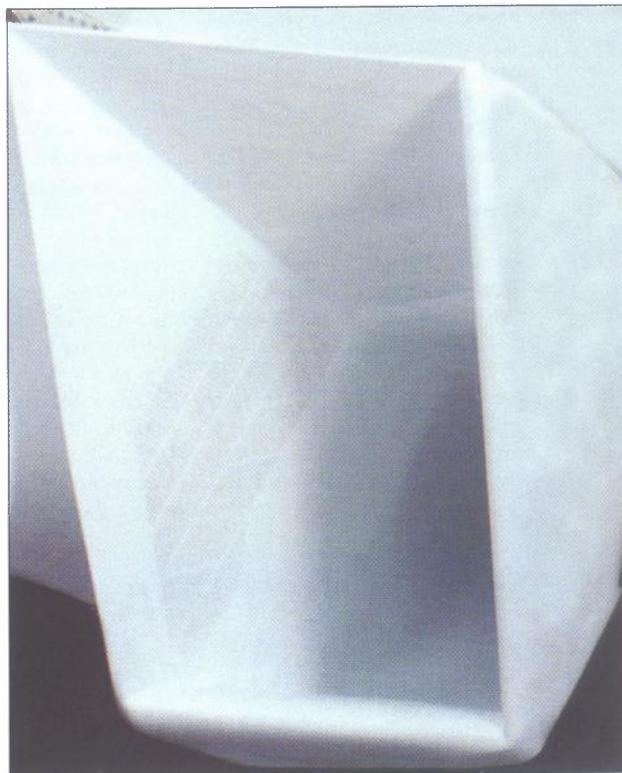
Mamac **AN/ALE-50** u biti je minijaturna letjelica, koju vuče zrakoplov (prvobitno je razvijan za jurišne zrakoplove A-6 Intruder). Sustav se sastoji od nadzornog sustava (izvor energije i elektronika za nadzor), lansera (s tri kontejnera /moguće je i povećanje broja kontejnera, unutar svakog se nalazi jedan mamac) smještenog unutar trupa zrakoplova (između mlaznica motora) i samog potrošivog mamca. Nakon izbacivanja, zrakoplov vuče iza sebe mamac, koji ga štiti protiv radarski vođenih projektila zrak-zrak. Osim vučene, predložena je i verzija mamca koja bi se ispaljivala ispred zrakoplova-nosača. Do sada, američka mornarica naručila je 250 primjeraka ovog sustava.

Sve su ovo komponente novog integriranog sustava za protumjere (Integrated Defensive Countermeasures, **IDECM**), kome će u budućnosti biti dodani novi dijelovi; IDECM treba u američkom mornaričkom zrakoplovstvu zamijeniti ometač ASPJ (čiji je razvoj obustavljen).

Prema predstavnicima MDD-a, kompjutorske simulacije novog Horneta u borbi pokazale su znatno veću vjerojatnost preživljavanja.

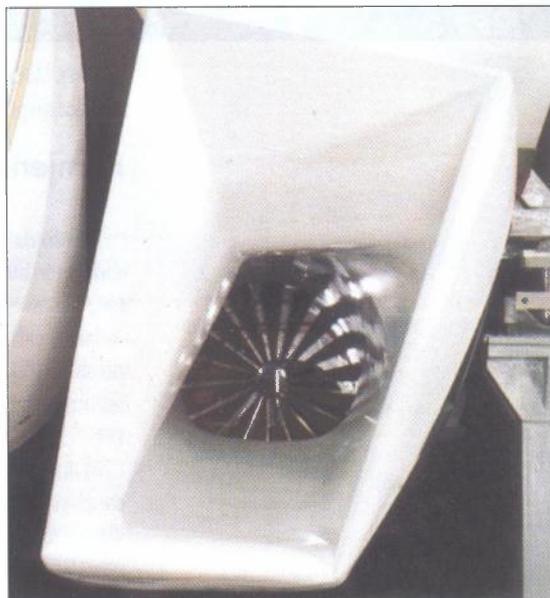
U simuliranom napadaju 10 F/A-18E/F na protivničke radare (s korištenjem proturadarskih projektila), borbeni gubitci smanjeni su za 87 posto: navodi se da su u simulaciji susreti s protivničkim zrakoplovima tijekom misije smanjeni za 45 posto (kao posljedica smanjenja radarskog odraza i poboljšanog ometanja), dok su poboljšane protumjere smanjile smrtonosnost PZ projektila zemlja-zrak za 80 posto. Ipak, tek će stvarna uporaba pokazati je li pretpostavke na kojima je zasnovana ova kompjutorska (i druge slične simulacije) odgovaraju stvarnosti.

Izvršene su i promjene u kokpitu. Postavljen je veći središnji LCD display veličine 20x20 cm, novi višenamjenski kolor display i programabilni monokromatski LCD display (umjesto displaya za prikaz podataka o motoru i količini



*Modificirani uvodnik zraka kod kojeg je primijenjena dizajnerska tehnika poravnavanja platformi (primijenjena je i na malim perforacijama /namijenjenim kontroli strujanja zraka u uvodniku/, koje su vidljive na slici) radi smanjivanja RCS-a zrakoplova*

*Unutar svakog uvodnika nalazi se rešetkasti panel, koji treba spriječiti reflektiranje radarske zrake od ventilatora motora F414*





goriva). Zadržana su dva 12.7x12.7 cm monokromatska displaya.

### Primjena LO tehnologija

Ali, da bi se povećala vjerojatnoća preživljavanja, nije bilo dovoljno osloniti se samo na nabrojene sustave; bilo je potrebno značajno smanjiti i radarski odraz F/A-18E/F. To je prema izjavama predstavnika MDD-a i postignuto. Ipak, treba imati na umu da F/A-18E/F nije nevidljivi (stealth), već **LO** (Low Observability) borbeni zrakoplov. Uostalom, prema riječima Mikea Searsa, MDD-ovog voditelja programa, Super Hornet nije ni zamišljen kao stealth zrakoplov.

Smanjenje radarskog odraza F/A-18E/F postignuto je uporabom RAM tvoriva, smanjivan-

jem broja prilaznih vrata za održavanje sustava smještenih unutar trupa zrakoplova, reduciranjem diskontinuiteta na oplati zrakoplova, redizajniranjem pojedinih dijelova zrakoplova. Primjena RAM tvoriva nije neka posebna novina kod Horneta. Od 1989. godine ovo tvorivo se primjenjuje na novo-proizvedenim F/A-18C/D: odluka o tome donijeta je početkom osamdesetih, kad je američka mornarica zajedno s MDD-om odlučila poduzeti korake za smanjivanje radarskog odraza F/A-18. Napori su usredotočeni na modifikacije uvodnika zraka, kokpita i nosne šupljine u kojoj je smješten radar. Pokrov kokpita presvučen je RAM-om, a RAM je primijenjen i u konstrukciji ostalih navedenih komponenti, kao i dijelova oplata. Problemi su se javili s RAM-om dodatom strukturi napadne ivice krila, gdje je nastala degradacija tvoriva usli-



jed erozije izazvane kišom (problem je riješen tako da je RAM prekriven tankim slojem zaštitnog tvoriva). Drugi problem bila je korozija (tradicionalni problem za sve mornaričke zrakoplove) koja je izazivala degradaciju primijenjenog RAM-a (do korozije je dolazilo zato što je u strukturi RAM-a bilo i željezo s visokim postotkom ugljika; uz to dolazilo je i do galvanske korozije između RAM-a /zbog željeza u njegovoj strukturi/ i aluminijske strukture zrakoplova). MDD je riješio problem razvojem novog tipa RAM-a 20 posto manje gustoće, u čijoj strukturi nema željeza s visokim postotkom ugljika. Ovaj RAM nanosi se na zrakoplov prskanjem, a pri izvođenju popravaka može se koristiti samoljepljiva traka, isto

napravljena od RAM-a.

Kod F/A-18E/F novi RAM upotrijebljen je u konstrukciji uvodnika zraka, nosne šupljine u kojoj je smješten radar (MDD je odbio detaljnije opisati rješenja primijenjena u konstrukciji ovog djela) i oplate; najviše RAM-a upotrijebljeno je u konstrukciji prednjeg dijela zrakoplova, a najmanje u stražnjem dijelu. Radi smanjivanja radarskog odraza razmatralo se drastično redizajniranje kočione kuke (i njezino "skrivanje", odnosno uvlačenje u ležište unutar trupa) te aktuatora i šarki ailerona; međutim, zbog problema koji bi mogli nastati u procesu modifikacije, od toga se odustalo. Umjesto toga, RAM je primijenjen na obrtnoj točki kočione kuke, malo je promijenjen oblik šarki koje su (zajedno s donjim površinama krila) dobile RAM.

Drukčije je bilo s uvodnicima zraka, koji su

temeljito rekonstruirani. Prethodno, svaki uvodnik bio je oblikovan poput slova D; za zamjenu, odabrani su uvodnici kutijastog oblika zakošeni prema dolje, u čijoj je konstrukciji primijenjen RAM. Kanali uvodnika su tako dizajnirani da omogućue veći protok zraka (originalni uvodnici na F/A-18C/D omogućavaju protok od 69 kg/sek, a novi 82 kg/sek, što je bilo neophodno uraditi zbog povećanja snage motora). Unutar svakog uvodnika, ispred ventilatora motora, nalazi se rešetkasti panel postavljen radi dodatnog smanjenja reflektiranja radarskog zračenja od prednjeg dijela motora F414. Ovaj uređaj izaziva mali pad tlaka u kanalu uvodnika zraka, koji međutim ne narušava značajnije performanse motora.

U dizajnu zrakoplova korištena je tehnika tzv. poravnavanje platformi (**platform alignment**; njezino korištenje bio je jedan od činbenika koji su odredili oblik uvodnika zraka); kod ove dizajnerske tehnike, napadne ivice komponenti (poput uvodnika zraka, vrata za prilaz komponentama unutar trupa zrakoplova, te vrata prostora za smještaj kotača podvozja) oblikovane su tako da su njihove napadne i izlazne ivice paralelno postavljene s napadnom ivicom krila. Prema MDD-ovim inženjerima, ova metoda reducira broj radarskih "šiljaka" (spike - snažnih radarski odraz), odbijenih od zrakoplova; "šiljci" odbijeni od uvodnika zraka su poravnati sa "šiljcima" odbijenim od napadne ivice krila, što znači da će biti manje odbijenih "šiljaka", odnosno da će zrakoplov biti detektiran u manje sektora pretraživanja radara (i da će ga se znatno teže pratiti). Nedostatak tehnike poravnavanja platformi je u tome da se reflektirana energija dva "šiljka" kombinira, i nastaje jedan "šiljak" veće snage. Ipak, vjeruje se da prednosti dobivene smanjenjem broja "šiljaka" predstavljaju dovoljnu nadoknadu za prisutni nedostatak.

MDD-ovi inženjeri navode da je moguće dodatno reduciranje radarskog odraza zrakoplova bez provođenja strukturalnog redizajna, ali da trenutačno ne postoje planovi za provođenje tih postupaka (očito do toga će doći u budućnosti, kao odgovor na nove prijetnje koje će se bez sumnje pojaviti, a koje će povećati ranjivost Horneta).

## Verzija za elektronsko ratovanje

MDD je već predložio i novu verziju Horneta, koja bi se razvila iz F/A-18E/F: to je **F/A-18C<sup>2</sup>W**, varijanta namijenjena za elektronsko ratovanje/zapovjedanje i kontrolu, koja bi istodobno trebala zadržati sve sposobnosti F/A-18E/F u zračnoj borbi i jurišnim misijama (što znači da joj ne bi trebala lovačka pratnja, te da bi se mogla koristiti u jurišnim misijama).

Američka mornarica na svojim nosačima za sada koristi u ulozi zrakoplova za elektronsko ometanje protivničkih radara 127 Grumanna EA-6B, koje će povući iz službe početkom idućeg stol-

*Jedna od mogućih konfiguracije naoružanja F/A-18E/F: -dva AIM-9 na nosačima na vrhovima krila, dva AIM-120 AMRAAM na vanjskim potkrilnim nosačima, dvije vođene bombe GBU-10 na srednjim potkrilnim nosačima, dva AGM-88 HARM na unutarnjim potkrilnim nosačima, FLIR spremnik na lijevom podtrupnom nosaču, AIM-120 AMRAAM na desnom podtrupnom nosaču, dopunski spremnik goriva na središnjem podtrupnom nosaču*



McDonnell Douglas

**Konfiguracija naoružanja za jurišnu misiju s dva AIM-9 na nosačima na vrhovima krila, dva AIM-120 AMRAAM na vanjskim potkrilnim nosačima, dva AGM-84 SLAM-ER na srednjim potkrilnim nosačima, dva dopunska spremnika goriva na unutarnjim potkrilnim nosačima, FLIR spremnik na lijevom podtrupnom nosaču, AIM-120 AMRAAM na desnom podtrupnom nosaču, spremnik sa sustavom za prijenos podataka AWW-13 na središnjem podtrupnom nosaču**

jeća. Istodobno i USAF namjerava povući svoje EF-111A Ravens i zamijeniti ih s EA-6B. Međutim, između 2007. i 2010. godine (po mišljenju predstavnika MDD-a) broj Prowlera u službi past će ispod neophodnog minimuma za uspješno izvršavanje postavljenih zadaća. Stoga MDD između 1994. i 1997. godine provodi nekoliko tehnoloških studija, koristeći F/A-18E/F kao platformu u koju bi se integrirala predložena rješenja.

MDD-ova studija iz 1994. godine, pravičena za američku mornaricu, predložila je stvaranje nasljednika EA-6B Prowlera, sposobnog ne samo za ometanje protivničkih radara već i za izvršavanje kontrolnih zadaća te prijenos podataka. Glavna dilema u prijedlogu ove varijante bila je dva, ili četiri člana posade (kao kod EA-6B); na kraju, usvojena je prva mogućnost (da bi F/A-18F mogao imati posadu od četiri člana, to bi zahtijevalo velike modifikacije a time i povećanje troškova). Nova varijanta Horneta imala bi minimalne strukturalne promjene u odnosu na F/A-18F, što bi omogućilo korištenje iste proizvodne linije; uz to postigao bi se i visok stupanj kompatibilnosti i s drugim sustavima: 97 posto podsustava, 71 posto avionike i 88 posto softwera bilo bi identično s F/A-18F. Masa zrakoplova bila bi veća za 680-725 kg, a cijena za 30-40 posto veća nego kod temeljnog F/A-18F. Po vanjskom izgledu ne bi bilo velike razlike u odnosu na F: umjesto nošenja AIM-9 Sidewindera

na vrhovima krila, postaviti će se spremnici s elektronskom opremom, a na trupu će se dodati nekoliko novih antena. Ometači bi se nosili u kontejnerima na potkrilnim nosačima (kao i kod EA-6B). Sami kontejneri bili bi konstruirani tako da omogućuje zrakoplovu postizanje dovoljno velikih brzina da bi mogao pratiti F-15E i F-18 u izvodenju jurišnih misija: to znači da bi trebali biti lakši i bolje oblikovani radi pružanja manjeg aerodinamičkog otpora od spremnika ometačkog sustava ALQ-99 na EA-6B (masa novih kontejnera može se primjenom kompozitnog tvorniča smanjiti za 135 kg). Novi ometački sustav trebao bi biti smješten u manjem broju kontejnera i pokrivati veće frekventijsko područje od ALQ-99. Prijamnici sustava bili bi smješteni u prostorima za smještaj avionike F/A-18F, te u prostoru u nosu koji bi se dobio uklanjanjem 20 mm topa Vulcan. Izvršile bi se i izmjene unutar kokpita (postavljanje novih displaya).

Za sada nije sigurno da li će ova predložena verzija F/A-18F biti prihvaćena, jer Pentagon razmatra uporabu različitih platformi (npr. bespilotne letjelice i sateliti) za izvršavanje ovih misija. Međutim, u korist modificiranja F/A-18F govori činjenica da prijedlog ne zahtijeva velika ulaganja (kako u razvoj, tako i u proizvodnju) i u sebi nema neke posebne tehnološke rizike. Kakva će se odluka donijeti u povodu ovog MDD-ovog prijedloga, uskoro ćemo vidjeti.



Po svojim osobinama, F/A-18E/F predstavlja najlogičnije rješenje za američko mornaričko zrakoplovstvo u početku idućeg stoljeća: višenamjenski borbeni zrakoplov (sposoban za izvršavanje kako jurišnih misija, tako i zadaća zračne borbe), koji je razvijen iz pouzdanog prethodnika uz minimalni tehnološki rizik. Svakako najznačajnija od ovih promjena je primjena LO tehnologija, što bi Super Hornetu trebalo osigurati veću vjerojatnost preživljavanja. Ipak, i u samoj američkoj mornarici pojavile su se kritike ovog projekta, koje su uglavnom bile usmjerene na traženje nastavka razvoja A/F-X. Bez obzira na te zahtjeve, kao i to da su neke osobine F/A-18E/F (poglavito borbeni radijus) možda i mogle biti bolje, ograničenja američkog vojnog budžeta US Navy ne ostavljaju nikakvu alternativu; dođe li do još drastičnijih smanjivanja obrambenih troškova, a time i eventualnog otkazivanja projekta ASTOVL, F/A-18E/F će (nakon povlačenja sadašnjih mornaričkih lovaca i jurišnika) ostati jedini borbeni zrakoplov na nosačima početkom idućeg stoljeća.



#### LITERATURA

- Orr Kelly: Hornet: The Inside Story of F/A-18, London 1989.
- Mike Spick: Design to Kill, London 1995.
- Jane's All the World Aircraft 93/94, 94/95

- Jane's Avionics 94/95
- Jane's Radar and Electronic Warfare Systems 94/95
- Promidbeni materijal kompanije McDonnell Douglas Časopisi
- Paul Jackson: Vespidae Varius; Air International, December 1993.
- John D. Morrocco: U.S Will Discuss Codevelopment Of Updated F/A-18 With Allies; Aviation Week & Space Technology (AW&ST) December 21, 1987.
- Stanley W. Kandebo: F/A-18E/F Design Approach Addressing Development Risk, F/A-18E/F Program to Avoid A-12 Pitfalls; AW&ST May 24, 1993.
- Stanley W. Kandebo: McDonnell Douglas Opens F/A-18E/F Line; AW&ST September 26, 1994.
- John D. Morrocco: Modified F/A-18E/F Eyed for Stand off Jamming Role; AW&ST May 8, 1995.
- Stanley W. Kandebo: New Hornet Rolls Out on Time, Within Budget, "Balanced" Design Improves F/A-18E/F Survivability, F/A-18E/F Design Techniques Maintain Affordability; AW&ST September 25, 1995.
- Graham Warwick: Bigger and better; Flight International (FI) 1-7 February 1995.
- Graham Warwick: MDC Reveals Super Hornet stealth-upgrade details; FI 27 September-3 October 1995.
- Barbara Starr: Bigger sting for Hornet; Jane's Defence Weekly (JDW) 16 April 1994.
- Barbara Starr: McDonnell Douglas rolls out "Super Hornet"; JDW 30 September 1995.
- Barbara Starr: Super Hornet given the edge to survive; JDW 21 October 1995.
- Super Hornet enters the Limelight; Jane's Navy International November/December 1995.
- Pietro Gianvanni: Ecco il Super Hornet; Panorama Difesa, Dicembre 1995.
- Edward J. Walsh: Major Increase in Combat Efficiency: Naval Aviation Sharpens Skills for Multimission Strike; Sea Power, April 1995.
- Edward J. Walsh: "SuperHornet" for Low-Observable Strike Missions; Sea Power November 1995.
- James P. Stevenson: A Better Hornet Promises, Promises...; Proceedings, October 1993.

**Mogući izgled predložene verzije F/A-18C2W (na vrhovima krila, umjesto lansera s AIM-9, nosi dva spremnika s elektronskom opremom, na potkrilnim nosačima su dva spremnika sa sustavom za ometanje i dva AGM-88 HARM, na dva bočna podtrupna nosača su AIM-120 AMRAAM, dok je na središnjem podtrupnom nosaču dopunski spremnik goriva)**



McDonnell Douglas

# MODERNIZACIJA ZRAČNIH SNAGA

## JUGOISTOČNOAZIJSKIH ZEMALJA

Cijeli niz zračnih snaga jugoistočnoazijskih zemalja, osim nabave novih (barem one zemlje koje imaju novčana sredstva za takav korak), provodi programe poboljšanja borbenih i ostalih zrakoplova

**U** 90-tim godinama, većina zračnih snaga jugoistočnoazijskih zemalja ili je već inicirala ili je ozbiljno razmatrala poduzimanje aktivnosti za poboljšavanje sposobnosti i produžavanje životnog vijeka mnogih od svojih borbenih i drugih tipova zrakoplova. U kontrastu s nabavama novih lovačkih zrakoplova - poput malezijske kupnje MiG-29 i F/A-18 i singapurske narudžbe F-16C/D, ti strateški i industrijski važni programi poboljšanja obično nezapaženo prolaze u javnosti. U ovom članku dat ćemo pregled programa koji provodi svaka zemlja regije.

### Kambodža

Izraelska kompanija **IAI** (Israel Aircraft Industries) poboljšava i preoprema 15 od 19 preživjelih lovaca **MiG-21bis** kambodžanskih zračnih snaga na "MiG-21 2000" standard, po objavljenoj cijeni između 1.5 i 3 milijuna USD. Prvi poboljšan lovac poletio je u Izraelu u svibnju. Vjeruje se da nova avionika uključuje radar za kontrolu paljbe Elta, komunikacijski sustav, kompjutore tvrtke Astronautics i HUD tvrtke EL-OP. Za naoružanje se pretpostavlja da uključuje i vođeni projektil zrak-zrak Rafael Python.

### Indonezija

U intervjuu objavljenom u prosincu 1994. godine, načelnik glavnog stožera ABRI (indonezijska vojska) general Herman Mantiri rekao je da, usprkos ranijim izgledima, do poboljšanja jurišnih zrakoplova

**McDonnell Douglas A-4 Skyhawk** u sastavu indonezijskih zračnih snaga (od kojih je samo još nekoliko u letnom stanju) neće doći. Mantiri je tvrdio da će od 1996. godine 24 zrakoplova **British Aerospace Hawk** (osam Mk109 dvosjeda i 16 Mk209 jednosjeda) zamijeniti Skyhawke.

Početak 1995. godine objavljeno je da će belgijska kompanija SABCA imati ulogu glavnog integratora različitih sustava u indonezijskom programu poboljšavanja



*Modernizacija kambodžanskih lovaca MiG-21 u postrojenjima kompanije IAI*

osam lovaca **Northrop F-5E** i četiri **F-5F**, po cijeni od oko 40 milijuna USD. Trogodišnji program će uključiti instalaciju nove avionike, strukturalne opravke i postavljanje instalacija potrebnih za korištenje projektila zrak-zrak AIM-9L Sidewindera. Dvije konverzije obavio će se u Charleroiu u Belgiji; deset konverzijskih kompleta bit će poslano u Indoneziju za konverziju preostalih zrakoplova u bazi indonezijskih zračnih snaga u Iswahyudi. Nova avionika ugrađena na F-5 osigurat će zajedničko djelovanje s indonezi-

**Ivan MARIĆ**

jskim zrakoplovima F-16 i Hawk 109/209.

U veljači 1995. godine Sugeng Suboto, indonezijski glavni sekretar ministarstva obrane objavio je da će šest transportnih zrakoplova **Lockheed C-130** biti modificirano, po cijeni od 22 milijuna USD. Naredni izvještaji govore da će kompanija Dercos Industries pružiti logističku potporu (vrijednu 9.27 milijuna USD) tripartitnom poduzeću "Konsorsium Dirgantara", koje se sastoji od indonezijskih zračnih snaga, PT Garuda Indonesia, i IPTN radi održavanja i modifikacije sedam C-130 (što znači da je broj C-130 predviđenih za modernizaciju povećan), što će se izvršiti krajem 1995. i početkom 1996. godine u zračnim bazama Bangung, Malang i Halim.

### Malezija

Iznenadujuće, glavni program poboljšavanja RMAF (malezijske zračne snage) uključuje poboljšanje novonabavljenih 16 lovaca **MiG-29N** i dva **MiG-29NUB**, isporučenih prošle godine. MiG-29 (koji imaju oznaku MiG-29SM danu od Mikojanovljevoeg biroa) proći će program poboljšanja podijeljen u četiri faze, koji će poduzeti organizacija MIG-MAPO (nastala nedavnim povezivanjem konstrukcijskog biroa Mikojan i MAPO-a /Moskovska skupina za produkciju zrakoplova/). Prva faza, izvršena prije isporuke, uključivala je konverziju instrumentacije s metričkog na imperijalni standard. Nakon isporuke, zrakoplovi su opremljeni zapadnom avionikom, koja uključuje ILS, TACAN, VOR/DME i IFF sustave, što je bila druga faza.

Treća faza uključuje instalaciju priključka za punjenje goriva u letu. Završna i najvažnija faza sastojati će se od poboljšanja oružanog sustava, uključujući poboljšanje radara čime će se omogućiti istodobno gađanje dva cilja raketama zrak-zrak R-77 (AA-12 Adder). Završetak četvrte faze planiran je za 1997. godinu.

RMAF planira poboljšati barem pet, a možda šest, od svojih devet transportnih zrakoplova **Lockheed C-130H**, s novom avionikom i samoobrambenim sustavom za poduzimanje protumjera. Vjeruje se da će kompanija Rockwell-Collins opremiti Herculesa s novim instrumentacijskim sustavom kontrole leta, digitalnim TACAN-om i novom komunikacijskom opremom. Samoobrambeni sustav vjerojatno će se sastojati od disperzera radarskih i IC mamaca i opreme za elektronsko ometanje.

Dva preostala Herculesa RMAF-a biti će konvertirana u zrakoplove-tankere. U kolovozu prošle godine ugovor o isporuci potrebne opreme dodijeljen je Flight Refueling i Lockheed Aeronautical Systems. Lokalna kompanija AIROD će izvršiti konverziju. Pošto budu pretvoreni u zrakoplove-tankere, dva KC-130 biti će sposobni za pružanje potpore Hawkovima, F/A-18D i (eventualno) MiG-29.

Raniji planovi poboljšanja lovaca Northrop F-5E/F i jurišnika McDonnell Douglas A-4PTM napušteni su. Većina A-4 povučena je u lipnju 1994. godine, iako mali broj ostaje u službi kao zrakoplovi-tankeri (buddy tankers). F-5 povući će se iz službe nakon što MiG-29 budu potpuno operativni, i vjerojatno će se prodati.

## Filipini

Filipinske zračne snage žele poboljšati 12 lovaca **Northrop F-5A/B**, a moguće je i poboljšavanje još tri zrakoplova toga tipa koje su dobili od Južne Koreje u lipnju 1995. godine. Detalji o tom programu još nisu poz-

**Jedan od RMAF-ovih transportnih zrakoplova C-130 Hercules; planira se modernizacija pet zrakoplova ovog tipa**



**Uz modernizaciju F-5E/F, zračne snage Indonezije nabavljaju i nove borbene zrakoplove, poput britanskog Hawka**

nati. Pitanje je da li će se išta od toga ostvariti zbog nedostatka novčanih sredstava (iz tih razloga odustalo se od kupnje 18 lovaca Kfir, i odbijanja kupnje ponuđenih F-16 i Miragea). Čini se da će filipinske zračne snage moći doći do novih borbenih zrakoplova samo na jedan način, poklonom iz inozemstva.

## Singapur

Zračne snage Republike Singapur (RSAF) su bez sumnje najviše profitirale programima poboljšanja od svih zemalja regije. Velikim djelom to odražava narasle industrijske sposobnosti kompanije Singapore Technologies Aerospace (STAE). STAE je 42 jurišnika McDonnell Douglas A-4 dovela na konfiguraciju **A-4SU/TA-4SU Super Skyhawk** za potrebe RSAF-a. Glavne modifikacije bile su zamjena mlaznog motora Wright J65 potiska 3809 kg s turboventilatorskim motorom General Electric F404-GE-100D potiska 4871 kg (povećavajući time najveću brzinu leta za 15 posto, i količinu ubojnog tereta/domet za

20-30 posto) i instalacija navigacijsko-borbenog sustava GEC-Ferranti Delphi. Sustav Delphi naknadno je još dodatno poboljšan uvođenjem 20 FLIR vanjskih spremnika GEC

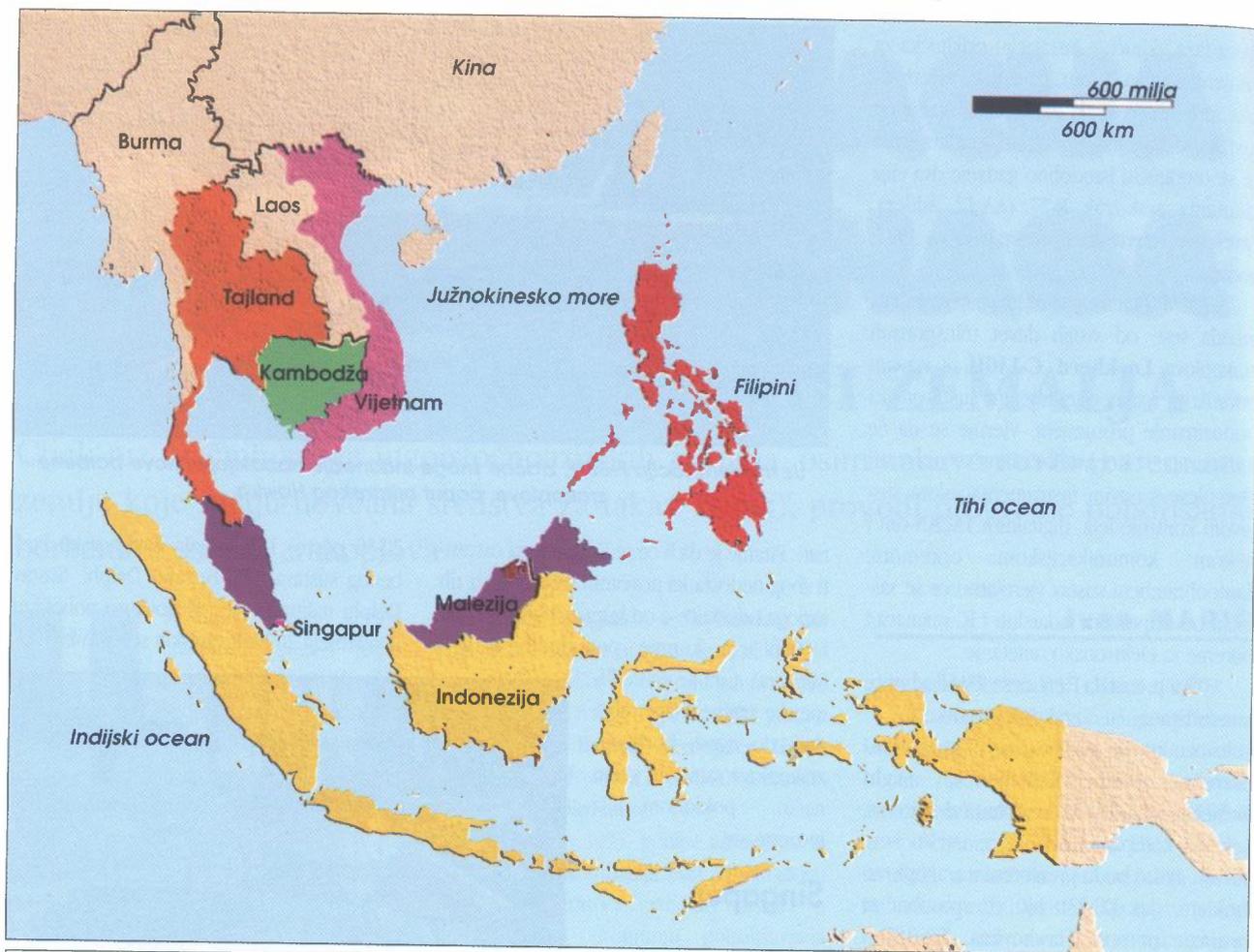


**Iako je upravo nabavila nove lovce MiG-29, Malezija već priprema program njihovog poboljšanja, koji će se odvijati u četiri faze**

Avionics Atlantic, namjenjenih za navigaciju i ciljanje. Neki od Super Skyhawk opremljeni su s laserskim designatorima cilja Martin Marietta AN/AAS-35 Pave Penny, dozvoljavajući im uporabu laserski vođenih bombi GBU-12 mase 227 kg.

Povlačenje RSAF-ovih Hawker Huntera u ranim 90-tim stvorilo je zahtjev za trenažnim zrakoplovima za naprednu pilotsku izobrazbu/preizobrazbu na nove zrakoplove, radi popunjavanja jaza između trenažnih zrakoplova SIAI-Marchetti S-211 i borbenih zrakoplova. U sredini 1994. godine objavljeno je da će ovaj zahtjev biti privremeno zadovoljen nabavkom dodatnih deset dvosjednih TA-4SU Super Skyhawk, koje će izraditi kompanija Singapore Aerospace koristeći postojeće zmajevе A-4 na raspolaganju.

Veliki program poboljšanja 35 RSAF-ovih **F-5E/F**, s velikim udjelom izraelskog IAI, počeo je 1992. godine a treba se završiti ove godine. Poboljšanje se sastoji od instalacije nove avionike izraelske kompanije Elbit Computers, radara za kontrolu paljbe FIAR Grifo F i laserskog inercijalnog sustava Litton LN-93. U prosincu 1993. godine stalni sekretar ministra obrane za razvoj obrambenih



## JACINA ZRAČNIH SNAGA ZEMALJA REGIJE

### Kambodža

Lovački i jurišni zrakoplovi: MiG-21 (24+), Šenjang F-6 (5+).  
 Transportni zrakoplovi: An-24 (2+), Jak-40 (2).  
 Borbeni i transportni vrtoleti: Mi-24 (3+), Mi-8/17 (4/5).

### Indonezija

Lovački i jurišni zrakoplovi: F-16A/B (8/4), F-5E/F Tiger II (8/4), A-4E/TA-4H Skyhawk (26/2), OV-10F Bronco (12), Hawk 53 (16), Hawk 100/200 (8/16; isporuka u tijeku).  
 Transportni i tanker zrakoplovi: C-130B/H/H-30 Hercules (9/3/7), KC-130B Hercules (2), L-100-30 (1), F27 Friendship 400M (7), F28-1000 Fellowship (1), Skyvan 3M (1), C-47 Dakota (7), NC.212 Aviocar (10), Boeing 707-320C (1), Jetstar 6 (2), CN-235 (32), DHC-3 Otter (6).  
 Trenažni zrakoplovi: T-34C Turbo-Mentor (24), AS.202 Bravo (40).

Mornarički patrolni zrakoplovi: Boeing 737-2X9 Surveillance (3), C-130H-MP Hercules (2).  
 Ostali zrakoplovi: 401/402 (5/2), T207/F33A Bonanza (5/2), T41D (12), Wilga 32 (6).

Borbeni i transportni vrtoleti: AS.332 Super Puma (6/1), SA.330 Puma (13), Bell 204B (2), Bo.105C/CB (12), S-61A (1), S-58T (12), Bell 206 JetRanger (2), Alouette III (3), Hughes 500C (12).

**Mornaričko zrakoplovstvo:** Nomad Searchmaster B/L (12/6), PA-38 Tomahawk (6), CN.235 (6 naručenih), C.212 Aviocar (8), HU-16B Albatross (4), Commander 100 (4), AS.332L Super Puma (26, isporuka u tijeku), BO.105C (4), Wasp HAS.1 (9).

**Zrakoplovstvo KoV:** C.212 Aviocar (4), C-47 Dakota (2), BN-2A Islander (1), 510P (2), Commander 680 (2), PLZ Wilga 32 (18), O-1/185 (2/2), NB-412 (28, isporuka u tijeku), 205A-1 (16), Bo.105C/CB (18+), 300C (9), Bell 47G (8).

### Malezija

Lovački i jurišni zrakoplovi: MiG-29N/NUB (16/2; isporuka u tijeku), F/A-18D (8), F-5E/F Tiger II (12/3), Hawk 100/200 (10/18).

Izvidnički zrakoplovi: RF-5E Tigereye (2).  
 Transportni zrakoplovi: C-130H Hercules (6), DH-4 Caribou (13), F28 Fellowship 1000 (1), Falcon 900 (1).

Trenažni zrakoplovi: MBB 339A (11), PC-7 Turbotrainer (39), Bulldog 102 (10).

Mornarički patrolni zrakoplovi: C-130H-MP Hercules (3), Beech King Air 200 (4).  
 Transportni vrtoleti: S-61A (34), Agusta A.109C (1), Alouette III (25), Bell 47G (7).  
**Mornaričko zrakoplovstvo:** Wasp HAS.1 (6).

### Filipini

Lovački i jurišni zrakoplovi: F-5A/B (15), OV-10 Bronco (22).  
 Transportni zrakoplovi: C-130H/L-100-20 Hercules (8/1), F27 Friendship 200 (8).

Trenažni zrakoplovi: T-33A (6), S.211 (15), SF.260M/W (35+), Cessna T-41D (12).

Mornarički patrolni zrakoplovi: F27 MPA (1).  
 Ostali zrakoplovi: GAF N-22 Nomad (12), BN-2A Islander (6), Cessna U-17B, Cessna 210 (1).

Borbeni i trenažni vrtoleti: MG-520 Defender (24), Sikorsky S-76/AUH-76 (3/12), S-70A Black Hawk (1), Bell 214 (1), Bell 412SP (2), UH-1H Iroquois (60+), Bell 205A-1 (5).

**Mornaričko zrakoplovstvo:** BN-2A Islander (8+), BO.105C (2+).

### Singapur

Lovački i jurišni zrakoplovi: F-16A/B (7), F-5E/F Tiger II (36/7), A-4S/SU Skyhawk (70).

Izvidnički i AEW zrakoplovi: RF-5E Tigereye (6), E-2C Hawkeye (4).

Transportni zrakoplovi: C-130B/H/H-30 Hercules (4/4/2), Skyvan 3M (6).

Trenažni zrakoplovi: TA-4S/S-1 Skyhawk (16), S.211 (29), SF.260M/W (26).

**Mornarički patrolni/protupodmornički zrakoplovi:** Fokker 50 Enforcer 2 (4 naručena).

Borbeni i transportni vrtoleti: AS.550C-2/U-2 Ecureuil (10/10), CH-47D Chinook (6 naručenih), AS.332B/M Super Puma (5/16), UH-1B/H Iroquois (24/16), AB.205A/A-1 (2/2), AS.350E Ecureuil (6).

### Tajland

Lovački i jurišni zrakoplovi: F-16A/B (14/4), F-5E/F Tiger II (38/5), F-5A/B (8/2), A-37B Dragonfly (11), OV-10C Bronco (27), AC-47 Dakota (6), AU-23 Peacemaker (25).

Izvidnički zrakoplovi i zrakoplovi za EW: Northrop RF-5A (4), Merlin IVA (3), Beech King Air 200 (2), IAI-201 Arava (3),

Learjet 35A (3).

Transportni zrakoplovi: C-130H/H-30 Hercules (4/4), G.222 (6, isporuka u tijeku), C-123B/K Provider (10), HS.748 (8), C-47 Dakota (15), C.212 Aviocar (3), N22B Nomad (22), A310-300 (1), Boeing 737-300 (1).

Trenažni zrakoplovi: T-33A/RT-33A (35), T-37B/C (15), Fantrainer 400/600 (30/17), PC-9 (20, isporuka u tijeku), SF.260MT (12), CT-4A Airtrainer (24), DHC-1 Chimpuk (10), H-36 Dimona (12), Grob G.109 (6).

Ostali zrakoplovi: Commander 690 (1), Cessna T-41D (6), Cessna O-1 Bird Dog (30).

Transportni vrtoleti: Sikorsky S-58T (16), UH-1H Iroquois (25), Bell 212/412 (2/2).

**Mornaričko zrakoplovstvo:** P-3A Orion (3 naručena), S-2F/US-2C Tracker (6), F27 Maritime Enforcer (3), F27 Friendship 400M (2), Dornier 228 (3), CL-215 (2), Summit Sentry O-2-337 (9), N-24A Searchmaster (5), U-17A/B (3+), O-1A/E Bird Dog (3+), Bell 214ST (4), Bell 212ASW (8), UH-1H Iroquois (4).

**Zrakoplovstvo KoV:** Shorts 330UTT (4), King Air 200 (1), PA-31T Cheyenne (1), Beech 99 (1), T-41A (23), O-1 Bird Dog (65+), AH-1F Cobra (4), BV-234 Chinook (3), Bell 214B/ST (8), Bell 205/212/412 (5/9), UH-1B/D/H Iroquois (5+), Bell 206A/B JetRanger (22), Hughes 269/300C (68+), 47G/OH-13 (10+), C-47 Dakota (1), DHC-4 Caribou (2), Skyvan 3M (3), PC-6B Turbo Porter (4), AU-23 Peacemaker (5), Dornier 28D Skyservant (3), Cessna 310 (2), CT-4A Airtrainer (1), Bell 214 (2).

### Vijetnam

Lovački i jurišni zrakoplovi: MiG-23ML/UM (5+), MiG-21PF/bis (175+), MiG-17F (70+), Su-22BKL (70+), Su-17 (30), F-5A/E/B/RF-5A (20+), A-37B Dragonfly (5).

Transportni zrakoplovi: An-24 (9), An-26 (40), Il-14 (12), Il-18 (2), Li-2/C-47 (20+), An-2 (20), Jak-40 (11), C-130A/B Hercules (6+).

Trenažni zrakoplovi: MiG-15UTI (15), L-39 Albatros (25), Jak-11/18 (30+).

Mornarički patrolni/protupodmornički zrakoplovi i vrtoleti: Be-12 (12).

Borbeni, protupodmornički i transportni vrtoleti: Mi-24 (30+), Mi-4 (30+), Mi-6 (10+), Mi-8 (60+), Ka-25 (15+).



**Singapurske zračne snage su svoja 42 jurišna zrakoplova A-4 poboljšali na konfiguraciju A-4SU Super Skyhawk**

snaga Teo Ming Kian izrazio je zadovoljstvo tempom napretka programa; usprkos ovoj izjavi, i dalje su se čule glasine o problemima u okviru programa (posebno s radarom Grifo), a i sadašnji status programa je nejasan.

Singapursko ministarstvo obrane objavilo je u srpnju 1994. godine da namjerava kupiti nespacificirani broj dodatnih F-

5E/F između dviju kompanija mogu voditi prema drugim opcijama.

Jedna od alternativa oslanjanju na izraelsku pomoć je sudjelovanje u europskom programu poboljšanja F-16 (**MLU, Mid Life Upgrade**). MLU je usmjeren na konverziju ranih (Block 10 ili 15) F-16A/B na standard Block 50, s novim kokpitom, kom-

RSAF ozbiljno razmatra program poboljšanja za F-16A/B. Na određenom stupnju, izgledalo je vjerojatno da će se tražiti pomoć od izraelskog IAI, koji ima veliko iskustvo u poboljšanju ranih modela F-16A/B izraelskih zračnih snaga. No problemi u kolabo-

raciji programa poboljšanja F-5E/F između dviju kompanija mogu voditi prema drugim opcijama.

## Tajland

Ranije indikacije da tajlandske zračne snage (RTAF) mogu biti zainteresirane ne samo za poboljšanje svoje flote lovaca F-5E/F, već i za povećanje njezine brojnosti, izgleda da su nestale. Sada RTAF namjerava, po svim pokazateljima, reducirati broj F-5E/F krajem 90-tih, kako sve više **F-16A/B** i drugih modernih lovaca (moguće F-18C/D) bude ulazilo u službu.

Druga serija od 18 F-16 se upravo isporučuje. RTAF je dobio šansu za participaciju u europskom F-16A/B MLU programu, ali još nije donesena nikakva odluka.

## Vijetnam

Početak 1995. godine bilo je izvješteno da je Hanoi razmatrao izraelsku ponudu poboljšavanja nekih, ili svih, vijetnamskih lovaca **MiG-21** (vijetnamske zračne snage imaju oko 200 lovaca MiG-21). Vijetnamska odluka o prihvaćanju ili neprihvatanju izraelske ponude ovisit će ne samo o financijskim uvjetima posla, već i o uspjehu IAI-evog programa poboljšanja MiG-21 u susjednoj Kambodži. Uz to, isporuka prva dva lovca **Suhoj Su-27** iz Rusije (izvješteno je da je Vijetnam kupio 20 ovih lovaca) moglo bi dovesti do odustajanja od namjere modernizacije lovaca MiG-21.

Vijetnamske zračne snage također koriste oko 50 jurišnih zrakoplova Suhoj Su-22, što znači da će IAI vjerojatno predložiti i program poboljšanja tih zrakoplova. ☐



**Čini se da je Tajland odustao od poboljšavanja svojih F-5E/F, te će vjerojatno nabaviti dodatne lovce F-16A/B**

5E/F. Nespigapurski izvori kasnije su otkrili da su dodatni nabavljeni zrakoplovi sedam bivših jordanskih F-5E/F, i da je za njih plaćen 21 milijun USD. STAE će i na ovim dodatnim lovcima provesti program poboljšanja proveden na ostalima lovcima ovog tipa u naoružanju RSAF-a, uz dodatnu cijenu od 36 milijuna USD.

Uz asistenciju Northropa, STAE (tada pod nazivom Singapore Aerospace) napravio je početkom 90-tih konverziju pet lovaca F-5E u izviđačke zrakoplove RF-5E. STAE se još uvijek nada dobivanju ugovora za slični konverzijski program koji bi obuhvatio pet F-5E tajvanskih zračnih snaga (a možda i dodatne konverzije za RSAF), a za uzvrat singapurska kompanija dobila od Tajvana još 10 F-5E.

Iako je tadašnji singapurski ministar obrane Lee Boon Yang objavio u srpnju 1993. da će sedam RSAF-ovih **F-16A/B** biti povučeno iz službe u odgovarajuće vrijeme, nakon što bude obavljena nabava 18 F-16C/D, vjeruje se da

pjuterom za borbene misije, radarom, IFF-om, modemom za prijenos podataka, sustavom za elektronsko ratovanje. Za belgijske, danske, nizozemske i norveške F-16 između 1996. i 2000. godine predviđeno je dodavan-

**Vijetnamska kupovina Su-27 mogla bi dovesti do otkazivanja planova o modernizaciji njihovih lovaca MiG-21bis**



Pojava ruskog  
kratkodometnog  
projektila zrak-zrak  
R-73 (AA-11  
Archer) koji je  
trenutačno u svojoj  
klasi najbolje  
oružje ove vrste,  
bila je jedan od  
činilaca koji su  
ubrzali rad na  
novoj generaciji  
zapadnih  
kratkodometnih  
projektila poput  
ASRAAM-a i IRIS-T



# Napredni TRAGAČKI SUSTAVI nove generacije

Hoće li novi tragači za iduću generaciju projektila zrak-zrak, zajedno s drugim tehnološkim novinama, dovesti do toga da će u budućnosti biti gotovo nemoguće izbjeći pogodak jedne takve rakete

**Klaudije Radanović**

**U** modernoj zračnoj borbi cilj je uništiti protivnika prije nego on bude u poziciji uništiti vaš zrakoplov. Za vrijeme II. svjetskog rata to se ostvarivalo pomoću ulaska u rep protivničkom zrakoplovu i otvaranja paljbe iz strojnica odnosno topova, a danas, zahvaljujući razvoju tehnologije u razdoblju od 1945. godine do danas, zračna borba postala je znatno kompleksnija,

Da bi mogli razumjeti sve potrebite promjene i inovacije koje su uvedene u ovu problematiku postulirajmo temeljne pretpostavke i okvirno uobličimo problem s kojim su se morali sukobiti navedeni stručnjaci. Kao prvo brzine, iako podzvučne, pri borbi u zraku su porasle s 500-tinjak na gotovo 1000 km/h. Zrakoplovi su postali veći, teži i kvalitetnije građeni pa mogu podnijeti veći stupanj oštećenja. Zbog povećanja mase smanjila se pokretljivost, ali je povećanjem snage motora produkt pokretljivosti i brzine ostao jednak ili bolji u odnosu na zrakoplove iz doba II. svjetskog rata. Iz ovog proizlazi nemogućnost vođenja klasičnih zračnih dvoboja streljačkim naoružanjem zrakoplova, barem ne kao primarni

vid duela u zraku. Razvoj avionike, a pogotovo radara, doveo je do mogućnosti prepoznavanja protivničkog zrakoplova na dovoljno velikim udaljenostima, te tako omogućuje pravodobnu reakciju na nadolazeću prijetnju. Olakšano prepoznavanje protivnike na većim daljinama je dovelo i do konstruiranja oružja koje je sposobno pogoditi taj udaljeni cilj i tako bitno umanjiti razinu opasnosti za zrakoplov koji je izvršio lansiranje projektila. No da ne bi sve ostalo na ovoj razini, pobrinuli su se konstruktori zrakoplova i elektronske opreme. Razvoj elektronskih sustava za rano upozorenje od nadolazeće prijetnje u vidu projektila zrak-zrak, aktivni sustavi za ometanje protivničkih radara i ostale visokoosjetljive elektroničke opreme, IC mamci postali su neodvojivi dio opreme i jednostavnijih borbenih zrakoplova. Ponovno je bilo neophodno doći bliže kako bi se osigurala pozitivna identifikacija cilja i omogućilo nesmetano gađanje, ali ovo je značilo povećavanje opasnosti za prijateljski zrakoplov.

Postoji više mogućih rješenja ovog problema, ali nisu sva podjednako dobra. Ukoliko je protivnički zrakoplov uspješno identificiran na većoj udaljenosti moguće ga je gađati projektilima

velikog dometa s djelatnim radarskim navođenjem u zadnjoj fazi leta. Iako vrlo kvalitetni, ovi projektili ne osiguravaju i stopostotan učinak na cilju te su pogodni za gađanje većih ciljeva ili ostvarivanje brojčane premoći u kasnijoj bliskoj zračnoj borbi. Druga mogućnost je superiornim manevriranjem i boljim postavljanjem u odnosu na protivnika ostvariti blisku pozitivnu identifikaciju i koristiti streljačko zrakoplovno naoružanje ili bliskodometne IC samonavođene projektile ukoliko su njihovi tragači zahvatili protivnički zrakoplov. Treće rješenje je ono koje daje konačnu prednost; sposobnost pogađanja cilja izvan osi zrakoplova (off boresight capability).

Zbor različitih razloga polagano prolazi vrijeme velikih zrakoplova naoružanih enormnim brojem dalekodometnih projektila. Naglasak se stavlja na manje letjelice koje su sposobne bolje manevrirati i koje nose tek nekoliko projektila, većinom malog ili srednjeg dometa. Razlog ovoj promjeni svakako leži u promijenjenim geopolitičkim uvjetima, ali i u gospodarskoj recesiji u kojoj se nalazi svijet.

Naglasak se u zračnoj borbi stavlja ne na raspoloživu paljbenu moć, već na preciznost pogađanja i sposobnost uništenja cilja prvim pogotkom. Ovo je ponukalo konstruktore projektila zrak-zrak u svim kategorijama dometa da nađu rješenja koja će u svim vremenskim uvjetima dati optimalnu vjerojatnost pogotka za svaki od ciljeva uz minimiziranje opasnosti za pilota i njegov zrakoplov.

Napredak u proizvodnji ovog tipa oružja možemo najbolje pratiti ukoliko projektile podijelimo u dvije skupine s obzirom na njihov domet: kratkodometne i srednje/dugodometne.

## Kratkodometni projektili

Kod projektila malog dometa tj. projektila koji se koriste u bliskoj zračnoj borbi, vidljive su dvije tendencije: korištenje slikovnih IC tragača (IIR - Imaging Infra Red) te lansiranje projektila na zrakoplove koji su daleko od uzdužne osi letjelice-nosača.



*Britanski ASRAAM u ovom trenutku opremljen je IC tragačem s najvećom otpornošću na IC protumjere*

Objekte tehnološke novosti su povezane u novim projektima kratkodometnih projektila zrak-zrak, koje za sada predvodi ruski R-73 (AA-11 Archer). Ovaj proizvod prvi je u novoj generaciji spomenutog tipa oružja. Sposobnost pogađanja ciljeva koji se nalaze gotovo u zadnjoj polusferi zrakoplova, donosi izuzetnu taktičku prednost tijekom zračnog dvoboja. Ovo je ostvareno postavljanjem ciljnika za projektile na samu pilotsku kacigu, čime se osigurava trenutačno označavanje cilja u trenutku njegove vizuelne identifikacije, neovisno o položaju u odnosu na prvi zrakoplov. Dodamo li ovako unaprijeđenom projektilu mogućnost zahvaćanja cilja tragačem u dva neovisna područja elektromagnetskog spektra, tada znatno povećavamo vjerojatnost pogotka prvim projektilom.

Svi ovi zahtjevi postali su još značajniji nakon što je zapadnim znanstvenicima i inženjerima postao dostupan primjerak projektila R-73. On je imao nekoliko prednosti pred zapadnim proizvodima jednake namjene: bolju kinematiku leta, kvalitetniji tragač i mogućnost gađanja ciljeva u gotovo cijeloj prednjoj polusferi tj. imao je velike off-boresight mogućnosti. Njegova pojava ubrzala je rad na novoj generaciji zapadnih kratkodometnih projektila poput ASRAAM-a i IRIS-T koji bi trebali biti kvalitetniji od R-73, ali kasne za njim nekoliko godina. Razlog ovog kašnjenja je stvaranje

*SAD za sada kasne s razvojem nasljednika AIM-9 (na slici je lovac F-16 snimljen prigodom lansiranja modificiranog Sidewindera, u okviru projekta Boxoffice, kojim su ispitivane tehnologije koje će se primijeniti u konstrukciji AIM-9X)*



tehnološkog temelja kojim se mogao stvoriti proizvod koji će nadmašiti sve do sada postojeće na svjetskom tržištu. Nove projekte povezuju neke zajedničke osobine poput vektoriziranja potiska, slikovnih IC tragača i naprednih aerodina-



**AIM-120 AMRAAM na Sea Harrieru GR.2 tijekom testova integracije oružanog sustava**

mičkih konfiguracija. Uz ove izmjene potrebno je napomenuti da se u svrhu povećanja vjerojatnosti pogotka prvim projektilom planira u kasnijim izvedbenim inačicama postaviti tragače s dvojnim načinom rada koji bi uz povećanje preciznosti doveli i do povećane otpornosti na mjere ometanja i elektronskog ratovanja. Kao primjer mogućih poboljšanja možemo spomenuti Hughesov slikovni IC tragač koji ima osjetljivost 400 puta veću od tragača ugrađenog u zadnju inačicu **AIM-9 Sidewindera**. Kao zanimljivost možemo spomenuti da američki odgovor kasni najviše od svih zapadnih projekata. Nasljednik Sidewindera pod oznakom **AIM-9X** započeo je svoj život u obliku prijedloga programa tek 1994. godine, gotovo devet godina nakon što je zapad saznao za postojanje R-73 suspregnutog s HMS-om (Helmet Mounted Sight - ciljnik na pilotskoj kacigi). Planirano uvođenje u popis aktivnih oružanih sustava za novi Sidewinder spregnut s američkim HMS-om je tek 2002. godine tj. 17 godina nakon pojave ruskog sustava. Intrigantno je zašto SAD iako su razvile prvi HMS sustav na svijetu nisu prihvatile tu tehnologiju prije ostalih već su ih ovdje pretekli Rusi i Izraelci s ciljnikom DASH 1 koji podržava projekte kratkog dometa iz porodice Python.

Vrijednost ovakvog tipa projektila pokazana je nekoliko puta. Tijekom prethodne dvije godine vršene su u SAD-u simulacije zračnog dvoboja

između F-15 opremljenog AIM-9M i MIG-29 sa R-73. Odnos broja pogodaka tj. prvenstva akvizicije cilja je na kraju iznosio 30:1 za ruski zrakoplov. U nedavnim testiranjima u Njemačkoj ova kombinacija se pokazala efikasnija i od F-16 koji je smatran za najposobniji zapadni zrakoplov u bliskoj zračnoj borbi.

Ruski dvojac sastavljen od projektila R-73 i HMS sustava postaje vrlo zanimljiv i mogućim kupcima izvan Rusije i ostalih zemalja koje sačinjavaju ZND zbog mogućnosti njegove ugradnje na sve ruske zrakoplove uključivo i MiG-21. Tako će Indija iskoristiti ovu mogućnost pri modernizaciji svojih letjelica potonjeg tipa na inačicu MiG-21-93. Osim ruskog sustava očekuje se i prodaja izraelske kombinacije Elbit HMS-a i projektila Python 4 Čileu u svrhu modernizacije čileanskih zrakoplova F-5.

Američko kašnjenje u pogledu primjene HMS sustava i izrade novog kratkodometnog projektila može se opravdati zainteresiranošću američkog zrakoplovstva pretežito za BVR sposobnosti, iako prije Zaljevskog rata 1991. gotovo i nije izvršeno ni jedno borbeno djelovanje u tom području dometa.

Kod kratkodometnih projektila tragači s dvojnim načinom rada pokazuju sve svoje prednosti: bolje zahvaćanje ciljeva, bolje raščlanjivanje pravog cilja od mamca, brža i kvalitetnija korekcija putanje leta prema cilju te mogućnost zahvaćanja cilja unutar bilo kojeg položaja u prednjoj polusferi zrakoplova nosača.

Zahvaljujući današnjem stupnju razvoja tehnologije CCD (Charge Coupled Device -nabojno vezani uređaj) sklopova nije teško proizvesti tragač koji posjeduje visoku osjetljivost u području od IC pa skoro do UV dijela spektra. Ono što je puno značajnije je osiguranje dovoljne procesne snage za raščlambu svih dobivenih informacija u izuzetno kratkom vremenu. Ovakvi računarski sklopovi postali su bitan dio svih tragača, a njihova potrebnost ih čini neophodnim dijelom bilo kojeg tragača s dvojnim načinom rada. Nagli razvoj elektroničkih komponenti za komercijalna računala danas omogućio je ostvarenje ovakve procesne snage s relativno jednostavnim rješenjima uz prihvatljivu cijenu. Tako npr. francuska kompanija Dassault Electronique za britanski projekt SR(A)1239, koji postavlja zahtjeve za novi MRAAM (Medium Range Air-to-Air, projektil srednjeg dometa), nudi tragač (razvijen za projektil Matra MICA) 4A RF kojeg bi proizvodio za britanske potrebe koncern GEC-Marconi Defense. On ima uz povećani propusni frekventni opseg i unaprijeđeni računarski sustav s procesorom koji radi na taktu od 90 MHz-a.

Kao odgovor na tako tehnološki vrlo dotjerane i izuzetno sposobne projekte ruski Vypel najavio je proizvodnju poboljšanog i znatno unaprijeđenog tragača za **R-73M**, koji bi prema prvim izjavama trebao posjedovati off-boresight sposobnosti u području od 90° u prednjoj polus-

feri tj. pokriva bi cijelo ovo područje za razliku od 2/3 istog volumena kojeg je u mogućnosti sada pokriti. Tijekom listopada prošle godine izvršena su prva aerodinamička testiranja ovog projektila i prema izjavama službenih predstavnika "projektil je sposoban izvršiti manevre s opterećenjem 40-50 g kako bi mogao pogoditi zrakoplove koji vrše manevre sa opterećenjem 12 g". Projektil će prema izjavama predstavnika Vympela biti opremljen foto-rezistivnim složenim tragačem koji je djelatna u dva frekventna područja. Iako nešto poboljšan u odnosu na pretodnu inačicu tragača, ovo sklopovsko rješenje nije jednake kvalitete kao zapadni proizvodi. Prema riječima glavnog projektanta kompanije Vimpel Genadija A. Sokolovskog tvrtka neće posjedovati slikovni IC tragač sve do kraja ovog stoljeća. No prema izjavama istog izvora i ovakav tragač će posjedovati poboljšane IRCCM (Infra-Red Counter Counter Measures - IC protu-protumjere) koje djeluju na principu komparacije spektra, intenziteta i brzine kretanja samog zrakoplova i svih ostalih IC izvora.

Zahvaljujući dvostruko boljim kinematičkim svojstvima izgleda da je projektil sposoban za potpunu obranu prostora oko zrakoplova, tj. sposoban je pogoditi protivničku letjelicu nakon zaokreta čak od 180°, a izgleda da je ova inačica predviđena i za lansiranje prema natrag, čime bi se ispunio san mnogih konstruktora o potpunoj zaštiti okolnog prostora. Zbog mogućnosti lansiranja prema natrag postoji i mala vjerojatnost da bi projektil mogao biti opremljen malenim dodatnim tragačem s poludjelatnim radarskim sustavom, koji bi bio sposoban preuzeti zadani cilj od radara smještenog u repnom dijelu zrakoplova.

Projekt AIM-9X koji je napokon zaživio trebao bi rezultirati "najboljim kratkodometnim projektilom", prema riječima američkog kontraadmirala Brenta Bennita zaduženog za pitanja zračne borbe u USN. Ova superiornost bila bi ostvarena novim IC tragačem s CCD područjem u fokalnoj

Za sada se projekt AIM-9X temelji na "Boa" i "Boxoffice" aerodinamičkim konstrukcijama koje imaju zavidnu razinu letnih osobina. Glavni problem je postizanje HOB (high off-boresight - veliki kutevi u odnosu na uzdužnu os zrakoplova) prigodom zahvaćanja ciljeva i njihovog praćenja, kao i postizanje dobrog ponašanja pri visokim vrijednostima AoA (Angle of Attack - napadni kut). Sve dosadašnje inačice Sidewindera su bile ograničene na AoA od 10°, dok za novi projektil ograničenje gotovo ne smije ni postojati (barem u teoriji). Prema sadašnjim mogućnostima cijena ovakvog projekta znatno nadmašuje neka predviđanja i mogla bi značajno usporiti njegov razvoj. Zbog već utrošenog dijela sredstava na samu modernizaciju aerodinamike Sidewindera preostale financije nisu dostatne za ostali dio posla, već treba osigurati nove izvore. Kao reakcija na ove činjenice pojavile su se izjave pojedinih kompanija da se proces unaprijeđenja aerodinamike mogao izvršiti i za znatno nižu cijenu npr. postavljanjem nepomičnih produljenja kanard krilcima čime bi se smanjilo propadanje nosa projektila nakon lansiranja (što je znalo izazvati gubitak vezanja na cilj) putem smanjivanja statičke stabilnosti. Kašnjenje projekta AIM-9X nagnalo je američke predstavnike da u razmatranje uzmu i britanski ASRAAM kao i izraelski Python 4. Nakon prvih ispitivanja potonji projektil je ispao iz utrke, ali je ostala realna šansa da britanski proizvod postane prvi neamerički projektil kojim će biti opremljeni američki zrakoplovi.

ASRAAM-ov tragač je trenutno najkvalitetniji na području IRCCM-a. CCD matrica koja se sastoji od 128x128 elemenata sposobna je u žarišnoj ravnini stvoriti sliku cijelog zrakoplova, a ne samo stražnjeg dijela ili, što je još gore, mlaznica i vrućih ispušnih plinova. Frekventno područje njegovog djelovanja pokriva izuzetno širok opseg od dalekog IC-a do gotovo vizualnog područja.

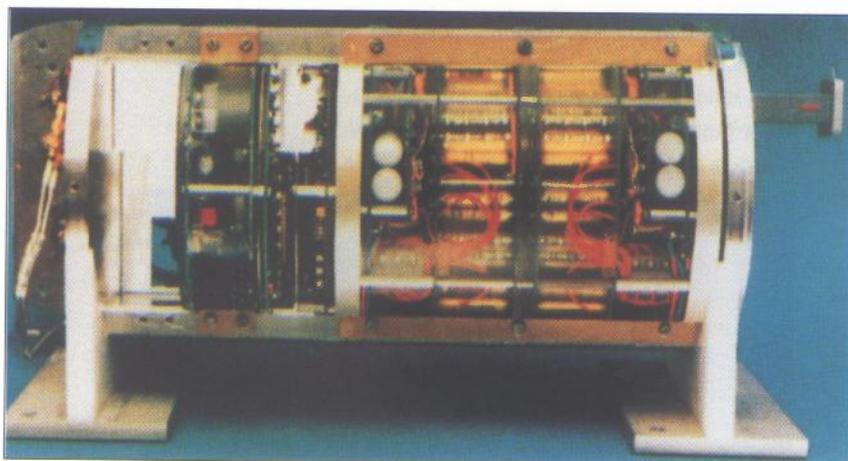
Zanimljivo i pristupačno rješenje tragača posjeduje i njemački IRIS-T. Dva reda sa po 64



*Crtež srednjedometnog projektila A3M, koji treba dobiti tragač s inercijalnim i djelatnim radarskim vođenjem*

ravnini. Inherentna prednost ovakvog rješenja je povećana otpornost na mjere ometanja pomoću toplinskih mamaca i IC ometača. No u američkim vojnim krugovima postoji relativno jaka struja koja se protivi razvoju novih kratkodometnih projektila i koja nastoji svekoliku proizvodnju preusmjeriti na područje BVR borbe.

CCD senzorska elementa od indij-antimonida sačinjavaju kombinaciju slikovnog i linijskog tragača. Pokretno zrcalo prenosi informaciju na senzorski element stvarajući u biti prostornu sliku cilja. Zbog samo dva reda elemenata dobivena slika ima visok stupanj uniformnosti signala tako da je olakšana diskriminacija lažnih ciljeva. Velika



*Visokofrekventni odašiljač (radi u K frekventnom opsegu) koji bi trebao biti dio tragača za A3M*

prednost ovakvog sustava o odnosu na Hughesov 2D slikovni IC tragač je njegova znatno niža cijena uz približno podjednaku učinkovitost. Dodamo li ovome znatno veću toplisku energiju potrebnu za zasićenje ovakvog sustava, dolazimo do tragača koji posjeduje znatnu otpornost na IRCCM.

## Srednje i dalekodometni projektili

Iako je tehnologija tragača s dvojnim načinom rada primjenjiva i na kratkodometnim projektilima, ona bi mogla puno više značiti kod ova dva tipa oružja. Zbog većih udaljenosti na kojima se vrši gađanje protivnika, projektil je osjetljiviji na male pogreške pri vođenju i mora češće vršiti korekcije vlastite putanje. Omogući li se elektronički vođenje dobivanje dva nezavisna seta podataka o položaju cilja, tada se putem diskriminacijskih metoda može projektil točnije dovesti do točke susreta. Uspijemo li izvesti da su oba senzorska sustava neovisni jedan o drugom i rade li na različitim frekventnim područjima, tada značajno smanjujemo mogućnost ECM djelovanja tj. povećavamo ECCM sposobnosti projektila.

Ovo je i glavna ideja vodilja razvojnih timova DASA-e i BAe/Saab/GEC za projekte A3M odn. S225XR. Njemački projektil posjeduje dvojni način vođenja: inercijalno i djelatno radarsko. Prijamnik u projektilu A3M prigodom lansiranja prima približnu poziciju svojeg cilja i njegovu brzinu te smjer kretanja od zemaljskog radara. Kada se nađe na određenoj udaljenosti od cilja,

uključuje se sustav djelatnog radarskog navođenja s nepomičnom antenom s elektronskim skaniranjem, a radi u K frekventnom području (30 GHz tj. 28-40 GHz). Ova frekvencija je odabrana zbog toga što je potreban mali domet radarskog signala, ali bolja definicija cilja. Ovakav radar sposoban je detektirati pomak tj. frekventnu devijaciju od 300 MHz koja odgovara prostornoj rezoluciji od 0.5 metara. Snaga odašiljača je 400 W čime je, uz širinu frekventnijskog područja na kojem radi, tj. mogućnost promjene radne frekvencije, u vrijednosti 1.5 GHz postignuta povećana otpornost na ECM.

Uz djelatni sustav radarskog navođenja postoji, prema riječima voditelja ovog projekta, dipl. ing. Franz Joseph Scholza, mogućnost ugradnje sustava za poludjelatno radarsko navođenje, čime bi se u biti postiglo navođenje s tri neovisna načina rada.

Britanski projektil bi trebao imati potpuno drugačiji način rada. Zahvaljujući suradnji s Dassault Electronique, GEC posjeduje znanje o fuzioniranju aktivnih i pasivnih tragačkih sustava u zajednički senzorski sustav kojim se vrši navođenje projektila. Primjenom inercijalnog ili kombinacije inercijalnog i GPS sustava vrši se navođenje na srednjem dijelu putanje, dok se u fazi prilaska cilju aktiviraju sustavi dje-latnog radarskog navođenja i slikovni IC tragač. Projektilu koji bi bio ovako opremljen i koji posjeduje superiornu aerodinamiku, uz veliku brzinu prilaska koju osigurava ramjet pogonski sustav, bilo bi gotovo nemoguće uteći. Pretpostavlja se da će derivativ francuskog tragača iz porodice 4A, kojim će biti opremljen S225XR posjedovati radnu frekvenciju u području 10-20 GHz (J frekventno područje).

Uz ova dva projektila RAF-ov, više puta spominjani projekt, SR(A)1239 će u razmatranje uzeti francusku Matra MICA s 4A RF tragačem, kao i unaprijeđeni američki AIM-120 AMRAAM. Ovaj potonji bi bio vrlo dobar izbor jer je kompatibilan u jednom području dometa s britanskim projektilom ASRAAM, kojim će zasigurno biti opremljeni britanski lovci u budućnosti. On bi posjedovao tragač koji bi radio u I frekventnom području tj. 8-10 GHz.

*AIM-54 Phoenix, opremljen tragačem s dvojnim načinom rada i drugim poboljšanjima koje je predložila kompanija Hughes, mogao bi ostati u uporabi i početkom idućeg stoljeća*





*Jedan od primjera uporabe sustava s dvojnim načinom vođenja izvan područja projektila zrak-zrak je i tajvanski protubrodski projektil Hsiung Feng II (u prvom planu), kod kojeg je mali IC senzor postavljen iza radoma (upotrebljava se za razlikovanje pojedinačnih meta)*

Prvi pravi projektil velikog dometa koji je uveden u djelatnu službu u svijetu i koji se do danas održao je američki AIM-54 Phoenix. Ovaj, sada već gotovo zastarjeli, projektil mogao bi doživjeti svoju drugu mladost u projektu kojeg je predložio Hughes, inače proizvođač originalnog projektila. Ugradnjom ramjet pogona, manjom modifikacijom aerodinamičkih osobina i postavljanjem dvojnog tragačkog sustava koji bi objedinio pasivni IC i djelatni radarski sustav američka ratna mornarica bi ponovo posjedovala respektabilan dalekodometni projektil.

## Dalji razvoj tragača

Dosadašnji razvoj tragača s dvojnim načinom rada ubrzat će značajno napore u iznaženju sustava za njihovo ometanje. Ovo je navelo konstruktore da već započnu s razvojem novih sustava koji će imati, u biti, dvojni način rada, ali će područja koja će pokrivati biti znatni proširena, uz automatski prelazak s jednog na drugo pri pojavi ometanja. Tako se predviđa kombiniranje radarskih tragača koji će imati dvojni frekventni opseg, npr. I i J (ili H) frekventno područje, sa slikovnim IC tragačima koji pokrivaju srednje i dugovalno IC područje.

Sada se vode i rasprave da li zasebni tragački sustavi koji su objedinjeni u ovakvim projektilima moraju posjedovati zajedničko kućište za senzorske sustave (odnosno radom), ili je bolje da IC sustav navođenja ima za svoje senzore poseban prozor. Kod projektila sa zajedničkom aperturom nosni konus mora biti izrađen od tehnološki vrlo naprednih tvoriva koja su propusna u širokom frekventnom opsegu. Druga izvedba pak postavlja probleme pri konstrukciji samog projektila. Za sada se čini kako niti jedna od ove dvije izvedbe nema značajnu prednost u odnosu na onu drugu.

Posebnu pažnju konstruktori poklanjaju LO i stealth karakteristikama svojih konstrukcija. Kao najveći izvor problema pokazala se radarska antena koja je neophodna za odašiljanje i prijam signala u tragačima koji posjeduju djelatno radarsko navođenje, ali je ujedno i dio projektila s najvećim RCS-om. Kako bi otklonili ovu neugodnost konstruktore su počeli primjenjivati nepomične zakošene antene s elektronskim faznim skeniranjem. Iako se ovo možda čini nebitnim kod projektila zrak-zrak, današnji radari su sposobni detektirati i tako male ciljeve i dati protivniku dovoljno vremena da pokuša izbjeći pogodak.

## Nezrakoplovna primjena

Iako je ovdje razmatrana primjena tragača s dvojnim načinom rada kod projektila zrak-zrak, oni su našli znatno širu primjenu kod ostalih tipova projektila. Iskreno rečeno protubrodski projektili, POVRs-i, precizno vođeno zrakoplovno streljivo i ostali slični oružani sustavi mogu više profitirati primjenom ovakvih tragača od projektila zrak-zrak. Ova činjenica proizlazi iz šireg spektra različitih kombinacija, poput objedinjavanja MMW radarskog tragača i slikovnog IC tragača za primjenu kod POVRs-a, kombinacije radarskog i IC tragača u protubrodskoj namjeni ...

Područje tragača s dvojnim načinom rada predstavlja vjerojatno onu granu vojne tehnologije kojoj predstoji najbrži razvoj sljedećih nekoliko godina. Napretci koji su ostvareni na ovom polju su znatni, ali nisu i definitivni. Postoji još uvijek dovoljno mjesta za daljnje probitke, a mogući su možda danas nepredvidivi, ali kroz nekoliko godina ostvarivi sustavi malih LADAR (Laser Radar) tragača ili minijaturizirani SAR sustavi koji bi znatno pomaknuli preciznost pogađanja, a ne bi povećali cijenu projekata. □

*POVR Trigat-LR najnovija je protuoklopna vođena raketa treće generacije namjenjena za instaliranje na borbene vrtotele. Novi vrtolet Tiger rezultat je suradnje nekoliko europskih država koji zajedno s raketom Trigat-LR predstavlja novi snažni protuoklopni potencijal*



# PO RAKETNI SUSTAVI VRTOLETA

**Berislav ŠIPIČKI**

Dok, s jedne strane, glavni bojni tank (engl., MBT) ostaje glavni oslonac modernih vojski u svijetu prigodom planiranja i vođenja konvencionalnog boja, dotle se, s druge strane, sve više kao glavna prijetnja MBT-ima pojavljuje jednako moćan oružnički sustav - borbeni vrtolet naoružan protuoklopnim vođenim raketama

**U** prethodnim brojevima "Hrvatskog vojnika" govorili smo o razvoju borbenih (jurišnih) vrtoleta, njihovoj konstrukciji, ciljničkim sustavima, sustavima za vođenje i nadzor paljbe a ovom ćemo broju reći nešto više o tijeku razvoja samih protuoklopnih vođenih raketa (POVR) namijenjenih za uporabu u sastavu oružničkih sustava jurišnih vrtoleta.

Vrtoletne protuoklopne vođene rakete proslavit će sljedeće godine 40-ti rođendan jer je prije tridesetdevet godina započela proizvodnja prve POVR pod nazivom **AS.11** koju je proizvela tvrtka Nord (danas Aerospaiale) čime je postavljen standard za protuoklopne vođene rakete prve generacije. Kao i sve ostale slične POVR, AS.11 (SS.11 je zemaljska inačica) koristi raketni motor na kruto gorivo što omogućava jednostavno rukovanje njome kao i, na primjer, topničkim streljivom. Za ovu raketu postoje dva tipa bojnih glava težine od oko 4,5 kg; prvi tip bojne glave je tzv. poluprobojna bojna glava, a drugi tip kumulativna bojna glava. Kod ovog se sustava, kao i kod ostalih sustava prve generacije koji će se nakon ovog sustava pojaviti, koristi sustav ručnog vođenja kod kojeg se zapovjedni signali do rakete prenose pomoću žice (mikrokabela) koja se odmeta iz same rakete dok operator preko optike prati raketu (točnije rečeno, pirotehnički traser koji se nalazi na raketi) te ju pomoću zapovjedne palice uvodi u cilj.

Operativni debi rakete AS.11 bio je u Alžiru gdje je ova raketa korištena za precizne napadaje na gerilske položaje kao što su utvrđene zgrade i špilje koje zrakoplovi nisu mogli "dohvatiti". Proizvodnja ove rakete prekinuta je 1984. godine, a do tada je izvezena u 17 zemalja uključujući i SAD, gdje je nosila oznaku AGM-22A. Poboļšana inačica, AS.11B1, imala je automatsko praćenje trasera rakete (IC traser) pomoću IC senzora (lokatora) - sustav poluautomatskog vođenja. Domet raketa AS.11 bio je 3000 metara, a prosječna brzina 160 m/s. Nasljednica ove rakete bila je raketa AS.12 koja je često korištena u kombinaciji sa SFIM APX-260 žirostabiliziranim biokularnim ciljničkim sustavom s dva polja vida (širokokutnim i uskokutnim). Široko polje vida bilo je namijenjeno za "hvatanje" rakete i njeno uvođenje u centar polja vida, dok je usko polje vida bilo namijenjeno za praćenje

cilja do udara rakete u nj. POVR AS.12 nije bila samo značajno veća već je imala i udarni upaljač s kašnjenjem što je omogućavalo da raketa "uđe" više od 20 mm u oklop prije nego dođe do detonacije 2 metra daleko od mjesta ulaska u cilj. Za obe se rakete zna da su dosta korištene u iračko-iranskom ratu i to na obje strane. Osim što su korištene za uništavanje oklopnih ciljeva, iranske su rakete korištene i u borbi protiv brodova koji su služili za prijevoz robe za iračke arapske saveznike pri čemu je u vremenu od 1985. do 1987. pogođeno 33 broda i to uglavnom tankera. Mornarička inačica rakete AS.12 u velikom je broju izvožena, a svoj prvi bojni uspjeh postigla je 1982. godine kada je s njom pogođena argentinska podmornica tijekom rata za Falklandske otoke.

Prva ruska protuoklopna vođena raketa prve generacije namijenjena za lansiranje s vrtoleta bila je **POVR 9M14 "Maljutka"** (NATO oznaka AT-3 "Sagger"). Ova je raketa dosta slična raketi AS.11, a izvožena je tijekom svih ovih godina u 25 zemalja.

*Tijekom razvoja raketom Trigat izvedeno je 350 uspješnih test lansiranja prigodom kojih je isprobavan sustav navođenja. Ova test lansiranja dio su programa kojima je svrha provjera učinkovitosti tražila rakete u uvjetima ekstremno jakih kontramjera*



Domet joj je 500-3000 metara, a prosječna brzina 120 m/s. Kopija ove rakete pod nazivom Hong Jian 73 kineske je proizvodnje. Ona ima kumulativnu bojnu glavu s vrlo snažnim eksplozivom, dok najnovija inačica ima kumulativnu tandem bojnu glavu i povećani domet na 4000 metara. Pretposljednja inačica rakete "Maljutka" nosi oznaku 9M14P1 (NATO oznaka AT-3c "Sagger C") i namijenjena je za vođenje u poluautomatskom sustavu vođenja (engl. SACLOS - Semi-Automatic Command to Line Of Sight - poluautomatsko vođenje po crti ciljanja). Najnovija raketa "Maljutka-2", a ima kumulativnu tandem bojnu glavu kojom se ostvaruje probojnost od 800 mm. Sljedeća ruska POVR namijenjena za lansiranje s vrtoleta je raketa **9M17 "Škorpion"** (NATO oznaka **AT-2 Swatter**) koja ima prijenos zapovijedi do rakete radio putem. Raketa "Škorpion" korištena je na vrtoletima Mil Mi-

24 Hind koji ima ispod nosa montiranu Raduga F antenu koja je sastavni dio sustava za vođenje, odnosno, sustava za prijenos zapovijedi radio putem. Ovaj sustav radi na frekvenciji od 356 GHz. Raketa je bila izvožena u 23 zemlje u svijetu.

## Promjena smjera razvoja

Prijenos zapovijedi žicom ostao je preferirana opcija za većinu zapadnih POVR-a druge generacije, no jasno je i to da su one isto tako povezane i s posebnim, na letjelice montiranim, senzorskim sustavima. Zamjena za POVR-e AS.11 i AS.12 bila je Euromissileova **POVR HOT** (franc., Haut subsonique Optiquement Téléguidé tiré d'un tube - što znači visoko-subsonična optički daljinski vođena iz kontejnera ispaljivana /raketa/). Kod ove je rakete došlo do unapređenja u elektronici i kompjutoru unutar sustava vođenja. Kod ovog se sustava, kako je to već poznato, koristi sustav poluautomatskog vođenja kod kojeg,

ponovimo, nakon lansiranja sustav vođenja (smješten na platformi s koje se raketa lansira) prati IC traser montiran na raketi, određuje njenu poziciju u odnosu na crtu ciljanja te joj preko žice šalje upravljačke signale, dok je zadaća operatora da drži križić ciljnika (čitavo vrijeme leta rakete) na cilju. Za razliku od svojih prethodnica, raketa HOT se ne postavlja direktno na

lansere već se tvornički smješta u hermetički zatvoreni kontejner koji služi za čuvanje, prenošenje (prevoženja) i lansiranje rakete. Sami se kontejner montira na nosače smještene na lijevoj i desnoj strani vrtoleta. Do sada su razvijene tri inačice rakete HOT. Rakete HOT osim što su u operativnoj uporabi u vojskama članicama NATO-a one su i u operativnoj uporabi u iračkoj, sirijskoj i marokanskoj vojsci, a bojno su rabljene od francuske vojske u Čadu protiv libijskih snaga kao i u operaciji "Pustinjska oluja" protiv iračkih snaga.

HOT se obično koristi u kombinaciji s ciljničkim sustavom SFIM APX M397 koji je inačica do sada vrlo često korištene porodice APX ciljničkih sustava koja se upotrebljava u 30 zemalja u svijetu. Sve inačice ovog sustava su sustavi čiji se objektiv montiraju na krov vrtoleta, dok se u unutrašnjosti nalazi operatorova monookularna optika. Ciljnički (optički) sustav može detektirati cilj na dalji-



Prototip ruskog vrtoleta Mi-28N,  
naoružanog POVR 9M114 (AT-6  
Spiral)

ni od 10 km (iako neke inačice mogu cilj detektirati i na daljinama do 17 km) dok je cilj moguće identificirati (prepoznati) na daljini od 5 km. Ovi sustavi imaju dva povećanja: x3 za nadzor i "hvatanje" u vidno polje rakete nakon lansiranja te x10 za praćenje cilja. Ciljnički sustavi M334 i M334-04 Athos (koji može biti korišten i u druge svrhe a uz to ima ugrađen i laserski obilježivač ciljeva) namijenjeni su za ručno vodene rakete dok sustav M397 ima ugrađenu IC kameru (termovizijska kamera) koja je smještena na žirostabilizirano postolje (koje se pak smješta u nos vrtoleta), a namijenjena je, naravno, za gađanje u uvjetima smanjene vidljivosti danju kao i za gađanje po noći. Inačica Victor ima tri vidna polja (2,4, 6 i 30°, pri čemu se slika može motriti kroz okular operatora ili na TV monitoru.

## Američka iskustva

SAD nisu usvojile HOT kao zamjenu za AS.11, već su razvile svoju vlastitu PO vodenu raketu. To je raketa **TOW** (engl., Tube-launched Optically-tracked and Wire-guided - raketa "lansirana iz kontejnera, optički praćena i vodena pomoću žice") koju je razvila tvrtka Hughes Aircraft Company. Ova raketa nosi oznaku **BGM-71** a ušla je u operativnu uporabu osam godina prije rakete HOT. Sustav vođenja za raketu TOW u biti je isti kao i onaj za raketu HOT. Zrakoplovne (vrtoletne) inačice sustava TOW isporučene su vojskama 18 zemalja, a sama raketa je

imala svoj operativni debi 1972. godine tijekom vijetnamskog rata. Raketa je operativno korištena od izraelske i iranske vojske, a bojno je uporabljena i tijekom operacije "Pustinjska oluja" od američke vojske. Raketa se standardno koristi s Hughesovim optičkim ciljničkim sustavom M65 koji se montira u nos vrtoleta. Ova kombinacija je standardna oružnička kombinacija za jurišni vrtolet AH-1 Cobra s kojim je sustav TOW u velikom broju slučajeva bio povezan od sredine 70-ih godina. Ovaj ciljnički optički sustav modificiran je na sustav M65L LAAT (engl., Laser Augmented Airborne TOW - zrakoplovni TOW sa dodanim laserom) tako što mu je dodan laserski mjerač daljine. Dodavanjem laserskog daljinomjera omogućeno je mjerenje daljine do cilja i prigodom uporabe POVRS-a i prigodom uporabe drugih oružničkih sustava instaliranih na vrtoletu. Osim sustava M65 za vrtoletni POVRS TOW razvijeni su i neki drugi ciljnički optički sustavi kao što je sustav **HeliTOW** koji je razvila tvrtka Saab Instruments. Ovaj sustav se montira na krov vrtoleta, a zasnovan je na Helios ciljničkom sustavu sa biokularnom optikom i povećanjem x3 i x12. Sustav za lansiranje i vođenje razvila je tvrtka ESCO, a sustavu je moguće dodati i termovizijsku kameru. Ovaj sustav je usvojen od švedske vojske i izvezen u tri zemlje članice NATO-a. Tvrtka British Aerospace također proizvodi optički ciljnički sustav koji se montira na krov vrtoleta i koji je namijenjen britanskoj vojsci. Ovaj je sustav

kasnije modificiran dodavanjem termovizijske kamere. Europske vojske preferiraju sustave koji se montiraju na krov vrtoleta jer se oni mogu uporabiti na bojištu a da se pri tome ne izlaže čitav vrtolet kao što je to slučaj kod vrtoleta s ciljničkim sustavima ugrađenim u nosu.

Razvoj TOW-a pokazuje do kojih je promjena došlo na području vrtoletnih POVR-a tijekom posljednja tri desetljeća koliko traje utrka s timovima koji razvijaju nove zaštite oklopa MBT-a čiji je razvoj opet, potaknut razvojem protuoklopnih vođenih raketa. Tijekom 70-ih godina, MBT-i s obje strane željezne zavjese počinju dobivati značajno učinkovitija poboljšanja glede zaštite. Tanji oklop bio je jedna od solucija koja je davala tanku veću mobilnost, a isto tako je novo rješenje u vidu Chobham oklopa zasnovanog na novim keramičkim tvorivama značajno reduciralo učinkovitost tzv. HEAT (engl., High Explosive Anti-Tank - protuoklopna bojna glava sa snažnim eksplozivom) kao i kumulativnih bojnih glava. Alternativna solucija bila je reaktivni oklop koji ustvari čini niz malih eksplozivnih pločica raspoređenih po površini klasičnog oklopa. Kada klasična kumulativna bojna glava svojim kumulativnim mlazom aktivira eksploziv u toj pločici, dolazi do detonacije koja raspršuje kumulativni mlaz nastao aktiviranjem "napadačke" bojne glave.

Nakon izlaska na scenu reaktivnog oklopa uslijedila je reakcija američkih konstruktora POVR-e TOW u obliku razvoja veće

Ruski vrtolet Ka-50 trenutno je u razvoju kako bi se ispunili zahtjevi koji se postavljaju pred slijedeću generaciju borbenih vrtoleta. Za naoružavanje ovog vrtoleta u protuoklopnom smislu namijenjena je raketa Vikhr (NATO oznaka AT-16)



(promjer 127 mm) kumulativne (glavne) bojne glave sa snažnim punjenjem koja ispred sebe ima "sondu" (izduljeni nos) kako bi se dobila optimalna tzv. "stand-off distanca" (udaljenost od oklopa na kojoj se aktivira bojna glava kako bi se postigao optimalni učinak kumulativnog mlaza). Ovime je dobivena POVR **ITOW** (engl., **Improved**

**TOW** - unaprijeđeni (poboljšani) TOW) koja je nosila oznaku BGM-71C. Ova je raketa ubrzo dobila svoju nasljednicu u raketi TOW-2 (BGM-71D) koja je dobila veću bojnu glavu (152 mm), digitalnu umjesto analogne elektronike sustava za vođenje, kao i dužu nosnu sondu. Ova se raketa može dobiti kao kompletno nova ili se mogu stariji tipovi raketa izmjenom gore nabrojanih elemenata "prevesti" u novi tip rakete **TOW-2**. Nakon ove inačice uslijedila je još jedna inačica s oznakom **TOW-2A (BGM-71E)** koja

je dobila malo tzv. prekursor kumulativno punjenje u vrhu sonde (izduženog nosa) kako bi se tim punjenjem aktivirao reaktivni oklop te na taj način "otvorio put" glavnoj kumulativnoj bojnoj glavi, koja onda svojim

snažnim punjenjem uništava klasični sloj oklopa. Ovakva se bojna glava, kako je već spomenuto, naziva tandem bojna glava.

Nakon inačice TOW-2A na scenu stupa inačica **TOW-2B (BGM-71F)**. Ova raketa ima također dvostruku bojnu glavu no nema direktan profil napadaja, već cilj napada odozgo pri čemu se cilj kod prelijetanja

lijetanja cilja laserski altimetar detektira profil tanka te armira bojne glave, dok magnetski senzor bilježi poremećaj u magnetskom polju (izazvan velikom količinom metala) te aktivira bojne glave koje probijaju tanki oklop na gornjoj površini tanka. Kod ovakvog profila napadaja operator, isto kao i kod ostalih POVR-a koji imaju direktni profil

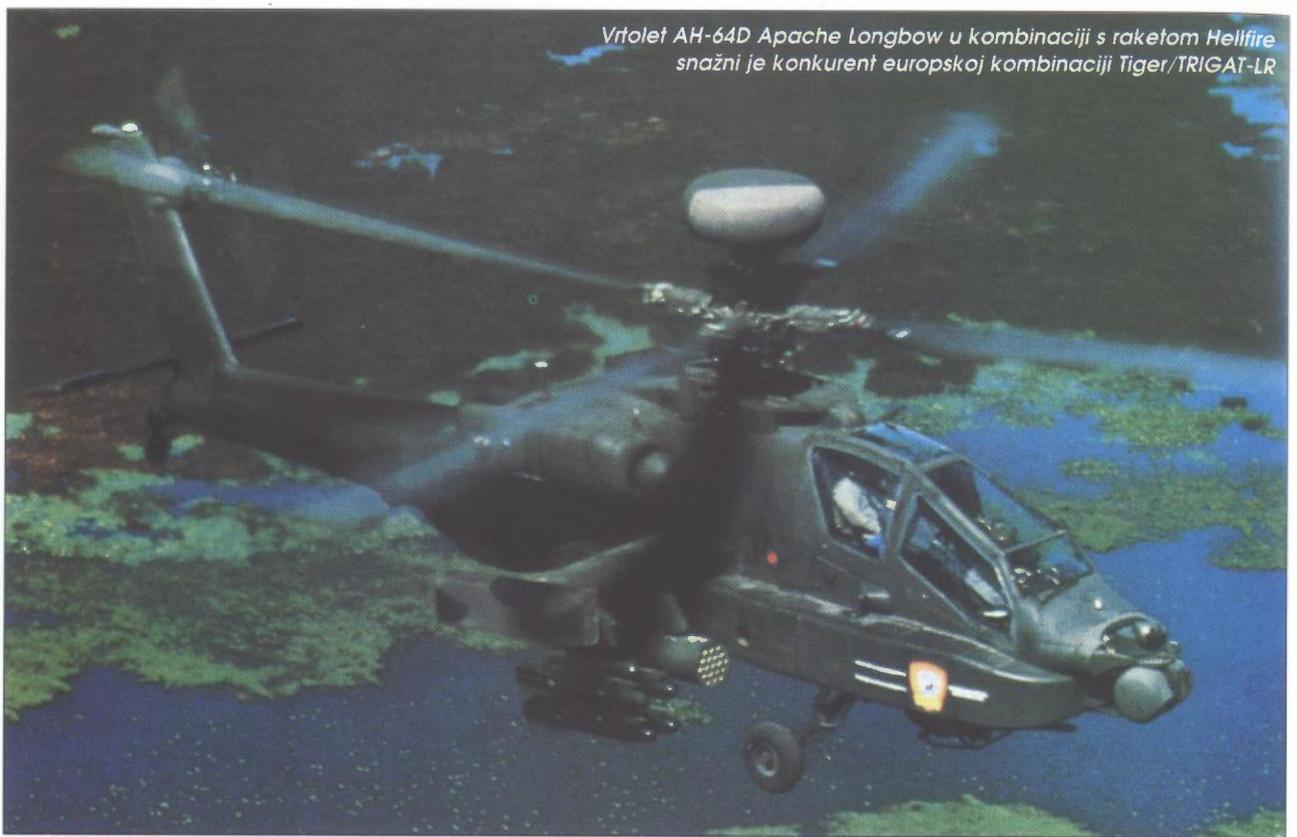
napadaja, cilja na metu, a sustav vođenja drži raketu na crti leta (koja se nalazi iznad cilja, odnosno crte ciljanja) čiji se pak položaj u odnosu na crtu ciljanja definira programiranjem unutar sustava vođenja. Sličan razvoju rakete TOW-2B je i britanski razvoj "nadalje poboljšanog" TOW-a (engl., Further Improved TOW - FITOW) koji ima senzore slične onima kod rakete TOW-2B no ima poboljšani sustav upaljača. Ciljnički sustav M-65 je također unapređivan tijekom



Na slici je vrtolet AH-64 Apache naoružan protuoklopnim vođenim raketama Hellfire. Sustav Hellfire pokazao se kao vrlo svestran i adaptivan sustav koji ima mogućnost uporabe više tipova senzora kao i praktično istodobno gađanje više ciljeva odjednom i po danu i po noći

detektira dualnim senzorom (radi u laserskom i magnetskom modu), koji onda u optimalnom položaju iznad cilja aktivira jednu pa zatim i drugu bojnu glavu. Ovaj senzor, naime, radi na sljedeći način: prigodom pre-

kom vremena. Da bi se omogućilo djelovanje po noći ili u uvjetima smanjene vidljivosti danju, sustavu je početkom 80-ih godina dodan FLIR senzor (engl., Forward Looking Infra-Red - "IC sustav za motrenje prednje



polusfere"). Ovaj sustav je obično nazivan Cobra-NITE ili C-NITE.

## Ostale zemlje

PO vođeni raketni sustav HOT prošao je kroz slične faze modernizacije kao i TOW. **HOT-2** raketa dobila je poboljšanu bojnu glavu promjera 150 mm sa ugrađenom sondom, dok je raketa **HOT-3** razvijena s tandem bojnom glavom. Kod svih ovih raketa se zapovijedi prenose putem žice, no ruska raketa -ekvivalent raketama HOT i TOW - pod nazivom **9M114 "Kokon"** ili **AT-6 "Spiral"** ima sustav vođenja u okviru kojeg se zapovijedi do rakete prenose radio putem kao što je to bio slučaj s naprijed spomenutom raketom Škorpion. Raketa Kokon instalirana je na ruske vrtolete Mil Mi-24 Hind i na Mil Mi-28 Havoc, kod kojih je unutar ciljničkog sustava instaliran također i laserski daljinomjer za mjerenje daljine do cilja. Kada je riječ o sustavima instaliranim na ove vrtolete, treba reći da se ovdje radi također o sustavu vođenja druge generacije kod kojeg se raketa prati uz

pomoć trasera montiranog na njenom stražnjem dijelu. Ovdje treba spomenuti i novu "dalekometnu" rusku POVR pod nazivom **Vikhr** koja ima maksimalni doomet od 10.000 metara, nadzvučnu brzinu, vrlo veliku probojnost te tzv. "laser beam riding" sustav vođenja. Ova raketa instalira se na vrtolete Ka-50 i služi za vođenje protuoklopne borbe na vrlo velikim daljinama. O ovoj raketi bilo je već riječi u Hrvatskom vojniku te nema potrebe za njezinim detaljnim opisom.

Južnoafrička vojna industrija proizvodi POVR ZT3 Swift s laserskim vođenjem.

Naime, ova raketa ima SACLOS sustav vođenja, kod kojeg sustav vođenja prati raketu uz pomoć kodiranog IC izvora (trasera) dok kodirane zapovijedi ka raketi šalje preko laserske zrake. Ova se raketa (sustav) nudi na tržištu s borbenim vrtoletom Rooivalk.

## Lasersko vođenje

Lasersko vođenje se također koristi i kod POVR **Hellfire (AGM-114A)** koju je razvila i proizvodi američka tvrtka Rockwell, no ovdje se kodirana laserska zraka koristi za obilježavanje cilja. Naime, laserskim se obilježavačem "gada" cilj, laserska se zraka odbija od cilja, tražilo u nosu rakete "hvata" zraku te leti ka njenom izvoru a to je površina cilja od koje se zraka odbija. Raketa se može lansirati poslije ili prije nego tražilo uhvati cilj, odnosno lasersku zraku koja se odbija od cilja. Ovakav način funkcioniranja omogućava ispaljivanje velikog broja raketa u vrlo kratkom vremenu prema različitim ciljevima pri čemu svaki obilježavač šalje ka "svojoj" raketi (posredno preko refleksne površine cilja) svoju kodiranu zraku.



*Modificirani vrtolet Panther (prikazan na slici i korišten za ispitivanje sustava za novi borbeni vrtolet Tiger) opskrbljen je optičkim ciljničkim sustavom Osiris, sustavom ATA za nadzor paljbe, te kontejnerima s protuoklopnim vođenim raketama TRIGAT-LR. U okviru ove konfiguracije sustav Osiris se pokazao kao sustav koji je sposoban prikazati na monitoru sustava za kontrolu i ciljanje visokokvalitetnu TV i termovizijsku sliku na daljinama većim i od 8000 metara*

Prednost ovog sustav je ta što operatoru u vrtoletu koji treba lansirati rakete, ciljeve mogu obilježavati drugi vrtoleti, pješaci na prvoj crti ili pak robotizirana vozila. Prva inačica rakete Hellfire ima klasičnu kumulativnu bojnu glavu dok kasnije inačice (**AGM-114B**) mogu imati slikovno IC tražilo i/ili tandem bojnu glavu. Posljednja inačica **Hellfire-2 (AGM-114K)** koju je razvila tvrtka Lockheed Martin ima tražilo koje radi u milimetarskom valnom području (radi na frekvenciji od 95 GHz) koje ne samo da omogućava gađanje ciljeva na vrlo velikim daljinama (do 10.000 metara) nego dopušta i obilježavanje na većim daljinama preko veza za prijenos podataka. Tvrtka SFIM trenutačno radi na razvoju novog ciljničkog sustava za uporabu u sklopu sustava Hellfire pod nazivom Helicopter Extended Range Laser Illuminating Sight (**HELRLIS**).

Napori da se raketa Hellfire-2 proda zajedno sa vrtoletima Longbow Apache britanskoj vojsci naišli su na snažan (na kraju bezuspješan) otpor konstrukcijskog tima, koji je radio na konstrukciji i razvoju vrtoleta Eurocopter Tiger, koji kao glavni oružnički sustav ima POVRS treće generacije **TRIGAT-LR**. Ovaj je sustav opširnije opisan u prošlim brojevima Hrvatskog vojnika, no ovdje ćemo samo ponoviti da se radi o PO vođenom sustavu koji u svom sastavu ima POVRS TRIGAT-LR s ugrađenim slikovnim IC tražilom (engl. skraćeno IIR) te tandem bojnu glavu. Kod ove se rakete u završnoj fazi koristi poniranje ka cilju. Raketa je povezana sa sustavom za vođenje preko optičkog sustava Osiris koji ima u svom sastavu i termovizijsku kameru.

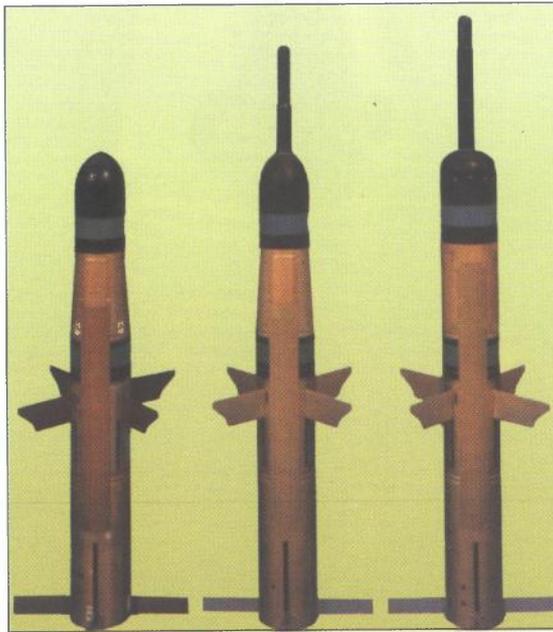
Oba koncepta imaju svoje prednosti i mane. Tražilo koje radi u milimetarskom valnom području ima veću fleksibilnost na

bojištu kao i povećani domet, no s druge strane može pokazati osjetljivost na ometanje. S druge strane IIR je manje riskantna tehnologija zasnovana na bogatom iskustvu, no može se govoriti i o tome da je to ipak još uvijek "kratkovalni" sustav koji ne može napraviti razliku između prijatelja i neprijatelja. Kod obje rakete napušteno je vođenje preko žice zato jer ovakav način prijenosa ograničava brzinu rakete do one granice do koje ovakvo vođenje može funkcionirati.

Kako je poznato, indijs-



**POVRS HOT razvijena je u tri inačice koje su izveze u 25 zemalja. Na slici je prikazano lansiranje rakete HOT s vrtoleta Gazelle iz sastava francuske vojske**



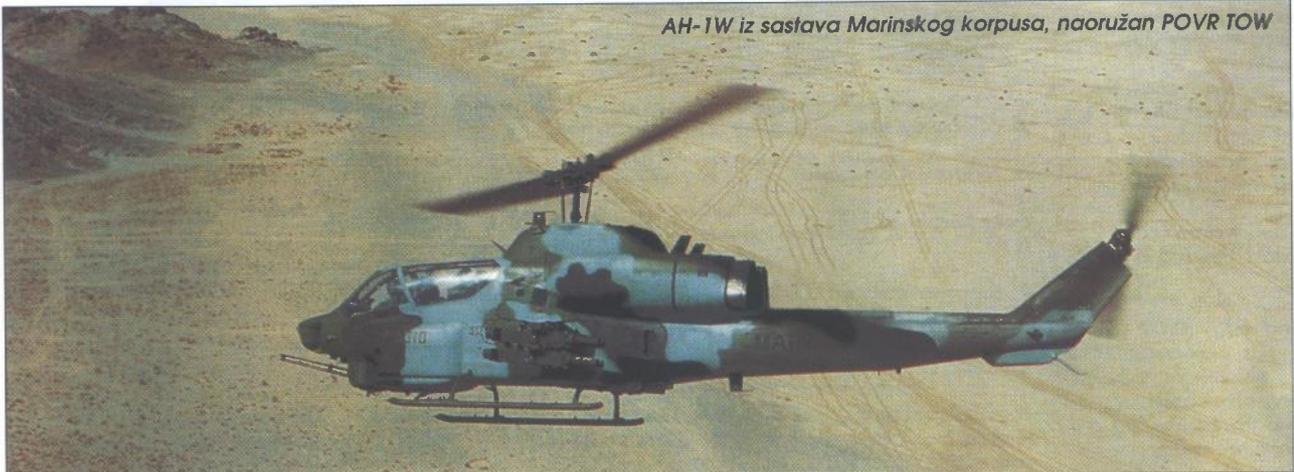
**Do sada je proizvedeno preko 500.000 raketa TOW u nekoliko inačica i to počevši od temeljne inačice BGM-71A preko inačice BGM-71C pa sve do inačice BGM-71F. Na slici su prikazane prve tri inačice**

ka vojna industrija razvija raketu Nag koja će imati prijenos zapovijedi za vođenje radiovezom te IIR tražilo ili tražilo koje radi u milimetarskom valnom području, no trenu-

tačno drugi detalji nisu poznati. Na pariškoj izložbi zrakoplovstva (Paris Air Show) održanoj prošle godine, tvrtka Kentron pokazala je model nove protuoklopne vođene rakete razvijene za južnoafrički vrtolet Rooivalk, za koju su bila najavljena test bojna lansiranja za mjesec lipanj 1995. godine. Ova nova raketa u početku nazvana ZT-6, no sada bez oznake, još uvijek je u razvoju a još uvijek nisu izabrane ni sve glavne "tehničke značajke" rakete. Ova će raketa svakako imati tandem bojnu glavu te maksimalni domet od 8000 metara, težinu pri lansiranju 52 kg i srednju brzinu leta 530 m/s. Prigodom bojnih testova isprobavano je tražilo s poluaktivnim laserskim navođenjem te tražilo koje radi u milimetarskom valnom području.

U proteklih 40 godina, protuoklopne vođene rakete prošle su dugi razvojni put te dostigle razinu visoke učinkovitosti i ubojnosti. Sijedećih 40 godina zasigurno će proteći u daljnjoj borbi za razvoj još sofisticiranijih i učinkovitijih protuoklopnih vođenih raketa, koje će na drugoj strani imati jakog suparnika u danas jednom od najvažnijih oružničkih sustava - tanku. □

**AH-1W iz sastava Marinskog korpusa, naoružan POVRS TOW**





**RH-ALAN d.o.o.**

RH-ALAN d.o.o., Stančićeva 4,  
10000 Zagreb  
Tel.: 385 1 45 40 22, 46 86 67  
fax. 385 1 45 40 24  
REPUBLIKA HRVATSKA

# FUZE UTU M78



## 1. Kratak opis

Upaljač UTU M78 je udarnog, trenutačnog-usporenog djelovanja, mehaničkog tipa. Upaljač djeluje samo pri udaru u prepreku. Izbor djelovanja vrši se okretanjem slavine.

### Brief description

Fuze UTU M78 is impact-detonated, instantaneous-delayed, mechanical type. The fuze is activated only by striking the object. The delay can be set by the usual turnscrew of the side of the fuze.

## 2. Namjena

Upaljač UTU M78 namijenjen je za kompletiranje trenutačno-fugasnih mina kalibra 120 mm, model M63.

### Purpose

Fuze UTU M78 completes all HE mortar bombs 120 mm, model M63.

## 3. Sigurnost

Upaljač je sigurnog tipa s prekinutim inicijalnim lancem.

### Safety

Safety is ensured by discontinued initiating charge.

## 4. Vrste djelovanja

Trenutačno i usporeno (0.02 - 0.05 s)

### Nature

Impact and delay (0.02 - 0.05 s)

## 5. Zahtjevi armiranja

Minimalno ubrzanje 700 g  
Arming requirements

Acceleration min. 700 g

6. Sigurnost pri padu

3 m

Safe height of falling

3 m

7. Sigurnost ispred usta cijevi

min. 17 m

Muzzle safety distance

min. 17 m

8. Temperaturno područje rada

od - 30°C do +50°C

Operational temperature range

-30°C to +50°C

9. Hermetičnost

Upaljač je hermetičan.

Impermeability

Fuze is impermeable.

10. Sigurnost pri transportu

Upaljač je siguran pri svim vrstama transporta.

Safety during transportation

Completely safe.

11. Masa

425 g

Weight

425 g

12. Remont

Upaljač je pogodan za remont.

Repair

Fuze is repairable

13. Skladištenje

10 godina

Safe-keeping

10 years

# UPALJAČ UTU M78

# FUZE UTU M93



**RH-ALAN d.o.o.**

RH-ALAN d.o.o., Stančićeva 4,  
10000 Zagreb  
Tel.: 385 1 45 40 22, 46 86 67  
fax. 385 1 45 40 24  
REPUBLIKA HRVATSKA



# UPALJAČ UTU M93

## 1. Kratak opis

Upaljač UTU M93 je udarnog, trenutačno -usporenog djelovanja, mehaničkog tipa. Upaljač djeluje samo pri udaru u prepreku.

### Brief description

Fuze UTU M93 is impact-detonated, instantaneous-delayed, mechanical type. The fuze is activated only by striking the object.

## 2. Upaljač UTU M93 namijenjen

je za kompletiranje trenutačno-fugasnih mina kalibra 120 mm.

### Purpose

Fuze UTU M93 completes the HE mortar bombs 120 mm.

## 3. Sigurnost

Upaljač je sigurnog tipa s prekinutim inicijalnim lance. Temeljno osiguranje izvedeno je pomoću kuglica.

### Safety

Safety is ensured by discontinued initiating charge. Main safety

system is ball constructed.

## 4. Vrste djelovanja

Trenutačno i usporeno (0.02 - 0.05 s)

### Nature

Impact and delay (0.02 - 0.05 s)

## 5. Zahtjevi armiranja

Obavlja se inercijskom silom na udaljenosti 2.5 do 5 m ispred usta cijevi.

### Arming requirements

Arming is based on inertial force, at a distance of 2.5 to 5 m from

the muzzle.

## 6. Sigurnost pri padu

1.5 m

Safe height of falling

1.5 m

## 7. Sigurnost ispred usta cijevi

min. 1.5 m

Muzzle safety distance

min. 1.5 m

## 8. Temperaturno područje rada

od -30°C do +50°C

Operational temperature range

-30°C to +50°C

## 9. Hermetičnost

Upaljač je hermetičan u vodi do 0.2 m dubine.

### Impermeability

Fuze is impermeable in the water up to 0.2 m of depth.

## 10. Sigurnost pri transportu

Upaljač je siguran pri svim vrstama transporta.

Safety during transportation

Completely safe.

## 11. Masa

550 g

Weight

550 g

## 12. Remont

Upaljač je pogodan za remont.

Repair

Fuze is repairable.

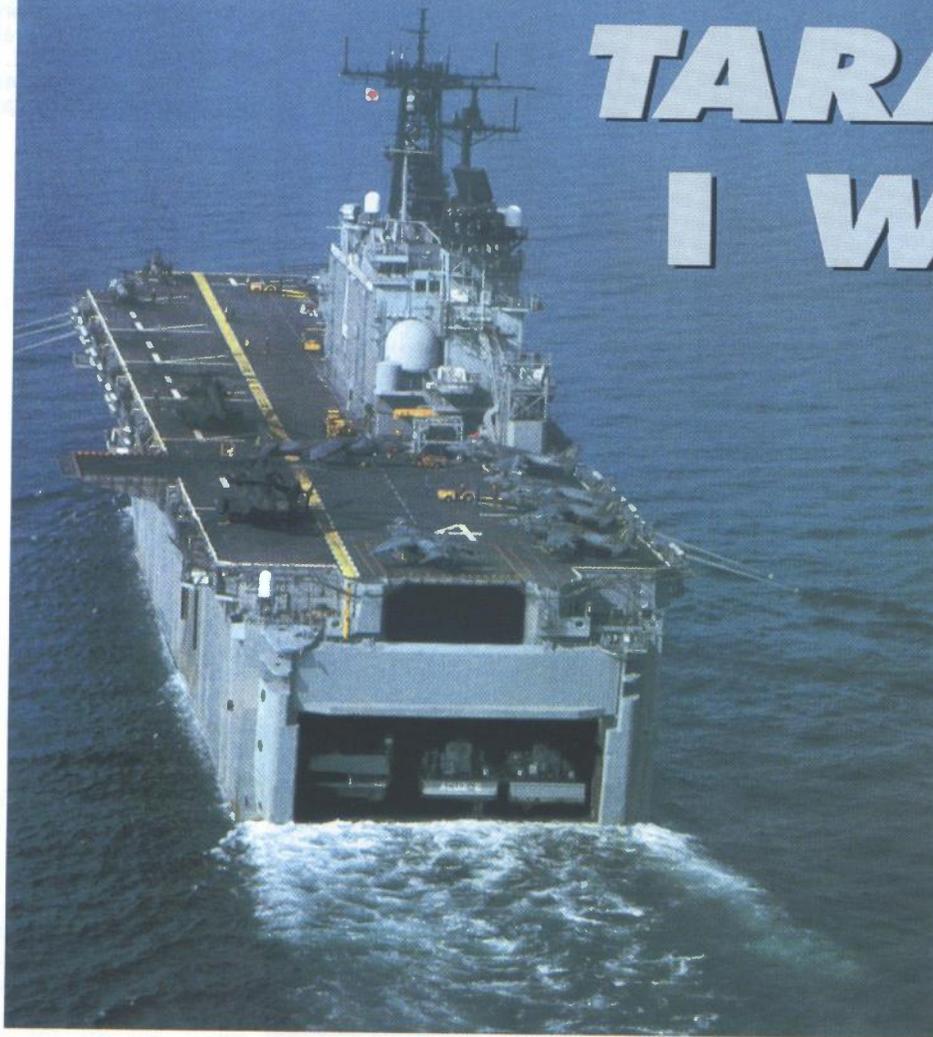
## 13. Skladištenje

10 godina minimalno

Safe-keeping

10 years min.

# Desantni brodovi klasa **IWO JIMA, TARAWA I WASP**



Američka ratna mornarica raspolaže plovilima za projekciju vojne moći u svim krajevima svijeta među koje spadaju i brodovi-desantne platforme klasa *Iwo Jima*, *Tarawa* i *Wasp*

## **Dario BARBALIĆ**

pedicijskom postrojbom mornaričkog pješništva (Marine Expeditionary Unit - MEU). Ova formacija od oko 1900 ljudi stalno je ukrcana na brodovima klasa *Tarawa* i *Wasp*. MEU je obično pod zapovjedništvom pukovnika, a najmanja

**P**ostojanje i broj brodova-desantnih platformi u sastavu neke flote je možda najbolji pokazatelj pomorske, a shodno tome i političke strategije neke zemlje. Danas nekoliko zemalja raspolaže ovakvom vrstom brodova različitih tonaža, no njihovi začetnici i prvi korisnici su bili stratezi i konstruktori američke ratne mornarice. U ovom ćemo tekstu obraditi tri najznačajnije klase: *Iwo Jima*, *Tarawa* i *Wasp*, ponajprije zato da bismo prikazali razvoj koncepcije i projekata u vremenskom slijedu od gotovo 50 godina.

Brodovi ove vrste su u službi Korpusa (Zbora) mornaričkog pješništva (US Marine Corps), posebnog vida oružanih snaga SAD jačine gotovo 200.000 ljudi (mobilizacijom tijekom rata postiže broj od 400.000 ljudi), a koji raspolaže i vlastitim zračnim snagama. Opstanak ovako velikog Marinskog korpusa i u današnjim izmijenjenim političkim (ali

ponajprije financijskim) okolnostima, te gradnja novih desantnih platformi, jasno ukazuje na odlučnost američkih stratega da se i dalje održi nazočnost njihovih oružanih snaga u svim kriznim zonama svijeta. Govoreći pred Kongresom 1991. godine admiral Frank B. Kelso, zapovjednik pomorskih operacija američke mornarice izjavio je da je svrha američke strategije takav broj i raspored desantnih flotnih sastava koji bi, izbjije li kriza bilo gdje u svijetu, omogućio da se u to područje može za sedam dana rasporediti jedna amfibijska ekspedicijska udarna skupina sposobna za izvođenje specijalnih operacija, za 14 dana i druga, dok bi se za trideset dana mogla rasporediti cijela Ekspedicijska brigada mornaričkog pješništva (Marine Expeditionary Brigade - MEB - formacija jačine 15.000 ljudi).

Jedna amfibijska ekspedicijska udarna skupina formira se na jednom od brodova-desantnih platformi sa ukrcanom tzv. eks-

je od tri postojeća tipa formacija mornaričkog pješništva (svaka ima i zrakoplovnu komponentu u obliku mješovitog vrtoletskog squadrona) koja je predviđena za zadaće ograničenog trajanja i ciljeva. Zanimljivo je da se u američkoj strategiji izbjegava koncentracija dviju MEU, već se za teže zadaće predviđa jedna od dviju većih formacija (MEB je čak sedam puta brojnija). Uz desantni brod-platfomu, u sastav udarne skupine ulazi i jedan nosač zrakoplova čija je zračna potpora neophodna za izvođenje bilo kakve operacije u području gdje se očekuje značajniji otpor. Primjerice, takav sastav bio je povremeno prisutan na pučini pred Mogadishuom za vrijeme krize u Somaliji (ali uvijek u vrijeme ozbiljnijih vojnih operacija), te povremeno u Jadranskom moru, čija je jedna od zadaća bila potpora pri izvlačenju eventualno oborenih pilota zračnih snaga zemalja NATO saveza u Bosni. S ukidanjem mnogih američkih prekomorskih baza

(poput onih na Filipinima) desantni brodovi s ukrcajnim mornaričkim pješastvom kao sredstvo brzog razvoja snaga samo dobivaju na važnosti. Jedan od autora je u časopisu američkog Pomorskog instituta "Proceedings" iznio opravdanja za velika ulaganja američkih oružanih snaga u gradnju nosača zrakoplova i desantnih platformi (cijena jednog plovila klase *Wasp* 1992. godine bila je 980 milijuna dolara, a ove godine narasla je na 1,2 milijarde dolara). On ukazuje da se danas u svijetu (s nekim izuzecima poput SAD koje su izvršile velika ulaganja u prometnu infrastrukturu u zemlji) većina populacijskih, urbanih, industrijskih i vojnih središta nalazi unutar polumjera 80 kilometara od obale mora ili oceana. Uz to, čak 50 posto takvih objekata nalazi se unutar 30 kilometara od obale, dakle nadohvat ruke pomorskih zračnih i desantnih formacija.

Godine 1993. je objavljena Bijela knjiga Mornarice i Marinskog korpusa "... S mora" ("... From the Sea") u kojoj su dati temelji za restrukturiranje američkih pomorskih snaga. U njoj je također posebno naglašena namjera da američke pomorske snage budu sposobne djelovati u obalnim područjima bilo gdje u svijetu, te je uveden novi taktički pojam "Naval expeditionary force" (NEF) - Mornaričke ekspedicijske snage, pri čemu je očito riječ o združenoj formaciji pomorskih, zračnih i snaga mornaričkog pješastva. Naime riječ je o formaciji koja u svom sastavu ima nosač zrakoplova, brodove desantne platforme, površinske ratne brodove, podmornice, mornaričke postrojbe posebnih namjena (SEAL), te brodove minolovce i protuminske vrtolete. Pri tome sve ove komponente ne moraju biti istodobno prisutne u sastavu NEF-a, već to ovisi o zadaći koja može varirati od "demonstracije snage" pred protivničkom obalom pa do iskrcavanja mornaričkog pješastva kao posljednjeg stupnja djelovanja u litoralnom (obalnom) području. Trenutačno postojeći organizacijsko-taktički oblik organizacije Marinskog korpusa jesu **MAGTF** (Marine air

ground task forces) odnosno Mornaričke zračno-kopnene postrojbe, koje su same po sebi otvoreni organizacijski oblik sastavljen od "blokova", kako bi se po potrebi mogle dodavati dodatne komponente. Tako se ovisno o zadaći u jednu cjelinu sastavljaju elementi koji dolaze iz divizije mornaričkog pješastva, zrakoplovnog winga i logističkih postrojbi, a sve pod jasnim zapovjedništvom jednog čovjeka. MAGTF stoga nije ograničen niti veličinom niti strukturom, kao što su to temeljni organizacijski oblici mornaričkog pješastva. MAGTF-a čine zapovjedni dio, dio za borbu na kopnu, zrakoplovni dio, te postrojba za potporu.



**Briefing časnika ekspedicijske postrojbe mornaričkog pješastva na palubnom traktoru broda klase *Tarawa* prije polaska na zadaću**

S druge strane javnosti je predstavljen plan prema kojem bi prijevozni kapaciteti američke desantne flote 2010. godine trebali biti sposobni prevesti postrojbe veličine 2,5 Mornaričke ekspedicijske brigade, što znači čak 38.000 vojnika s pripadajućom opremom. Danas je to nemoguće bez angažiranja popisnih civilnih trgovačkih brodova, pona-

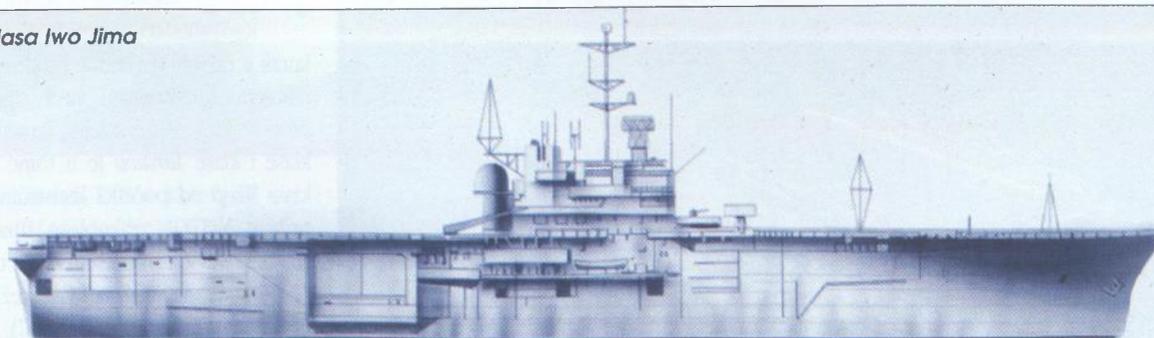
jprije zbog nedostatka prijevoznog prostora za vozila koja organizacijski pripadaju tako velikim postrojbama. Prema planu za to bi bilo potrebno raspolagati s 36 brodova koji bi činili 12 desantnih skupina, dakle po tri broda u svakoj, dok se danas u sastavu svake desantne skupine nalazi po pet brodova. Nova će organizacija biti moguća kada se izgradi nova klasa desantnih brodova **LPD-17** koji bi trebali zamijeniti postojeće brodove klase **Austin**, **Newport** i **Anchorage** (predviđena cijena po brodu 690 milijuna dolara). Dvanaest brodova klase LPD-17 imalo bi takav kapacitet da bi se moglo zamijeniti čak 41 postojeće plovilo, što uključuje i neke pomoćne brodove. Tada će se svaka desantna grupacija sastojati od jednog desantnog broda LPD-17, jednog "broda-doka" tipa **LSD**, te 12 desantnih brodova-platformi klase **Tarawa** i **Wasp**.

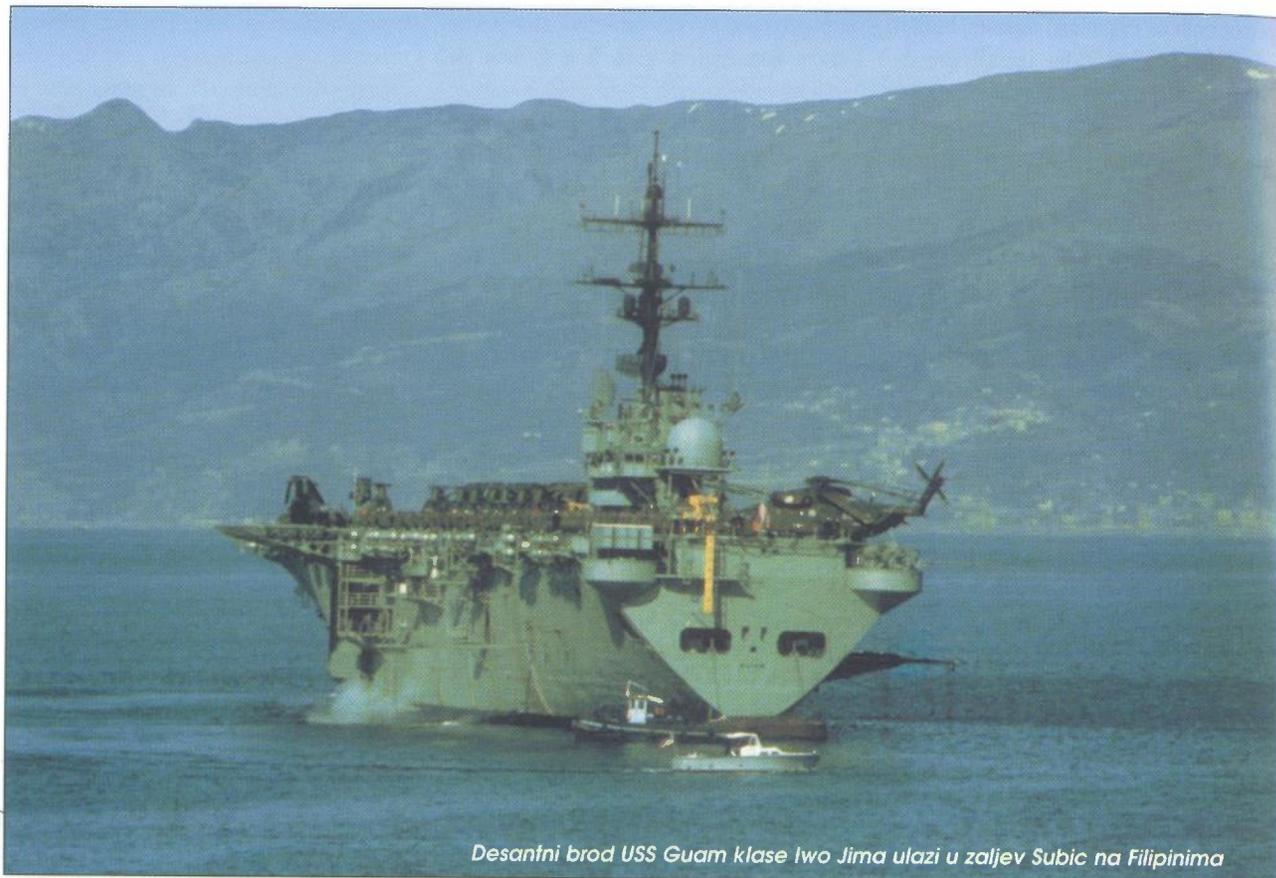
## Povijest koncepta

Razvoj brodova-desantnih platformi je blisko vezan uz razvoj vrtoleta kao sredstva za izvođenje desantnih operacija iz zraka (kao druge vertikalne dimenzije desanta), a ne samo desanta s mora što je bio slučaj u dotadašnjim ratovima. Stoga nije ni čudo da su prve desantne platforme zapravo bili samo nosači vrtoleta, da bi tek kasnije došlo do simbioze ovog plovila i broda koji prevozi desantne čamce i amfibije. Godine 1956. američka je ratna mornarica ponovno aktivirala bivši nosač zrakoplova **USS *Thetis Bay*** (CVE-90) pretvorivši ga u svoj prvi nosač vrtoleta, a što je bila izravna posljedica pozitivnih iskustava iz uporabe vrtoleta u Korejskom ratu. Na brodu je bilo smješteno dvadeset transportnih vrtoleta te 1000 pripadnika mornaričkog pješastva.

Iskustva su bila dovoljno dobra da se 1959. godine prišlo gradnji prvog broda posebno projektiranog za primjenu koncepta "vertikalnog desanta" pod oznakom **LPH** (što zapravo označava Amphibious Assault

**Klasa *Iwo Jima***





Desantni brod USS Guam klase Iwo Jima ulazi u zaljev Subic na Filipinima

Ship - Helicopter - Amfibijski jurišni brod - vrtoletski) i slavnim imenom *Iwo Jima*. Na brodu je predviđen smjestaj za pojačanu bojnu mornaričkog pješništva jačine 1700 do 2000 ljudi te do 20 transportnih vrtoleta. Ovi su brodovi ulazili u sastav flote tijekom šezdesetih i početkom sedamdesetih godina, a neki od njih su aktivni i danas.

Eksperimentiralo se i s pregradnjom nosača zrakoplova klase *Essex*, no to se pokazalo preskupim i neučinkovitim. Ukupno su tri nosača ove klase pregrađena u vrtoletne desantne platforme i to kao privremeno rješenje tijekom vijetnamskog rata, kako bi popunili prazninu do završetka gradnje klase *Iwo Jima*. S razvojem taktike "vertikalnog desanta" usporedno se razvijala i mijenjala sveobuhvatna taktika pomorskog desanta. Nosač vrtoleta je s vremenom postao dio desantne udarne skupine u kojoj

je bilo još brodova, od kojih su posebno važni bili oni koji su imali mogućnost desantiranja vozila i tankova. S potrebom da se u blizinu protivničke obale dopremi sve veći broj vojnika i opreme, te da se njihov razvoj maksimalno olakša i ubrza, zamišljene su i nove vrste brodova.

Pri kraju vijetnamskog rata odobrena su sredstva za projektiranje i izradu dotad najambicioznijeg projekta desantne platforme. Prvi brod u novoj klasi brodova označen kao **LHA** (Amphibious assault ship - general purpose, odnosno Amfibijski jurišni brod opće namjene) je ponio ime jedne od najkrvavijih bitaka Mariškog korpusa u ratu na Tihom oceanu - *Tarawa*. Revoluciona novost u koncepciji se sastojala u tome što ova plovila više nisu bila samo nosači vrtoleta, već i brodovi koji su u svojoj utrobi imali naplavni dok gdje su se u

desantne čamce mogla ukrcavati vozila i tankovi. Uz to što je dok usložnjavao konstrukciju, to je neminovno značilo da će brodovi ove klase imati veće protežnosti i deplasman (40.000 tona naspram 18.000 tona klase *Iwo Jima*). Mnogo više mjesta na plovilu omogućilo je da *Tarawa* postane i zapovjedni brod pomorskog i/ili zapovjednika mornaričkog pješništva, kao i da se povećaju bolnički kapaciteti koji su bili na raspolaganju čitavoj borbenoj skupini. Pokazalo se da je konstrukcija palube bila dovoljno čvrsta da bi mogla primiti V/STOL zrakoplove, tako da mornaričko pješništvo više nije ovisilo o potpori letjelica s nosača zrakoplova. Sedamdesetih i osamdesetih godina vodile su se rasprave između pobornika gradnje većeg broja malih nosača zrakoplova i pobornika gradnje nekoliko velikih jedinica. Tijekom ove rasprave nove desantne platforme su u jednom trenutku razmatrane kao moguća djelomična zamjena za klasične nosače zrakoplova.

Kao sljedeći i zasada posljednji korak u razvoju desantnih brodova opće namjene konstruirani su i izgrađeni brodovi klase *Wasp*. Razlika između ove klase i klase *Tarawa* je u tome što je klasa *Wasp* od početka konstruirana za prihvat V/STOL zrakoplova tipa AV-8 Harrier, te da može ukrcati do tri desantne lebdjelice tipa LCAC težine 90 tona (*Tarawa* prima jedan LCAC). Uz to, ovi brodovi su dobili bolji zapovjedni sus-



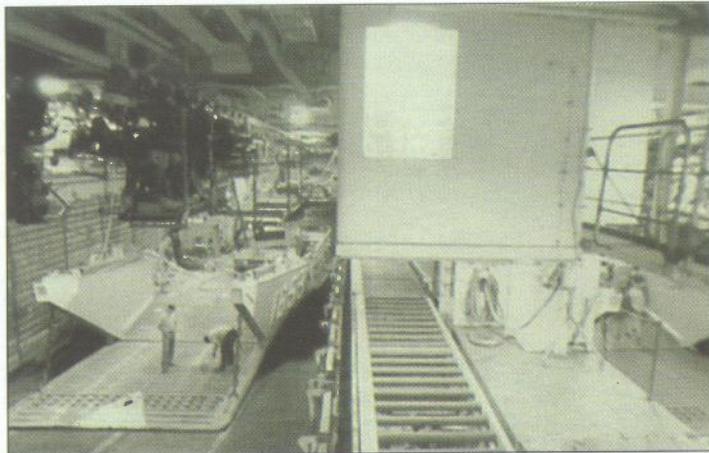
USS Tarawa

tav potpomognut računalima i pokazivačima sustava AEGIS koji se mogu povezati sa sličnim sustavima na drugim brodovima u floti. Na taj način i zapovjednici mornaričkog pješaštva na brodu i zapovjednik broda imaju bolji pregled situacije na bojišnici i mostobranu na obali. Povećan je i prostor za brodsku bolnicu i zubnu ambulantu kako bi se poboljšao standard posade i ukrcanih pripadnika mornaričkog pješaštva. Klase *Wasp* i *Tarawa* znatno su složenije za održavanje od klase *Iwo Jima*, pa tako moraju na remont svake četiri i pol godine, a sam remont traje prosječno 11 mjeseci.

## Klasa *Iwo Jima*

U razdoblju od 1963. do 1970. godine ukupno je izgrađeno pet brodova klase *Iwo Jima*. Pogonsku skupinu činila su dva parna kotla Babcock & Wilcox i jedna turbina De Laval/General Electric/Westinghouse ukupne snage 17,2 MW (23.000 KS). Najveća brzina broda je 23 čvora, dok pri brzini od 20 čvorova brod može prepliviti 10.000 milja. Posada broda broji 902 člana od čega su 52 časnika. Prijevozni kapacitet klase *Iwo Jima* je 1562 vojnika (158 časnika), 1500 tona pogonskog goriva za letjelice, te dva desantna čamca tipa LCPL. Ukoliko skladišne prostore na *Iwo Jimi* usporedimo s dvije kasnije klase vidjet ćemo da su oni relativno skromni i imaju kapacitet 403 m<sup>3</sup> za vozila, te 1050 m<sup>3</sup> za paletizirani teret. Brod može primiti do 20 vrtoleta

1972. do 1974. godine **USS Guam** je služio za ispitivanja koncepta **SCS** (Sea Control Ship) broda, odnosno "priručnog" nosača zrakoplova (vidi Hrvatski vojnik br.3) da bi zatim ponovno bio vraćen svojoj prvotnoj



Desantni čamac tipa LCU 1610 u doku. Na stropu se vidi sustav dizalica

namjeni, no s njega je još neko vrijeme letjelo 12 AV-8A. Poletno-sletna paluba omogućava istodobno uzlijetanje ili polijetanje sedam vrtoleta CH-46 ili četiri CH-53D. Na krajevima palube se nalaze dva dizala za

klase *Iwo Jima* su na kraju svog radnog vijeka i zamjenjuju se brodovima klase *Wasp*. Planirano je da se **USS Inchon** tijekom ove godine preuredi u brod za zapovijedanje, nadzor i potporu u protuminskoj borbi, s bazom u luci Ingleside u Texasu. Nakon pregradnji u hangarima će se moći smjestiti do osam protuminskih vrtoleta Sikorsky MH-53E Sea Dragon, a broj članova posade će porasti na 1420 ljudi (od čega 113 časnika). Na poletno-sletnoj palubi postaviti će se nove dizalice, dok će se radionice proširiti i modernizirati.

Temeljno protuzrakoplovno naoružanje brodova klase *Iwo Jima* čine dva osmerostruka lansera protuzrakoplovnih projektila

Raytheon GLMS Mk 25 Sea Sparrow dometa 14,6 kilometara. Zanimljivo je da su na brodovima ove klase zadržana i dva stara dvostruka topa Mk 33 kalibra 76 mm, a na njih se moglo postaviti i do osam strojica

### USPOREDNE ZNAČAJKE KLASA IWO JIMA, TARAWA, WASP

Klasa	Istisnina (tona)	Autonomija (nm/čv)	Lebdjelice (LCAC)	Pješaštvo sredstva	Desantna (najviše)	Vrtoleti (AV-8B)	Zrakoplovi
<b>Iwo Jima</b>	18.798	10.000/20	-	1562	2 LCPL	20	4-12
<b>Tarawa</b>	39.967	10.000/20	1	1703	2 LCM 6, 4 LCPL, 4 LCU	26	6-20
<b>Wasp</b>	40.532	9500/18	3	1870	-	30	6-20

podizanje letjelica na letnu palubu. S ovih brodova nekoliko su puta tijekom različitih operacija polijetali protuminski vrtoleti.

12,7 mm. No, kao posljednju crtu obrane od protubrodskih projektila ovi brodovi imaju dva CIWS sustava General Electric/General Dynamics Vulcan Phalanx Mk 15 sa šest cijevi kalibra 20 mm, te četiri šestocijevna lansera chaffova Loral Hycor SRBOC Mk 36.

## Klasa *Tarawa*

U početku se planirala gradnja devet brodova klase *Tarawa*, da bi kasnije ovo bilo smanjeno na pet jedinica. Dužina ovih brodova je 254,2 metra, a širina 40,2 metra, dok im je gaz 8 metara. Poletno-sletna paluba duga je 250 i široka 36 metara (9000 m<sup>2</sup> korisne površine). Pogonsku skupinu čine dva parna kotla ložena mazutom spojena na dvije Westinghousove visokotlačne turbine, što daje pogonsku snagu od 52,2 MW (70.000 KS). Na taj način postignute su slične manevarske karakteristike kao i na klasi *Iwo Jima*, odnosno najveća brzina od 24 čvora te doplov od 10.000 nautičkih milja pri brzini od 20 čvorova. Posadu čini 930 ljudi (od čega 56 časnika), dok brod može prevoziti do 1703 pripadnika mornaričkog



Natovareni LCU napušta dok broda USS Belleau Wood u južnokorejskim vodama

Boeing CH-46D/E Sea Knight ili do 11 Sikorsky CH-53D Sea Stallion (pojačani vrtoletski squadron). U slučaju potrebe, umjesto dijela vrtoleta na brodove ove klase može se ukrcati do četiri zrakoplova McDonnell Douglas AV-8B Harrier II. U razdoblju od

Tijekom operacije "Pustinska oluja" 1991. godine **USS Tripoli** je u Perzijskom zaljevu naletio na minu, no već nakon nekoliko tjedana ponovno je bio u službi. U prosincu 1992. **USS Tripoli** bio je glavni brod za potporu tijekom iskrcavanja u Somaliji. Brodovi



pješništva, do 30 vrtoleta raznih tipova (dio očito mora biti manjih poput Bell AH-1W Super Cobra) te raznovrsne kombinacije desantnih sredstava. Tako je npr. moguće ukrcati jednu desantnu lebdjelicu LCAC (Light Air Cushion Vehicle) čiji je prijevozni kapacitet 60 do 75 tona (jedan tank tipa M1A1 Abrams ili četiri borbeno vozila LAV-25(MC) i 24 potpuno opremljena vojnika). Druga kombinacija jest četiri desantna čamca tipa LCU 1610 (korisna nosivost 170 tona), odnosno dva LCU i dva LCM 8 (nosivost 80 tona ili 200 vojnika). Treća moguća kombinacija je 17 desantnih čamaca tipa LCM 6 (nosivost 34 tone ili 80 vojnika) ili 45 amfibijskih oklopnih transporterava LVTP-7. U brodskim spremnicima može biti uskladišteno 1200 tona pogonskog goriva za vrtolete i zrakoplove.

## Struktura

Ispod poletno-sletne palube nalazi se hangar u dvije razine (svaka se proteže na pola duljine palube). Hangar, poletno-sletna paluba i ukrcajni dok su međusobno spojeni rampama, te s dva lifta, jednim na krmu i jednim na lijevoj boku broda.

Ispod stražnjeg lifta nalazi se naplavni dok (dužine 81 i širine 24 metra). Površina garaže za vozila je 3123 m<sup>2</sup>, a u skladišnim prostorima ima 3273 m<sup>2</sup> prostora za paletizirani teret.

Za skrb o ranjenicima na brodu se nalaze operacijske dvorane, sobe s rendgenskim uređajima, laboratoriji, izolacijske sobe, zubne ambulante, ljekarne i skladišta medicinskih potrepština. S poletno-sletne palube istodobno može polijetati do dvanaest vrtoleta CH-46 Sea Knight ili devet CH-53 Sea Stallion, što je gotovo dvostruko povećanje u odnosu na klasu *Iwo Jima*. Brodovi mogu ponijeti do 26 vrtoleta CH-46 ili 19 CH-53, a često se ukrcajavu i borbeni vrtoleti AH-1W. Umjesto jednog dijela ovih vrtoleta, brod može primiti šest V/STOL lovaca-bombardera AV-8B Harrier II, a u slučaju potrebe i veći broj. Zanimljivo je da s brodova klase *Tarawa* mogu djelovati i bespilotne letjelice.

## Naoružanje broda

U odnosu na klasu *Iwo Jima*, klasa *Tarawa* dobila je snažnije naoružanje, ponajprije topničko. Predstavljaju ga tri topa FMC Mk 45 Mod 1 kalibra 127 mm, što je slično topničkom naoružanju krstarica ili razarača.

Jena su po dva lansera sustava RAM (Rolled Airframe Missile), svaki s po 21 raketom. Prednji lanser smješten je iznad zapovjednog mosta, dok je stražnji smješten na stražnjem kraju poletno-sletne palube. Ovaj oružani sustav je od početka konstruiran ponajprije za borbu protiv protubrodskih projektila, a izrađen je u koprodukciji američke tvrtke General Dynamics i njemačkog konzorcija RAM. Temeljna taktička prednost je u tome da sustav RAM nije limitiran brojem kanala sustava za upravljanje paljbom (što ovisi o ciljničkom radaru), kao što su to poluaktivno navođeni projektili poput Sea Sparrowa, pa se na taj način izbjeglo zagušenje u slučaju koordiniranog napadaja salvom protubrodskih projektila. Projektil sustava RAM je kombinacija pogonskog sustava i bojne glave rakete Sidewinder (težine 9,1 kg) i pasivnog infracrvenog tragača rakete Stinger. Uz pasivni IC tragač projektil ima i dvije antene senzora radarskog zračenja što ga stvaraju radari za samonavođenje protivničkih protubrodskih projektila. Kut zahvata signala radara je vrlo širok pa je dovoljno samo približno usmjeriti lanser raketa prema smjeru odakle dolazi protubrodski projektil. To istodobno znači da je moguće reagirati serijom projektila RAM protiv nekoliko protubrodskih projektila koji istodobno dolaze iz više različitih smjerova. Sama brzina projektila RAM je oko 2 Macha dok mu je domet 9,6 kilometara.

### Desantni brodovi klase *Tarawa* (LHA)

Ime	Oznaka	Kobilica	Porinuć	Ulazak u flotu
<b>Tarawa</b>	LHA 1	15. studeni 1971.	1. prosinac 1973.	29. svibanj 1976.
<b>Saipan</b>	LHA 2	21. srpanj 1972.	18. srpanj 1974.	15. listopad 1977.
<b>Belleau Wood</b>	LHA 3	5. ožujak 1973.	11. travanj 1977.	23. rujan 1978.
<b>Nassau</b>	LHA 4	13. kolovoz 1973.	21. siječanj 1978.	28. srpanj 1979.
<b>Peleliu</b> (bivši <i>Da Nang</i> )	LHA 5	12. studeni 1976.	25. studeni 1978.	3. svibanj 1980.

Za blisku obranu na brod je postavljeno i šest topova McDonnell Douglas M 242 kalibra 25 mm. Na brodovima ove klase, počevši od USS **Peleliu** (LHA 5) 1993. godine, postavljeno

U početku su se na brodu nalazila i dva lansera projektila Sea Sparrow, no oni su tijekom 1991. godine zamijenjeni s dva CIWS sustava Vulcan Phalanx. Daljnji prijedlozi idu u smjeru kombiniranja sustava Phalanx i RAM, pri čemu bi se radar Phalanxa koristio za otkrivanje niskoletućih protubrodskih projektila i davanje inicijalnog usmjerenja lanserima RAM.

## Elektronički sustavi

Za nadzor zračnog prostora na brodovima klase *Tarawa* rabe se radari Hughes AN/SPS 52C (3D radar dometa 490 kilometara) i Lockheed AN/SPS 40 B/C/D (dometa 320 km) koji rade u E/F frekvencijskom području. Mortenje površine vrši se radarom Raytheon AN/SPS 67 (V). Sustav Mk 86, među ostalim uključuje i radare

Lockheed AN/SPG 60 i AN/SPQ 9A, te optoelektroničke senzore, a služi za upravljanje paljbom topova i projektila.

Svi sustavi broda povezani su u Integrirani taktički sustav za desantne operacije (Integrated Tactical Amphibious Warfare Data System, **ITAWDS**), koji omogućava kompletan nadzor nad oružanim sustavima, sensorima, navigacijom, brodskim desantnim sredstavima, zrakoplovima, vrtoletima, kao i nad vođenjem elektroničke borbe. Stratezi amfibijskog ratovanja bi vrlo rado imali na raspolaganju taktičku zapovjednu računarsku mrežu **WAN** (Wide Area Network) u kojoj bi uz pomoć visokofrekventne radio-veze bile povezane lokalne računarske mreže desantnih snaga na obali, desantne platforme, desantni brodovi, nosači zrakoplova itd.. Na taj bi način svaki korisnik u realnom vremenu

imao uvid u tijek desantne operacije, potrebe i resurse koji mu stoje na raspolaganju. No **zasada to onemogućavaju tehnički problemi** u pouzdanom prijenosu **tolike količine informacija bez povremenog zagušenja linija.**

Za zaštitu od protubrodskih projektila služe četiri lansera SRBOC. Na klasi *Tarawa* za obranu od akustički samonavodnih torpeda postavljen je sustav ometača AN/SLQ 25 Nixie i akustične plutače SLQ-49. Ugrađen je i kompleksni sustav za raščlambu radarskih prijetnji, ometanje i zavaravanje protivničkih radara tipa AN/SLQ 32 V(3).



*Krmeni dio poletno-sletne palube USS Nassau s zrakoplovima AV-8B Harrier II i vrtoletima CH-53E Super Stallion*

## Klasa Wasp

U operativnoj uporabi sada su četiri broda klase *Wasp*, dok su još dva u gradnji. Sredstva za šesti brod u klasi (1,2 milijardi dolara) prvobitno nisu uspjela ući u budžet za 1993. godinu. Kako bi ugovor o gradnji ipak bio sklopljen, Kongres je odobrio predujam od 300 milijuna dolara, što je bio presedan u dotadašnjoj praksi. S druge strane, to ukazuje na važnost koja se pridaje gradnji ovih jedinica jer oni zamjenjuju brodove klase *Iwo Jima*. Sedma jedinica u klasi nije

uspjela ući u budžet za 1995. godinu. Predviđeno je da brodovi klase *Wasp* budu u službi 40 godina.

Brodovi ovog tipa su tek neznatno veće istisnine i protežnosti od prethodne klase (600 tona veće istisnine, tri metra dulji i dva metra širi), ali imaju znatno veći ukrcani kapacitet. Značajno je da se prigodom prolaska kroz Panamski kanal dva bočna lifta moraju sklopiti. Zanimljivo je da je površina poletno-sletne palube manja za gotovo 840 m<sup>2</sup> nego na klasi *Tarawa*. Posadu broda čini 1077 članova od čega 98 časnika, a brod može primiti 1870 pripadnika mornaričkog pješaštva. Neki ih pomorski stručnjaci opisuju kao "male nosače zrakoplova" ponajprije zbog njihove mogućnosti prihvatiti i posluživanja do dvadesetak zrakoplova AV-8B Harrier II, ali i protežnosti *Wasp*-a su gotovo jednake onima nosača zrakoplova iz drugog svjetskog rata. Tipična zrakoplovna skupina sastoji se od 30-tak vrtoleta različitih tipova (CH-46, CH-53D, CH-53E, AH-1T, AH-1W, UH-1N, SH-60B/F), te šest do osam AV-8B. Kao jednu od zanimljivosti tvrtka Ingalls Shipbuilding koja gradi ove brodove navodi da je prije porinuća 30. srpnja 1987. godine *Wasp* ušao u Guinnessovu knjigu rekorda kao najveći ikad ljudskom rukom sagrađeni objekt, koji je pokretan po površini kopna



S prostrane poletno-sletne palube *Wasp*-a istodobno može polijetati devet letjelica

(prijeden je put od 84,5 metra). Pogonska skupina jednaka je onoj na klasi *Tarawa* što brodovima klase *Wasp* daje najveću brzinu od 22 čvora i autonomiju od 9500 nautičkih milja pri brzini od 18 čvorova.

### Struktura

Na stražnjoj polovici broda nalaze se dva dizala, svako na jednom boku. Naplavni dok dug je 81,5 i širok 15,25 metara, a u njega se mogu smjestiti tri lebdjelice LCAC

tone brzinom od 10 km/h. Vozila i borbeno sredstva u unutrašnjosti broda smještena su po redu ukrcaja u desantna sredstva. Uočljivo je da je zapovjedni most smješten dvije palube niže nego na klasi *Tarawa* jer su zapovjedne i komunikacijske funkcije premještene u unutrašnjost broda kako bi se izbjegla mogućnost teškog udara desantnoj operaciji samo jednim "sretnim" pogotkom (izvorni termin je cheap kill - jeftin zgoditak) u most.

Novost je i smještaj bolnice (600 krev-

#### Desantne platforme klase Wasp (LHD)

Ime	Oznaka	Kobilica	Porinuče	Ulazak u flotu
<i>Wasp</i>	LHD 1	30. svibanj 1985.	4. kolovoz 1987.	29. srpanj 1989.
<i>Essex</i>	LHD 2	20. ožujak 1989.	4. siječanj 1991.	17. listopad 1992.
<i>Kearsarge</i>	LHD 3	6. veljače 1990.	26. ožujak 1992.	16. listopad 1993.
<i>Boxer</i>	LHD 4	8. travanj 1991.	13. kolovoz 1993.	prosinac 1994.
<i>Bataan</i>	LHD 5	travanj 1994.	ožujak 1996.	svibanj 1997.
<i>Bonhomme Richard</i>	LHD 6	travanj 1995.	ožujak 1995.	svibanj 1998.

ukupnog kapaciteta 180 tona u jednom valu. Ovo je jedna od glavnih prednosti klase *Wasp* u odnosu na prethodike, jer se time omogućuje tzv. "desant preko horizonta", odnosno čak na udaljenosti do 40 kilometara od obale. Na taj način se smanjuje rizik ostećenja broda-desantne platforme u borbi, pa se on može nalaziti na većoj udaljenosti

ta i šest operacijskih dvorana) u blizini desantnog prostora koji bitno povećava operacijske kapacitete, a što može imati velikog utjecaja na smanjenje smrtnosti ranjenih vojnika dopremljenih na brod. Sama poletno-sletna paluba izrađena je od visokootpornog čelika HY-100, i s nje istodobno može polijetati i slijetati devet vrtoleta.

### Naoružanje broda

Sustav naoružanja na brodovima klase *Wasp* bitno je drukčiji od onog na prethodnoj klasi, jer se u potpunosti odustalo od topničkog naoružanja većeg kalibra. Umjesto toga, postavljeno je isključivo naoružanje za blisku proturaketnu i protuzračnu obranu. Tako je po jedan sustav Phalanx smješten na krmene kuteve broda, zajedno s jednim lanserom Sea Sparrowa. Na prednjem dijelu



Klasa *Wasp* od početka je konstruirana za ukrcaj desantnih lebdjelica i V/STOL zrakoplova

nadgrada nalazi se po jedan lanser projektila Sea Sparrow i jedan Phalanx. Osam strojica kalibra 12,7 mm služi za blisku obranu broda. Za očekivati je da će se i na ovoj klasi početi ugrađivati proturaketni sustav RAM.

U stručnim krugovima Marinskog korpusa u tijeku je rasprava o nužnosti iznalaženja rješenja izravne topničke potpore snagama na mostobranu. Naime, temeljno topničko oružje ukracano na ratnim brodovima koji pružaju potporu desantnoj udarnoj skupini su topovi kalibra 127 mm čiji je domet ograničen na 23 kilometra, a brzina paljbe je 20 granata u minuti, što nije dovoljno da dohvati sve ciljeve vrijedne za snage na mostobranu. Trenutačno se radi na projektilu povećanog dometa koji bi bio privremeno rješenje. U jednom trenutku se čak razmatralo ponovno aktiviranje bojnih brodova klase *Iowa* radi njihovih topova kalibra 406 mm čije bi se streljivo također moglo poboljšati i povećati mu domet. Kao bolje, trajnije rješenje razmatra se prilagodba taktičkog raketnog sustava **ATAMCS** razvijenog za potrebe američke kopnene vojske, koji ima domet od preko 180 kilometara, a može ponijeti bojnu glavu težine 250 kg. Kako se radi o sustavu većih protežnosti (ispaljuje se iz lansera sustava MLRS) bilo bi ga lakše smjestiti na brod većih protežnosti, nego li na primjer na fregatu, pa se brodovi-desantne platforme pojavljuju kao jedan od mogućih nositelja sustava. Indikativno je da je tijekom prošle godine izvršeno uspješno prvo ispitno lansiranje baš sa desantnog broda.

No i to je nepotpuno rješenje, jer je (kao i u slučaju krstarećih projektila) riječ o skupom oružju koje se ne isplati primjenjivati protiv pojedinačnih ciljeva (poput jednog tanka, topa ili višečijijskog raketnog bacača) koji mogu usporavati napredovanje na pojedinim smjerovima. U rješavanje problema uključila se jedna od vodećih američkih znanstvenih ustanova, Institut za primijenjenu fiziku "John Hopkins" gdje se u sklopu jednog od programa radi na laserskim oružjima kao mogućem budućem naoružanju brodova.

## Elektronički sustavi

Za nadzor zračnog prostora rabe se radari ITT Gilfillan AN/SPS-48E (3D radar dometa 402 km, E/F frekventno područje) i Raytheon AN/SPS-49(V)9 (domet 450 km, c/d frekventno područje). Sustavi za elektroničke protumijere, aktivnu i pasivnu zaštitu broda su istovjetni onima na klasi *Tarawa*. Zapovjedni sustav je već spomenuti

ITAWDS, no uz dodatak posebnog taktičkog zapovjednog i nadzornog sustava za pripadnike desantne skupine mornaričkog pješništva pod nazivom Marine Tactical Amphibious C<sup>2</sup> System - **MTACCS**. Ovi sustavi posebice olakšavaju rad vrlo važne službe **TACRon** (Tactical Air Control



USS Kearsarge neposredno nakon porinuća

Squadron) koja se nalazi obično ukracana na brodu-desantnoj platformi. Njena je zadaća koordiniranje i nadzor zračnih operacija u ime zapovjednika Amfibijske udarne skupine. To uključuje nadzor zračnog prometa, koordinaciju vrtoletskih operacija, bliske zračne potpore, protuzračne obrane, te operacija spašavanja oborenih pilota. Zračni prostor pridodan amfibijskoj skupini obično je definiran nekim jasnim zemljopisnim ili specifičnim vremenskim odrednicama. S napretkom desantne operacije i širenjem mostobrana ova se funkcija može preseliti s desantne platforme na kopno.

## Zaglavak

Iz planova gradnje novih desantnih platformi klase *Wasp* (još dvije) te čitave nove serije brodova klase LPD-17 jasno je vidljivo nastojanje američkih pomorskih stratega da što više pojačaju svoju sposobnost projekcije snaga Marinskog korpusa u udaljenim krajevima svijeta, za što su predviđena značajna sredstva u budućim vojnim budžetima. Tako bi početkom sljedećeg stoljeća Marinski korpus trebao imati znatno veće sposobnosti za brze pomorske intervencije nego sada.

Za američkim primjerom idu i neke manje mornarice poput britanske, koja gradi desantne platforme klase *Ocean* i talijanske, za koju su tijekom osamdesetih godina izgrađena tri broda klase *San Giorgio*, a i Japanci imaju slične namjere. Važno je uočiti da britanska i talijanska ratna mornarica tradicionalno imaju posebne postrojbe mornaričkog pješništva, koje su danas dio snaga za brze intervencije. Talijani su tako koristili svoje brodove *San Marco* i *San*

*Giorgio* u operaciji povlačenja svojih snaga iz Mogadishua, dok su se Britanci još 1982. godine na Malvinima (Falklandima) suočili s nedostatkom vlastitih desantnih kapaciteta, što su nadomjestili mobilizacijom velikog broja popisnih trgovačkih brodova. Koliko će se trend gradnje brodova - desantnih platfor-

mi raznih veličina nastaviti i koliko će ga prihvatiti razne ambiciozne mornarice zemalja Trećeg svijeta, tek treba vidjeti, no to će umnogome ovisiti od financijske moći potencijalnih naručitelja ovako skupih plovi- la. Na primjer, kako bi se povećao domet i kapacitet desanta, očito postoji potreba da se na desantne platforme mogu ukrcati i s njih djelovati lebdjelice (ovu sposobnost talijanski brodovi nemaju). U svakom slučaju riječ je o specifičnoj klasi ratnih brodova čiji će razvoj biti definiran mnogim čimbenicima poput daljnjeg razvoja vrtoleta i taktike njihove uporabe, letjelica sa zakretnim rotorima poput američkog V-22 Ospreya, V/STOL zrakoplova, lebdjelica itd. No očito je da koncept brodova-desantnih platformi ima perspektivu.



### Literatura:

1. Naval Forces, prosinac 1989. "RAM profile"
2. Proceedings, veljača 1992. J. E. O'Neil "Amphibious Big Decks = Naval Presence"
3. Proceedings, rujn 1993. L. F. Murphy "Who the ... Is "Icepack"?"
4. Proceedings, studeni 1993. Terry Pierce "The Naval Expeditionary Force"
5. Sea Power, studeni 1995. Edgar Prina "From Over Horizon to Over the Beach"
6. (skupina autora) "US Navy and Marine Corps - Student Textbook", US General Staff College, Fort Levenworth 1990.
7. Arnold Meisner "Tarawa and Wasp Class", Concord Publications, Hong Kong 1992.
8. Agostino von Hassell "Strike Force", Airline, Shrewsbury 1992.
9. Richard Sharpe "Jane's Fighting Ships 1994-95", Jane's Information Group, Coulsdon 1994.



**U** blažavanje preostalih zabrana u gradnji podmornica u Njemačkoj, prvo mogućnost udvostručenja tonaže, pa zatim i potpuno ukidanje preostalih ograničenja u veličini (osim zabrane gradnje plovila na nuklearni pogon) rezultiralo je razvojem podmornica tipa **209**, većih, snažnije naoružanih i uspješnijih od ranijih tipova.

## Tip 209

Grčka je 1967. godine dala prvu narudžbu za kupnju podmornica tipa 209, svakako najuspješnijeg izvoznog programa njemačke ratne brodogradnje. Nastala nakon tipova **205** i **206**, u odnosu na njih imala je dvostruko veću standardnu istisninu od 990 tona. To je povećanje prije svega bilo u funkciji poboljšanja značajki

postojećih sustava i njihove dogradnje, te ugradnje dodatnih, novih sustava. Ta su se poboljšanja očitovala u:

- ugradnji četiri umjesto dva dizel-generatora čime su znatno povećani akcijski radijus i snaga propulzijskog postrojenja
- poboljšanju senzorskih sustava i sustava za upravljanje paljbom
- uređaju za krcanje višenamjenskih žicom vođenih torpeda tvrtke AEG
- poboljšanju životnih uvjeta posade i opreme za spašavanje

Prve četiri podmornice tipa **209/0** (klasu **Glavkos**) naručila je Grčka, a građene su istodobno s podmornicama tipa 206 u brodogradilištu Howaldtswerke-Deutsche Werft - HDW u Kielu, a sve su ušle u službu do kolovoza 1972. godine. Ove podmornice su modernizirane uz pomoć HDW-a tijekom

1989./1990. godine u sklopu programa Neptune, a ugrađen im je novi sustav za upravljanje naoružanjem Unisys, novi sonari, sustav za elektroničku borbu Argo, navigacijski sustavi i što je najznačajnije, novi lansirni sustav koji omogućava i podvodno lansiranje protubrodskih projektila McDonnell Douglas Sub Harpoon.

Slijedila je turska narudžba podmornica tipa **209/1** (klase **Atilay**), koje su imale povećanu standardnu istisninu na 1000 tona. Međutim, zbog financijskih problema narudžba se nije mogla ostvariti prije konačnih pregovora i potpisivanja Njemačko-Turskog programa vojne pomoći. Prve tri podmornice građene su u HDW-u i ušle u službu između 1975. i 1978. godine, dok su preostale tri izgrađene u turskom brodogradilištu Gölcük u Izmiru, primljene u flotu između 1981. i 1989. godine.

# RAZVOJ I GRADNJA PODMORNICA (II.dio)

## u Njemačkoj poslije II. svjetskog rata

Nakon vrlo uspješnih podmornica tipa 209 i njegovih izvedenica, njemačka industrija gradnje podmornica uspješno nastavlja svoj razvoj projektom 212

tivu za nuklearnu napadajnu podmornicu).

Zajednička značajka svih inačica podmornice tipa 209 je trup od nemagnetskog čelika, dubina ronjenja veća od 200 metara, posada od 30 ljudi, najveća podvodna brzina većine inačica je 22 čvora, faktor indiskrecije 10-20 posto. Duljina se kreće od 53 metra kod najmanje inačice 209/1 standardne istisnine od 990 tona do 64, 5 m kod tipa 209/1500 standardne istisnine 1450 tona. Ta fleksibilnost dozvoljavala je da podmornice budu prilagođene specifičnim zahtjevima pojedinih naručitelja, zahtjevima koji su ovisili o području djelovanja podmornice (temeljne razlike su operativne značajke kao što su akcijski radijus i autonomnost, te ugrađeni senzorski uređaji). Kapacitet baterije ostao je u odnosu s ukupnom istisninom, tako da je podvodna autonomnost (trajanje podvodne vožnje) različitih inačica tipa 209 približno jednaka.

Naručitelji su bile zemlje diljem svijeta s različitim klimatskim i pomorskim uvjetima. Izgrađene su inačice 209/0, 209/1, 209/2 i 209/3, koje su redom naručili: Grčka, Argentina, Peru (tip 209/1, klasa *Casma*), Kolumbija (209/1, klasa *Pijao*), Turska, te ponovno Grčka (209/1), Ekvador (209/2, klasa *Sbyri*), Venezuela (209/2, klasa *Sabalo*), Indonezija (209/2, klasa *Cakra*), Čile (209/3, klasa *Thomson*), Brazil (209/3, klasa *Tupi*), Južna Koreja (209/1, klasa *Chang Bong*), te ponovno Turska (209/3, klasa *Preveze*). Taj izvozni uspjeh može se pripisati činjenici da te podmornice sadrže četiri najvažnije i najcjenjenije značajke konvencionalnih podmornica: malu zamjetljivost, veliku autonomnost, veliku borbenu moć i nisku cijenu (gradnje i održavanja).

Najveće podmornice tipa 209, pojavljuju se pod oznakom **IKL-1500** (standardna istisnina 1500 tona), a građene su za Indiju. Njihova posebnost se očituje u ugrađenoj sferi za spašavanje, većoj dubini ronjenja i većim akcijskim radijusom od 18.000 NM. Međutim,

### Mislav BRLIĆ

zadržan je najbolji dio projekta podmornice tipa 209, t.j. međupaluba s uređajem za krcanje torpeda koja su uskladištena u skladištu ispod međupalube. Također, te su podmornice za 30 cm šire od ostalih podmornica istog tipa te imaju drugačije orebljenje. Prve dvije podmornice izgrađene su i opremljene u HDW-u, dok su druge dvije iz programa opremljene u Bombaju.

Zanimljiva značajka podmornica tipa 209 građenih za čileansku ratnu mornaricu su otvori za spašavanje u zapovijedno-operativnom središtu i prednjem prostoru predviđenom za smještaj torpeda, koji su naknadno preinačeni, omogućujući time pristup podmornici za spašavanje. Novina u projektu je otvor na stražnjem dijelu podmornice kojim je osiguran izlazni put za spašavanje iz strojarne.

Sredinom sedamdesetih godina shvatilo se da prodavanje licenci za gradnju podmornica drugim zemljama čini temelj buduće njemačke industrije gradnje podmornica kako bi se i nadalje zadržala postojeća pozicija na izvoznom tržištu, tako da su podmornice tipa 209 osim u Njemačkoj građene i grade se u Turskoj, Brazilu, Indiji i Južnoj Koreji. U travnju 1994. godine odobrena je gradnja dvije podmornice tipa 209 u Njemačkoj za egipatsku ratnu mornaricu, dok bi se ugradnja opreme obavila u SAD prema projektu brodogradilišta Ingalls.

### Tip 209 u ratu

Argentinska ratna mornarica je početkom 1982. godine imala dvije podmornice tipa 209/1 (*Salta* i *San Luis*). Podmornica *Salta* je neposredno prije početka sukoba bila podvrgnuta temeljitom pregledu i nije mogla biti operativna na vrijeme - očito potvrđujući činjenicu kako Argentina nije bila spremna za rat, t.j. nije očekivala takav britanski vojni odgovor.

Norveška podmornica Ula tipa 210

TSNW

Za Argentinu su napravljena dva trupa podmornica tipa 209/1, koji su prevezeni u Buenos Aires te tamo opremljeni pod nadzorom stručnjaka HDW. Od tada je ugovorena prodaja preko 40 podmornica raznih inačica ovog tipa 209 raznim zemljama diljem svijeta, potvrđujući time uspješnost tog projekta. Razna poboljšanja u akustici, sustavu naoružanja, istisnini i akcijskom radijusu ugrađena su u sljedeće inačice tog tipa. Zanimljivo je spomenuti da je relativni neuspjeh podmornica ove klase u sukobu oko Malvina (američki stručnjaci tvrdili su da podmornice nisu nimalo utjecale na ishod vojnih operacija), iskorišten u SAD kao razlog da se iz planova za gradnju podmornica izbacila svaka pomisao o konvencionalnim podmornicama (istodobno je konzorcij IKL, HDW, Ferrostal ponudio ratnoj mornarici SAD projekt podmornice IKL T 2000 kao jeftinije rješenje i alterna-

## Temeljne značajke pojedinih klasa njemačkih podmornica

Tip	Izmjere LxB (m)	Broj izgrađenih jedinica	Standardna Istisnina (t)	Istisnina Istisnina (t)	Brzina Brzina (čv)	Dubina ronjenja (m)	Broj član. posade	Broj torp. cijevi	Akc. rad. Akc. rad. (nm/čv)
201	42,4 x 4,6	3-Njemačka	395	433	10 17,5	180	17	8	3000/5-6 270/3
202	23,1 x 3,4	2-Njemačka	100	137	6 13		6	2	400/4
205	44,3 x 4,6	5-Njemačka	419	450	10 17	180	21	8	3950/4 228/4
205 mod		6-Njemačka							
205/DK	44,3 x 4,6	2-Danska	420	450	12 17		21	8	
206	48,6 x 4,7	18-Njemačka	450	520 600	10 17	200	22	8	4500/6 5000/8
207	45,2 x 4,7	15-Norveška	435	485	12 18	200	18	8	141/6
540	45,0 x 4,7	3-Izrael	420	600	11 17	200	22	8	4500/5 200/5
209/0	54,1 x 6,3	4-Grčka	990	1100 1207	11,5 22,5	250	31	8	8600/4 460/4
209/1	55,9 x 6,3	2-Argentina 6-Peru 2-Kolumbija 6-Turska 4-Grčka 4+2-J. Koreja	1000	1180 1207	11,5 22	250	32	8	11.300/4 460/4
209/2	59,5 x 6,3	2-Venecuela 2-Ekvador 2-Indonezija	1000	1265 1395	11 21,5	250	34	8	11.200/4 445/4
209/3	61,2 x 6,3	2-Čile 2+2-Brazil 2+2-Turska	1150	1300 1395	11 21	320	30	8	8200/8 400/4
IKL-1500	64,4 x 6,5	4+2-Indija	1450	1655 1810	11 22,5	300	36	8	18.000/4 400/4,5
P.6071	59,0 x 5,4	6-Norveška		1040 1150	11 23	250	20	8	5000/8
Dolphin	57,0 x 6,8	0+2-Izrael		1750 1950	11 20	350	30	6	
TR 1700	66,0 x 7,3	2+4-Argentina	1770	2150 2350	13 25	270	29	6	15.000/5 300/10
212	51,0 x 6,9		1280	1320 1800	12 20		23	6	

or na zauzimanje Falklandskog (Malvinskog) otočja. Pretpostavljalo se kako *Salta* nije upotrijebljena zbog nedovoljnog vremena za izobrazbu posade, no to je u suprotnosti s činjenicom da je njezina posada koja je prevezena u brodogradilište TSNW, za program izobrazbe podmornica TR 1700, ostala tamo za vrijeme cijelog rata i nijednom nije opozvana. Međutim, druga podmornica, *San Luis*, djelovala je u području Falklandskog otočja, pri čemu je dva puta napala britanske brodove. U prvom napadaju, prema nekim izvorima, podmornica je uspjela prodrijeti kroz zaštitu pratećih brodova (vjerojatno jedan od dva V/STOL nosača) te je ispalila torpeda na veliki cilj, koji nije identificiran, jer je podmornica koristila samo sonar, ali ne i periskope. Torpeda su promašila cilj, a Britanci su, shvativši da su napadnuti, započeli neprestani 20-satni lov na podmornicu, koji je završio bez uspjeha. U drugom slučaju, torpeda su ponovno promašila cilj, te je postalo jasno da nešto nije u redu sa sustavom za upravljanje torpedima pa je podmornica povučena iz operacija.

Kasnija istraživanja koja su provele europske tvrtke naznačila su da je pogreška proizašla iz kombinacije dvaju čimbenika;

neprikladnog održavanja sustava za upravljanje torpedima u argentinskoj mornarici i lošeg rukovanja torpedima. Argentinska ratna mornarica upotrebljavala je teška i laka torpeda AEG - Telefunken SST4, ali skoro je sigurno da su se u borbi koristila teška torpeda. No, bez obzira na te pogreške podmornica *San Luis* je pokazala kako je u stanju prodrijeti u područje iz kojeg se može obaviti borbeno djelovanje na cilj i preživ-

lužbu 30. travnja 1992. godine. Zbog visoke automatizacije posadu čini samo 20 ljudi (tri časnika). Podmornice klase *Ula* imaju podvodnu istisninu od 1240 tona, dok im je najveća podvodna brzina 23 čvora. Naoružane su s osam torpednih cijevi, a rabe torpeda AEG Seal i Seehecht. Zanimljivo je spomenuti da je na projektu radilo ukupno 300 što norveških što njemačkih tvrtki.

jeti lov koji je kasnije uslijedio i to mornarice čija je prioritarna zadaća protupodmornička borba, iako ne poglavitno u Južnom Atlantiku.

## Tip 210

Kako su i u Njemačkoj i Norveškoj ratnoj mornarici smatrali da je potrebno izvršiti zamjenu podmornica tipova 206 i 207, krajem sedamdesetih godina iniciran je zajednički rad na projektu podmornice tipa 210. Međutim, pomnije raščlambe ukazale su na razmišljanje u operativnim zahtjevima dviju mornarica, pa je Njemačka predala vođenje projekta Norvežanima, a program tada dobiva oznaku P.6071 i rezultira podmornicama klase *Ula*. Preliminarni projekt šest podmornica ove klase izradio je IKL, dok je detaljna razrada tehničke dokumentacije napravljena u brodogradilištu TSNW. Međutim, Njemačka ipak nije odustala od tog projekta te se prihvatila njegove razrade kako bi imala koristi od već uskladenih zajedničkih sustava i opreme razvijenih početnim programom (Projekt tipa 211).

Gradnja prve podmornice tipa 210 u brodogradilištu TSNW započela je početkom 1987. godine, a *Ula* je ušla u flotu 27. travnja 1989. godine, dok je posljednja iz serije, *Utsira* ušla u

Za Venezuelu su izgrađene dvije podmornice klase Sabalo tipa 209/2

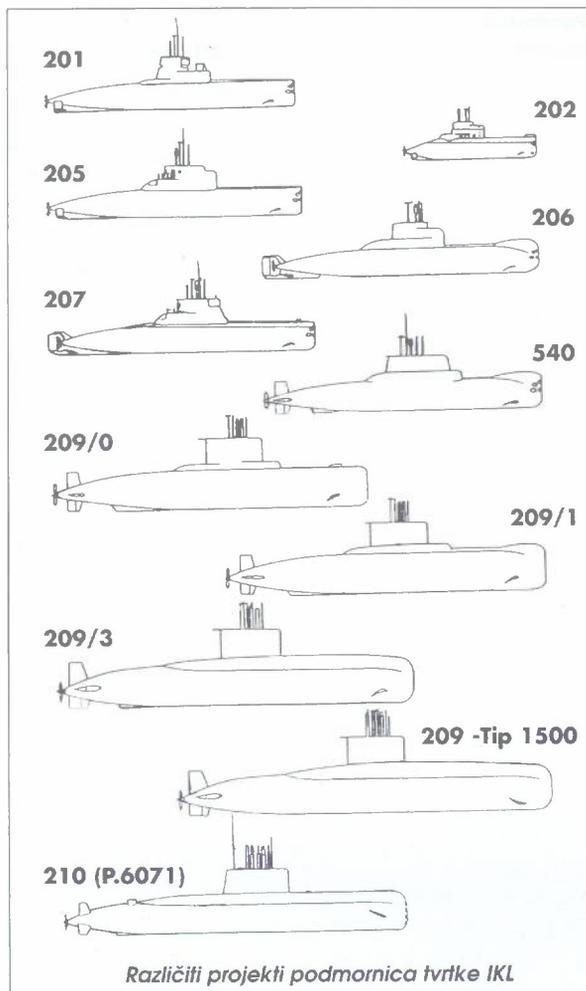


Sudjelovanje norveške industrije na ovom poslu je značajno, a svakako treba spomenuti iznimno sofisticirani borbeno-operativni (Command and Weapon Control System) sustav Kongsberg MSI-90(U) koji je jedan od najkvalitetnijih sustava u tom području. On obavlja zadaće detekcije, klasifikacije, identifikacije, procjene vlastite ugroženosti, integracije senzorskih informacija i vrši raščlambu kretanja cilja/ciljeva na velikoj udaljenosti, te procjenjuje mogućnosti torpednog udara, uključno na velike udaljenosti. MSI 90(U) osigurava iskorištenje punog borbenog kapaciteta u što kraćem vremenu i optimalnu uporabu svih raspoloživih senzora, te drugih izvora podataka uz visok stupanj automatskog obrađivanja tih podataka. Nadalje, njegove dopunske mogućnosti omogućuju mu taktičku procjenu i navigaciju, raščlambu opravdanosti stupanja u akciju, programiranje pokreta unaprijed, analizu putanje zvuka, ubacivanje i prezentacija fiksnih točaka i zemljopisnih područja, upis podataka te simuliranje za potrebe izobrazbe. Koriste se četiri konzole, od kojih je jedna središnja zapovijedna-informacijska jedinica.

## Tip TR 1700

Sredinom sedamdesetih godina TSNW je započeo razvoj novih izvoznih programa. Kao odgovor na konkurentni projekt 209 IKL-a i HDW-a, razvijen je projekt **TR 1700** za najveću njemačku podmornicu standardne istisnine 1770 tona. No, projektu TR 1700, prethodio je projekt **TR 1000** koji je TSNW projektirao od sredine do kasnih sedamdesetih, a koji predstavlja povećani tip 206 s proširenim zapovjedno-informativnom konzolom i konzolom strojarice. Kako ovaj projekt nije privukao niti jednog kupca odlučilo se pojaviti na tržištu s novim projektom.

Argentina je potkraj 1977. godine sklopila ugovor s brodogradilištem iz Emdena za gradnju podmornica TR 1700. Prvi puta je nakon II. svjetskog rata njemački projekt imao dvije palube, stabilizatore ugrađene na zapovjednom mostu i oblik suze. S najvećom brzinom od 25 čvorova bila je brža od svih tadašnjih konvencionalnih podmornica, a ta brzina omogućuje joj da dođe u povoljan položaj za otvaranje paljbe na brze površinske brodove. Uređaj za uкрcavanje torpeda omogućavao je punjenje šest torpednih cijevi i nošenje šesnaest dodatnih torpeda. Šest torpednih cijevi odabrano je zbog pobližanja hidrodinamičke forme, smanjivanja broja otvora u



Različiti projekti podmornica tvrtke IKL

čvrstom trupu na minimum (zbog sigurnosti), nije bilo potrebno plotunsko otvaranje paljbe obzirom na uporabu torpeda vođenih žicom, a sve torpedne cijevi mogu se ponovo napuniti za 15 minuta. Posada ima 29 članova, a podmornicu odlikuje visok stupanj automatizacije i veliki akcijski radijus.



Podmornica Shankush indijske klase Shishumar, najveće inačice tipa 209

Posebno impresivan bio je prijevoz podmornica od Emdena do Buenos Airesa 1984./85. godine. Prva jedinica, **Santa Cruz**, u svom pripropredajnom putovanju prešla je neprekidno zaronjena 6300 NM (rekord za konvencionalnu

podmornicu), uz prosječnu brzinu od 10 čv (može se pretpostaviti da je za to trebalo oko 610 do 620 sati, što daje trajanje od oko 26 dana). Godinu dana kasnije druga jedinica, **San Huan**, prešla je istu udaljenost za dva dana manje, s prosječnom brzinom od preko 11 čv (565 sati, tj. 24 dana). Zahvaljujući finim podešavanjima na temelju iskustva s podmornice **Santa Cruz** postignuto je 10-postotno povećanje brzine uz 10-postotno smanjenje utroška goriva. Porivni elektromotor Siemens snage 6,6 MW bio je dotad najveći elektromotor ugrađen na konvencionalnu podmornicu, a njime je postignuta veća brzina od traženih 24 čvora. Zbog financijskih problema gradnja daljnje tri podmornice pod nadzorom TSNW u brodogradilištu Astilleros Domecq Garcia u Buenos Airesu napreduje vrlo sporo.

Tvrtka TSNW razmatrala je inačicu podmornice tipa TR1700 s hibridnom propulzijom i to dizel motorom u radu zatvorenim krugom ili Stirling motorom. Ovo bi omogućilo da se najveća podvodna autonomija poveća sa pet na oko 15 dana.

## Dolphin

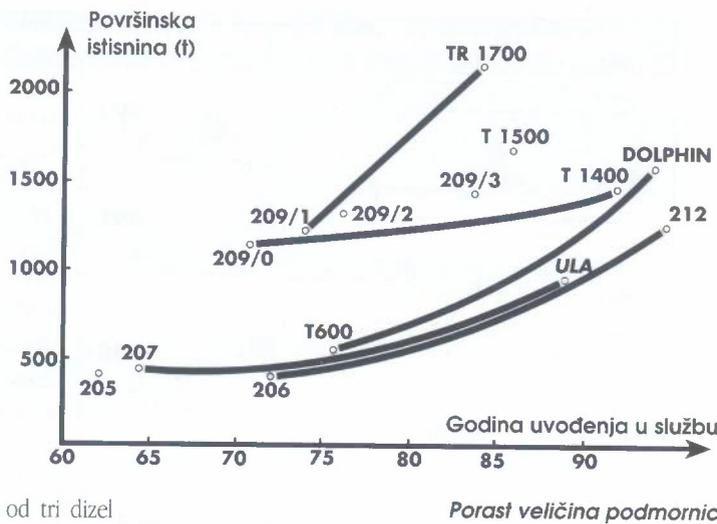
Dugo stojeći izraelski zahtjev za dopunom triju već pomalo zastarjelih podmornica tipa **540** doveo je 1983. godine do međunarodnog natječaja koji je završio izborom projekta podmornice tipa **Dolphin** tvrtke IKL. Slijedila je faza traženja brodogradilišta, sve dok u ljeto 1990. nije izabrano brodogradilište HDW za

gradnju dvije podmornice. Međutim, Izrael otkazuje narudžbu, zbog ipak prevelike cijene programa. Program je ponovno pokrenut kada ga je Njemačka vlada odlučila podržati potrebnim financijskim sredstvima.

Podmornice tipa Dolphin istisnine 1750/1950 tona imaju dvije palube, a zbog manje strojarnice dobio se višak slobodnog prostora unutar ostalog dijela čvrstog trupa. Smanjenje strojarskog prostora omogućeno je time što je uobičajeni 2+2 razmještaj dizel generatora s 12-cilindričnim motorima MTU zamijenjen s tri 16-cilindrična agregata koji su svi smješteni u istu ravninu. Druga važna promjena je postignuta tako da je umjesto ugradnje jednog zajedničkog temelja, svaki od tri dizel generatora pojedinačno temeljen na strukturu čvrstog trupa, a cijeli je prostor strojarnice dodatno izoliran kako bi se umanjio prijenos buke. Posebnost te podmornice je oprema za diverzantske operacije, a karakterizira ih i tehnologija male zamjetljivosti. Podvodna brzina je oko 20 čv, a 12 čv tijekom šnorkl-plovidbe. Bit će naoružana sa šest torpednih cijevi i 14 torpe-

## Podmornice tipa 212

Rad na podmornici tipa 211 (razrada projekta 210) započeo je početkom osamdesetih godina, a završio je natjecanjem koji je raspisala njemačka ratna mornarica 1986. godine, kada je između četiri projektna rješenja (tvrtki IKL, HDW, TSNW) kao najbolji predloženi projekt izabran **TR 1600** brodogradilišta TSNW. Smatralo se da je projekt 211 preskup (650 milijuna DM), no čak i kada je snižen na 1500 tona standardne istisnine i 500 milijuna DM (334.000 DM/t), njegove značajke nisu bile idealne za Baltičko more (bila je pogodnija za Sjeverni Atlantik). Stoga je iniciran projekt podmornice tipa **212** s hibridnim pogonom, čiji bi troškovi iznosili oko 500 milijuna DM. Okosnicu projekta čine rješenja već viđena kod tipa 209. Projektna faza je završena 1992. godine zajedničkom suradnjom tvrtki IKL, HDW i TSNW. Odobrenje za gradnju prve četiri podmornice dano je 7. srpnja 1994. godine, a predviđa se da će prva ući u službu 2003.



Porast veličina podmornica

godine. Njene su značajke primjena suvremene tehnologije, minijaturizacija elektronike, visoki stupanj automatizacije, povećanje snage pogonskog uređaja pri istim izmjerama, te razvoj nove opreme i uređaja manjih izmjera zbog potrebe za povećanjem unutrašnjeg slobodnog volumena kako bi se poboljšali uvjeti smještaja posade. Tip 212 (1280/1800 tona) biti će gotovo dva puta

oblici takvog pogona, poput pogona dizelskim motorom i turbinom u radu zatvorenim krugom tvrtki TSNW i MTU. Osobite prednosti gorivih članaka su toplinski učinak veći do 70 posto, iznimno mali broj mehaničkih pokretnih dijelova (pumpi, itd.) što smanjuje akustične značajke i omogućuje nisku temperaturu vode (nastalu kao produkt procesa koji se razvija gorivim

člancima) koja se izbacuje iz podmornice (manje infracrveno zračenje). Taj sustav razvila je tvrtka Siemens u suradnji s IKL i HDW, a zasnovan je na sustavu tekućeg elektrolita. Na stacionarnim postrojenjima se ispituje od 1986. godine, a uspješno testiranje u pregrađenoj podmornici **Ex-U 1** obavljeno je tijekom 1988. godine. Čvrsti trup činit će dvije sekcije, pramčana većeg promjera i



Argentinska podmornica Santa Cruz tipa TR 1700

veći od tipa 206, a predviđen je i znatno veći akcijski radijus i povećana autonomnost s kojom će biti u stanju obavljati operacije daleko od Sjevernom Atlantiku.

No, ono što u biti čini projekt podmornica tipa 212 drugačijim od postojećih njemačkih podmornica je to što će biti opremljena gorivim člancima za pogon neovisan o vanjskom zraku. Takva vrsta pogona (omogućuje potpuno nečujni rad pogonskog postrojenja) najviše bi se koristila pri napadajnom djelovanju, tj. režimu šuljanja podmornice. Stoga, u temelju, projekt podmornice tipa 212 zbog uvođenja hibridnog pogona (baterije + gorivi članci) predstavlja novu generaciju projekta, u potpunosti novi koncept.

Između njemačkog ministarstva obrane i Saveznog ureda za nabavu s jedne, te konzorcija

krmena manjeg promjera. Te su sekcije spojene kratkom konusnom sekcijom u kojoj je smješteno postrojenje gorivih članaka. Raektanti (goriva), za sustav gorivih članaka bit će smješteni u dva spremnika tekućeg kisika s dvostrukom oplatom i 38 cilindričnih spremnika vodika. Spremnici vodika i kisika biti će ugrađeni oko vanjskog dijela sekcije manjeg promjera u kojoj se nalazi strojarnica. Spremnici bi sa državali 1,6 tona vodika i 14 tona tekućeg kisika. Instalirana snaga omogućavat će podmornici, pokretanoj gorivim člancima, najveću brzinu 6,5 čvorova, no ekonomična "ultra-nečujna" brzina iznositi će 4,5 čvorova, kojom će podmornica moći preplivati 1250 NM. Dodajući tome snagu akumulatorske baterije pri 80-postotnom ispražnjenju, akcijski radijus podmornice povećava se 4,4 puta te postaje isti kao kod tipa 209/1.

Veliki napor je učinjen kod ugradnje suvremene tehnologije kojom je omogućena mala zamjetljivost podmornice. Kompletni sustav propulzije instalirat će se na zvukonepropusnom modulu - nosaču na dvostruko elastičnim temeljima. Sofisticirani hidrodinamski projekt rezultirao je vrlo pažljivo odabranom formom trupa podmornice bez ravnih crta, omogućujući tako mali sonarsko/radarski odjek. Trup od nemagnetskog čelika (što će dati podmornici vrlo malu magnetsku značajku) bit će premazan posebnim apsorbirajućim premazom, a ugradit će se i dva senzora za otkrivanje i raščlambu vlastitih šumova. Toplinsko zračenje bit će značajno smanjeno što će rezultirati u smanjenju značajki infra-crvenog zračenja.

Jedan 16-cilindrični dizel motor MTU 16V 396 smješten po središnjici podmornice čime je ostavljeno dovoljno prostora za ostale uređaje (generator je zvučno izoliran kako bi se smanjila akustična značajka podmornice). Porivni elektromotor **Permasyn** (PM) tvrtke Siemens snage 1790 kW predstavlja još jednu novinu u projektu. Naime, radi se o novom tipu podmorničkog elektromotora (stalno uzbuđeni sinkroni motor) dugo ispitivanom na površinskom brodu Njemačke ratne mornarice. Glavne značajke PM motora su ušteda u težini i volumenu za oko 60 posto u odnosu na klasične elektromotore iste snage, veća učinkovitost (posebno u područjima niže brzine), smanjenje u brzini okretaja vijka pri istom izlazu što rezultira višom učinkovitošću vijka i manjom šumnosti; odsustvo ventilatora, četkica i buke rasklopnih postrojenja.

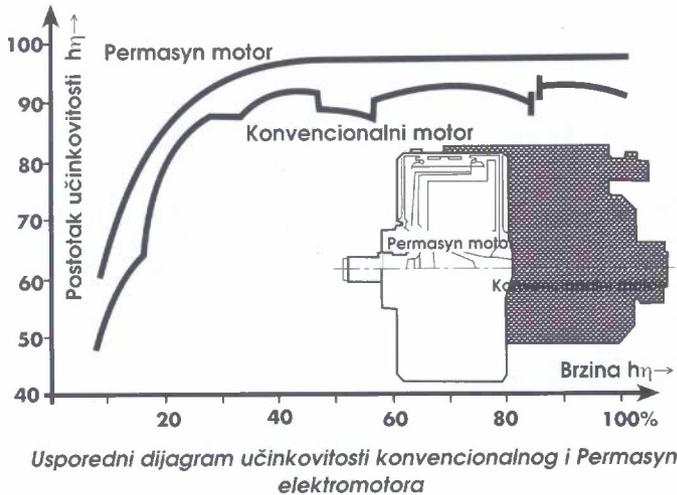
Naoružanje će činiti šest asimetrično smještenih torpednih cijevi s dva nova sustava za ispaljivanje torpeda tvrtke Krupp MaK. Sustav za upravljanje naoružanjem tvrtke NFT (bivši Kongsberg Vapenfabrik) je razvijen za podmornice tipa 210.

Borbeni operativni sustav smješten je na drugu palubu te tako ne smeta i omogućuje slobodan prolaz. Osiguran je i prostor za smještaj tegljenog sonara koji bi se koristio u operacijama izvan Baltika. U podmornici je predviđen smještaj 22 člana posade, plus još pet pripravnika, a predviđena je uporaba teških torpeda Seal

i Seehecht.

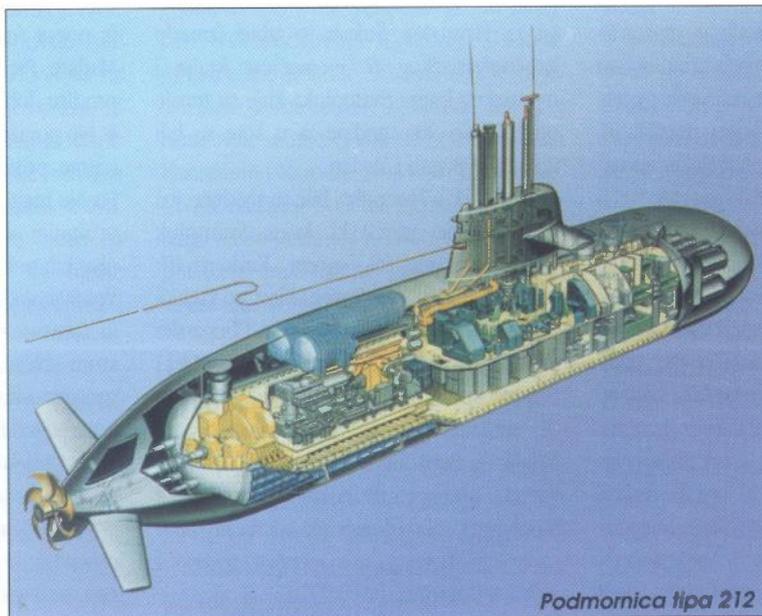
## Zaglavak

Uspješni razvoj konvencionalno pokretanih podmornica u Njemačkoj bio je tijekom posljednjih 40 godina kontinuirani proces, a postoje veliki izgledi da će se taj kontinuitet nastaviti i u sljedećim desetljećima, prije svega zahvaljujući projektu podmornica tipa 212. Gradnjom tog tipa garantirala bi se kontinuirana zaposlenost postojećih industrijskih i znanstvenih kapacite-



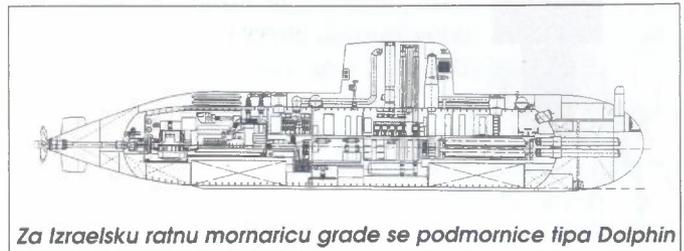
ta, taj najvažniji preduvjet daljnjeg razvoja.

Njemačka industrija gradnje podmornica preživjela je, rasla i zarađivala tijekom velikih poremećaja u svjetskom gospodarstvu, a pogotovo dugotrajne krize civilne brodogradnje, otpjevši konkurenciju kada su se mnoga civilna brodogradilišta okrenula vojnom tržištu kako bi kako-tako mogla održati proizvodnju. Taj uspjeh zasniiva se i na činjenici da su 40 posto ugovorene cijene konvencionalne podmornice



Podmornica tipa 212

ARGE 212



Za Izraelsku ratnu mornaricu grade se podmornice tipa Dolphin

brodogradilišta podijelila s ostalim dijelovima njemačke industrije.

Uspješni prodor Nizozemske i Švedske na svjetsko tržište prisilile su Njemačka brodogradilišta da poduzmu daljnje mjere kojima bi poboljšali značajke svojih podmornica, ali i nova rješenja u poslovanju koja su rezultirala licencnom gradnjom podmornica u drugim zemljama. Međutim, jedan drugi poslovni potez bitno je utjecao na odluke mnogih kupaca da kupe baš njemačke podmornice. To je program izobrazbe stranih podmorničara koji se u Njemačkoj održava još od početka sedamdesetih i to u Njemačkoj podmorničkoj skupini za izobrazbu i školi za mornaričko naoružanje.

No, moglo bi se reći da su prije svega male protežnosti podmornica u kombinaciji s dobrim hidrodinamičkim značajkama, relativno velikom bojnom spremnošću, malim brojem posade, malom akustičkom značajkom i zamjetljivošću, nadopunjeni s kvalitetnom konstrukcijom, bili presudni za uspjeh Njemačke u izgradnji podmornica poslije II. svjetskog rata.

### Literatura:

1. Brodogradnja, 17/1966. Ivica Nad: "Poslijeratna izgradnja podmornica u SR Njemačkoj"
2. Naval Forces, III/1985 A special supplement "Thyssen"
3. Naval Forces, IV/1986 A special supplement "HDW"
4. Marine Rundschau, ožujak 1989. Raimund Wallner: "Die U-Boot Rüstungsindustrie der Bundesrepublik Deutschland"
5. Maritime Defence, rujan 1991. "German submarine design and construction"
6. The Naval Architect, svibanj 1992. "Submarine design and construction in Germany"
7. Navy International 11/12 1992 "SSK Submarine Designs"
8. Ulrich Gabler "U-Bootbau", Wehr & Wissen, Koblenz/Bonn 1978.
9. David Miler "Submarines of the World", Salamander Books 1991.
10. Richard Sharpe "Jane's Fighting Ships 1994-95" Jane's Information Group, Coulsdon 1994.
11. Promidžbeni materijal tvrtke Thyssen Nordseewerke

**T**ijekom vladavine hrvatskih vladara narodne krvi u razdoblju IX. i X. stoljeća Hrvati na svojim istočnim granicama, u Srijemu i na Drini dolaze u dodir s Bugarima, a na Jadranskom moru, u početku IX. stoljeća bore se i s afričkim Saracenicima.

Među hrvatskim knezovima toga doba posebno se ističe knez Domagoj koji postavlja čvršće temelje jačoj hrvatskoj državi. Temelje njegove vladavine činila je organizacija snažne hrvatske vojske i ratne mornarice.

Tijekom vladavine kneza Domagoja počinje bizantska ofenziva na istočnom Jadranu što je Domagoja prisililo da osnuje

ut mira, a Mlecani cenzus za slobodnu plovidbu Jadranskim morem. Uspjesi Branimirove politike našli su izražaj ne samo u pet sačuvanih kamenih natpisa, te u glasovitoj prepisci s papom Ivanom VIII., nego i na Duvanjskom saboru 888. godine o čemu potanko izvještava i Ljetopis Popa Dukljanina.

Knez Mutimir nasljeđuje Branimira u Bijeloj Hrvatskoj (892.-910. godine) ističući se svojom moći. Tijekom svoje vladavine nad sobom ne priznaje ni Bizantsko ni Zapadno rimsko carstvo. Sam se naziva "divino munere Chroatorum dux" - "s Božjom pomoći knez Hrvata". Poput zapadnih vladara ima uređene dvore u Biacima, raspolaze i svojim pečatom, a okružen je i zasebn-

godine Karlo III. bio je zbačen s prijestolja, a na njegovo mjesto dolazi kralj Arnful koji je slovio kao zakleti neprijatelj moravskog kneza Svatopluka. Nakon sastanka u Omuntesbergu 890. godine, na kojem se uz najbolju volju nije mogao postići dogovor, iznova je buknuo rat između Moravske i Franačke države. Arnulfu se 892. godine pridružio i knez Braslav. Rat s Moravskom traje sve do jeseni 894. godine gdje je poginuo i knez Svatopluk.

Značajne promjene događaju se i u Bugarskoj kojom je tada vladao knez Vladimir. Kao loš i raskalašen vladar prisilio je svog oca Borisa da ga smijeni i na njegovo mjesto postavi svoga mlađeg sina, Simeona (893.-927. godine) koji će postati jedan od

## Na vječnom putu borbe i opstojnosti

# HRVATSKA VOJSKA KROZ POVIJEST

### (IV. dio)

Snažna hrvatska država, koju je izgradio kralj Tomislav i o čijoj vojnoj snazi na kopnu i moru donosi impresivne podatke Konstantin Porfirogenet predstavljala je glavnog saveznika bizantskom carstvu koje je uz papinstvo predstavljalo najugledniju srednjovjekovnu silu tadašnjeg svijeta

#### **Marijan PAVIČIĆ**

posebnu hrvatsku biskupiju u Ninu 864. godine kako bi državu potpuno osamostalio od dalmatinskih gradova pod Bizantom. Car Bazilije I. (867.-886. godina) nastavlja ekspanziju i od Hrvatske otkida južne oblasti za koje je značajno da su se već ranije počele osamostaljavati. Politika cara Bazilija I. vođena starim načelom "podijeli pa vladaj" nije bila dugog vijeka.

Nakon sloma bizantskog vazala, kneza Zdeslava (879. godine), koji je uz pomoć carskog oružja iz Hrvatske protjerao Domagojeve sinove, na kneževsko je prijestolje zasjeo knez Branimir (879.-892. godina), jedan od najvećih hrvatskih vladara. Svojom umješnom politikom, knez Branimir uz potporu ninskog biskupa, a kasnije splitskog nadbiskupa Teodozija, oca hrvatskog glagoljštva, te uz pristanak pape Stjepana VI. i bizantskog cara Leona VI. Mudrog iznova pod svojim žezlom ujedinjuje cijeli istočnojadranski prostor od Labina do Ulcinja. Dalmatinski gradovi od plaćaju trib-

im dvorskim časnicima. Njemu se pokoravaju i romanski gradovi bizantske Dalmacije.

Tijekom njegove vladavine na sjeveru Save i Dunava došlo je do teških sukoba koji su poslije imali korisnih ali i štetnih posljedica za Hrvatsku. Sukob je izbio između istočnofranačkog tj. njemačkog kralja i moravskog kneza Svatopluka koje su trajale od 891. do 906. godine, a u koje su bili upleteni i Bugari i Mađari.

Prilike u Moravskoj bile su sljedeće: još 884. godine moravski knez Svatopluk uspostavlja mir sa carem Karlom III. proširivši na taj način svoju vlast po čitavoj donjoj Panoniji, sve do hrvatske i bugarske granice. Tom prigodom caru se poklonio i Braslav, knez Panonske Hrvatske. Car Karlo III. sprijateljio se i s bugarskim knezom Mihajlom Borisom koji je u već nekoliko navrata pomagao Francima u ratovima s Moravcima, potvrđujući na taj način mir i savez koji su Franci utanačili 864. godine u Tullnu s Bugarima.

Kako ni istočnofranačka država nije bila imuna na unutarnje razmirice, 887.

najslavnijih bugarskih vladara. Simeon za razliku od svojih prethodnika svoja politička i vojna nastojanja usmjerava prema Bizantskom carstvu i Carigradu. Tako se vrlo brzo zaratio sa carem Leonom Mudrim, koji je poput franačkog cara, u pomoć pozvao Mađare. Prešavši 893. godine Dunav, Mađari prodiru duboko u bugarski teritorij. Simeon je bio poražen, zemlja poharana i opljačkana i time prisiljen da s Bizantom sklopi mir. Poslije toga Mađari na svoju ruku počinju s oružanim udarima na susjedne zemlje, čime nisu bili pošteđeni ni dojučerašnji saveznici. Već 894. godine iznova prelaze Dunav i haraju čitavom starom donjom Panonijom. Po svom običaju, poubijali su svu mušku djecu sposobnu da nose oružje, a ostalu djecu i žene odvodili su sa sobom u ropstvo.

Ovladavši 895. godine Potisjem i srednjim Podunavljem, Mađari su predstavljali prijetnju Moravskoj i Panonskoj Hrvatskoj, nastavljajući s oružanim upadima, paleći naselja i polja, te ubijajući i odvođeci stanovništvo u ropstvo. Najviše je stradala stara donja Panonija, a osobito nekadašnja



Koceljeva kneževina. Iz tog razloga, videći da je ne će moći obraniti, Arnulf bivšu Koceljevu kneževinu zajedno s Blatnim gradom 896. godine predaje u nadležnost knezu Braslavu da je zajedno s Panonskom Hrvatskom brani od mađarske najezde. Da nije nesloge, najvjerojatnije bi događaji imali drukčiji tijek. Moravska kneževina u tom pogledu nije predstavljala nikakvu iznimku. Moravska uz pomoć Braslava i Franaka najvjerojatnije bi uspjela odoljeti Mađarima. Premda se nakon Svatoplukove smrti od Moravske odvojila kneževina Češka, i sama Moravska bi se uspjela oduprijeti Mađarima da je ostala na okupu i složna. U Moravskoj u to vrijeme bjesne razmirice između braće Mojmira i Svatopluka, u koje se na kraju upliću i Franci. Novi rat je bio neizbježan.

Godine 898. izbijaju rat između istočnofranačke države i Moravske koji je trajao sve do 901. godine. Suparništvo i napor protiv mađarske najezde zamijenilo je ratno neprijateljstvo. Mađari rat koriste za vojne upadaje za svoj račun i pljačku. No to im nije bila i krajnja namjera. Mađari bezobzirno počinju s upadima i u Italiju, ali i Korušku i Bavarsku. Ti upadaji su na kraju rastjerali i

posljednje iluzije kod istočnih Franaka kako su im Mađari prijatelji te s Mojmirom 901. godine sklapaju mir.

Sklopljeni mir nije više mogao pomoći razorenoj Moravskoj kneževini. Otpor Moravaca je sve više slabio. Napokon 906. godine nekad silna moravska država podliježe pod mađarskom najezdom. Glasoviti njemački povjesničar Dümmler zapisao je: "... Ispražnjene zidine i dimeće ruševine označavale su mjesta koje su nekad posvetili Konstantin i Metodije svojim propovijedima. Utvrde na čije je bedeme njemačka hrabrost često uludo jurišala, a razasuti, osiromašjeli i potlačeni puk ostade kao ostatak onog nekad tako ponositog moravskog naroda."

## Tomislav - prvi hrvatski kralj

Poslije Moravske pod udarom Mađara našla se i Panonska Hrvatska u kojoj su mnogi od naroda, sjeverno od Drave našli utočište i zaštitu od mađarskog mača. Knez Braslav je neko vrijeme odolijevao pred najezdom mađarskih konjanika koji su palili i pustošili sve pred sobom. Sljedeća na udaru

našla se Bijela Hrvatska. Ravnicu, koja je pogodovala brzim prodorima mađarskih konjanika, zamijenile su hrvatske planine, poput Gvozda, Velebita, Dinare koje su im na kraju postale i grob. Po gudurama i planinskim klancima dočekivale su ih postrojbe kneza Tomislava (910.-928. godina), vladara Bijele Hrvatske. Tomislav se nije zadovoljio tom pobjedom, već počinje gonjenje mađarskih postrojbi, ušavši na prostor Panonske Hrvatske koja je tada bila porobljena od Mađara.

Protjeravši Mađare Tomislav sjedinjuje Panonsku s Bijelom Hrvatskom. Trebalo je proći gotovo sto godina kako bi se ispravila pogreška zbog koje su Ljudevit i Borna prošli mnogo bratske krvi. Po oslobođenju Panonska Hrvatska postaje banovina kojom će upravljati ban sa sjedištem u Sisku.

Već u to vrijeme, za vladavine Tomislava, Hrvatska ima vojnu silu, na kopnu i moru, kakvu je rijetko tko imao u Europi. Bizantski car Konstantin Porfirogenet piše: "Hrvatska je mogla dići 60.000 konjanika i 100.000 pješaka, a na moru raspoložbe pomorskom silom od 80 velikih brodova (sagina) gdje na svaki može stati 40

naoružanih vojnika (bez veslača) i od 100 manjih brodova (kondura), na svakom od 10 do 20 naoružanih vojnika. Osim mnogih vladara susjednih država, i sam moćni bizantski car Konstantin VII., čije je carstvo, uz papinstvo predstavljalo najugledniju srednjovjekovnu silu, pritisnut nuždom traži kneza Tomislava da mu bude saveznikom. Samo se hrvatski knez Tomislav mogao suprotstaviti moćnoj vojnoj sili bugarskog kneza Simeona koji je uzdrmao i same temelje bizantskog carstva, prijeteći njegovom propašću. Car Simeon je imao plan, bolje rečeno san, proširiti svoju državu na Jadransko more sve do Mletaka, na sjeveru do Dunava i Save te preko tih rijeka, a na jugu preko Egejskog do Mramornog mora.



**Krunidba kralja Tomislava na Duvanjskom saboru (rad slikara Otona Ivekovića)**

Zbog neimanja brodovlja nije mogao zauzeti i sam Carigrad, ali je zato u teškoj bitci na rijeci Aheloju 20. kolovoza 917. pobijedio bizantsku vojsku ušavši nakon toga u svoju prijestolnicu Veliku Preslavu i potom se okrunio za cara Bugara i samodržca Grka.

Mač cara Simeona prijeto je i samoj glavi bizantskog carstva - Carigradu - koji je još nekako odolijevao. Car Konstantin VII. da pridobije Tomislava za saveznika u tom pogubnom trenutku za cijelo carstvo, zapovijedi da se svi latinski gradovi u Dalmaciji (Split, Zadar, Trogir, Osor, Rab i Krk) u carevo ime daju pod okrilje hrvatskog kneza Tomislava koji time ujedno postaje carev namjesnik ili strateg u tim istim gradovima. Nadalje, Tomislav je po carevu ukazu postao konzul i carev saveznik kojem su novo dodijeljeni gradovi njegovoj kneževini morali plaćati i danak. Ujedno je to bila prigoda da splitskog prvostolnika izmiri s rimskim papom i čitavu Dalmaciju iz nadležnosti carigradskog patrijarha stavi pod okrilje rimske crkve.

Kao saveznik bizantskog cara u borbi protiv Bugara Tomislav u prvom razdoblju više koristi posrednu strategiju. Ona se ogleda u izbjegavanju ulaska u otvoreni oružani sukob i pomaganju starim bugarskim protivnicima, osobito Srbiji.

Prije konačnog osvajanja Bizanta, Simeon je nastojao poraziti Srbiju. Poslije pobjede na rijeci Aheloju 917. godine Simeon je odlučio kazniti srpskog velikog župana Petra koji je u toj bitci bio na strani Bizanta. I do tada, Srbi, zbog neimanja suvislog administrativnog i vojnog ustroja, nisu bili u stanju pružiti učinkovit oružani otpor ni tijekom manjih oružanih upada bugarske vojske te su s većinom stanovništva često tražili utočište u susjednim zemljama,

Srbiji s namjerom da skine Pavla i sjedne na njegovo mjesto. Domogavši se vlasti i Zaharije krene stopama svojeg prethodnika, nevjernijeg zamijeni još nevjerniji, odmeće se od Bugara i prelazi na stranu Bizanta. No kako je sa svojom vojskom krenuo već prema Carigradu, u Srbiju šalje svoje vojvode, Marmaja i Sigricu da uguše pobunu i kazne nevjernog Zaharija. I dok je Simeon uspješno ratovao pod zidinama Carigrada, Zaharije uz potporu Grka, a možda i kneza Tomislava, nanosi teški poraz bugarskoj vojsci. Marmaj i Sigrica bili su zarobljeni i Zaharije zapovijedi da im se odrube glave koje s njihovim oružjem šalje bizantskom caru u znak pobjede. Za Simeona je osim poraza to predstavljalo i poniženje te on 9. studenog

924. godine sklapa mir s Bizantskim carstvom kako bi se mogao okrenuti prema Srbiji i kazniti je za nanešeni poraz i uvredu. Simeon na čelo svoje vojske stavlja srpskog kneževića Časlava i nekoliko svojih vjernih vojvoda koje šalje u Srbiju da kazni nevjernog Zaharija.

Kad je Zaharije čuo da se primiće velika bugarska vojska predvođena Časlavom, te nemajući povjerenja da će ga srpski župani podržati u oružanom otporu, prepušta zemlju Bugarima i bježi u Hrvatsku tražeći zaštitu od hrvatskog kneza Tomislava. Došavši na

granicu, bugarske vojvode su pozvale srpske župane da se vrate u zemlju i priznaju Časlava za novog vladara. Srbi u početku nisu vjerovali Bugarima, ali kad su se ovi zakleli da im se ne će ništa dogoditi, srpski župani predoše u Srbiju, gdje ih Bugari sve zarobiše i na čelu sa Časlavom poslaše kao roblje u Bugarsku. Nakon toga Srbija je u cijelosti bila i vojno poražena i uništena, te kako se pričalo ostade u njoj živjeti tek pedesetak ljudi.

Za konačni poraz Bizantskog carstva i ostvarenje sna o Bugarskom carstvu od Crnog mora do Jadrana Simeonu je na putu stajala još jedino moćna i ujedinjena Hrvatska država pod knezom Tomislavom. Po njemu pobjeda nad Hrvatima predstavljala bi kraj i Bizanta što je bilo ispravno promišljanje jer je upravo car Konstantin VII. jamstvo opstanka svoje države vidio jedino u svom moćnom vojnom savezniku Tomislavu i Hrvatskoj. Ne želim ništa prepustiti slučaju, Simeon je okupio moćnu vojsku sastavljenu većinom od konjanika i kopljanika namjeravajući poraziti Tomislava. Ta pobjeda bi mu

poglavitio u Hrvatskoj.

Porazivši srpskog župana Petra, Simeon Srbiju stavlja pod svoju vlast i na mjesto velikog župana stavlja slijepog Pavla, Branova sina, nastojeći njime vladati i držati u pokornosti novo osvojeni prostor. No s tim se nije slagao bizantski car koji je preko Zaharija, Pribislavovog sina, nastojao osvojiti Srbiju. Zaharije nije imao ni ratnog umijeća, a ni adekvatne oružane sile te vrlo brzo pada u bugarsko zatočeništvo.

Kad je 920. godine bugarski car Simeon pokrenuo posljednji rat s bizantskom državom, okupivši tom prigodom golemu vojsku kojom je trebao doći pod carigradske zidine, slijepi Pavle po nagovoru bizantskog cara, a možda i kneza Tomislava, otkazuje poslušnost Simeonu. Navedeni događaji nastojali su poremetiti Simeonov plan, pokušavajući ga odvratiti od nastupanja prema Carigradu. Kako bi to izbjegao, Simeon pušta iz tamnice Zaharija i postavlja ga na čelo bugarskih postrojbi u

omogućila stvaranje carstva na samoj međi dvaju kontinenata - Europe i Azije - koje je već tada (kao i prije ali i u buduće) predstavljalo vrata Azije i smjer komunikacijskih tokova kojim su prolazile velike trgovačke karavane prema bogatim zemljama Bliskog i Dalekog istoka.

Godine 925. bugarska vojska pod zapovjedništvom vojvode Alogobotura, uputila se prema obalama Jadranskog mora, u samo srce Hrvatske države. Ruski ljetopisac Nestor tom prigodom je zabilježio: "Simeon pođe na Hrvate i pobijeđen bi od Hrvata".

Ono što nisu učinile neprohodne hrvatske planine učinila je Tomislavova vojska. U odlučujućoj bitci između hrvatske i bugarske vojske, bugarski car pretrpio je i odlučujući vojni poraz. Sjaj i moć njegove države počinje ubrzo tamniti i kopniti.

Pobjedom nad Bugarima knez Tomislav sjedinjuje sve dotadašnje velike i male oblasti zajedno s latinskim gradovima u Dalmaciji u jednu veliku državu. Pobjedom nad Bugarima, i oslanjajući se na prijateljstvo s bizantskim carem i rimskim papom, svjestan svoje vojne snage i političkog utjecaja, knez Tomislav se kruni kraljevskom krunom koju mu je dodijelio papa kao vrhovni autoritet na Zapadu. Papa Ivan X. u jednom pismu od 925. godine obraćajući mu se, naziva ga kraljem Hrvata (rex Chroatorum).

Uspjeh je bio okrunjen kraljevskom krunom na Duvanjskom saboru, gdje ga je cijeli hrvatski narod per acclamationem proglasio i priznao prvim kraljem svih Hrvata.

... Usred crkve pita krunitelj narod, hoće li da bude novi kralj zakonito krunjen. Kad je narod potvrdno odgovorio, odvede krunitelj-svećenik kralja na jedno uzvišeno mjesto kraj žrtvenika gdje je već bilo postavljeno kraljevo prijestolje. Nakon priziva Duha svetog pozva krunitelj kralja da na sveto evanđelje narodu i crkvi položi svečanu prisegu, a nakon toga primi svetu pričest. Zatim opasa krunitelj kralja posvećenim kraljevskim mačem, pomaza klečećeg svetim uljem radosti, posveti mu objema rukama krunu na glavi i da, mu u ruke kraljevsko žezlo kao znak pravde, kreposti i spasenja. Postavi ga napokon na prijestolje pravde "u ime oca i sina i svetog duha" uz kratku molitvu: "Da ga Bog ogradi i svojom i Duha svetoga silom, da mu okrijepi

mišice i usadi u njegovo srce strah Božji i milost prema grješnicima. Da ga sačuva neporočna u vjeri, i učini jakim braniteljem crkvenih zakona, da sudi svim ljudima pravedno i brani uboge od sile i progona te da bude dostojan carstva nebeskog.

Nakon molitve uze krunitelj sa stola, koji je stajao tik do prijestolja, cipele i grimizni plašt, predade ih rizničaru, a taj uz pomoć komornika ogrnu plaštem kralja i obuče mu cipele. Nakon toga ustane kralj i tri puta poklonivši se prema žrtveniku reče glasno: "Va višnjih Bogu i na zemlji mir va čelovecjeh blagovolenije", pa sjede na prijestolje. Nakon toga počеше redom stupati kraljevi podanici iz svih staleža pokraj prijestolja ljubeći svom gospodaru ruke i skute

među narod i vojsku, te zasiječe mačem na sve četiri strane svijeta u znak da će braniti svoju kraljevinu od neprijatelja sa svih strana...

Novi kralj Hrvata milostivo je darivao svoje vjerne službenike, a poimence one junake koji su se proslavili u ratu protiv Bugara. Isto tako učinio je i mnogo zadužbina, potvrdio mnoge povlastice i darovnice svojih prethodnika. Tom prilikom nije zaboravio ni na svećeničke zborove i redovničke samostane, obrativši pozornost na redovnike sv. Benedikta kojih je već tada bilo mnogo u Hrvatskoj. Također administrativno su bile uređene i prilike novostečenih pokrajina i oblasti; namješteni su banovi i župani a neka hrvatska plemena bila su razmještena u nove

oblasti. Tom prigodom ustanovljena je kraljevska čast kao nasljedna u rodu kralja Tomislava, a kad ta obitelj izumre hrvatski banovi će birati novog kralja i novu kraljevsku obitelj i to iz najodličnijih zadruga šest plemena iz Kraljevstva Hrvatskog: Kačića, Kukara, Svačića, Čudomerića, Mogorovića i Šubića.

Nakon svečanosti i krunidbe na Duvanjskom saboru, kralj Tomislav nastavlja sljedeće dvije do tri godine ratovati s Bugarima. Intervencijom rimskog pape koji 927. godine šalje svoje poslanike na čelu s biskupom Madalbertom i svjetovnjakom, papinskim uzvanikom, vojvodom Ivanom koji su kao papinski posrednici između kralja Tomislava i bugarskog cara utanačili mir. Uvjeti mira ostali su nepoznati, ali je izvjesno da nakon toga više nikada nije bilo rata između hrvatskog i bugarskog naroda.

Lako je moguće da je tom prigodom bugarski car od pape zatražio da mu prizna carsku titulu, pošalje krunu i žezlo, a bugarsku crkvu prizna autokefal-

nom. Kad su u Carigradu saznali za pregovore između papinskih posrednika te kralja Tomislava s jedne i cara Simeona s druge strane u svezi uspostavljanja mira, radost o nekom novom ratu preobratila se u tešku brigu jer je mir Hrvata s Bugarima Bizant lišio stalnog saveznika, na kojeg je računao u slučaju opasnosti s bugarske strane. Nadalje približavanje Bugara Rimu također je moglo uroditi teškim posljedicama za svekoliko istočno carstvo. Ubrzo, poslije smrti cara Simeona (nije uspio dočekati carsku krunu od pape i riješiti u korist Bugarske bizantsko pitanje na Balkanu) dolazi do promjene poli-



Spomenik kralju Tomislavu u Zagrebu (rad kipara R. Frangeš-Mihanovića)

njegovih posvećenih haljina. Napokon na ambon je stupio jedan odličniji svećenik te otpjeva slavu Božju, završavajući pjesmu stihovima: "Na mnogo ljeta, na mnogo ljeta, slava i bvala i zdravlje svijetlom kralju hrvatskom (Tomislavu) i svijetloj kraljici i njegovoj djeci i njegovoj svojti. Na mnogo ljeta slava i bvala i zdravlje!"

Nakon tih stihova nadari kralj svog krunitelja. Taj mu prvi čestita, a za njim i svi ostali dostojanstvenici kraljevstva, dok su prisutni narod i vojska klicali: "Na mnogo ljeta!"

Izašavši iz crkve kralj uzjaši pripravljenog konja, stupivši na uzvišenijem mjestu

Slika: Krišto Đurić

tičkih prilika na štetu Bugarske.

Simeona na prijestolju nasljeđuje Petar (927.-969. godine) i obnavlja mir koji je njegov otac utanačio s hrvatskim kraljem Tomislavom. Srbija i dalje ostaje pod bugarskom vlašću, te su Hrvati i Bugari i dalje izravno graničili na Drini oko srednje i donje Bosne.

## U slavu prvoga hrvatskog kralja

Hrvatska, kao se moglo vidjeti, za vladavine kneza, kasnije kralja Tomislava prerasta iz kneževine u kraljevinu. Vojnim porazom nad Mađarima i njihovim odbacivanjem preko Drave dolazi do ujedinjenja Panonske i Bijele Hrvatske. Dobivanjem uprave nad dalmatinskim gradovima Tomislav ujedinjuje čitav hrvatski etnički i povijesni prostor, od mora do Drave i Dunava, i stavlja ga pod svoju suverenu vlast. Biskupi pripojenih dalmatinskih gradova, odnosno splitski nadbiskup-metropolit, dobili su opet jurisdikciju u hrvatskom zaleđu. Time je ninska biskupija izgubila razlog postojanja, te je ukinuta na crkveno-državnom saboru 925.-928. godine, na kojem je sudjelovao i Tomislavov vazal Mihajlo Višević, vojvoda ili ban Zahumlja.

Jakost Hrvatske ogledala se i u moćnoj vojsci, na cijelom Balkanu i šire, koja je imala 100.000 pješaka, 60.000 konjanika, a na moru 80 velikih i 100 manjih brodova. Svojom vojnom silom nametnuo se kao glavni saveznik moćnom bizantskom carstvu. Bizantski car Konstantin VII. upravo je u knezu Tomislavu vidio saveznika koji će biti u stanju spasiti carstvo od propasti pred silnom vojnom najezdom bugarskog cara Simeona. Pobjedom nad Bugarima, i čitavim nizom političko-diplomatskih i vojnih nastojanja svojih prethodnika, Tomislav proglašava sebe kraljem, a ujedinjene hrvatske zemlje kraljevstvom. Tako je nastalo kraljevstvo Hrvatske i Dalmacije čije će ime trajati čitavo tisućljeće na ovim prostorima.

Svojom politikom, oslonjenom na moćnu vojnu silu u odnosu na Srbiju, hrvatsko kraljevstvo se odlikuje teritorijalno logičkom i administrativno zaokruženom cjelinom, potvrđujući na taj način svoju političku i vojnu snagu. I kako je već dobro u to vrijeme primijetio Francuz Rambaud Hrvatska je u odnosu na Srbiju znala da sačuva stečenu blagodat kršćanstva i nije iznova pala u poganstvo, te je bila u prednosti što se tiče političke snage i civilizacijskih stečevina, a u vojnom pogledu bolje se

znala oduprijeti bugarskoj najezdi i kasnijim bizantskim pokušajima osvajanja. Nadalje Rambaud u L'empire grec kaže: "Hrvatska je već u to doba europske povijesti pridonijela da se održi svekolika ravnoteža na Balkanskom poluotoku. Ona je spriječila izvršenje sna bugarskog cara Simeona o proširenju bugarskog carstva sve do sjevernog Jadrana; ona je osujetila barbarsko istrebljenje žiteljstva Srbije; ona je dala zaklon mnogim izbjeglicama i prema Konstantinu Porfirogenetu; ona je do posljednjeg vojnika porazila bugarsku vojsku pod zapovjedništvom Alogobotura poslanu na Hrvatsku poslije osvajanja Srbije".

Snažna hrvatska država koju je izgradio kralj Tomislav potrajala je i za njegovih nasljednika, kraljeva Trpimira II. (928.-935.) i Krešimira I. (935.-945.), te Miroslava (945.-949.), kojeg je maknuo ban Pribina. Tako je došlo do građanskog rata, u kojem je hrvatska vojna sila smanjena, dok su se južna područja opet osamostalila. No, za kralja Mihajla Krešimira (949.-969.), čija žena Jelena u poznatom epitafu svjedoči o kraljevskom naslovu svojeg muža, hrvatska se država proširila i na Bosnu - kao što je zabilježeno i u Ljetopisu Popa Dukljanina.

(nastavit će se)



**AS-TIM**

Poduzeće za trgovinu, turizam, ugostiteljstvo i usluge  
10000 ZAGREB, Donji prečac 9 CROATIA

tel: +385 (0)1 229-693  
tel - fax: +385 (0)1 223-962

## OVLAŠTENI DISTRIBUTER ZA R. HRVATSKU

**MAG-LITE** - cjelovit izbor ručnih svjetiljki provjerene kvalitete



Posljednji u nizu Magellanovih GPS aparata, GPS 2000 i GPS 3000, od sada na hrvatskom tržištu po najpristupačnijoj cijeni do sada



- široki izbor sportskih noževa za profesionalnu i civilnu uporabu

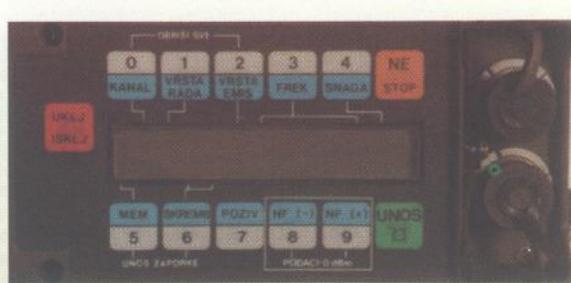


**MAGELLAN**  
SATELLITE NAVIGATION AND COMMUNICATIONS

Novi Magellanov proizvod, satelitski telefon microCOM-M, omogućuje Vam kvalitetnu komunikaciju bilo gdje u svijetu bez tehničkih ograničenja klasičnih prijenosnih telefona



microCOM - M



# TRC - 20 H

## HF/SSB primopredajnik s frekvencijskim skakanjem

### UPRAVLJAČKA KUTIJA

**Napomena:** Osnovni radiodio identičan je s radiodijelom HF/SSB primopredajnika RU-20

### Namjena:

Radiouređaj TRC-20H je vojni prijenosni HF/SSB primopredajnik kompatibilan s postojećim uređajima istoga frekvencijskog područja koji nemju mogućnost frekvencijskog skakanja (RU-20 i sl.). Uređaj ima mogućnost memoriranja 40 kanala.

Uređaj je pogodan za ugradnju u vozilo, kao i za stacionarni rad.

Primijenjena koncepcija frekvencijskog skakanja omogućuje komunikacije zaštićene od prisluškivanja, ometanja i lokacije.

### Temeljne tehničke značajke:

- frekvencijsko područje: 2-30 MHz
- izlazna VF snaga na 50 Ohma: 20W puna (2 W smanjena)
- antena: štap, duljine do tri metra, dipol ili druga 50 Ohma antena
- način skakanja frekvencije: pseudoslučajni
- područje skakanja: od 32 kHz (na najnižim referentnim frekvencijama) na 2 MHz
- točnost frekvencije:  $\pm 0,8$  ppm ( $\pm 0,8 \times 10^{-6}$  Fo)
- potrošnja: u prijemu 120 mA  
u predaji 2,75 A
- napajanje: 25 V nominalno (u granicama 22 do 30 V)
- težina primopredajnika: 6,3 kg
- protežnosti uređaja sa spojenom akumulatorskom baterijom: 360 mm x 320 mm x 90 mm

### HF/SSB frequency hopping transceiver TRC-20H

#### CONTROL TABLE

Note: the basic radio equipment is identical to HF/SSB transceiver RU-20.

#### General purpose:

The TRC-20H is a military manpack HF/SSB transceiver with integrated frequency hopping concept. It is interoperable with the existing HF/SSB or AM radio sets without integrated hopping, operating in the same frequency range (RU-20 and similar). The equipment has possibility of memorizing 40 channels.

The TRC-20H can be associated to constitute fixed or mobile radio station. Integrated frequency hopping concept provides communications protected from listening-in, intrusion and localization.

The frequencies are generated by a synthesizer controlled by a highly stable oscillator.

#### basic technical data:

- frequency range: 2-30 MHz
- output HF power: 20 W PEP in normal power (2 W PEP in reduced power)
- antennas: whip (up to 3 m), dipole or other 50 Ohm antenna
- hopping mode: pseudorandom
- hopping bandwidth: from 32 kHz (on the lowest reference frequencies) to 2 MHz
- frequency stability:  $\pm 0,8$  ppm
- consumption: less than 2,75 A
- power supply: 25 V nominal in range 22 to 30 V DC
- transceiver weight: 6,3 kg
- dimensions (with battery): 360 x 320 x 90 mm

### RECOMM-200

#### Namjena:

Modem RECOMM-200 primjenjuje se u komunikacijskim sustavima kad je potrebna visoka točnost i pouzdanost u prijenosu negovornih poruka.

Uređaj omogućava direktno povezivanje teleprinteru ili osobnog računala na radiouređaj.

Kod korekcije za otkrivanje i ispravljanje pojedinačnih i usnopljenih pogrešaka je optimiziran glede specifičnih problema koji se javljaju pri prijenosu podataka u HF području (fading, gustoće prometa, refleksije od slojeva ionosfere, atmosferske smetnje i dr.)

#### Tehničke značajke:

- modulacija: FSK
- brzina telegrafiranja: 25, 50, 75, 100, 200 Bd
- brzina na liniji: 40, 80, 123, 160, 320 Bd
- brzina prijenosa podataka (ASCII): 50, 110, 150, 300 Bd
- sučelje: prema EIA-RS232 i CCITT V.24
- tonske frekvencije: 1125/1425 Hz
- korekcija pogrešaka: postupak FEC (forward error correction) - konvolucijski difuzni kod
- napajanje: 220 V AC  $\pm 15\%$ , 50 Hz
- potrošnja: 25 W
- protežnosti: 200 x 310 x 70 mm
- težina: 4 kg
- temperaturno područje rada:  $-15^{\circ}\text{C}$  do  $+55^{\circ}\text{C}$

### RECOMM - 200

#### General purpose:

Radio error correction communication modem RECOMM-200 can be utilized for military and commercial communication systems that require accurate and reliable communication radio links. It allows direct connection at teleprinter or personal computer.

The transmission code used, is optimized with regard to the HF data transmission constrains (fading, communication density, wave reflections on ionospheric layers etc.). It corrects bursts up to 32, 64, 128 or 256 errors (Switch selectable).

#### Basic technical data:

- modulation: FSK
- telegraph speed: 25, 50, 75, 100, 200 bauds
- line speed: 40, 80, 123, 160, 320 bauds
- data rate (ASCII): 50, 110, 150, 300 bauds
- data interface: according to EIA-RS232 CCITT V.24
- audio tone frequencies: 1125/1425 Hz
- error correction: forward error correction (FEC) convolutional diffused code
- power supply: 220 V AC  $\pm 15\%$ , 50 Hz
- dimensions: 200 (W) x 310 (D) x 70 (H) mm
- weight: 4 kg
- operating temperature range:  $-15^{\circ}\text{C}$  to  $+55^{\circ}\text{C}$

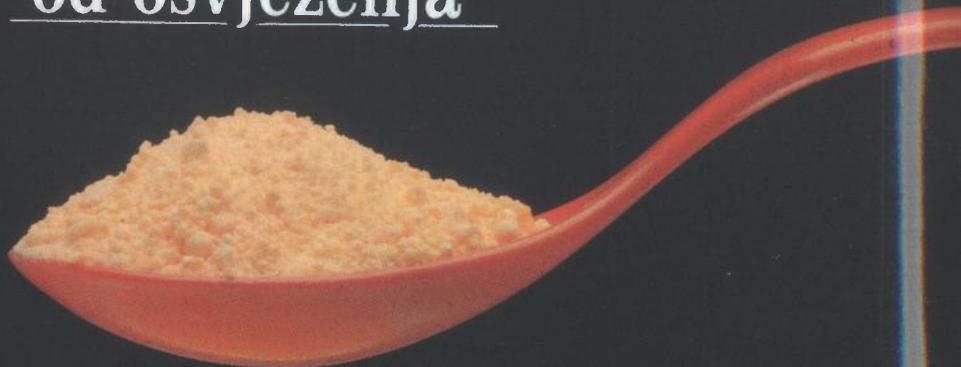


**RH - ALAN**

RH-ALAN d.o.o., Stančićeva 4, 10000 Zagreb Tel.: 385 1 45 40 22, 46 86 67 fax. 385 1 45 40 24 REPUBLIKA HRVATSKA

# CEDEVITA®

mного više  
od osvježenja



**CEDEVITA®** — jača obrambenu sposobnost organizma jer sadržava vitamine za zaštitu i otpornost



**CEDEVITA®** dopunjuje dnevne potrebe za vitaminima