

# HRVATSKI VOJNIK



BROJ 4. GODINA V.

ISSN 1330-500X  
LISTOPAD 1995. BESPLATNI PRIMJERAK



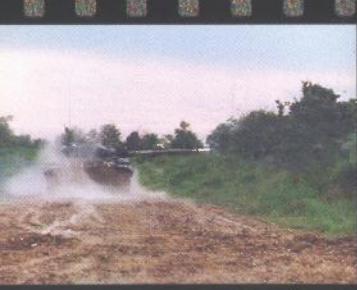
Tankovi budućnosti  
**POVRS "Trigat"**  
Nosači klase *Invincible*



HRVATSKA VOJNA GLASILA

OD OVOG BROJA POSEBNI PRILOG U NASTAVCIMA **OPERACIJA OLUJA**

M-84AB, GLAVNI BORBENI TANK, UČINKOVIT ODGOVOR NA  
BUDUĆE PRIJETNJE, S POSADOM OD TRI ČLANA I SPOSOBNOŠĆU  
OTVARANJA PALUBE IZ POKRETA DANJU I NOĆU



# M-84AB IDE DALJE

## PALJENA MOĆ

TOP KALIBRA 125mm  
S GLATKOM CIJEVI

## BORBENA SPOSOBNOST

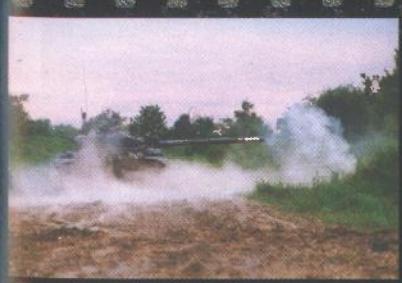
KOMPЈUTORIZIRANI SUSTAV  
NADZORA PALJBE

## POKRETLJIVOST

MOTOR SNAGE 1000 KS

## SPOSOBNOST PREŽIVLJAVANJA

VISOK STUPANJ BALISTIČKE  
ZAŠTITE  
SUSTAV ZAŠTITE POSADE



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

Stančićeva 4, 41000 Zagreb  
tel. 385 1 45 54 02 2, 45 68 66 7  
fax. 385 1 45 54 02 4

REPUBLIKA HRVATSKA



6

## Američka strategija razvoja tanka za iduće stoljeće

Američka kopnena vojska se nalazi pred odlukom razvoja tanka budućnosti, koju inačicu tanka predložiti: M1A3 Abrams (poboljšana izvedba M1A2 Abrams) razvoj konvencionalnog tanka manje mase ili električnog tanka s elektro-magnetskim topom

42

## Austrijske zračne snage

Tek po završetku hladnog rata Austrija je u mogućnosti da za svoje zračne snage (koje nisu zasebni vid, već su integrirane u kopnenu vojsku kao jedno od zapovjedništava) nabavi modernije borbene zrakoplove. Pitanje je da li će do toga brzo doći, jer prvenstveni problem je osigurati finansijska sredstva za nabavu potrebnе opreme



64



58



Pojava i brz razvoj raketa malog dometa do 8 km, a poglavito lakih prijenosnih PZO sustava šezdesetih i sedamdesetih godina, korjenito su promijenili temeljna razmišljanja o ustroju sustava izravne PZO kao cjeline

## Hibridni PZO sustavi

### Nosači zrakoplova klase Invincible

Među NATO-ovim brodovima na Jadranu se nalazi i britanski nosač zrakoplova HMS *Illustrious* klase *Invincible*

Nakladnik:

Ministarstvo Obrane Republike Hrvatske

**Glavni i odgovorni urednik**  
general bojnik Ivan Tolj

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

**Izvršni urednik**  
satnik Dejan Frigelj

**Grafički urednik**  
satnik Svebor Labura

**Tehnički urednik**  
Hrvoje Sertić

**Urednički kolegij:**

**Vojna tehnika**  
poručnik Tihomir Bajtek

**Ratno zrakoplovstvo**  
natporučnik Robert Barić

**Ratna mornarica**  
Dario Vuljanić

**Vojni suradnici**

brigadir Dr. Marko Parizoski, dipl. ing.  
pukovnik Dr. Dinko Mikulić, dipl. ing.  
pukovnik Vladimir Superina, dipl.ing.  
bojnik Mr. Mirko Kukolić, dipl. ing.  
bojnik Damir Galešić, dipl. ing.  
bojnik Josip Martinčević-Mikić, dipl. ing.  
bojnik Berislav Šipicki, prof.  
Dr. Vladimir Pašagić, dipl. ing.  
Dr. Dubravko Risović, dipl. ing.  
Mr. Mislav Brlić, dipl. ing.  
Dario Barbalic, dipl. ing.  
Josip Pajk, dipl. ing.  
Bartol Jerković, dipl. ing.  
Vili Kežić, dipl. ing.

**Grafička redakcija**

Denis Lešić  
Predrag Belušić  
Robert Orlovac  
Hrvoje Budin  
poručnik Davor Kirin  
Tomislav Brandt

**Marketing**

Ivan Babić

**Tajnica uredništva**

Zorica Gelman

**Kompjuterski prijelom i priprema**

HRVATSKA VOJNA GLASILA

**Lay out**

Svebor Labura

**Tisk**

Hrvatska tiskara d.d., Zagreb

**Naslov uredništva**

Zvonimirova 12, Zagreb,

Republika Hrvatska

**Brzoglas**

385 1/456 80 41, 456 88 11

**Dalekomernoživač (fax)**

385 1/455 00 75, 455 18 52

Rukopise, fotografije i

ostalo tvarivo ne vraćamo

- |           |   |                      |
|-----------|---|----------------------|
| <b>6</b>  | Američka strategija razvoja tanka . . . . . | Dinko Mikulić        |
| <b>14</b> | Samovozna haubica 155mm M109 . . . . .      | J. Martinčević Mikić |
| <b>20</b> | Wings . . . . .                             | Josip Pajk           |
| <b>24</b> | Dizalica za izvlačenje RV 730 6X6 . . . . . | Dinko Mikulić        |
| <b>30</b> | POVRS "Trigat" . . . . .                    | Berislav Šipicki     |

## RATNO ZRAKOPLOVSTVO

- |           |                                     |                    |
|-----------|-------------------------------------|--------------------|
| <b>42</b> | Austrijske zračne snage . . . . .   | Robert Barić       |
| <b>54</b> | Precizno vodeno streljivo . . . . . | Klaudije Radanović |
| <b>58</b> | Hibridni PZO sustavi . . . . .      | Vladimir Superina  |

## RATNA MORNARICA

- |           |   |                |
|-----------|---|----------------|
| <b>64</b> | Nosači zrakoplova klase <i>Invincible</i> . . . . . | Dario Vuljanić |
| <b>70</b> | Elektronički rat na moru . . . . .                  | Vili Kežić     |



FOTO: Dario Vuljanić

Ophodni brod **PB-62 Šolta**  
u dubrovačkom akvatoriju

Američka kopnena vojska se nalazi pred odlukom razvoja tanka budućnosti, koju inačicu tanka predložiti: M1A3 Abrams (poboljšana izvedba M1A2 Abrams), razvoj konvencionalnog tanka manje mase ili električnog tanka s elektro-magnetskim topom. Ako se prihvati američka vojnička izreka "Može se učiniti", kao pravilo u nastojanjima da se dođe do postavljenog cilja, tj. kad se čvrsto stane iza plana akcije studije izvodljivosti jedne inačice budućeg tanka, sljedeći je korak zauzimanje stava o neminovnosti suradnje i potpore svih sudionika na realizaciji projekta. Vodeća područja razvoja su paljbena moć, zaštita tanka, pokretljivost, te sve naglašenija važnost C<sup>2</sup> funkcije (Command and Control)



*Glavni američki borbeni tank M1A2 Abrams, od General Dynamics, Land Systems Division. Lako se može dogoditi da to bude posljednji "teški" tank u američkoj vojsci. U buduću konstrukciju inačice M1A3 Abrams ugraditi će se značajna poboljšanja*

# *Američka strategija* **RAZVOJA TANKA** *za iduće stoljeće*

**Dinko MIKULIĆ**

Tijekom razvoja sustava oružja u obzir se moraju uzeti postojeći uvjeti, sposobnosti i ograničenja koji okružuju takav sustav, od ideje kroz istraživanje i proizvodnju. Takva je racionalna teorija ugrađena u razvoj oklopnih sredstava sljedeće generacije za američku kopnenu vojsku. Vrijednost novog borbenog tanka može se procijeniti samo u odnosu na uloge koje treba odigrati, a koje se mogu odrediti tek kad se zna potencijalni neprijatelj i kad se prikupe podaci o njegovoj opremi, zemljištu i vremenskim ograničenjima djelovanja. U isto vrijeme, potencijalni rezultati uvođenja novog tanka mogu se dobiti samo ako se ima procjena njegove paljbene moći, pokretljivosti, zapovijedanja i nadzora, posade i novca kojim naručitelj

raspolaze. Mnogo toga treba otkriti, uravnotežiti i ujediniti, kad se pristupa konstrukciji sivremenog tanka.

## **Smjerovi i trendovi**

Ljudi koji odlučuju o razvoju oklopljenih sredstava u američkoj kopnenoj vojski trenutačno se bave jednadžbom koja kao čimbenike ima namjenu i mogućnosti i pitaju se kakva bi to vrsta oklopljenog vozila trebala postojati u idućem stoljeću, a koja bi se mogla boriti u predviđenim ratovima i dobiti bitke. Odrediti točno kako treba izgledati posthaldnoračavska sljedeća generacija oklopljenih vozila, nimalo nije laka zadaća. Već danas postoji nekoliko sve jačih političkih, gospodarskih, pa čak i kulturno-istorijskih tren-

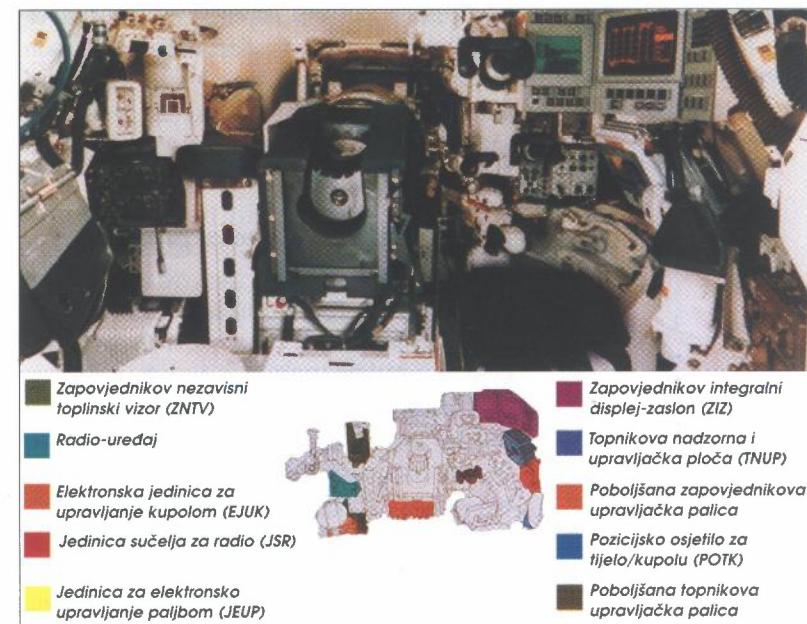
dova, koji se protive uporabi teških oklopljenih sredstava, pa postoji i neka vrsta protuoklopne koalicije. Neki od ovih trendova sasvim racionalno ukazuju na potrebu usporavanja i olakšavanja oklopa kao jedinog ili glavnog sredstva prodora u kopnenim operacijama, no većina protivnika oklopa jednostavno ne zna dovoljno o pozitivnim stranama oklopa i o širini zadaća koje oklopljena sredstva mogu izvršiti. **Najneracionalnije je vjerovanje** da s raspadom Varšavskog ugovora i propašću Sovjetskog Saveza, a koji su cijenili i koristili oklopljena vozila kao udarni dio svojih snaga, nema više potrebe za značajnjim programom modernizacije tankova kod američkih ili nekih drugih oružanih snaga Zapada. Također je **neutemeljeno vjerovanje**, uglavnom zasnovano na uspješnim američkim akcijama za vrijeme Pustinjske oluje, da suvremeno lovačko zrakoplovstvo i zrakoplovi namijenjeni napadaju na tlu mogu učinkovito zamijeniti oklopljene snage. **Treće pogrešno vjerovanje** je da vojske s kojima će se Sjedinjene Države sukobiti u idućem stoljeću neće imati dovoljno novaca da nabave suvremene tankove, kao i to da do sukoba neće doći na zemljištu na kojem bi oklopljena vozila mogla pokazati sve što mogu.

**Prva od ovih krivih prepostavki već je opovrgnuta.** Premda je Rusija danas neka vrsta saveznice Sjedinjenih Država (svetoliki međudržavni odnosi su izmjenjeni s obzirom na one iz razdoblja blokovske podjele), ona je u isto vrijeme i tržišna zemlja koja ima tisuće tankova za izvoz po niskim cijenama i već je dogovorila velike izvozne poslove s oklopljenim vozilima. U isto vrijeme Kina, koja ima najveću stajaću vojsku na svijetu, pojačava svoje programe proizvodnje oklopljenih vozila. Isto tako, premda više nema mjesta tako velikom strahu od toga da bi arapsko-izraelski sukob mogao eskalirati u bitke oklopljenih snaga, ima i drugih scenarija razvoja situacije na Bliskom istoku po kojima bi moglo doći do eskalacije na polju uporabe oklopljenih sredstava. Sigurno nije slučaj što su zemlje poput Kuwaiata, Saudijske Arabije, Omana i Ujedinjenih arapskih emirata nedavno kupile suvremene oklopljene sustave. **Drugu krivu procjenu opovrgavaju ratovi** do kojih je došlo nakon Pustinjske oluje. Rat u BiH u stvari je vojno nadmetanje konvencionalnih sustava naoružanja, a sukobi u Africi uglavnom se vode primitivnim naoružanjem. U oba ova slučaja zrakoplovi visoke tehnologije i probojni projektilli imali bi malo učinka na neprijatelja. **Treća pogreška** kod protivnika oklopljenih sredstava vođenja rata je sasvim pogrešna ideja da si mnoge zemlje ne mogu priuštiti suvremena oklopljena sredstva. Ona polazi od prepostavke da se bruto nacionalni proizvod tih zemalja nikad neće povećati, pa ni njihovi izdatci za naoružanje. Ignorira se temeljna činjenica da, u pravilu, treba manje od deset godina da sustavi oružja koji su postali standardni u visokoindustrijaliziranim zemljama postanu dostupni gotovo svim drugim zemljama. No, ne stoji da su protivnici oklopa u potpunosti u krivu. Propast Sovjetskog carstva dopustila je da se krene u manje intenzivne programe razvo-

ja oklopljenih sredstava, s manje žurbe i manjih pretežnosti, a iskustva iz Pustinjske oluje sigurno su naglasila značenje i učinkovitost združenih snaga i operacija kombiniranih snaga. Isto je tako istina da će uvijek biti vojski koje nemaju suvremena oklopljena sredstva i područja u kojima velike formacije teških oklopljenih vozila ne mogu učinkovito djelovati. Dakle, bilo bi teško opravdati široki razvoj oklopljenih snaga kakav se odvijao u hladnoratovsko vrijeme i nabave iz tog doba, no oklopljena sredstva i dalje treba gledati kao sredstvo kojim se uspješno može poraziti neprijatelja. Potrebni i prihvaćeni stupanj razvoja, naravno, stvar je procjene, a upravo tim se američka kopnena vojska sada bavi.

## Rješenja i programi

Kako bi se pojasnilo promišljanje američke kopnene vojske u svezi s oklopljenim sredstvima, najbolje je slijediti prepostavku da će se Amerikanci, i pod budućim administracijama, držati **strategije dva rata**, za koju se tvrdi da se Sjedinjene Američke



Države i sad pripremaju. Na tu se prepostavku planeri oklopljenih snaga Sjedinjenih Država oslanjaju, u nju ulazu novce, za nju angažiraju konstruktoare i taktičare. Tri čimbenika trenutačno određuju ukupnu strategiju sveukupne modernizacije američkih oklopljenih snaga u njezinim konceptualnim fazama:

- posthlađnoratovska stvarnost smanjenja proračuna,

- odgovarajuće smanjenje industrijskih proizvodnih kapaciteta,

- promjene u paradigmi prijetnje, tj. scenariji ma ponašanja neprijatelja.

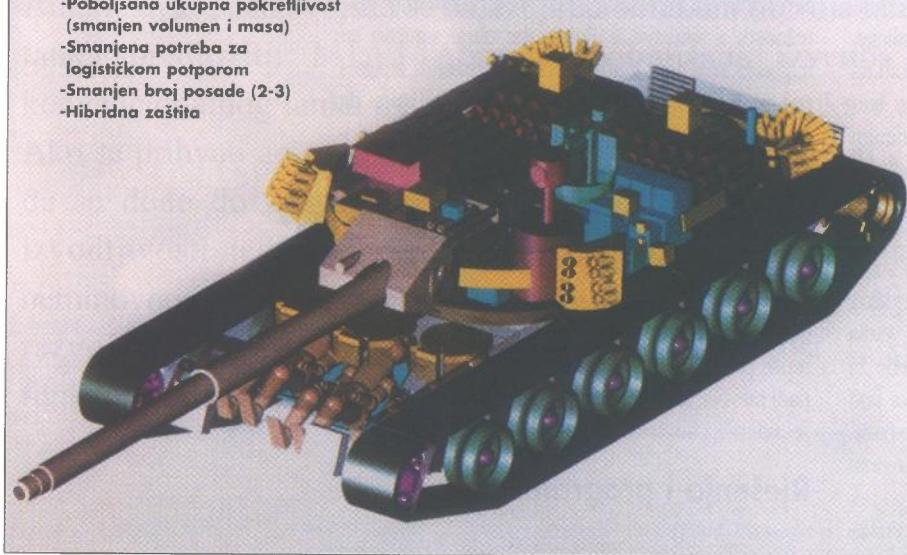
**Kopnena vojska opisuje dvije najistaknutije strategije na sljedeći način:**

- poticanje razvoja i finansijskih mogućnosti,
- opcije budućih oklopljenih sustava koje bi se ostvarivale unutar vjerojatnih mogućnosti američke obrambene industrije.

Prva strategija se najbolje može definirati kao proces od ideje do proizvodnje, koji se uglavnom

**Sadašnje poboljšanje M1A2 tanka uključuje i vetroničku preinaku, koja pruža učinak "uvijestručenja snage" grupaciji tankova, te poboljšava C<sup>3</sup> funkcije, odnosno snalaženje pojedinačnih vozila u određenoj situaciji**

- Poboljšana ukupna pokretnost (smanjen volumen i masa)
- Smanjena potreba za logističkom potporom
- Smanjen broj posade (2-3)
- Hibridna zaštita



**Predložena konstrukcija budućeg konvencionalnog američkog tenka. Vidi se smanjen broj poslužitelja, koji su svi smješteni pri radnim postajama u tijelu tanka, kao i potpuno integrirani aktivno/pasivni obrambeni sustav**

oslanja na suvremenu tehnologiju računalnih simulacija i zgodno se naziva "izradbom virtualnog prototipa". Druga strategija spaja borbene potrebe i postojeći sustav integriranja industrijskih komponenata za tankove koje proizvodi industrija. Američka vojska se nuda da bi iz tih strategija mogao proizići bolji i jeftiniji način da se razviju i kupe tankovi, te da će se predložiti široki raspon budućih opcija tankovskih sustava iz kojeg bi američki proizvođači mogli proizvoditi i isporučivati tankove.

### **Prva strategija: Virtualni prototipovi**

Koristeći višu teoriju simulacije i primjene, vojska želi odrediti pozitivne i negativne značajke različitih novih konstrukcija tankova, a bez da se moraju proizvesti stvarni (i sigurno vrlo skupi) prototipovi vozila za ispitivanje na terenu. (Detaljnije o toj temi: "Borbni laboratoriji američke vojske: Novi poticaj inovacijama", MT 5/94). Uštedena sredstva mogu se uložiti u razvoj konstrukcije koja se odobri nakon brojnih simuliranih borbenih ispitivanja i vrednovanja. Uz to, mogu se simulirati i različiti načini proizvodnje i alati, pa ih se može procijeniti i vrednovati prije nego što se uspostave i moderniziraju proizvodne crte.

### **Druga strategija: Inačice budućih tankova**

Danas američka vojska može istaknuti tri najvažnije inačice budućeg razvoja tankova, iako će trenutni scenariji ratnih prijetnji i problemi s proračunom

**Iako američka kopnena vojska razmatra jednu od sljedećih tri inačica za budući tank: poboljšanje Abrams M1A3 konstrukcije; nova konstrukcija konvencionalnog tanka; potpuno električni tank, ne treba očekivati otpočinjanje novog programa prije 2010. godine**

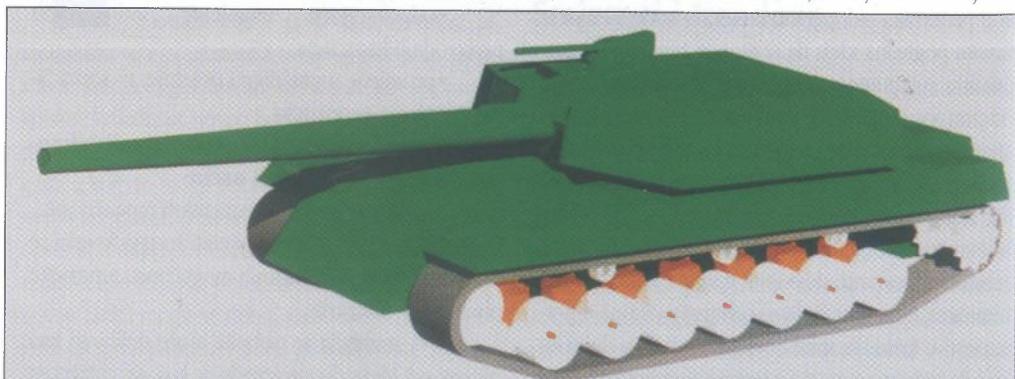
vjerojatno zaustaviti pokušaje da se s novim programom razvoja tanka otpočne prije 2010. godine. Prva inačica uključuje daljnja poboljšanja i usavršavanje serije tankova M1 Abrams, što bi dovelo do tzv. M1A3 konfiguracije. Druga inačica pokriva novokonstruirani tank konvencionalne konstrukcije, koji se zasniva na postojećoj tehnologiji i tehnologiji za koju se očekuje da će se razviti u bliskoj budućnosti. Napokon, treća inačica predviđa značajan tehnološki skok, najvjerojatnije potpuno električni tank.

U svakom slučaju, novo vozilo mora, prema zahtjevima, biti 30 do 50 posto lakše od sadašnjih modela. Kako se uvjeti koji se tiču zaštite neće snažavati, to znači da će na značenju uvelike dobiti nova konstruktorska rješenja, sheme visokoučinkovite zaštite i druga poboljšanja. Time će se povećati pritisak na industriju da se pojavi s "boljim idejama".

### **M1A3 Abrams koncept**

Nekadašnjim zajedničkim razvojem Njemačke i Amerike na projektu tanka MBT-70, te razlaženjem, obje strane nastavljaju samostalan razvoj. Njemačka dobiva tank Leopard 2 (koji nema puno sličnosti s Leopardom 1), a SAD M1 Abrams. Poboljšana inačica M1A2 Abrams, ima sljedeće temeljne značajke: masa 62,5 tona, spec. snaga 24 KS/t, top 120 mm s ručnim punjenjem, pet vrsta streljiva, AGT plinska turbina/1500 KS, četiri člana posade, slojeviti oklop prednjeg dijela tijela i kupole ima ekvivalent od homogenog čelika od 1000 mm. Ideja da se nastavi s M1 serijom tenkova u inačici M1A3 sigurno ima svojih prednosti, jer Abrams tankovi još uvek imaju značajne mogućnosti razvoja. Štoviše, vojni planeri smatraju daljnji razvoj Abrams serije tankova najboljim putom sve dok ne dođe do značajnog razvoja novih sustava. S druge strane, analitičari tvrde da će smanjenje vojnih snaga i gospodarska ograničenja do kojih će doći u početku idućeg stoljeća tražiti jeftiniji pa čak i lakši tank nego što je to M1A3. Tvrdi se da se do 2005. godine nove tehnologije mogu prilagoditi potrebama takvog tanka.

Izvjesno kratko vrijeme činilo se da je skromno poboljšanje postojeće M1A2 inačice jeftina alternativa M1A3 tanku, takvo koje bi se zasnivalo na komponentama i sustavima uspješne M1 serije tankova. No, to bi vojsci dalo tank mase 70 tona, a to je težina koja ne



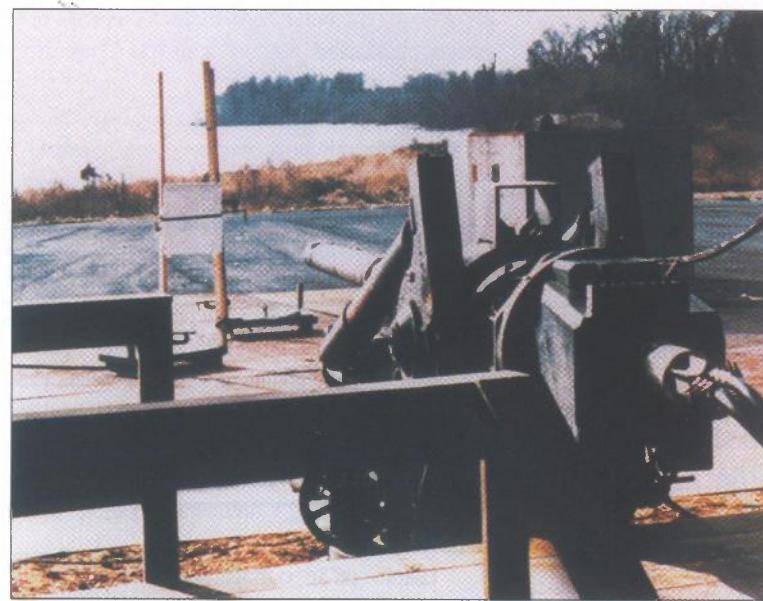
odgovara većem broju scenarija vjerojatnih ratnih sukoba u idućem stoljeću, gdje se predviđa potreba za sposobnošću brzog razmještaja snaga (posebno zračnim transportom). Uz to, planirana M1A3 inačica, osim toga što je lakša, uključila bi i sva poboljšanja M1A2 inačice te XM291 lagani dalekometni top, uređaj za automatsko punjenje, poboljšano streljivo, integralne senzore koji omogućavaju optimalno upravljanje paljicom, lakše gusjenice, tiši motor koji učinkovitije koristi gorivo, veći polumjer djelovanja i bolju pokretljivost po neravnom zemljištu, hidropneumatski sustav ovjesa i mogućnost gotovo potpunog prikrivanja.

### Dalje od Abrams tanka: Koncept budućeg konvencionalnog tanka

Razvoj budućih tankova na temelju postojećih tehnologija morat će se osloniti na integrirane podsustave i komponente (premda u nekim slučajevima trebaju dodatna ispitivanja i vrednovanje). Željeni rezultat je tank težak 40 do 50 tona, koji uključuje mnoga svojstva povoljna za zaštitu, a čija konstrukcija izbjegava slabosti lakšeg vozila. Budući težina uglavnom proizlazi iz opterećenja temeljnim zaštitnim pločama oklopa, vrlo je često uvjet pretvaranja težeg u lakše vozilo prihvatanje određenih konstrukcijskih ranjivih točaka. **Budući tank**, koji vrijedi razvijati trebao bi stoga imati razvijene sustave aktivne obrane, najsuvremenije integrirane senzore i maksimalnu mogućnost prikrivanja. Strukturalni elementi trebali bi mu biti izrađeni od titana ili kompozitnog tvoriva, a isto tako i lakše komponente. Sve bi to trebalo tvoriti, kako to vojska naziva "hibridnu sposobnost zaštite". Prema Zapovjedništvu oklopnih snaga kopnene vojske (TACOM), glavno oružje takvog tanka trebao biti elektro-toplinski kemijski top ili poboljšani konvencionalni tankovski top. Posada bi bila smanjena na 2-3 člana koji bi sjedili jedan do drugoga u podvozu tanka i imali identične radne postaje s digitalnim zaslonima.

### Pogled u budućnost: Koncept električnog tanka, skok naprijed

Inačica potpuno električnog budućeg tanka, koja bi se trebala početi razradavati ne prije 2015. godine, najvjerojatnije će imati elektromagnetski top koji bi lansirao vrlo brze projektilne, čija bi visoka kinetička energija omogućavala iznimno dobro probijanje oklopa. Nadalje, elektromagnetski top na "šinama" može dobiti energiju za lansiranje projektila od pogonskog sustava tanka, pa nema potrebe da sa svakim kompletom streljiva ide i barut, što bi značajno povećalo mogući broj doknadnih kompleta streljiva. Električni pogonski sustav zamjenio bi sadašnji hidromehanički prijenos, smanjio masu i troškove, a električni aktivni sustav ovjesa poboljšao bi stabilnost za vrijeme kretanja po neravnom zemljištu. Elektromotori priključeni na generator snage 1325 kW, pružili bi tanku mase 50 tona specifičnu snagu 35 kW/t. Napokon, postojeći pogonski motor (plinska turbina od 1500 KS) bi, više se oslanjajući na integriranu elek-



troniku nego dosad, značajno smanjio troškove goriva.

### Uloga industrije

Američka kopnena vojska teško će odabratи jednu od spomenute tri inačice, jer uz svaku mogućnost ide i dosta čimbenika nesigurnosti. Jedan od složenih čimbenika koji pridonosi atmosferi nesigurnosti je i uloga industrije. Nepotrebno je naglašavati da će se odluka o izgradnji i lansiranju M1A3 tanka u početku idućeg stoljeća moći donijeti samo ako američka industrijska osnova za proizvodnju tankova "preživi" i bude u dobrom stanju. Ukoliko ne bude dovoljno narudžbi za M1A2 poboljšanu inačicu i ukoliko prodaja FMS vozila ne bude dovoljno velika, teško je vjerovati da će sadašnji proizvođač Abrams tankova (kao i drugi proizvođači oklopnih sustava, njihovi brojni kooperanti) biti u stanju razviti i zatim proizvesti M1A3 tank. Vladini podatci govore da će izvoz tankova, kao i drugih oklopnih programa kao što je AGS lagani tank, pasti ispod minimalne razine potrebne za nastavak rada industrije prije godine 2006., odnosno četiri do pet godina prije vremena za koje vojska planira otpočeti razvoj tanka za iduće stoljeće. Što se tiče mogućih budućih "konvencionalnih" tankova, priprema za proizvodnju stvarnih prototipova i brzu punu proizvodnju do godine 2010. trebala bi početi značajno prije no što se mogu dati realne procjene ratne prijetnje i troškova, a to znači da se radi o poslu visokog rizika. Za inačicu potpuno električnog tanka ovog trenutka nema dovoljno jamstva da će industrija do godine 2015. imati na raspolaganju tehnologije potrebne za razvoj i proizvodnju.

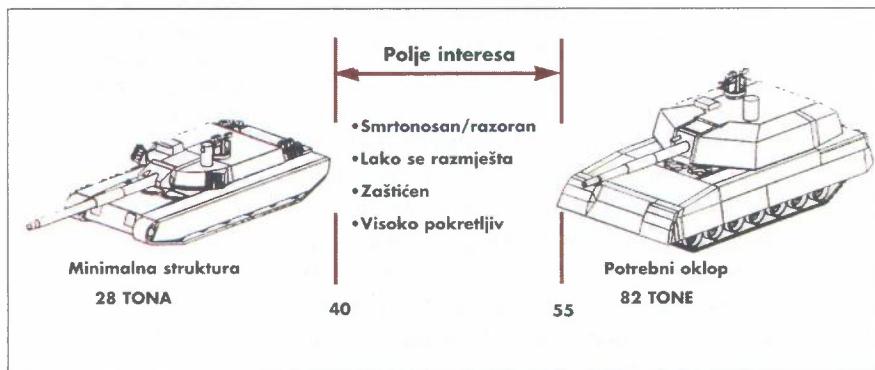
Poteškoće u donošenju odluke vode nas natrag do prve strategije američke kopnene vojske glede razvoja tanka za iduće stoljeće - izrade virtualnog prototipa. On bi omogućio vojsci da vrednuje postojeće i/ili planirane tehnologije i komponente preko simulacije, a sve uz značajno niže troškove. Znanstveni i tehnološki temelj vojske pripomoći će u donošenju odluke, a sačinjavaju ju tisuće projekata istraživanja i razvoja unutar vojske i njezinih borbenih rodova. Oni su temelj najažurnijeg saznanja vojske i razumijevanja

*Slika prikazuje testiranje električnog topa kalibra 120 mm. Nova tehnologija iz područja glavnog naoružanja mogla bi osigurati ključne značajke za razvoj sljedeće generacije glavnih borbenih tankova*

onog što je potrebno i što se može dobiti, kako bi se pružila maksimalna potpora konstrukciji primarnih borbenih sustava.

Vodeća područja konstrukcije kod oklopnih borbenih vozila AFV su paljbeni moći, zaštita i pokretljivost, uz sve naglašeniju važnost C<sup>2</sup> funkcije. Prečesto su u prethodnim razvojnim programima tankova ova četiri čimbenika bila u sukobu, umjesto da se uskladjuju i međusobno podržavaju. Optimistički na tom polju zvuči činjenica da se tehnologija električnog topa na šinama pokazala dobrom. Za vrijeme ispitivanja provedenih 1993. godine od strane Agencije za više istraživačke projekte (ARPA) pokazalo se da ovaj top raspolaže povećanom energijom na izlazu cijevi i da može gađati ciljeve na većoj udaljenosti, da se smanjuje vrijeme leta zrna, i otvaranja paljbe, te većom razornom moći.

Uskoro će se održati ispitivanja integriranih tehnologija izbjegavanja neprijateljske paljbe, odnosno načina na koji će budući tank izbjegići vodoravni ili parabolni hitac neprijatelja, kroz složenu mrežu osjetila te ručne i automatske protumjere protiv čitavog raspona prijetnji, uključujući i "inteligentna" oružja. Ova ispitivanja također bi trebala ocijeniti nove konstrukcije platformi koje bi trebale umnogostručiti fleksibilnu pokretljivost.



**U ovom trenutku  
američka kopnena  
vojska pokušava odrediti  
nove parametre na  
kojima će se temeljiti  
konstrukcija novog tanka**

sibilnu pokretljivost. Dakle, postoje velike šanse da će izradba virtualnih prototipova, te znanstvena i tehnološka raščlamba ukloniti mnoge čimbenike rizika kod druge i treće inačice.

### Perspektiva: izgradnja platforme za promjene

Ne može se reći da se planovi američke kopnene vojske glede modernizacije tankova za iduće stoljeće nalaze u izravnoj opasnosti da ih se stornira, no to su vremena u kojima mirovori ophode svijetom i koriste vojnu moć za sprječavanje nezakonite agresije. Nitko nije siguran da će dugoročnije dobiti neki posao. Stoga je jasno da pobornici oklopa moraju stalno dokazivati da su u pravu, čak i kad izgleda da im dobro ide.

Od Sun-Tzua, preko Clautzewitza, do suvremenih zapovjednika oklopljenih snaga poput Patona, Rommela i Montgomerya, može se vidjeti da je najbolje cinizam pretvoriti u "oprezni optimizam", odnosno da se prihvati američka vojnička izreka "Može se učiniti" (Can Do), kao pravilo u nastojanjima da se dode do postavljenog cilja. Kad se jednom čvrsto stane na stajalište da se po određenom planu prijede

u akciju, sljedeći je korak da se zauzme tako pozitivan stav da neminovno dolazi do suradnje i potpore svih sudionika.

Neće biti dovoljno da američka kopnena vojska predviđa, na uobičajeno skroman način, studije o dobrim i manje dobrim stranama izradbe virtualnog prototipa i o tri inačice glede tanka za iduće stoljeće. To neće biti dovoljno jer će se godišnji proračun za potrebe obrane i dalje smanjivati, a za svaku novu prijetnju koja se pojavi vjerojatno će se smatrati da se može poraziti drugim sredstvima, ne oklopljenim vozilima. Ukoliko američka kopnena vojska ne izgradi sklop prihvatljivih razloga za promjene u korištenju oklopljenih sredstava, takve koje će prihvatiti ne samo ljudstvo i časnici nego i američko ministarstvo obrane, Kongres, Bijela kuća i šira obrambena javnost, može se lako dogoditi da do razvoja američkog oklopljenog kontingenta za 21. stoljeće i ne dođe.

Trenutačno nema dovoljno dobrih odgovora na pitanja onih koji će uskoro donositi odluke o tome koliko novca, tvoriva i energije treba angažirati za oklope idućeg stoljeća, odnosno o tome da li će oklopnaci imati prednost pred nekim drugim. Za američku kopnenu vojsku najvažnije je da pojačaju svoje napore i objasne da se problemi s kojima se rukovoditelji Pentagona, Kongres, predsjednik i vrh nacionalne sigurnosti bave, mogu olakšati prihvaćanjem jedne ili više opcija razvoja oklopnih sredstava koje se trenutačno proučavaju. Trebat će pojasniti da će izradba virtualnih prototipova značajno smanjiti troškove razvoja, a također omogućiti razvoj i na drugim područjima, što će i na tim područjima smanjiti troškove. Također treba naglasiti da će se uslijediti prijetnji koje će se pojaviti u 21. stoljeću svakako trebati raspoređivati oklopna sredstva u kontekstu združenih i kombiniranih taktičkih djelovanja robova vojske, kao i da će korištenje postojećih a ne budućih sustava oklopa stajati značajno više, na planu operacijskih troškova i troškova održavanja, u ljudstvu i u pouzdanosti opreme, što sve dovodi do opasnosti da se ne izvrši zadaća.

Nadalje, i najvažnije, vojska će vjerojatno jasnije naglasiti nastojanja da se kroz nova oklopna sredstva ostvare uštede, te istaknuti da će uporabe M1A3 tanka, budućeg konvencionalnog tanka ili električnog tanka značiti potrebu za manjim brojem tankova za izvršenje određenih zadaća, kao i da će svaki od tih tankova biti bolje zaštićen od djelovanja poznatih neprijateljskih oružja, da će posade biti manje, da će paljbe na moći biti preciznija i ubojiti podjednako danju i noću, a da će djelovanje takvog tanka i njegovo održavanje biti jeftinije.

Literatura:

**M. Leibstone:** Next-Century Armour: The US Army Approach, Miltech 10/94

**D. Mikulić:** Relavantne značajke razvoja glavnih borbenih tankova, HV 88/95



# METAK ROUND

## 152mm OF M84

Streljivo namjenjeno  
uporabi iz top-haubice  
152mm M84 i topa M93



### PAKIRANJE

metak u drveni sanduk	1	round into a wooden case
veličina	280x480x955 mm	dimensions
zapremina	124 dm <sup>3</sup>	volume
masa	90 kg	weight

### PACKING

RH-ALAN d.o.o., Stančićeva 4, 41000 Zagreb  
Tel.: 385 1 45 40 22, 46 86 67  
fax. 385 1 45 40 24  
REPUBLIKA HRVATSKA



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

# TOP - HAUBICA

# 155 mm M71

Riječ je o topničkom oružju nastalom na temelju sličnog oružja M68 kalibra 155 mm tijekom 1974. godine korištenjem cijevi dužine 39 kalibara. Sustav je opremljen hidropneumatskim punjačem streljiva, a u odnosu na M68 Soltam povećano mu je područje djelovanja po elevaciji na 70 stupnjeva. Nadalje, oružje se koristi i u drugim izvedenicama kao npr. na gusjeničnim borbenim vozilima, kako u obliku samovoznog oružja s kupolom, tako i bez kupole



Usporedni prikaz dviju haubica 155 mm M71; jedna s cijevi 39 kalibara, a druga s dužinom cijevi 45 kalibara

**J. MARTINČEVIĆ MIKIĆ**



Projektil 155 mm tipa Tampella

**T**op haubica 155 mm M71 se može sresti pod imenom Tampella 155 mm M71 ili Soltam 155 mm M71. U prvom je slučaju riječ o finskom proizvođaču sada poznatom kao VAMMAS, a u drugom je slučaju riječ o izraelskom proizvođaču Soltam. U južnoafričkoj izvedenici oružja G4 je također riječ o top haubici 155 mm M71 s kojom su južnoafričke snage parirale ruskim topničkim sustavima za vrijeme sukoba u Angoli. Danas je poznato da se M71 koristi u Tajlandu, Singapuru i tri neobjavljene zemlje.

Oružje je nastalo na temelju sličnog oružja 155 mm M68 korištenjem cijevi dužine 39 kalibara još 1974. godine. Sustav je opremljen hidropneumatskim punjačem streljiva, a u odnosu na M68 Soltam mu je povećano područje djelovanja po elevaciji na 70 stupnjeva.

Podvoz je sličan podvozu kakav je korišten na finskom topu 122 mm M60 Tampella, koji je razvijen šezdesetih godina. Sastoji se od gornjeg postolja, donjeg postolja i dva razdvojiva kraka. Donji podvoz je njihajućeg tipa sa dva kotača sa svake strane oružja koji se prigodom širenja krakova zakreću zajedno s njima. Na ramenima gornjeg postolja su oslonci elevacijske mase s nosačem izravnjača. Izravnjači su pneumatskog tipa i ugrađeni su s jedne i druge strane cijevi s osloncem na prednju oglicu cijevi.

Na koljevku je s donje strane ugrađen zupčasti sektor pomoću kojeg osovina mehanizma

elevacije podiže ili spušta elevacijsku masu.

Protutražujući sustav se sastoji od hidraulične kočnice ugrađene ispod cijevi, kompenzatora i pneumatskog povratnika ugrađenog iznad cijevi. Maksimalna dužina trzanja je 1000 mm s



Prikaz vučne izvedenice u položaju za vuču



Ubacivanje projektila u uređaj za punjenje oružja

mogućnošću smanjenja dužine trzanja kod većih elevacija cijevi.

Na lijevoj strani oružja se nalaze ciljničke naprave (panoramski cilnik i daljinik) kao i ručice za pokretanje oružja po smjeru i elevaciji. Mechanizam s reduktorom za pokretanje po smjeru je smješten s desne strane donjem postolju. Panoramski cilnik s daljinicom koristi za izravno gađanje oružjem u području korištenja haubice. Oružje se uspješno koristi kao protutankovski top korištenjem direktnog cilnika za izravno gađanje.

Cijev je monoblok izvedbe dužine 39 kalibara s 48 žljebova na koju je s zadnje strane pomoću navoja navijen blok zadnjaka. Na usta cijevi je ugrađena jednokomorna plinska kočnica, a iza nje je smješten ekstraktor barutnih plinova koji

tlaka u povratniku i izravnjačima.

Prigodom postavljanja oružja u borbeni položaj koristi se zavojsna dizalica kojom se podiže donje postolje do trenutka odvajanja kotača od zemlje. Nakon toga se rašire oba kraka zajedno s kotačima. Na krajeve krovova se postavljaju osline lopate koje se u transportnom položaju prevoze na lijevom kraku.

Samovozna izvedenica oružja je opskrbljena

uredajem za samostalnu vožnju tzv. pomoćnim pogonom APU (Auxiliary Power Unit). Uredaj dobiva pogon od Dieselova motora snage 80 KS koji preko



**Pogled na klizni samobrtni zatvarač i uređaj za punjenje streljiva**



**Izvedenica s pomoćnim pogonom APU koji je ugrađen na lijevom kraku. Na desnom kraku je manipulativna dizalica za utovar - istovar streljiva. Oružje je prilagođeno za vuču klasičnim teglačem**

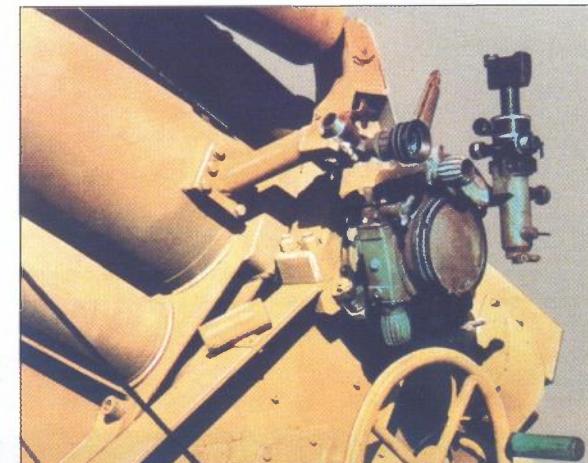
pospješuje izvlačenje barutnih plinova iz cijevi i omogućuje intenzivnije hlađenje cijevi. Oružje tipa Tampella mogu biti izručena i s cijevi dužine 45 kalibara koja je potpuno kompatibilna s normama NATO streljiva.

hidrostatskih prijenosnika snage omogućuje kretanje vozila brzinama do 17 km/h. Upravljanje vozilom za vrijeme vožnje je pomoću upravljačke palice "control stick" koja je ugrađena s lijeve strane oružja gledano u smjeru vožnje. Osim toga protok hidrauličnog agregata se koristi za pokretanje manipulativne dizalice koja je ugrađena na desnom kraku oružja, a služi za istovar paleta streljiva i postavljanje projektila u punjač.

Poluautomatski vodoravno klizni blok zatvarač nakon ispaljenja metka ostaje otvoren za novo punjenje. Opskrbljen je posebnim tlačnim prstenom koji učinkovito brvi spoj zatvarača i barutne komore. Otvaranje zatvarača je omogućeno pri svim kutevima elevacije.

M71 ispaljuje standardno NATO streljivo 155 mm i ostvaruje domete do 21.000 metara pri početnoj brzini projektila 725 m/s. Ispaljivanjem streljiva s devet punjenja tipa Tampella, pri početnim brzinama od 253 m/s do 820 m/s postiže maksimalni domet od 23.500 metara.

Prigodom prevoženja oružja cijev se zakreće za 180 stupnjeva u položaj iznad krakova. Za učvršćenje cijevi se na lijevom kraku nalazi posebni podupirač s oglicom za učvršćenje. Na desnom kraku je ugrađen spremnik s dušikom za korekciju



**Pogled na optičku ciljničku grupu za izravno i neizravno gađanje**

CIJEV	39 Kalibara	45 Kalibara
Proj.		
M 107	18.000 m	21.900 m
ERFB	25.000 m	31.000 m
ERFB-BB	30.000 m	39.000 m

#### **Top - haubica Soltam 155 mm M71**

• Kalibr:	155 mm
• Dužina cijevi:	39 kalibara
• Ukupna masa:	9200 kg
• Zatvarač:	vodoravno klizi
• Plinska kočnica:	jednokomorna
• Protutrzajući sustav:	hidropneumatski
• Podvoz:	rzavojivi krakovi s pogonom APU
• Dužina - prijevozni položaj:	7500 mm
• Širina oružja - u vožnji:	2580 mm
• Visina oružja - u vožnji:	2115 mm
• Klimens:	380 mm
• Kolotrag:	2200 mm
• Područje djelovanja po smjeru:	84 stupnjeva
• Područje elevacije/depresije:	+ 52 / - 3 stupnjeva
• Brzina paljbe:	-brza 4 met/min -dugotrajna 2 met/min
• Najveći domet:	23.500 metara
• Vučno vozilo:	6 x 6 m odgovarajući S 1
• Najveća brzina prevoženja:	100 km/h
• Broj članova posluge:	8

Izbic: Denis Šarić



# AMERIČKA SAMO 155mm M109

(I. dio)

J. MARTINČEVIĆ MIKIĆ

**G**otovo je prošlo 35 godina od početka proizvodnje samovoznog topničkog sustava 155 mm američkog standarda M109 koji se nalaze u vojskama tridesetak zemalja svijeta. Sustavi takve starosti obično odlaze s borbene pozornice, međutim nije to slučaj i s M109 koji sve više učvršćuje svoju nazočnost u sve većem broju zemalja korisnika. Riječ je o topničkom sustavu temeljnog kalibra 155 mm koji je proizведен u velikom broju primjeraka u šest temeljnih modela

do kojih se došlo različitim stupnjevima modernizacije i modifikacije. Pod ovim se naslovom pokušava čitatelje upoznati s nastankom temeljnog modela ovog oružja što seže u rane pedesete, njegov tijek evolucije pa sve do modernog sustava M109A6 Paladin.

S razvojem oružja i zahtjevima modernog vođenja topničkih operacija istaknuta je i potreba logističkih vozila za prijevoz streljiva i smještaj opreme sustava za upravljanje paljbom. Tako se ukazala prigoda upoznati čitatelje s vozilom za pri-

jevoz streljiva i vozilom sustava za upravljanje paljboru koji su logistički kompatibilni sa sustavom M109.

## Početci nastanka

U siječnju 1952. godine je u Washingtonu DC održana konferencija čiji je predmet rasprave bilo samovozno topništvo, gdje je istaknuta nužna i urgentna potreba za poboljšanjem samovoznog topništva. Ubrzo poslije te konferencije lansirana je preliminarna studija za zamjenu topničkog sustava 155 mm M44. Prva studija za dizajn novog oružja nazvana je H 156 mm T196 i prezentirana je CONARCU u kolovozu 1952. godine kada je bila odbijena i vraćena na doradu. Doradena studija je prezentirana u rujnu 1953. godine kad je bila odobrena za predstavljanje CONARCU u svibnju 1954. godine.

U lipnju 1954. godine konferencija je održana u Fort Monroe za pregled vojnih osobina i određivanje cijelog koncepta samovoznog programa američkog topništva. Tada je bilo odlučeno da se koncepcija

inentalov benzinski motor. Tijekom 1959. godine je prevladala prednost Dieselovih motora pred benzinskim pa je odlučeno da prototip T196 bude upotpunjen Dieselovim motorom nakon čega je nazvan T196E1.

U veljači 1961. godine naručena su dva prototipa T196E1 koji su bili uvod u serijsku proizvodnju, a završeni su za manje od šest mjeseci. Nakon odgovarajućih ispitivanja T196E1 je bio klasificiran kao Limited Production Type u prosincu 1961. godine. Dva mjeseca prije te odluke u listopadu 1961. godine pismena odluka je dana Cadillac Motor Car Division za jednogodišnju proizvodnju T196E1 u Cleveland Army Tank Plant. Prva proizvodnja oružja bila je završena u listopadu 1962. godine. Napokon je 1963. godine projekt T196E1 klasificiran kao standard A i nazvan **Haubica srednja samovozna 155 mm M109**.

Prve su haubice predane američkoj vojsci u lipnju 1963. godine. Iste su kasnije evoluirale u modele M109A1 i M109A2 (o kojima će biti riječi kasnije) da bi 1979. godine proizvodnja dosegla brojku od 4000 oružja.

## Opis M109

M109 ima šestoročlanu poslugu sastavljenu od: zapovjednika, topnika, tri člana-manipulatora streljivom i vozača. Oklopno tijelo vozila je građeno od zavarenih ploča aluminijskog oklopa. Vozač je u prednjem lijevom dijelu oklopног tijela, motor mu je z desna, a kupola je ugradena na stražnjem dijelu.

Vozač ima jednodijelna poklopac-vrata koja se otvaraju uljevo s tri periskopa M45 s prednje strane, kako bi mogao biti zatvoren poklopcom pri opasnosti djelovanja od pješačkog streljiva i sitnih krhotina granata.

Pod ovim se nastavkom pokušava čitatelje upoznati s nastankom temeljnog modela ovog oružja što seže u rane pedesete, njegov tijek evolucije pa sve do modernog sustava M109A6 Paladin

# VOZNA HAUBICA

temelji (uz izmjenu ranijeg plana) na haubici 110 mm SP T195. Studija se razvija u tom smjeru i u lipnju 1956. godine je bilo konačno odlučeno za korištenje temeljnog oklopног tijela i kupole T195, ali s ugradnjom haubice 155 mm umjesto 156 mm. U listopadu 1956. godine funkcionalni model T196 je bio preispitan i nakon verbalne potpore stručnjaka dan je pristanak za razvoj prvog prototipa. Glavna razlika od T195 je bila u pogonu mehanizama smjera i elevacije, nosaču streljiva i ugradnji potpornih lopata na stražnjem dijelu oklopног tijela vozila. Prvi prototip T196 bio je završen 1959. godine otprilike šest mjeseci poslije 105 mm T195.

Tijekom preliminarnih korisničkih procjena u Fort Knoksu utvrđene su pojave brojnih otkaza u sustavu ovjesa. Pogonska skupina je bila Cont-



Detalj s ispitivanja švicarskih samovoznih haubica M109 k+w Thun



**Jedna od modernizacija -  
M109A5**

oklopog tijela i ima četvrtasta vrata na svakoj strani koja se otvaraju straga i dvostruka vrata na zadnjem dijelu kupole.

Zapovjednik sjedi z desne strane u kupoli i ima kupolicu koja se može okretati kroz 360 stupnjeva i jednodijelna poklopac-vrata koja se otvara straga, a za praćenje situacije opskrblijen je periskopom M 27.



**Izrada protutipa kupole  
samovozne haubice M109  
Paladin**

S prednje strane zapovjednikove kupole je nosač protuzrakoplovne strojnica 12,7 mm (0,50) M2 HB. Ciljatelj sjedi s lijeve strane kupole i ima četvrtasta jednodijelna poklopac-vrata

koja se otvaraju udesno. Dvoja vrata su ugrađena sa zadnje strane kupole za utovar streljiva. Sa zadnje strane oklopog tijela sa svake strane vratiju su velike potporne lopate koje se ručno spuštaju na zemlju prije paljbe.

Ovjes vozila se sastoji od sedam potpornih gumiranih kotača s pogonskim kotačem naprijed, a ljenjivcem straga bez ugradenih kotača nosača gornjeg dijela gusjenice. Članci gusjenica se centriraju na potpornim kotačima pomoću izbočina s unutarnje strane, a s vanjske strane su obloženi gumenim jastucima.

M109 je opskrbljena opremom za noćno praćenje, ali nije opskrbljena sustavom nuklearno-biološko-kemijske zaštite. Temeljni model može svladavati vodene zapreke dubine 1,82 m bez posebne pripreme. Može biti opskrbljen amfibijskom opremom koja se sastoji od devet zračnih jastuka (sa svake strane po četiri i jedan sprjeda) koja ne pripada redovnoj opremi oružja.

Jastuci se napuhavaju iz vozila i tada omogućuju plivanje preko vodene zapreke uz pogon gusjenica brzinama do 6,43 km/h.

Glavno oružje sustava je haubica 155 mm M126 na postolju M127 s ekstraktorom barutnih plinova na cijevi i velikom plinskom kočnicom na ustima cijevi.

Motor je spojen transmisijskom Alison Transmission Division General Motors XTG-411-4A, koja je smještena u prednjem dijelu oklopog tijela.

Zavarena kupola od aluminijskih ploča je na zadnjem dijelu

Protutrzajući sustav oružja je hidropneumatskog tipa, a zatvarač cijevi je zavojnog tipa. Oružje ima elevaciju od -5 stupnjeva do +75 stupnjeva, a kupola može rotirati kroz cijelih 360 stupnjeva. Pokretanje cijevi po elevaciji kao i kupole po smjeru je riješeno hidropogonom s ručnim upravljanjem servopogona. Normalni režim paljbe je jedan metak u minuti dok se za brzu kratkotrajanu paljbu može koristiti u režimu tri metka u minuti.

Oprema za ciljanje uključuje laktasti teleskop za izravnu paljbu M118 s povećanjem četiri puta i vidnim područjem deset stupnjeva, panoramski teleskop M117 za posredno gađanje s povećanjem četiri puta i vidnim područjem deset stupnjeva, kvadrant M15 i topnički kvadrant M1A1.

Oružje može ispaljivati sljedeće streljivo:

- Vodene projektili M712 dometa 16.400 metara,

- Rasprskavajuće standardne projektili HE, M107 mase 42,91 kg maks. početne brzine 562,4 m/s i dometa 14.600 metara sa sedmim punjenjem,

- Cargo projektili M449A1 punjene sa 60 protupješačkih granatica ukupne mase 43,09 kg , početne brzine 563 m/s i najvećeg dometa 14.600 metara,

- Cargo projektili M483A1 sličnog sadržaja,
- Cargo projektili M692 punjene s 36 protutankovskih mina ukupne mase 46,49 kg , početne brzine 535,2 m/s i dometa 14.320 metara,

- Projektili M718/M741 koji sadrže devet protutankovskih mina

maksimalnog dometa 14.320 metara,

- Cargo projektili M731 punjene s 36 protupješačkih mina ukupne mase 46,49 kg i dometa 14.320 metara,

## Tehnički podatci sustava M109A2

•Borbena masa:	24.948 kg
•Masa praznog vozila:	21.110 kg
•Dužina s topom naprijed:	9120 mm
•Dužina oklopog tijela:	6190 mm
•Širina:	3150 mm
•Visina bez PZ strojnica:	2800 mm
•Visina s PZ strojnicom:	3280 mm
•Klirens:	460 mm
•Dužina gusjenica:	2788 mm
•Širina gusjenice:	381 mm
•Maksimalna brzina:	56,3 km/h
•Spremnik goriva:	511 litara
•Akcijski polujmer s p/r:	349 km
•Vodene zapreke:	1070 mm
•Nagib:	60 %
•Kosina:	40 %
•Visina zapreke:	530 mm
•Širina prokopa:	1830 mm
•Motor:	Detroit dizel 8V-71T turbo 405 KS/2300 o/min
•Transmisijska skupina:	Allison Transmission XTG-411-4A 4 naprijed 2 straga
•Ovjes:	neovisno, torzijske poluge
•Električni sustav:	24 V
•Baterije:	4 x 12 V model 6TN
•Naoružanje:	-haubica 155 mm -PZ strojnica 12,7 mm ili 7,62 mm MG
•Broj članova posluge:	6

Tablica: Robert Orljac

- Raketizirane projektili HERA M549 s ukupnom masom 43,54 kg i najvećim dometom 19.300 metara,
- Osvjetljavajuće projektili M485 dometa 13.586 metara i M818 dometa 11.600 metara,
- Dimne projektili M825 dometa 14.320 metara i M116 dometa 14.600 metara,
- Dimne projektili M110 dometa 14.600 metara pri početnoj brzini 563,9 m/s.

## Inačice

**M109A1** je temeljna M109-ka upotpunjena s novom dužom cijevi M185, povećanom elevacijom i izdržljivijim sustavom ovjesa. M109A1 je standardizirana u listopadu 1970. godine da bi se počela proizvoditi 1972. godine. Novi sustav ispaljuje projektili do 18.100 metara u usporedbi s temeljnim modelom koji je imao domet svega 14.600 metara. S raketiziranim projektilima povećanog dometa ima domete i do 24 kilometara. M109A1 teži 24.070 kilograma puno nosivosti i ima dužinu 9042 mm uključujući i cijev. Ispaljenjem ranije nabrojenih projektila postiže sljedeće domete: M107 - 18.100 metara, M483A1 - 17.500 metara pri  $V_0 = 650$  m/s, M692 - 17.740 metara, M731 - 17.740 metara, M545A1 - 23.500 metara, M485 - 17.500 metara, M818 - 18.100 metara, M116 - 18.100 metara, M825 - 17.500 metara pri  $V_0 = 660$  m/s, M449A1 - 18.100 metara, ADAM M692/M731 - 17.740 metara, CLGP M712 Copperhead - 16.400 metara.

**M109A2** je ušla u proizvodnju u BMY Combat Systems HARSCO 1978. godine. Prva proizvodnja je bila 103 oružja godišnje. Glavne promjene u odnosu na M109A1 uključuju rekonstruirani punjač i ojačani protutrzajni sustav, ugrađen je sigurnosni uređaj rada motora i izvršena rekonstrukcija vrata. Poboljšan je hidraulični sustav za pokretanje topa i kupole i rekonstruiran je spremnik za prevoženje dodatnih 22 metaka. Do 1995. godine je proizvede-

no gotovo 800 oružja.

**M109A3** je konvertirana inačica modela M109A1. Konverzija uključuje: ugradnju postolja topa M178 umjesto starog M127, ugradnju sigurnosnog i RAM paketa kojim je obuhvaćen filtroventilacijski sustav, instrument ploča vozača, spremnik barutnih punjenja, protutrzajni odbojnici, torzijske poluge, gornji cilindar protutrzajnog sustava i drugo.

**M109A4** je konverzija M109A2 ili M109A3. Glavne promjene se očituju u nuklearno-kemijsko-bioološkoj zaštiti i zahtjevu za RAM poboljšanjem (Reliability And Maintainability). Napravljena su poboljšanja mehanizma za pokretanje kupole po smjeru, NBK opreme, filtera hidrauličnog pogona, isušivanja poda i drugo.

**M109A5** je modernizirana M109A4 s ugrađenim RC/MAS (Reserve Component/Modified Armament System). RC/MAS je poboljšana mogućnost djelovanja i ispaljivanja barutnih punjenja M203A1 za domete projektila s asistencijom do 30 kilometara. Za tu mogućnost je ugrađeno oružje M284 na postolju M182.

## Modernizacija sustava M109

Od 1962. godine je proizvedeno više od 6000 samovoznih sustava 155 mm M109 u Cleveland Army Tank Plant. Od 1974. godine proizvodnja je u nadležnosti BMY, sadašnji United Defense, Combat Systems Division, York Pennsylvania. Što za izvoz, što za domaće potrebe tu je izrađeno oko 4000 vozila. Mnoge zemlje koje imaju na korištenju ove sustave danas na veliko razmišljaju o modernizaciji sustava do podizanja na odgovarajući standardizirani model. Neke zemlje poput Italije, Njemačke i Švicarske razvijaju svoje modernizacijske pakete koji odgovaraju lokalnim zahtjevima, ali se modernizacija uvek temelji na modernizacijskom paketu FMS



Ispitivanje Paladina tijekom 1992. godine pod imenom M109A3E2 HIP



Jedan od modela M109 LP s cijevi dužine 52 kalibara za ispitivanje paljbe s tekućim punjenjem

Corporation.

U Americi koja i sama ima više od 2000 sustava M109, FMS Corporation je glavni nositelj modernizacijskog marketinga M109. Danas je kompanija spremna ponuditi modernizaciju širokog područja M109, s aktualnim topom i opremom koja se proizvodi za potrebe američke vojske. Između 1980. i 1983. godine FMS je opskrbio zemlje članice NATO s više od 1000 konverzijских paketa M109 za poboljšanje na model M109A3. Ti su modernizacijski paketi "skrojeni" prema specifikaciji krajnjeg korisnika. Sadašnji modernizacijski programi američke vojske su usmjereni modernizaciji postojećih modela M109A2 i M109A3.

Bila su znakovita dva pristupa modernizacije

američke flote M109-ki. Jedan pristup rezultira nastajanjem međumodela M109-A4 i M109A5, dok je drugi pristup rezultirao nastankom sustava M109A6 Paladin o kojem će više biti rečeno u sljedećem broju. U nastavku će više biti rečeno kakva je situacija u pojedinih zemljama korisnicima sustava M109.

**Austrija.** Ta je zemlja nabavila 38 originalnih M109-i i 18 M109A2, a ima i 54 potpuno nove haubice M109A5 nabavljene od United Defense, Combat Systems Division. Austrija je također kupila 27 oružja M109A2 od britanske vojske koja sustavno uvodi VSEL-ove AS90 a svoje 109-e

stavlja izvan uporabe. Danas Austrija planira modernizirati sve svoje modele u model M109A5.

**Belgia.** Između 1984. i 1985. godine, Belgija je nabavila 127 novoproizvedenih sustava M109A2 ugovorenih s BMY ugovorom iz 1983. godine, a temeljne modele M109 će modernizirati prema modelu M109A3. Drži se da Belgija od 168

### Usporedni podatci između M109G i M109A3G

Model	M109G	M109A3G
• Kalibr:	155 mm	155 mm
• Broj žlijebova:	48	48
• Kut uvijanja konst.:	8°55'37"	8°55'35"
• Dužina cijevi:	4422 mm	6874 mm
• Dužina ožlijebljjenog dijela:	2900 mm	5057,7 mm
• Volumen barutne komore:	13.489 l	18.845 l
• Masa cijevi:	1916 kg	2380 kg
• Maks. domet (standard):	18.600 m	24.700 m
• Područje elevacije:	-2,5° do +70°	-2,5° do +70°
• Područje po smjeru:	360°	360°
• Učinak plinske kočnice:	40%	40 %
• Maks. dužina trzanja (iznad 51):	465 mm	465 mm
• Maks. tlak pri punjenju 8 DM 52:	3200 bara	2300 bara
• Maks. tlak s punjenjem FH 155-1:	-	3628 bara
• Početna brzina s punj. 8 DM 52:	685 m/s	685 m/s
• Početna brzina s punj. FH155-1:	-	827 m/s

tablica: Robert Orljovac

temeljnijih modela M109 ima u planu modernizirati njih 108 koje su na korištenju u šest topničkih sklopova. Modernizacija na model M 109A3 će se obaviti u Arsenal du Materiel Mecanique et de l'Armement, u Rocourtu blizu Liegea.

**Kanada.** Ta je zemlja u posjedu 50 oružja temeljnog modela M109 i 26 modela M109A2 koji su u planu modernizacije tzv.PIP (Product Improvement Programme) paketom. Godine 1992. je nizozemski RDM ugovorio generalni remont ukupno 30 oružja koja će se prevoditi na noviji model uz ugradnju pomoćnog pogona kupole.

**Danska.** Danska je nabavila 76 temeljnijih modela oružja koje se uspješno u Danskoj prenove u model M109A3 modernizacijskim paketom FMS Corporation.

**Italija.** Italija je kupila ukupno 221 sustav M109 od SAD, ali bez naoružanja. Ugradnju svojih oružja je obavio OTO Melara (sada OTO Breda), da bi naknadno Italija još nabavila 62 sustava M109A1B.

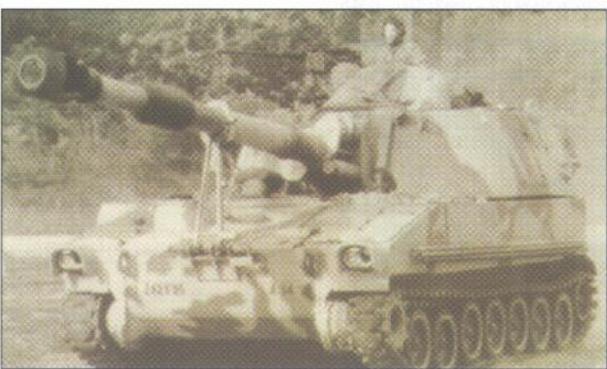
Između 1970. i 1971. godine OTO Melara je proizvodio dugu cijev za korištenje u programu FH-70 za maksimalne domete do 24 kilometara. U to doba nije bilo talijanskog zahtjeva za povećanje dometa, ali je 1984. godine njihovo ministarstvo obrane naručilo tri oružja za sveobuhvatna ispitivanja. Ispitivanja su bila vrlo uspješna pa je 1986. godine odlučeno da se modernizira ukupno 280 talijanskih M109-ki u model M109L. Posao je započeo 1986. godine i završio je 1992. godine. Glavna promjena je zamjena postojećeg 23 kalibarnog sustava cijevi s 39 kalibarnim sustavom balistički sličnim sustavu FH-70. Najveći dometi od 24 kilometara može biti povećan na 30 km korištenjem projektila s asistencijom ili projektila L15. Oklopno tijelo je modificirano tako da čini ekvivalent s modelom M109A3, a elevacijska masa i ciljnički sustav je kompatibilan s modelom M109G.

**Israel.** Izraelske M109A1 su modernizirane u M109AL, a u pripremi su planovi za modernizaciju njihovih postojećih oružja u M109A6 Paladin. Za potrebe prevoženja streljiva izraelski je

Slika 1. Slika prikazuje prototip PT01 M109L s modifciranim zadnjim krajem kupole

Slika 2. Ispitivanje izraelske samovozne haubice M109AL s prikolicom za prijevoz streljiva ARTRAIL

Slika 3. Američka samovozna haubica M109A2 koja će biti modernizirana u model M109A5



Urdan Industries borbeno testirao svoju prikolicu za prijevoz topničkog streljiva ARTRAIL (Ammunition Resupply Trailer). Prikolicu vuče samovozno oružje M109, a može prevoziti 44 projektila s odgovarajućim barutnim punjenjima i upaljačima. Masa pune prikolice je 6200 kg, a s tijelom oružja je spojena elevatorom preko kojega se transportira streljivo.

**Nizozemska.** Ta je zemlja kupila 135 sustava M109, tri sustava M109A1B i 91 sustav M109A2. Godine 1980. je RDM modernizirao 136 sustava u M109A3 s modernizacijskim paketom koji je nabavljen od FMS Corporation. Prema izjavama nizozemskog glasnogovornika njihova je flota od 222 sustava M109 bila drastično smanjena na samo 137 sustava, dok je ostatak namijenjen prodaji. Od planiranih 137 sustava, 126 ih je modernizirano u RDM-u tako da ih je 88 u modelu M109A2, a 38 u modelu M109A3.

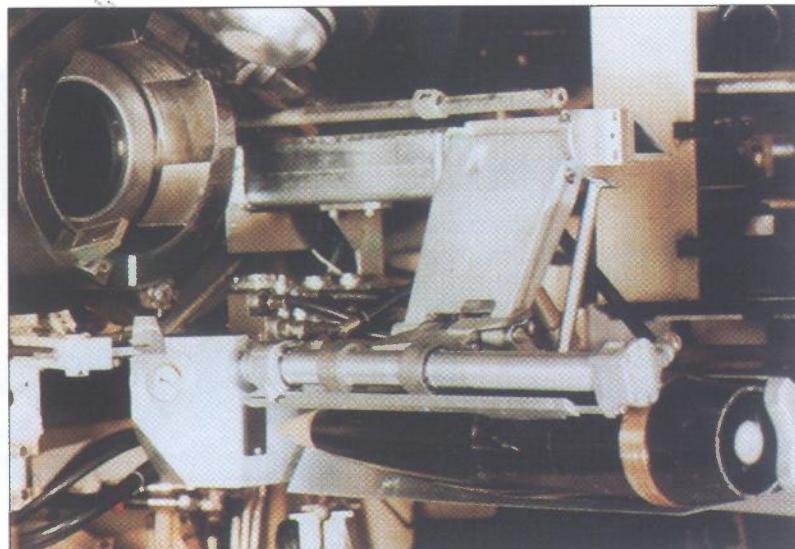
U udruženju s Boforsom iz Švedske RDM je razradio glavninu modernizacije koja uključuje 39 kalibara dugi cijev, novo postolje topa, poluautomatski punjač, poboljšanu nuklearno-biološko-kemijsku zaštitu, suvremeniji sustav automatskog upravljanja paljbom i drugo.

**Njemačka.** Osim SAD-a, Njemačka je najveći korisnik M109-ki uz posjedovanje 609 sustava koji su bili nazvani M109G i kao takvi imali su brojne lokalne modifikacije.

Njemački Rheinmetall Defence Engineering je razvio program modernizacije koja uključuje zamjenu standardne cijevi sa cijevi dužine 39 kalibara vučne haubice FH-70. Instalacija cijevi 39 kalibara omoguće korištenje streljiva 155 mm koje je razvijeno za njemačku vojsku sa specifičnom organizacijom barutnih punjenja i standardizacijom streljiva po lokalnom zahtjevu. Također mogu biti korišteni cargo projektili RB 63 i Rh 49. Korištenjem streljiva za FH-70 postignut je domet 24,7 km prema ranijem 18,6 km koji je imala M109G. Ugradnjom vlastite cijevi u kombinaciji modernizacijskog paketa FMS Corporation, Njemačka je 1983. godine kupila 586 modernizacijskih paketa za modernizaciju M109G na model M109A3G. Kasnije je Thyssen Henschel iz Kosselna od M109A3G napravio modernizaciju nazvanu AURORA M109A3GEA1.

**Norveška.** Norveška je u zajedničkom projektu s Njemačkom razradila program modernizacije svojih sustava M109. Norveška je 1983. godine naručila od FMS Corporation 126 modernizacijskih paketa kako bi svoje M109G3 podigli na standard M109A3GN koji je gotovo identičan s M109A3G. Posao je izведен u vremenu od 1988 do 1990. godine.

**Južna Koreja.** Južnokorejski Samsung Shipbuilding and Heavy Industries (SHI) je s američkim BMY imao koproduktijski ugovor za proizvodnju sustava 155 mm M109A2. Prvom je fazom bilo obuhvaćeno 272 sustava. Amerikanci su za početak izručili dva kompletne sustava i 20 kompleta sklopova i komponenti za montažu.



Preostalih 250 sustava su proizvedeni u Južnoj Koreji prema specifikaciji iz ugovora koja je regulirala isporuku BMY-ovog oklopa kupole, motora, transmisije i naoružanja. Posao je završen 1990. godine. Danas Južna Koreja ima zahtjeve za 952 samovozna sustava 155 mm.

**Španjolska.** Njihova flota starih 105 mm M108 i 155 mm M109 je bila planirana za modernizaciju u standard M109A3 (M109A5). Vjeruje se da je španjolska raspolažala s 96 temeljnih modela M109 i 48 modela M108 105 mm. Modernizacija je bila planirana za razdoblje između 1994. i 1995. ali nije točno znano u koji je model izvršena modernizacija.

**Velika Britanija.** Iako britanska vojska povlači svoje M109-ke (neke od njih su prodane Austriji), RO je omogućio narudžbu novih oružja za modernizaciju sustava M109. Kompanija ima ispitane cijevi 155 mm dužine 39, 47 pa i 52 kalibara u inačici za ugradnju na sustav M 109 koji bi bio kompatibilan s kvadrilateralnim sporazumom o balističkom sustavu barutne komore.

(nastavit će se)

**Uredaj za punjenje 2B  
švicarske "wf" za  
samovoznu haubicu M109  
kalibra 155 mm**

**Jedna od M109-ki sa  
ugrađenim punjačem  
streljiva švicarske tvrtke  
Waffenfabrik Eidgenössische**



Vojnik koristi minijaturno računalo tvrtke InterVision u održavanju tanka. Računalo je smješteno u pojusu. Na slici se vidi i minijaturni zaslon te mikrofon za glasovno upravljanje radom računala



**O**sim prijenosnih, laptop i ručnih računala nedavno su se pojavila i računala koja korisnici "oblače" na sebe (wearable computers). To nisu računala namijenjena modelima na pariškim modnim pistama već operaterima, ljudstvu za održavanje, vojnicima kojima su tehničke i druge informacije potrebne trenutačno i na mjestu gdje se nalaze, u

Modernizirana inačica sustava poznata kao WINGS (wearable information gear for services) isporučuje se američkoj vojsci, te francuskoj i talijanskoj vladi.

Američka mornarica koristi sustav WINGS uglavnom za potrebe održavanja i logistike uopće. Sustav se koristi na brodovima klase AEGIS kod održavanja radara, te na nosačima zrakoplova za održavanje helikoptera i lovaca F/A-18. Sustav se

# WINGS. *Računalo koje je uvijek pri ruci*

Upravljanje glasom, IC osjetnici, virtualna stvarnost omogućuju trenutačan pristup neophodnim podatcima u svim borbenim i neborbenim situacijama

ograničenom prostoru tanka, na vjetrovitim i kišnim palubama brodova, u ophodnji ili izvidničkim akcijama.

Na raspolaganju korisnicima su danas novi računalski sustavi temeljeni na dobro poznatom Intelovom 80486 procesoru na 25 ili 33 MHz, sa do 16 Mbajta RAM-a. Stariju inačicu ovakvih sustava koja se koristi u američkoj mornarici, tankovima i topničkim sustavima, kod održavanja zrakoplova USAF, te u nekim stranim državnim službama i komercijalnim aplikacijama, razvila je i proizvela tvrtka InterVision Systems. Isporučeno je više od sto takvih "odijevajućih" računala po cijeni od 8 do 10 tisuća USD, u zavisnosti od dizajna i zahtijevanih funkcija. Još je 25 moderniziranih sustava u završnoj fazi proizvodnje.

Tvrta ovu tehnologiju plasira i preko svoje subsidijarne tvrtke u Škotskoj, InterVision UK Limited, koja pokušava sustav prodati britanskom MO za potrebe održavanja tanka Challenger II, samovoznih topova i podmornica klase Trafalgar. Britanske vatrogasne brigade i službe spašavanja također su izrazile interes za ovakvim sustavima.

koristi i kod detekcije oštećenja broda, te kontrole skladištenja streljiva i eksplozivnih tvari.

Marinci razmatraju svoje potrebe za ovakvim sustavima u koji bi ugradili i čitač bar (linijskih) kodova za brzo prepoznavanje materijala koji se dostavlja trupama prigodom iskrcavanja u područje desanta. Skaner bi bio smješten na zglobo operatera koji bi jednostavno prijelazom preko oznake na sanduku u svoje računalo učitao podatak o sadržaju sanduka. Podatci se dalje mogu koristiti ili za vlastito tekuće praćenje zaliha postrojbi na obali ili se radio putem mogu predati na matični brod radi kontrole prispjeća pošiljaka. Na taj bi se način postupak opskrbe desantnih trupa nedostajućim materijalom ubrzao i učinio mnogo pouzdanim.

Kopnena vojska koristi ovakva računala u tankovima M1A1 Abrams i samovoznim haubicama. Ispituje se mogućnost njihove uporabe zajedno s radio-komunikacijskim sustavima i u izobrazbi ljudstva za održavanje. Sustav pruža pogodnosti standardnog industrijskog računala uz zadržavanje visoke mobilnosti korisnika.

**JOSIP PAJK**

U mornarici se u korištenju ove tehnologije osobito ističe Naval Surface Warfare Center gdje je sustavu pridodan akustički sustav za glasovno uključivanje pomoću kojeg se računalom upravlja bez uporabe ruku. Ugrađeni radio-modem omogućuje primanje i predaju podataka s udaljenim središnjim računalom. Spojeni GPS sustav i dodatni priključak za hard disk čine potencijale ovog sofisticiranog alata još većim.

Temeljna inačica (peta generacija sustava) koja se trenutačno proizvodi, System Five, sastavljena je od 80486 SLC procesora, minijaturnog VGA zaslona rezolucije 640x480 i fiksнog hard dreve od 40 Mbajta. U sustavu se koristi i minijaturizirani track-ball (umjesto mišа), standardni serijski i usporedni portovi, dva slota za PCMCIA memorijske kartice, baterijski paket i skidljivi hard drive od 105 Mbajta. Kao opcija mogu se ugraditi veći hard, GPS, komunikacijska kartica za Ethernet ili Token Ring, modem, sučelje za 1553 sabirnicu, digitalnu kameru i CD-ROM.



Nova inačica (System Six) imat će skidljivi PCMCIA hard drive od 170 Mbajta koji će se, po potrebi, moći formatirati i na 340 Mbajta. No protežnosti, masa i brzina rada ovog sustava su njegove najbolje značajke. Računalo je visoko 4,5 inča, široko 4,7 inča i duboko 2,7 inča, a masa nije veća od 1,5 kg, tako da se vrlo lako može pričvrstiti za pojaz. Minijaturni zaslon visoke rezolucije može se pričvrstiti na svaku zaštitnu kacigu ili drugo remenjem fiksirano zaštitno pokrivalo za glavu.

Inače, masa monokromatskog zaslona je 0,4 kg, ima rezoluciju od 640x480 u 256 sivih razinu. Moguće je koristiti i optionalnu minijaturnu tipkovnicu veličine 6x12x1 inč koju operater nosi na ručnom zglobu, ili sustav za prepoznavanje glasovnih poruka (500 riječi) koji se prilagođava glasu korisnika i omogućuje mu kontinuirani govor.

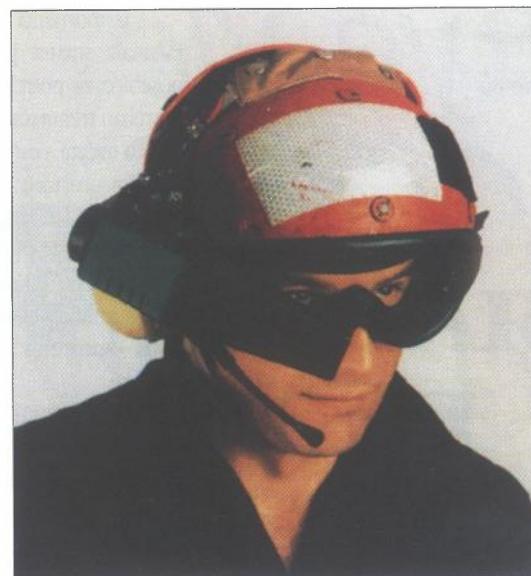
Otvorena arhitektura ovog IBM kompatibilnog sustava prihvata sve DOS i Windows aplikacije. Dva PCMCIA slota, dva serijska i jedan

usporedni port proširuju mogućnost primjene ovog sustava, kao i plug-in flash memorijske kartice i video kamera koja se montira na kacigu. Šest-voltna NiCd nadopunjavajuća baterija se jednostavno ubacuje u svoje ležište s vanjske strane računala.

Tehnologija ovakvih računala razvijana je između 1990. i 92. godine u tvrtci Westinghouse, a InterVision Systems je od njih otkupila ovu tehnologiju i vrlo brzo počela s njihovom proizvodnjom i isporukom.

Britanska filijala tvrtke usko surađuje s tvrtkom CSC (Computer Sciences Corporation) koja je odgovorna za definiciju sustava upravljanja i održavanja unutar programa razvoja helikoptera Westland/Agusta EH-101 (Merlin). Na temelju podataka iz ovog programa tvrtka nastoji svoja računala prilagoditi potrebama održavanja helikoptera Merlin i što bolje zadovoljiti zahtjeve krajnjeg korisnika. U tijeku su radovi na integraciji ovih računala s postojećom i novom sklopovskom i programskom opremom.

Veliki korisnici ovakvih računala u civilnom sektoru su, čini se, naftne kompanije te uporaba za telemedicinske aplikacije. S platforme se pomoću ovakvog sustava može poslati pouzdana informacija na temelju koje je moguće zaključiti da li je na platformu potrebno poslati liječnika ili helikopter za evakuaciju bolesnika (ranjenika). Isto se tako na samoj platformi u računalu mogu pohraniti svi neophodni medicinski postupci (uključujući i video zapise) koje osoba koja pruža hitnu pomoć treba odraditi u slučaju nesreće.



*Član brodske posade koji radi na poletno sletnoj stazi nosača zrakoplova (na vrhu) opremljen računalom tvrtke InterVision prilagođenog za posluživanje borbenih zrakoplova F/A-18. Član vatrogasne ekipe posade (u sredini) opremljen inačicom istog računala na koje se može spojiti IC senzor i sustav pozicioniranja te ugraditi sustav tropotežne virtualne stvarnosti za brzo otkrivanje oštećenja i mjesta požara na brodu. Tehničar u službi održavanja na brodovima klase Aegis (na dnu) također koristi ovo isto računalo s minijaturnim zaslonom i sustavom za glasovno upravljanje računalom*

U mornarici se uvodenje u uporabu ovih računala smatra jedan od prioritetnih zadatača, posebice za potrebe održavanja gdje je ljudstvu potreban trenutačan pristup pojedinim podatcima na licu mjesta, često u ograničenom i teško pristupačnom prostoru gdje nema mjesta za tehničku dokumentaciju. Ljudstvo koje radi s eksplozivnim napravama, npr. često puta treba određeni podatak baš u samom tijeku razminiranja, a ovakav sustav može omogućiti trenutačan pristup traženom podatku.

Na zaslonu koji se nalazi točno ispred oka operatera mogu se prikazati svi podaci koji se normalno nalaze u različitim uputstvima za rukovanje i održavanje (tekst, crteži, sheme, dijagrami). Na računalu se, osim toga, kao periferni uređaji mogu spojiti različiti mjerne instrumenti za uporabu u različite namjene i okruženjima, a mogu se koristiti i svi korisnički programi kao i na bilo kojem standardnom stolnom PC računalu.

Uporabom ovih sustava,

naime, prestaje potreba da ljudstvo koje radi na održavanju nosi goleme količine tehničke dokumentacije na mjesto gdje se obavlja održavanje ili da prekida rad na održavanju kako bi proučilo neki problem u dokumentaciji.

Jedna takva inačica koja se već koristi u mornarici poznata je pod nazivom SMART (shipboard maintenance and repair tool). Računalo je otporno na vrlo žestoke utjecaje okoline kakvi vladaju na moru, a smješteno je u posebnom pojasu koje ga zaštićuje i od utjecaja elektromagnetske radijacije.

Proizvođač tvrde, a Institut za istraživanja oka Medicinske škole na Harvardu potvrđuje, da je korištenje minijaturnog zaslona za operatera zamorno koliko i korištenje zaslona standardnog stolnog računala. Zaslon, kojeg operater gleda samo jednim okom, tako je dizajniran da ne ometa periferni pogled kako bi se zadržala sigurnost prigodom penjanja i brzog kretanja kroz brodske prostore pune zapreka. SMART je tako konfiguiran da u sebi sadrži i takve alate za dijagnostiku, kao što je minijaturni multimetar kojim se brzo i točno može obaviti većina mjerjenja prigodom otkrivanja mesta kvara. U ovoj inačici sustava tehničar spaja sonde multimetra pričvršćenog za pojas u mjerne točke opreme koju testira, a izmjerene vrijednosti prikazuju se na zaslonu SMART računala, a korištenjem ekspertnog dijela interaktivnog električnog uputstva za održavanje iz programa računala, dobiva informaciju o izmjerениim podatcima koji ne odgovaraju normalnim parametrima i daljnje upute za točno lokaliziranje

mjesta kvara. Nakon lokalizacije i identifikacije kvara računalo daje operateru podatke o načinu njegova otklanjanja i prilagodavanja parametara rada.

Sustav za glasovno upravljanje računalom (voice activation) omogućuje korisniku "listanje" interaktivnog električnog tehničkog uputstva bez korištenja ruku. To može biti od vitalnog značenja kad se obavljaju osjetljiva prilagodavanja

*Marinac s punom ratnom opremom i InterVisionovim računalom. Skaner za linijski (bar) kod na zglobovi lijeve ruke dodan je u sustav zbog potrebe praćenja stanja zaliha prigodom iskrčavanja trupa u zonu desanta. Digitalna radio-komunikacija s računalom na maticnom brodu pospješuje logističku potporu jedinica na obali zbog učinkovitije opskrbe nedostajućim (uništenim) tvorivom*



opreme. Operator može, doslovce, glasom pozvati na zaslon pojedine izbornike, obaviti izbor, učitati izgovoreni tekst, odabrati grafički prikaz ili unijeti brojčane podatke. Dio programa za prepoznavanje izgovorenih zapovijedi omogućuje nekolicini korisnika da pohrane svoje glasovne značajke u jedno računalo radi kasnije uporabe.

Zbog ovakve prethodne "akreditacije" svakog korisnika, sustav je u potpunosti personaliziran, te na njega nemaju utjecaj karakteristični naglasci ili gorovne anomalije korisnika. Sustav Verbex omogućuje glasovnu emulaciju tipkovnice, bilo koje funkcionske tipke ili kombinacije više tipki. Sustav, iako preko mikrofona prima i buku iz okruženja, filtrira je, tako da korisnik bez obzira na razinu buke može zapovijedi računalu izgovarati normalnim glasom i ono će ga "razumjeti".

Daljnji razvoj sustava WINGS dovest će do integracije u prikaz na zaslonu i slike s minijaturne termovizijske kamere, tako da operator, uz sve druge podatke iz računala može imati i sliku vlastite okoline u mraku i zadimljenim prostorima. Takav sustav značajno povećava sigurnost operatera, njegovu sposobnost detekcije oštećenja i snalaženje u svim, a posebice u iznimnim situacijama (požar, pogodak i oštećenje broda, itd.). U sustav se može ugraditi i oprema za globalno pozicioniranje operatera na brodu, zajedno s tropotrežnim IC prikazom modela svih brodskih prostora, što nadzornom osoblju odmah daje podatak o mjestima gdje je temperatura dostigla opasno područje (toplje od normalnog), ili gdje je došlo do prodora vode (hladnije od normalnog).

# CILJNIČKA NAPRAVA

# CN-4 MORTAR SIGHT TELESCOPE

## UPORABA

Cilnik CN-4 služi za navođenje cijevi minobacača po smjeru i zauzimanje tabličnog i mjesnog kuta, odnosno zauzimanje elemenata smjera i nagiba cijevi minobacača pri ciljanju na određeni (vidljivi ili nevidljivi) cilj. Za noćne uvjete rada cilnik koristi tricijsko osvjetljenje končanice.



## Optičke značajke:

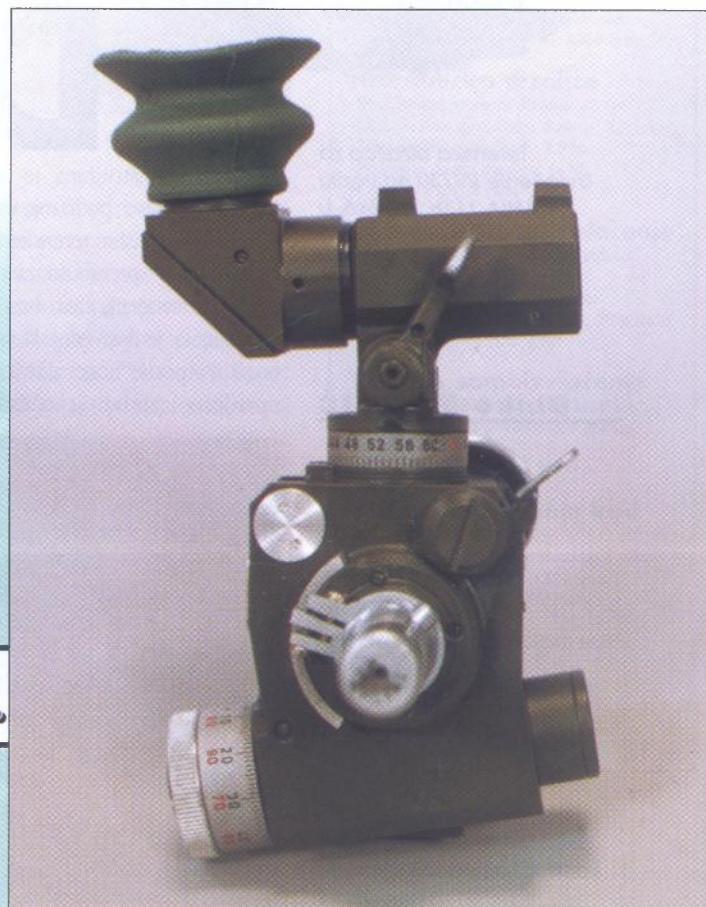
• povećanje:	2,5x
• vidno polje:	9°
• promjer izlazne pupile:	5,5 mm
• udaljenost izlazne pupile od zadnje leće okulara:	25 mm
• raspon dioptrija okulara:	-0,5 do -1 dpt.
• razlučivanje:	22"
• mjerene kuteve u vodoravnoj ravnini:	0,00 64-00
• mjerene kuteve u vertikalnoj ravnini:	0,00 10-00
• podjela skala:	
gruba	1,00
fina	0,01
• osjetljivost razulje:	5-7 mm

## DESCRIPTION:

Mortar sight CN-4 enables laying of mortar bearing and elevation i.e. setting the firing elements for direct or indirect targeting of visible and invisible targets. It is provided with tritium light reticle illuminator for night

## Optical specifications:

• magnification:	2,5x
• field of view:	9°
• exit pupil diameter:	5,5 mm
• eye relief:	25 mm
• eyepiece adjustment:	-0,5 do -1 dpt.
• resolution:	22"
• bearing measure:	0,00 64-00
• elevation measure:	0,00 10-00
• scale graduation:	
coarse	1,00
fine	0,01
• level sensitivity:	5-7 mm



RH-ALAN d.o.o.

RH-ALAN d.o.o., Staničeva 4, 41000 Zagreb  
Tel.: 385 1 45 40 22, 46 86 67  
fax. 385 1 45 40 24  
REPUBLIKA HRVATSKA

# Dizalica za izvlačenje

## RV 730 6x6

Dizalice za izvlačenje čine sastavni dio mehaniziranih postrojbi. Osim teških dizalica na oklopnjacima gusjeničarima, opkoparske i logističke postrojbe koriste vrlo brze dizalice na kotačima, kako bi povećali spremnost svojih postrojbi i učinkovitost na bojišnici. Dizalica za izvlačenje RV 730 s glavnim vitlom za izvlačenje na vozilu SCANIA 113H 6x6, ima iznimne mogućnosti izvlačenja sredstava mase do 20 tona u najtežim terenskim uvjetima



*Terenska dizalica za izvlačenje RV730 na vozilu SCANIA 113H 310 6x6, u transportnom položaju*

**Dinko MIKULIĆ**

Dizalica za izvlačenje RV 730 6x6, tvrtke Haggards Moelv A.S. Norveška, konstruirana je za teške operacije izvlačenja u vojsci, podizanje vitlom, vuču i dizanje sredstava u najtežim terenskim uvjetima. Ima vrlo veliku spremnost za djelovanje, kako za operacije izvlačenja tako i za dizanje dizalicom, zahvaljujući jedinstvenoj konstrukciji potpornih nogu. Potporne noge aktiviraju se hidraulički, a upravljanje im je odvojeno. Kad su ispružene, vozi-

lo se podiže iznad zemljišta i one nose čitavu težinu. To daje stabilnost dizalici za djelovanje u svim smjerovima, kao i odlično učvršćenje kod korištenja vitla za izvlačenje. Zahvaljujući posebnom kućištu na kojem stoje potporne noge, sile podizanja i vlačne sile ne prenose se na kućište vozila za vrijeme rada. Postavljanje dodatnog kućišta na kućište vozila ne ograničava sposobnost kretanja vozila po neravnom zemljištu.

### **Superstruktura i glavni sklopovi dizalice za izvlačenje**

**Dizalica.** Vozilo je opremljeno hidrauličkom dizalicom. Krak dizalice podiže se hidraulički od vodoravnog položaja do 70°. Krak ima hidraulički teleskopski produžetak, koji može raditi pod punim opterećenjem dizalice. Dizalica se simetrično okreće preko stražnjeg kraja vozila, a okretanje može biti i kontinuirano, prema izboru. Dizalicom se može upravljati sa sjedišta na njezinom podnožju ili uređajem za daljinsko upravljanje.

**Glavno vitlo za izvlačenje.** Glavno vitlo za izvlačenje ima kapacitet od 20 tona po jednom



*Izvlačenje lako tanka s glavnim 20-tonskim vitlom, koristeći aktiviranje stražnje stope*



*Podizanje i vraćanje oštećenih lakih terenskih vozila na cestu*



*Podizni i vučni krak vozila straga, ima teleskopski produžetak, sposobnosti dizanja 6 tona, podizanja i spuštanja -50 do +80 stupnjeva*

povlačenju, a postavljeno je na okretno postolje dizalice. Brzina rada vitla ovisi o vlačnoj sili koja se primjenjuje. Postavljanje vitla na okretno postolje dizalice ima tu prednost da se predmet koji se

la, vlačne sile od 10 tone.

**Krak za vuču.** Vozilo za spašavanje opremljeno je krakom za vuču/podizanje, postavljenim na stražnjoj strani vozila. Krak radi hidraulički i ima



*Vuča terenskog vozila u bazu s podiznim i vučnim krakom vozila straga*

izvlači uvijek vuče izravno prema vozilu i nisu potrebna nikakva dodatna prilagođavanja.

**Vitlo za samoizvlačenje.** Vozilo za spašavanje može se opremiti hidrauličkim vitlom za samoizvlačenje, koje se postavlja sa strane vozi-

teleskopski produžetak, te učvršćenje za priključke za vuču.

**Potporne noge.** Potporne se noge koriste kao lopatice za učvršćivanje, a dimenzionirane su tako da svaka može podnijeti vučnu silu od 40 tona. Ta se sposobnost može koristiti kad se vuče unatrag na +/-30° od središnjice vozila, bez dodatnog učvršćivanja. Vučna sila sa strane ograničena je na 15 tona bez dodatnog učvršćivanja. Postoje i točke za dodatno učvršćivanje, kako bi se mogao iskoristiti kapacitet od 40 tona.

#### **Spremnići.**

U zatvorenim spremnicima vozila ima dovoljno mesta za alat i pribor. Može se dobiti i dodatna platforma za prevoženje doknadnih dijelova.



### **TEMELJNI TEHNIČKI PODATCI DIZALICE ZA IZVLAČENJE RV 730**

#### **Masa**

- Ukupna masa vozila 6x6, uključujući jedinicu RV 730 oko: **20.000 kg**
- Masa vozila SCANIA 113H 6x6: **11.000 kg**
- Masa jedinice za dizanje: **9000 kg**
- Opterećenje prednje osovine: **8000 kg**
- Opterećenje stražnje osovine: **12.000 kg**

#### **Protežnosti**

- Maksimalna vozna visina (gume 14x20): **3250 mm**
- Maksimalna vozna širina: **2500 mm**
- Maksimalna vozna duljina: **8800 mm**

#### **Hidraulička dizalica**

- Maksimalni moment dizanja: **28 tm**
- Maksimalna sposobnost dizanja: **8,4 tone**
- Teleskopski produžetak: **2,5 m**
- Podizanje kraka dizalice: **0-70°**
- Učinkovit sektor rada: **290°**

#### **Glavno vitlo za izvlačenje**

- Maksimalna sila povlačenja s jednim užetom: **20 tona**
- Duljina čeličnog užeta: **60-85 m**
- Maksimalna brzina povlačenja: **30 m/min**
- Učinkovit sektor rada: **290°**

#### **Vitlo za samoizvlačenje (postavljen sa strane)**

- Maksimalna sila povlačenja s jednim užetom: **10 tona**
- Duljina čeličnog užeta: **30-50 m**

#### **Krk za podizanje kod vuće**

- Maksimalna sposobnost dizanja: **6 tona**
- Teleskopski produžetak: **320 mm**
- Podizanje, elevacija: **- 50° - +80°**

#### **Hidrauličke stope sa strane**

- Broj: **4**
- Maksimalna vučna snaga: **40 tona**
- Mehaničko produljenje: **650 mm**

*Logistički radovi zamjene motora na oklopnjaku u terenskim uvjetima, korištenjem dizalice*

# *Sustavi za upozorenje i otkrivanje ozračenosti*

# LASEROM

Pravodobno otkrivanje ozračenosti laserom, a još više točno utvrđivanje smjera odakle zračenje dolazi omogućava posadi platforme (vozila ili letjelice) na koju je zračenje usmjereno da poduzme odgovarajuće protumjere. Za slučaj tanka te protumjere uključuju ispaljivanje dimnih granata i sakrivanje u dimu, izbacivanje mamaca ili lažnih ciljeva, pokretanje tanka ili njegovo orijentiranje u smjeru prijetnje, prekidanje navođenja zasljepljivanjem, zbunjivanjem ili ometanjem, te protupaljbu na izvor laserskog zračenja

**DUBRAVKO RISOVIĆ**



*Sustav za upozorenje i otkrivanje zračenja lasera, vidljiv na prednjem dijelu kupole tanka, tvrtke Simrad*

*Optronics RL1, ima detektorsku jedinicu protežnosti 18 cm u dijametru, 8 cm visine i težine 3 kg. Na slici se vidi i zapovjednik vozila gdje rabi Simradov binokularni dnevno/noćni motiljački uredaj KDN250F*

**Š**iroka rasprostranjenost lasera na bojišnici, posebice kao sredstva za navođenje ili određivanje daljine stvorila je potrebu za pravodobnim otkrivanjem ozračenosti laserom. Brzo otkrivanje ozračenosti laserom dopušta posadi platforme (vozila ili letjelice) koja je ozračena laserom poduzimanje odgovarajućih protumjera, koje se često mogu koristiti i u kombinaciji. Mogući odgovori na prijetnju uključuju manevriranje, odnosno naglo mijenjanje smjera, izbacivanje dimnih granata, otvaranje paljbe u smjeru izvora laserskog zračenja i okretanje najzaštićenijih (najokloppljenijih) dijelova u smjeru prijetnje.

Temelj sustava za upozorenje na lasersko zračenje predstavlja prijamnik sustava. Ovaj prijamnik mora otkriti prisutnost laserskog zračenja usmjereno direktno na platformu koja ga nosi, ali mora otkriti i lasersko zračenje koje pada izravno kraj nje. Pritom sustav mora biti imun na interferencije odnosno diskriminirati druge izvore zračenja (baklje, reflektore, odbleske sunca ili bljeskove eksplozija). Idući korak predstavlja utvrđivanje smjera (azimuta i elevacije) iz kojeg dolazi lasersko zračenje. Preciznost utvrđivanja smjera jako varira ovisno o sustavu i

kreće se od vrlo grubog razlučivanja pri utvrđivanju azimuta - 90° (tj. utvrđuje se kvadrant iz kojeg dolazi zračenje) preko srednjeg (3°-5° do vrlo preciznog (0,06°)). Preciznost uporabljenog sustava za upozorenje ovisi uz taktičko tehničke zahtjeve uvjetovane platformom (vozilom ili letjelicom) i o cijeni. Pritom naravno veća točnost sustava rezultira i većom cijenom. Ovaj odnos nije linearan, tako da npr. povećanje točnosti određivanja smjera za red veličine npr.  $s \pm 1^\circ$  na  $\pm 0,1^\circ$  rezultira s povećanjem cijene od samo 15 posto.

Prijamnik laserskog zračenja otkriva lasersko zračenje koje na njega pada direktno (kad se prijamnik nalazi u snopu lasera) ili posredno, putem raspršenja na aerosolu ili izlaznoj optici laserskog predajnika. Razmotrit ćemo to malo podrobnije. Raspoljala jakosti zračenja po presjeku laserskog snopa je približno Gaussovoj. Budući da je divergencija laserskog snopa koji služi za obilježavanje cilja ili utvrđivanje daljine relativno mala, tipično 1mrad, to je širina laserskog snopa na udaljenosti od 3 km oko 3 m, dakle mnogo manja od protežnosti cilja (npr. tanka). Kad bi se detektirao samo glavni snop lasera tada bi za učinkovito otkrivanje laserskog ozračenja bilo potrebno više detektoru raspoređenih po cilju, a lasersko zračenje koje pada u izravnu blizinu se ne bi moglo otkriti. No pri odašiljanju i prostiranju laserskog zračenja dolazi do raspršenja zračenja na mikroskopskoj (ili u borbenim uvjetima makroskopskoj) nečistoći koja se nalazi na izlaznom prozoru laserskog predajnika i na česticama prašine ili dima u zraku (aerosol). Ovo raspršenje je djelomice usmjereno u smjeru laserskog širenja snopa, ali nije kolimirano, te tako višestruko proširuje širinu laserskog snopa. Iako je jakost ovog raspršenog zračenja mnogo slabija od zračenja u samom snopu ona se ipak može otkriti s osjetljivim detektorima.

Pravodobno otkrivanje ozračenosti laserom, a još više točno utvrđivanje smjera odakle zračenje dolazi omogućava posadi platforme (vozila ili letjelice) na koju je zračenje usmjereno da poduzme odgovarajuće protumjere. Za slučaj tanka te protumjere uključuju ispaljivanje dimnih granata i sakrivanje u dimu, izbacivanje mamaca ili lažnih ciljeva, pokretanje tanka ili njegovo orijentiranje u smjeru prijetnje, prekidanje navođenja zašlepjanjem, zbunjivanjem ili ometanjem, te protupaljbu na izvor laserskog zračenja. Vremena potrebna za izvršenje ovih radnji navedena su u tablici 1. Uzmemo li u obzir da protutankovski projektil koji se navodi po laserskom snopu ispaljen s ruskog vrtloeta Hind leti brzinom od 2 Macha, dobivamo da je vrijeme potrebno da stigne do cilja udaljenog 3-4 km samo 6,4 s - 8,4 s, što je samo malo dulje od vremena potrebnog za izvođenje protumjera (vidi tablicu 1). Dakle očito je da je trenutačno upozorenje na prisutnost laserskog zračenja i što je moguće brže otkrivanje položaja njegova izvora kritično.



**Sustav POMALS (Pedestal Operated Multi Ammunition Launching System)** koristi Amcoram LWS-2 upozorivač tvrtke Elsira Electronic System. Sustav raspolaže mogućnošću brze reakcije na prisutnu prijetnju ispaljujući dimne projektili, ometače iz višecijevnog lansera. U normalnim meteorološkim uvjetima dvije dimne granate kreiraju dimnu zavjesu 60X6 m na udaljenosti od 50 metara od vozila za dvije sekunde

Vrijeme potrebno za otkrivanje položaja izvora laserskog zračenja (nakon trenutačnog upozorenja na njegovu pojavu) ovisi o točnosti sustava za upozorenje (tablica 2). Za sustav koji određuje samo kvadrant iz kojeg dolazi zračenje vrijeme potrebno da topnik sa svojim cilnjikom pronade i zahвати cilj iznosi oko 4 s - 10 s, tako da raspoloživo vrijeme za reakciju iznosi 0-4 s (ovisno o udaljenosti napadača). Ako je sustav za upozorenje točnosti 1-2° vrijeme potrebno za uhvat cilja je minimizirano (1 s - 2 s), što omogućava i primjenu pasivnih protumjera, jer raspoloživo vrijeme za reakciju iznosi 4 s - 7 s. Kod sustava visoke preciznosti (0,1°) izvor laserskog zračenja (prijetnja) je lokaliziran već za 0,1 s tako da je moguća učinkovita protupaljba, odnosno raspoloživo vrijeme za reakciju je maksimalno i iznosi 6 s - 8 s. Slične računice vrijede i za zrakoplove i

helikoptere. Uzimajući u obzir da se vjerojatnost preživljavanja napadaju zahvaljujući mogućoj uporabi protumjera znatno povećava, nije čudno da se u posljednje vrijeme velika pozornost posvećuje razvoju preciznih sustava za upozorenje na ozračenost laserom.

U Europi se sustavi za upozorenje razvijaju odnosno proizvode u nekoliko zemalja. Thomson TTD Optronique (prije Thomson-TRT Defense) radi u suradnji sa SAT na razvoju sustava DAL (Detecteur d'Alerte Laser) za zrakoplov Rafale, a razmatraju se i inačice za vrtloete i vozila.

Alcatel SEL razvija sustav za upozorenje TWE (Threat Warning Equipment) kao dio integriranog sustava samozaštite vrtloeta Tiger/Tigre/Gerfaut. TWE je u biti član obitelji njemačkih sustava HIWE (Helicopter Laser Warning Equipment) koji su pogodni za nove vrtloete, ali i retrofit u letjelice s fiksnim krilima i tankove. S druge strane Deimler-Benz Aerospace je razvio sustav COLD (Common Opto-electronic Laser detection System) za kojeg je licencu dobio Tracor a namijenjen je raznim platformama. Američka tvrtka Simrad Optronics proizvodi sustav RL1, koji je u većim količinama izvezen za nespecificiranog kupca u Aziji. Britanska tvrtka Avimo je 1991. godine počela proizvodnju sustava IWD21 za kupca na Bliskom istoku. Otad je razvila poboljšanu inačicu IWD21ES koja koristi više detektorskih poredaka (svaki pokriva 180° u azimutu s rezolucijom (7,5°) koji imaju i proširenu spektralnu osjetljivost:

do 1,6 μm, te tako pokrivaju i područje najnovijih lasera koji emitiraju na za oko sigurnim valnim duljinama od 1,5 μm. (Velika većina laserskih sustava za upozorenje pokriva spektralno područje do 1,1 (m, s maksimumom osjetljivosti oko valne duljine NdYAG lasera-1,06 (m). Avimo je izgradio tri kompletna prototipna sustava IWD21ES koji su sada na terenskim ispitivanjima, a na izložbi vojne opreme i naoružanja IDEX u Abu Dhabiju je u ožujku ove godine demonstrirao integrirani sustav povezan s izbacivačem dimnih patrona tvrtke Helio.

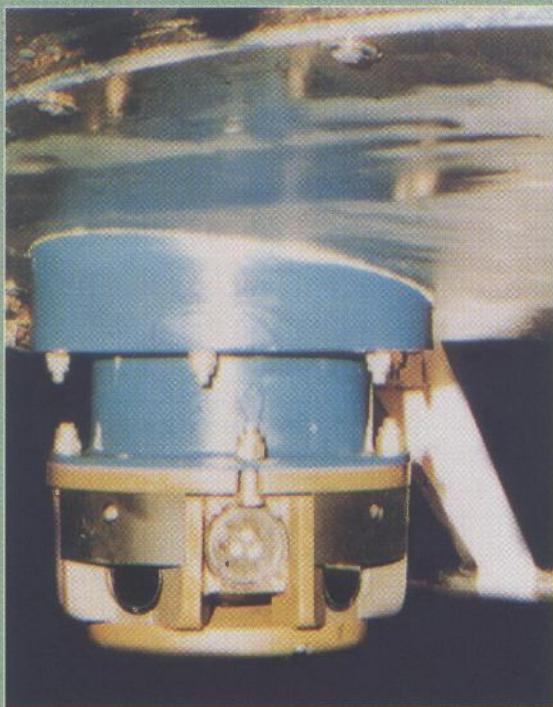
Znatno iskustvo u području razvoja sustava za upozorenje imaju tvrtke iz grupacije GEC. GEC-Marconi Avionics je 1993. dobio ugovor vrijedan 20 milijuna funti za razvoj inačice svog sustava Tip 491 za Eurofighter 2000. Ista tvrtka nudi slične sustave za oklopna vozila. Pojedine se inačice montiraju na kupolu, dok druge koriste postojeće otvore. Druga britanska tvrtka, Racal Radar Defence Systems proizvodi sustav za upozorenje Saviour prikladan za oklopljena borbenia vozila i vrtloete.



**Integrirani sustav samozaštite vrtloeta (TWE - Threat Warning Equipment) Tiger/Tigre/Gerfaut.** TWE koristi dva senzora za otkrivanje lasera (na slici gore), četiri senzora za otkrivanje radarskog djelovanja (lijevo dolje) i elektroničku jedinicu (desno dolje)



**GEC-Plessey Avionics** je konstruirala prijamnik za upozorenje PA7030 koji radi u valnom području od 0,4 μm do 1,1 μm a koristi kombinaciju izravnih detektora i detektora koji pokrivaju širi spektar. Izravni detektor sadrži 12 silicijevskih dioda čijim je rasporedom omogućeno pokrivanje područja od 360° po smjeru i 55° po visini. Drugi tip detektora za pokrivanje šireg sektora ima dvije fotodiode, osiguravajući pokrivanje s dvije fotodiode zone od 90° po smjeru i 3° po visini



**Saviour je prošao i seriju pokusa i za zrakoplovnu primjenu uključujući operativnu primjenu na britanskom vrtloetu Sea King. Upozorivač je montiran ispod vrtoljetnog trupa i uspješno je detektirao lasersko zračenje na daljinu od 15 km**

titi kao samostalan uređaj ili kao dio integriranog zrakoplovnog sustava SPS65 za vrtolete.

Prvi američki sustav za upozorenje koji je ušao u proizvodnju i koji je postavljen na brojnim vrtoljetnim inačicama koje koriste američka vojska, Mornarica i Marinski korpus je AN/AVR2 Laser Detecting Set (LDS). Hughes Danbury Optical Systems (HDOS) je od 1990 proizveo 609 komada AVR2, a počeo je isporučivati i inačicu AVR2A od koje je naručeno 733 komada. Inačica AVR2A uključuje nekoliko poboljšanja. Između ostalog može služiti i kao prijamnik za MILES/AGES laserski sustav za izobrazbu (vidi HV br. 3/95) te tako uklanja potrebu za postavljanje posebnog detekto-

ra na vrtolet za potrebe izobrazbe ili vježbi. Dodatak RS 423 sučelja dopušta da AVR2A radi s raznim pokazivačima na vrtoljetima koji nisu opremljeni s AN/APR 39 sustavom za upozorenje na radar, a može primati podatke i iz dodatnih detektoru koji se postavljaju na velikim zrakoplovima. Ova nova inačica također uključuje i karticu za sučelje sa sabirnicom po MIL-STD-1553, što će olakšati integraciju s budućim sustavima protumjera kao što su npr. ATIRCM i ATRJ, te module koji dopuštaju korisniku da reprogramira sustav po želji.

HDOS promovira obitelj AVR-2/A posebice za operatore vrtoleta AH-64 Apache i novi jurišni vrtoljet britanske vojske. Ove godine je također započela i proizvodnja sustava za upozorenje za vozila LAV-Recce kanadske vojske.

Vojska Sjedinjenih Država se još nije odlučila da li da za svoje glavne borbene tankove M1A2 i oklopna vozila Bradley započne razvoj novog sustava za upozorenje na lasersko ozračenje ili kupi-

postojeću opremu. Sustav za upozorenje na ozračenje laserom bi trebao predstavljati dio integriranog obrambenog sustava (IDS) za koji su u prosincu 1994. podnijeli ponude Lockheed Sanders, Loral Vought System i Delco.

Jedan od najpreciznijih sustava za upozorenje na lasersko zračenje razvila je tvrtka All Systems za potrebe CECOM's Night Vision and Electronic Sensors Directorate. Prvi model sustava HALWR (High Accuracy Laser Warning Receiver) je isporučen u rujnu 1991. HALWR ima vidno polje koje pokriva 30° u azimutu i 20° po elevaciji a

Učinak povećanja razlučivanja sustava za upozorenje			
Aktivnost	Razlučivanje	Vrijeme pripreme	Preostalo vrijeme
90° - 360°	Traženje cilja i uhvat	4s - 10s	0s - 4s
8°	Dovodenje končanice ciljnika na cilj	3s - 4s	3s - 6s
1°-2°	Vrijeme uhvata cilja je minimalno, pasivne protumjere	1s - 2s	4s - 7s
0,1°	Prijetnja je već lokalizirana, aktivne protumjere paljba	0,1s	6s - 8s

osjetljivost od oko 0,28 mW/cm<sup>2</sup>. Spektralno područje pokriva klasičnih 0,4 μm-1,1 μm, a sustav mjeri kut dolaska (AOA) s točnošću od oko 0,06° (1 mrad) u azimutu i elevaciji. Ova točnost je dovoljna da omogućava poluautomatsku direktnu paljbu topa ili laserskog oružja. HALWR uključuje detektor ozračenja (za trenutačnu dojavu pojave



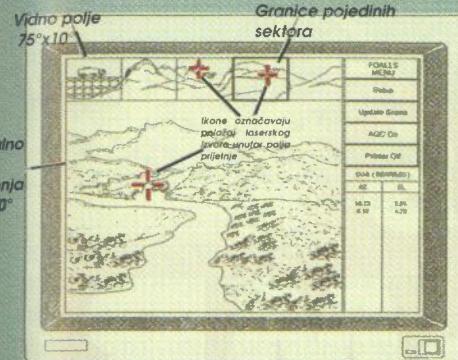
**Tvrta Hughes Danbury Optical Systems opskrbjava američku vojsku i marinski korpus setom za detekciju lasera pod nazivom AN/AVR2 Laser Detecting Set (LDS) kojim su uglavno opremljuju vrtoljeti. LDS koji može biti integriran s AN/APR 39 prijamnikom za upozorenje na radarsko djelovanje, koristi četiri SU-130/AVR2 senzorske jedinice prikazane na slici**



**Upozorivač serije 1220 tvrtke Marconi Defence System tijekom pokusa na tanku Chieftain britanske vojske. Dodavanjem druge senzorske glave dopušta sustavu detekciju i CO<sub>2</sub> lasera**

laserskog zračenja), i slike tokom kamere s dvostranim CCD poretkom u fokalnoj ravni (za utvrđivanje položaja lasera) sa združenom elektronikom za obradbu i iskaz podataka. CCD radi u nekonvencionalnom modu, s promjenljivom brzinom slike od 10.000 - 125.000 slika u sekundi, koji dopušta asinhrono detektiranje jednostrukog laserskog impulsa s vjerojatnošću koja prelazi 98 posto. Prijašnji sustavi za otkrivanje položaja lasera sa CCD senzorima su zbog relativno slabe osjetljivosti imali malu vjerojatnost uhvata jednog impulsa, pa su radili u režimu detekcije više impulsa. Detektor ozračenja se u biti sastoji od dvije silicijeve fotodiode koje daju trenutačnu dojavu pojave laserskog zračenja. Korištenjem sklopa za

koincidenciju i vremensku diskriminaciju reducira broj lažnih dojava zdrženih s lokalnim događajima (npr. kozmičke zrake) ili nelaserskim pojavama (npr. munja). Čim detektira lasersko zračenje detektor ozračenja daje signal nadzornoj elektronici da se očita sadržaj CCD poretka, koji sadrži informaciju o koordinati izvora (AOA) i dvo-protežni profil amplitude zračenja. Obradom slike se zatim pojačavaju digitalizirani podaci i točno određuje položaj izvora i uklanja pomak u smjeru uzrokovani raspršenjem na aerosolu. Ovaj proces identifikacije piksla (elementa slike) koji



**Sustav FOALLS (Follow-on Far Off-Axis Laser Locating System) omogućuje detekciju laserskog snopa koji je i do 1 km sa strane osi. Sustav može djelovati kao motriteljski sustav bojišnice koji može točno locirati laserske prijetnje u širokom području. Za manje od 1 sekunde locira i prikazuje mjesto prijetnje na pokazivaču, a u svom području djelovanja može otkriti položaje bar tri lasera u tijeku osam sekundi**

sadrži sliku izvora zračenja traje oko 0,1 sekundu.

Sustav radi u dva moda: "scena" i "laser". U prvom modu rada sustav pokazuje klasičnu sliku, a vrijeme integracije u CCD traje (ovisno o razini rasvjete scene) od 0,5 ms do 16,67 ms. Ovaj mod rada se obnavlja svake sekunde i stalno je na pokazivaču. "Laser" mod rada uključuje tehniku koja se koristi za uhvat laserskog impulsa na CCD, koristeći kratko vrijeme integracije, tako da se laserski signal jasno razlikuje od šuma CCD. Pojava laserskog signala praćena je sa zvučnim upozorenjem, a na pokazivaču se na mjesto u sceni superponira ikona koja označava položaj lasera.

Početna ispitivanja HALWR su započela u kolovozu 1992. godine u US Naval Air Warfare Center u Lakehurstu, New Jersey. Uredaj je korištenjem na aerosolu raspršenog laserskog zračenja uspio detektirati lasersko zračenje koje je padalo 8 m sa strane osi (smjera koji spaja laser i cilj), a u slučaju kombiniranog raspršenja na aerosolu i (prljavoj) izlaznoj aperturi laserskog odašiljača i na udaljenosti 24 m od osi. Testovi su uključivali i detekciju laserskog zračenja s udaljenosti od 25 km pri čemu je laserski snop bio 7 m od osi dajući iradijaciju od samo 0,5 mW/cm<sup>2</sup>.

Ovi uspješni testovi potakli su da CECOM započne program FOALLS (Follow-on Far Off-Axis Laser Locating System) koji koristi tehnologije ranijih dizajna ali daje mogućnosti detekcije laserskog snopa koji je i do 1 km sa strane osi. Ovakav



sustav može djelovati kao motriteljski sustav bojišnice koji može točno locirati laserske prijetnje u širokom području. FOALLS ima osjetljivost od  $1\text{ }\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , a treba mu manje od 1 sekunde da detektira, locira i prikaže mjesto prijetnje na pokazivaču, a može na svom području djelovanja otkriti položaje barem tri lasera u tijeku osam sekundi. Sustav pokriva vidno polje od  $75^\circ$  u azimutu i  $10^\circ$  u elevaciji s podjelom u dva sektora. Stacionarna donja polovica modula sadrži detektorski sustav koji pokriva cijelo vidno polje, a pet drugih segmenta pokazuju pojedine sektore. Kad se u jednom od tih sektora pojavi laserski izvor CCD sustav u gornjoj polovici modula se zakrene i postavi u smjer s izvorom zračenja.



**Upozorivač na lasersko zračenje LWD21 britanske tvrtke Avimo za uporabu na oklopnim vozilima i drugim platformama. Detektorska glava na sebi ima kružno raspoređenih 12 silicijskih fotodioda i jedan vertikalni detektor na vrhu. Azimut položaja prijetnje prikazuje se s točnošću  $15^\circ$  na zapovjednikovu pokazivaču u miliradijanim ili stupnjevima**

Detektorski sustav koji ima široko vidno polje određuje i valnu duljinu lasera, pa se ta informacija koristi za postavljanje odgovarajućeg uskoplupusnog filtera pred CCD poredak, što traje oko 350 ms. Sustav zatim prelazi u HALWR laserski mod i čeka iduću emisiju lasera koja se detektira sa CCD poretkom i obraduje da se utvrdi AOA s točnošću od 1 mrad. Sustav se također prilagođuje općoj razini rasvjete na sceni.

Sada su u tijeku studije koje trebaju identificirati poželjne parametre za operabilni sustav za upozorenje na lasersko zračenje, a ALL provodi i interne istraživačko-razvojne programe koji bi trebali razviti primjenu HALWR tehnologije.



**O**vaj sustav je namijenjen za naoružavanje posebnih PO postrojbi koje pružaju PO potporu pješaštvu tijekom napada ili obrane. Ovakve postrojbe koriste isto načelo koje već gotovo 30 godina koriste postrojbe naoružane protuoklopnim vođenim raketnim sustavom (POVRS) MILAN. Kod ovog novog sustava korištena su dakle i višegodišnja bogata iskustva stecena tijekom uporabe sustava MILAN kao i najmodernija

provodenju određenog tehničkog procesa koji uzima u obzir različite čimbenike: široku lepezu studija koje imaju za cilj procjenu vrijednosti (valjanosti) dostupnih tehnoloških i tehničkih alternativa, prognozu glede troškova nabave i vremena "života" u postrojbi kao i provjere i testiranja ključnih komponenti (tijekom faze izradbe koncepta projekta te definiranja projekta). Na kraju ovog projekta postavljena je određena definicija projekta koja je u potpunosti bila u skladu s postavljenim zahtjevima. Na kraju je dobiven

tinuiranim dijalogom između industrije i BWB-a (Njemački federalni ured za nabavu) tijekom razvojne faze, uključujući i nekoliko provjera provedenih od ergonomista i iskusnih instruktora-operatora na PO vođenim raketnim sustavima. Ti su eksperti dali vrlo značajan doprinos na području određivanja ergonomskog dizajna koji nudi mogućnost jednostavnog rukovanja te udobnost prigodom uporabe sustava na terenu.

Termovizijska kamera predstavlja "alat" s ekstremno visokim performansama koji

# POVRS TRIGAT-MR

Taktičko-tehničke osobine novog protuoklopног vođenog raketnog sustava treće generacije (poznatog u Njemačkoj pod nazivom PARS-3MR, u Velikoj Britaniji pod nazivom TRIGAT-MR te u Francuskoj pod nazivom AC3G-MP) u potpunosti zadovoljava temeljne zahtjeve taktičkih nositelja u njemačkoj, britanskoj i francuskoj vojsci - portabilnost, odgovarajući (srednji) domet, visoka preciznost i učinkovitost protiv glavnih bojnih tankova (engl., MBT)

dostupna tehnologija.

Prije negoli je donešena odluka o razvoju POVRS-a TRIGAT-MR prišlo se



Protuoklopni vođeni raketni sustav TRIGAT-MR u bojnom položaju.

Jasno se vide nožice fronožnog postolja koje su očito preuzele od starijeg sustava MILAN kao i termovizijska kamera koja konceptualno dosta nalikuje termovizijskoj kamери MIRA

## Berislav ŠIPICKI

protuoklopni vođeni raketni sustav za koji se očekuje da ponudi značajno poboljšane performanse u odnosu na sustava 2. generacije i to na području tehnologije termovizijskog sustava, otpornosti na ometanje i učinkovitosti na cilju. Osim toga, predviđa se da bi sustav mogao dati puno povoljnije rezultate glede troškova tijekom operativne uporabe.

## Tehnički opis sustava

### Funkcionalna obilježja

Sustav TRIGAT-MR je konstruiran tako da PO lanser i dva kontejnera (lansirne cijevi) mogu prenositi dva člana posade, a isto tako su, naravno, ta dva člana posade dovoljna za rukovanje ovim sustavom na paljbenom položaju. Optimiziranje interfejsa čovjek-stroj (engl., man-machine interface - skraćeno MMI) predstavlja jedan od glavnih aspekata razvoja. To je postignuto kon-

omogućava operatoru da prati zbivanja na terenu čak i u uvjetima vrlo slabe vidljivosti. Operator je, stoga, sposoban prepoznati ciljeve čak i prije negoli su se oni našli unutar dometa rakete. Procedura vođenja jamči da će cilj na koji je operator nacijao pomoći ciljničke naprave (dnevni ili termovizijski cilnik) i koji se nalazi unutar dometa rakete biti pogoden s visokom točnošću. Raketa se vodi do cilja "jahanjem" na laserskoj zraci koja je uskladenja sa crtom ciljanja, i čiji je domet uskladen s dometom ciljničke naprave. Za razliku od sustava vođenja koji se koristi kod protuoklopnih vođenih raketnih sustava 2. generacije, "laser beam riding" (beam = zraka, riding = jahanje) sustav je praktički imun na ometanje.

Učinkovit domet sustava je 2000 metara. Konstrukcija bojne glave rakete i njezine manevarske sposobnosti omogućavaju vođenje borbe protiv velikog broja različitih ciljeva, i to na prvom mjestu protiv MBT-a zaštićenih naprednim oklopima (npr. reaktivnim oklopom) no isto tako i protiv drugih oklopljenih i neoklopljenih vozila, helikoptera te objekata (bunkera, utvrđenih zgrada itd.). PO lanser ima



**POVRS TRIGAT-MR na paljbenom položaju**

ugrađen sustav za samotestiranje koji pokazuje operatoru da li je sustav ispravan ili nije (unutar okulara operatora pojavljuju se signali "go/no" /onemogućeno lansiranje/ ili "go" /omogućeno lansiranje/). Osim toga, ukoliko dođe do otkaza sustava, ugrađena test oprema točno "pokazuje" koji je modul neispravan.

Sustav je konstruiran za korištenje u postrojbi za razdoblje od barem 20 godina. Raketa je smještena u kontejner te ne zahtjeva nikakvo održavanje ili provjeravanje prije lansiranja, dok PO lanser zahtijeva samo minimalno održavanje zahvaljujući visokoj pouzdanosti svih ugrađenih komponenti. Kad se zatraži provođenje tehničkog servisa lansera (nakon određenog broja ispaljenja ili određenog broja godina provedenih u sklađišnom prostoru) servisiranje ili provjera odvija se vrlo brzo zbog modularne konstrukcije lansera. Modularni pristup je također izabran i prigodom izradbe konstrukcije rakete. Još jedna osobina modularne konstrukcije rakete je ta da ona jamči tzv. "potencijal mogućeg rasta", što znači da je kod rakete ovakve konstrukcije moguće vrlo jednostavno u budućnosti poboljšati performanse rakete (zamjeniti bojnu glavu učinkovitijom bojnom glavom, povećati domet zamjenom putnog motora itd.) i to, naravno, s obzirom na poboljšanje performansi prijetnje (osobito MBT-a).

Iako je specijalno konstruiran za uporabu u prijenosnoj inačici, sustav TRIGAT-MR može također biti prilagođen za uporabu na laganim oklopnim bojnim vozilima. U tom slučaju tronožno se postolje uklanja a PO lanser se montira na odgovarajući interfejs (adapter) koji je smješten unutar vozila. U njemačkoj je vojsci demonstrirana ovakva vozeća inačica sustava na oklopnom transporteru (6x6) pod nazivom TPz-1 Fuchs. U ovom je slučaju adapter mon-

tiran unutar kupole koja omogućava djelovanje u svim smjerovima.

## Komponente i moduli sustava

Najvažnije komponente sustava TRIGAT-MR su protuoklopna vođena raketa (POVR) i PO lanser. U sklopu sustava izobrazbe i održavanja nalazi se različita trenažna oprema kao i servisna oprema predviđena za provođenje održavanja na trećoj razini.

### PO lanser

PO lanser ujedinjava sve module koji su potrebni za postavljanje sustava u paljbeni položaj, ispaljivanje (lansiranje) rakete te vodenje rakete do cilja. PO lanser sastoji se od sljedećih modula: tronožnog postolja, mehanizma za praćenje po smjeru i visini,

rakete na svim tipovima podloga. Visina tronožnog postolja može se prilagodavati a isto tako se tri nožice mogu prilagodavati neravninama na podlozi. Postolje ima na vrhu ploču za montiranje na koju se smješta dno mehanizma za praćenje po smjeru i visini. PO lanser se nakon toga "zaključava" na ploču za montiranje pomoću mehanizma za brzo učvršćivanje. Nožice postolja preuzete su od sustava MILAN dok je gornji dio postolja (mekanizam za praćenje po smjeru i visini s pločom za montiranje) potpuno nove konstrukcije.

- *Mekanizam za praćenje po smjeru i visini* s ručicama za pomicanje po smjeru i visini omogućava ručno pomicanje gornjeg dijela lansera po smjeru i visini. Gumb za lansiranje integriran je u ručicu za pomicanje po smjeru. Sklop zupčanika je tako konstruiran da omogućava "glatko" praćenje i brže krećućih ciljeva bez zapinjanja i trzanja. Mekanizam za praćenje po smjeru i visini služi kao oslonac (podloga) za montiranje ležišta za kontejner te projektora zrake za vođenje s optičkim ciljnikom. Oba su ova modula čvrsto povezana s mehanizmom za praćenje po smjeru i visini.

- *Modul projektorata zrake za ciljanje/vodenje* sastoji se od optičkog ciljnika i CO<sub>2</sub>lasera neškodljivog za vid čovjeka, kao i od optičkih i elektroničkih podsklopova



**TRIGAT-MR adaptiran za uporabu na oklopnom borbenom vozilu Fuchs**

ležišta za kontejner, modula projektorata zrake za ciljanje/vodenje i termovizijske kamere.

- *Tronožno postolje* omogućava sigurno postavljanje PO lansera tako da se lanser može koristiti za lansiranje i vođenje

potrebnih za generiranje laserske zrake za vođenje. Konstrukcija sustava jamči usklađenost (harmonizaciju) crte ciljanja i osi zrake za vodenje unutar čitavog očekivanog radnog temperturnog raspona.

• *Termovizijska kamera* koristi IC (infracrvenu) CCD (engl., Charge Coupled Device) tehnologiju koja daje puno bolje rezultate nego standardna tzv. Common Module (zajednički modul) tehnologija. Termovizijska se kamera tijekom transporta može odvojiti od PO lansera, te prigodom stavljanja sustava u bojni položaj ponovno

za termovizijsku kameru je nezavisan u odnosu na sustav PO lansera. Električna energija za napajanje sklopova kamere može se dobiti iz baterija ili priključivanjem na izvor napajanja vozila. Termovizijsku kameru, osim što je moguće koristiti za praćenje cilja prigodom gađanja, moguće je koristiti i za motrenje bojišta tijekom dužeg

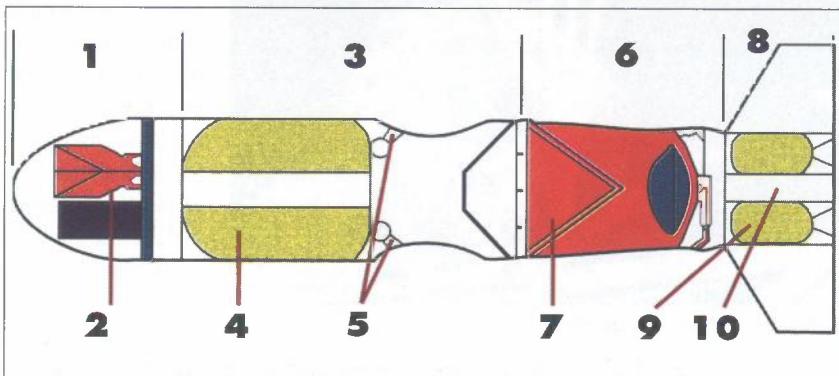
ija koja služi za napajanje sklopova lansera.

Dva izbacna (booster) motora pričvršćena na repu raketne izbacuju raketu iz lansirne cijevi prigodom pritiskanja gumba za lansiranje. Ovi su motori tako konstruirani da njihovo djelovanje (bljesak, toplina i plinovi) ne ometa operatora prigodom lansiranja raketne iz zatvorenog prostora. Križno postavljene kontrolne repne površine (krila) otvaraju se odmah nakon izlaska raketne iz lansirne cijevi.

Isto tako se odmah nakon izlaska rakete iz lansirne cijevi starta putni motor rakete koji nakon vrlo kratkog vremena ubrzava raketu do najviše razine njezine podzvučne putne brzine te održava postignutu brzinu do udara rakete u cilj. Smjerom rakete upravlja se kontrolom protoka plinova nastalih izgaranjem putnog motora na njegovim mlaznicama (kontrola vektora potiska). Pogonska sekcija i kontrolni elementi postavljeni su oko središta mase rakete što značajno (pozitivno) utječe na njezine manevarske sposobnosti kao i na njezinu sposobnost da prati brze promjene (položaja) crte ciljanja.

Senzor u repu rakete "osjeća" lasersku zraku za vođenje a odgovarajući sklopovi za procesiranje signala koriste te signale kako bi odredili odstupanje rakete od osi vođenja (za koju se također koristi i naziv "tunel vođenja"). Računalo za vođenje izračunava i generira zapovijedi potrebne za vraćanje rakete u os vođenja kako bi se osigurao siguran i precizan pogodak.

Raketa nosi tandem kumulativnu bojnu glavu kako bi se osigurao traženi stupanj učinkovitosti na cilju. Performanse ove bojne glave su daleko veće nego bojnih glava raketa 2. generacije. Prekursor bojna glava (bojna glava koja prethodi glavnoj bojnoj glavi), žiroskop i termička baterija nalaze se u prednjoj sekciji (nosu) rakete zajedno sa sklopom za armiranje i detonaciju.



#### **Presjek protuoklopne vođene rakete TRIGAT-MR**

1-prednja sekcija; 2-prekursor bojna glava; 3-pogonska sekcija; 4-putni motor;  
5-kontrolne (upravljane) mlažnice; 6-bojna glava; 7-glavno kumulativno  
punjenje; 8-repna sekcija; 9-izbacni (booster) motori; 10-laserski senzor

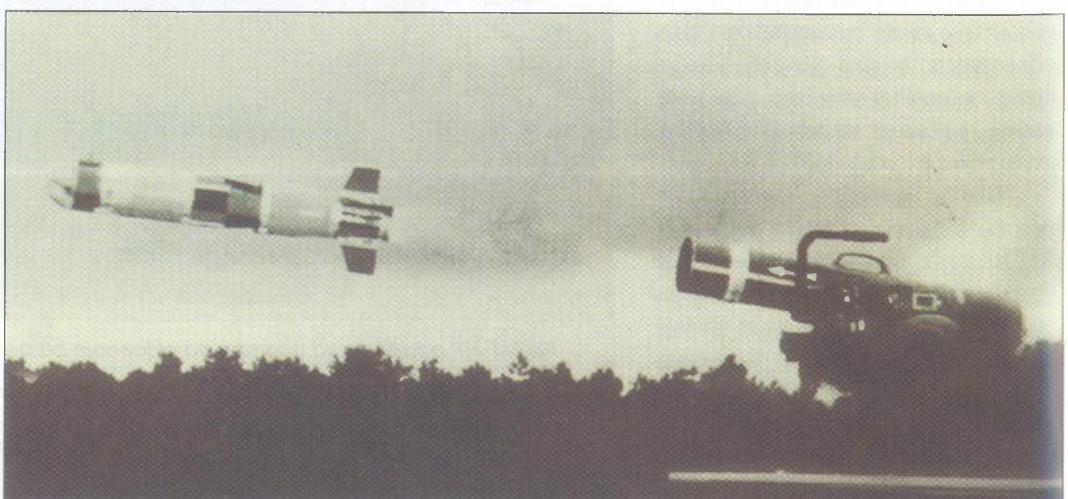
postaviti na modul projektora zrake te učvrstiti mehanizmom za brzo učvršćivanje. Konstrukcija sustava osigurava harmonizaciju između optičke osi termovizijske kamere i crte ciljanja uz pomoć prikladno konfiguiranog mehaničkog interfejsa. Termovizijska slika se "injektira" u putanju zrake optičkog ciljnika, tako da operator može izabrati jedan od tri displej moda: "direktna vidljiva slika", "termovizijska slika" i "miješana slika". Prigodom odabira "miješane slike" termovizijska se slika polaže na, odnosno preko, vidljive slike.

Za hlađenje detektora koristi se tzv. Joule-Thompsonov proces kod kojeg se detektor hlađi na temperaturu od oko 70 K komprimiranim zrakom koji se sprema u čelične boce, ili se pak hlađi priključenim strojem za hlađenje (tzv. Stirlingov proces). Ukoliko se to zahtijeva, konverzija s jednog sustava (procesa) za hlađenje na drugi može se izvesti u okviru tehničkih radionica koje provode održavanje ovih sustava na trećoj razini. Bundeswehr je odabrao Stirlingov proces hlađenja s obzirom da su s ovim procesom imali pozitivna iskustva tijekom korištenja termovizijske kamere MIRA namjenjene za uporabu u sklopu sustava MILAN.

razdoblja s obzirom na to da baterija i boca sa zrakom za hlađenje imaju dosta veliki kapacitet

Racketeig

Protuoklopna vođena raketa se prenosi, lansira, čuva i transportira u lansirnoj hermetički zatvorenoj cijevi (kontejneru). Kao takva ova je raketa "oslobodjena" bilo kakvog održavanja. Dijafragme (folije) koje služe za hermetičko zatvaranje prednjeg i stražnjeg otvora na lansirnoj cijevi bivaju (kao i kod sustava MILAN) probijene nadpričkom koji se stvara prigodom aktiviranja izbacnih (booster) motora. Izvana se na kontejneru nalazi višepolni utikač koji se prigodom postavljanja kontejnera u ležište na lanseru spaja s odgovarajućom višepolnom utičnicom na lanseru. Isto tako se uz utikač na kontejneru nalazi i termička baterija



Lansiranje protuoklopne vođene rakete TRIGAT-MR

## Oprema za izobrazbu i trenaž

Osim toga što koristeći originalne bojne lansere opremljene raketama za trenaž i, ako se to zatraži, uređajem za praćenje trenaža operatora, odnosno ispravnosti praćenja cilja od strane operatora, operatori mogu biti izučavani i na simulatoru za uvežbavanje lansiranja i vođenja kao i na tzv. simulatoru za "provodenje dvoboja" (u Njemačkoj se koristi naziv AGDUS PAR-3MR).

Uredaj za praćenje trenaža operatora sastoji se od "surogat oka" montiranog na okular operatora PO lansera koji omogućava

zajedno s ostalim simulatorima iz obitelji AGDUS.

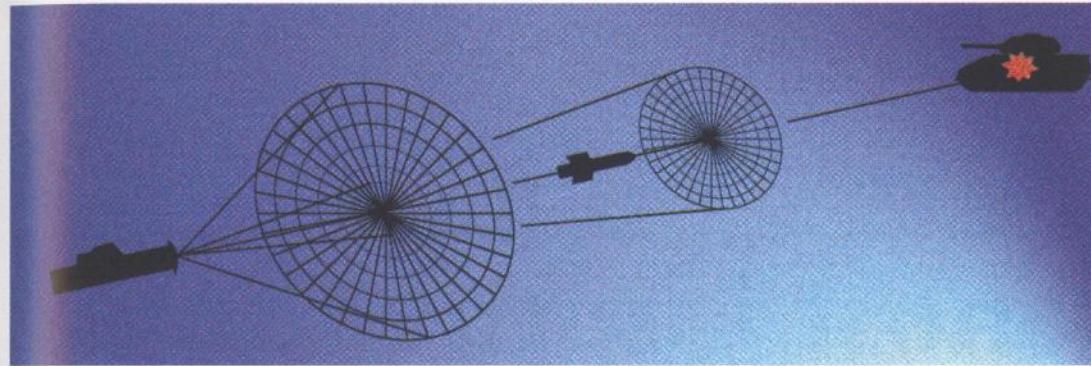
## Tehnička radionica za održavanje na trećoj razini

U njemačkoj vojsci, tehnička radionica za održavanje na trećoj razini instalirana je u standardni FmIIB kontejner. Namijenjena je za popravljanje svih modula koji čine PO lanser sustava TRIGAT-MR. Unutar ove radionice ne nalaze se samo standardna radna mjesta nego i automatski uredaj za testiranje te optička klupa. Ovaj uredaj i klupa koriste se za brzo i pouzdano

- Belgija: ALCATEL, Britte

- Nizozemska: Fokker

Iako je ova industrijska organizacija dosta komplikirana, ona osigurava da industrije pet zemalja partnera daju odgovarajuće kvantitativne i kvalitativne doprinose u okviru razvojnog programa. Obično se smatra da se radi o kriticizmu kad se kaže da ovakva složena struktura vodi k stvaranju mnogih "interfejsa" koji su često po prirodi umjetni i nisu obično u suglasju s glatkim odvijanjem proizvodnog procesa. Bilo kako bilo, činjenica je da je sukobljavanje s ovakvom situacijom predstavljalo veliki izazov za upravne strukture EMDG-a i njegovih triju tvrtki.



"Laser beam riding" načelo vođenja 1-mala daljina; 2-raketa; 3-velika daljina; 4-cilj

instruktoru da prati na monitoru preciznost s kojom pak operator prati cilj tijekom trenaža.

U sklopu uređaja nalazi se i video rekorder pomoću kojeg se može snimiti trenaž operatora što omogućava instruktoru da nakon svakog vođenja ili nakon serije vođenja napravi s operatorom raščlambu. Tijekom te raščlambe instruktor može operatora upozoriti na pogreške tijekom praćenja cilja ili pustiti operatora da on sam analizira svoje vođenje te ocjeni gdje je pogrešio. Ovakve raščlambe tijekom izobrazbe, u svakom slučaju, pridonose povećanju kakvoće ali i brzine izobrazbe operatora jer na taj način operatori početnici brže svladavaju zadaće tijekom izobrazbe.

Simulator za uvežbavanje lansiranja i vođenja (praćenja) sastoji se od trenažne postaje za operatora i instruktorove postaje. Trenažna postaja je naravno istog oblika kao i PO bojni lanser. Mikromonitor smješten u okularu operatora služi za prikazivanje različitih scenarija (cilj u različitim vremenskim i zemljишnim uvjetima, termovizijska slika ili direktna slika); tip, broj i ponasanje ciljeva može prilagođavati instruktor tijekom trenaža.

Simulator za "provodenje dvoboja" konstruiran je za provođenje trenaža u realnim bojnim uvjetima. Simulator je razvijen na bazi poznate AGDUS-ove tehnologije, što znači da ovaj trenažer može biti korišten

određivanje neispravnog podsklopa lansera. Kontejner-radionica montira se i prevozi na 5-tonskom kamionu.

## Međunarodna suradnja i industrijska organizacija

Projekt TRIGAT-MR provodi se kao zajednički projekt Njemačke, Velike Britanije i Francuske još od 1979. godine.

Zajednički rad na razvoju počinje u rujnu 1988. godine, kad je sklopljen ugovor o razvoju novog POVRS-a s Groupement d'Intérêt Economique (GIE) Euromissile Dynamics Group (EMDG) u Fontenay-aux-Rosesu blizu Pariza. Belgija i Nizozemska pridružile su se programu 1989., odnosno, 1990. godine.

Suradnja na službenoj razini odrazila se i na suradnju na industrijskoj razini. EMDG-ovi partneri su Daimler Benz Aerospace (Njemačka), Aerospatiale (Francuska) i BAe Defence (Velika Britanija), koji su podijelili odgovornost za tehničku implementaciju ugovora između njih. Veliki broj tvrtki distribuiranih u pet partnerskih zemalja imaju status pod-ugovarača što predstavlja jednu razinu niže od razine na kojoj se nalaze tri gore spomenute glavne tvrtke voditeljice ovog projekta. Tvrtke na ovoj nižoj razini su:

- Njemačka: Zeiss, Eltro, AEG, TDW

- Velika Britanija: Thorn EMI, GEC,

Laser Ecosse, RO

## Status projekta

Rad na razvoju sustava TRIGAT-MR je praktički sad već završen. Glavni ugovarač - EMDG - i njegovi pod-ugovarači trenutačno provode

opsežan kvalifikacijski program koji je bio dogovoren s pokretačima projekta. Ovaj bi program morao pokazati da sustav zadovoljava sve tehničke zahtjeve postavljene i dogovorene u okviru ugovora o razvoju sustava).

Usporedno s tim proizvedeni su problemi sustavi kako bi mogli biti dostavljeni naručiteljima. Osim industrijske demonstracije, bit će provedena brojna tehnička ispitivanja, kao i ispitivanja u postrojbama koja započinju tijekom ljeta 1995. godine s ciljem da se ustanovi tehnička zrelost i prikladnost za uporabu u postrojbi. Ovaj će program trajati oko 12 mjeseci i bit će proveden s multilateralnim dopuštenjem.

Svi pet zemalja objavile su svoju namjeru da nastave sa zajedničkim programom i u fazi koja za cilj ima izradbu dovoljnih količina lansera i raketa kojima će biti opskrbljene sve zemlje sudionice u ovom programu. Planira se potpisivanje sporazuma među vladama o provođenju faze opskrbe u drugoj polovici 1996. godine. Isporuka prvih sustava i raketa predviđa se tijekom 1998. godine. Proširenje industrijskih proizvodnih kapaciteta koje za cilj ima ispunjenje zahtjeva pet nacija glede opskrbe njihovih vojski novim sustavom bit će završeno do 2000. godine.



**K**od svakog svršishodnog djelovanja (koje nije u potpunosti slučajno) potrebno je upravljanje. Upravljanje se može definirati kao postupak povećanja organiziranosti (uredenosti) sustava s obzirom na njezino stalno opadanje radi termodinamičkih utjecaja i negativnih utjecaja okoline. Postavlja se pitanje kako se definira stupanj organiziranosti sustava (strukture). Teško je zamisliti strukturu s manjim stupnjem organiziranosti od, recimo skupa pokretnih molekula plina u stanju termodinamičke ravnoteže. Nemoguće je točno odrediti položaj svake molekule u određenom trenutku (Maxwellov demon). Za takvu strukturu ili sustav kažemo da je u potpunom neredu ili u stanju s **maksimalnom entropijom**. S druge strane, za idealno

Većina tehničkih sustava (strojeva) je visokog stupnja organiziranosti, što je posljedica procesa njihova razvoja koji je prije opisan (potrebno je znati informacijsku strukturu stroja prije nego što se pristupi njegovom razvoju). S druge strane, organizmi su nastali procesom evolucije i njihove strukture su nam još uvek mahom nepoznate (posebice se to odnosi na njihovu informacijsku strukturu kao što je proces mišljenja kod čovjeka npr.). Sustavi koji čine ljudsku zajednicu su se razvijali izolirano u vrlo šarolikim okolinama (klimatskim, kulturnim, itd.) i tek odnedavna, razvojem sustava globalnih komunikacija, moguće ih je sustavno promatrati i tražiti analogije koje bi se mogle proučavati s kibernetiskog stanovišta.

Prema tome, predmet proučavanja kibernetike su, u prvom redu, sustavi stohastičke

pojam "promjene". Već je u drevnoj Kini nastala "Knjiga promjena", popularni "Ji-đing" kojom su se metafizički, pomoću heksagrama (simbolički prikaz ishoda bacanja štapića koji se sastoji od gornjeg i donjeg trigrams, sastavljenog opet od tri simbola, od kojih svaki može poprimiti jednu od dvije "binarne" vrijednosti, tj. puna i prekinuta crta i to u fiksnom ili promjenjivom obliku) nastojala predvidjeti stanja, ne u svojoj statičnoj pojavnosti, već kao sastavni dio procesa (djelovanja). Gdje nema promjena stanja, nema ni informacija. Promjene se događaju u vremenskom slijedu (procesi). Međutim, nije svaka izmjena stanja i informacija. Informacija svoju manifestaciju doživjava tek u sustavu koji je obraduje, kojemu ona "nešto znači", koji će na temelju nje pokrenuti neki novi proces izmjene ili stanja vlastite strukture (učenje) ili vanjske

# KIBERNETIKA - uređenost i upravljanje

Prema tome, predmet proučavanja kibernetike su, u prvom redu, sustavi stohastičke prirode, dakle sustavi stupnja uređenosti koji je između 0 i 1, ali koji, uz to imaju tendenciju k povećanju svoje uređenosti, dakle sposobnost primanja informacija (i upravljački signali su informacija za sustav), njihova pamćenja i obradbe (učenja) sa ciljem prilagođenja vlastite strukture radi učinkovitog ispunjenja vlastita cilja

**Josip PAJK**

uređen sustav je stanje svih njegovih sastavnih dijelova jednoznačno određeno, tj. njegova entropija je jednaka nuli (ura ili planetarni sustav, npr.). Na sustave s graničnim stupnjevima uređenosti nemoguće je ili nepotrebno primjenjivati procese upravljanja.

Drugim riječima, da bi se upravljalo sustavom potrebno je poznavati u dovoljnoj mjeri njegova prošla stanja, potrebna je informacija koja se dobiva procesom identifikacije. Za idealno organiziran (deterministički) sustav moguće je točno predvidjeti reakciju na svaki upravljački poticaj (signal), dok je za sustav u potpunom neredu, pojava svakog stanja iz skupa mogućih jednako vjerojatna. Dakle, za idealno uređen sustav upravljanje nije ni potrebno (svaki proces je predviđiv u neizmijernom broju budućih koraka), a za sustave u potpunom neredu nemoguće je dobiti suvistlu informaciju na temelju koje bi se moglo upravljati. Većina realnih sustava je, srećom, na stupnju organiziranosti između 0 i 1, te za procese koji se u njima odvijaju kažemo da su stohastičke (vjerojatnostne) prirode što znači da se reakcija sustava može predvidjeti s određenom vjerojatnošću.

prirode, dakle sustavi stupnja uređenosti koji je između 0 i 1, ali koji, uz to imaju tendenciju k povećanju svoje uređenosti, dakle sposobnost primanja informacija (i upravljački signali su informacija za sustav), njihova pamćenja i obradbe (učenja) sa ciljem prilagođenja vlastite strukture radi učinkovitog ispunjenja vlastita cilja.

## Informacija i entropija, uređenost sustava

U pozadini svake informacije je pokus (eksperiment) tj. informacija se i definira kao rezultat djelatnosti prijavljivanja znanja. Informaciju, prije "dobivanja" treba "tražiti" tj. ona je jedan od ishoda pokusa iz skupa mogućih (traženih). Da bi se saznalo je li ishod bacanja novčića glava ili pismo treba ga baciti. Entropija je mjera pravobitne neodređenosti pokusa, mjera statističke raznovrsnosti očekivanih rezultata. Priopćenje o ishodu pokusa u potpunosti odstranjuje tu neodređenost i time daje količinu informacije koja je jednaka pravobitnoj entropiji.

Dakle, informacija je pojam usko vezan za

strukture (djelovanje).

Za razjašnjavanje razlike između pojma informacije i srodnih pojmoveva kao što su: vijest, zapovijed, poruka, podatak... potrebno je najprije uvesti neke dodatne definicije:

- Podatcima se opisuju činjenice. Prisustvo zrakoplova u zračnom prostoru koji se motri, je činjenica koja djeluje na sustav za radarsko motrenje. Broj zrakoplova, njihova prirodnost, tip, namjere i ostale značajke su podaci po kojima se zrakoplovi, kao činjenice, identificiraju unutar sustava.

- Riječi i rečenice, u smislu informacije, nastaju spajanjem podataka u smisljene izjave, prema pravilima sintakse.

- Zapovijedi su posebna, ograničena, skupina izjava sastavljena od podataka (rijec, rečenica) čiji je fond unaprijed određen, a služe za brzo usmjeravanje procesa u željenom smjeru.

- Poruka je izjava (rijec ili skupina riječi) pripremljena za prijenos između dvije točke (čimbenika) sustava, koja, osim "korisnog" dijela sadrži i čimbenike neophodne za pravilnu identifikaciju izvora i odredišta.

• Informacija je, konačno, onaj dio poruke koji za primatelja ima vrijednost novosti.

Informacija se očituje svojim **kvalitativnim i kvantitativnim** značajkama.

Kvalitativne značajke informacije su njezin:

- Sintaktički aspekt, tj. način na koji se podaci slažu u izjave i poruke sa stanovišta sigurnog i ekonomičnog prijenosa.

- Semantički aspekt, vezan za jednoznačnost i razumljivost informacije na odredištu, u uskoj je svezu sa značajkama redundantnosti uporabljenog jezika (koda).

- Pragmatički aspekt se očituje u korisnosti informacije s obzirom na vrijeme kad je stigla na odredište, tj. informacija gubi svoju vrijednost kad na odredište stigne kasno s obzirom na vrijeme potrebitno da se na temelju nje poduzme neka akcija.

Kvantitativne značajke informacije tj. količina ili sadržaj informacije obraduju se u egzaktnoj znanosti (teoriji informacija) na diskretnim izjavama tj. nizu simbola (slova) iz nekog ograničenog, predefiniranog skupa, temelja, uporabljenog koda (abecede). Tako se npr. broj 27 može napisati i prenijeti kodom koji u osnovi ima deset (0, 1, 2,...,9) ili samo dva (0 i 1) znaka i to:

$$27 = a_m * 10^{m-1} + a_{m-1} * 10^{m-2} + \dots + a_1 * 10^0 = 2 * 10^1 + 7 * 10^0$$

ili samo sa samo dva znaka:

$$11011 = a_m * 2^{m-1} + a_{m-1} * 2^{m-2} + \dots + a_1 * 2^0 = 1 * 2^4 + 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0 = 27$$

Prema tome se bilo kojim, a najmanje dvočlanim (binarnim) nizom može prenijeti poruka o događaju izabranom iz N mogućih događaja. Kako različitim dvočlanim nizova (poruka) dužine m ima  $2^m$  to je i  $N=2^m$  ili drugim riječima  $m=\log_2 N$  i opravdano je smatrati da je maksimalna količina informacije koja se može prenijeti porukom proporcionalna njezinoj dužini tj. logaritmu broja N svih mogućih događaja. Kad bismo za prijenos poruke, umjesto binarnog, koristili dekadski kod, najmanja dužina poruke bila bi  $m' = \log_{10} N$ . Odnos dužina ovih dviju poruka je  $m' = m \log_{10} 2$  tj. ne zavisi od N, što znači da se povećanjem dužine poruke iznad minimalne, uporabom drukčijeg načina kodiranja, ne povećava i njezin sadržaj informacije koji isključivo zavisi, i proporcionalan je logaritmu

broja mogućih ishoda događaja, N. Iz ove činjenice možemo izvući zaključak koji često nije dovoljno naglašen: informacija nastaje i završava svoj put u procesu i neovisna je od načina na koji se prenosi. Izvor informacije, nadalje, nije sustav koji je informaciju "detektirao" (npr. radarski sustav koji je otkrio zrakoplov) već činjenica da je zrakoplov u tom trenutku na tom mjestu. Isto tako informacija će svojim prolazom kroz sustav, recimo PZO, uzrokovati njegovu promjenu stanja (motrenje, akvizicija, praćenje, paljba), tj. djelovanje, akciju, u skladu s njegovim ciljem, drugim riječima završiti svoj put u procesu koji će projektil ispaljen sustavom dovesti do cilja s određenim učinkom koji se opet može identificirati.

Osim toga logaritamska priroda količine informacije odgovara intuitivnoj predodžbi da je maksimalna količina informacije dviju nezavisnih poruka jednak zbroju maksimalnih količina informacije koje se mogu prenijeti svakom pojedinačnom porukom tj. ako imamo dva skupa događaja  $N_1$  i  $N_2$  očito je broj svih mogućih kombinacija ova dva događaja  $N_1 * N_2$  pa je:  $H_{\max}(N_1 * N_2) = \log_2(N_1 * N_2) = \log_2 N_1 + \log_2 N_2 = H_{\max}(N_1) + H_{\max}(N_2)$ , tj. količina informacije u skupu od dvije nezavisne poruke jednak je zbroju pojedinačnih količina informacija svake poruke.

Dosad je razmatran slučaj jednake vjerojatnosti pojave svakog ishoda iz skupa mogućih događaja. Kako to redovito nije slučaj, već je ishod pojedinog događaja vjerojatniji od nekog drugog (može se npr. izračunati vjerojatnost pojave nekog slova statističkom obradom po volji izabranog teksta), to se i količina informacije u bitima (binary digit), po Shannonu definira kao:

$$H(X) = -\sum p(x_i) \log_2 p(x_i)$$

gdje je X skup mogućih ishoda pokusa ( $X_1, X_2, X_3, \dots, X_i, \dots, X_N$ ), a  $p(x_i)$  pojedinačna vjerojatnost njihove pojave. Ako je pojava bilo kojeg ishoda iz skupa mogućih jednako vjerojatna, tada je  $p(x_i) = 1/N$  jednakata za bilo koji događaj  $X_i$ , pa je entropija  $H = \log_2 N = H_{\max}$  aako je vjerojatnost pojave jednog od N mogućih ishoda  $p(x_k) = 1$ , to znači da je pojava bilo kojeg drugog ishoda nemoguća, pa je i  $H=0$  (smatra se da je  $\log 0 = 0$ ). Veličina H naziva se entropija ili varijetet pokusa tj. mjera prvobitne neodređenosti njegova ishoda. Za idealno ureden sustav varijetet  $H=0$ , dok je za sustav u potpunom neredu varijetet maksimalan  $H_{\max} = \log_2 N$  gdje je N broj svih mogućih stanja u kojem se sustav može naći. Za sve ostale slučajeve vrijedi nejednakost  $0 < H < \log_2 N$ .

Na sličan način je Shannon odredio i mjeru uredenosti sustava, tj. odstupanje sustava od strana termodinamičke ravnoteže, uvedenjem veličine "probabilnosti"  $R = 1 - (H/H_{\max})$ . Ova se vrijednost kreće u granicama od 0 do 1, s time da je 0 za sustav koji se nalazi

u potpunom neredu, a 1 za idealno ureden sustav u kojem je stanje svih njegovih čimbenika jednoznačno određeno, tj. kojemu je varijetet jednak nuli.

Treba naglasiti da samo posvojanje uredenosti koja je veća od nule (ura, planetarni sustav) ne znači da sustav spada u skupinu organiziranih sustava (organizmi, organizacije). Ako se u sustavu odvijaju nepovratni procesi npr. razmjene topline, iako na njega djeluju vanjski poremećaji, njegova će entropija neminovno rasti, pa će i stupanj unutarnje uredenosti sustava opadati. Radi kompenzacije tog prirodnog sniženja stupnja uredenosti potrebno je da sustav bude sposoban, na neki način, iz okoline crpiti negativnu entropiju (negentropiju), npr. u vidu informacije koju će iskoristiti za povećanje vlastite uredenosti.

Kod jednostavnih organiziranih sustava negentropija će se crpiti u vidu običnih energetskih struktura, dok će složeniji organizirani sustavi iz mnoštva energetskih struktura u svom okruženju njihovom selekcijom doći do niza supertljivih informacijskih struktura, koje će moći iskoristiti, ne samo za održanje svoje uredenosti, već i za njezino povećanje. U tom slučaju govorimo o samoorganiziranim sustavima.

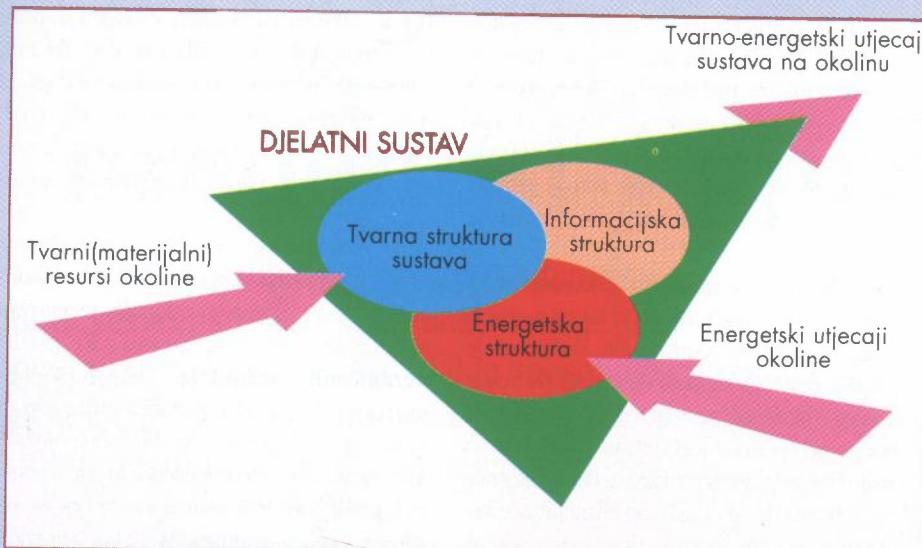
Na kraju ovog dijela izlaganja potrebno je naglasiti još jednu vrlo važnu značajku gotovo svih procesa i sustava koja dopušta mogućnost njihova praćenja i upravljanja. To je tzv. **ograničenje varijeteta**. Još je Wiener, proučavajući značajke kretanja zrakoplova u svrhu predviđanja njihova buduća položaja, kako bi se s dovoljnom točnošću moglo usmjeriti topničko oružje u smjeru koji će dovesti do susreta ispaljenog projektila i cilja, ograničio prostor stanja u kojima se može naći zrakoplov samo na ona moguća, u zavisnosti od trenutačnog stanja i značajki zrakoplova (brzina, manevarske sposobnosti, itd.). Drugim riječima, zrakoplov se u budućim vremenskim trenutcima ne može naći u bilo kojem dijelu prostora, već samo u dijelu prostora u obliku stošca čiji je vrh trenutačni položaj zrakoplova (izmjereni), a veličina određena manevarskim sposobnostima zrakoplova i vremenom između dva mjerjenja. Položaj zrakoplova unutar tog ograničenog prostora nije jednoznačno određen jer zavisi i od postupaka koje je pilot zrakoplova primijenio u vremenu između dva mjerjenja. Jednostavniji primjer ograničenog varijeteta je i svjetlosna signalizacija na semaforu. S tri različita svjetla moguće je postići osam nezavisnih kombinacija, međutim u praksi se koriste samo tri ili četiri (ako ne računamo trepcu stanja). Prirodno ograničenje prostora stanja sustava i njihova postupna (kontinuirana) promjena su temelj na kojem se grade sustavi za praćenje procesa u svrhu upravljanja.

# ROBOTI.

## *Inteligentni strojevi?*

Pojam "robot" se prvi put pojavio dvadesetih godina ovog stoljeća u djelu Karella Čapeka "RUR" (Rossumovi univerzalni roboti). Mada se tu pod robotima podrazumijevaju čovjekoliki biološki sustavi (androidi), a ne strojevi, djelo je zanimljivo jer postavlja niz temeljnih pitanja o robotici i inteligentnim strojevima, na neka od kojih ni do danas nije dan zadovoljavajući odgovor. Zanimljivo je da sam naziv na češkom ima značenje "prisilnog rada"

**Josip PAJK**



**S**trojeve općenito možemo podijeliti u tri skupine: jednostavne, programirane i robe.

**Jednostavni strojevi** služe isključivo za povećanje čovjekovih fizičkih sposobnosti i zahtijevaju njegov stalni nadzor i upravljanje, ili su tako izgrađeni da neprekidno ponavljaju istu radnju. U ovu skupinu spadaju npr. različite prese, dizalice, buldožeri, automobili, topovi, itd.

**Programirani strojevi** su nešto složeniji te se mogu uporabiti (programirati) za obavljanje različitih zadaća. Jednom postavljeni program na početku radnog ciklusa ne može se mijenjati. U ovu skupinu spadaju npr. NC tokarski strojevi, tkalački i pletački strojevi, samovođene rakete, itd.

**Robot** se bitno razlikuje od prve dvije vrste strojeva. I on obavlja različite predefinirane zadaće, ali njegovo stanje i radni program u svakom trenutku ne zavise isključivo od prije postavljenog programa, već su uvjetovani i različitim utjecajima iz okoline. Dok će programirani stroj tvrdoglavno obavljati postavljene

zadaće dokle god ga netko ili nešto ne zaustavi, robot, za razliku od njega, zapaža promjene u okolini i prema njima ugađa svoje ponašanje.

Prema tome, robot je, u svojoj krajnjoj pojavnosti, složeni samouređeni sustav koji se "hrani" informacijama iz okoline.

### **Ustrojstvo sustava robota**

Svaki mehanizam, pa tako i robot, izgrađuje se strogo namjenski, za određenu, ograničenu, skupinu zadaća. Izradba univerzalnih roboata još je ujvijek zadaća koja graniči s nemogućim zbog trenutačne niske tehnološke razine potrebne u izradi tvarnih i energetskih struktura takvih univerzalnih mehanizama. Radna okolina i namjena robota uglavnom određuju izgled i ustrojstvo njegove tvarne, energetske i informacijske strukture. Npr. ako je robot namijenjen za rad na širem prostoru potrebno mu je ugraditi sustav za pokretanje i orientaciju, bilo da djeluje u zraku, vodi ili na kopnu; ako je potrebno osigurati mu dulje vrijeme samostalnog rada potrebno je u njega

upgraditi takav energetski sustav koji će se napajati energijom iz okoline (solarni sustav npr.).

Međutim, nije svaki mehanizam koji se kreće robot. Robot može svoje zadaće obavljati i samozatajno, u tišini ureda ili pomagati zapovjedniku u raščlambi velikog broja podataka i donošenju taktičke odluke.

Tvarnu i energetsку strukturu mora pratiti i odgovarajuća informacijska struktura koja će mu omogućiti učinkovito ispunjenje zadaće.

**Informacijska struktura** samoorganiziranih sustava (strojeva) je temeljni čimbenik koji, iako u uskoj svezi s njihovom tvarnom i energetskom strukturu (trenutačnim tehnološkim rješenjima dostupnim za izgradnju ovih struktura), ima vlastite (kibernetičke) zakonitosti koje je potrebno poznavati kada se takav uređaj izgrađuje. Do pojave kibernetike kao znanosti, te tehnoloških čimbenika dobivenih putem teorije informacija i računalских znanosti, jedini poznati samoorganizirani sustavi bili su biološki. Stoga ne čudi što se značajke umjetnih sustava ove vrste još uvijek uspoređuju s prirodnim, nastalim dugotrajnim procesom evolucije. Pojam inteligencije npr. pokušava se unificirati za prirodnu (biološku) i umjetnu inteligenciju, pa su tako identificirani temeljni čimbenici kojima se u kibernetici određuje stupanj inteligencije samoorganiziranih sustava:

**Osjetila** - sustav mora posjedovati sposobnost *samostalnog* uočavanja promjena u okolini i prikupljanja tih informacija radi njihovog korištenja za uređivanje vlastitog sustava. Senzorski podsustav robota zavisiće od njegove namjene i okoline u kojoj će raditi. Biološki sustavi su evolucijom prilagodili vlastita osjetila okolini u kojoj djeluju i vlastitim ciljevima, dok je kod izgradnje umjetnih sustava na raspolaganju

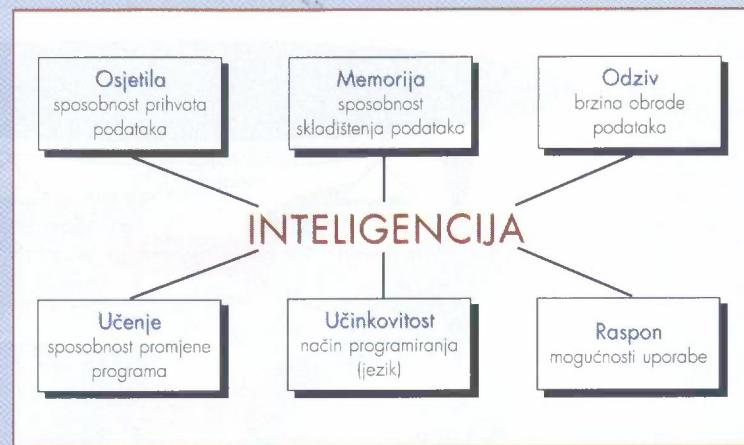
niz rješenja s područja senzorske tehnologije (IC, laser, radar, sonar...). Dakle, sustavi koji primaju informacije iz okoline isključivo preko tipkovnice ili manipulatora ne mogu se smatrati robotima. Robot u sklopu svoje strukture treba posjedovati senzorski podsustav koji će mu omogućavati da različite energetske utjecaje ili materijalne prepreke prepozna i u skladu s njima prilagodi svoje djelovanje.

**Memorija** - sposobnost pamćenja, spremanja prikupljenih podataka radi njihova korištenja u izmjeni unutarnje strukture vlastita sustava i/ili djelovanju prema okolini. Bez ove sposobnosti sustav će reagirati na vanjske podražaje ali mu nije omogućen daljnji razvoj i prilagođenje izmijenjenim uvjetima okoline tj. uređenost mu se stalno smanjuje. Memorija je temeljna pretpostavka koja omogućuje sustavu učenje, dakle da prepozna sličnosti u strukturi primljenih i obraćenih signala iz okoline s prijašnjim "iskustvima". Još nije u potpunosti razriješen mehanizam pomoću kojeg biološki sustavi pamte i sortiraju podatke, a računala su već sposobna pamtitи veliki broj podataka različite vrste (slike, signali, brojčani i tekstualni podaci) i koristiti ih kombinirano (multimedjalne aplikacije).

**Odziv** - brzina kojom se obrađuju podaci i generiraju izmijene stanja (unutarnjih i prema okolini). Kod strojeva je jasno da će mehanički sustavi imati manju brzinu obradbe podataka od elektroničkih. Računala su, nadalje, u tom pogledu neusporedivo brža od bilo kojeg biološkog sustava (drugo je pitanje koliko su njihovi programi učinkoviti u odnosu na "programe" bioloških sustava). To znači da svako detektirano novo

stanje u okolini mora uzrokovati promjenu u unutarnjoj informacijskoj strukturi robota i prouzročiti njegovu pravodobnu reakciju u skladu s postavljenim ciljem djelovanja.

**Učenje** - sposobnost (brzina i lakoća) promjene programa, prilagođenja rada novim uvjetima nastalim ili promjenom cilja sustava i ili promjenjenim uvjetima u okolini. Velik broj bioloških sustava ima sposobnost učenja, dok se kod računala tek pojmom sustava temeljenih na neuronskim mrežama ova sposobnost počela intenzivnije primjenjivati i kod "strojne inteligencije". Biološki sustavi (organizmi)



radaju se s primarnom (temeljnom) informacijskom strukturu koja je naslijedena od roditelja. U robote se, s druge strane, implementiraju "jednostavni" programi koji sadrže temeljne funkcije koje će im omogućiti da sami stvaraju složenu informacijsku strukturu na temelju "iskustava" tijekom djelovanja. Postoje već sustavi koji će s visokom pouzdanošću prepoznati npr. rukopis ili glas svog korisnika ili iz zašumljenog signala s radara ili sonara "prepoznati" cilj.

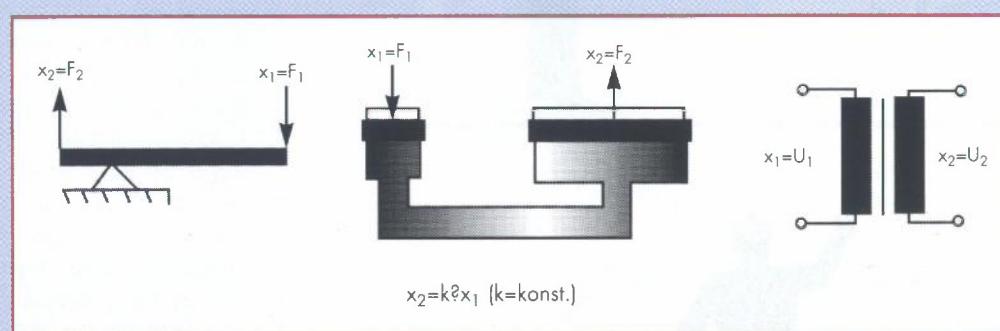
**Učinkovitost**, tj. način opisa programa (uporabljen jezik) može se opisati kao potreban broj crta programskega kôda da bi se opisao neki događaj ili instrukcija. Zbog ograničenog prostora za smještaj podataka (memorije) u koji treba smjestiti ne samo tekuće podatke prikupljene senzorima i one prije prikupljene i sortirane za buduću uporabu, već i različite zaključke donešene postupkom učenja u prošlim situacijama, način na koji se činjenice opisuju i podaci spremaju u memoriju (odnos količine informacija i potrebnog memorijskog prostora) bitan je za određivanje učinkovitosti sustava. Treba

u stanju rješiti.

Jedan od temeljnih procesa koji se događaju u svim organiziranim sustavima, dakle *dinamičkim sustavima svrshodnog djelovanja*, u koje spadaju i roboti, je upravljanje. Upravljanje je temeljna kategorija u kibernetici koja je i definirana kao "znanost o komunikaciji i upravljanju u mehanizmima, organizmima i društvu (organizacijama)" gdje se ove tri kategorije sustava promatraju kao apstraktne dinamički sustavi i ispituju njihove zajedničke značajke na području prijenosa, obradbe i čuvanja informacija, dakle strukturalne i informatičke zakonitosti veze, upravljanja i organiziranosti.

U izučavanjima koja se provode u kibernetici veliku ulogu imaju *homorfizmi* tj. sličnosti između dvaju sustava (struktura) kod kojih jedan predstavlja pojednostavljenu realizaciju drugoga. Jedan od homorfizama je, recimo, taktički prikaz stvarne situacije s bojišnicu na zemljovidu ili zaslonu taktičkog pokazivača pomoću simbola. Međutim, isto načelo se može primijeniti i u modeliranju, gdje se informacijska

struktura nekog realnog sustava prikazuje analogima (modelima) različite materijalne i energetske strukture od realnih. Npr. poluga, hidraulička dizalica (dva



napomenuti da se učinkovitost ne može bitno povećati povećanjem memorijskog prostora za smještaj podataka, jer je pretraživanje velikih nesređenih baza podataka i znanja dugotrajnije, čime se smanjuje vrijeme odziva sustava, dakle opet dolazi do degradacije sustava u cijelosti.

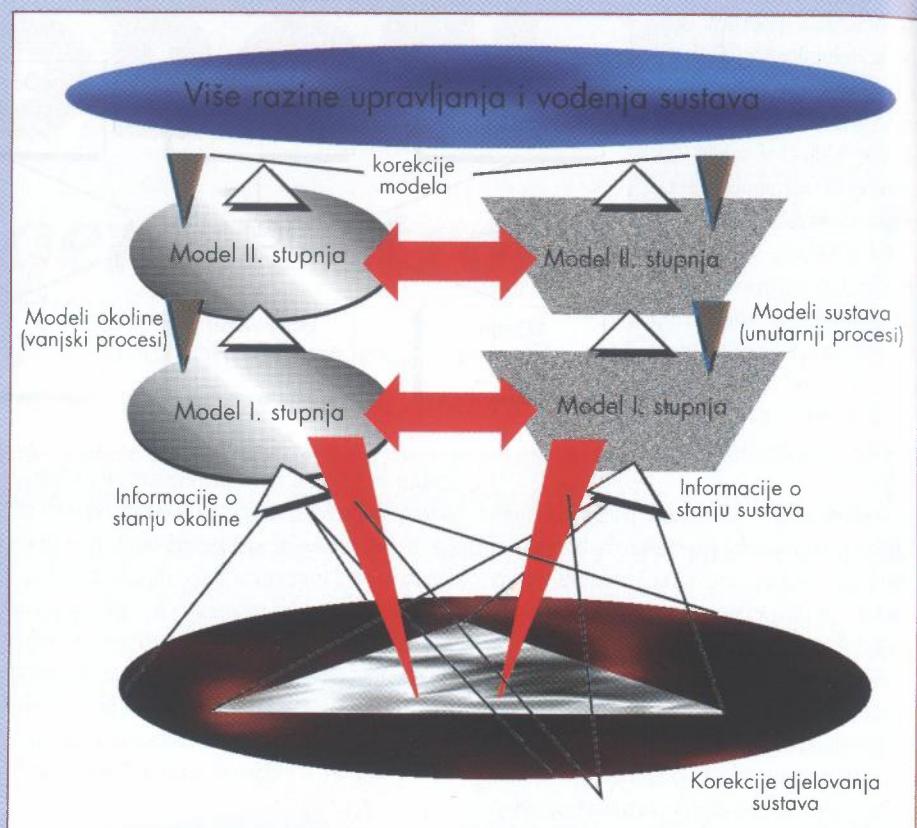
**Raspon** uporabe sustava je čimbenik koji ujedinjuje sve prije nabrojene i pokazuje u koliko se različitim vrstama procesa sustav može uporabit. Teško da će u bliskoj budućnosti biti izgrađen mehanizam takva raspona uporabe kakav ima čovjek. Međutim, na ograničenim zadaćama strojevi postaju nezamjenljivi i

klipa različita promjera spojena zatvorenim hidrauličkim medijem) i transformator su informacijski ekvivalenti (analogoni) mehaničke, pneumatsko-hidraulične i električne strukture.

Modeliranje je široko primjenjena metoda u procesima upravljanja. Da bi se bolje shvatili i raščlanili realni procesi čini se simbolička prezentacija odabranih značajki pojedinih realnih čimbenika na kojima se potom vrši obradba sa ciljem predviđanja budućih stanja procesa kako bi se struktura vlastitog sustava prilagodila novonastalim zahtjevima i na taj način postigao cilj sa što je moguće manjim

utroškom vlastitih resursa (optimalno upravljanje). Pritom postoje događaji koji zahtijevaju trenutačan odgovor sustava (korekciju njegova djelovanja) što se rješava u modelima prvog stupnja (regulatorima) na najnižem stupnju upravljanja. Takvih regulatora može u sustavu biti vrlo mnogo i oni djeluju istodobno (usporedno procesiranje) u sklopu različitih senzorskih podsustava i aktuatora (procesna instrumentacija). U modelima drugog stupnja rješavaju se složeniji problemi upravljanja koji zahtijevaju koordinirano djelovanje više regulatora s pripadajućom procesnom instrumentacijom. Na višim razinama upravljanja donose se odluke koje imaju dalekosežno značenje za sustav, ali koje ne moraju biti odmah pretvorene u djelovanje na razini procesne instrumentacije, a nastale su predviđanjem budućeg razvoja procesa na temelju sagledavanja njegovih prošlih stanja u dužem vremenskom razdoblju. U zavisnosti od složenosti sustava, takvih razina upravljanja može biti više, no svaki relativno samostalni sustav u djelovanju ima barem tri razine upravljanja (regulacija, upravljanje u užem smislu i vodenje procesa).

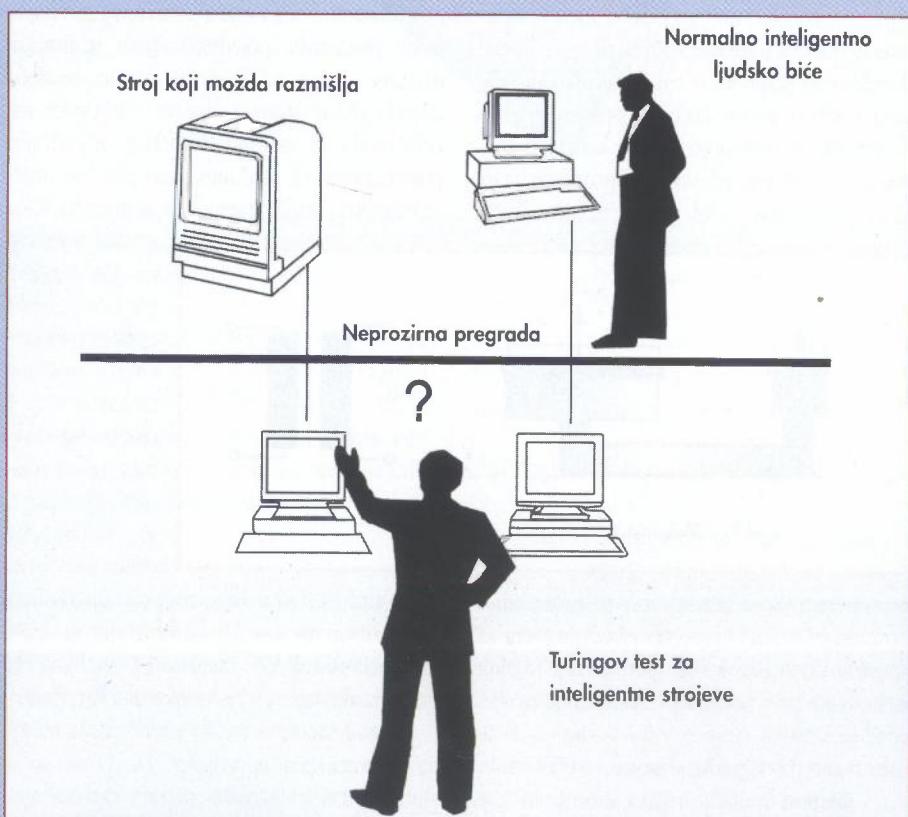
Kod djelatnih sustava postoje dvije karakteristične vrste procesa, *vanjski i unutarnji procesi*. Kao što im samo ime govori, vanjski procesi su usmjereni prema rješenju tekućih problema koji nastaju bez utjecaja sustava, dakle zbog promjena u okolini i temeljna značajka im



ispuniti postavljene ciljeve. Kao primjer raščlane u druga dva tipa nemehaničkih sustava bi mogla poslužiti, recimo, suštinska razlika između motoričkog (vanjskog) i vegetativnog (unutarnjeg) sustava kod organizama ili u vojnim organi-

zmedu modela koji obrađuju unutarnje i vanjske procese. Nemoguće je npr. planirati borbenu akciju šireg opsega a da za to unutarnja struktura sustava nije dovedena u takvo stanje da se njezino uspješno okončanje može očekivati s vrlo velikom vjerojatnošću.

Iz svega što je rečeno, iako je predmet rasprave pojednostavljen do krajnjih granica, mogli bismo pokušati dati odgovor na pitanje postavljeno u naslovu: jesu li roboti inteligentni strojevi? Odgovor će se činiti trivijalnim, ali je činjenica da i strojevi, kao i ljudi, mogu biti inteligentniji i manje inteligentni. Pitanje je što od njih očekujemo i na koji način su izgrađeni. Još uvjek nije stvoren test inteligencije koji bi dao ni egzaktne pokazatelje za različite populacije iz različitih kulturnih, gospodarskih i klimatskih sredina, a kamoli između stroja i čovjeka. Jedini test takve vrste do danas poznat je tzv. Turingov test u kojem čovjek postavljanjem pitanja preko računalског terminala "razgovara" istodobno sa čovjekom i strojem i pokušava pogoditi tko je tko. Možda je bolji pokazatelj inteligencije mogućnost preživljavanja i prilagođavanja (napredovanja) pojedinih sustava u različitim sredinama i agresivnim procesima. U čemu je onda razlika između *evolucije*, koja predstavlja čisti odabir najspasobnijih vrsta (ostale odumiru) i *upravljanja* koje se i definira kao vještina odabira. Razlika bi se vjerojatno mogla naći u činjenici što sustavi koji posjeduju tu vještina mogu unaprijed stvoriti pretpostavke (inteligencija im se u tom slučaju ne može osporiti) koje će im omogućiti preživljavanje i daljnji razvoj, umjesto da čekaju što će im sudbinu dodijeliti.



je postizanje postavljenog cilja. Unutarnji procesi, s druge strane okrenuti su djelovanju unutar vlastite strukture sustava, dakle prema izgradnji, održavanju i unapređenju te strukture tј. organiziranosti, kako bi što učinkovitije mogao

zacija razlika između postrojbi (pješačke, topničke, oklopne...) koje direktno sudjeluju u borbenim djelovanjima i službi (logistika, personalna, sanitet...). Na svim razinama upravljanja jasno je da mora postojati čvrsta povezanost

# Vaša prilika da budete najbolji!

Zvonimir Zelenika

učenik, 17 god.

Da, bili smo prvi, između pedesetak ekipa iz cijelog svijeta.

Naravno da se već samo zbog toga isplatiло otići u Houston na prvenstvo American Computer Science League. Došli smo, vidjeli Ameriku i pobijedili. No big deal. Najbolje je uslijedilo kasnije.

Kolegama iz ekipa i meni Apple je poklonio moje računalo iz snova - Power Macintosh. Što da vam kažem, stvar je nenormalno brza. Namjeravam se baviti animacijom i multimedijskim aplikacijama i stvarno nisam mogao dobiti bolje računalo za ostvarenje tih želja. Prvo mjesto na kompjuterskom prvenstvu u Americi ispunilo me zadovoljstvom.

Ali rad na Power Macintoshu je zadovoljstvo kakvo ne možete zamisliti.

Ostali članovi pobjedničke ekipa: Mario Jurić, Bojan Antolović, Ante Đerek, Hrvoje Tonković i Neven Biruški.



BBOOZ ZAGREB

## Donirana oprema

Power Macintosh 7100  
Brzina takta 80 MHz  
Power PC procesor 601  
350 MB kruti disk  
8 MB RAM  
1 MB VRAM  
20" Trinitron monitor  
Pisač Style Writer 1200

## Vrhunska nagrada za vrhunske rezultate.

Ovlašteni zastupnik Apple Computers, Inc.: **ACS** - Adria Computer Systems d.o.o.  
Maksimirka 111, Zagreb; tel: 01 2332114; fax: 01 2332128

Ovlaštena prodajna mjesto: **DIA Marketing Zagreb**, Trg J.F. Kennedy 6, tel: 01 2395500, fax: 01 217873 • **AC Novel Zagreb**, Kolarova 9, tel: 01 2337049, fax: 01 2337049 • **LPC Zagreb**, Bjenčićeva 30, tel: 01 4555506 • **Velematika** Zagreb, Trg J.F. Kennedy 6a, tel: 01 2334766, fax: 01 2334510 • **De Pol Trade Split**, Kaštelanska bb - PIS, tel: 021 361107, fax: 021 361107 • **Grafoprojekt Virovitica**, S. Radića 20, tel: 033 726777, fax: 033 726888 • **Čvor Bjelovar**, Matice hrvatske 24, tel: 043 244050, fax: 043 243337 • **Filex Zagreb**, Bokovačka 81, tel: 01 2395755, fax: 01 229050 • **Impuls Rijeka**, Gajevo 1, tel: 051 216988, fax: 051 217532 • **Finder Zagreb**, Gundulićeva 24, tel/fax: 01 420792 • **Dario Trade**, Široki Brijeg, Fra Dildaka Buntića 21a, tel/fax: +387 88 701979 • **Internova**, Mostar, Biskupska Bučinjica 32e, tel: +387 88 312970, fax: +387 88 312 168 • **Compleo**, Osijek, Vjenčac V. Nazora 1c, tel: 031 169 173, fax: 031 164 659



# RJEŠENJE JE U "PAHULJASTOJ" LOGICI

Gotovo je svako razmišljanje kod čovjeka po prirodi približno (aproksimativno). Prepoznati značenje govora u vrlo zašumljenoj okolini, nečitkog rukopisa, te uopće donijeti racionalne odluke u neprecizno određenim i neizvjesnim uvjetima, rezultat je prije približnog (vjerojatnosnog) nego točnog (determinističkog) procesa razmišljanja (dr. Lofti A. Zadeh)

## Josip PAJK

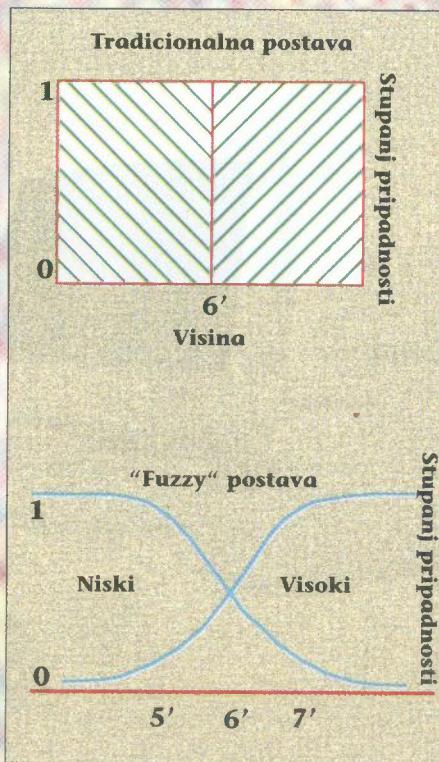
**J**oš je 1965. godine dr. Lofti Zadeh, predstojnik odjela računalskih znanosti univerziteta Berkley u Kaliforniji, razvio metodu za kvantifikaciju različitosti koja je otvorila vrata uporabi računala u rješavanju složenijih problema upravljanja. Spajanjem elemenata teorije skupina s načelima viševrijednosne (multivalued) logike koje je prvi 1920. postavio poljski znanstvenik Jan Lukasiewicz, stvorio je koncept "mekanih postava" (fuzzy sets).

Skupina je skup objekata. Ona se tradicionalno sastoji od objekata koji ispunjavaju precizne zahtjeve pripadnosti skupini (članstvo). U tradicionalnim skupinama objekt ili u potpunosti ispunjava zahtjeve pripadnosti skupini ili je iz skupine u potpunosti isključen. To je tzv. diskretna logika (ili je nešto u potpunosti istinito ili je lažno).

Mekana ("pahuljasta") (fuzzy) logika dopušta parcijalnu istinu i laž. Njome se neizmjerno brojčano područje reducira u nekoliko kategorija nazvanih skupinama članova ili mekanim postavama (fuzzy sets) koje se razlikuju od tradicionalnih skupina i postava.

Npr. visoki ljudi mogu činiti jednu mekanu postavu gdje uvjeti za njihovu pripadnost skupini neće biti strogo definirani. Umjesto toga svakoj će se osobi dodijeliti stupanj pripadnosti skupini, od nule (u potpunosti isključen) do jedan (totalno uključen). Osoba visine 1,8 m mogla bi biti član sa stupnjem pripadnosti skupini od 0,8. Izjava "osoba visine 1,8 m je visoka" bila bi tada 80 posto istinita. No, takva izjava je u isto vrijeme i 20 posto lažna. Osoba visine 1,6 m mogla bi imati stupanj pripadnosti od samo 0,4

(tj. 40 posto istinito, 60 posto lažno). Takve postave su ipak precizne matematičke veličine.



**Tradicionalna postava za niske i visoke ljudе pravi oštu granicu na visini od 1,8 metara (6 stopa). Meka postava (fuzzy set) dopušta postupni prijelaz između dviju skupina**

Stupanj pripadnosti skupini može se i grafički prikazati. To su brojevi koje računalo može obradivati.

U strojnoj realizaciji ovakvog koncepta, npr. u sustavu za regulaciju temperature prostorija, temperatura od 20°C može se smjestiti,

kako u kategoriju "toplo", tako i u kategoriju "normalna temperatura", naravno s različitim stupnjevima pripadnosti svakoj skupini. Sljedeće očitanje moglo bi biti 22°C. Računalo će stupnjeve pripadnosti pojedinim skupinama za ovu temperaturu usporediti sa stupnjevima pripadnosti prethodnih očitanja što će rezultirati malim prilagodavanjem u snazi hlađenja. U zajedništvu s nizom osjetnika za detekciju promjena različitih stanja, sustavi temeljeni na mekanoj logici omogućuju strojevima umnogome rafiniranje djelovanje u različitim situacijama.

Mekana logika se u primjeni najveće dokazala u Japanu, i to u prvom redu u sustavima za kućanstvo, električnim sklopotima široke potrošnje, industrijskim proizvodnjama, transportnim sustavima, te u novčarskim krovovima.

Da, čak i neki novčarski stručnjaci koriste mekanu logiku za doношење kupoprodajnih odluka. Trgovinski sustav tvrtke Yamashii Securities sastoji se od 800 "mekih" pravila definiranih od strane iskusnih finansijskih stručnjaka. Značajke sustava su 20 posto bolje od prosjeka burze Nikkei. Sustav je, između ostalog, predložio i prodaju "sumnjičivih" dionica 18 dana prije tzv. "Crnog ponedjeljka".

Meka logika se koristi pri čišćenju odjeće, u mikrovalnim pećnicama, za zaustavljanje automobila, stabilizaciju kamera, itd. U strojevima za pranje rublja se, npr. koriste dva optička senzora za određivanje stupnja zaprljanosti odjeće i količine rublja. Mikroračunalo s ugrađenom mekom logikom određuje temperaturu vode, količinu praška za pranje, te odabire jedan od

600 tisuća pranja na raspolaganju.

Oprema temeljena na mekoj logici upravlja brzinom podzemnih vlačova željeznice. Sredstvo s većom tečnošću od bilo kojeg, načak, kako uklusnog operatera.

Mekana logika omoguće strojevima samostalno "razmišljanje" i samostalno prilagođavanje promijenjenim uvjetima. Omoguće im donošenje odluka na temelju nepotpunih informacija na način vrlo sličan ljudskoj intuiciji. Npr. konvencionalni rashladni uređaj hlađi konstantnom snagom dokle god temperaturna u prostoriji ne padne na zahtijevanu i tada se isključi. Termostat koji se regulira njegov rad uključuje stroj kad temperatura naraste iznad postavljene i isključuje ga kad ona padne ispod postavljene. Rashladni uređaj koji se temelji na mekoj logici će, s druge strane, detektirati tendenciju da prostorija postane hladnija ili toplija, te prema tome prilagoditi svoj rad. Stroj koristi 25 pravila prigodom rashladivanja i isto toliko pravila prigodom zagrijavanja. U obzir se uzimaju i vanjska temperatura, bilo kakvo gibanje u prostoriji, temperatura zraka i zidova prostorije, te brzine njihove promjene.

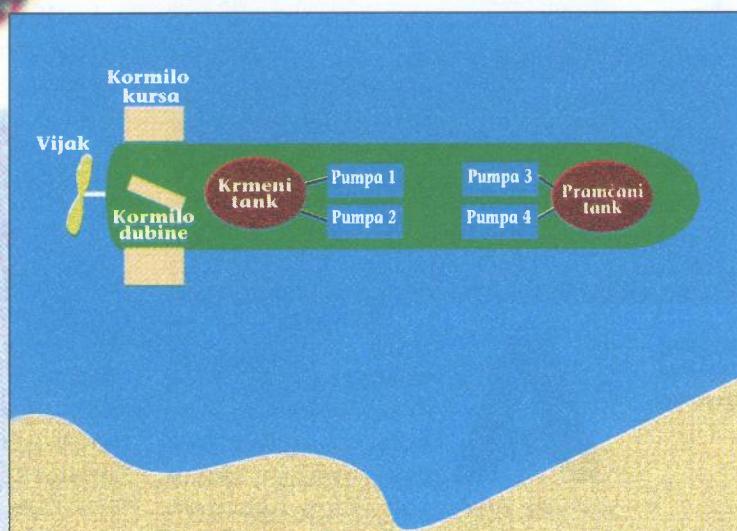
Računalo s ugradenom mekanom logikom upravlja strojem postupnom izmjenom pojedinih parametara rada, a ne čistim uključivanjem/isključivanjem. Temperatura prostorije je time postojanija, manje se troše pojedini dijelovi stroja, a uštede u energiji krecu se i do 25 posto.

Računala s mekom logikom, za razliku od konvencionalnih koja su programirana preciznim i/ili slijedovima, mogu se programirati tako da razumiju i takve dvostručne "fuzzy" koncepte kao što su: prilično, uglavnom, vrlo daleko, dosta blizu, gotovo točno ili gotovo nemoguće. Korištenje pridjeva i priloga u opisivanju problema, ključni je razlog što se meka logika može koristiti i u nedefiniranim situacijama. Mjerenja su u ovakvim sustavima često puno korisnija kad su prikazana lingvističkim pojmovima umjesto brojkama. Zbog toga meka logika može rješavati kompleksnije probleme uz mnogo manje pravila u odnosu na tradicionalne ekspertne sustave, tj. pruža veću mogućnost upravljanja uz manje računanja i manje troškove.

## Vojna primjena

Katastrofa se činila neizbjegljivo. Autonomno podvodno vozilo duljine 36 stopa (11 m) brzo se približavalo briježu na dnú mora.

Plovilo je trebalo biti mjesecima u uronjenom stanju i obavljati ophodnju područjem nepogodnim za podmornice s posadom.



Presjek autonomnog podvodnog vozila

Sad je situacija koja se nije mogla unaprijed predvidjeti prijetila ispunjenju zadaće ovog autonomnog plovila. Dno se uzdizalo brže no što je plovilo svojim manevarskim sposobnostima moglo pratiti. Uskoro se propeler počeo okretati u suprotnu stranu zaustavljajući vozilo. Računalo je odlučilo što treba učiniti. Bilo je programirano za ispunjavanje četiri cilja: 1) izbjegavati sudar s dnem, 2) ploviti na što je moguće manjim dubinama kako bi ostalo skriveno, 3) ploviti uvičak ispod određene dubine, 4) ploviti konstantnom brzinom. Namjerno nisu ugrađeni pravila kako djelovati u slučaju iznenadnih prepreka. Plovilo je svoj kurs održavalo uglavnom kormilem. Ako nijime ne bi bilo moguće održati plovilo na zadanim kursu, računalo je započelo da poduzme bilo što u skladu sa situacijom.

Programeri su gledali i čekali. Računalo je "razmišljalo". Izbjegni dno...ostani pri dnu...održavaj dubinu...održavaj brzinu. Operator bi intuitivno znao što učiniti. No ova zadaća je bila drukčija. Radilo se o simulaciji sustava s ugradenom mekom logikom u Hughes Research Laboratories.

Pumpe su se aktivirale. Balansni tankovi su se napunili zrakom. Plovilo se izdiglo iznad uronjene planine i nastavilo sa zadaćom prema planu. Računalo je odabralo primjereni odgovor na problem nastavljajući ispunjavanje svoje preprogramirane ciljeve.

Mekana logika se razlikuje od klasične umjetne inteligencije ili ekspertnih sustava. Dok klasični sustavi nastoje razumjeti uzrok problema da bi primjenili određene korektivne postupke, sustavi s mekom logikom koriste uglavnom nepotpune informacije pri donošenju odluke. Klasični sustavi bi, npr. morali znati zašto plovilo ne može pratiti nagib dna, te zašto se ono tako brzo uzdiže. Znatno više podataka

bilo bi potrebno kako bi se primjenio odgovarajući korektivni postupak, a svi potencijalni problemi morali bi biti unaprijed predviđeni i ugrađeni u računalo autonomnog plovila, što je vrlo teška zadaća.

Sustav meke logike se ne bavi pitanjem zašto plovilo nije moglo manevriranjem izbjegći opasnost, već jednostavno konstatira da se plovilo ne može odvojiti od dna. U opisanom eksperimentu sustav je pokazao svoju sposobnost da pruži adekvatan odgovor na problem koji ranije nije bio predviđen i da ni u jednom trenutku ne napusti ispunjenje postavljenih ciljeva.

Svaki se od ovih ciljeva vrlo lako mogao izdvojeno ispuniti. Složenost problema očituje se u potrebi da se oni ispunе istodobno (kombinirano). Ciljevi su razbijeni u skupinu pravila, a svako pravilo predstavljalo je jedan način da se ispunи cilj. Plovilo je opskrbljeno različitim sustavima kojima mu se mogao promijeniti smjer kretanja: kormila kursa i dubine, balansni tankovi i dvosmjerno okretanje propeler-a. Sustav meke logike je omogućio računalu kombiniranje pravila iz sva četiri cilja te odabir najpogodnijeg načina upravljanja plovilom u toj situaciji. Učini bilo što primjerenou situaciju.

## Budućnost

Sustavi temeljeni na mekoj logici mogli bi povećati uporabni vijek satelita u orbiti oko Zemlje zbog manjeg utroška goriva raketnih motora za održavanje pozicije finije upravljanih takvim sustavom. Drugo potencijalno područje je regulacija i prilagođenje sustava ovjesa na automobilima u skladu s uvjetima koji vladaju na cesti, te praćenje ciljeva (tankova, raketa) u vojnim sustavima. Neki specijalni poluvodički integrirani sustavi s mekom logikom za predikciju (predviđanje) bit će potkraj desetljeća tako rasprostranjeni kao što su to danas mikroprocesori.

Jednostavnost je ključna prednost meke logike. U stvari svijet sve više nagnje tome da bude više siv, nego crno/bijeli. Preciznost, nusprodot klasičnih logičkih sustava, je previše kompleksna, teška i skupa.

Zašto ne učiniti bilo što koristi razrješenju problema.

Malo desno...uglavnom...malo brže...polako...izbjegći dno...ploviti uz dno...održati dubinu...održati brzinu.

Ponekad je i približno dovoljno dobro ... i mnogo jeftinije.



*Saab J-35OE austrijskog zrakoplovstva prigodom slijetanja*

Austrijske zračne snage su tijekom svog poslijeratnog razvoja bile ograničene u nabavi borbenih sredstava odredbama austrijskog državnog sporazuma kojim je status Austrije određen kao neutralne nezavisne zemlje. Ovim sporazumom austrijskim oružanim snagama zabranjeno je

Rješenje je nabava novog borbenog zrakoplova, što će ovisiti o dostupnim novčanim sredstvima.

Potreba za obnovom zračnih snaga jasno je bila izražena tijekom borbi u Sloveniji u ljetu 1991. godine, kad je bivša JA pokušala zauzeti granične prijelaze prema Austriji. Pri tome je došlo do povrjede zračnog prostora Austrije od strane lovaca MiG-21bis bivših jugoslovenskih zračnih snaga (npr. samo 27. i 28. lipnja austrijski radari otkrili su deset povreda zračnog prostora). Kao odgovor na to, austrijske zračne snage pojačale su borbenu pripravnost uz austrijsko-slovensku granicu. Laki klipni zrakoplovi i vrtlovi dobili su zadaću pružanja potpore kopnenim postrojbama ukoliko eventualno dođe do širenja sukoba na austrijsko tlo, a mlazni borbeni zrakoplovi Saab 105OE i Saab J-35OE vršili su opredeljene radi zaštite austrijskog zračnog prostora. Na aerodromima u Grazu, Zeltwegu i Klagenfurtu bile su razmještene bitnice 35 mm PZ topova opremljenih sustavom za nadzor paljbe Skyguard, a duž granice postavljeni su topovi kal. 20 mm (koji nisu bili opremljeni

# AUSTRIJSKE ZRAČNE SNAGE

Tek po završetu hladnog rata Austrija je u mogućnosti da za svoje zračne snage (koje nisu zasebni vid, već su integrirane u kopnenu vojsku kao jedno od zapovjedništava) nabavi modernije borbene zrakoplove. Pitanje je da li će do toga brzo doći, jer prvenstveni problem je osigurati financijska sredstva za nabavu potrebne opreme

posjedovanje određenih kategorija oružanih sustava, uključujući dalekodometno topništvo i bilo kakvu vrstu projektila (ove odredbe su donesene na zahtjev bivšeg SSSR-a, koji je kao uvjet povlačenja svojih snaga iz Austrije zatražio da austrijska vojska bude po snazi ograničena; u protivnom, vjerojatno bi došlo do odbijanja SSSR-a da povuče svoje snage i podjele Austrije na dvije države, što je bio slučaj s Njemačkom do 1990. godine). Zabrana posjedovanja bilo kakvog projektilnog oružja pogodila je austrijsko zrakoplovstvo, pošto je ovim bilo onemogućeno nošenje čak i vodenih projektila zrak-zrak na lovačkim zrakoplovima, čime je njihova učinkovitost drastično umanjena. Austrija je nakon 1990. godine službeno odbacila većinu ograničavajućih odredbi, čime je stvorena mogućnost opremanja borbenih zrakoplova projektilskim naoružanjem. Međutim, osnovni problem je u tome da su sadašnji borbeni zrakoplovi (švedski Drakeni) zastarjeli, i postavljanje projektila zrak-zrak (što je poduzeto) neće posebno poboljšati njihovu borbenu učinkovitost.

radarskim sustavom nadzora paljbe) radi zaštite kopnenih postrojbi. Na kraju sve ove mјere pokazale su se nepotrebним, ali ukazale su na nedostatke u opremi zračnih snaga. Kao prvo, potrebu za nabavom PZ raketnog sustava za male (što je ostvareno kupnjom Mistrala) te srednje i velike visine (što tek treba uslijediti) i nove radare koji će biti sposobni dati rano upozorenje na moguće zračne upade (npr. poput švedskog radara Giraffe). Isto tako, ukazana je potreba za naoružanjem J-35OE vođenim raketama zrak-zrak.

Austrijske zračne snage (*Österreichische Luftstreikräfte*) osnovane su 26. listopada 1955. godine, a dva mjeseca kasnije otpočela je izobrazba prvih pilota korištenjem zrakoplova Jak-11 (NATO kodni naziv Moose) i Jak-18 (NATO kodni naziv Max), koje su Rusi ostavili po povlačenju iz Austrije. Ovim letjelicama (Jak-11 korišten je do rujna 1965., a Jak-18 do veljače 1960. godine) kasnije su im se pridružili laci klipni zrakoplovi za vezu L-19A Bird Dog (22 primjerka, većina se još uvjek koristi) nabavljeni od američkih snaga koje

**Robert BARIĆ**



karta: Denis Lesić

Raspored glavnih baza i postrojbi Österreichische Luftstreitkräfte

su tada bile u Austriji (ovi zrakoplovi isporučeni su u okviru programa MAP /Mutual Aid Plan/, po cijeni od samo jednog USD po zrakoplovu).

Prvi mlazni borbeni zrakoplovi, britanski lovci **De Havilland DH.115 Vampire T.55** isporučeni su u ožujku 1957. (korišteni su do travnja 1972.), njima su se uskoro pridružili tre-nažni **Fouga CM.170 Magister** (od veljače 1959. do srpnja 1972.) i lovci **Saab J-29F Tunnan** (od srpnja 1961. do srpnja 1972.). Početkom sedamdesetih, ova tri tipa zamjenjena su švedskim mlaznim trenažno-jurišnim zrakoplovima **Saab 105OE**, kojima se od 1987. godine pridružio i **Saab J-35 Draken**.

Uz nabavu zrakoplova, bilo je potrebno stvoriti i integrirani vojno-civilni sustav nadzora austrijskog zračnog prostora. Planiranje ovog sustava, čiji je vojni dio dobio naziv **Goldhaube**, otpočelo je sredinom sedamdesetih, a sustav je postao u potpunosti operativan 1988. godine.

Sustav Goldhaube sastoji se od šest fiksnih postaja (postaje su u Kolomannsbergu, Steinmandlu, Speikkogelu, Koralpeu, Feichtbergu i Buschbergu) s 3D radarima (motrilski domet radara je 300 km), od kojih su tri postaje pod civilnom, a tri pod vojnom kontrolom, te dvije mobilne radarske postaje. Šest fiksnih postaja opremljeno je radarima **Alenia RAT-31S** (ovi radari istodobno mijere domet, azimut i elevaciju ciljeva na svim visinama, imaju dobre ECCM osobine i visoku otporostnost na smetnje prouzrokovane odbijanjem radarskog zraka od tla /ground clutter/), a dvije mobilne radarima **Alenia MRCS-403**. Sustav je sposoban za obradu i prikaz situacije u zračnom prostoru na malim i srednjim visinama, a može izvoditi i autonomne kontrolne funkcije poput identifikacije i navođenja presretača na cilj. Svi prikupljeni podatci šalju se uskorevntnim data linkom nadređenim zapovjednim središćima.

U travnju 1989. austrijska vojska objavila je da namjerava nabaviti protuzrakoplovni raketni sustav, kojim bi se nadopunile dosadašnje postrojbe opremljene PZ topovima kal. 20 i 35 mm opremljene zračnoobrambenim sustavom **Sky-**

**guard**. Za pokrivanje malih visina odabran je francuski laki raketni PZ sustav **Mistrale** (naručeno je 65 primjeraka, čija je isporuka u tijeku), no još nije odabran sustav za pokrivanje srednjih i velikih visina.

## Organizacija zračnih snaga

U okviru austrijske vojske zračne snage nisu poseban vid oružanih snaga, već samo jedno od zapovjedništava Bundesheera (sličan model posto-



ji u Izraelu i Kanadi). Glavne zadaće zračnih snaga (koje su organizirane u okviru **Letačke divizije /Fliegerdivision/**) su:

- održavanje suvereniteta austrijskog zračnog prostora;

- osiguravanje potpore kopnenim postrojbama oružanih snaga (izvidanje, transport, borbena potpora, održavanje veze, prijevoz padobranaca);

- pružanje pomoći civilnim vlastima u slučaju velikih elementarnih nepogoda (u okviru ove zadaće obavljaju se misije traženja i spašavanja /nakon poplava, lavina, zemljotresa itd./, borba protiv požara, opskrba dijelova zemlje odsječenih tijekom zime, nadziranje radioaktivnosti u regijama pogodenim radioaktivnim padavinama nakon černobilske katastrofe);

- pružanje ostalih vrsta pomoći civilnim vlas-

**Do dolaska Drakena, Saab 105 bio je glavna borbena snaga austrijskog zrakoplovstva (na slici su zrakoplovi ovog tipa iz sastava**

**Jagdbombergeschwadra stacioniranog u Hörschingu, prije nego što su ujedinjeni u okviru jednog Staffela; Saab 105 sa žutim slovima na repu bili su u sastavu 1 Staffela /jurišnog/, a sa zelenim u sastavu 2 Staffela /izvidničkog/)**



**Saab 105 pripremljen za jurišnu misiju: pod krilima se vide nevodenе rakete zrak-zemlja kal. 75 mm i spremnici s topovima kal. 30 mm**

timu (kartografiiranje terena, pomaganje u asanaciji, isl.). Zračne snage (sa stožerom u Langenlebarnu), u čijem sastavu se nalazi 6500 ljudi (uključujući i novake) sastoje se od tri letačka regimenta (**Fliegerregimente**, kratica **FIR**): **FIR 1** (stožer u Langenlebarnu), **FIR 2** (stožer u Zeltwegu) i **FIR 3** (stožer u Linz-Hörschingu); svaki regiment u svom sastavu ima **Hubschraubergeschwader** (vrtoletni ving), **Fliegerhorstbattalion** (bojna zrakoplovne baze, zadužena za logističku potporu baze i postrojbi u njoj), **Fliegerabwehrbattalion** (bojna protuzrakoplovog topništva), i **Fliegerwerft** (glavno središte za održavanje letjelica). Uz ove postrojbe, FIR 2 i 3 imaju još po jednu dodatnu. Osnovna postrojba iz koje se sastoji jedan



**Dva Saaba J-35OE u letu**

Geschwader je **Staffel** (otprilike ekvivalent skvadronu; u okviru jednog Geschwadera nalaze se 2-4 Staffela). Raspored postrojbi po regimentu je sljedeći (neću posebno navoditi stalne elemente, poput bojne PZ topništva, već samo one postrojbe čiji sastav varira, kao što su vrtoletni vingovi, odnosno zrakoplovne postrojbe koje su specifične za određenu regimentu, ili koje imaju različitu zadaču, poput središta za održavanje letjelica):

#### **1.) Fliegerregiment 1 (Langenlebarn):**

-Hubschraubergeschwader 1: 1 Hubschr. Staffel (AB 212; izvršava različite zadaće, od trans-

porta do održavanja veze)

2 Hubschr. Staffel (AB 206A; služi za izobrazbu i akcije traženja i spašavanja)

3 Hubschr. Staffel (OH-58B; izvršava izvidničke misije)

4 Flächenstaffel (u okviru ove postrojbe su klipni zrakoplovi za transport, vezu i druge dužnosti: SC-7 Srs3M, PC-6/B2H2, L-19; jedan PC-6 detaširan u Wiener Neustadt, u tzv. Sttzpunkte)

-Fliegerwerft 1 (održavanje AB 212, AB 206, OH-58, SC-7, PC-6, L-19).

#### **2) Fliegerregiment 2 (Zeltweg):**

-Hubschraubergeschwader 2 (smješten je u bazi Aigen-in-Ennstal, a u mjestu Klagenfurt Schwarz/Tirol pokraj Innsbrucka nalazi se Stützpunkte):

1 Hubschr. Staffel (Alouette III, zadužen je za traženje i spašavanje u alpskom području, te za komunikacije)

2 Hubschr. Staffel (Alouette III)

Ueberwachungsgeschwader (zračnoobrambeni ving):

1 Ueberw. Staffel (J-35OE, u Zeltwegu)

2 Ueberw. Staffel (J-35OE, u Graz-Thalerhofu)

-Fliegerwerft 2 (održavanje J-35OE, Saab 105OE, PC-7).

#### **3) Fliegerregiment 3 (Linz-Hörsching):**

-Hubschraubergeschwader 3: 1

Hubschr. Staffel (AB 212, različite misije, transport isl.)

2 Hubschr. Staffel (AB 204B, održavanje veze)

-Jagdbombergeschwader (lovačkobombarderski ving): 1 JaBoStaffel (Saab 105OE)

-Fliegerwerft 3 (održavanje AB 212, AB 204B).

U Zeltwegu se nalazi i pilotska škola (Fliegerschule), koja koristi lake klipne trenažne zrakoplove PC-7E. Topničke zračnoobrambene snage organizirane su također u sastavu tri regimenta (u njihovu sastavu nalazi se 36 PZ topova kal. 20 mm i 18 PZ topova M-65 kal. 35 mm opremljenih s 9 radarskih sustava za nadzor paljbe Skyguard /u okviru kojih se koriste radari Selenia MR (S-403 /)).

### **Letjelice u sastavu Fliegerdivisiona**

Osnovni borbeni zrakoplovi u protekla dva desetljeća bili su švedski trenažno-borbeni mlaznjaci **Saab 105OE**. U srpnju 1968. godine naručeno je 20 Saab 105OE

**Vrtoljet Alouette III tijekom vježbe spašavanja**



(radi zamjene Tunnana, Vampirea i Magistera, koji su izvršavali zadaće obrane zračnog prostora, jurišnih misija i izobrazbe), a godinu dana kasnije dodatnih 20. Prvi je zrakoplov stigao na Linz-Hörsching 2. srpnja 1970. godine. Do početka 1989. godine Saabovi 105OE bili su u sastavu četiri Staffela (dva u Linzu, dva u Graz-Thalerhofu; u sastavu svakog bilo je 10 zrakoplova). Dolaskom Drakena, preostali Saab 105OE premješteni su u sastav Jagdbomberegeschwadera u Linzu (u sastav dva Staffela - lovačkobombarderskog /Jagdbomberstaffel/ i izvidničkog /Aufklärungsstaffel/); od 1. srpnja ove godine svih preostalih 29 zrakoplova ovog tipa objedinjeni su u jednoj postrojbi, 1 JaBoStaffelu. Dva Saaba 105OE su 1986. godine preuređena u zrakoplove za prijevoz VIP-ova. Generalni remont vrši se nakon 450 sati leta.

U jurišnim misijama Saab 105OE na šest potkrilnih nosača nosi do 12 nevodenih raketa zrak-zemlja kal. 75 mm, ili dva spremnika s 30 mm topovima, ili kombinaciju obaju sredstava; u izvidničkim misijama nosi se spremnik s tri kamere za dnevno snimanje i dvije IC kamere. Ova oprema nije dovoljna za vršenje izviđanja u svim vremenskim uvjetima, danju i noću (još jedan nedostatak je nepostojanje sustava za prijenos skupljenih informacija u realnom vremenu), te će se morati zamijeniti (što će vjerojatno biti obavljeno zajedno s nabavom novog borbenog zrakoplova koji će zamijeniti Saab 105 i Draken).

Saab 105OE trebao bi ostati u službi do kraja ovog desetljeća (u tijeku je evaluacija kojom se namjerava utvrditi koliko se dugo ovi zrakoplovi još mogu koristiti), nakon čega bi bio zamijenjen.

Presretač Saab **J-35OE Draken** odabran je 1985. godine kao zamjena Saabu 105 u zračnoobrambenoj ulozi. Time je završeno traganje za lovačkim zrakoplovom, koje je otpočelo skoro dva desetljeća prije! Originalni zahtjev za zamjenom J-29 Tunnana potjecao je iz sredine šezdesetih, a kao privremeno rješenje nabavljeni su Saab 105 (vjerojatno se pretpostavljalo da će Saab 105 biti korišten u ovoj ulozi kratko vrijeme, pošto je ovaj tip zrakoplova potpuno nepodesan za izvršavanje zračnoobrambenih misija; ali ova privremena uloga potrajala je gotovo 20 godina). Razmatran je odabir jednog od sljedećih tipova lovačkih zrakoplova: izraelskog IAI Kfira, švedskog Viggena, američkog Northropa F-5E ili General Dynamics (sada Lockheed) F-16, francuskog Dassault



Miragea 50, ali je na kraju u prvoj polovici osamdesetih odlučeno da se umjesto novih zrakoplova kupe stariji, već korišteni. Finalisti natječaja bili su 24 presretača BAe Lightning (koji su se nalazili u sastavu zračnih snaga Saudijske Arabije), ili isti broj Saab J-35E Drakena švedskih zračnih snaga. Austrijski generali preferirali su Lightninge (koji su po svojim borbenim sposobnostima bolji od Drakena /posebice što su se mogli uspješno koristiti i u napadajima na zemaljske ciljeve, pri čemu su mogli ponijeti veću količinu raznovrsnijih ubojnih sredstava/), koji su bili bolje očuvani (za usporedbu, zmajevima Drakena preostao je životni vijek od samo 900 sati leta). No želja austrijske vlade da nabavi borbeni zrakoplov napravljen u zemlji koja nije pripadala ni jednom vojnopolitičkom bloku, tradicionalna orientiranost prema švedskim zrakoplovima, kao i niža cijena, presudili su u korist Drakena. Prvih 12 Drakena kupljeno je u svibnju 1985. godine, a isporučeni su tri godine kasnije (ovi zrakoplovi prethodno su bili u sastavu vinga F4 Kraljevskih švedskih zračnih snaga baziranog u Oestersundu). Od 24 kupljena Drakena,

**Osnovni vrtoljet u sastavu zračnih snaga je Agusta Bell AB 212, koji se zahvaljujući tome što je opremljen s dva motora, može sigurno koristiti iznad planinskih predjela**

**Koriste se i stariji Agusta Bell AB 204B (u Hörschingu se nalazi 8 letjelica ovog tipa)**



jedan je izgubljen u nesreći u Švedskoj prigodom izobrazbe austrijskih pilota prije same isporuke, i nikad nije nadoknađen.

Najveći nedostatak Drakena bilo je nenošenje vođenih projektila zrak-zrak, čime su u presretanju bili ograničeni na korištenje dva 30 mm topa Aden (što je u biti značilo da ih je mogao



Nabavljene su dvije inačice  
Bell JetRangera, od kojih  
Agusta Bell AB 206A služi za  
izobrazbu i akcije  
spašavanja, a OH-58D za  
izviđanje

oboriti svaki lovac koji je bio naoružan projektilima zrak-zrak). Konačno, u siječnju 1994. godine isporučeni su prvi primjerici odabranog projektila: bio je to **AIM-9P 3 Sidewinder**, nabavljen iz Švedske. Kako ova inačica Sidewindera nije zadnji krik tehnologije, već se razmišlja o njezinu zamjeni modelom AIM-9P 5 ili znatno naprednjim AIM-9L (ovi projektili nabavili bi se direktno iz SAD), no da bi se to ostvarilo, treba osigurati novčana sredstva. Također, Drakeni bi trebali biti opremljeni RWR detektorom i lanserima IC i radarskih mamaca danskog podrijetla. Jedan Draken je radi ispitivanja modificiran ugradnjom spomenutih uređaja u zadnji dio trupa, što je urađeno u Danskoj. Ukoliko se probe pokažu uspješnima, došlo bi do modifikiranja preostalih Drakena.

Od vrtoleta, koristi se nekoliko tipova. Trenutno najstarije letjelice ovog tipa u uporabi su



Jedini transportni zrakoplovi  
u službi su dva Short SC-7  
Skyvana Series 3M  
isporučena još 1969. godine,  
smještena u okviru 4  
Flächenstaffela u bazi  
Langenlebarn

**Agusta Bell 204B**, nabavljeni u srpnju 1963. godine. Od 26 originalno isporučenih danas se koristi još 8 primjeraka (zanimljivo je da je ovaj tip službeno povučen iz uporabe u listopadu 1982. godine, no ovih osam primjeraka vraćeno je u službu godinu dana kasnije, zbog prodaje dva teška transportna vrtoleta Sikorsky S-65OE Izraelu u svibnju 1981. godine; još četiri AB 204B konzervirana su, a od njih barem jedan može se (ukoliko se osiguraju sredstva/vratiti u službu), koji će, ukoliko budu modernizirani, biti operativni i u idućem stoljeću.

23 vrtoleta **Agusta-Bell AB 212** (originalno je, počevši sa svibnjem 1980., bilo isporučeno 24

letjelice, ali je jedna izgubljena 1981. godine) koriste se prvenstveno za transport (svaki može ponijeti 1200 kg tereta ili 12 putnika), a zatim za medicinsku evakuaciju (u toj ulozi u transportni prostor se mogu smjestiti troja nosila) i protupožarno djelovanje (tada se opremaju spremnikom za vodu volumena 400 l).

24 **Jet Ranger** (točnije, 12 primjeraka proizvedenih u Italiji /**Agusta-Bell 206A**, koriste se od lipnja 1969. godine/ i 12 američkih **OH-58B Kiowa** /koriste se od srpnja

1976. godine/) upotrebljavaju se za slične zadaće kao i AB 212; uz to AB 206A služi i za osnovnu pilotsku izobrazbu, a OH-58B jedini je naoružani vrtoljet u službi (na desni bok može se postaviti šesterocijevna gatling strojnica Minigun kal. 7,62 mm).

U službi su i (od siječnja 1967. godine) **Sud SE.3160/SA.316B Alouette III** (zamjenili su Sud.3130 Alouette II; ovaj prijašnji model upotrebljavao se od ožujka 1958. do travnja 1975. godine). Prvobitno je bilo nabavljeno 12 primjeraka SE.3160 (za održavanje veze), a dodatnih 14 SA.316B naručeno je 1973. godine. Godine 1986. nabavljena su još dva jordanska SA.316B kao zamjena za otpisane Alouette III.

Od ostalih zrakoplova, za transport se koriste dva **Short SC-7 Skyvana Series 3M** i 12 **Pilatus PC-6/B2H2 Turbo Porter**. Skyvani su isporučeni 1969. godine, i koriste se za transport između baza kao i za pružanje potpore austrijskim Drakenima tijekom uvježbavanja u Švedskoj. Turbo Porteri (nabavljeni u srpnju 1976. godine) koriste se za raznovrsne zadaće (transport, gašenje požara, traženje i spašavanje, izviđanje, bacanje padobranaca, tegljenje meta). **Cessne L-19A i L-19E** raspoređene su po FIR-ima kao zrakoplovi za vezu i u službi su od 1958. godine (prvo je nabavljeno 22 L-19A, a kasnije 7 L-19E). Za pilotsku izobrazbu koriste se klipni trenažni zrakoplovi Pilatus PC-7OE, od prosinca 1983. godine.

## Izobrazba pilota

Kandidati za buduće pilote pod nadzorom vojnih instruktora u okviru civilne letačke škole izvode početnih 30 sati leta na Cessnama 150; ovdje se vrši selekcija i određuju kandidati ili za pilotsku školu (Fliegerschule) u Zeltwegu, ili za pilote vrtoleta (izobrazba za pilote vrtoleta obavljena se u Langenlebarnu, u okviru Hubschraubergeschwader 1).

Izobrazba u Zeltwegu održava se na **16 PC-7OE Turbo Trainera**, koji služe za uvježbavanje formacionog letenja, VRF i IFR uvježbavanje, te početnu taktičku izobrazbu (ovi zrakoplovi mogu ponijeti ubojni teret od 1040 kg /bombe, nevođene rakete zrak-zemlja, spremnik sa strojnim kal. 12,7 mm/, ali se koriste samo za izo-

brazbu i nisu predviđeni za izvršavanje borbenih misija). Nakon godinu dana (i 130 sati leta na PC-7), piloti nastavljaju izobrazbu na Saabu 105 u Linz-Hörschingu, a nakon što skupe 500 sati leta na ovom tipu zrakoplova, mogu preći na Drakene. Prvi dio izobrazbe za pilota Drakena (u trajanju od 40 sati) odvija se u Švedskoj, u Angelholmu (prvi dio izobrazbe odvija se u Švedskoj iz dva razloga: Austrija nije nabavila dvosjednu inačicu Drakena /ne zato što Švedani nisu željeli istu prodati, već zato što ni sami nemaju dovoljan broj primjeraka, a zbog geografske lokacije i intenzivnog civilnog zračnog prometa nad Austrijom, zračne snage praktično nemaju gdje izvoditi uvježbavanje zračne borbe), a nastavlja u Austriji u Zeltwegu ili Graz-Thalerhofu (izučeni piloti uobičajeno imaju godišnje 120 sati leta na Drakenu). Piloti vrtoleta prolaze izobrazbu na AB 206A.

Problem u izobrazbi austrijskih pilota je spomenuti nedostatak vježbovnih poligona. Na tri poligona koji se koriste u Austriji (i to samo povremeno) može se uvježbavati samo gadaњe zemaljskih ciljeva zrakoplovnim streljačkim oruž-



*Pilatus PC-7 koriste se za pilotsku izobrazbu*

jatnija kandidata F-16 Fighting Falcon i Saab Jas-39 Gripen. F-16 je postao izuzetno privlačna alternativa smanjivanjem zračnih snaga zemalja NATO-a (u Europi npr. Nizozemci nude svoje F-16A/B, a američki USAF ponudio je također nekoliko stotina ovih zrakoplova na prodaju), no Gripen, iako će biti skuplj, nije bez šansi. Tu je tradicionalno oslanjanje austrijskih zračnih snaga na švedske zrakoplove, te osobine Gripena (mogućnost korištenja kratkih, provizornih uzletišta; modularni dizajn koji pojednostavnjuje i pojeftinjuje održavanje; kao i F-16, i Gripen je višenamjenski borbeni zrakoplov, ali u odnosu na F-16 on pripada najnovijoj generaciji borbenih zrakoplova, dok je Falcon letjelica prethodne generacije) zbog kojih bi se Austrijanci mogli odlučiti za njega.

Ali, sve ovisi i o raspoloživim sredstvima za kupnju; stoga će izbor novog lovca sačekati kraj ovog stoljeća. To nisu jedini zrakoplovi koje će trebati zamijeniti: postavljena je potreba nabave novih transportnih zrakoplova koji bi zamijenili Skyvane (početkom 1991. godine procjenjivale su se mogućnosti G.222, CN-235 i BAe 146STA; o ekspanziji flote transportnih zrakoplova razmišlja se još od 1969. godine), a izražena je i želja za kupnjom borbenih vrtoleta (krajem osamdesetih demonstracija A129 Manguste izazvala je austrijski interes). No, kao i u slučaju odabira budućeg lovačkog zrakoplova, sve će ovisiti o dostupnosti novčanih sredstava.

*Pilatus PC-6/B2H2 Turbo-Porter snimljen prigodom demonstracije svojih protupožarnih sposobnosti*

jem. Zbog toga se zračna borba svake godine uvježbava sa švicarskim zračnim snagama (od ove godine i s mađarskim), a odlučeno je da se iskoristi i britanski poligon iznad Sjevernog mora (North Sea ACMI Range); tako će u britansku bazu Waddington biti povremeno detaširano 10 Drakena, 12 pilota i 60 pripadnika zemaljskog osoblja.

Time će se vjerojatno ubrzati proces izobrazbe pilota Drakena (u ovom trenutku kvalificirano je samo 15 pilota, a šest je u procesu izobrazbe; zbog nedostatka pilota, svi koji završe izobrazbu za Drakena obavezni su provesti idućih 10 godina leteći na ovim zrakoplovima).



*Za vezu se još uvijek koriste laki zrakoplovi Cessna L-19 Bird Dog, isporučeni daleke 1958. godine*



## Budućnost

Jedan od prioriteta austrijskih zračnih snaga je obnavljanje infrastrukture, pošto neki objekti u zračnim bazama potječu još iz razdoblja II. svjetskog rata. Za sada je produžena pistu u Zeltwegu, a radi se na uređenju baze u Grazu. No, osnovno pitanje je, koji će borbeni zrakoplov zamijeniti Saab 105 i Drakene. Smatram da su dva najvjero-

**P**rotubrodski vrtlolet AS.332F Super Puma proizvod je poznate francuske tvrtke Aerospatiale i ubraja se među najbolje u svijetu u svojoj klasi. Nastao je dalnjim razvojem transportnog vrtoleta SA.330 Puma. U odnosu na Pumu, izmijenjen mu je nosni dio (postavljanjem radara), raspon hodnog dijela, podvozje. Prvi prototip poletio je u listopadu 1978. godine, da bi 1981. vrtlolet Super Puma bio uveden u operativnu uporabu. Super Puma se smješta u kopnenim uporištima i na francuskom nosaču vrtoleta Jeanne d Arc. Naručena je određen broj ovog tipa od strane petnaest zemalja, većinom namijenjenih kopnenom baziranju.

Super Pumu pokreću dva motora Turbomeca Makila, svaki snage po 1327



AS.332F može ponjeti dva protubrodska projektila Exocet

Macha, a učinkovit domet 50-70 km. Uporabljava se po sustavu ispalji i zaboravi.

Od ostale zrakoplovne opreme Super Puma ima standardnu opremu za komunikaciju, uključujući VHF, UHF, HF/SSB radio uređaje po izboru, navigacijski sustav Decca, autopilot SFIM PA 155. AS.332F Super Puma može se naoružati i protubrodskim raketama AS.15TT (6 komada) i opremiti radarem s vrtoleta Dauphin-2, Agrion 15, ali je ta inačica rjeđe uporabljavana.

Francuska RM naručila je 144 Super Pume od kojih će se samo manji dio uporabljavati za protubrodska djelovanja, dok će se ostali većinom koristiti kao transportni vrtloleti, što im je i temeljna namjena.

# VRTOLETI u protubrodskoj borbi

(II. DIO)

**Dražen LODOLI**

U završetku članka o vrtloetu u protubrodskoj borbi bit će prikazani preostali tipovi ove vrste letjelica koji se koriste u ovoj ulozi

kW maksimalne snage i 1145 kW kontinuirane snage. Masa praznog vrtoleta iznosi 4620 kg, a maksimalna u polijetanju 8200 kg, što ovisi o količini goriva i bojnog tereta namijenjenog za izvršenje zadaće. Svim inačicama Super Pume moguće je dodati vanjske spremnike za gorivo. Oni se postavljaju u posebno oblikovano aerodinamičko tijelo koje se pričvrsti na trup iznad spremišta glavnog podvozja. Dolet vrtoleta sa

standardnim spremnicima goriva iznosi 645 km, a s dopunskim 920 km. Autonomija leta iznosi tri sata. Na Super Pumi primjenjene su „izvjesne tehnološke novosti u konstrukciji. Prije svega, tu se misli na posebno konstruiran pod pilotske kabine koji može apsorbirati veliku količinu energije oslobođenu prigodom udara, a da se pritom ne deformira sam pilotski prostor, zatim pilotska kabina koja je zaštićena kompozitnom prevlakom od kevlara, a i pilotska sjedišta napravljena su od "sendviča" lake slitine i kevlara.

Za protubrodsko djelovanje Super Puma naoružava se protubrodskim raketama Exocet u kombinaciji s radarem Omera ORB 32 D, koji služi za lociranje ciljeva. Vrtolet može nositi dva Exoceta po jedan na nosaču sa svake strane trupa. Dužina rakete Exocet je 4,7 m, masa 654 kg, brzina rakete 0,93

## AEROSPATIALE AS.365F DAUPHIN 2 / EUROCOPTER AS.565 PANTHER

Francuska tvrtka Aerospatiale, 1980. godine na zahtjev Saudijske Arabije započela je razvoj mornaričke inačice vrtoleta opće namjene AS.365N2 Dauphin 2. Prvi prototip poletio je 22. veljače 1982. godine, a ubrzo se proizvodi serijska inačica s oznakom AS.365F Dauphin 2, u srpnju 1982. godine (namjenjena za SAR). U francuskoj RM Dauphin 2 dolazi kao zamjena za Lynxove.

Za izradbu AS.365F Dauphin 2 korištena su kompozitna tvoriva i, po prvi put, glava rotora izrađena je u potpunosti od fiberglasa, što mu je omogućilo ledni let i mogućnost šireg opsega manevra. Kako je procijenjeno da će temeljna zadaća Dauphina 2 biti protubrodska djelovanja, isti se oprema motriteljskim radarem Thompson CFS Agrion 15. Radar ima zonu motrenja od 360 stupnjeva i osigurava pregled trenutačne taktičke situacije na površini mora i uporabu raket zrak - površina izvan zone



Super Puma u trenutku ispaljivanja Exoceta

optičke vidljivosti, i mogućnost otkrivanja manjih brodova deplasmana 200 t na 100 km. Za protubrodska djelovanja naoružava se raketama AS.15TT s poludjelatnim radarskim navođenjem na cilj kojeg prati i osvjetljava radar Agrion 15. Uvjeti primjene rakete ne ovise o optičkoj vidljivosti, meteorološkim uvjetima, stanju mora, a raketa je otporna na elektronska ometanja. Domet rakete iznosi 15 km, a masa 90 kg. Vjerovatnost pogotka na polovini dometa ispaljene rakete iznosi 100 posto. Raketa AS.15TT posebice je namijenjena za uništavanje manjih plovnih objekata. Vrtolet AS.365F Dauphin 2 nosi četiri rakete na bočnim nosačima. Ostalu opremu vrtoleta AS.365F Dauphin 2 čini standardna oprema za navigaciju, uključujući autopilot SFIM 85 Duplex, VOR/ILS, impulsni primopredajnik. Komunikacijska oprema je standardna HF/VHF. AS.365F Dauphin 2 opremljen je s dva motora Turbomeca, svaki snage od po 530 kW, ugrađenih jedan pokraj drugog iza osovine nosećeg rotora. Leteći brzinom 130 km/h može preletjeti 90 km od uporišta i ostati u zraku sat i 40 minuta. Masa prazne letjelice iznosi 2017 kg, a maksimalna 4000 kg. AS.365F može ponijeti borbeni teret težine 1600 kg. Ukupna dužina mu iznosi 13,49 m. Vrtolet se može koristiti i za tražanje i spašavanje na moru (SAR), kad mu se ugrađuje vanjska dizalica nosivosti 272 kg s užetom duljinom 90 m. AS.365F Dauphin 2 po svojim

inačica se uvođi u sastav francuske RM, kao AS.565F za SAR zadaće). AS.565SA Panther u sastavu RM Saudijske Arabije koristi se s uporišta na kopnu kao obalni ophodni vrtolet koji je, kao takav, imao primjenu u zaljevskom ratu. Phanterima je potopljeno pet iračkih ophodnih brodova. Za protubrodska djelovanja AS.565SA Panther oprema se prije navedenim motriteljskim radarem Agrion 15, raketama AS.15TT, a za protupodmornička djelovanja sonarom Thomson Sintra ASM HS 312 i MAD-om tvrtke Sextant Avionque. Za razliku od AS.365 Dauphin 2, AS.565SA Panther opremljen je s dva snažnija motora Turbomeca Arriel 1M1, svaki snage 558 kW, koji mu daju najveću brzinu od 296 km/h i krstareću brzinu 274 km/h. Masa prazne letjelice iznosi 2262 kg. Akcioni polunjer u ASV operacijama s 4 raketama AS.15TT iznosi 250 km pri letu na visini od 915 m i brzini 222 km/h.



**AS.365F Dauphin 2:** na slici se jasno vide četiri protubrodska projektila AS.15TT (po dva na jednom nosaču na boku vrtoleta), te kućište radara Agrion 15 na nosu letjelice



**Westland Lynx HAS.Mk.3,** naoružan s dva protubrodska projektila Sea Skua

značajkama u kombinaciji s raketama AS.15TT predstavlja jedan od najučinkovitijih oružanih sustava za borbu protiv malih površinskih jedinica u uskim morima i primjećen je interes od strane nekoliko RM za kupnju tog vrtoleta.

RM Saudijske Arabije najveći je strani kupac Dauphina 2 u inačici AS.565SA Panther, posebno razvijenog za Saudijsku Arabiju. U sastavu saudijsko-arabijske RM nalazi se 20 vrtoleta **AS.565SA Panther** namijenjenih za protubrodski djelovanja i četiri inačice **AS.565MA** (ista

## WESTLAND LYNX

Nastao je razvojem vrtoleta opće namjene WG 13 Lynx, koji je proizведен kroz kooperaciju tvrtki Westland i Aerospatiale. Prvi prototip Lynxa opće namjene poletio je 1971., da bi u prosincu 1977. godine bila uvedena vojna inačica u sastav britanske vojske kao **Lynx AH.Mk.1** za kov i **Lynx HAS.Mk.2** za mornaricu. Westland proizvodi 70 posto dijelova za ovaj vrtolet dok ostatak isporučuje Aerospatiale.

Mornarička inačica **Lynx HAS.Mk.3** (poboljšani HAS.Mk.2) osim za protupodmorničku borbu, kao tenjelnu namjenu, osposobljava se za protubrodska djelovanja opremanjem protubrodskim raketama Sea Skua. U navedenoj inačici za protubrodsko djelovanje, Lynx se oprema motriteljskim radarem Seaspray Mk.1, proizvođač Ferranti Ltd. Radar System, mase 64 kg, frekventnog opsega 8-10 GHz, sektora pretraživanja -/+90 stupnjeva i po elevaciji 10 stupnjeva. Isti radar omogućava Lynxu zahvat, praćenje cilja i predaju podataka daljine i smjera cilja za rakete zrak - površina Sea Skua. Sea Skua ponajprije je namijenjena za djelovanje po brzim i malim plovnim objektima, razvijena od tvrtke British Aerospace i Marconi Space Defence. Raketa se poludjelatno navodi na cilj, tj. za sve vrijeme leta, radar vrtoleta mora osvjetljavati cilj. Sea Skua se obično lansira iz ledenja s visine 100-150 m, a njena bojna uporaba moguća je u svim meteorološkim uvjetima. U RM Francuske vrtolet Lynx naoružava se sa četiri rakete AS.12, sa žičanim vođenjem. Od ostale zrakoplovne opreme Lynx HAS.Mk.3 raspolaže impulsno-navigacijskim radarem Decca 71, sustavom za taktičku navigaciju TANS, optoelektroniskim sustavom za motrenje AF-530, autopilotom, IFF Cosser 2720, sonarom za protupodmornička djelovanja AN/ADS-18, MAD-om, Racal MIR-2 Orange Crop pasivnim detekcionim sustavom, IC i radarskim ometačem Tracor M-130. Posadu Lynx HAS.Mk.3 čine dva člana, pilot i kopilot. Vrtolet pokreću dva motora Rolls Royce Gem 42-1 poletne snage po 835 kW, smješteni jedan pokraj drugoga na krovu glavne kabine, iza nosećeg rotora i reduktora.

Ukupna dužina trupa vrtoleta Lynx HAS.Mk.3 iznosi 15,1 m, širina 3,75 m i visina 3,5 m. Prazan vrtolet teži 3030 kg, a naoružan sa četiri protubrodске rakete Sea Skua 3414 kg. Tako naoružan ostvaruje brzinu od 306 km/h i brzinu uzdizanja od 6 m/s. Taktički polumjer Lynx iznosi 593 km, uključujući 20 minuta leta priče.

Poboljšana inačica **Lynx HAS.Mk.8** (ekvivalent izvoznog Super Lynxa) ima rotor izrađen od kompozitna tvoriva. Oprema se središnjim taktičkim sustavom Racal RAMS 4000, GEC Marconi Sea Owl termovizijom s povećanjem x5 ili x30, poljem motrenja po azimutu +120 do -120 i elevacijom +20 do -30 stupnjeva. Istim tipom termovizijske opreme opremanju se inačice HAS.Mk.3.

Vrtolet Super Lynx promoviran je na Fairboroughu 1988. godine i namijenjen je izvozu. Kao što smo prije napomenuli, predstavlja kopiju inačice HAS.Mk.8. Super Lynx izvezen je u više zemalja, a za protubrodска djelovanja ga zasad planiraju koristiti: Južna Koreja, Portugal i Brazil (naručeno devet vrtoleta sa isporukom 1996.). Južnokorejski Super Lynxovi nose oznaku Mk.99 i isporučeni su tijekom 1990/91. godine. Raspoređeni su na južnokorejskim razaračima američkog podrijetla klase Summer i Gearing. Opremljeni su Racal Doppler navigacijskim sustavom i radarem Seaspray Mk.3 (moguće je opremanje i radarem Bendix/King RDR 1500).

Za protubrodска djelovanja izvozni Super

Maksimalna brzina Super Lynxa iznosi 289 km/h, a krstareća 256 km/h.

Westland Lynx imao je bojnu uporabu u



*Indijski Westland Advanced Sea King Mk.42B, naoružan s dva protubrodска projektila Sea Eagle*

Lynx naoružava se sa četiri rakete Sea Skua ili dvije Penguin. Naoružan s četiri Sea Skua ima masu od 4252 kg, a sa 2 rakete Penguin 4461 kg.

#### Taktičko-tehničke značajke protubrodskih raket

	AGM-119B Exocet AM.39	AS.15TT	Sea Skua	Sea Killer Mk.2	Sea Eagle
Masa kg	380	654	90	145	260
Bojna glava kg	125	165	30	30	70
Domet km	30	50-70	15	18	25
Brzina Mach	0,80	0,93	0,9	0,95	0,85
					0,9



*Osim Sea Eaglea, Sea King može nositi i prethodno spomenute projektile Sea Skua (na slici je njemački Sea King naoružan s dva projektila Sea Skua)*

faklandskom i zaljevskom ratu, pa predstavlja vrtolet za protubrodsku borbu s najviše bojnog iskustva. Kao takav, svoju primjenu je našao u velikom broju RM zapadnih zemalja gdje se smatra standardnom letjelicom NATO-a u ovoj ulozi.

## WESTLAND SEA KING

Razvijen na temelju vrtoleta S-61 tvrtke Sikorsky, kao vrtolet za protupodmornička djelovanja, zadaće traženja i spašavanja na moru i za zračno motrenje i uzbunjivanje. Prvi serijski proizvedeni vrtolet Sea King poletio je 1969. godine, u inačici **Sea King HAS.Mk.1**. Kasnije je, tijekom proizvodnje, i kroz operativnu uporabu i zahtjeve stranih naručitelja razvijeno više inačica Sea Kinga, od kojih izdvajamo inačice **HAS.Mk.5** (najraširenija inačica, namijenjena za ASW), **HAR.Mk.3** (SAR zadaće) i **AEW Mk.2A**, opremljen radarom tvrtke Thorn EMI Searchwater za zračno motrenje i uzbunjivanje.

Od 1990. godine inačica HAS.Mk.5 dovodi se na poboljšani standard **HAS.Mk.6**. Od 1987. godine vrtoleti Sea King naoružavaju se protubrodskim raketama Sea Eagle s djelatnim radarskim vođenjem dometa 110 km. Isto vrtolet u sastavu RM Italije naoružava se protubrodskim raketama Sea Killer Mk.2 dometa 25 km. U oba primjera raket su u kombinaciji sa prije spominjanim motriteljskim radarem Seaspray Mk.1, proizvod Ferranti Ltd. Radar System ili radarem tvrtke MEL tipa Searchwater. Opremu Sea Kinga osim navedenih motriteljskih radara čine GEC Avionics Doppler navigacijski sustav, Bendix/King AN/ASQ-504(V) MAD i dr. Za protupodmornička djelovanja naoružava se ša po četiri torpeda tip Mk.46 Whitehead A 244S ili Sting Ray.

Sea King pokreću dva motora Rolls-Royce snage po 1238 kW, smješteni jedan pokraj drugog, ispred osovine nosećeg rotora. U pilot-skoj kabini nalaze se četiri člana posade: pilot, navigator i rukovatelji oružnim sustavima. Sea King dug je 22,1 m. Masa praznog vrtoleta iznosi 5859 kg, masa u ASV zadaćama je 7500 kg. Maksimalna brzina 226 km/h, a krstareća 204 km/h. Akcioni polumjer s dvije raket Sea Eagle je 204 km.

Indijska RM koristi inačicu **Sea King Mk.42B** (20 naručenih vrtoleta), opremljenih s



Talijanski vrtoljet Agusta-Sikorsky SH-3D prigodom lansiranja protubrodskog projektila Sea Killer Mk.2

MEL Super Searcher radarom i protubrodskim raketama Sea Eagle. Njemačka RM za protubrodsku djelovanja koristi inačicu **Mk.41** koju naoružava s po četiri rakete Sea Skua.

## AEROSPATIALE SA.321G SUPER FRELON

Razvijen na temelju vrtoljeta za logistički transport SA.321F. Prototip SA.321G Super Frelon poletio je u prosincu 1965. godine, a prve isporuke vrtoljeta započete su 1966. godine. U sastavu francuske RM **SA.321G Super Frelon** nalazi se na nosačima zrakoplova. U razvoju vrtoljeta suradivala je američka tvrtka Sikorsky, posebice u izradbi i testiranju komponenti nosećeg i repnog rotora. Dio motora proizvodi se u tvrtki Fiat (Italija), iako je Super Frelon francuski vrtoljet. Pokreće ga tri motora Turbomeca Turmo III C6 po 1170 kW snage svaki. Dva su postavljena jedan pokraj drugog, ispred osovine nosećeg rotora, a jedan iz njih.

Super Frelon SA.321G ubraja se među najveće letjelice u vrsti vrtoljeta za protubrodsku djelovanja. Ukupna dužina s kracima rotora iznosi 20,08 m. Masa prazne letjelice iznosi 6863 kg, najveća masa 13 000 kg. S obzirom na veliku masu i protežnost, Super Frelon je brz vrtoljet; brzina krstarenja iznosi mu 248 km/h, dok je najveća brzina 275 km/h. Tipičan dolet s doknadom goriva iznosi 815 km. Interesantno je da vrtoljet posjeduje amfibijiske značajke.

Super Frelon ima standardnu opremu za komunikaciju, uključujući VHF, UHF, radio-uredaje po izboru, sonar, navigacijski sustav Decca, Doppler radar, motriteljski radar Omara - Segid Heracles ORB 31 D ili ORB 32 za motrenje površine i prikupljanje podataka o ciljevima radi navođenja raketa Exocet.

SA.321G Super Frelon za ASV zadaće oprema se s dvije rakete Exocet na bočnim nosačima s obje strane trupa, a za protupodmornička djelovanja oprema se s četiri torpeda. U

izvršenju protubrodskih zadaća, SA.321G Super Frelon ubičajeno djeluje u taktičkoj skupini koju čine 3-4 vrtoleta. Ova letjelica korištena je za protubrodsku borbu od strane Iraka u ratu s Iranom, dok sličnu uporabu u drugim RM nije imao. Tijekom rata s Iranom, Iračani su, koristeći Super Frelon naoružan protubrodskim raketama Exocet, pogodili 25 iranskih brodova, od kojih su pet potopili.

## AB.212 ASW/ASV

Razvijen je iz vrtoljeta opće namjene AB.212, proizvodača talijanske tvrtke Agusta. Prototip **AB.212 ASW/ASV** poletio je 1969. godine. Nalazi se u naoružanju RM Grčke, Iraka,



Venezuelanski Agusta-Bell AB.212, naoružan projektilom Sea Killer Mk.2

Italije, Španjolske, Tajlanda, Turske, Urugvaja i Venezuele. Pokreće ga dva motora Pratt & Whitney PT6T - 6, svaki snage 1398 kW. Dužina trupa iznosi 17,4 m, širina 3,9 m, a visina 4,3 m. Prazan AB.212 ASW/ASV ima masu 2630 kg, a s protubrodskim raketama 4973 kg. Maksimalna brzina mu iznosi 240 km/h, s brzinom uzdizanja od 6,6 m/s. Taktički polumjer djelovanja vrtoljeta AB.212 ASW/ASV naoružanog s dvije rakete Sea Killer Mk.2 iznosi 300 km.

Temeljno protubrodsko naoružanje AB.212 ASW/ASV su rakete Sea Killer Mk.2, proizvođača talijanske tvrtke OTO - Melara, uvedene u naoružanje 1985. godine. Sea Killer Mk.2 ima tzv. sea skimming putanju (vrlo malu visinu leta). Nakon lansiranja spušta se na jednu od zadanih visina, a na udaljenosti 6 km od cilja uključuje se radarska glava za navođenje i raketa se na cilj navodi u vodoravnoj ravni. Ista raketa može se lansirati prema podatcima drugog vrtoleta. Jedan vrtoljet u tom slučaju motri na visini 350-500 m, dok drugi vrši zahvat i lansira rakete na cilj. Osim raketa Sea Killer Mk.2, AB.212 ASW/ASV može se naoružati s po dvije rakete Sea Skua ili AS.12.

Za otkrivanje ciljeva i navođenje raketa služi mu motriteljski radar Ferranti Seaspray (detaljnije opisan kod Lynxa). Od ostale opreme, AB.212 ASW/ASV raspolaže Doppler radarom AN/APN-208, ECM uređajem tvrtke Selenia, visinomjerom, sustavom za taktičku navigaciju TACAN, sonarom Benedix AN/AQS - 13 BF (radna dubina 137 m), sustavom za automatsko letenje, te ostalom standardnom navigacijskom opremom.

Pomorske operacije i bojevi na moru imat će sve izraženiji trend ka preobrazbi u pomorsko-zračnu operaciju sa značajnom ulogom protubrodskih vrtoljeta. Pojava prvih protubrodskih vrtoljeta prouzročila je disproporciju paljbe moći na štetu većih ratnih brodova i pri tome nametnula ratnoj vještini pronalaženje novih puteva za eksploraciju njihove uporabe. Na osnovi dosadašnjih ratnih iskustava, iskusta-

va uporabe ove vrste letjelica na vojnim vježbama, mišljenja smo da će se tendencije daljnog njihovog razvoja kretati u cilju povećanja nosivosti bojnog tereta (više protubrodskih raketa povećanog dometa i veće razorne snage), većoj otpornosti na djelovanje brodske PZO, te ugradnje opreme koja će im omogućiti bojno djelovanje u svim meteorološkim i ostalim uvjetima na bojišnici.



*Harrier GR.7 tijekom izvođenja petlje: na potkrilnim nosačima vidljivi su lanser nevodenih raketa zrak-zemlja (na unutarnjem nosaču lijevog krila) i nosač za vježbovnu bombu (na unutarnjem nosaču suprotnog krila)*

**M**edutim, 8. srpnja 1993. godine se u Wittering vraćaju iz Belizea tri Harriera GR.3 čime ujedno završava obvezu OCU-a da osigurava pilote za taj tip Harriera. Ne želeći se riješiti zadnja dva primjerka te inačice Harriera (nakon što se broj dvosjeda smanjio na šest), u OCU-u ih koriste instruktori kada prate učenike na njihovim solo

Pegasus 11-61, rakete zrak-zrak srednjeg dometa AIM-120 AMRAAM te sustav za navigaciju koji radi na načelu uspoređivanja zemljovida terena dobivenog radarom i zemljovoda terena u memoriji računala.

Nakon što su četiri eskadrile Tornada, dvije eskadrile Phantoma i polovica helikoptera premještene natrag u Englesku, došlo je vrijeme da se u Njemačkoj preostale snage pregrupiraju. Harrieri su premješteni u Laarbrück.

Treća eskadrila je stigla 16. studenog 1992. godine, a Četvrta 27. istog mjeseca. Iako su obje eskadrile imale provizorna odobrenja za korištenje uređaja za noćno gledanje, nisu smjele obavljati noćne letove na malim visinama sve dok Prva eskadrila nije završila svoj drugi tečaj preizobrazbe u travnju 1994. godine. Unatoč ograničenjima, to nije spriječilo da se dio Harriera stacioniranih u Njemačkoj, prekomandira u Incirlik (Turska) radi sudjelovanja u ophodnjama čiji je cilj zaštita kurdske manjine u sjevernom Iraku. Do tada je za većinu naoružanja postojalo odobrenje za korištenje, s topovima kao najvećom iznimkom. Prvi devet Harriera GR.7 dobilo je novu sivu boju i, s obzirom da se predviđao dulji boravak u Turskoj, nove registarske oznake WA-WZ, koje su trebale naglašavati pripadnost operaciji Warden, britanskom dijelu UN-ove operacije Provide Comfort. Najvažnja zadaća bila je dati Harrierima

# HARRIER GR. 7

Može se reći da je ova zadnja inačica pretvorila Harrier iz borbenog zrakoplova relativno skromnih mogućnosti u letjelicu velike nosivosti i doleta

## (II. dio)

letovima. Povlačenje iz uporabe predviđalo se za 31. ožujka 1993. godine, ali je zatraženo dvomjesečno produljenje tog roka zato da bi bar jedan mogao sudjelovati na proslavi dvadesetpetogodišnjice službe Harriera u RAF-u.

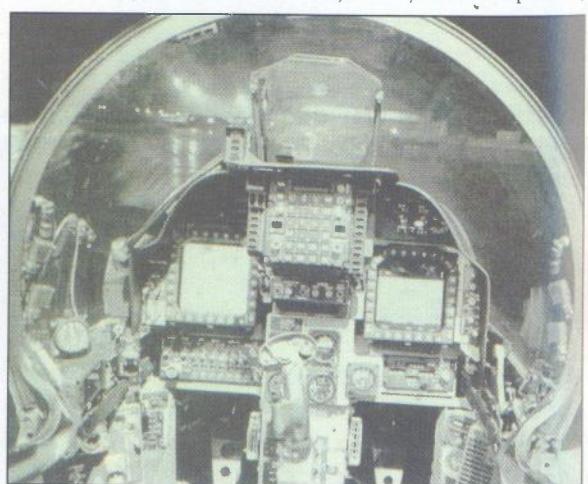
Zamijena starih T.4/A trebala bi početi ove godine. Dva su namijenjena Kraljevskoj mornarici pod oznakom T.8. Na početku se planiralo da će neki T.4 biti modificirani uređajima za noćno gledanje, ali zbog već spomenute razlike u letnim osobinama od tog se projekt odustalo.

Na kraju je RAF naručio trinaest novih Harriera T.10. Ova inačica je u stvari prerađeni TAV-8B s uređajima i mogućnostima nošenja naoružanja kao na GR.7 (za razliku od TAV-8B koji može nositi samo vježbovno streljivo). U operativnu uporabu T.10 bi trebali ući ove godine i to u sastavu 20 (R) eskadrile.

Također se može spomenuti da je GR.9 oznaka predviđena za modifikaciju GR.7 koja bi imala motor

mogućnost zračnog izviđanja.

U SAELOU-u su testirali Vintenov podsvjesni kontejner VICON 18-403 s IC linjskim skenerom i panoramskom kamerom još 1990. godine, a nešto kasnije VICON 57 sa sustavom LROP (Long Range Oblique Photography, eng. foto-kamera za snimanje s velikih udaljenosti usmjerena sa strane od smjera leta zrakoplova). Na kraju se dogodilo da ni jedan od ta dva kontejnera nije ušao u uporabu,



**Tomislav Huha**

Izgled kokpita GR.7

nego je odlučeno da se moderniziraju stari podjesni kontejneri s GR.3 i dopune s LOROP-om VICON 18-603. Višenamjenski kontejneri sadrže četiri kamere F95 za snimanje od obzora do obzora te jednu F135 usmjerenu prema naprijed. Modernizacije koje su morale biti izvedene na zrakoplovima da bi se omogućilo nošenje izvidničke opreme zahtijevale su oko 650 čovjek-sati po zrakoplovu. Izobrazba za vršenje izvidničkih misija koje zahtijevaju drukčiju tehniku pilotaže, pogotovo s LOROP-om bila je vrlo intenzivna i vršena je kako u Njemačkoj tako i u Velikoj Britaniji.

Za slučaj iračke agresije bila je potrebna mogućnost uzvraćanja. Siva boja zrakoplova nagovještavala je prijelaz na srednje visine leta, a naoružanje u obliku nevođenih raketnih zrna zrakzemlja CRV-7 kalibra 70mm (ispaljivanje iz devetnaestostjevnog lansera LAU-5003B/A) te kasetne bombe CBU-87 je to samo potvrđivalo.

Također su po potrebi bile na raspolaganju i kasetne bombe BL755, obične bombe od 467 kg, kočene bombe od 508 kg te sačasti lanseri MATRA 115 sa 68 mm NRZ SNEB. Ako bi pak bilo osigurano lasersko označavanje ciljeva, mogle su se koristiti i laserski vodene bombe Paveway II od 549kg.

Ni u početku 1994. godine još uvijek nisu bili spremni za korištenje topovi ADEN. Ispod trupa se zato nose prazni kontejneri zato jer poboljšavaju opstupljavanje, dok je rupa na kontejneru začepljena na koničnim čepom.

Baš u vrijeme odlaska u Tursku su vršene zadnje dorade na defenzivnim sustavima zrakoplova. Iako su ispitivanja Plesseyevog sustava MAWS (Missile Approach Warning System, eng. sustav za upozoravanje na dolazak rakete, u stvari mali radar usmjeren prema natrag) na Harrieru GR.5 s uspjeh-



hom završeno još 1989. godine, njegova uporaba još nije bila odobrena. Sličan status imao je i sustav ARI 2333 Zeus tvrtke GEC-Marconi, čija je uloga identifikacija i ometanje protivničkih radara (na ispitivanjima je trebalo samo četiri sata da se uređaj isprogramira da ometa do tada nepoznati protivnički radar). Dva izbacivača IC mamaca Tracor AN/ALE-40 koji se nalaze u zadnjem donjem dijelu trupa dopunjava, u nedostatku Boforsovog uredaja BOL 304 iste namjene, izbacivač radarskih mamaca Phimat.

Prva četiri GR.7 su napustila Güterslch 2. travnja 1993. godine, a slijedili su ih druga četiri 8. travnja. Prva dva mjeseca u Turskoj je bilo stacionirano osoblje Četvrte eskadre, da bi ih smijenili pripadnici Treće, a nakon toga Prve eskadre. Za misije u Iraku Harrieri su najčešće naoružani ovako: dva Sidewindera, dva spremnika goriva po 1135 l, Phimat na lijevom vanjskom (desni vanjski je načesće prazan) te dvije kasetne bombe CBU-87. Uobičajena je praksa da poleti šest zrakoplova

koji lete u parovima, a za vrijeme dva i pol sata duge misije, uz potporu tankera VC10, fotografiraju 12-18 meta svaki par. Jedini donekle uzbudljiv događaj za vrijeme stacioniranja u Turskoj bilo je rušenje jednog GR.7 zbog problema s motorom. Pilot se katapultirao te bio gost lokalnih seljaka sve dok ga nje pokupio američki helikopter.

Harrier GR.7 je opisan na različite načine: kao spoj Tornada i Jaguara, ili kao F/A-18 bez radara. Kako bilo da bilo, ono što je nekada bio zrakoplov male nosivosti, malog doleta za let po lijepom vremenu izraslo je u letjelicu velike nosivosti, dugog doleta i koja leti danju samo kad je to nužno potrebno.

## TAKTIČKO-TEHNIČKE OSOBINE HARRIERA GR.7

Duljina	14,36 m
Visina	3,55 m
Raspon krila	9,25 m
Površina krila	21,37 m <sup>2</sup> (bez LERX-a)
Masa praznog zrakoplova (operativna)	7050 kg
Najveća količina goriva nošenog u zrakoplovu	3519 kg
Najveća količina nošenog goriva (u unutarnjim i vanjskim spremnicima)	7180 kg
Najveći korisni teret (ovisno o načinu polijetanja)	3062 kg (vertikalno polijetanje) 7710 kg (s kratkim zaletom)
Najveća uzletna masa	14.061 kg
Najveća brzina u vodoravnom letu	0,85 Macha (na razini mora) 0,98 Macha (na visini)
Duljina uzletne staze pri najvećoj uzletnoj masi (STO)	435-518 m
Operacioni domet:	
a) kratki uzlet (366 m), ubojni teret od 12 bombi Mk 82 Snakeye, gorivo nošeno u unutarnjim spremnicima, kruženje 1 sat.	167 km
b) hi-lo-hi profil leta, kratki uzlet (366 m), ubojni teret od sedam bombi Mk 82 Snakeye, dva dodatna spremnika goriva, bez kruženja.	1101 km
c) lansiranje s nosača, presretačka misija, dva AIM-9 i dva dodatna spremnika goriva	1162 km
Domet pri preletu s četiri dodatna spremnika goriva	3035 km (sa zadržav. spremnika) 3641 km (s odbaciv. spremnika)
Zadržavanje u zraku tijekom borbenе ophodnje (CAP)	
Na udaljenosti od 185 km od baze	3 sata
G ograničenje	+8/-3



**JDAM komplet tvrtke Martin Marietta, postavljen na bombe Mk.84**

### **CALCM**

Američka ratna mornarica već duže u svojem arsenalu posjeduje krstareći projektil **AGM-109 Tomahawk**. Uz ALCM AGM-86 on je predstavljao i takmaca za projekt krstarećeg projektila za

je malu prednost jer se i prije nalazila u opremi snaga američkog ratnog zrakoplovstva. Oba projektila posjedovala bi gotovo identična svojstva. TERCOM način vođenja bio bi ili zamijenjen GPS uređajem, koji bi se u zadnjem dijelu putanje tj. neposredno prije samog napada na cilj upotpunio s radom IC slikovnog tragača uzetog s projektila Maverick IIR ili bi ostao, ali glede smanjivanja vrijednosti CEP-a (Circular Error Probability - polumjer kruga oko cilja unutar kojeg će projektil pasti, a kojem središte predstavlja sam cilj) bi mu bio dodan također GPS prijemnik.

Još nije poznato koji će od ova dva projektila biti odabran, ali je moguće da se nastavi dosađna praksa i da AIRHAWK inačica Tomahawka bude odabrana za USN i njegove letačke postrojbe, a CALCM AGM-86C za potrebe USAF-a. Prednost potonjeg je što je već dokazan u operativnoj prim-

# **Precizno vođeno ZRAKOPLOVNO streljivo**

**(II. dio)**

U prethodnom nastavku upoznali smo programe koji su do sada ostvareni, kao i one koji su dospjeli najdalje u samom tijeku razvoja. Od ovoga odudara samo TSSAM koji je obustavljen i za čijim se nasljednikom traga. Jedna od mogućnosti je i poboljšani AGM-130 koji bi u svrhu povećanja dometa mogao posjedovati protočni turbomlazni motor (prema Rockwellowom prijedlogu) ili tzv. "switch-blade" krila (što predlaže Brunswick), a koja bi sadašnji dolet povećala za faktor 2.5

#### **K. RADANOVIĆ**

potrebe kako bivšeg SAC-a, tako i opremanje mornaričkih zrakoplova za nanošenje strateških udara. Prije nije ušao u arsenal USAF-a, ali sada naravno u nešto izmijenjenoj ulozi predstavlja jednog od najozbiljnijih i najznačajnijih kandidata za zamjenu mrtvorodenog TSSAM-a. Zbog namjene ne dolazi u obzir opremanje nuklearnom bojnom glavom (u ulozi krstarećeg projektila strateške namjene posjeduje bojnu glavu W200 snage 200 kT), već bi poput ostalih projektila taktičke namjene bio opremljen kasetnom, konvencionalnom visoko eksplozivnom ili sličnom bojnom glavom. Glavni protivnik mu je ponovo AGM-86, ali sada u C inačici, koja možda posjedu-

jeni za vrijeme operacije Desert Storm, kada je sedam B-52 lansiralo 35 projektila ovog tipa na ciljeve u iračkoj pozadini. Zanimljiv je podatak da je USAF najavio modernizaciju 100 AGM-86B u C inačicu samo nekoliko dana prije okončanja neslavno završenog TSSAM projekta. No niti Tomahawk nije prošao ništa lošije. Za vrijeme iste operacije je s brodova i podmornica ispaljeno nekoliko desetina ovih projektila opremljenih konvencionalnim HE glavama na utvrđene ciljeve u Iraku s miješanim rezultatima. Razlog djelomičnoj nепreciznosti je u problemima sa TERCOM sustavom navođenja koji u teoriji gotovo da i ne pruža mogućnost pogreške, ali u praksi nije u potpunosti



od laserskih označivača ciljeva poput sustava Pave Penny ili Pave Tack, već će biti dovoljno pomoći podatkovne veze koja postoji između zrakoplova nosača i ubojnog sredstva upisati zemljopisne koordinate cilja i prepustiti GPS-u ostatak posla oko navođenja.

Glavni takmaci u JDAM projektu su McDonell Douglas i Martin Marietta. Dobivanje ovog programa bi za svaku od ovih dviju kompanija značilo ne samo ostanak na tržištu, već i preuzimanje u potpunosti daljnog razvoja "pametnih" bombi. Krajnji cilj JDAM-a nije samo uklanjanje nevodenih bombi iz američkog

*McDonnel Douglasov JDAM komplet na penetracionoj bombi BLU-109*

ti pouzdan. Zbog toga je novoj, Block III inačici Tomahawka, dodan GPS prijemnik. Ona je i ishodište za Airhawk, koji bi trebao biti istovjetan s novom, Block IV inačicom (od koje je samo nešto malo kraća zbog nestanka potrebe za inicijalnim booster stupnjem). Domet Airhawk-a bi bio oko 300 nm (približno 550 km), što otvara veliko polje primjene za ovaj projektil. Bit će zanimljivo vidjeti daljnji razvoj ove nadasve zanimljive i kvalitetne ideje.

## JDAM

**JDAM (Joint Direct Attack Munition)** program namijenjen je opremanju manjih "željeznih" bombi sustavom navođenja koji bi bio jeftin i precizan, a bio bi primjenljiv i pri uvijetima vrlo niske vidljivosti, tj. pri lošem vremenu. Za sada su određena tri tipa bombi za konverziju na JDAM sustav: Mk83, Mk74 i BLU-109.

U početku će se on temeljiti na ugradnji jednostavnog GPS uređaja, ali kasnije bi trebao biti zamijenjen SAR-om (Synthetic Aperture Radar), koji bi povećao preciznost i smanjio mogućnost ometanja navođenja na cilj. Pretpostavljeni CEP Hammerheada, kako je ovaj radar nazvan iznosio bi 10 stopa tj. 3 metra čime bi se ostvarile potrebe za visokom preciznošću u svrhu pogadanja visokovrijednih protivničkih ciljeva. Ostvari li se ovaj program, što je i za očekivati, tada bi iz arsenala USAF-a, ali i ostalih službi američke vojske u potpunosti nestale tzv. "dumb" (glupe, tj. nevodenе) bombe.

JDAM zbog malog dometa ne smijemo smatrati u potpunosti pravim naslijednikom i zamjenom za TSSAM, ali on pokazuje kako se uz relativno mala izdvajanja (ciljna cijena po proizvedenom primjerku je 40 tisuća USD, a ukupni troškovi programa su procijenjeni na 13.8 milijuna USD) može postići višestruko povećanje sposobnosti određenih oružanih sustava. On će prije svega biti korišten za istu namjenu kao i Paveway porodica oružja, ali zrakoplovi neće morati posjedovati neki

arsenal, već i povlačenje laserski navodenih ubojnih sredstava temeljenih na slobodnom padu ili planiranju kroz zrak novom, pouzdanijom generacijom oružja.

Glavni nedostatak ovog tipa zrakoplovog oružja je lako ometanje GPS sustava, tj. velika suscepitibilnost na ECM djelovanja. Stoga je zadnjih godina dana prilično užurban cijeli proces istraživanja tehnoloških rješenja potrebitih u izgradnji minijaturizirane verzije već spomenutog Hammerhead SA radara.

Za sada se JDAM sastoji od repnog kompletata (MDD), odnosno od repno-nosnog kompletata (Martin Marietta) koji se jednostavno dodaju na već postojeća ubojna sredstva, pretvarajući ih u inteligentna oružja. Komplet pod oznakom Mk.30 namijenjen je bombama mase 454 kg (**GBU-30**), a onaj pod oznakom Mk.29 sredstvima mase 907 kg (**GBU-29**). Zbog temeljenja na djelomično komercijalnom i široko prihvaćenom GPS sustavu postoje inicijalna pogreška pogadanja iznosa 40 stopa



odn. 12.2 m. Nju je moguće smanjiti na 25 stopa (7.65 m) postavljanjem dodatne mreže GPS predajnika, koji bi tada bili na međusobnim udaljenostima 1000-2000 milja (1600-3200 km). Zbog ovoga se on smatra točnim, a ne preciznim ubojnim sredstvom (što je Paveway). Za sada predajne postaje za usuglašavanje s JDAM-om postoje u Kirtland AFB u New Mexiku, Ellsworth AFB u South Dakoti, Hanscom AFB u Massachusetts i NAS Roosevelt Roads u Puerto Ricu. Uvodjenjem JDAM-a i JSOW-a

*F-15E tijekom ispitivanja bombi opremljenih JDAM-om*



**AGM-142 Have Nap,  
američka inačica Popeyea**

američko ratno zrakoplovstvo bi djelomično izgubilo preciznost pogadanja, ali samo u manjoj mjeri, no dobilo bi mogućnost djelovanja pri svim vremenskim uvjetima, to je i više nego li dovoljan nadomjestak.

Zbog izuzetno niske cijene koja je s početnih 40 tisuća već pala na oko 25 tisuća USD po jednom primjerku, moguće je očekivati kupovinu čak između 100 i 150 tisuća primjeraka ovog sustava, a iznos sigurno neće biti manji od 62.000 za opremanje zrakoplova taktičke namjene, poglavito preostalih F-16 i F-22, ali i F-15E. JDAM bi bio i jedno od rijetkih ubojnih sredstava koje bi koristio i USAF i USN i USMC. U svrhu osposobljavanja svojih letjelica za djelovanje ovim sustavom američka ratna mornarica planira, uz F/A-18, osposobiti i F-14 Tomcata za djelovanje novim oružjem. USN planira kupiti za svoje potrebe oko 12.000 primjeraka u dvije faze (u prvoj bi bilo kupljeno 9000 primjeraka za 1 milijardu USD).

Da ne bi sve bilo idealno pobrinuo se američki Kongres, koji je izrazio svoj povećani interes za ubojna sredstva mase 227 kg (500 lb), koja zbog svojih protežnosti ne mogu biti opremljena JDAM-om. Njihovi argumenti se kreću u smjeru "da je bolje ukoliko je zrakoplov oprémljen sa 84 pametne 227 kg teške bombe nego li sa 24 907 kg bombi". Protivnici ovakvog stava u raspravu ulaze argumantima o nepostojanju financiranja inteligentnih lansera, potrebnih za ovakav tip ubojnog sredstva, za zrakoplove B-1B i B-2. Uz ovaj provlači se u debati i argument učinkovitosti na cilju kojeg posjeduje veće ubojno sredstvo.

## HAVE NAP

Za američku javnost na prilično neuobičajeno tih način je u postupak ispitivanja, ali i gotovo u primjenu tijekom Zaljevskog rata (zbog mogućih nesuglasica s arapskim zemljama u regiji ipak nije primijenjen) ušao HAVE NAP. Ovo je zapravo inačica izraelskog projektila Popeye kojeg za potrebe američkih oružanih snaga izrađuje pod oznakom AGM-142 kompanija Martin Marietta. Ovaj 3300 lb (1500 kg) težak projektil, prema tvrdnjama predstavnika originalnog proizvođača Rafael Aramament Development

Authority, "može pogoditi unutrašnjost sobe kroz otvoreni prozor s maksimalne udaljenosti". Iako malo pretjerana, ova tvrdnja ipak pokazuje da se ovdje radi o vrlo preciznom ubojnom sredstvu izuzetne razorne moći. Nju ostvaruje ogromna HE bojna glava mase 900 kg. Sustav navođenja je kombinirano inercijalno-elektrooptički, gdje se u krajnjem stupnju navođenja koristi TV tragač pomoću kojeg poslužitelj može osigurati precizan pogodak i pri velikim udaljenostima. Maksimalni domet ovog projektila iznosi 80 km.

## SSB

Najnoviji projekt koji za sada još i nije postao operativan u smislu provođenja istraživanja i razvoja, ali bi u budućnosti mogao predstavljati potencijalno vrlo bitno i nadasve ubojito oružje je SSB (Small Smart Bombs). Ideja ovog projekta je proizvesti bombu koja bi bila precizna i imala učinak 907 kg teškog penetratora tipa BLU-109, ali da joj ukupna masa ne prelazi 250 lb odn. 113.5 kg. Uvođenjem ovakvog sustava bi manje leteće platforme mogle postati jednakо učinkovite kao i veliki zrakoplovi tipa B-1B. Glavni problem kojeg je potrebno riješiti je kako osigurati dovoljnu razornu moć, jer zbog ograničenja mase nije moguće smjestiti dovoljnu količinu visokorazornog eksploziva u bombu. Problem penetracije ne postoji jer se povoljnij aerodinamičkim oblikovanjem može postići dovoljna brzina da se postigne kinetički učinak jednak onome kojeg posjeduju masivniji penetratori. Možda rješenje ovog problema leži u samoj njihovoj masi jer, iako s manje eksploziva, bit će moguće više ih poslati na jedan cilj i na taj način osigurati dovoljnu, ako ne i povećanu razornu moć u odnosu na klasična sredstva jednake namjene. Sustav navođenja predviđen za SSB je inercijalni sa spregnutim GPS-om, ali se razmišlja i o konstrukciji terminalnog tragača koji bi povećao preciznost sa 25-40 stopa (7.65-12.2 m) na 3 stopu (0.915 m) čime bi ovaj sustav prešao iz točnih u precizna ubojna sredstva.

Sva do sada opisana ubojna sredstva potječu iz SAD-a ili su poput HAVE NAP projektila izvedena u suradnji američkih i inozemnih partnera. No niti europske zemlje ne žele zaostati u ovoj utrci.

## CASOM

Britansko ministarstvo obrane je krajem prošle godine izdalo RFP (Request For Proposal) za CASOM (Conventionally Armed Stand-Off Missile) koji bi zadovoljio Air Staff Requirement 1236. Ovaj zahtjev je pred ponuditelje postavio prilično stroge, ali sasvim razumljive zahtjeve: penetratorska bojna glava mora biti sposobna probiti barem 1.6 metara debeli zid od armiranog betona, a projektil mora uz nju moći ponijeti i druge tipove bojnih glava.

Prve ponude za ovaj projekt su prikupljene

sredinom ove godine. Među inima su Aerospatiale sa svojim projektom ASURA temeljenim na ASMP-u, Daimler Benz i Bofors AB s TAURUS porodicom te predložena kooperacija BAe GEC-Marconi i Matra Defence (temeljena na BAe - GEC Marconi Pegasusu) uz već prije spomenute američke projekte. Od svih nabrojenih projekata najzanimljiviji za prikaz su ASURA i Pegasus.

**ASURA (Air-to-Surface Using Ramjet and Autoguidance)** se temelji na dobro poznatom strateškom krstarećem projektu ASMP kod kojeg je nuklearna zamijenjena penetratorskom bojom glavom s projektila AS.30L. Primjenjeni ramjet pogonski sustav osigurava veliku brzinu, a time i malu vjerojatnost reakcije prije trenutka samog napadaja, te povećava penetratorsko (kinetičko) djelovanje na cilju. Ugradeni tragač može biti Hughesov koji je inicijalno razvijen za britanski ASRAAM ili Matra SAT preuzet sa projektila zrak-zrak MICA, a navođenje je već klasična kombinacija, inercijalno s aktiviranjem tragača u terminalnoj fazi djelovanja. ASURA posjeduje učinkoviti domet od 400 km ukoliko prilazi cilju na visini od 20 km (prije krajnjeg obrušavanja). Za prelazak ove udaljenosti potrebito joj je tek oko 7 minuta, zbog izuzetne brzine od  $M=3+$ . Masa projektila iznosi 885 kg, gdje velik dio zauzima konvencionalna HE bojeva glava. Zadnja vijest govori o prestanku ASURA programa, ali u korist Apache projektila kojeg je razvila Matra uz za sada nepoznati udio BAe/GEC Marconi konglomerata. Daljnja odluka o suradnji dviju grupacija na ovom projektu značila bi više od puke suradnje na jednom projektu, jer se ne smije zaboraviti ideja o spajanju poslova na izradi zrakoplovnih projektila navedenih tvrtki, čime bi one preuzele velik dio svjetskog tržista.

**Pegasus** je zajednički proizvod GEC-Marconi Dynamics i Dynamics Division BAe-a, a izведен je iz PGM A/B porodice preciznih oružja koje je GEC-Marconi razvio u sklopu Al Hakim programa kojim je bilo obuhvaćeno opremanje i naoružavanje Miragea 2000 iz sastava ratnog zrakoplovstva UAE-a. Ovaj projektil pokretan je turbomlažnim motorom Microturbo TRI60-30 potiska 5.4 kN koji mu osigurava domet veći od 100 km. Navođenje je u srednjem dijelu putanje inercijalno sa integriranim GPS podsustavom, koje je kao novost, nadopunjeno navigacijom s poredbom terena preko kojeg se odvija let (sustav je sličan TERCOM-u). Zahvat i navođenje na cilj izvršavat će se pomoću slikovnog tragača tvrtke GEC-Marconi čija je proizvodnja predviđena za sljedeću godinu. Postojat će mogućnost autonomnog napadaja na ciljeve kao i neposredno određivanje točnog cilja od strane poslužitelja (tzv. man-in-the-loop sustav navođenja). Bojna glava će najvjerojatnije biti 500 kg teška inačica Royal Ordnanceovog BROACH penetratora. No ova dva, odn. tri projekta nisu i jedini koji su u tijeku razvoja u Europi. Samo u

Francuskoj se uz Apache radi na dodatnih 10-tak precizno navođenih projektila i laserski usmjerenih bombi.

**ANF** je ramjet pokretani protubrodski projektil kojeg zajedno razvijaju Aerospatiale i Daimler-Benz, a pod vodstvom DGA (francuske agencije za naoružanje). Osnova za ovaj projektil je, kao i za ASURA-u i Apache, ASMP. **ASM** je označka projekta modularne bombe, zapravo francuskog pandana američkom JDAM-u. **ARF** predstavlja budući proturadarski projektil koji bi trebao zamijeniti Matra Martel/Armat u postrojbama francuskog, britanskog i njemačkog ratnog zrakoplovstva.

Još nije odlučeno da li će Francuska zadržati sposobnost kopnenog nuklearnog udara ili će se ta zadaća u potpunosti prepustiti ratnom zrakoplovstvu. Ukoliko dođe do potonjeg tada će se najvjerojatnije pristupiti proizvodnji novog precizno navođenog ramjet pokretanog krstarećeg projektila s nuklearnom bojom glavom.

Jedno novo francusko precizno vođeno oružje već ulazi u postrojbu: laserski navođena bomba **Arcole** mase 1000 kg (2200 lb). Ovo ubojino sredstvo posjeduje preciznost (CEP) od 0.915 m (3 stope) i domet od 10 km. Njime je moguće uništavati i dobro utvrđene ciljeve, ali mu penetratorske sposobnosti i nisu velike. Kao kuriozitet treba spomenuti i njihovu primjenu 21. studenog prošle godine kada su četiri francuska Jaguara iz sastava multinacionalnih snaga za vrijeme napada na aerodrom u Udbini izbacili po jednu od ovih bombi. Prema viđenom učinku (ovo je mišljenje autora) Arcole ne predstavlja nikakav pomak u odnosu na prethodnu generaciju ubojnih sredstava.



va (poglavitno u poredbi sa specijaliziranim sredstvima poput Durandala). Postoji i manja, 400 kg teška inačica ovog oružja.

Iz svega do sada iznesenog vidljivo je da PGM posjeduje vrlo izvjesnu i, ukoliko to ipak nije pretjerano, svjetlu budućnost. Nestanak hladnoračunske zategutosti među supersilama umanjio je važnost strateških arsenala i izbacio u prvi plan potrebu za oružjima koja bi mogla biti korištena u sukobima manjih intenziteta, gdje je potrebno smanjiti kolateralnu štetu i ljudske žrtve na neophodni minimum. Primjenom novih znanstvenih i tehnoloških rješenja, poput tzv. fuzzy logike i SAR-a bit će omogućeno potpuno autonomno djelovanje ove vrste oružja, kada će inteligentni projektili biti sposobni sami razlučiti prave ciljeve od lažnih, te odrediti prioritete napadaja.

**GEC-Marconi/BAe Pegasus,**  
**jedan od sudionika**  
**britanskog CASOM**  
**programa**



**D**a bi se sustav PZO oružja zadržao na odgovarajućoj razini učinkovitosti, mogao se odabrat i jedan od puteva rješavanja problema: povećanje broja PZO oružja i senzorskih sustava ili neprestano povećavati učinkovitost i pojedinačne mogućnosti svakog PZO sustava. Oba pristupa imala su svojih prednosti, ali i nedostatka. Primjerice, neprekidno povećavanje bojnih mogućnosti PZO oružja konstrukcijom novih sofisticiranih, zahtijevalo je golema novčana izdvajanja, kako za razvoj, tako za prenamjenu proizvodnje, izobrazbu korisnika i uvođenje u operativnu uporabu novih sustava. Često i visokorazvijene zemlje nisu bile u stanju odvojiti goleme sume novca za te namjene.

U drugom slučaju, povećanjem broja oružja na istom prostoru ili uz istu postrojbu povećavao se i broj ljudi potrebnih za usluživanje dodatnih oružja, za povećanu logistiku, usložnjavao se i povećavao sustav veza. Nadalje, pogoršavao se postignuti odnos ljudstava koje ispunjava temeljnju zadaću postrojbe nasuprot ljudstvu koje joj stvara povoljne uvjete za to. Povećanjem broja oružja na podjednakom prostoru povećavao se i broj potencijalnih ciljeva, a da se pritom nije povećala paljbeni moći postrojbe u izvršenju temeljne zadaće.

Zbog izbjegavanja štetnih popratnih pojava svakog od načina poboljšanja sustava PZO najčešće se kompromisno rješava problem istodobnim kvalitativnim poboljšanjima pojedinačnih sustava i nužnim povećanjima broja oružja uz njihovo što bolje međusobno povezivanje preko koordinacijskih središta na koja se povezuju i senzori za otkrivanje

ciljava u zraku. Jedno od niza kompromisnih mogućih rješenja je i stvaranje mješovitih topničko-raketnih sustava PZO, koji se u literaturi najčešće nalaze pod međunarodnim nazovom PZ hibrid. Ideja o stvaranju PZ hibrida je stara i očito datira s kraja šezdesetih godina kada su PZ topovi i PZ rakete, posebno lake prenosive, svojim razvojem dostigli razinu uporabljivosti za ovo spajanje, a PZ rakete izborile svoje mjesto u izravnou PZO snaga uz bojišnicu.

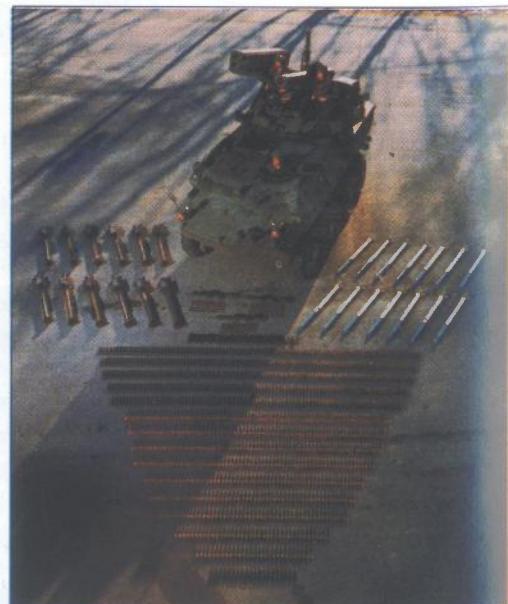
Sedamdesete godine donijele su nekoliko pokušaja spajanja lakih prenosivih PZO sustava s vučenim topovima, a osamdesete godine donose nekoliko uspjelih PZ hibrida u samovoznoj inačici, uglavnom sastavljenih od samovoznih PZ topova kojima su dodane skupine lakih prenosivih PZ raketa.

Među prvima koji su radili na projektu stvaranja PZ hibrida dodavanjem samonavodećih raketa na postojeći PZ top bili su, tada zapadni Nijemci. Svojim pomalo zastarjelim topovima Bofors L/60 kalibra 40 mm pokušali su povećati bojne sposobnosti dodavanjem lansera lakog sustava Redeye, kasnije Stinger A. Lanšer Redeyea bio je spregnut s cijevi topa te se pokretao zajedno s njom. Premda je projekt u temeljnoj zamisli uspio, zbog zastarjelosti topa L/60 kojeg su Nijemci u međuvremenu zamijenili novijim, modernijim i većinom samovoznim topovima od daljnog usavršavanja projekata se odustalo.

Potkraj sedamdesetih godina i u početku osamdesetih, američka tvrtka General Electric je razvila sus-

tav **GEMAG 25**, kasnije preimenovan u **ADGILE**, koji se sastojao od vučenog topa GAU-12/U kalibra 25 mm, Gatling načela rada i četiri, kasnije šest, samonavođenih raketa Stinger. Zavisno od volje i mogućnosti kupca sustavu se mogao dodati i radar RA-20S francuske proizvodnje, laserski daljinomjer, te bogat izbor optoelektroničkih senzorskih i ciljničkih podsustava koji su svi isprobani na prototipnim primjercima sustava. Kako uspjeli projekt nije našao dovoljno kupaca da bi bio ekonomski isplativ, nije dalje razvijan.

Sličnih projekata bilo je još, a danas je u operativnoj uporabi poljske vojske i nudi se svjetskom tržištu oružjem samo poljski vučeni top sustava **ZUR-23-2S Jod**. Taj top ujedinjava top ZU-23-2 kojeg po ruskoj licenci proizvode Poljaci i dvocijevni lanser raketa Strela-2M (SA-7 Grail), također poljski licenc-



Ubojni arsenal američkog sustava LAV-AD

ni proizvod. Iznimno je jeftin, ali i znatno skromnijih bojnih mogućnosti od ADGILE-a po svim značajkama, posebno sezorskim.

Potkraj osamdesetih godina Izrael objelodanjuje radove na svom projektu HVSD/ADAMS Rafael, a zapadne obavještajne službe otkrivaju poodmakle radove na sličnom sustavu u bivšem SSSR-u. U početku devedesetih godina Rusija javno prikazuje svoj projekt, sustav 2S6 Tunguska kojeg naširoko reklamira kao prvi operativno rabiljen pravi PZ hibrid s potpuno novom raketom i respektivnim bojnim mogućnostima. Sustav je u serijskoj proizvodnji, uvodi se u operativnu uporabu ruske vojske i nudi svjetskom tržištu naoružanjem.

Do pojave Tunguske i Rafaela hibridni PZ sustavi i vučeni i samovozni, uglavnom se rade dodavanjem topničkom sustavu raketa nekog lakog prenosivog raketnog sustava, a i dana su brojnija takva rješenja. Razloga za to

što su RBS-70, Javelin, Starburst ili Starstreak koje se laserski vode na cilj, lako je rukovati a lansirni sustavi su malih protežnosti i lako ugradivi uz top. Rakete lakih prijenosnih sustava su tvornički pakirane u lansirne kontejnere, te su relativno dobro zaštićene od atmosferskih nepogoda i štetnih utjecaja na bojištu. Zbog specifične uporabe u temeljnoj inačici male su mase te ih se može lako i brzo postavljati na lansere, čak i onda kad su tvornički pakirane u skupne kontejnere po tri do četiri raketne zajedno. Uz sve laki prijenosni PZ sustavi novije konstrukcije postali su sposobni gađati i ciljeve u susretnim smjerovima naleta i to na većim ili jednakim daljinama nego topovi kalibra 20 i 30 mm uz koje su najčešće montirani. Tako je hibridni susav postao sposoban gađati i do dva cilja u dolasku i jedan do dva u odlasku čime mu se vjerojatno uništenja bar jednog znatno povećala. Povećan broj mogućih gađanja

time i pojeftinjuje krajnji proizvod. Kod izrazitih hibrida, Tunguske i Rafaela, ovaj trenutak je osobito naglašen, no nije zanemariv i kod ostalih PZ hibrida. Uz to, top PZ hibridnog sustava učinkovito nadomešta nedostatak svakog raketnog sustava, nemogućnost gađanja ciljeva prvih nekoliko stotina, a gdjekad i više od tisuću metara od lansera. Naime, raka se u prvih nekoliko stotina metara privodi kinematičkoj putanji odnosno usmjerava prema cilju, armiraju joj se upaljači i obavljaju druge radnje u raketni bez kojih je ona u prvom dijelu leta borbeno neuporabljiva premda leti. Armiranje upaljača topovskih granata na znatno je manjem udaljenju od ustiju cijevi topa nego upaljača raketa od lansera, stoga je top dobrodošao za nadopunu raketama na malim daljinama gađanja. Dok većina PZ raketa nije sposobna gađati ciljeve na zemlji topovi to mogu, te je i samozaštitna uloga PZ topa u zaštiti cijelog

# HIBRIDNI PZO SUSTAVI

Pojava i brz razvoj raketa malog dometa do 8 km, a poglavito lakih prijenosnih PZO sustava šezdesetih i sedamdesetih godina te razvoj novih borbenih letjelica i način njihove uporabe u lokalnim ratovima korjenito su promijenili temeljna razmišljanja o ustroju sustava izravne PZO kao cjeline.

ima više. Među najznačajnijim su jeftina izvedba i neznatno povećanje nužne logističke potpore postrojbi naoružanih takvim hibridima. Ciljatelj topa koji sada postaje i ciljatelj raketnog sustava nebitno se dodatno opterećuje jer su dodane rakete uglavnom tipa "lansiraj i zaboravi". Ciljatelj je gađanjem cilja raketama zaokupljen samo do starta raketne, a kasnije se one same navode na cilj, dok ciljatelj može odmah, najčešće istom ciljničkom napravom, pratiti cilj i gađati ga topom. Čak i s raketama lakih prijenosnih sustava tipa "lansiraj i prati cilj" kao

posebno je značajan u suprotstavljanju zrakoplovnom napadaju skupine zrakoplova ili istodobnog napadaju na branjeni objekt više zrakoplova iz različitih smjerova. Pri svemu tome broj članova posluge od četiri i sedam ljudi za vučene topove i dva do četiri čovjeka za samovozne topove nije povećan, a izučavanje poslužitelja hibridnih sustava neznatno je usložnjeno. Zavisno od konkretnog rješenja dio senzorskih i ciljničkih naprava i dio računskog dijela topovskog i raketnog sustava postaje zajednički. Time se izbjegava nepotrebljivo udvajanje podsustava, a samim

sustava značajna, pogotovo kod samovoznih inačica.

Osim svih razloga koji govore u prilog stvaranja PZ hibrida ima i onih koji im se suprotstavljaju. Najznačajniji protivnik PZ hibrida je činjenica da je uništenje svakog pojedinačnog oružja u borbi istodobro uništenje i topničkog i raketnog sustava, te bitno umanjenje ukupnih PZO sposobnosti štićenog objekta. Oštećenje ili pak kvar na dijelu podsustava, zavisno od mesta i težine, često je izbacivanje iz uporabe i jednog i drugog oružanog dijela, te opet znatno



Poljski  
sustav  
**SOPEL**

**Vladimir SUPERINA**

## PREGLED

nekih usporednih podataka topničko-raketnih PZO sustava u operativnoj uporabi

ZNAČAJKA	SUSTAV	TUNGUSKA	LAV/AD BLAZER	STROP	SINAI 23	SOPEL
BORBENA MASA	34.000 Kg	13.500Kg	25.000 Kg	14.000 Kg	11.900 Kg	11.900 Kg
TIP VOZILA	gusjeničar	s kotačima 8x8	s kotačima 8x8	gusjeničar	gusjeničar	gusjeničar
PROTEŽNOST VOZILA						
- dužina	7,93 m	6,39 m	11,156 m	4,863 m	6,454 m	
- širina	3,236 m	2,50 m	3,00 m	2,686 m	2,86 m	
- visina	3,356/4,021 m	2,50/3 m	2,85/4 m	oko 2,75/4 m	oko 2,70 m	
- klirens	0,40 m	0,39 m	0,40 m	0,43 m	0,4 m	
SNAGA POGONSKOG STROJA	522 kW	203 kW	254 kW	156 kW	180 kW	
NAJVEĆA BRZINA VOZILA	65 km/h	100 km/h	80km/h	61 km/h	61,5 km/h	
AUTONOMIJA KRETANJA	500 km	668 km	oko 700 km	486 km	500 km	
SVLADAVANJE PREPREKA						
- visoke	1 m	0,50 m	0,6 m	0,61 m	0,61 m	
- široke	2 m	2,057 m	2 m	1,68 m	2,41 m	
- vodene	0,8 gazom	pliva do 9,65 km/h	1,4 m gazom	pliva 5,8 km/h	pliva 6 km/h	
- uspon	40%	60%	60%	60%	60%	
- nagib	30%	30%	30%	25%	30%	
POSLOGA SUSTAVA	4 čovjeka	3 čovjeka	3 čovjeka	3 čovjeka	4 čovjeka	
NAORUŽANJE SUSTAVA	4 topa 30 mm	1 top 25 mm	2 topa 30 mm	2 topa 23 mm	2 topa 23 mm	
TOPNIČKO	s 1904 granate	s 360 granata	s 1400 granata	sa 600 granata	s 1500 gran.	
RAKETNO	8 raketa 9M 311	8 raketa Stinger	2 rakete igla	6 rak. SakrEye	2 rak. S-2M	
DOKNADA	ne nosi se u borbenom	550 granata	ne nosi se u borbenom	600 granata		
TOPNIČKO	već u doknadnom	1 top 25mm	već u doknadnom	1 top 23 mm		
RAKETNO	vozilu	8 raketa Stinger	vozilu	6. rak. SakrEye		
RADAR	1 RL 144M	TRS 2630	nema	RA-20 S		
OSTALA OPREMA	Radio predajnik signala vodenja Optički uređaj za vodenje Sustav veze	Optički ciljnik FLIR Automatsko TV praćenje Lasirski daljinometar Sustav veza	Pasivna Motrilacka detekcija Optički sustav TV sustav Termoviz. sustav Leserski daljinometar Sustav veza	Optički ciljnik Sustav veza	Optički ciljnik Sustav veza	
PALJBENA POSTROJBA	jedno vozilo	jedno vozilo	jedno vozilo	četiri vozila	4-6 vozila	

Istaknuto: Robert Orljovac

umanjenje ukupnih PZ sposobnosti štićenog objekta, sve dok se kvar ne otkloni.

No, praksa stvaranja PZ hibrida je započela pa je uputno upoznati se sa sustavima koji su u operativnoj uporabi, ali i s onima koji su u poodmakloj fazi ispitivanja ili su najavljeni kao razvojni projekti.

### Hibridni sustavi

Među prvima zemljama koje su rabile PZ hibride bio je Egipt, vjerojatno poučen velikim gubitcima oklopno-mehaniziranih postrojbi koje su u drugoj fazi IV. arapsko-izraelskog rata 1973. godine, napredujući Sinajem izašle ispod učinkovite PZO raketnih postrojbi ostavljenih na afričkoj strani Sueskog kanala. U početku 1984. godine je zapovjedništvo PZO, koje je u Egiptu poseban vid oružanih sanga, raspisalo međunarodni natječaj za samovozni PZ hibridni sustav. Sustav je trebao biti načinjen od licencno proizvedenih topova ZU-23-2, kalibra 23 mm, lakog prijenosnog sustava Sakr Eye, egipatske inačice sustava S-2M (SA-7 Grail) i također licencno proizvedenog oklopног transportera M-113. Spoj tih triju elemenata, senzorski sustav, sustav međusobnih veza i računski sustav trebao je riješiti budući proizvođač. Temeljem raspisanog natječaja francuske tvrtke Dassault Electronique i Thomson CSF razvile su svoje sustave; prva Sinai 23, a druga Nile 23. Oba sustava su iste

godine, prvi put, javno prikazana na međunarodnoj izložbi naoružanja Cairo Defence Equipment Exhibition 84, nakon koje su uslijedila višegodišnja usporedna ispitivanja u različitim uvjetima rada i djelovanja. Nakon više dogradnji i modifikacija za operativnu uporabu u egiptskoj vojsci izabran je sustav **Sinai 23** tvrtke Dassault Electronique koji se od 1989. godine uvodi u operativnu uporabu s temeljnom zadaćom zaštite oklopno-mehaniziranih snaga.

nadi, te šest raketa Sakr Eye smještenih u dva skupna lansirna kontejnera. Skupni lansirni kontejneri se nose po jedan sa svake strane kupole sustava, u kretanju se zaokreću za 90 stupnjeva i spuštaju uz tijelo kupole, a u spremnosti za lansiranje se izdižu u vodoravni položaj. Premda su egiptске rakete Sakr Eye modificirane poboljšanim i osjetljivim IC uredajem za samonavođenje one i dalje imaju znatna ograničenja za gadanje dolazećih ciljeva, a zrakoplove



Kupola Blazer, koja se koristi u okviru sustava LAV-AD

Oružani dio sustava Sinai 23 sastoji se od dvocijevnog PZ, redenikom hranjenog, topa kalibra 23 mm s dva puta 300 granata spremnih za uporabu i još 600 granata u dok-

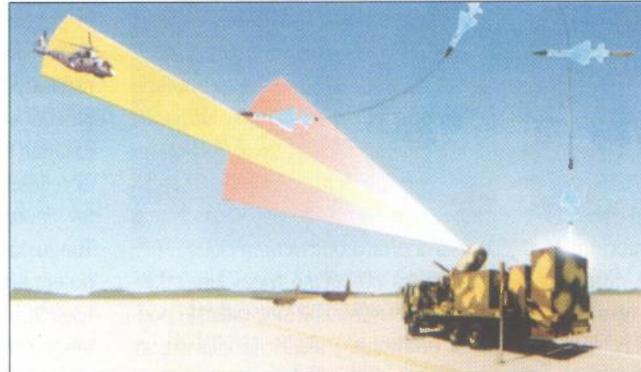
uglavnom gađaju u odlasku, uostalom kao i S-2M iz koje su nastale. Stoga je sustav Sinai 23 skromnih borbenih mogućnosti, ali je odličan temelj za daljnje dogradnje i pre-

oružavanje modernijim IC samonavodjenim raketama, primjerice Mistralom, Stingerom C ili Igлом. I mogućnosti topova su skromne pa je uobičajeno s više topova gađati isti cilj, zbog čega je i sklop postrojbi tome prilagođen. Senzorski dio sustava sastoji se iz motričko-akvizicijskog radara RA-20S koji radi u E području, a otkiva ciljeve u zraku na daljinama od pet km (vrtote) do najviše 12 km (zrakoplove). Za sada samo svako četvrt vozilo ima ovaj radar, ali ga je moguće ugraditi u svako vozilo. Stoga je temeljna paljbenja postrojba vod kojeg čine tri vozila bez radara i jedno s radarem koje je i zapovjedno vozilo.

Podatci o ciljevima i usmjeravanje svih sustava prema cilju izvodi se podsustavom radio-veza iz zapovjednog vozila prema ostalima zbog čega sva vozila moraju biti oko zapovjednog, na najvećoj udaljenosti od dva km. Premda o tome nema podataka, ovako koncipiran vod moguće je znatno poboljšati ugradnjom pasivnih IC senzora i lokatora u jedno, odnosno pasivnih radarskih senzora u drugo vozilo bez radara čime bi se znatno unaprijedile sposobnosti otkrivanja ciljeva u zraku i bez zračenja radarem. Pasivna detekcija i lokacija cilja najnovija su streljenja u PZO-u, poglavito nakon intezivnijeg razvoja proturadarskih samonavodjenih raketa i najčešće nadopunjuje, a gdjekad i zamjenjuje radarsku detekciju cilja.

Sustav slično koncipiran, ali bez motričko-akvizicijskog radara, nedavno je prikazan i u

sastoji se od dvocijevnog, vodom hlađenog topa kalibra 23 mm i dvije PZ rakete lakog prijenosnog sustava Strela-2M poljske izradbe. Raketi dio sustava je tako koncipiran da prihvata serijsku lansirnu tubu raketu koja se može, osim ove uporabe, rabiti i s uobičajenog ručnog lansera, što pojednostavljava korist.



*Princip rada sustava HVSD/ADAM, koji se može uzeti kao model za djelovanje hibridnih PZO sustava: nakon što je radarom otkriven cilj i izvršena identifikacija, ispaljuje se raketni projektil, dok se topničko naoružanje koristi na malim udaljenostima*

Tavljivo logistiku. Za očekivati je kako će Poljaci nastojati, što prije modifcirati sustav Sopel i/ili za lansiranje raketu sustav Igla ili Igla-1 čime će otkloniti sadašnji nedostatak sustava, nemogućnost gađanja dolazećih zrakoplova. Nedostatak motričko akvizicijskog i ciljničkog radara i drugih modernih optoelektroničkih ciljničkih naprava svakako smanjuje vrijednost i ubojitost sustava. Vjerojatno je temeljni način gađanja s većeg broja vozila jednog cilja kako bi se osigurala dovoljna gustoća i ubojitost topničke paljbe za njegovo uništenje, dok se PZ raketama gađa cilj s jednog vozila pojedinačnom ili plotunskom paljbom, ali samo odlazećeg

je imala iskustava i konstruktivnog uspjeha s vučenom inačicom PZ hibrida konstruirala je kupolu Blazer za ugradnju u različite tipove vozila. Ovu kupolu sa Stinger raketama i na vozilu LAV (8x8) već je za svoje naoružanje izabrao Marinski korpus SAD, a kako je operativno uvođenje sustava LAV-AD u tijeku to

se kupola može smatrati proizvodom u operativnoj uporabi. Kupola je građena modularno s mogućnošću različitih kombinacija, počev od vozila-nosača do motričkih i ciljničkih uređaja. Kupolu je moguće (uz male dorade iste ili vozila) ugraditi na borbeno vozilo pješaštva M2 Bradley za uporabu uz oklopomehanizirane snage, na vozila LAV (8x8), Mowag piranha (8x8), Cadillac Gage V-300 (6x6) i V-150S (4x4), a ako to kupci budu zahtijevali i na druga vozila. Oružani dio sustava sastoji se od

topa GAU-12/U gatling tipa kalibra 25 mm (sa 400 granata spremnih za uporabu i 600 u doknadi), te dvaju nosača samonavodenih PZ raket. Za Marinski korpus to će biti dva skupna nosača sa po četiri raketu Stinger, ali po zahtijevu kupca proizvođač može preuređiti kupolu za raketu Mistral (2x3 kom.) ili koje druge IC samonavodene ili čak laserski vođene raketu (Starstreak, Starburst ili RBS-70/-90). Za sada nema podataka o mogućnosti uporabe različitih tipova raket na jednom lanseru, ali se eksperimentira s mogućnošću uporabe različitih raket na jednom lanseru, kao i sa nevođenim raketama tipa Hydra 70.

Motrički dio kupole može biti 2D radar TRS 2630 francuske tvrtke Thomson CSF dometa do 17 km za zrakoplove i nešto manjeg za vrtote. Umjesto radara ili kao njegova alternativa, sustav može imati i detektorski pasivni IC podsustav za upozoravanje i uzbunjivanje. Ciljnički sustav može se sastojati od optičkog ciljnika, laserskog daljinomjera, IC ciljnika, TV prijemnika ili njihove kombinacije, te obveznog računarskog podsustava za upravljanje paljbom. I podsustav veza sa susjednim istim i sličnim oružjima, te s koordinacijskim središtem također može biti različit po mogućnostima prijenosa podataka i po dometu.

Različite mogućnosti dogradnje i preobrazbe opreme kupoli Blazer daju široku mogućnost primjene i učinkovitost uz golemu razliku u cijeni zavisno od ugrađene opreme. Osim toga, dogradnje i poboljšanja tijekom operativne uporabe uvijek su moguća. Posebna vrijednost kupole je mogućnost djelovanja po ciljevima u zraku i

**Izraelski hibridni PZO sustav HVSD/ADAM, čiji je razvoj u tijeku**



Poljskoj, pod nazovom **Sopel**. Sustav Sopel smješten je na poljskoj inačici sovjetskog transportera MT-LB koja se od originala uočljivo razlikuje po sedmom potpornom kotaču na gusjenicama. Oružani dio sustava

cilja. Dojava podataka o situaciji u zraku i navođenje na cilj očito je sustavom radio-veze klasičnim načinom, premda o tome nema pouzdanih podataka.

Američka tvrtka General Electric koja

dok se vozilo na koje je ugrađena kupola kreće brzinom do 50 km/h, dok mnogi drugi sustavi mogu gađati ciljeve dok se vozilo kreće brzinom manjom od 20 km/h ili se moraju zaustaviti da bi gađali cilj.

U SAD je bilo još pokušaja ugradnje topova na temeljni raketni sustav, primjerice, na Avenger tvrtke Boeing na kojeg se probno ugrađivao jednoglavni top 20 mm i strojnica 12,7 mm gatling izvedbe, te na sustav **ADATS** švicarske tvrtke Oerlikon-Contraverse, proizveden za američko tržište, na kojeg je probno ugrađivan top 25 mm. Sustav **Avenger** s teškom strojnicom kalibra 12,7 mm je u uporabi, a kako nije hibridni topovsko-raketni sustav to ga ovdje nismo razmatrali. Ostali hibridni sustavi nisu u proizvodnji, a upitan je i njihov daljnji razvoj, te se na njihovom opisu ne zadržavamo.

samovoznog topništva. Naoružanje sustava Strop je dvocijevni, vodom hlađeni top 2A 38M kalibra 30 mm konstruktivno identičan onom na ruskom sustavu 2S6 Tunguska, u Češkoj proizведен po licenci. Osim topova, a spregnuta s topovima je i strojopuška kalibra 7,62 mm. Raketni dio sastoji se od dvije rakete sustava Strela-2 (SA-7 Grail), Strela-3 (SA-14 Gremlin), Igla (SA-16 Gimlet), a proizvodač je voljan preuređiti sustav i za uporabu raketa tipa Mistral, Stinger ili koje druge IC samonavodene rakete. Kod ovog sustava iznimno je zanimljiv senzorski podsustav za otkrivanje ciljeva i usmjeravanje oružanog dijela sustava prema otkrivenom cilju.

Za razliku od većine topničkih, raketnih i hibridnih sustava koji rabe radarski podsustav za otkrivanje i akviziciju cilja sustav Strop rabi samo optoelektroničke podsus-

tipa lovca bombardera koji lete visoko podzvučnim brzinama trebalo biti oko 12 km.

## Tunguska

Prvi "pravi" hibrid u operativnoj uporabi je ruski sustav **2S6 Tunguska** kojeg je počeo, još u početku osamdesetih godina razvijati tadašnji SSSR. Sustav je prvi puta idnetificiran na poligonu od zapadnih obaveštajnih službi 1986. godine. Sve do početka devedesetih godina, kad je Rusija i ovaj sustav ponudila svjetskom tržištu, sustav Tunguska je izazivao na Zapadu velike polemike glede konstrukcije i dosta nagadanja o oružanom dijelu, bojnim mogućnostima i operativnoj vrijednosti sustava. No, čini se da je i sustav imao nekoliko



Ruski sustav 2S6 Tunguska, prvi "pravi" hibridni PZO sustav

Dvije novostvorene države, Češka i Slovačka i dalje, na temelju zajedničkog ekonomskog interesa, a s projektima započetim prije razdruženja, izlaze na međunarodno tržište oružja. Tijekom 1993. godine prikazali su zajednički proizvod kojim su dosta iznenadili zainteresiranu javnost ponajprije zbog ugrađenog senzorskog podsustava. Radi se o PZ hibridnom sustavu **Strop** za kojeg se tvrdi da je u serijskoj proizvodnji pred uvođenjem u operativnu uporabu u obje zemlje, ali se nudi i stranim kupcima.

Strop je ugrađen na visokoprohodno terensko vozilo konfiguracije 8x8 gotovo identično onom rabljenom za samovozne haubice Dana i samovozne topove Zuzana. Vozilo proizvodi tvrtka Tatra. Strop je najvjerojatnije namijenjen za zaštitu

tave pasivne radarske detekcije, televizijski i termovizijski podsustav te laserski daljinomer. Zahvaljujući ovim uredajima hibridni susav Strop je iznimno teško otkriti u borbenom radu na bojištu, a uništiti ga protu-radarским samonavodenim raketama potpuno je nemoguće. No, isto tako sustav Strop je, za optimalno iskorištenje, zavisniji od početne informacije o cilju od nekog, njemu izvanjskog senzora, koji će omogućiti pravodobno uzbunjivanje posluge sustava. Premda detaljniji podatci o senzorskem podsustavu Strop nisu objavljeni, za očekivati je kako je daljina detekcije cilja dovoljna kako bi se cilj otkrio dovoljno daleko za prvo gađanje sustavom cilja na daljnoj granici zone gađanja, odnosno ostvario susret raket/granata s ciljem na daljnoj granici zone uništenja, što bi u slučaju gađanja cilja

predserijskih inačica različitih mogućnosti. Sustav koji su Rusi prikazali na izložbi Mosair Show '93 sastoji se od ukupno četiri topa, po dva međusobno spregnuta sa svake strane kupole tipa **2A38M** kalibra 30 mm. Topovi su vodom hlađeni, nabojnjačom, hranjeni, a rade na načelu odvodenja dijela barutnih plinova nastalih prethodnim opaljenjem za vraćanje zatvarača u zadnji položaj. Opaljenje granate je eletričnim putem. Poseban uredaj ublažava trzanje topa i uravnotežava i usaglašava trzanje topova lijeve i desne skupine. Time je utjecaj trzanja topova na smjer gađanja sveden na zanemarive vrijednosti. Brzinu gađanja moguće je prilagođavati i mijenjati. Osim ostalih podataka u računalo sustava uvodi se automatski i podatak o brzini granate na ustima cijevi topa, a nju mjeri poseban uredaj na jednom od topova sa svake strane kupole. Topnički dio sustava karakterizira golema

gustina paljbe od oko 5000 granata u minuti iz sve četiri cijevi. Zahvaljujući radarskom motrilačko akvizicijskom podsustavu, ciljničkim spravama i računalu velika je preciznost gađanja, te je svako vozilo paljbeni jedinica za sebe s topovskim i raketnim podsustvom.

Raketni dio sustava čini osam raketa tipa **9M311 (SA-19 Grissom)** u pojedinačnim lansernim kontejnerima smještenim po četiri sa svake strane kupole sustava. Rakete su vodene radio-putem po smjeru optičkog viziranja cilja i dometa su od 2,5 do 8 km kose duljine, odnosno od 15 m do 3,5 km po visini.

Radarski motrilačko akvizicijski sustav ima domet do 18 km za otkrivanje ubočajenih jurišnih zrakoplova i nešto manji domet za otkrivanje borbenih vrtoleta, dok je mogućnost vođenja raketa na daljinama do oko 12 km.

Rusi ovaj sustav uvode u operativnu uporabu u skupinama od šest oružja koja čine jednu PZ bitnicu za zaštitu motostreljačkih postrojbi i njime zamjenjuju mješovite bitnice PZ topova ZSU-23-4 Šiljka i raketnih sustava Strela-10 (SA-13 Gopher) ili Strela-1 (SA-9 Gaskin). Tako smanjuju broj borbenih vozila u bitnici s osam na šest uz istodobno povećanje zone uništenja s 5,5-6 km na 8 km. Sustav je montiran na gusjeničarsko oklopno vozilo i nema indicija o mogućnosti ugradnje kupole na kakvo drugo vozilo niti je previđena modularna izvedba motrilačkih i akvizicijskih naprava po želji kupca, što je redovna pojava na istočnoj tehnici. Konfiguracije s gotovo identičnim naoružanjem Rusi rabe i u mornaričkoj inačici pod zapadnim nazovom **SA-N-11**, a uočen je na ruskim nosačima zrakoplova. No, već je nayavljen i daljnji razvoj ovoga sustava u nabacnoj kabini za nošenje na karoseriji vojnih kamiona veće nosivosti, primjerice



povećanje dometa raketama s 8 na 12 km.

Da li će katastrofalno stanje u ruskom gospodarstvu negativno utjecati na daljnji razvoj Tungusinskih izvednica ili će baš to dati poticaj da se proizvodi i proda ono što se jedino zna dobro proizvoditi, zavistit će umnogome i o tome koliko će se Tunguski prodati na svjetskom tržištu oružjem.

Talijani od 1989. godine uvode u operativnu uporabu novi četverocijevni samovozni top **Sidam 25** s topovima kalibra 25 mm. Top je montiran na samovoznom podvozju oklopног transportera M-113. Izrađuje se u inačici sa i bez motrilačko-akvizicijskog radara. Studije o ugadnji dva skupna lansera sa po tri rakete Mistrale na ovaj sustav, te njegovo pretvaranje u hibridni PZ sustav su završene, premda takav hibrid još nije u operativnoj uporabi. Nakon istekstava Zaljevskega rata iz 1991. godine u kojem su sudjelovali i Talijani, sve više se razmišlja o zamjeni radarskog senzorskog dijela sustava Sidama 25 nekim drugim, pasivnim senzorskim podsustavom.

U Velikoj Britaniji je, nakon demonstracija sustava **VERDI 1** prikazan i sustav **VERDI 2** čija je jedna inačica i PZ hibridni sustav, koji se sastoji od jednog topa 40 mm

i dvije skupine po četiri laserski vodene rakete Stastreak. Motrilački i ciljnički sustav mogao bi sadržavati motrilački radar ili IC detektorski sustav, te druga optoelektronička pomagala koja će sustvu omogućiti veliku učinkovitost protiv zrakoplova i borbenih vrtoleta na daljinama do 7 km. Jedna od mogućnosti je čak i izdizanje motrilačkog i ciljničkog podsustava na

teleskopski izvlačeći stup na visinu od oko pet metara iznad vozila, što svakako povoljno utječe na domet motrenja i detekcije cilja. Sustavi VERDI su još uvek u studijskom ili



Daljnji razvoj Tunguske treba predstavljati sustav Panzir-1

kamiona KAMAZ (6x6). Novi projekat bit će razvijen za zaštitu zrakoplovnih i mornaričkih luka, razvija se pōd radnim nazivom **Panzir-1**, a predviđeno je

### Češki hibridni PZO sustav Strop

prototipnom razvoju, pa iako se sve u svezi s njima pomno prati, upitno je kada i da li će ući u operativnu uporabu.

Drugi izraziti hibridni sustav je još uvek u razvojnoj fazi. Činjenica da je usvojen kao projekt s potporom vlade obećava i njegovu ubrzanu serijsku proizvodnju. To je izraelski **HVSD/ADAMS Rafael** sustav koji ujedinjuje top 20 mm M61A1 Vulcan gatling sustava s radarskim upravljanjem paljbom i 12 vođenih raketa Barak s okomitim lansiranjem i dometom do 12 km. Prototipna i ispitna inačica smještena je na podvozju teretnog kamiona, a serijske će, kako se očekuje, biti smještene na vojne inačice kamiona konfiguracije 6x6, a možda i na kakvo drugo vozilo. Ispitna i predviđena inačica upućuju na zaključak kako će sustav ponajprije biti namijenjen za PZO zrakoplovnih raketnih bitnica većeg dometa, npr. Patriota ili HAWK, te pomorskih luka, topničkih skupina i sličnih objekata zaštite. No, kako zadnja tri sustava nisu u serijskoj proizvodnji niti jednom od mogućih inačica, to nisu prikazani detaljnije.

U idućem razdoblju je za očekivati pojavu još kojeg hibridnog PZ sustava za izravnu zaštitu točkastih objekata. Vjerojatnije je za očekivati da to bude nadopuna topničkog sustava velike vrijednosti, kao što su Gepard, Otomatic, AN-SPAG Type 74, Biho, ZA-35, CV-90 AAV, Marconi Marksman, ili nekog drugog, raketama lakih prijenosnih sustava, adaptiranih za ovu ulogu, nego konstrukcija potpuno novih hibridnih sustava. No, i nove konstrukcije nisu isključene. Veća vjerojatnoća adaptacija od novih konstrukcija već je objašnjena mogućnošću dogradnje postojećih, već rabljenih topničkih sustava.

Svakako, hibridni PZ sustavi će se češće pojavljivati u zaštiti oklopno-mehaniziranih snaga diljem svijeta, a za nadati se je da neće biti potrebe i za njihovim uključivanjem u borbenu djelovanju.





Sea Harrier FRS Mk.1 naoružan AIM - 9L Sidewinder  
projektilima na palubi HMS Illustriousa

# KLASE

Medu NATO-ovim brodovima na Jadranu se nalazi i britanski nosač zrakoplova HMS *Invincible*

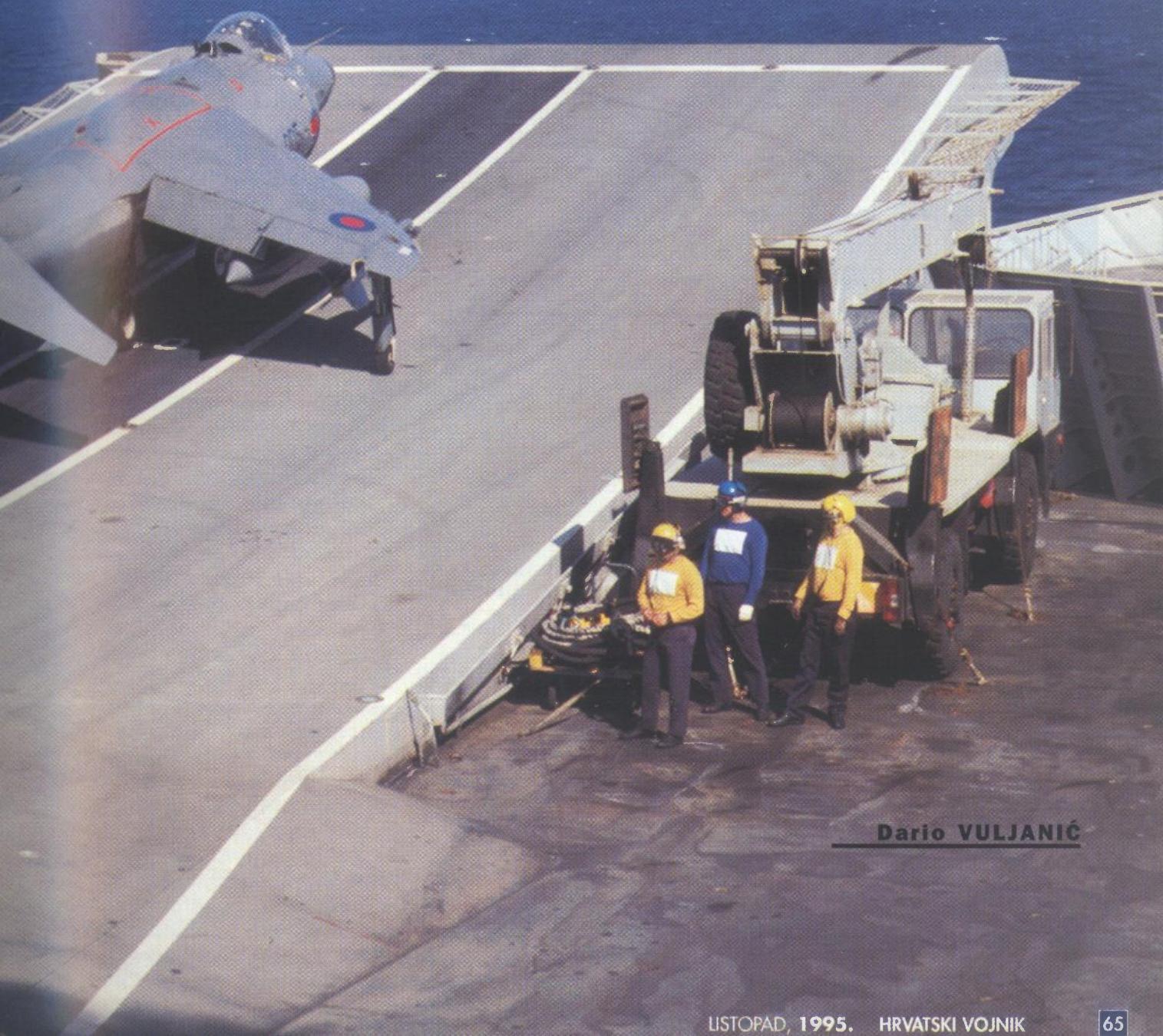
**U** sklopu operacije "Sharp Guard" Jadranom trenutačno plove nosači zrakoplova američke (klase *Nimitz*), francuske (klase *Clemenceau*) i britanske ratne mornarice (klase *Invincible*). Britansku klasu čine nosači **HMS Invincible (R 05)**, **HMS Illustrious (R 06)** i **HMS Ark Royal (R 07)**, koji su najveće površinske plovne jedinice Kraljevske mornarice (Royal Navy).

## Razvoj i izgradnja

Nakon svršetka drugog svjetskog rata Velika Britanija je postupno smanjivala broj nosača zrakoplova. Nakon što je 1966. godine laburistička vlast zbog mišljenja da će zrakoplovi britanskih Kraljevskih zračnih snaga (RAF) moći osigurati sve potrebitnu potporu iz zraka za operacije na moru i visokih troškova otkazala izgradnju nosača zrakoplova na nuklearni pogon CVA 01, a planiralo se i podlaćenje iz upotrebe tada korištenih klasičnih nosača zrakoplova **HMS Ark Royal**, **Eagle**, **Hermes** i **Victorious**, postalo je očito da će zbog toga Britanci doći u neugodnu situaciju. Tadašnji

SSR ugrožavao je pomorske puteve između SAD i Europe, čime se pojavila potreba za brodovima što bi bili jezgra skupina zaštitu komunikacija i protupodmorničku borbu. Britanci su unutar NATO-ve područja djelovanja u istočnom Atlantiku (EASTLANT) protupodmorničkim brodovima trebali štititi konvoje od napadaja sovjetskih podmornica, dok bi zrakoplovi američke mornarice sa svojih nosača i zrakoplovi RAF-a iz baza na kopnu pružali zaštitu iz zraka. U vrijeme kada je počelo projektiranje novih brodova, ta se ideja činila prihvatljivom i ostvarivom, no ubrzo je postalo jasno da niti će britanski brodovi stalno moći štiti konvoje preko sjevernog dijela Arktičkog oceana, niti će SAD uvijek biti u stanju svojim nosačima zrakoplova pružiti znacaju zaštite britanskoj floti (pogotovo ne u slučaju isključivo britanskih akcija u raznim dijelovima svijeta), a RAF je ionako mogao djelovati samo oko britanskih obala, te se britanska mornarica sama morala pobrinuti za nove nosače. Godine 1968. Admiralitet (Admiralty, zapovjedništvo Kraljevske mornarice) odlučio je krenuti u izgradnju nove klase nosača, a godinu dana kasnije započele su pripreme za njihovu izgradnju.

# Nosači zrakoplova **INVINCIBLE**



Dario VULJANIĆ

Projekt je na početku bio hibridni brod za protupodmorničku i protuzrakoplovnu borbu temeljen na američkoj koncepciji **SCS** (brod za nadzor mora), naoružan protuzrakoplovnim sustavima za obranu prostora i protupodmorničkim vrtoletima. Zbog političke kamuflaže pred vladom koja nije željela izgradnju nosača zrakoplova, novi je brod prvo bio poznat kao krstarica s potpunom palubom (through-deck cruiser), zatim kao zapovjedna krstarica (command cruiser), i konačno kao protupodmornička krstarica (ASW cruiser). Ovi su brodovi trebali imati samo protupodmorničke

brodogradilištu Walker u Wallsendu, a porinuće je bilo 1. prosinca 1978. godine. U prosincu 1978. godine kod iste tvrtke naručen je i treći nosač što se trebao zvati **Indomitable**, no to je promijenjeno u *Ark Royal*, na kome istodobno započinju radovi, a brod je nakon nekoliko izmjena sišao s navoza 2. lipnja 1981. godine. Britanska je ratna mornarica 1979. godine iz aktivne službe povukla posljednji klasični nosač zrakoplova *HMS Ark Royal* (klase **Audacious**), te je tako prestalo jedno značajno razdoblje u njezinoj povijesti.

## Opis broda i pogonska skupina

Sve tri jedinice klase *Invincible* imaju 16.000 tona standardne i 20.600 tona pune istisnine s dužinom preko svega od 209,1 m (na vodnoj crti 192,6 m), širinom 27,5 m, dok im je gaz 8 m (neki izvori navode i 7,4 m). Posadu čini 60 časnika, 625 dočasnika i mornara, 80 zrakoplovnih časnika i 245 pripadnika letačkog osoblja.

Nadgrađe je izvedeno kao veliki otok i smješteno uz desni bok broda, a u njemu se nalazi prostor namijenjen za smještaj zapovjednih mjesata, kontrole leta, elektronske i druge opreme, te dva jarbola s antenama i senzorima, kao i dva velika "dimnjaka".

Na samoj uzletno-sletnoj palubi (protežnosti dužine 167,8 m i širine 13,5 m) smještena su dva dizala nosivosti 18 t za letjelice (9,7x16,7 m), čiji kvar može uzrokovati goleme probleme i potpuno onemogućiti STOL operacije zrakoplova. Početkom 1991. zaključen je ugovor o rekonstrukciji palubnih dizala. Tijekom razvoja projekta na zahtjev Admiraliteta uzeta je u obzir mogućnost provizije za ugradnju "skakaonice" (ski-jump) na kraju letne palube, a odluka o njezinoj ugradnji donesena je pred završetak izgradnje *HMS Invinciblea*. Ova "skakaonica" s nagibom od 7° (prvotno se planiralo 15°) rezultirala je bitnim poboljšanjem operativnih sposobnosti Sea Harriera, jer im je omogućila nošenje većeg korisnog tereta uz isti domet nego pri okomitom polijetanju ili pri polijetanju s ravne piste. Primjerice, pri dužini poletne staze od 152 metra sa vjetrom preko palube brzine 55 km/h, Sea Harrier mogao je ponijeti točno dvostruko veći borbeni teret nego pri okomitom polijetanju, a pri uporabi letne piste (dužine 180 metara) bez "skakaonice" mogao je poletjeti s korisnim teretom od 4535 kilograma, dok je s njom isti zrakoplov polijetao s 5900 kilograma tereta. Porasla je i sigurnost zrakoplova i pilota prigodom polijetanja, jer "skakaonica" u slučaju nezgode otprilike za tri puta povećava vrijeme koje pilot ima na raspolažanju od trenutka odvajanja zrakoplova od broda do udarca o morsku površinu, a u nekim slučajevima pilot nakon naglog odbacivanja podvjesnog tereta može spasiti zrakoplov. Ugradnja nove, snažnije noge prednjeg kotača podvozja bila je jedina veća izmjena na zrakoplovu kako bi ona



Nosač *HMS Ark Royal*

vrtolete te su stoga imali letnu palubu skromnih protežnosti.

Prvi brod nove klase, *HMS Invincible* (ovo je šesti britanski brod s tim imenom) naručen je 12 travnja 1973. godine, a njegova izgradnja započinje 20. srpnja iste godine u brodogradilištu tvrtke **Vickers Shipbuilding & Engineering** u Barrow-in-Furnessu. Gradnja je sporo tekla, pa je nosač porinut 3. svibnja 1977. godine. Iste godine odlučeno je da se brod može prilagoditi za prijevoz i iskrcavanje jedne brigade komandosa.

Brodogradevna tvrtka **Swan Hunter Shipbuilders** je 14. svibnja 1976. godine primila narudžbu za drugi brod, *HMS Illustrious* čija izgradnja započinje 7. listopada iste godine u

izdržala veća naprezanja koja se javljaju pri ovom načinu polijetanja. Sea Harrieri za polijetanje koriste cijelu dužinu letne palube, a ovi zrakoplovi na nosače uvijek slijeću okomito, pri čemu se koristi uviјek isto, posebno ojačano mjesto na palubi, kako bi se izbjeglo da vrući mlaz izlaznih plinova, koji prigodom okomitog slijetanja iz mlaznog motora udaraju pod pravim kutem, ošteći palubu. Paluba ima sedam poletno-sletnih mesta za vrtolete, no najčešće se koristi samo njih pet na lijevom dijelu. Stražnji desni dio palube uglavnom se koristi kao stajanka za Sea Harriere i helikoptere. Ispod cijele letne palube smješten je hangar za letjelice (podijeljen u tri dijela), koji je na središnjem dijelu broda sužen zbog odvoda ispušnih plinova iz turbine.

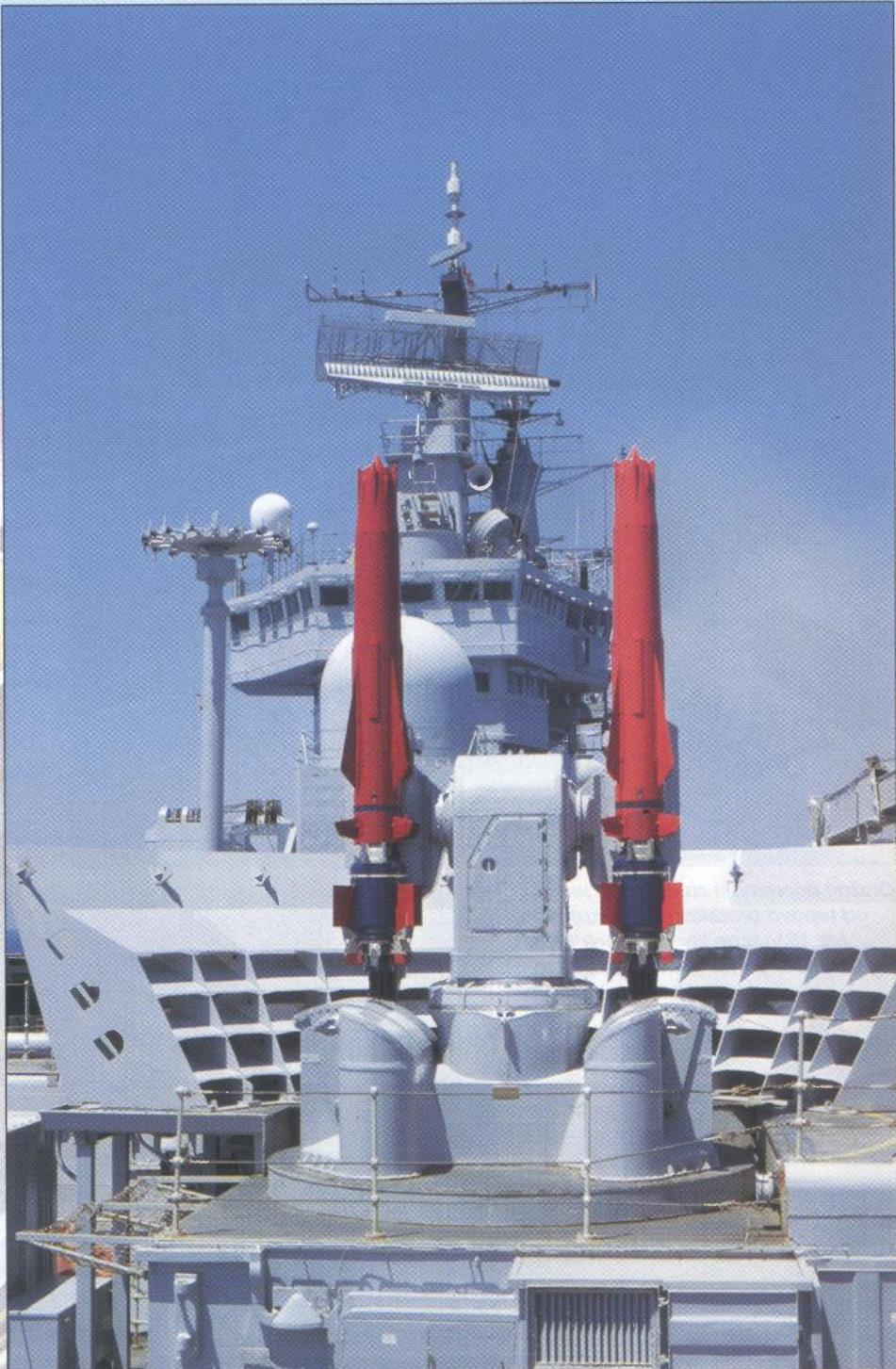
U odnosu na prva dva broda, HMS *Ark Royal* je graden sa "skakaonicom", koja ima nagib od  $12^\circ$  i omogućava povećanje poletne težine zrakoplova za 1135 kg, 12 m dužom pistom, više prostora za radionice i skladišta, boljim uvjetima za smještaj posade i suvremenijim elektronским sustavima. Nakon rekonstrukcije što je trajala oko dvije i pol godine prema standardu HMS *Ark Royal*, ali sa "skakaonicom" od  $13^\circ$  u operativnu službu su ponovno ušli HMS *Invincible* (svibanj 1989.) i HMS *Illustrious* (travanj 1994.).

Pogonski sustav broda je vrste COGAG (Combined Gas And Gas - kombinacija plinskih turbina), a čine ga četiri plinske turbine Rolls-Royce Olympus TM3B stalne snage 72,5 MW (97 200 KS), od kojih su po dvije spojene na jednu pogonsku osovinu. Za najveću brzinu od 28 čvorova (52 km/h) potrebno je da sve turbine rade punom snagom, dok za ostale režime plovidbe postoji mogućnost raznih kombinacija. Sustav omogućuje veliku fleksibilnost pri korištenju turbina, a među prednosti sustava možemo ubrojiti i otpornost na kvarove, jer će nosač moći ploviti i sa tri neispravne turbine. Nosač klase *Invincible* pri brzini od 17 čvorova mogu preploviti 7000 milja. Električnu energiju brodu osigurava osam diesel generatora RP200 snage 1,75 MW, dok za smanjenje buke služi sustav Prairie Masker.

## Letjelice

Narudžba Kraljevske mornarice za posebnu inačicu V/STOL zrakoplova **Harrier** nazvanu **Sea Harrier FRS** (Fighter/Reconnaissance/Strike) **Mk.1** objavljena je tek 15. svibnja 1975. godine, iako je Harrierov prethodnik Hawker Siddeley P.1127 još početkom 1963. godine ispitivan na klasičnom nosaču HMS *Ark Royal*, a proizvođač izradio više projekata Maritime Harriera. Sea Harrieri su višenamjenski zrakoplovi koji služe za

zaštitu flote iz zraka, izvidanje i napadaje na ciljeve na moru i kopnu čiji je prototip poletio 20. kolovoza 1978. godine, a za britansku je mornaricu proizvedeno ukupno 57 primjeraka. U početku brodovi su nosili po pet Sea Harriera, dok ih sada nose po devet. Od ove godine na nosačima se



počela koristiti modernizirana inačica **Sea Harrier F/A Mk.2** sa dužim trupom, opremljena novim radarem Blue Vixen i raketama AIM-120. Prvih 35 primjeraka preradeni su FRS Mk.1, kojima će se kasnije priključiti novoproizvedeni F/A Mk.2.

Osim Sea Harriera brodovi klase *Invincible* nose i devet protupodmorničkih vrtoleta Westland **Sea King HAS Mk.6**, te dva vrtoleta za rano upozoravanje iz zraka **Sea King AEW Mk.2A**. Uz to u slučaju potrebe Sea King moguće je koristiti i za

**Na pramcu broda smješten je lanser protuzrakoplovnog sustava British Aerospace Sea Dart**



**Oružari pripremaju za uporabu jedan od topova brodskog CIWS sustava Mk 15 Vulcan Phalanx, dok HMS Illustrious prima gorivo sa tankera HMS Orangeleaf**

borbu protiv površinskih brodova i transporta. Od 1999. godine će ga početi postupno zamjenjivati novim britansko-talijanskim vrtlojetom EHI EH 101 Merlin HAS Mk.1.

## Naoružanje

Jedan dvostruki lanser raketnog sustava

British Aerospace **Sea Dart** GWS 30 smješten na pramac kraj "skakaonice" služi za protuzrakoplovnu obranu broda. Ovi projektili imaju poluaktivni radarski sustav vođenja, te je zbog toga na početku i kraju nadgrađa postavljena po jedna antena radara Marconi Type 909 ili Type 909(1) (na HMS *Illustriousu*) koji radi u I/J-području. Takav smještaj antena karakterističan je za brodove naoružane projektilima Sea Dart (uz nosače danas ih koriste i razarači Type 42), jer se tako omogućuje pokrivanje svih zona oko broda, pri čemu svaki radar pokriva područje od 180 stupnjeva. Projektili Sea Dart imaju domet od 40 km (neki izvori navode i 53 km) pri brzini od 2 M, a mogu gađati ciljeve u zraku na visinama od 100 do 18.300 m uz dobre manevarske sposobnosti, a postoje i mogućnost gađanja brodova. Lanser se puni iz bunara (u kojem ima mjesta za ukupno 36 projektila) smještenih ispod njega.

Rat za Malvine (Falkland) ukazao je na potrebu opremanja nosača sustavom za proturaketnu obranu, te su na pramac i krmu *Invinciblea* i *Illustriusa* ugrađena po dva američka topnička proturaketna sustava (**CIWS**) General Electric/General Dynamics **Mk 15 Vulcan Phalanx** kalibra 20 mm čiji šestocijevni top M61A1 može ispaliti do 3000 granata u minuti s dometom od 1500 m. HMS *Ark Royal* je od početka imao ugrađena tri sustava Phalanx, dok su HMS *Invincible* i HMS *Illustrious* kasnije umjesto Phalanxa dobili po tri CIWS sustava Signaal/General Electric **Goalkeeper** sa sedmocijevnim topom kalibra 30 mm koji može ispaliti 4200 granata/min na daljinu od 1500 m.

Za blisku obranu brodova od 1983. godine služe dva jednocijevna topa Oerlikon/BMARC **GAM-BO1** kalibra 20 mm s brzinom paljbe od 1000 granata/min i dometom od 1000 m.

## Elektronska oprema

Nosači klase *Invincible* mogu se koristiti kao zapovjedni brodovi udarnih skupina (prvenstveno



**Antena radara za motrenje zračnog prostora Marconi/Signaal Type 1022 i IFF antena**

protupodmorničkih) te su stoga opremljeni vrlo složenim sustavima za zapovijedanje, nadzor (AJO) i komunikaciju (ICS Mk.3). Za otkrivanje ciljeva u zraku koristi se radar Marconi/Signaal Type 1022 dometa 265 km koji radi u D-području, smješten iznad zapovjednog mosta. Po dva radara Kelvin Hughes (rade u I-području) Type 1006 (na R05 i R07) ili Type 1007 (R06) služe za navigaciju. Na najvišoj točki nosača, vrhu drugog jarbola, smještena je antena radara za pretraživanje morske površine koji radi u E/F području, kod R07 Marconi Type 922R, a kod R05 i R06 Plessey Type 996(2). Za satelitske komunikacije služe dvije antene terminala SCOT-2.

Ispod pramca postavljen je aktivni sonar Plessey Type 2016. Za elektronsku potporu služi sustav MEL UAA 2, a za elektronske protumjere omotač THORN EMI Type 675(2) dok je iza drugog jarbola postavljeno osam šesterostrukih lansera chaff-ova Sea Gnat.

## Uporaba

U sastav flote HMS *Invincible* ulazi 11. srp-



*Operator ispred konzole na nosaču  
HMS Ark Royal*

Tijekom rata s Argentinom Sea Harrieri s HMS *Invincible* sudjelovali su u zračnoj zaštiti flote od protivničkih zrakoplova i napadajima na ciljeve na otočju, poput primjerice bombardiranja uzletišta u Port Stanleyu. HMS *Invincible* je zahvaljujući



nja 1980. godine, a iste je godine prvi puta službeno klasificiran kao nosač zrakoplova, točnije kao "prvi u klasi nosač za protupodmorničku borbu". Tada su troškovi njegove izgradnje procijenjeni na 175 milijuna funti. Potpuno operativan postaje u ljeto 1981. godine i ubrzo sudjeluje u nekoliko velikih pomorskih vježbi NATO-saveza. Drugi brod u klasi, HMS *Illustrious* trebao je ući u službu početkom 1983. godine, no zbog izbijanja rata na Malvinima ušao je znatno ranije, 20. lipnja 1982. godine. HMS *Ark Royal* u flotu ulazi nakon više od četiri godine nakon porinuća, 1. studenog 1985. godine.

Nosači HMS *Invincible* i HMS *Hermes* su 5. travnja 1982. godine ispolovili u smjeru južnog Atlantika kao dio udarne skupine u sklopu operacije **Corporate** - povratka Falklandskog (Malvinskog) otočja pod britanski suverenitet.

učinkovitom popunjavanju na moru neprekidno bio 166 dana, a zajedno, s HMS *Hermesom* dokazao se kao jedan od temelja za pobjedu Britanaca u ovom sukobu.

Zahtjevi ove kampanje pokazali su Britancima da dva nosača nisu dovoljna, čak i u slučaju kad su na njihovu strelju oba bila operativna, pa su to napokon shvatili i političari. Prije rata za Falklande britanska je vlada za 1983. godinu planirala prodaju HMS *Invincible-a* Australiji, no nakon što se brod dokazao u tom ratu, ti planovi su otkazani.

Istodobno su u operativnoj uporabi samo dva nosača zrakoplova klase *Invincible*, dok se treći nalazi u opremanju, rekonstrukciji ili pripravnosti. HMS *Ark Royal* bi tako sljedeće godine trebao u opremanje.



# ELEKTRONIČKI RAT NA MORU

## (I. dio)

Iskustva iz posljednjih nekoliko desetljeća ukazuju na stalni porast važnosti elektroničkog rata na moru, kao jednog od presudnih činilaca koji odlučuju o pobjedi ili porazu

Vili KEZIĆ

**M**oderne oružane snage u svijetu sve više se oslanjaju na kompleksna oružja visoke tehnologije temeljene na elektronici. Mnoga od njih upravljana su informacijama koje se ostvaruju elektromagnetskim zračenjima. Iako se učinkovitost elektronički upravljenih oružja skokovito povećala u odnosu na klasična oružja, takvi sustavi se, na žalost korisnika, proizvode s "urođenom" slabošću koja leži u činjenici da je zračenje elektromagnetske energije, u većini primjena, podložno detekciji i interferencijama koje mogu smanjiti učinkovitost. Detekcijom elektromagnetskih zračenja iz ovih oružnih sustava može se otkriti njihova prisutnost (i prije njihova paljbenog djelovanja) na mnogo većim daljinama, nego što je to bilo u slučaju elektromagnetski "tihih" klasičnih oružja.

Već nakon prve primjene radiokomunikacija kao elementa vojne doktrine zapovijedanja i upravljanja, početkom ovoga stoljeća, pojavile su se brze reakcije u vidu elektroničkih protumjera za ometanje i sprječavanje prijenosa informacija tim putem. Brzi razvoj elektronički upravljenih oružja tijekom šezdesetih godina, izazvao je stvaranje nove klase njima suprotstavljenih sustava za "meko" onesposobljavanje tih oružja.

Djelovanja oružnih sustava uz pomoć elektromagnetskog zračenja s jedne, i

istodobna protudjelovanja kroz detekciju tih zračenih signala i ometanje ili obmanjivanje oružja elektromagnetskim interferencijama s druge strane, predstavljaju nečujnu i nevidljivu borbu koja je nazvana **elektroničko ratovanje** (engl: Electronic Warfare - EW). Ministarstvo obrane SAD definiralo je, u svom rječniku vojnih termina, elektroničko ratovanje kao vojne akcije koje koriste elektromagnetsku energiju u svrhu: (1) eksploata-

njem djejanjima i (3) i omogućavanja efikasnog korištenja vlastitih sustava koji zrače i/ili primaju elektromagnetsku energiju, zaštićujući ih od namjernih interferencija. U rječniku su također definirana i tri temeljna područja elektroničkog ratovanja kroz koja se obavljaju tri navedene skupine zadaća.

**Mjere potpore ili detekcija prijetnje** (engl: Electronic Support Measures - ESM) je područje elektroničkog ratovanja koje uključuje akcije motrenja, "hvatanja", lociranja i trenutačne identifikacije zračne elektromagnetske energije u svrhu brzog prepoznavanja prijetnje. Dakle, ESM osigurava izvore informacija potrebnih za brze akcije koje uključuju: elektroničke protumjere, elektroničke protu-protumjere, izbjegavanje, ciljanje, i druge načine uporabe vlastitih snaga.

**Elektroničke protumjere** (engl: Electronic Countermeasures - ECM) predstavljaju područje akcija poduzetih za sprječavanje ili reduciranje neprijateljeva učinkovitog korištenja elektromagnetskog spektra.

**Elektroničke protu-protumjere** (engl: Electronic Counter-Countermeasures - ECCM) su područje elektroničkog rata koje uključuje akcije poduzete za osiguranje efikasnog korištenja elektromagnetskog spektra vlastitih snaga, usprkos elektroničkim protudjelovanja neprijatelja.

Razlog uporabe ECM-a ili ECCM-a je postizanje vojne prednosti u specifičnim situacijama, odnosno korištenje ECM-a i ECCM-a uvijek se razmatra kao pomoć u rješavanju vojnog problema, pa je to jedna



od raspoloživih opcija operativnim zapovjednicima. Iako spomenute definicije elektroničkog rata obuhvaćaju čitav elektromagnetski spektar, u ovom članku je razmatran samo EW u opsegu radarskih frekvencijskih.

## Razvoj elektroničkoga ratovanja

U povijesti ratovanja bilo je mnogo primjera sljedećih sekvencija: jedna strana uvodi novo oružje i postiže početni uspjeh temeljen na iznenađenju. Suprotna strana odmah inicira taktičke protumjere za poništavanje učinkovitosti novoga, iznenadujućeg oružja. Prvi inovator tada odgovara protumjerama za vraćanje učinkovitosti svoga oružja. Dakle, postoji kontinuirana reakcija između novih oružja i protumjera na ta oružja, što je posebno izrazito u sferi sustava elektroničkog ratovanja. Konačni uspjeh je bio, i bit će, na strani koja može uvesti nova učinkovita oružja, i koja može brzo inicirati protumjere za onesposobljavanje oružja suprotne strane. Ovakve sekvencije su se događale i u povijesti elektroničkog rata, koji se vodio u ovom ili onom obliku, u svim većim konfliktima od prvih dana ovoga stoljeća, bolje rečeno, od prve uporabe radiokomunikacija u ratu. Te početne tehnike bile su primitivne, međutim, od Drugoga svjetskog rata uvede se sofisticirani elementi.

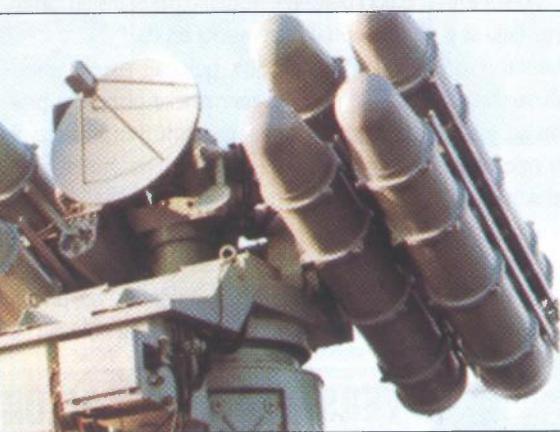
Prvi pokušaj elektroničke borbe zbio se tijekom Rusko-Japanskoga rata 1905. godine. Japanski motrilački brod pratilo je

nikacije. Međutim, to mu nije dopušteno, pa su Japanci nastavili slati informacije. No ipak,

nale, usprkos korištenju tehnike frekventnog pomaka. Zahvaljujući tome, oni su uspjeli umaknuti Britancima i stići u Tursku.

U vrijeme Drugog svjetskog rata počeli su se proizvoditi specijalni uređaji za elektroničko ratovanje i primjenjivati posebne EW takte. Nijemci su, primjerice, uveli tehniku radio vođenja za svoje zrakoplove koji su noću bombardirali britanske gradove. Neposredno prije polijetanja zrakoplova, njemačke radio postaje na tlu Europe suzile bi svoje

snopove zračenja elektromagnetske energije na svega 3%, te ih iz dvije ili više postaja tako usmjeravali da se oni križaju iznad područja koje se željelo bombardirati. Skriveni



Sustav lansera raketa upravljanih i vođenih radarom

drugi ruski zapovjednici su, nešto kasnije, samoinicijativno odlučili ometati tu radiokomunikaciju, ali je njihov pokušaj došao prekasno da bi se izbjegao poraz.



Lansiranje protubrodske rakete P-15 s raketnog čamca

Prvi svjetski rat karakterizira široka uporaba radio sredstava za komuniciranje i prijenos podataka prikupljenih motrenjem. Interesantan je primjer iz kolovoza 1914. godine, kad je britanska krstarica HMS

mrakom, bombarderi bi slijedili ove snopove i zatim ispuštili bombe na mjestu njihovog ukrštanja. Britanci su otkrili princip navodenja njemačkih bombardera, te su razvili elektroničke protumjere nazvane "Bromide" koje su trebale obmanjivanjem degradirati njemačku takтиku. Odasiljali su lažne radio snopove, mijenjajući točku križanja, pa su Nijemci ispuštali bombe iznad nenaseljenih područja ili mora.

Kada su Nijemci na europskom kopnu uz topničke bitnice instalirali veliki broj radara, Saveznici su odgovorili opremanjem svojih zrakoplova omotačima radara i svežnjevima traka aluminijске folije. Zahvaljujući njemačkoj pedantnosti u standardizaciji, proizvedeni radari su bili identični i istih parametara, što je znatno olakšalo ECM zadaću Saveznika, pa su oni vrlo učinkovito aktivnim i pasivnim ECM ometali njemačke radare.

U prvom desetljeću nakon Drugog svjetskog rata malo se govorilo i radilo na tehnikama i taktilama elektroničkoga ratovanja. To je bilo vrijeme razvoja atomskog oružja. Tek kada je 24. srpnja 1965. godine



Sjevernokorejci su u siječnju 1968. godine uzaptili američki brod USS Pueblo namijenjen elektroničkom obavještajnom izvidanju

rusku flotu i putem radija obavještavao Zapovjedništvo japanske ratne mornarice o njenoj snazi i položaju. Zapovjednik ruske krstarice **Ural** slušao je ova izvješća i zatražio odobrenje da svojim radio-odašiljačem ometa japanske radiokomu-

teti svoju bazu o kretanju njemačkog bojnog krstaša **Goeben** i krstarice **Breslau** u Sredozemnom moru. Nijemci su tada po prvi put koristili prave elektroničke protumjere, efikasno ometajući britanske radio sig-

protuzrakoplovna radio vođena raketa V-750 (SA-2 Guideline) sovjetske proizvodnje u Vijetnamu srušila američki zrakoplov McDonnell F-4C Phantom II, a pojavljuju se i radarski upravljeni protuzrakoplovni topovi, američki vojni stručnjaci shvatili su kakva opasnost prijeti njihovim zračnim snagama koje nisu imale uređaje za rano otkrivanje radarskih signala i opremu za električna protudjelovanja. Ovo negativno iskustvo i uočavanje vlastitih slabosti iniciralo je prvi veliki program razvoja (Project Wild Weasel) sustava za električno ratovanje. Žurno je rekonstruiran taktički bombarder Douglas B-66 Destroyer i pretvoren u jedan od prvih zrakoplova namijenjenih električnom ratovanju EB-66C/E, opremljen ometačima radara i sustavima za rano otkrivanje radara. Primjenom ovog, a kasnije i drugih zrakoplova (F-100F, EF-105F, F-105G i F-4G) na bojištima u Vijetnamu, situacija se temeljito izmijenila, uspješno su uništavani lanseri raketa zemlja-zrak i radari. Spomenuta događanja značila su preokret stajališta mnogih vojnih stručnjaka prema električnom ratovanju, pa je to područje promovirano u sofisticiranu znanost, što je rezultiralo razvojem i izgradnjom kompleksnih sustava električnog ratovanja.

Usprkos općem rastu zanimanja za električni rat, većina ratnih mornarica svijeta sporo je prihvatala njegovu punu važnost i dugo su odbijale uvođenje sofisticirane, a time i skupe opreme za elektronska djelovanja na svoje brodove, investirajući radije u nabavu teških oružja. Međutim, tri važna incidenta koja su se dogodila tih godi-

ba 1971. godine Indijska ratna mornarica lansirala je 13 raketa P-15, postigavši 12 pogoda i potopivši nekoliko pakistanskih ratnih i tri neutralna trgovacka broda.

Projektili Styx pokazali su efikasnost koja je natjerala mornaričke planere u projektantske uredne na istraživanja i razvoj odgovarajućih protumjera. Ova dva incidenta dokazala su uspješnost iznenadenja novim oružjem i potrebu kontinuirane procjene vlastitih sposobnosti za električno ratovanje u svrhu osiguranja "ravnoteže" prema novim prijetnjama. Oni su također ukazali na

rakete, nego mali brod, poboljšavajući time efikasnost neprijateljskih radara. Izrael je nakon toga mornaricu opremio uglavnom manjim topovnjačama naoružanim protubrodskim raketama Gabriel dometa oko 30 km. Ti su brodovi opremljeni ESM uređajima za rano otkrivanje radarskih signala te raznim aktivnim i pasivnim sustavima za električne protumjere. Na brodove je ugrađen veliki broj cijevi za izbacivanje raketa s dipolima (engl: Chaff) malog i velikog dometa. Uz opremanje tehnikom, uz pomoć američkih stručnjaka vršena je i intenzivna izobrazba



Izraelska protubrodска raketa Gabriel

važnost postojanja dobro organizirane mreže električnog obavješćivanja (engl: Electronic intelligence - ELINT) i na hitnu potrebu razvoja sustava za rano otkrivanje opasnih signala (prijetnji) na velikim daljinama, koji će brodu pružiti odgovarajuće upozorenje, te vrijeme potrebno za reakciju i poduzimanje obrambenih aktivnosti. Jasno je demonstrirana i potreba za učinkovitim električnim protumjerama koje će se moći suprotstaviti rastućoj opasnosti od krstarećih raket.

Treći incident - sjevernokorejsko uzapćenje ratnog broda američke mornarice **USS Pueblo** namijenjenog električnom

obavještajnom izviđanju - ukazalo je da i brod ove namjene zahtijeva odgovarajuće sustave rane detekcije, uz čiju bi pomoć vjerojatno izbjegao uzapćenje.

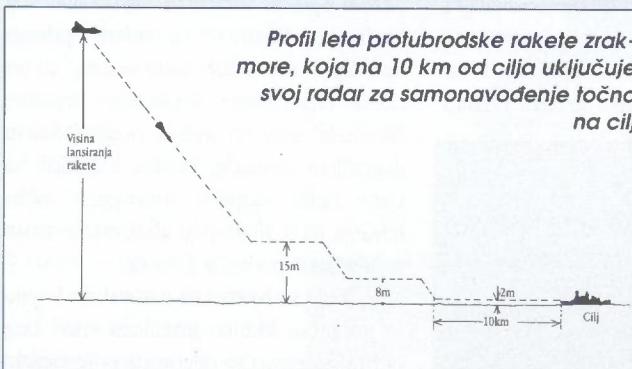
Poslije gor-kog iskustva Izraela u ratu 1967. godine, a i dalje

izvrgnuti opasnosti rata, izraelski mornarički analitičari prišli su proučavanju potapanja razarača **Eliat**, tražeći optimalne načine za suprotstavljanje sličnim akcijama u budućnosti. Prvi rezultat bilo je uklanjanje velikih brodova relativno male brzine i slabih manevarskih sposobnosti iz izraelske flote, jer su oni bili idealni ciljevi za protubrodskе projektile. Oni predstavljaju veliku radarsku odraznu površinu, koja reflektira prema radaru mnogo više elektromagnetske energije kojom ga obasjava brodski radar ili radar

zapovjednika i posada brodova u operativnom radu na uređajima i načinu primjene različitih taktika u prepostavljenim situacijama na moru. Ovakva priprema dala je spektakularne rezultate u ratu 1973. godine. Od 50 projektila Styx koje su arapske mornarice lansirale prema Izraelskim brodovima, ni jedna nije pogodila željeni cilj. Zahvaljujući detektorima radarske prijetnje velikog dometa, izraelski brodovi su trenutačno otkrivali aktivnost i smjer akvizicijskog radara kada bi obasjao brod. Tada su prvo ispaljivali chaff-rakete relativno velikog dometa, stvarajući veći broj oblaka dipola, koji su predstavljali lažne ciljeve većih radarskih površina od radarske površine samoga broda. Ovi lažni ciljevi su bili tako raspoređeni u odnosu na brod, da je raketa, bez obzira na metodu traženja cilja u fazi akvizicije, uvijek prvo nalazila lažni cilj. Zbog sigurnosti, a nakon izbacivanja chaff-ova velikog dometa, izbacili bi se i oni malog dometa na koje se trebala "uhvatiti" raketa ako bi eventualno uspjela proći između lažnih ciljeva velikog dometa. Osim uspješnog suprostavljanja raketama Styx, Izrael je u tom sukobu efikasno koristio rakete Gabriel protiv arapskih brodova koji nisu bili opremljeni s ESM i ECM uređajima.

Do rata 1973. godine, nijedna mornarica svijeta nije imala iskustava s punom učinkovitošću električnih protumjera u borbenim uvjetima. Naime, do tada je bilo mnogo lakše demonstrirati kakvoću i efikasnost sustava teških oružja otvaranjem paljbe na ispitne mete, nego efikasnost ECM sustava protiv samonavodenih projektila, što je bilo moguće provjeriti jedino u nekom realnom konfliktu.

Sada je svim zapadnim mornaricama



na šokirala su mornaričke stožere i dala vrlo bitan poticaj razvoju brodskih sustava za električno ratovanje.

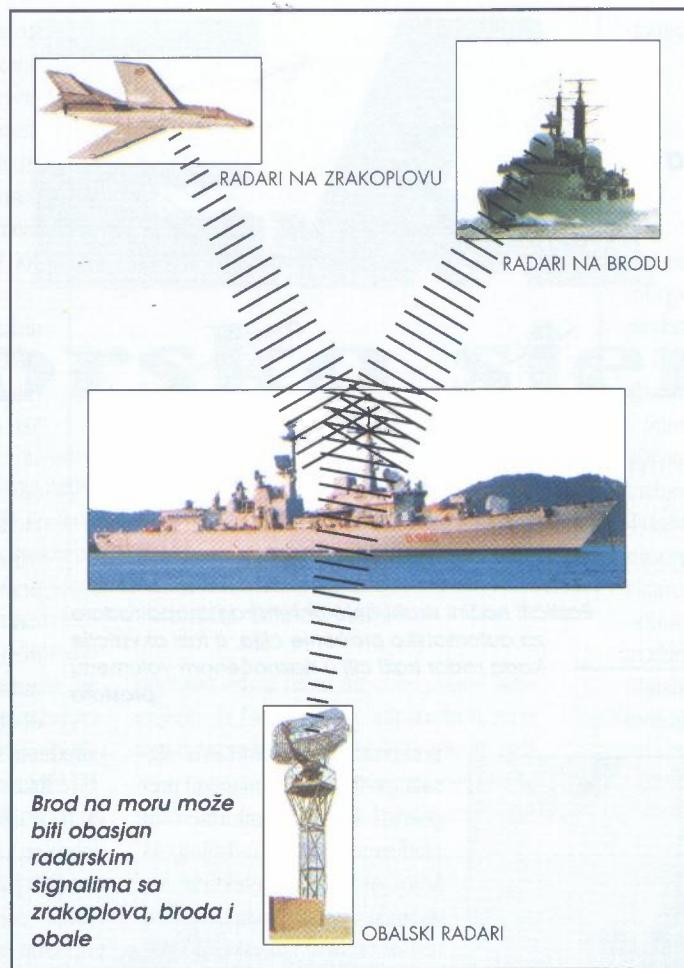
Prvi incident zbio se u listopadu 1967. godine, kada je Ratna mornarica Egipta lansirala šest vodenih protubrodskih raketa P-15 (SS-N-2 Styx) ruske proizvodnje na Izraelske brodove. Za potapanje razarača **Eliat** potrošene su četiri rakete, a dvije su iskoristene za potapanje izraelskoga trgovackog broda.

Za vrijeme Indijsko-Pakistanskog suko-

postalo očito da više neće biti tako jednostavnog plijena na moru kao 1968. i 1973. godine i da će se brodovi svih veličina opremati ESM, ECM i ECCM sustavima. Takoder je shvaćeno da će i brodovi trećih zemalja biti opremljeni protubrodskim raketama koje su im isporučivale zapadne zemalje i bivši SSSR. Takvim širenjem protubrodskih raketa po svijetu, moglo se očekivati da će jednoga dana dvije zemlje jedna na drugu ispaljivati iste rakete, što se donekle i dogodilo tijekom rata za Malvine (Falkande) 1982. godine. Britanski razarač **HMS Sheffield** pogoden je protubrodskim projektom zrak-more Aerospaciale AM 39 Exocet (zrakoplovna inačica projektila more-more MM 38) lansiranim s argentinskog zrakoplova Dassault-Breguet Super Etandard.

Ovaj slučaj pogadanja tada modernog ratnog broda opremljenog suvremenim sustavima elektroničkog ratovanja, izazvao je razlike polemike, priče i procjene događanja. Iako je na *Sheffieldu* bio instaliran visokosofisticirani detektor radarskih signala, jedan njegov časnik je izjavio: "Mi smo imali vremena samo kazati "zakloni se", kada smo ugledali raketu nadomak broda". Postavlja se pitanje zbog čega operator na detektoru nije alarmirao zapovjednika i posudu, te aktivirao elektroničke protumjere.

U ratu na Falklandima bio je aktivan, uz radare neprijatelja, veliki broj vlastitih radara na kopnu i drugim brodovima, čiji su signali opterećivali procesor detektora i operatora. U tim slučajevima pomaže i biblioteka radara prethodno memorirana u detektoru, u koju su upisani parametri radara potencijalnih neprijatelja, pa čim se pojavi takav signal u okolini broda procesor proizvede naznake opasnosti, koje ističu taj signal u "šumi" drugih neopasnih signala. Kako je radar za navođenje AM 39 bio upisan u biblioteku kao neopasan (Exoceti su u naoružanju nekih članica snaga NATO-a), to signal argentinskog projektila AM 39 nije proizveo alarm, pa mu operator nije poklonio nužnu pozornost. Očito tijekom priprema za ovaj rat, Britanci su zaboravili preuređiti biblioteku radara, ili pak nisu vjerovali da će Argentina uporabiti te rakete protiv njihovih brodova. Prema drugoj prići navodno je za



vrijeme leta AM 39 brodski odašiljač za satelitsku komunikaciju zračio signale prema satelitu, koji su blokirali detektor i one mogući prijam signala radara s projektila.

Ovaj događaj zbio se u vremenu kada je s jedne strane korištena vrlo "pametna" raka s monoimpulsnim radarem za samonavodenje u završnoj fazi leta, koja ima frekventno agilni odašiljač, dakle s jakim elektroničkim protu-protumjerama, a s druge strane je bila na raspaganju kompleksna i kvalitetna oprema za ESM i ECM koja jednostavno nije iskorisena zbog ljudskog čimbenika. Naime, za valjanu interpretaciju elektromagnetskog okoliša broda i poduzimanje odgovarajućih reakcija na eventualnu prijetnju, nije dovoljan samo operator koji znade okretati dugmad, već stručnjak koji nadzire taj okoliš svojim znanjem, a uz pomoć radarskog detektora. Trud konstruktora da automatiziraju i integriraju ESM i ECM sustave uz što manje angažiranje čovjeka, očigledno nije bio dovoljan da zaštiti *Sheffield*.

Postignuta sofisticiranost i visoka tehnološka razina sustava za elektroničko ratovanje omogućavala je zemljama koje raspolažu vlastitim proizvodnim resursima ili

financijskim sredstvima opremanje brodova vrhunskom EW opremom. Međutim, iskustva Izraela 1973. i Britanaca 1982. ukazuju da sama oprema ne jamči uspjeh u elektroničkoj borbi, ako prethodno nisu proučavane, razrađivane i uvježbavane takte i načini uporabe te opreme. Ne postoji samo jedna taktika ili EW sustav koji može služiti za sve situacije, pa bilo koja odabrana kombinacija predstavljaće kompromis između različitih čimbenika. Pametan izbor režima rada raspoloživih EW sustava i takte koje će odgovarati specifičnoj situaciji, zahtijeva opće poznavanje relativnih prednosti i nedostataka mogućih alternativa elektroničke borbe.

Brodovi ratnih mornarica svijeta danas su opremljeni širokim spektrom tehnoloških razina EW sustava, od onih starijih jedno-

tavnih do visokosofisticiranih i automatiziranih, a dosta brodova je i bez EW opreme. Dio tih brodova još uвijek je naoružan stariim protubrodskim raketama Styx, dok brodovi jačih i bogatijih ratnih mornarica nose sofisticirane rakete s visokim stupnjem elektroničkih protu-protumjera i programiranim letom velikog dometa. Dakle, raka Styx može i danas biti opasna kao prije tridesetak godina, ako se lansira prema brodu bez EW opreme i bez vanjske EW zaštite. Očito da iskustva elektroničkog ratovanja stečena u dosadašnjim sukobima diljem svijeta, mogu biti dragocjena podloga za pripremu i vođenje elektroničke borbe u eventualnim budućim sukobima sa sličnim



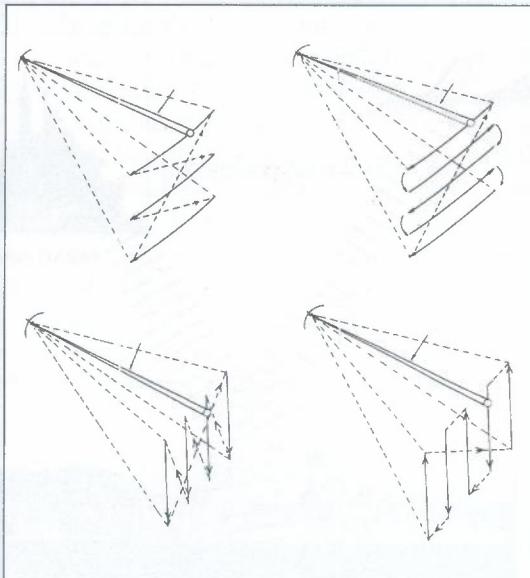
**Iznimna uloga elektronike u suvremenim ratnim brodovima najbolje se uočava u njihovim borbenim središtima**

scenarijima. Razlika će vjerojatno biti u

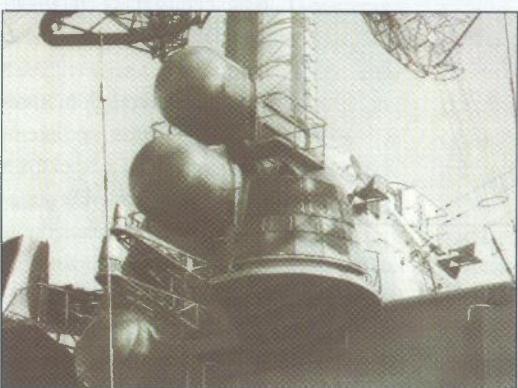
bogatijem i gušćem elektromagnetskom okolišu.

## Karakteristike radarskih prijetnji na moru

Gustoća i sadržaj elektromagnetskog okoliša na moru ovisit će o općim i trenutačnim okolnostima na nekom području (mirnodopsko, predratno ili ratno stanje). U simfoniji elektromagnetskih valova sudjelovat će civilni i vojni izvori zračenja, komunikacijski radio odašiljači, odašiljači radara različitih namjena, odašiljači navigacijskih sustava itd. Intenzitet zračenja tih izvora i očekivani dometi djelovanja ovise o namjeni sustava i o vrsti platformi na kojima su instalirani. Temeljem iskustava iz lokalnih ratova (Falklandi) može se očekivati, u nekom sličnom



Različiti načini skaniranja antenskog snopa radara za automatsko praćenje cilja, u fazi akvizicije kada radar traži cilj u naznačenom volumenu prostora



Na jarbolima velikih ruskih ratnih brodova postavljene su antene širokopojasnog omotača "Side Globe" (okomiti niz kupola) i antene ESM detektora "Rum Tub" (sačaste zakrivljene plohe)

budućem sukobu, znatno povećanje gustoće elektromagnetskih zračenja (od nekoliko desetaka do nekoliko stotina) u odnosu na mirnodopsko stanje. Međutim, po nekim doktrinama koje preferiraju pretežitu elektromagnetsku šutnju, ratna gustoća mogla bi biti i manja od one u miru. No, bolje je biti pripravan za gusi okoliš u kojem elektroničko ratovanje postaje vrlo kompleksno, zahtijevajući kvalitetne EW sustave, primjenu složenih taktika, te dobro izobražen i visoko uvježban kadar.

Radarske prijetnje, o kojima se ovdje govori, mogu biti zračene prema brodu s neprijateljskoga broda, podmornice, zrakoplova (krstareća raket) i kopna. Na svakoj od ovih platformi za očekivati je radare različitih namjena s

posebnim karakteristikama signala, po kojima se oni mogu prepoznati. Funkcija platforme i tip platforme određuju daljinu na kojoj može biti detektiran taj radarski signal. Naime, o tipu platforme ovisi radarski horizont (za objekte na moru), a o namjeni radara ovisi zračena visokofrekventna snaga. Najveći radarski horizont ostvaruju radari na zrakoplovima, zatim obalski radari, a najmanji oni na brodovima i podmornicama.

Prijam signala motričačkog radara, bez obzira s koje platforme, najčešće će biti prvi susret, odnosno upozorenje na prisustvo neprijatelja, što proizlazi iz njegove temeljne



Operater ESM sustava na američkom ratnom brodu

zadaće pretraživanja velikog volumena prostora i određivanja pozicija detektiranih objekata unutar motrenog područja. Karakteristike signala impulsnih radara, kao

što su noseća frekvencija, frekvencija ponavljanja impulsa i širina impulsa, prvenstveno su određene zakonima fizike, a zatim namjenom radara. Stoga je relativno jednostavno prepoznati signal motričačkog radara koji motri objekte na daljinama većim od 100 km.

Specifičnost toga signala su niska noseća frekvencija (niže od 6 GHz), niska frekvencija ponavljanja (niže od 500 Hz), dugi impulsi (nekoliko us) i sporo kružno (360 stupnjeva) skaniranje snopa antene (manje od 10 o/min). Signali motričačkih radara nisu najopasniji, ali su od najvećeg interesa za obasjani brod, jer pravovremenom detekcijom tog signala on osigurava sebi dovoljno vremena da izbjegne otkrivanje na radaru neprijatelja i da poduzme druge akcije koje su najadekvatnije u određenoj situaciji.

Radari za automatsko praćenje ciljeva, na zrakolovu, brodu ili obali, osiguravaju dobro razlučivanje i precizno mjerjenje kinematičkih parametara (pozicija, brzina i akceleracija) cilja, pružajući ulazne podatke za pripremu početne faze raketnog napadaja ili za upravljanje drugih oružja prema cilju. Njihova noseća frekvencija je pretežito u opsegu iznad 8 GHz. Frekvencija ponavljanja impulsa je relativno visoka, a impulsi su uski u svrhu poboljšanja razlučivanja po daljinici. Skaniranje snopa ovoga radara bitno se razlikuje od onoga u motričačkom radaru, a sastoji se od faze akvizicije u kojoj se "preuzima" cilj, skanirajući snop samo u ograničenom i naznačenom volumenu, i faze automatskog praćenja kada snop stalno obasjava cilj. Detekcija signala radara za praćenje ukazuje na dvije činjenice: (1) da je cilj već bio otkriven nekim motričačkim radarem i (2) da se pripremaju neka teška oružja za napad na cilj.

Radari za samonavodenje protubrodskih raket zrače signale sličnih karakteristika i skaniraju snop na sličan način kao i radari za automatsko praćenje na drugim platformama. Kako se ti radari uključuju tek u zarvšnoj fazi leta raket, 10 do 15 km od broda-cilja, prvi prijam ovoga najopasnijeg signala na detektoru opasnosti, relativno je velike amplitude koja u sljedećih pedesetak sekundi naglo raste.

(nastavit će se)

# SEA SHADOW (I.DIO)

## - Morska sjenka

**S**redinom osamdesetih ratna mornarica SAD, te tvrtke ARPA (Advanced Research Projects Agency) i LMSC (Lockheed Missiles & Space Company) započele su suradnju na programu vrijednom 195 milijuna dolara, koji je obuhvatilo projektiranje, gradnju i ispitivanje broda čije bi se značajke temeljile na suvremenim znanstvenim i tehnološkim dostignućima. Zamišljeno je da brod bude forme SWATH (Small Water Plane Area Twin Hull, dvotrupni brodovi male površine vodne crte) brodova. Svrha programa bila je ispitati te znanstvene i tehnološke novine u područjima upravljanja brodom, konstrukcije, automatizacije, pomorsvenosti i zamjetljivosti, te ocijeniti njihovu primjenjivost na buduće ratne brodove. *Sea Shadow* je

projektiran i konstruiran u Kaliforniji tijekom 27 mjeseci. Sama gradnja broda, zbog potreba sigurnosti, obavljena je u posebnom plivajućem spremniku ("Hughes Mining Barge", HMB-1), koji je također poslužio kao platforma za probna ispitivanja. Program ispitivanja broda *Sea Shadow* je reaktiviran u prvoj polovici 1993. godine, te je brod pobjegnut dodatnim ispitivanjima u zaljevu San Francisco. Tako je nakon godina skrovitosti *Sea Shadow* ugledao svjetlo dana, pošto su se sva ispitivanja do tada obavljala u spremniku HMB-1 ili pod okriljem noći.

Unatoč brojnosti tehnoloških novina ugrađenih u brod i raznovrsnim ispitivanjima koja su sprovedena na samom brodu, ubrzo je prozvan "Stealth ship" ili "Nezamjetni brod", pošto je javnosti svakako najzanimljivija značajka toga broda bila njegova izuzetno mala zamjetljivost (radarska) povezana s njegovim izgledom, koji brod *Sea Shadow* druguje skupini stručnjaka tvrtke Lockheed koja je projektirala i zrakoplov F-117A.

Svakako, svojstvo zamjetljivosti broda,

Za potrebe američke ratne mornarice napravljeno je eksperimentalno plovilo *Sea Shadow*, čija je temeljna namjena ispitivanje primjena stealth tehnologije na ratnim brodovima

**Mislav BRLIĆ  
Davor DEŽELJIN**

odnosno težnja da se što duže ostane nezamjećen ili barem omete suparnika u procjeni o kursu broda, brzini ili akcionom radu, te time doprinese faktoru iznenađenja, predstavlja temelj bilo koje ratne strategije.

lagodljiva i već primjenjena na brodovima ratne mornarice SAD.

- Brod mora biti konstruiran sa znamenjem, iskustvom i postupcima uobičajnim za standarde ratnih brodogradilišta.

- Brod mora biti operativan najmanje na moru do stanja kod kojeg su operativni i ostali SWATH brodovi.

- Brod mora biti jednostavan za održavanje i logistički podržavan s minimalnom pripremom.

Projekt broda je bio zasnovan na sljedećim propisima i odredbama koje su navedene prema prioritetu:

- Opće specifikacije za brodove Ratne mornarice SAD ("General Specifications for Ships of the US Navy")

- Propisi Obalne straže SAD ("United States Coast Guard Regulations" - CFR)

- Propisi Američkog registra brodovlja ("American Bureau of Shipping Rules")

Struktura trupa, stabilitet oštećenog broda, vitalni operativni i sigurnosni sustavi projektirani su u skladu sa zahtjevima američke ratne mornarice, dok su manje kritične značajke projektirane prema standardima trgovacke brodogradnje. Uložen je veliki napor da bi se pronašao optimalni projektni tim. Na kraju je izbor pao na projektnu skupinu iz tvrtke Lockheed, pa se može reći da nije slijedena uobičajna praksa.

### Temeljne značajke

Po svojoj formi *Sea Shadow* je konvencionalni SWATH brod "A" konfiguracije, što



Stoga su početni pokušaji za smanjenjem zamjetljivosti broda od neprijateljskih optičkih naprava dosegli svoj vrhunac ovim brodom.

### PROJEKT BRODA

#### Projektni pristup i kriteriji

Prigodom projektiranja broda *Sea Shadow* vodilo se računa da budu zadovoljeni sljedeći projektni zahtjevi kojima je omeđena "filozofija" projekta *Sea Shadow* kao demonstratora suvremenе tehnologije koja bi se primjenjivala kod budućih projekata ratnih brodova ratne mornarice SAD-a:

- Brod mora biti veličine koja bi omogućila prikladno mjerjenje rezultata.

- Projektne značajke kao što su razmak rebara, raspored pregrada, ventilacijski sustav, stabilitet, sigurnosni kriteriji, itd., i svi ostali mogući detalji, trebaju biti prema standardima ratne mornarice SAD-a. Tvariza građnju moraju biti dostupna, radno pri-

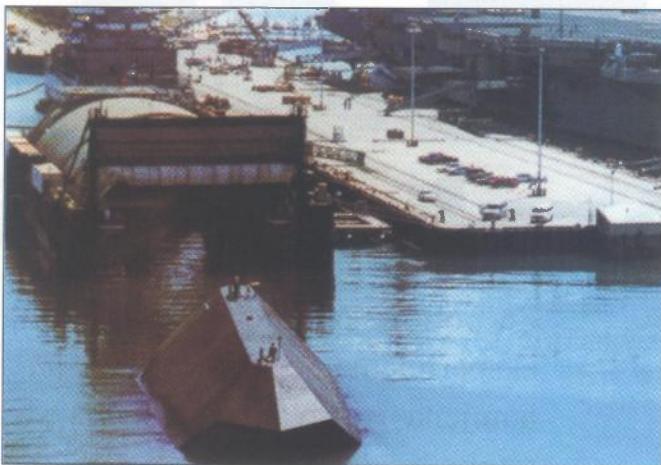
znači da su nosači gornjeg trupa nagnuti pod kutem u odnosu na vertikalnu ravninu.

"A" konfiguracija rebara je podvrgnuta različitim ispitivanjima kako bi se pronašao kut nagiba nosača gornjeg trupa pri kojim bi ponašanje broda na valovima bilo najpovoljnije. Niz ispitivanja pokazao je značajno smanjenje gibanja na valovima interesantnim za tu veličinu broda pri kutu nagiba nosača od  $45^\circ$  u odnosu na vertikalnu ravninu. Rezultat je takav da se *Sea Shadow* ponaša na nemirnom moru jednako SWATH brodu "H" konfiguracije istisnine 4000 do 5000 tona, a tim iznimnim pomorstvenim značajkama su doprinijele jedinstvene novine koje je razvio i patentirao Lockheed. Dodano skošavanju, ulazni i izlazni bridovi nosača su savijeni u *section profile* kako bi minimalizirali otpor, uron i trim za vrijeme nemirnog mora.

Kod SWATH brodova javlja se karakterističan moment postanja tijekom plovidbe na donjim trupovima. Kod broda *Sea Shadow*, donji trupovi su postavljeni nagnuto na ravninu nosača. Ta promjena uzrokuje pojavu momenta s djelovanjem prema gore koji povećava stabilitet pri velikoj brzini. Tim momentom također se smanjuje otpor i povećava uron propeleru što umanjuje kavitaciju i pojavu "ventilacije" na nemirnom moru. Izbačeni nosači prema van smanjuju trim i uron uobičajen za SWATH brodove, uzduž cijelog područja brzina.

Druga jedinstvena značajka je izvrsna kontrola plovidbe na morskoj površini. *Sea Shadow* ima prednje i stražnje stabilizatore (peraje), koji se koriste za kormilarenje a dodatno se aktiviraju pri teškom moru za poboljšanje značajki pomorstvenosti. Stabilizatori su ugrađeni na unutrašnjoj strani donjih trupova. Prednji stabilizatori ugrađeni su pod kutem od oko  $15^\circ$  ispod horizontale i mogu zakretati za  $\pm 27^\circ$ . Stražnji stabilizatori su slični prednjima, ali imaju veću površinu za 50% i omogućuju izvrsno upravljanje kod okretanja broda, te su eliminirali potrebu za konvencionalnim kormilima. Time ne samo da je reducirana broj brodskih sustava nego su smanjene konstrukcijske poteškoće koje se pojavljuju kod ugradnje kormila. Bez kormila, donji se trup može primjereno produljiti

čime se osigura dodatni uzgon i time popravile hidrodinamičke značajke broda. Zbog ujednačenog pritjecanja vode u ravnini propelera, pošto nema kormila koje bi



*Sea Shadow* uplovljava u HMB-1

narušilo strujanje, došlo je do značajnog poboljšanja u učinkovitosti propelera.

Kod forme SWATH brodova, donji se trupovi mogu oblikovati kako bi umanjili otpor valova pri odabranoj brzini s povoljnom interferencijom između nosača i trupova. Smanjenje otpora kod donjih trupo-

#### Stabilitet neoštećenog broda

- bočni vjetar i njihanje uslijed valova
- pokus nagiba
- okretanje pri velikoj brzini
- opterećenje ledom u pramac

#### Stabilitet oštećenog broda

- naplava dva međusobno susjedna prostora
- poprečni nagib ne smije biti veći od  $20^\circ$
- naplavljivanje tanka za nadomjestak izgubljene težine mora se obaviti za 10 minuta kod poprečnog kuta nagiba od  $15^\circ$
- završna vodna linija kod nagiba broda ne smije prijeći palubu zalijevanja

## Smještajni plan

Razmještaj prostora u prednjem dijelu broda je uobičajen; sa zapovijednim mostom, prostorima za posadu, prostorom elektroničke navigacije, žiro-kompasa i prostorima pomoćnih strojeva i uređaja. Na sredini broda smješteni su generatori i prostor rasklopnih uređaja. Straga je strojarnica i prostor korisnog tereta. U prostor korisnog tereta predviđeno je krcanje razne opreme koja bi se koristila za potrebe ispitivanja broda. Trenutačno je u tom prostoru smještena oprema koja se koristi za mjerjenje i zapis brodskih gibanja. Pomoćni strojevi i uređaji koji osiguravaju napajanje strujom, klimatizaciju i vodu za rashladivanje za prostor korisnog tereta, smješteni su u prostoru do njega. Na kraju, straga postoji značajni neiskorišteni volumen u gornjem i donjem trupu. Jedini neobičajeni razmještaj je smještaj sidra na krmi broda što je učinjeno da bi se oslobođio prostor na pramcu.

Unutar nosača gornjeg trupa smješteni su tankovi goriva i balasta, te prolaz ka gornjem trupu.

Oba donja trupa podijeljena su na osam vodonepropusnih prostora u kojima se nalaze propulziona postrojenje, uređaji za upravljanje stabilizatorima, pumpe, naplavljivi tank za nadomjestak izgubljene težine i prazni prostori.

Opločenje na unutrašnjoj strani gornjeg trupa predstavlja palubu zalijevanja. Diesel motori, prostor grijanja, klimatizacije i ventilacije, nalaze se na toj palubi u području "tunela" između nosača.

Pristup brodskom unutrašnjem prostoru moguć je

### Temeljne značajke broda *Sea Shadow*

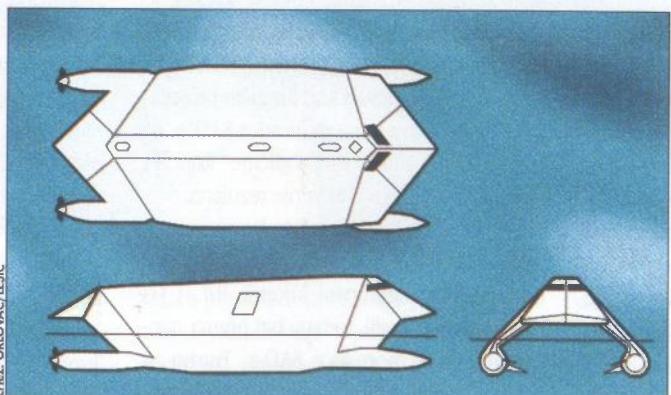
Istisnina	570,0 t
Duljina preko svega	50,0 m
Širina, najveća	20,7 m
Gaz	4,7 m
Promjer donjeg trupa (najveći)	3,0 m
Propulzija	Diesel-električna
Stanje mora:	
- operativan	stanje mora 4
- izdržava	stanje mora 5
Aktivni radijus	1000 NM/10 čv
Kapacitet korisnog tereta	52,0 t

tablica: Denis LEŠIĆ

va broda *Sea Shadow* postignuto je posebnim oblikom tih trupova poznatim pod imenom "**Coke bottle**" (oblik boce Coca-Cola).

### Stabilitet

Prigodom projektiranja broda *Sea Shadow* postavljeni su sljedeći kriteriji za stabilitet:



pomoću tri ulaza: glavni ulaz smješten u sredini broda na desnom boku broda, ulaz na glavnoj palubi je smješten na pramcu ispred kuhinje i blagavaonice, i ulaz s glavne palube smješten na krmi kod prostora pomoćnih strojeva i uređaja. Postoje i otvori za ventilaciju iznad prostora generatora i otvor za ventilaciju iznad stražnjeg ulaza.

## STRUKTURA BRODA

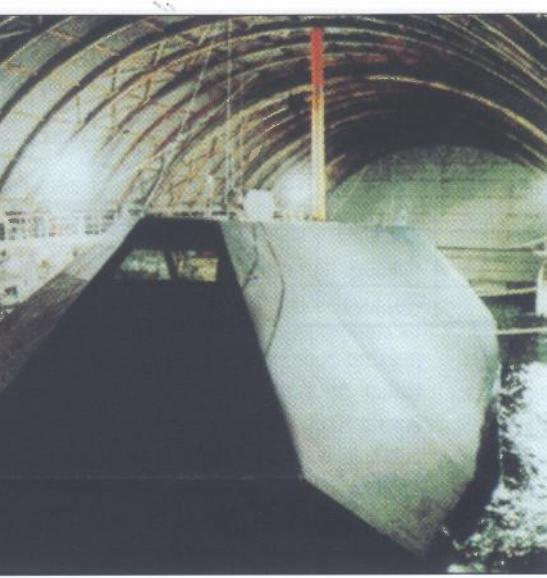
### Opis trupa

Glavni strukturalni elementi broda *Sea Shadow* su gornji trup, nosači gornjeg trupa (dalje u tekstu nosači) i donji trupovi. Izvedba konstrukcije i dimenzioniranje pojedinih elemenata je zasnovana na raspodjeli opterećenja koja je određena analizom uz pomoć metode konačnih elemenata. Oplata i orebrene su izrađeni od čelika povišene čvrstoće oznake HY100, odn. HSS.

Glavne vodonepropusne poprečne pregrade, oplata i pregradna paluba (druga) čine vodonepropusni omotač odnosno vodonepropusnu podjelu. Vodonepropusne pregrade u donjim trupovima, nosačima i u gornjem trupu ispod pregradne palube su međusobno udaljene oko 4,55 metara. Poprečna rebara se sastoje od jakih okvirnih rebara udaljenih 2,28 metra sa dva međurebra između.

### Projektni kriteriji

Opterećenje je podijeljeno na primarno opterećenje i sekundarno. Primarno opterećenje je definirano kao ukupno opterećenje na strukturu cijelog broda, a posljedica je gibanja broda po moru. Za brod *Sea Shadow*, kao mjerodavne veličine nastale kao posljedica najveće vrijednosti opterećenja, uzimaju se poprečni moment savijanja na mjestu spoja gornjeg trupa i nosača gornjeg trupa i odgovarajući moment uvijanja. *Sea Shadow* je projektiran da "preživi" stanje mora 5. Sekundarno opterećenje je definirano lokalnim djelovanjem predviđenih vanjskih sila na ograničeno



Vez *Sea Shadow*a unutar barže

područje strukture. Sekundarna se opterećenja dodaju primarnim opterećenjima. U vezi s gore navedenim opterećenjima postoje dva kriterija prema kojima se provjerava naprezanje:

- Primarno projektno naprezanje
- Najveće dozvoljeno naprezanje

Primarno se projektno naprezanje temelji na iskustvenim kriterijima koji su uključeni sa svrhom da osiguraju kompatibilnost naprezanja koja se javljaju tijekom života broda sa zamorom tvariva.

### Sustav propulzije

Dizel električna propulzija omogućava najveću brzinu od 15 čvorova, trajnu održavanu brzinu od 13 čv i brzinu krstarenja od 9 čvorova.

Propulzijski sustav obuhvaća diesel-električni istosmerni motor od 600 kW koji je spojen s propelerom preko planetarnog reduktora (s omjerom redukcije 4:1), velike elastične nepodmazivane spojke, odrivni ležaj, osovinski sklop i propellerske osovine u uljem podmazavanim statvenim ležajevima.

ki stupanj iskoristivosti propeleru i niski stupanj buke u uvjetima koje brod ima prigodom plovjenja. Tako izolirana izvedba svela je buku i vibracije na najmanju moguću mjeru. Lijevi i desni propulzionalni sustav su identični. Propulzionalni motor se hlađi cirkuliranjem okolnog zraka koji se vodi kroz izmjjenjivač topline hlađen morskom vodom, te se vraća direktno u motor. Testiranja koja se izvode na kopnu, a uključuju razne elemente, sredstva za smanjenje buke i sustav hlađenja propulzije, a ne uključuju odrivni ležaj i propeler, napravljena su takvima da doprinesu razvoju izrade broda i smanje rizik. Snaga potrebna za propulziju je glavna komponenta opterećenja brodskog električnog sustava. Iz tog razloga je odabran napon izmjenične struje od 600 V koji se transformira u 750 V istosmjerne struje potrebnih za odabrane propulzione motore.

### GENERIRANJE I DISTRIBUCIJA SNAGE

Postoje dva diesel električna agregata; svaki se sastoji od motora Detroit Diesel 12V-149TI koji pogoni Kato generator. Svaki agregat osigurava kontinuiranu snagu od 750 kW i napon od 600 V izmjenične struje snage. Pomoćni pogon ugrađen na prednji kraj svakog motora pokreće servo hidrauličku pumpu koja osigurava hidrauličku snagu za okretanje brodskih stabilizatora (prednjih i stražnjih). Cijeli agregat je montiran na trup tako da je postignuta dobra zvučna izolacija, a sve veze na agregat su postignute s elastičnim spajkama. Rasklopnji uredaj omogućava neovisni ili paralelni rad generatora a sadrži dvije jedinice za upravljanje dobavom snage propulzionim motorima. Rad glavnih motora naprijed/nazad se postiže mijenjanjem polja struje glavnih propulzionih motora. Strujom od 480 V su pogonjena dva motor generatora od 25 kW postavljena u prednjem dijelu broda i jedan motor

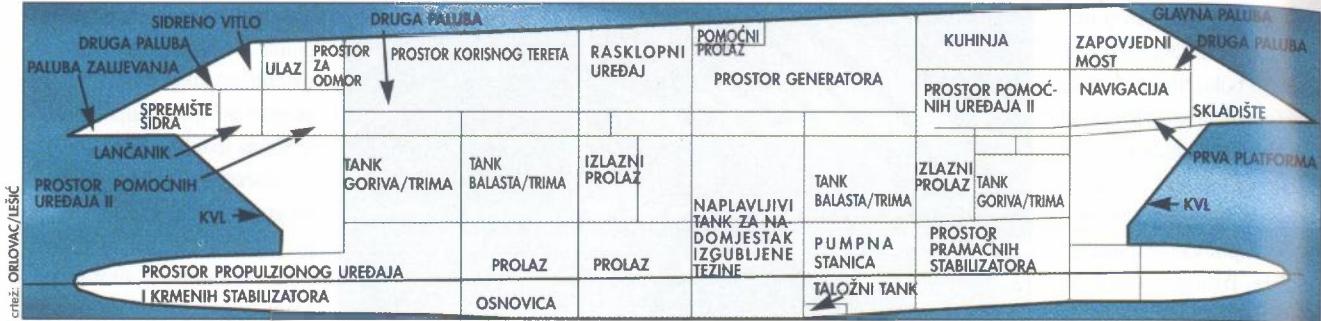
generator od 100 kW u stražnjem dijelu broda, a koji se koriste za dobivanje trofazne

### Raspored težina

Skupina težina	Masa (t)	Težiste težina po visini (m)	Težiste težina po duljini (m)
Struktura trupa	327,5	6,0	17,7
Propulzionalno postrojenje	19,5	1,8	36,4
Elektro postrojenje	41,9	8,7	15,7
Upravljanje i nadzor	9,3	7,6	9,8
Pomoći sustavi	62,0	4,7	18,5
Oprema i namještaj	20,5	6,8	13,4
Varijabilne težine	37,5	5,9	11,9
Kapacitet korisnog tereta	51,8	6,0	24,4
Ukupno	570,0	18,3	6,0

Propeleri su trokrilni, a uslijed ujednačenog pritjecanja vode propeleru, postignut je viso-

tačnost. Tablica: Denis LESIC



crtež: ORLOVAC/LESIC

struje 208/120 V potrebne za čišćenje broda. Motor generator od 100 kW se uglavnom ne koristi. Snagu transformiranu na 208/120 V trofazne struje potrebuju za rasvjetu i sve druge niskonaponske potrošače osigurava 480 voltni izlaz. Upravljač rasklopog uredaja, preko svog panela, upravlja svim rotirajućim uredajima i omogućava njihovo nadgledanje i kontrolu s mosta. U slučaju nužde, upravljač rasklopog uredaja može pokrenuti i upravljati diesel motorima, a može i upravljati svim rotirajućim uredajima uključujući i glavne diesel motore. Kao osiguranje, svaki uredaj, osim glavnih propulsioneih motorâ, ima mogućnost lokalnog upravljanja.

## POMOĆNI SUSTAVI

Pomoćni sustavi uključuju: sustav morske vode, sustav trima i balasta, sustav za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju, sustav pitke vode, sustav napajanja i prijenosa goriva, protupožarni sustav, drenažu i sustav hidraulike.

Sustav morske vode sastoji se od glavnog i pomoćnog sustava koji su provedeni kroz cijeli brod. Sustav morske vode osigurava vodu pod tlakom za potrebe protupožarnog sustava, hlađenja morskom vodom, balastiranje i drenaže u slučaju nužde.

Osigurane su četiri protupožarne pumpe smještene po dvije u svakoj pumpnoj stanicici. Hlađenje diesel generatora, propulzijskog postrojenja i pomoćnih strojeva istodobno se obavlja pomoću dvije pumpe. Sustavom pumpi upravlja se daljinski iz upravljačke stanice. Kapacitet sustava trima i balasta je 820 l/min (balastiranje) i 730 l/min (debalastiranje).

Sustavom grijanja, ventilacije i klimatizacije osigurana je klimatizacija svih prostora gdje je smještena elektronička oprema (zapovijedni most, prostor elektroničke navigacije/žiro-kompasa i rasklopnih uredaja), prostora za boravak ljudi i prostora korisnog tereta. Sustav ventilacije je podijeljen na tri

požarne zone, a iz kontrolne kabine kontrolira se svako povišenje temperature. Postoji 100% pričuva s četiri uredaja za rashlađivanje vode koja služi za sustav klimatizacije.

Proizvodnja pitke vode obavlja se u postrojenju za pitku vodu temeljenom na principu osmoze, a postoji i spremnik za 2000 litara vode koja se distribuiru u kuhinju i sanitarnu prostoriju.

Napajanje gorivom je učinjeno kroz poluautomatsku kontrolnu stanicu smještenu u kontrolnoj kabini. Gorivo se može premjestiti prema potrebi i iz bilo kojeg od četiri glavna spremnika, kao i dva servisna tanka smještena u prostoru diesel generatora. Sustav napajanja gorivom također može služiti i kod trimovanja broda.

Protupožarni sustav premašuje zahtjeve američke ratne mornarice i obalne straže. Daljinski upravljeni sustav Halona

Omogućeno je sidrenje i tegljenje broda pri brzini vjetra od 40 čvorova i morske struje od 2 čvora. Tegalj broda je moguć brzinom od 5 čvorova preko prednje bitve za vez.

## NADZOR I KONTROLA

Svi sustavi u brodu *Sea Shadow* su projektirani kako bi omogućili najviši stupanj korisnosti tako minimizirajući zahtjeve za ljudskim radom, uključujući posadu i osoblje za održavanje i operativnu podršku. Kako bi se podržali ti zahtjevi za automatizacijom broda *Sea Shadow*, na zapovijednom mostu su osigurani nadzor i kontrola svih sustava kako bi se omogućilo brodsko djelovanje s tri osobe u službi: kapetan/kormilar, navigator i glavni strojar.

U računarsko-informatički sustav koji pomaže pri radu posadi broda uključeni su:

- računalo za kontrolu i nadzor gibanja
- računalo za navigaciju
- Hiper-D računalo
- računalo za nadzor svih postrojenja broda
- računalo za upravljanje i kontrolu balasta i goriva

Za potrebe ispitivanja, produžene službe broda i sigurnosti uobičajno je da na brodu pored posade bude i pomoćno osoblje od 10 do 12 ljudi.

Zapovijedno-upravljački sustav razvijan je dvije godine i u vremenu u kojem je nastao bio je suvremen. No, sada je originalni procesor 8088 zamijenjen sa 486, a softver u asemblerском kodu i Fortranu dograđen je s programskim jezikom C++, čime je održavanje softwera postalo puno jednostavnije.

## Sustav za upravljanje brodom

Nadzor i kontrola gibanja obavlja se preko upravljačke konzole koja ujedno s navigacijskim kompjutorom služi i za upravljanje brodom. Putem posebnih modula, računar za kontrolu i nadzor gibanja osigurava ručno i automatsko vođenje broda u što je

### Primarna i sekundarna opterećenja

#### Primarna opterećenja

Najveći moment savijanja  
Najveći moment uvijanja  
Pritisak uslijed udara

**23.7 kNm**  
**13.0 kNm**  
**2.1 x 105 N/m<sup>2</sup>**

#### Sekundarna opterećenja

Hidrostatski tlak  
Hidrostatski tlak kod najvećeg poprečnog nagiba  
Hidrostatski tlak kod udara vala  
Opterećenje kod zaplijuskanja valova  
Površinski pritisak uslijed nailaženja valova  
Opterećenje za lomljenje leda debljine  
Opterećenja palube

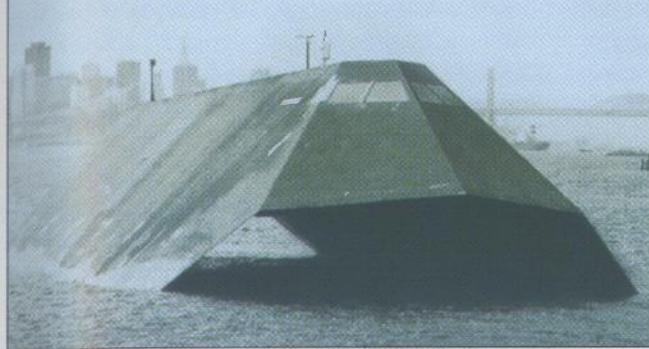
**0.7 x 105 N/m<sup>2</sup>**  
**1.1 x 105 N/m<sup>2</sup>**  
**365.00 N/m<sup>2</sup>**  
**730.00 N/m<sup>2</sup>**  
**100 čvorova**  
**15 cm**  
**70 - 210 N/m<sup>2</sup>**

tablica: Denis LESIC

spojen s lokalnim sustavom ventilacije, opremljen zvučnim i vizualnim alarmima ugrađen je u prostorima propulzije, pumpnim stanicama i prostoru diesel-generatora. CO<sub>2</sub> protupožarni aparati i aparati za gašenje požara prahom postavljeni su na za to prikladnim mjestima. Detektori dima, prevelike topline i ugljičnog monoksida postavljeni su duž cijelog broda.

Četiri drenažne stanice za nuždu, sve daljinski i lokalno upravljane, smještene su u donjim trupovima. Dodatni drenažni kapacitet je osiguran s prenosnim podvodnim pumpama smještenim uzduž cijelog broda.

## Ispitivanja stealth plovila Sea Shadow u zaljevu San Francisco



uključeno: smjer napredovanja, okretanje, pomorstvenost (posrtanje i valjanje) i brzina. Smjer napredovanja broda kontrolira se različitim kutevima nagiba stražnjih stabilizatora i pomoću različite kontrole propulzije. Različiti kutevi nagiba stražnjih stabilizatora osiguravaju dobru kontrolu smjera napredovanja broda pri nižim brzinama. Valjanje broda se kontrolira s različitim kutevima nagiba prednjih stabilizatora a posrtanje pomoću jednakih kuteva nagiba prednjih stabilizatora.

## Kontrolna kabina

Kontrolna kabina sadrži kompletan hardware i software za strojara koji će tu radići da bi mogao upravljati i nadgledati rad motora preko računala za nadzor svih postrojenja ("A" računalo) i računala za nadzor i upravljanje balastiranjem i trimovanjem ("B" računalo). Kontrolna kabina omogućava središnje nadgledanje i upravljanje brodskim postrojenjima i sustavima koji uključuju:

glavni protupožarni cjevod i hlađenje morskom vodom, rad diesel generatora, kaljužu i grotlu, drenaže u slučaju nužde, ulje za pomazivanje propulzije, sustav hidraulike, otpadno ulje, prebacivanje goriva, trimovanje i balastiranje morskom vodom, upravljanje vodonepropusnim vratima, sustav protupožarnog alarma, pokazivači stranja vanjskih ventila, kontrola oštećenja i izolacija, te sustav za bilježenje podataka

Kontrolne jedinice preko kojih se vrši daljinska kontrola sustava (RTU) smještene su po cijelom brodu. RTU sadrže: krute releje za upravljanje rotirajućim uređajima, ventilima i sl; signalne upravljače za upravljanje i digitalizaciju podataka o pritisku, tempera-

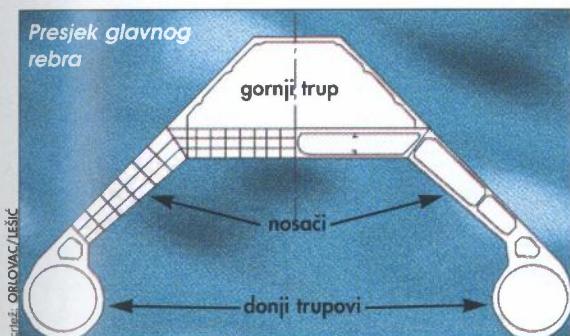
tu, razinama, brzini, položaju ventila i ostalih senzora, te mikroprocesor za komunikaciju s glavnim računalom u kontrolnoj kabini i lokalnim stalnim izvorima snage. Na primjer RTU broj 6 upravlja servo mehanizmima i izvještava o podatcima koje daju senzori u zadnjem kraju lijevog donjeg trupa, kako slijedi:

- glavni i pomoćni protupožarni cjevod (četiri upravljača ventilima, jedan senzor za mjerjenje tlaka)
- ulje za podmazivanje propulzije (dva upravljača pumpama, tri tlačna senzora, tri pokazivača razine, tri mjerača temperature)
- hidraulika (tri senzora za mjerjenje tlaka)
- drenažu u nuždi (dva ventila, jedan senzor za mjerjenje tlaka)
- kaljužu (četiri alarme)
- kontrola oštećenja (dva pokazivača)

Svim funkcijama koje su nadzirane i upravljane iz kontrolne kabine, moguće je upravljati i nadzirati ih, lokalno, preko sustava motornih upravljača, ručno upravljenih ventila, mjerača temperature ili tlaka i sl.

Strojar ima odličan pravodobni uvid u kontrolu nad svim postrojenjima i najbolju informaciju o trenutnim uvjetima spremnosti sustava. Razdoblje otkrivanja postojanja nekog problema u sustavu je u velikoj mjeri smanjeno omogućavanjem strojaru da svoj raspored postrojenja modificira nakon otkrivanja i izoliranja problema. Preko pohranjivača podataka zapis o svim sustavima se zadržava kako bi pomogao strojaru u planiranju budućeg djelovanja pri održavanju sustava i ostvarenju preventivnih zahtjeva održavanja, te određivanju modifikacija radi poboljšavanja djelovanja sustava. Pohranjeni se podatci također koriste za vježbu osoblja za rad na opremi uz različite radne uvjete koji bi se mogli očekivati pri eksplotaciji broda. Položaj kontrolne kabine na mostu omogućava dobru komunikaciju od postrojenja ka kormilaru i navigatoru te od kormilara i navigatorsa ka strojaru.

(nastavit će se)

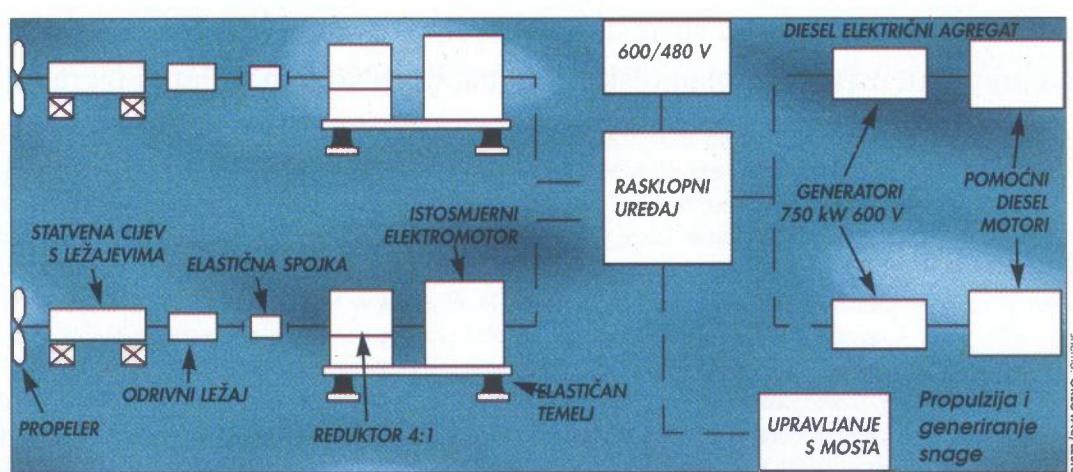


Sustav za kontrolu gibanja je vrlo pokretljiv u vođenju prednjih i stražnjih stabilizatora i propelera, a ima mogućnost da međusobno poveže sustave kroz računalo omogućujući optimalni ustroj pri ispreplitanju zahtjeva za smjer napredovanja broda i gibanja broda pri različitim uvjetima stanja mora, morskih struja i vjetra.

## Navigacijski sustav

Pomoću navigacijskog sustava, odnosno autopilota, omogućeno je slijedenje unaprijed utvrđenih putnih smjera i promjena kursa. Pri pojedinim ispitivanjima učinjeno je 18 promjena smjera napredovanja broda.

Svaki automats-



Shem: ORLOVAC/LESIC



Azteški kralj  
Motecuhzuma II.

površina (Indije i Sibira), ali i čitavih kontinenata poput Amerike i Indije od strane bijele rase. Znanstvena i tvarno-tehnička i tehnološka nadmoć bila je temeljna poluga koja je omogućila taj povijesni proces čiju zadnju fazu upravo proživljavamo na kraju XX. stoljeća.

Kao prva faza mogla bi se obuhvatiti svjetska povijest

**P**očetak velikih europskih prekomorskih izviđanja vezan je uz ime male europske monarhije - Portugala. Njezinim stopama ubrzano je krenula i Španjolska čime je počelo stvaranje Novog svijeta čiji nastanak, ali i kontinuitet i nasledujemo. Istraživačka putovanja s druge strane Atlantika, na Srednjem i Dalekom istoku dovela su do susreta s vrlo različitim narodima, rasama, vjerama i oblicima života. Rezultat tog procesa bila je ekspanzija Evropljana kao trgovaca, kolonizatora i osvajača, u mnoge krajeve drugih kontinenta. Time je otpočeo proces stvaranja Modernog svijeta što će se kao važna značajka provljeti kroz iduća stoljeća - osvajanje i porobljavanje golemih Zemljinih zemalja u Afriku, a kasnije i u Australiju. Također, u tom razdoblju došlo je i do prisilnog naseljavanja afričkih robova u Ameriku; stalni rast prelaska stanovništva iz Rusije preko Urala u Sibir; te snažno pritjecanje stanovništva iz Indije u istočnu i južnu Afriku te na karipsko otočje, i iz Kine u jugoistočnu Aziju. Najveće izmjene u strukturi stanovništva zbile su se u Americi gdje je domorodačko stanovništvo u mjeri do 90 posto zamijenjeno europskim i afričkim stanovništvom i pripadnicima miješanih rasa (mulati i mestici). Drugom fazom, kojom se na neki način i zatvara krug, označava se proces kolonijalnog izrabljivanja porobljenih naroda, ali i prihvatanje civilizacijskih stičevina (tehnike i znanosti) bijelog čovjeka, što će rezultirati duhovnim i političkim razvojem težeti ostvarenju političke i državne samostalnosti. I kako je sam proces nastanka Modernog ili Novog svijeta bio obilježen brutalnim vojnim pohodima ambicioznih osvajača, ništa manje brutalna, čak štoviše, nije bila i njihova želja da sliku tog i takvog svijeta sačuvaju. Ratne slike s kraja XX. stoljeća u kojem ostatak porobljenih i kolonizatorski izrabljivanih naroda žele ostvariti državnu samostalnost kako bi što ravнопravnije ušli u novi krug svjetskog procesa - ustroj novog međunarodnog poretkazoran su primjer završetka jednog civilizacijskog procesa započetog u početku 15. stoljeća iz okrila male portugalske monarhije.

### Svijet kao jedna cjelina

Naravno, prekomorska istraživanja nisu bila sama sebi svrha. Cilj (ne nov, ali po promišljanju ostvariviji i sveobuhvatniji, zahvaljujući napretku znanosti te razvoju tehnike i

# BILO GDJE I BILO KAD

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

Dolaskom u Novi svijet Španjolci će se susresti s brojnim izazovima. Od svih naroda koje će na svom osvajačkom putu susresti najborbeniji su bili Azteci. Kao takvi predstavljali su najveću prepreku uspostavi španjolske dominacije u Novom svijetu i izgradnji njezine moći

između 1500. i 1815. godine čija je temeljna značajka širenje europske civilizacije diljem zemaljske kugle. Sve do 1500. godine ondašnji poznati svijet bio je "stisnut" na prostoru europskog kontinenta što je prirodno težilo "prsnucu" i burnom izlaženju iz svog prostornoog, ali i civilizacijskog "balona" na sve strane svijeta. Godina 1775. mogla bi se označiti kao godina uspostave nove globalne ravnoteže i završetka I. faze tog procesa. Uspostava tadašnje globalne ravnoteže nastala je kao rezultat šest temeljnih interkontinentalnih migracija: iz Europe u Sjevernu, Središnju i Južnu Ameriku; iz Velike Britanije i drugih sjeverno Europskih

tehnologije, s obzirom na slične težnje iz razdoblja starog svijeta) je bio povijest zasebnih skupina naroda i njihovih civilizacijskih stičevina ujediniti u svjetsku povijest u liku ekonomičnog - "globalnog čovjeka". Izviđanje te ideje, utjelovljeno u likovima istražitelja Columba i Vasca da Game, kako ona ne bi ostala samo ideja, zahtjevalo je čovjeka posebnog profila koji će omogućiti njezino provođenje u djelu.

Nije se dugo čekalo. Čovjek avanturističkog duha Hernáno Cortés, podrijetlom iz ugledne španjolske plemićke obitelji, rodio se 1485. godine u siromašnoj i kli-

**Marijan PAVIĆIC**

matski surovoj regiji u Španjolskoj. Poslije završenog studija na univerzitetu u Salamanci, naoružavši se znanjem i okupivši oko sebe ljudе spremne da potraže svoju sreću, uputili su se putevima velikih istraživača-izvidnika u potrazi za Novim svijetom i ne sluteći da će njihovo putovanje i bitke koje će na tom putu voditi biti baš te koje će udariti temelje za izgradnju - tog (i ovakvog) Novog svijeta.

## Pred vratima Novog svijeta u znaku Španjolske

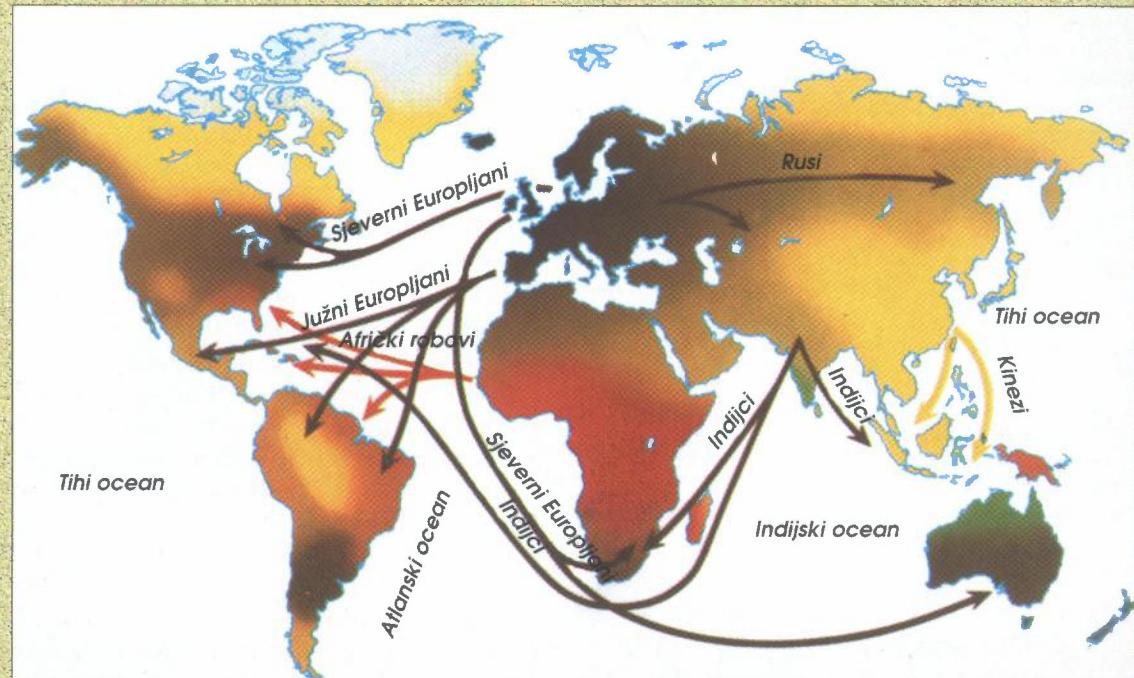
Za manje od pedeset godina od trenutka kad je izrađeno prvo uporiste u Novom svijetu Španjolci su bili na dobrom putu da prošire svoju nazočnost nad cijelim američkim kontinentom. Osim toga, goleme količine opljačkanog ali i iskopanog zlata i srebra koje su se mjerile u stotinama, čak tisućama tona projmjenile su iz temelja finansijsku ali i drugu strukturu Starog kontinenta. Procijenjeno je da je Cortés samo od Azteka opljačkao zlata u vrijednosti 6.300.000 milijardi dolara (procjena 1950. godine), te da se u sljedećem razdoblju od 40 godina, nakon njihove pobjede nad Aztecima u Tenochtitlani, doslo u posjed novih 100 tona zlata što je bilo dvostruko više od prethodnog iznosa (riječ je o količini koja je bila ravna onoj koju je cijela Europa imala u svom posjedu u tom dobu). U istom razdoblju 6785 tona srebra prevezeno je preko Atlantika završivši u Španjolskim riznicama. Španjolci su osim navedenih bogatstava u zlatu i srebru iz svoje Nove zemlje došli u posjed i drugih dragocjenosti: dragog kamenja, ulkrasa, umjetnickih predmeta, neobičnog a samim time i skupocjenog drveta, začina, hrane, skupocjenih krvna i na kraju i te kako značajnog i vrlo jednog ljudskog potencijala iz krila poraženih i porobljenih naroda. Sva ta bogatstva obilno su korištena u svim vidovima španjolskog života, ali još više u ratovima koji su se vodili na Starom kontinentu učinivši 16. stoljeće - stoljećem Španjolske.

## Aztečka civilizacija

Poput njihovih Toltečkih (Tolteci - indijanski narod iz pretkolumbovskog Meksika iz skupine Nahuatl) prethodnika koji su nadzirali većinu Meksika u 11. i 12. stoljeću indijansko plemе Aztēka na te prostore se naselilo sa sjevernih prostora američkog kontinenta, najvjerojatnije u početku 13. stoljeća, razarajući toltečki grad Tollān pokraj meksičkog grada Tule. U tom dosta konfuznom razdoblju, nastavljajući borbenu djelovanja i ulazeći u dubinu meksičkog teritorija, utocište našaže na blاتnom otoku na jezeru Texcoco, podigavši na njemu utvrđeno naselje

Tenochtitlán (današnji grad Meksiko). Okolne močvare su bile isušene sustavom kanala. Na umjetno stvorenom otoku podignuti su parkovi, sustavi kanala i nasipa. Ubroz su potčinili i ostala indijanska plemena, dok im se ostala pridružuju kao saveznici. Aztēčka strategija bila je genijalno zamisljena, a kao takva u krajnjem slučaju i vrlo jednostavna. Vojne saveze stvaraju sa svojim moćnjim susjedima u gradovima Texcoco i Tacuba i pokreću ratove protiv manjih plemenskih skupina, ali i svojih bivših saveznika u kasnijem razdoblju u skladu s političkim interesima koji su se prilagodavali stvarnoj situaciji. Ta politika bila je iznimno uspješna za vrijeme velikog monarha Motecuhzoma I., tako da su na taj način uspjeli da pod svoj nadzor stave najveći dio Meksika i počnu s prodorima na teritorij Maya koje su sve više poniskivali u džunglu.

Obrazovanjem države, počinju s ustrojavanjem vojske i sudstva, a u političkom smislu izdižu se na višu razinu djelovanja, s obzirom na ostala plemena koja su bila na nižem stupnju političkog razvoja. Osim navedenog, intenzivno razvijaju trgovinu, obrt i građevinarstvo, podizaju mnogobrojna naselja i hramove. Stanovništvo je bilo podijeljeno na ratnike, svećenike, trgovce te zemljoradnike i obrtnike, dok se na čelu države nalazio veliki monarh, koji je imao absolutnu vlast. Iznimna pozornost pridavala se ustroju



vojske. Aztēčku vojsku sačinjavala je trostruka alijansa (građevi Tenochtitlán, Texcoco i Tacuba) koja je često vodila ratove sa ciljem došaska u posjed zarobljenika koje su kao žrtvu prinosili svojem bogu rata Huitzilopochtli. Od naoružanja su posjedovali lukove i strijele te kopla s vrhom od kamenja, kosti ili bakra. Taktika borbenog djelovanja bila je vrlo jednostavna: napadajući su izvodili uz pjesmu i uvike, a povlačili su se pod zaštitom zasjede, pri čemu su i ofenzivna i defenzivna djelovanja izvodili pješke jer nisu poznavali konje. Visoki stupanj razvoja civilizacijskih odnosa uzrokovao je samozadovoljstvo i bizarna promišljanja u obrambenoj politici. Tako je za vrijeme vladavine velikog monarha Motecuhzoma I. u razdoblju 1440.-1468. godine uveden pojam ograničenog rata poznat i kao Xochiyaoyotl ili "Cvjetni rat". U stvarnosti je predstavljao ceremonijalnu borbu, moglo bi se reći, neku vrstu obreda - slično europ-

**Zemljovid prikazuje šest glavnih interkontinentalnih migracija kojima je u razdoblju od 1500. do 1775. godine došlo do fundamentalnih promjena u svijetu**

skim viteškim igrama na konjima - omogućujući ratnicima da na taj način postignu ugled, utjecaj i mjesto u vojnoj hijerarhiji, i da demonstriraju svoju vještina zarobljavanja ali ne i ubijanja neprijateljskih vojnika u borbi. Zarobljenici stečeni nakon borbe bivaju zahvalni svojim zarobljivačima kao "počasnim očevima", čija se posljednja odgovornost ogledala u tome da ih dovedu u Tenochtitlán. Poslije ceremonije podnošenja žrtve, ratniku koji je bio najuspješniji u zarobljavanju protivničkih vojnika dopustilo se, ili preciznije rečeno, bio je počašćen, jesti izabrane dijelove mesa svog neprijatelja, pri čemu se vjerovalo da iz njega dobiva snagu i odvažnost. U jednom takvom "Cvjetnom ratu" između Azteka i pripadnika plemena Tlaxcala, veliki

monarh Motecuhzoma II, poveo je u borbu više od 100.000 vojnika u sastavu Trostrukih alijanša i pretrpio je poraz.

Dolaskom u Novi svijet Španjolci će se susresti s brojnim izazovima. Od svih naroda koje će na svom osvajačkom putu susresti najborbeniji su bili Azteci. Kao takvi predstavljali su najveću препрекu uspostavi španjolske dominacije u Novom svijetu i izgradnji njezine moći. U stvarnosti stjecajem sretnih okolnosti Cortés si je osigurao relativno lako ovladavanje azteškim carstvom u cijelosti. O čemu je riječ? Premda su Azteci po stupnju tehnološkog razvoja pripadali razdoblju kamenog doba (nisu poznivali kotač tj. kotačne mehanizme) Azteci su uspjeli razviti visoki stupanj civilizacije koji je po svojim razinjerima bio zapanjujući. Njihova prijestolnica spadala je u najveći i najlepši grad tadašnjeg svijeta. Civilizacijski razvod je bio očit. Azteška religija temeljila se na prinošenju ljudske žrtve. Njihov bog Huitzilopochtli zahtijevao je neprekidno opskrbljivanje ljudskim srcima koja su bila vadena iz žrtve na velikoj azteškoj kamenoj piramidi. Iz tog razloga Azteci su neprekidno bili u ratu sa svojim susjedima, čime su se opskrbljivali zarobljenicima koji su bili prinošeni kao žrtve njihovim bogovima, vjerujući u neprekidnost trajanja ljudske zajednice i nužnosti hranjenja sunca i zemlje ljudskom krvju i srcima. Nesklonost ubijanja protivnika na bojnom polju u konačnici je omogućila da se mnogi Španjolci spase i na taj način prežive što je za njih bio "dat božji" s obzirom na njihov mali broj.

Još jedna od zanimljivosti vezana je uz proročanstvo da je jedan od njihovih bogova - prvobitni Tolteški bog Quetzalcoatl - koji se suprotstavio prinošenju ljudskih žrtava bio protjeran od drugih bogova i morao otploviti prema istoku. Tvrdilo se da će se on jednog dana, što su Azteci označili prvom godinom u svom kalendaru, vratiti. To isčekivanje ponavljalo se svakih 52 godine. Vjerovanje je bilo toliko snažno da su Azteci postojali puni stotinu godina, približavajući datum povratak proglašenog osvetničkog boga Quetzalcoata koji je svojim povratak trebao kazniti azteški narod. Slučaj je htio da Quetzalcoatl bude nacrtan s bijelim licem, obučen u crnu odjeću s perjem u kapi. Sljedeća prva godina azteškog kalendara bila je 1519. godine. Te godine baš na pretkazani dan - 22. travnja - Španjolac Hernán Cortés, izučen, i ne znajući za azteško proročanstvo (prema pisanju španjolskih povjesničara), u stilu Quetzalcoata, stupa (s istočne strane Atlantskog oceana) na meksičku obalu u Vera Cruzu. S njim pri iskrcavanju je bila Tabascan Indijanka imenom Malinche ili Dona Marina koja je govorila nahuatl, azteškim jezikom i služila kao savjetnik i prevoditelj ekspedicije. Cortés je također sa sobom u Novu zemlju doveo i 550 španjolskih vojnika naoružanih kopljima, samostrelima, arkebusama, kao i sa 16 konjanika, te čoporom žestokih pasa namijenjenih za lov na jelene. Kad su Azteci vidjeli taj skup ljudi i njima nepoznatih životinja na obali bili su zaprepašteni, čak prestrašeni, pretpostavivši da je Cortés njihov otjerani bog Quetzalcoatl koji se napokon vratio da ih kazni. U svom promišljanju nisu bili daleko od istine. Španjolski konji zaprepastili su Azteke (u to vrijeme u cijeloj Americi nije bilo konja), stvarajući kod njih utisak da je čovjek spomen s konjem i da kao takav predstavlja posebnu životinsku vrstu. S druge strane i Azteci su imali pse, s tim da su njihovi bili maleni rastom i služili su za jelo dok su španjolski lovački psi bili veliki i krvoločnog izgleda. Naravno, Španjolcima nisu služili kao hrana već kao vjerno ali i užasavajuće oružje za napadnutu žrtvu. Protiv Azteka naoružanih drvenim mačevima Španjolci su suprotstavili mačeve, kopla, oklop, sve napravljeno od čeliča, dok je njihovo paljbeno oružje (topovi i arkebuze) činilo (osim sličnosti s njihovim otjeranim bogom) od Cortesa božanstvo. Kad su se izaslanici azteškog vode Motecuhzoma II susreli s Cortésem oni su mu izručili darove svojeg vode, uključujući i golemi disk "sunca", veličine kotača i napravljen od čistog zlata. Zlato je bilo sve ono što su Španjolci željeli vidjeti, potvrđujući na taj način istinitost priča da se tu nalazi nešlučeno izobilje bogatstva o kojem se pričalo "kući". Azteci su očekivali da će zlatom ublažiti srdžbu svog otieranog boga, nadajući se da će "bog" uzeti poklone i otici, ostavljajući ih na miru. Sjaj ponuđenog zlata izazvao je sasvim suprotan učinak (ta Cortés je bio samo čovjek). U onome što će uskoro uslijediti sjaj poklonjenog zlata biti će njihova zla kob ili ono što će uništiti azteški narod i njegovu civilizaciju. Ušišen onim što je vidoio Cortés je napisao sljedeću poruku kralju Charlesu V. u Španjolsku: "Namjeravam krenuti dalje i susresti se s njihovim vladarom (Motecuhzom) ma gdje se nalazio, te uvjeriti ga, a ako ne bude islo čak i ubiti ga ili dovesti u okovima, ako se odbije pokoriti vašem kraljevskom veličanstvu."

Na putu prema azteškoj prijestolnici Cortésove invazijske snage su usle u moćnu državu Tlaxcala gdje su bili

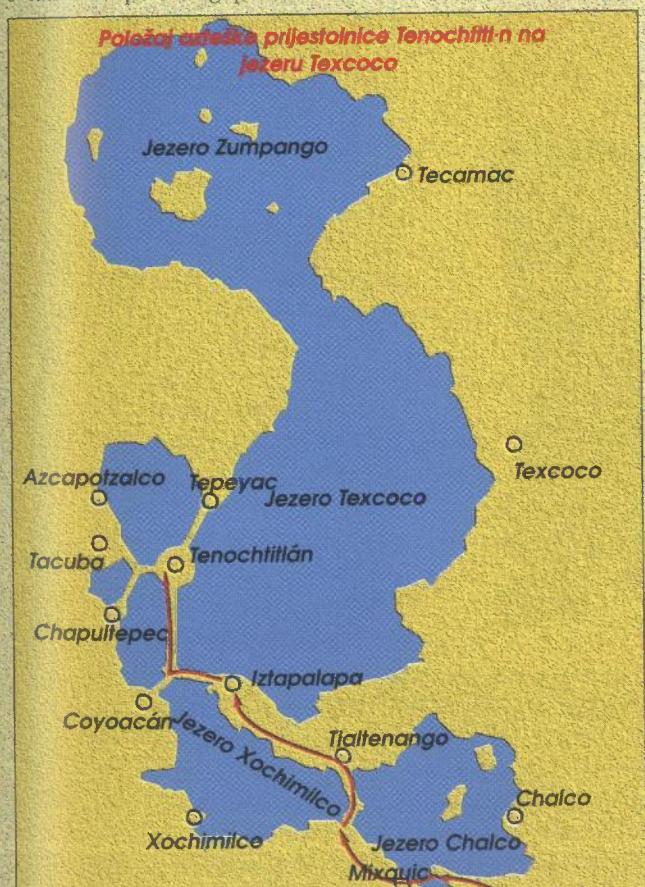
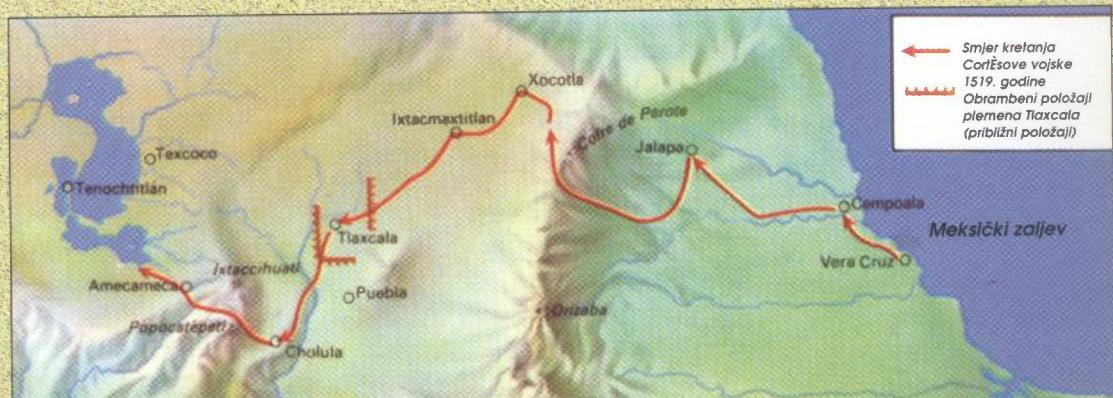


**Španjolski osvajač  
Hernán Cortés**

(nisu poznivali kotač tj. kotačne mehanizme) Azteci su uspjeli razviti visoki stupanj civilizacije koji je po svojim razinjerima bio zapanjujući. Njihova prijestolnica spadala je u najveći i najlepši grad tadašnjeg svijeta. Civilizacijski razvod je bio očit. Azteška religija temeljila se na prinošenju ljudske žrtve. Njihov bog Huitzilopochtli zahtijevao je neprekidno opskrbljivanje ljudskim srcima koja su bila vadena iz žrtve na velikoj azteškoj kamenoj piramidi. Iz tog razloga Azteci su neprekidno bili u ratu sa svojim susjedima, čime su se opskrbljivali zarobljenicima koji su bili prinošeni kao žrtve njihovim bogovima, vjerujući u neprekidnost trajanja ljudske zajednice i nužnosti hranjenja sunca i zemlje ljudskom krvju i srcima. Nesklonost ubijanja protivnika na bojnom polju u konačnici je omogućila da se mnogi Španjolci spase i na taj način prežive što je za

napadnuti od strane njezine vojske pri čemu su se Indijanci po prvi put imali prigodu upoznati s evropskom taknikom i oružjem. Indijanci su u odnosu na Španjolce bili mnogobrojniji, tj. odnos je bio 50:1. No bez obzira na krajnje nepovoljan odnos snaga u ljudstvu Cortés je postigao kvalitativnu nadmoćnost, a time i pobjedu zahvaljujući svom topništvu koje je svojim paljenjem djelevojnjem užasnuo domorodačko stanovništvo te svojim konjanistvom naoružanim kopljima sa čeličnim vrhom za koje Tlaxcale nisu imale odgovarajuću zaštitu. Pobjedjenima nije preostalo ništa drugo do služiti Cortésu u borbi protiv Azteka. Kad je Cortés doprio do Cholule, Motecuhzomini državni službenici pokušali su ga otroviti nastojeci na taj način onemogućiti njegovo daljnje napredovanje. Za odmazdu Cortés je na čelu sa svojom vojskom izvršio masakr nad stanovništvom grada Cholula. Napokon stigavši u prijestolnicu Azteka, grad Tenochtitlán, Cortés je u prvoj godini svog nastupanja nastojao ostvariti prijateljske odnose s Motecuhzomom. U grad je ušao u studenom 1519. godine s ratnicima poraženog plemena

izvršili pokolj indijanskog stanovništva, na što su Azteci odgovorili napadom na Španjolce i njihove saveznike. Za to vrijeme Cortés je Narvázea svladao u Cempoli, pri čemu su mnogi ratnici prebjegli Cortesu, što mu je u koncu omogućilo da se s pojačanjem vrati u Tenochtitlán. Aztešku prijestolnicu zatekao je u vremenu, no ipak se uspio probiti do ostavljenih sunarodnjaka. Kako se ustanak sve više i više širio, Motecuhzoma je čak pokušao umiriti narod, no to mu nije posloš za rukom. Stoviše, sunarodnjaci su ga pogodili kamenom i ubili, a za svog novog vođu izabrali snažnog i odlučnog ratnika, Cuauhtémocu. Cortés i njegovi ljudi bili su opsedani i neprekidno napadani u Tenochtitlán, a 30.



Tlaxcala i sa svojih 400 Španjolaca. Nije samo Cortés inzistirao na prijateljskim odnosima, već je i Motecuhzoma iskazao prividnu naklonost koja ipak nije mogla prikriti da se došljacima priprema otpor koji su organizirali i među narodom podgrijavali njegovi svecenici. Kad je Cortés saznao da se iskricala druga, mnogo jača vojna sila koja bi mogla ugroziti njegovo osvajanje, morao se ostavivši posadu u gradu, povuci kako bi se suprotstavio svom rivalu Pánfilou de Narvázeu. Za to vrijeme njegovi vojnici su u Tenochtitlán

lipnja 1520. godine uspjeli su probiti obrub oko grada (u povijesti je to poznato kao povlačenje Španjolaca uz velike gubitke - *La noche Triste* /tužna noć/) jednim od nasipa koji je spajao taj otoci grad s kopnom. Dolaskom na obalu jezera poraženi Španjolci su se uspjeli probiti do savezničke Tlaxcale. Pri povlačenju cijelo vrijeme su ih napadali na stotine aztečkih ratnika. Oko polovice španjolskih snaga bilo je zarobljeno i žrtvovano, a njihove lubanje i lubanje njihovih konja bile su položene u veliku grobnicu lubanja na glavnom trgu Tenochtitlán. Cortés je tom prigodom za dlaku spasio golji život.

Pri daljnjem povlačenju prema savezničkoj Tlaxali, Cortés se poslije nekoliko dana našao u ravničari kod mjesta Otumbe, nekih 28 km sjeverno-istočno od Tenochtitlán gdje se 8. srpnja 1520. godine odigrala jedna od najznačajnijih bitaka između španjolskih konkvistadora i Azteka. Kod Otumbe pred Cortésom se našla neuređena i zbijena aztečka vojska, od možda nekoliko desetaka tisuća ratnika. Na prvi pogled za Cortésa je to bila bezizlazna situacija. No i tako bezizlazna situacija zahtijevala je djelovanje. Brzo se pribrao i kako bi izbjegao moguce opkoljavanje, razvukao je svoje pješaštvo po širini fronte, a na krila je postavio po deset konjanika. U namjeri da izazove pomutnju u protivničkim redovima svojim ljudima je zapovjedio da prije svega napadaju njihove poglavice koji su se svojim izgledom i pratrnjom odvajali od ostalih ratnika. Značajnu, ako-ne presudnu ulogu odigralo je malobrojno konjanstvo koje je djelovalo kao čimbenik iznenadenja na aztečke ratnike koji ih prije nisu imali prigodu vidjeti, unoseći u prvom napadaju pravu pomutnju u njihove prednje redove. Pritisnuti s leđa gusto nabijenom vlastitom masom u pokretu, a sa čela Španjolcima, Azteci nisu bili u stanju učinkovito djelovati. No bez obzira na sve, Španjolci

**Španjolska invazija u Meksiku 1519.-1520. godine.** Na zemljovidu je prikazan smjer kretanja Cortésove vojske prilikom osvajanja Meksika. Invazija za polazišnu točku ima Vera Cruz, prvi španjolski grad u Novom svijetu; Cempoala čija je zadaća bila potaknuti pobunu protiv Meksika; Tlaxcala, područje Cortésovih glavnih saveznika i Tenochtitlán aztečka prijestolnica smještena na jezeru Texcoco.

su se vrlo brzo našli opkoljeni sa svih strana. U tom nimalo zavidnom položaju Cortés je pred sobom opazio glavnog aztečkog zapovednika, okruženog brojnim plemstvom. U općem kaosu Cortés se s nekoliko konjanika probio do njega i usmratio ga. Smrt aztečkog zapovednika izazvala je nered među aztečkim ratnicima što se ubrzo pretvorilo u opće rasulo i bijeg. Bitkom kod Otumbe Španjolci su ostvarili svoju najveću pobedu u Novom svijetu koja će im u konačnici omogućiti osvajanje države Azteka.

Izvojevavši pobedu kod Otumbe Cortés se počeo pripremati za konačno osvajanje aztečke prijestolnice i samim tim i za ustoličenje španjolske vlasti u Meksiku, jednom zauvijek. Pripreme pred predstojeću bitku obuhvatile su popunu svježim i odmornim postrojbama pristiglim iz Španjolske, te pripremu flore malih brigantina čija je zadaća trebala biti nadzor jezera pri napadaju na grad. Tijekom travnja 1521. godine iz Španjolske je kao pojačanje pristiglo 86 konjanika, 118 vojnika naoružanih samostrelima i arkebuzama, 700 vojnika naoružanih mačevima i kopljima te 18 topničkih oružja. Osim navedenog Španjolci su u svom sastavu imali 75.000 vojnika iz sastava savezničke Tlaxcale.

Nasuprot njega svrstala se krema aztečke vojne moći naoružana, u doslovnom smislu, oružjem temeljenom na tehnologiji kamenog doba. Bez obzira na brojčanu snagu koja je iznosila oko 250.000 aztečkih ratnika njihova svakolika moć bila je vrlo upitna. Samo jedan manji broj Azteka bio je naoružan lukovima čija je učinkovitost bila upitna nasuprot španjolskom oklopu.

Uz pobjedničke poklike i kakofoniju domoračkih instrumenata Cortés je pokretanjem svojih brigantina počeo napadati na Tenochtitlán. Svoje snage Cortés je podijelio u tri napadajne sekcije: njegov zamjenik Pedro de Alvarado pod svoje zapovedništvo stavio je 30 konjanika, 18 vojnika naoružanih samostrelima, 150 pješaka i 25.000 pripadnika plemena Tlaxcala i počeo nastupati niz cestu po nasipu iz Tacube na sjeverno-zapadnom dijelu jezera prema Tenochtitlán; Cristobál de Olid s 33 konjanika, 18 vojnika naoružana samostrelima, 150 pješaka i 25.000 pripadnika plemena Tlaxcala napredovalo je nasipom iz Coyocane na jugozapadnom dijelu jezera dok je Gonzalo de Sandoval s 24 konjanika, četiri vojnika naoružana arkebuzama, 13 vojnika naoružanih

samostrelima, 150 pješaka i 30.000 Indijanaca nastupao nasipom iz Itzapalapa na južnom dijelu jezera. Pod svojim zapovedništvom Cortés je imao flotu brigantina na kojima se našao ostatak španjolskih vojnika naoružanih samostrelima i arkebuzama. Mora se primjetiti da je to bila vrlo pomno planirana operacija, u kojoj se ozbiljno razmotrla i uvažila aztečka brojčana nadmoć ali i slabosti. U tom smislu Cortés je čak ostavio jedan nasip slobodan kako bi Azteci imali slobodan put za bijeg čime bi se izbjegla mogućnost da se bore do smrti - do zadnjeg čovjeka. Bez obzira na pretpostavljenu mogućnost i s taktičkog motrišta ispravno promišljenu i ponudenu opciju malo je aztečkih ratnika odabralo taj put za bijeg, velika većina je radije odlučila umrijeti sa svojim gradom.

Na početku napadaj Alvarado i Olid uništili su sustav vodovoda za opskrbu grada pitkom vodom. Azteci su im se svetili na zaista neobičan način udarajući Španjolce rukama, nogama i glavama zarobljenika koje su žrtvovali svojim bogovima te vršitavo odasiljali svoje poruke prijetnje: "Razbojnici, vaša krv će utaziti žed naših bogova i bit će tako pijani od nje da će pri hodu vijugati poput zmaja". Azteci su tijekom opsade i napada na grad priredivali prave horor scene kao vrstu psihološkog oružja usmjerenog prema Španjolcima kako bi ih odvratili da odustanu od opsade grada.

Kad su se Cortésovi brigantini pojavili na jezeru Azteci su ih napali s više od 500 kanua, ali paljbenu moć Španjolaca bila je odveć snažna za krhke indijanske čamce. U-vijevši da se ne mogu suprotstaviti, njima nepoznatom oružju, Azteci su s još većom dosjetljivošću pristupili obrani, zabijajući kolčeve različitih veličina u plićim dijelovima jezera pokušavajući na taj način držati brigantine dalje od nasipa i na taj način onemogućiti Cortésu da što učinkovitije pruži paljbenu potporu svojim postrojbama koje su nastupale nasipom. Drugi su se za to vrijeme pokušavali plivanjem približiti plovilima i izvršiti prepadna djelovanja penjući se na plovilima. No moć i učinkovitost nepoznatog oružja bila je moćnija od njihove želje da se svim srcem i žarom suprotstave osvajajući.

Do 9. lipnja Alvarado ostvaruje značajniji napredak u nastupanju nasipom na svom smjeru djelovanja. Gotovo svakih 350 metara Španjolci su morali popunjavati rupe na nasipu nastale rušenjem mostova. Bio je to naporan posao koji je značajno smanjivao dinamiku borbenog djelovanja španjolskih postrojbi.



**Aztečki žrtveni nož dug  
32 cm izrađen od  
mlječnog kamenja s  
drškom u obliku ratnika  
preuštenog u orla  
(quauhltli)**

Ono što bi Španjolci napravili tijekom dana Azteci su rušili noću. Borba između Španjolaca i Azteka na nasipima bila je iznimno teška i okrutna i Azteci su bili potiskivani prema gradu tako reći korak po korak. Isto tako Cortés je němilosrdno uništavao svaku kuću na koju bi naišao koristeći njezino tvorivo kako bi popunio rupe na nasipima, dok su njegovi brigantini sve svoje napore usmjerili, jureći jezerom, na uništavanje aztečkih kanua pri čemu su zarobljeni aztečki ratnici vješali na jarbole svojih plovila. Bila je to strašna i žestoka bitka, nimalo slična ni jednoj koju su do tada Azteci vodili. Navikli na "Cvjetni rat", u kojem su vojnici protivničke strane zarobljavani, tј. protivnički vojnik se nije ubijao na bojištu u žaru bitke - ostavljen je na životu kako bi se žrtvovao njihovim bogovima - Azteci nisu mogli razumjeti rušiteljski i uništavački rat španjolskih plaćenika kroz koji se provlačila crta istrebljenja i svakog zatiranja. U konačnici, neumoljiva logika rata nametnula se prosudbama moralne prirode, nedopuštajući namatanje nikakvih pravila recimo ravnopravne borbe i eventualno "predaha" kako bi se suprotna strana pripremila za ravnopravniju bitku, uzrokujući uništenjem jedne civilizacije. No, ni Azteci se nisu pokazali slabim učenicima, pokazujući da i oni mogu brzo učiti. Stoviše, ta je njihova mržnja prema Cortésu i njegovim ljudima zarobljenim tijekom bitke bila "bogato" demonstrirana. Španjolci su sa zebnjom i strahom osluškivali zvukove njihovih goleih žrtvenih bubnjeva. Psihološki učinak je bio toliki da ih je jednostavno obuzimala jeza i cvakot zubima popraćeno nekontroliranim ponašanjem kad god bi čuli zlokobne zvukove tih bubnjeva, znajući da je netko od njihovih zarobljenih prijatelja u tom trenutku bio žrtvovan na žrtvenom kamenu i da je njegovo još živo srce istrgnuto iz grudnog koša bilo u rukama kravoj-potamnjelih žrtvenih svećenika. Bernal Diaz ostavio nam je dosta zoran opis svih faza podnošenja žrtve.

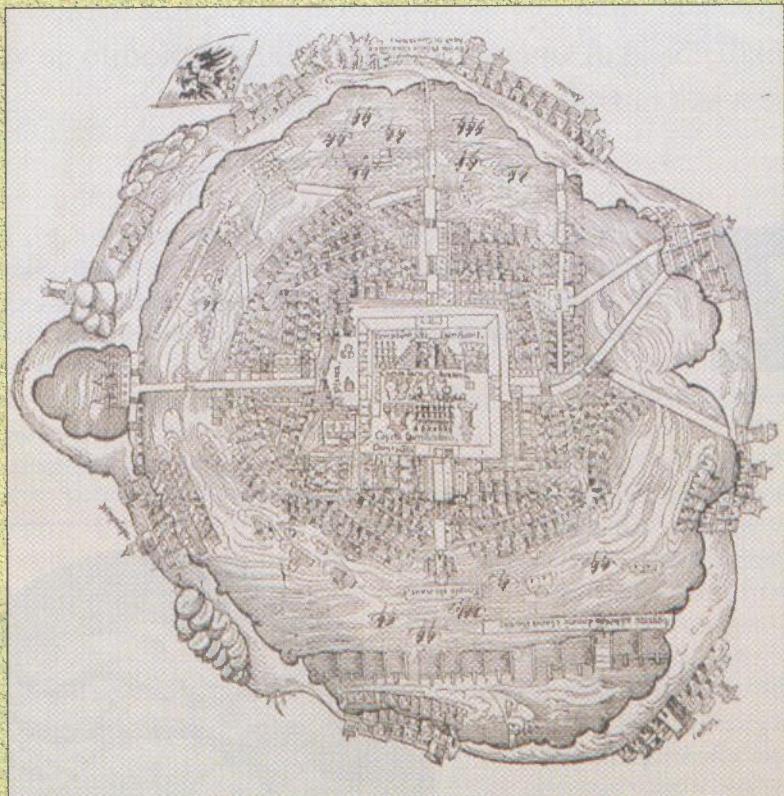
Tijekom jedne prigode Azteci su vještim postavljanjem zasjede uspjeli zarobiti Cortésa. Mnogi od njegovih ljudi bili su ubijeni ili zarobljeni. Cortésa je spasio Christobal de Oledo odsjekavši ruku aztečkog poglavice koji je Cortésa vukao prema kanuu. Nakon toga Azteci su bacali španjolske glave na španjolskog vođu, proklinjući ga i vičući da će pogubiti njegovu pratilju Donu Marinu. Uz sve to Cortés je ostao odlučan i nepokolebljiv. Korak po korak je napredovao sa svojom vojskom razarajući grad i zbijajući sve manji i manji broj ostalih branitelja, na mali dio prostora u samom središtu Tenochtitlana. Mnogi od aztečkih ratnika bili su već iscrpljeni i slomljeni gladi tako da su izgledali poput živih kostura. No bez obzira na sve u njihovim je očima još gorio plamen bitke u čijem su nesmanjenom žaru i umirali. Na tisuće je ljudi ležalo po ulicama Tenochtitlana umirući od gladi i bolesti, posebice od velikih boginja kojima su bili zaraženi od Španjolaca (Azteci jednostavno nisu bili otporni na niz bolesti koje su vladale Starim kontinentom), koja je sve više uzimala maha. Bez odgovarajuće kanalizacije grad je izgledao stravično s tjelesima koja su se raspadala na ulicama, nemajući nikoga da ih pokopa.

Dok se gusi dim podizao iz različitih dijelova grada

španjolski osvajači ulazili su u tri kolone, paleći sve pred sobom na putu prema središtu, približavajući se napokon svom cilju - velikoj tržnici u središtu grada.

Dan za danom, saveznički vojnici iz Tlaxcale odvodili su na tisuće i tisuće zarobljenika. Cortés je zapisao da je jednog dana broj odvedenih zarobljenika iznosio 12.000, drugog dana 40.000... Bile su to užasne scene da je čak i Cortés koji je bio "tvrd" srca popustio i pokušao nagovoriti tamošnjeg kralja Cuauhtémoca da se predra. No kralj je prijetio smrcu svakome tko je i pomislio na predaju. Tako reći cijeli grad je bio već u rukama Španjolaca. Cuauhtémoc je spas pokušao naći u bijegu kanuom, no nije mu uspjelo. Kad je napokon uhvatan, Cortés ga je podvrgnuo mučenju kako bi otkrio mjesto na kojem su bile sakrivene goleme količine zlata.

Završni Cortésov napadaj uslijedio je 13. kolovoza 1521. godine na nekolicinu branitelja koji se nisu željeli



predati, nakon čega je grad pao u njegove ruke, a Azteci u cijelosti poraženi a grad razoren.

Cortés po okončanju bitke počinje s utvrđivanjem zauzetih područja izgradnjom snažnih uporišta na kojima se masovno koristi indijanska radna snaga. Španjolski dvor ga u listopadu 1522. godine priznaje kao guvernera "Nove Španjolske (Nueva Espana). Potkraj 1527. godine vraca se u Španjolsku" gdje je dočekan s najvećim počastima. Nakon sedam godina iznova se vraća u Meksiko odakle će se napokon vratiti 1537. godine.

U idućem razdoblju iz Tenochtitlana su kao središta potkraljevine Nove Španjolske polazili na sve strane izvidnički pohodi. Izvidnice nisu prodirale samo u područja visokih kultura na jugu nego i duboko u teritorij Sjeverne Amerike. Polazeći iz Meksika, Alvarado je 1524. i 1525. godine pokorio Maje na gvatemalskoj granici, ali Yucatánski Maje, podijeljeni u 18 država pružili su konkvisadorima ogorčeni otpor u razdoblju 1528. do 1547. godine.

(nastaviti će se)

Izrada ovog plana aztečke prijestolnice pripisuje se Cortésu. Na njemu je prikazana rezidencija vladara i grad okružen sustavom nasipa. Crtež je prvi put objavljen 1524. godine

# *Bitka protiv* "KRALJA KRALJEVA"

(II. dio)

Temperament ratnika išao je usporedno s talentom i staloženošću vojskovođe. Nadalje, za Aleksandra Makedonskog važilo je pravilo kojeg se dosljedno držao, a očitovalo se u sljedećem - nikad se ne odavati trenutačnim uspjesima koji bi mogli ugroziti cjelovitost zamisli. Svakoj operaciji ili pohodu prethodilo je studiozno izgrađivanje strategijskih preduvjeta nužnih za uspjeh pothvata

**Marijan PAVIĆIĆ**

**Z**ajednička osobina svih carstava iz razdoblja Aleksandra Makedonskog bila je viši stupanj spoznaje da će njihov opstanak ovisiti o stupnju tehničko-tehnološke superiornosti koji će omogućiti što učinkovitije suprotstavljanje tadašnjoj prijetnji - najezdi nomadskih naroda, ali i kao moćan instrument koji će omogućiti njihovo širenje. U

perzijskom carstvu vještina ovladavanja tehnologijom obradbe metala, uzgojem različitih pasmina konja (konji za rad, borbu) osiguralo je temelje za očuvanje, ali isto tako i za širenje carstva. Nije dovoljno samo reći ovladati izvjesnom tehnologijom, nužno ju je imati kao monopol koji omogućuje probitak, u konkretnom vojnom djelovanju kao nepoznanicu za protivnika, a samim time i čimbenik iznenadenja. Čimbenici koji su omogućili preživljavanje carstava, osim učinkovite vojne sile i diplomacije, obuhvačali su i visoko učinkoviti unutrašnjopolitički sustav koji se ogledao u sigurnosnom mehanizmu, jedinstvenom zakonu za čitavo carstvo, poreznom sustavu, stabilnoj valuti i učinkovitoj poštanskoj službi koja je podrazumijevala razgranatu cestovnu mrežu (ali i ostale komunikacijske čimbenike kao npr. luke, mostove, plovne kanale) diljem carstva. Sličnu logiku razvoja slijedila je i u kineskom carstvu te Indiji.

Iznimni vojni pohod Aleksandra Velikog, čak prvi takve vrste, po svojim značajkama, (uzrokovao je nesagledive posljedice za daljnji razvoj civilizacije) rezultirajući osvajanjem

Perzijskog carstva i otvaranjem puta za Indiju. Aleksandrov otac, Filip II. Makedonski, stavljanjem Grčke pod svoju vlast, počinje sanjati svoj prvi veliki san - pobjedu nad Darijem III. Kodomanom i rušenje Perzijskog carstva. Nesretnim ili planiranim slučajem (atentatom) prekida se san Filipa II., kojeg će ostvariti njegov sin, 20-to godišnji novi makedonski kralj - Aleksandar Veliki.

vladarem svojeg naroda. No, to nije bilo dovoljno. Isto tako već od rane mladosti kao što je iz bitaka svog oca crpio znanje o vještini ratovanja tako je već od rane mladosti kao Aristotelov učenik od njega naučio koristiti, ali i cijeniti spoznaju - znanje je moć. Već kao mladi učenik vrlo brzo je spoznao značenje znanstvenog zapažanja. Njegov istraživački duh, podgrijavan Homerovim legendama protkanim

drevnim putovanjima i vojnim pohodima okrunjenim pobjadama i slavom, želio je oponašati budući car. Sva velika istraživanja omogućila je opsjednutost nečim što je samo u maštanju dohvatljivo. Njegova zemaljska težnja za stvaranjem svjetskog carstva bila je neprekidno u sjeni još jednog nauka kojeg je dobio od svojeg učitelja Aristotela. Bila je to opsjednutost "Oceanom". Bila je to ona posrednost s obzirom na primarni cilj - stvaranje svjetskog carstva - koja je velikog osvajača u tako nezadrživom mladenačkom zanosu, neopterećenog tjerala samo naprijed prateći morsku obalu Darijevog carstva i posrednim putem na taj način ostvarivala temeljnu stratešku zamisao - lišavanje Darija pomorske nadmoćnosti. Porazivši na taj način perzijsku pomorsku flotu i lišivši je luka odlučujuća kopnena bitka bila je logičan slijed događanja koji će dovesti do konačnog sloma, ali i poraza Darija III. Za povijest će najvjerojatnije ostati nepoznato koliko je svjesnog udjela imao veliki filozof Aristotel - formiranju lika i djela velikog osvajača. No bez



Zlatnik s glavom Aleksandra Velikog koji je prikazan kao Zeus Amon ("tajanstveni" - jedan od bogova u starom Egiptu) s dijadedom i ovnovim rogovima

Aleksandar je već od rane mladosti s ocem sudjelovao u svim bitkama pripremajući se na taj način na slavnu, ali i odgovornu dužnost - biti

najvjerojatnije ostati nepoznato koliko je svjesnog udjela imao veliki filozof Aristotel - formiranju lika i djela velikog osvajača. No bez

obzira na te nedoumice stvoreni "mehanizam" je do savršenstva odradio svoju ulogu koju su mu bogovi povjerili. Njegovo carstvo se vrlo brzo raspalo u sukobima njegovih nasljednika. No ono što je ostalo za povijest, osim mnogih ruševina gradova utonulih u drevne naslage pijeska u kolijevci civilizacije, koje je ono izgradio na pohodu, je *put za Indiju*.

Mnogima će se tijekom nastupajućih stoljeća javljati kao inspiracija i san, pokrećući ih da se suoče s izazovom. Izaci na veliki "Ocean" postala je opsесija za mnoge nemirne duhove. To je ono što je i Columba s njegovom malom ekspedicijom izvuklo na nemirnu vodu Oceana, orientiranog samo zvjezdama i suncem, u potrazi za novim putem za Indiju. Ista opsесija nastanitće se u glavama još dvojice velikih osvajača - Napoleona, a kasnije i Hitlera da potraže put za Indiju - drevnu civilizaciju koja se specifičnim unutarnjim ustrojem uspjela održati, duboko povezana s korijenjem početka svog postanka, u svojoj specifičnosti do današnjih dana.

I onog jutra, poslije podnesene žrtve na Ahilovu grobu, kad je sa svojom vojskom po drugi put u čamcima prelazio Dardanski prolaz u ušima mu je šumio "Veliki Ocean" ... U Dardanskom prolazu tog jutra san se s prvim jutarnjim zrakama sunca pretvarao u stvarnost. San je imao i drugu stranu - onu stvarnu. Sjećajući se nauka svojeg učitelja, s njim u čamcima osim snova, zacrtanog cilja i najveće vojne sile tog doba bio je i veliki broj zemljopisaca, astronoma, matematičara, botaničara i inženjera.

## U duhu strategije posrednog nastupanja

Za razliku od Epaminondinog borbenog poretku Aleksandrov borbeni poredak predstavlja kvalitativni skok. Snage se postrojavaju u dvije crte s naglašenim kombiniranjem konjaništva i pješaštva. Osobitost taktike makedonske vojske može se sagledati na primjeru bitke između Aleksandra i Darija 331. g.p. Krista kod Gaugamele, poznate još i pod nazivom "Bitka kod Arabe". Prikaz Velikog pohoda nemoguće je bez kraćeg osvrta na ustroj tadašnje makedonske vojske. Makedonsku vojnu silu tog doba stvorio je Filip II. Makedonski. No mladi vojskovođa nije se zaustavio na tome. Žar bitke vodio ga je kao zapovjednika u prve borbene redove. U bitkama na otvorenom polju bio je na čelu svog konjaništva, a na čelu pješaštva kad se uskakalo u otvore neprijateljskoga borbenog poretku. Temperament ratnika išao je usporedo s talentom i staloženošću vojskovođe. Za njega je važilo pravilo, kojeg se dosljedno držao, a očitovalo se u sljedećem - nikad se ne odavati

trenutačnim uspjesima koji bi mogli ugroziti cjelovitost zamisli. Svakoj operaciji ili pohodu prethodilo je studiozno izgrađivanje strategijskih preduvjeta nužnih za uspjeh pothvata. U operativnim odlukama osjećao se utjecaj velikog logičara Aristotela. Bitke je dobivao racionalnom uporabom svih svojih snaga pri čemu je pomno

bi se invazija paralizirala u samom njezinom začetku.

Osim toga promišljanja Memnon je predlagao da se s protivnikom izbjegava rješavajuća bitka na otvorenom polju, već da se on planski uvlači u unutrašnjost, primjenjujući takтику *spaljene zemlje*, što dalje od svojih baza, kroz



Aleksandrova bitka

pripremao svaki sudar i brižljivo provodio sve mijere sigurnosti. Nije pretjerano reći, matematička sigurnost u ishod uspjeha u taktičkim sudarima, organizacija komunikacijskih putova koji su se mjerili na tisuće kilometara, ustroj uprave u oslovojenim područjima odaju misaoni mehanizam koji stoji iza vojskovođe. Za uspješno upravljanje vojnim djelovanjem od iznimnog značenja smatrao je angažiranje izravnih pomoćnika (imali su i savjetodavnu ulogu) u zapovijedanju oružanim snagama ili njihovim dijelovima. U njegovom stožeru mjesto je našlo i niz stručnjaka iz svih područja života koji na prvi pogled nisu imali izravne veze s organizmom vojske.

Jezgru njegove vojne sile činili su Makedonci. Osim njih bilo je i Grka, barbara, saveznika i najamnika koji su dopunjivali njezinu taktičku kakvoću. U odnosu na grčku falangu, značajno mjesto u njegovom ustroju pripada konjaništvu koje se tada pojavljuje kao zaseban rod vojske kojem se povjeravaju šire taktičke i operativne zadaće. Sigurna taktička nadmoćnost bila je strategijski preduvjet za pohod u Aziju.

S druge strane flota Aleksandra Makedonskog bila je znatno slabija u odnosu na perzijsku, tj. dovoljno snažna da tek osigura prijelaz kroz tjesnac. Baš na toj "polugi" - pomorskoj nadmoćnosti - Rođanin Memnon, voda grčkih najamnika u perzijskoj službi, temeljio je svoj ratni plan.

Polazeći s istočne obale Dardanela, Aleksandar prvo kreće na jug i uništava perzijsku zaštitnicu na rijeci Graniku, pri čemu je odlučujuće prevagu donijelo njegovo konjaništvo.

Procjena Perzijanaca ogledala se u tome da se koncentriра moćna vojna sila protiv pretjerano smjelog Aleksandra i da ga se ubije, čime

pustoš te paralelno lomi, zamara i izolira od pozadine sve dok se uz pomoć perzijske flote i perzijskog novca u Grčkoj ne digne pobuna.

Prva pobeda na rijeci Graniku učvrstila je njegovo strategijsko promišljanje. Pohod na "kralja kraljeva" mogli bismo reći bio je detaljno razrađen ostavljajući jedan njegov dio neiskazanim i predviđenim (manevarsko polje inteligencije) za one neočekivane događaje koji su se svakako mogli pojaviti u kojem će inteligencija njegova, ili njegovog protivnika povuci odlučujući potез. Njegova obavještajna služba nije se zadovoljila samo pukim prikupljanjem informacija već je sa što većom vjerojatnošću pokušavala predvidjeti razvoj budućih događaja imajući neprekidno u vidu hirovitost svog glavnog zapovjednika.

Prva strategijska pogreška dogodila se na perzijskoj strani. Perzijanci su očekivali da će i Aleksandar s glavninom vojske napasti u Maloj Aziji pa su u tom području već sakupili postrojbe pri čemu su, osobito, grčki plaćenici morali služiti za pojačanje. Za Perzijance je dakako bila nepovoljna činjenica što je stanovništvo heterogenog sastava prisilno živjelo pod perzijskom vlašću, pa u takvim okolnostima nije mogao nastati nacionalni osjećaj zajedničke prirodnosti. Upravno i organizacijski rascijepana Perzija stajala je nasuprot jednodušno složnim Grcima i Makedoncima. Vojno gledano, obje vojske bile su podjednako jake, no kod Perzijanaca samopouzdanje se pretvorilo u apatiju i kao takvi su bili u slabijem položaju za razliku od Makedonaca koji su bili obuzeti vještih upravljanjem/fanatizmom. Različite strateške pogreške ne samo perzijskih generala nego i samog Darija, a posebice smrt stratega Memnona, Rođanina, koji je svojim genijalnim idejama osuđivao Aleksandrove snove, otvorile

su vrata za osvajanje cijele Male Azije. Nužno je napomenuti da perzijska strana nije iskoristila nekoliko vrlo smionih i prenaglih Aleksandrovih odluka, kao npr. onu kad je odmah po prelasku Dardanela poslao mornaricu natrag u Grčku.

Kako ništa nije bilo idealno, tako je slučaj i s prvom Aleksandrovom pobjedom. Svojom pobjedom ujedno je započeo i smrt svoje ideje - stvoriti carstvo naroda koji će živjeti u slozi. Jednostavno nije izvukao pouku iz poraza protivničke vojske koja je bila heterogenog nacionalnog sastava i kao takva je eventualno mogla, kao čimbenik sigurnosti carstva, egzistirati samo na papiru, nemajući ono bitno nacionalno jedinstvo koje služi kao temeljno odvraćanje protivnika, ali i kao temelj za izgradnju sveobuhvatnih obrambenih napora. Još jedan trenutak izbjegao je, u zanosnom letu ka nemogućem, velikom vojskovodiju da je jadan onaj narod (ako je uopće narod u pravom smislu riječi ili tek konglomerat naroda) koji svoju sigurnost temelji na maču plaćenika bez obzira koliko taj savjesno želio odraditi svoju plaću, jer taština gospodara nikada neće dopustiti riječ

novačila. S vojne točke gledišta, morao si je proširiti osnovicu prije nego donese odluku da krene u dubinu kontinenta. Ovladavanjem zapadnog i južnog obaloma Male Azije počinje nastupanje prema sjeveru k Frigiji i na istok sve do Ancire, današnje Ankare, učvršćujući svoje uporište i osiguravajući svoju pozadinu u Središnjoj Aziji. Put ga dalje vodi kroz Kiličkiska vrata na izravnom putu za Siriju, gdje je Darije završavao koncentraciju svoje vojske kako bi mu se suprotstavio. Na tom mjestu dogodila se prva pogreška njegove obavještajne službe i njegova osobna pretpostavka da će ga Perzijanci sačekati u ravnici. I Perzijski kralj je ispoljio pogrešku koja je pak bila strategijske razine i povlačila se kroz njegovo promišljanje od samog početka invazije - nastojanje da s Aleksandrom dođe do odsutne bitke. Pred nastupajuću bitku Aleksandar je bio strategijski izmaneviran. Dok se on približavao izravno, Darije se približavao posredno, pa je krećući se uzvodno, osim Eufrata, došao kroz Amaniska vrata u Aleksandrovu pozadinu. U novonastaloj situaciji protivnici su morali voditi bitku s obrnutim fron-

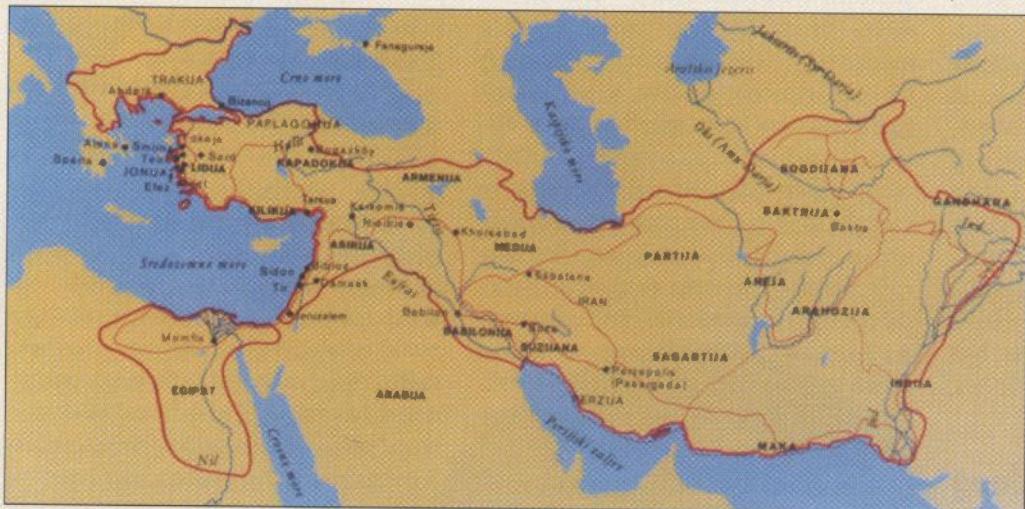
diktirala visoka strategija. Iako je perzijska pomorska moć bila poljuljana, ona nije bila i do kraja uništena, a kao takva predstavljala je sredstvo za posredno prilaženje njegovoj pozadini. Uz to je Grčka, a specijalno Atena, svojim nemirnim držanjem predstavljala potencijalnu opasnost.

Nastavljujući kretanje južno od Isa, nakon sedmomjesečne opsade uspijeva osvojiti grad Tir. Njegovo daljnje nadiranje razdrobilo je perzijsku flotu, jer je njezin ostatak bio poglavito feničanski. Najveći dio te flote prišao je njemu, a turski dio flote pao je s padom Tira. Njegovo daljnje kretanje prema jugu iako je kod povjesničara ostavilo neke nedoumice, ono bi se moglo dvojako objasniti: upravljano je na jednoj razini pomorskim razlozima (razina snova) i ona racionalna kao dopunska mjera predostrožnosti. U neku ruku te se dvije razine isprepliću, no za nas je bitnija ona koja se očitovala u svjetlosti njegovog političkog cilja - zauzimanje perzijskog carstva i, što je logično, zauzimanje perzijskog carstva i učvršćivanje vlastitog kao njegove zamjene. U tom svjetlu je Egipt predstavljao golemi gospodarski adut.

Primjernim se čini dati neka nužna objašnjenja. Već u to vrijeme svima je bilo jasno da temelj postojanosti države leži na trokutu učinkovite vojne sile, politike i gospodarstva i proizvoda, kod kojeg je vrijedilo da je ono podignuto na razinu same državne politike koje se nizom akata nastojalo zaštititi od konkurenčije. Karavane trgovaca bile su ujedno i "diplomatski" karavani, čiji su proizvodi-robe već onda smatrani posrednim penetratorima jedne kulture u drugu - u pojednostavljenom smislu riječi, gospodarstveni kolonizatori. Ipak učinak

tog nastupanja nije mogao polučiti očekivane uspjehe iz jednostavnog razloga što u to doba nije postojalo nešto što je danas poznato pod nazivom, masovni medij i neizostavne reklame. No to Aleksandra neće omesti da proizvode-robe iskoristi i u tom obliku, u kasnijem razdoblju, za učvršćenje svoje unutarnje politike u svojoj multikulturalnoj i multinaacionalnoj zajednici.

Nastavivši svoj pobednički pohod najprije kroz Egipt, po njegovom uspješnom završetku, nastavlja ga prema Mezopotamiji. Tu ga čeka Darije koji je u blizini Mosula vrlo pomno odabrao bojno polje na kojem je čak podigao utvrde. Bitka je bila neizbjegljiva i do nje dolazi 331. g.p. Krista kod Gaugamele koja teče gotovo istim tijekom kao ona kod Isa. Darije opet bježi, pa je Aleksandar bez velike muke mogao zauzeti ključne pozicije u Babilonu, Suzi, Perzopolisu i Ektbatani. Darije sakrivši se u Ektbatanu biva ubijen od svog satrapa Besa koji isto bježi znajući



Prikaz na zemljovidu države Aleksandra Velikog s njegovim pohodima i pohodima njegovih vojskovoda

nekome koji je tako reći u njegovu posjedu u svojstvu roba.

### **Putem uz more**

Otvorivši vrata Male Azije ne kreće prema njezinom središtu već kreće duž morske obale prema jugu, a zatim na istok kroz Kariju, Likiju i Pamfiju. Ovo prilaženje odvijalo se na dvije razine: na razini snova - izaći na "Ocean" ili svakako biti u dodiru s njim i na razini temeljne strategijske ideje - poraziti Darija i stvoriti Svjetsko carstvo. U konačnici dvije razine promišljanja ostvaruju jedan od operativnih ciljeva - dislociranje perzijske prevlasti nad morem i ograničavanje perzijskoj floti slobodu kretanja i pristup njezinim bazama. Istodobno, oslobađajući ova pomorska pristaništa, Aleksandar je neprijateljsku flotu lišio i mnogobrojnog ljudskog potencijala iz kojeg se flota i

tovima čime je Aleksandar, koji se veoma pomno brinuo o svojoj pozadini došao u poziciju da bude od nje odsječen. U početnim trenutcima se činilo da će brojčana premoć Perzijanaca s njihovim velikim postrojbama grčkih plaćenika prevagnuti u Darijevu korist. No do izražaja u Aleksandrovu korist došla je do izražaja nadmoćnost njegovog taktičkog instrumenta, tj. njegova velika pokretljivost i njegove munjevitve reakcije, što je perzijske redove natjeralo u paniku. Ipak, time bitka nije bila dovedena u pitanje. Bez obzira na još mogući nastavak bitke Darije priznaje poraz, napuštajući bitku i ostavljajući svu svoju imovinu, svoju majku, svoje žene i svoje kćeri. Aleksandrov odgovor na to nejunačko držanje bilo je dobro postupanje sa zarobljenicima. Nakon pobjede Aleksandar i dalje kreće posrednim putem, niz obalu Sirije, umjesto da izravno krene prema Babilonu kao središtu perzijske moći. Taj smjer kretanja mu je

što će ga snaći kad ga Aleksandar uhvati. Potjerom za Besom Aleksandar će ući u neprohodne planinske predjele, istočnih iranskih pokrajina, gdje će tek naići na prave pustolovine s divljim planinskim stanovništvom. Bitke koje će voditi s njima bile su nešto sasvim novo i nepoznate njegovoj taktici i strategiji. Gledano iz današnjeg kuta bile su preteča onoga što danas klasificiramo kao *sukobi niskog inteziteta*. Borbe na planinskom zemljištu više nisu mogle imati izgled velikih uređenih bitaka koje

istočne strane. Na strategijskoj razini pohod je svoje temelje imao u "brisaju" Perzijskog carstva i utvrđivanju svojeg vlastitog. To mu ipak nije pošlo za rukom, no svoju vlast je uspio proširiti na cijelo područje Inda.

Jedna pogreška njegove obavještajne službe mogla je dovesti u pitanje njegovu zamisao. Makedonci nisu znali da Indijski uporabljaju na bojnom polju izvježbane slonove. U jednoj od bitaka s kraljem Porom koji je smatrao da je nepobjediv zbog svojih ratnih

danja za Aleksandrovo odvažno izlaganje izdvojenog dijela svojih snaga riziku.

Usprkos pobedi na bojnom polju, osvajački zanos se slomio u vojnicima koji su se usprotivili Aleksandrovu nastojanju da slijedi svoju put u beskrajnoj zemlji, pa se morao odlučiti na povlačenje koje ga je najprije dovelo do rijeke Hidaspa. Tu je izgradio mornaricu koja će niz rijeku ploviti do delte, a duž obale pratiti će je po jedna vojska. Na delti se vojska odvojila radi povlačenja, a zapovjednik mornarice Nearh



*Uzdužna strana sarkofaga sidonskog kralja Abdalonima (sarkofag je bolje poznat pod nazivom Aleksandrov sarkofag) na kojem su prikazani prizori iz života Aleksandra Velikog gdje je prikazan prizor iz ogorčene bitke između Grka i Perzijanaca. Aleksandar je prikazan u lijevom dijelu*

su se vodile u ravnici. Njegove postrojbe su vodile teške borbe s mnogobrojnim ratničkim plemenima. Aleksandru teško pješaštvo više nije bilo potrebno te ga je ostavljao u gradovima i bazama za pozadinsku službu. Za borbu u planinskim predjelima pojačao je lako pješaštvo, a od domorodaca ustrojio lako konjaništvo i naoružao ga lukom i strijelom što mu je značajno povećalo pokretljivost, ubojnu moć i prilagodljivost otežanim zemljишnim uvjetima vođenja borbe na planinskom zemljištu. Pridobivanje dijela planinskog stanovništva dobio je na svoju stranu upravo zahvaljujući nejedinstvu i nesuglasju koje je među njima vladalo. Taj model obilno će se koristiti u mnogim osvajačkim pohodima koji su se vodili u surovom okolišu, zahtijevajući posebno opremljene i izučene snage. Kako bi postigao ekonomiziranje svojih snaga, osvajač je ustrojavao specijalno izučene postrojbe i obilno koristio nejedinstvo (ili ga stvarao) u narodu na koje je usmjerio svoj osvajački pohod.

## Pred vratima Indije

Nova stranica azijske povijesti počinje 327. g.p. Krista Aleksandrovim pohodom prema Indiji kako bi došao do "Oceansa" koje je po naukovaranju njegovog učitelja Aristotela, a kasnije i njegovom vjerovanju omedivalo Indiju s

slonova, pobjedu su ipak dobili Makedonci zahvaljujući konjaničkim postrojbama, a osobito strijelcima koji su onesposobili slonove. No još značajnijim za postignutu pobjedu čini se sazrijevanje njegove strategijske misli i snaga. Kad je nabavio i u spremišta smjestio pričuvu u hrani, svoje snage je razvukao duž zapadne obale rijeke Hidaspa (Ihelum) obmanuvši svog protivnika u pogledu svojih namjera i na taj način ostvario majstorski zahvat iz domene strategije posrednog nastupanja. Ponavljanja bočna nastupanja i protunastupanja Aleksandrova konjaništva prvo su Pora držali u neizvjesnosti, i svojim dalnjim ponavljanjem otupili su njegove reakcije, i doveli ga u takvo psihičko i fizičko stanje kao da je bio opijen nekim napitkom za uspavljanje. Time je ostvario temeljnu stvar - protivnika dovesti u statički položaj, a dinamiku djelovanja (time i inicijativu) staviti pod svoj nadzor. Aleksandar prema njemu ostavlja glavinu svojih postrojbi, a sam, s odabranom postrojborom tijekom noći, na 18 milja uzvodno prelazi rijeku. Iznenajući ga svojim posrednim prilazom, remeti duševnu i moralnu ravnotežu ne samo Pora, već i njegove vojske. U bitci koja je uslijedila, Aleksandar je samo jednim dijelom svoje vojske potukao gotovo svu neprijateljsku vojsku. Bez prethodnog poremećaja ravnoteže (posrednog nastupanja<sup>2</sup>), to se ni teoretski nije moglo postići, ali isto tako ni stvarnog oprav-

dobiva naloga da istraži već odavno zaboravljeni put od delte Inda do ušća Eufrata. Sam Aleksandar svoju vojsku vodi kroz bezvodnu pustinju Gedrozije (Beludžistana), čime je to povlačenje ušlo u ratnu povijest kao jedno od najstrašnijih povlačenja<sup>3</sup>. Nestašica vode, žega, glad i bolesti potpuno su iscrpili vojnike. Kako bi preživjeli, klali su konje i deve. Zbog nepodnositive dnevne žege napredovali su samo tijekom noći. Nearh se iskrcao u zaljevu prolaza Harmuz, i sjeverno od Banda Abbasa sastao se s Aleksandrom i njegovom vojskom. Proslavivši sastanak, Nearh se ponovno ukrcava i plovi do Eufrata, a Aleksandar se nastavlja povlačiti prema Pasargadi u koju dolazi 324. g.p. Krista.

## Kraj jedinstvene svjetske države ili kraj jedne utopije

Smanjivši mu se osvajački apetit, Aleksandar se posvećuje ujedinjenju Istoka i Zapada, tj. Grka i Perzijanaca. Pred očima mu je velika država, vladanje ekumenom. Iznenaden naglim porastom korupcije za vrijeme odsutnosti i opsjednut idejom da stvori državu koja će obuhvatiti svu ekumenu, Aleksandar se po povratku prvo posvećuje upravnim reformama. Po njegovu shvaćanju što je bilo u oprečnosti s običajima ahemenidskih vladara, po njemu se do jedinstvene svjetske države može doći samo

# Obavještajni sustav Aleksandra Velikog

Vrlo brzo se uvidilo značenje obavještajne službe i njezino mjesto u svekolikom ustroju jedne vojske, ali i svekolikog državnog aparata. Za njezino značenje znali su i Grci, ali i Perzijanci. Svoj pečat udarila je tijekom grčko-perzijskih ratova u V. stoljeću prije Krista. Ostalo je zapisano da je izdajnik Etialt proveo perzijsku vojsku tajnom stazom kroz klanac Termopile, koji je branilo 300 spartanskih ratnika s carem Leonidom na čelu. Učinak tog čina bio je katastrofalni. Spartanski odred je u neravnopravnoj borbi, potpuno iznenaden od perzijskih ratnika, izginuo do zadnjeg čovjeka.

Pod Aristotelovim tutorstvom, Aleksandar Makedonski primio je široki spektar znanja od velikog filozofa, postavši prvim vladarom koji je obavještajnu službu uporabio kao alat za vođenje učinkovite državne politike, ali isto tako bio je i prvi vojni zapovjednik koji je iskoristio sve potencijale obavještajne službe kao jednog od ratnih oružja na bojnom polju.

Neki od nedostataka obavještajne službe zamalo da nisu uništili nepobjedinu vojsku Aleksandra Makedonskog. Tijekom pohoda u Indiju Makedonci nisu znali da Indijci za borbu na bojnom polju koriste izučene slonove. Samo sretan stjecaj okolnosti spasio je makedonsku vojsku od poraza u bitci kod Hidaspe. U to vrijeme Aleksandar Makedonski je prvi počeo rabiti cenzuru pošte kao jednog od sredstava za rad obavještajne službe. Tijekom velikog pohoda protiv Darija III. Kodomana, među ratnicima je došlo do ispoljavanja znakova nezadovoljstva. Uvidjevši opasnost Aleksandar je odlučio da pronade uzroke nezadovoljstvu i organizatore predstojeće pobune. Kako bi došao do vitalnih informacija ukida zabranu dopisivanja ratnika s obiteljima koja je bila uvedena na početak pohoda. Nakon nekoliko dana teklići su ponijeli veliki broj pisama koje su ratnici napisali obiteljima. U međuvremenu, kad je pošta već bila na putu prema Makedoniji, Aleksandar je izdao zapovijed da se teklići presretnu na putu i da se pisma pozorno prouče. Pisma su otkrila i uzroke nezadovoljstvu i imena onih koji su najagresivnije istupali protiv zapovjedi makedonskog cara.

ostavlja u službama Perzijance koje nadziru makedonski episkopi, a između vojnih i civilnih poslova uspostavlja strogu granicu.

Kako bi potkrijepio svoje namjere, održava pet dana u Suzi masovnu svečanu svadbu. Kao i u žaru bitke i na svadbi prednjači svojim primjerom sklapajući brak sa sogdijanskom princezom Roksanom, a uz to se ženi i Darijevom kćeri Statirom. Statirinu sestru udaje za Hefestija, istaknute generale ženi kćerima plemičkih perzijskih obitelji, a 10.000 Makedonaca ženi perzijskim djevojkama. Kao i nakon pobjede nad Porom, mnogi Makedonci ne više vojnici, sada građani misle da je otiašo predaleko te ne mogu, ali i odbijaju ga slijediti u njegovim planovima. Dolazi čak i do pobune 324. g.p. Krista koja je ugušena u krvi. No nezadovoljstvo se očituje i dalje njegovim prihvaćanjem perzijskoga dvorskog ceremonijala i zahtijevanjem da se pred njim podanici bacaju ničice. U njegovo su državi svi morali imati jednak prava - ni Grci ni Makedoci nisu smjeli imati povlastice.

Kako bi postigao nemoguće, rješenje vidi u uspostavi snažnoga gospodarstva koje bi trebalo omogućiti proklamiranu sreću koja se trebala izroditи iz takve zajednice. Prvi impuls tom nastojanju trebalo je biti da se Eufrat učini plovnim i na taj način uspostavi veza između Zapada i Istoka - Aleksandrije i Babilona, na način da bi brodovi plovili oko arapskog poluotoka. Nadalje krvotok njegovog carstva trebale su činiti i novozgrađene kopnene prometnice.

Nadalje zalog stabilnosti carstva moral je biti i pravedna komasacijska politika pri čemu su emigranti iz Grčke i Makedonije pri stjecanju zemlje kao obrtnici i trgovci imali ista prava i mogućnosti kao i Perzijanci. Na zemljopisno i gospodarski povoljnim lokacijama osnivaju se mnogobrojni novi gradovi i sela.

Isto tako značajan impuls koji je trebao osigurati stabilno gospodarstvo bio je uvođenje sustava kovanog novca koji je imao podlogu u golemim količinama zlata i srebra što je Aleksandru pritjecalo iz perzijske državne blagajne. Umjesto da to bogastvo uzme za sebe, kao što je to bio običaj u prošlosti kod drugih osvajača, on plemenite metale koristi za stvaranje velike države između Balkana i Inda.

## Zaglavak

Učenje i snove dječaka iz makedonskih vrleti, gotovo dvadesetak godina poslije, prekinula je jaka groznica gdje je nakon deset dana bunila označen i kraj njegovog desetogodišnjeg carstva. Kao i kod nerazjašnjene smrti njegovog oca Filipa, za povijest, i osim mnogih kalkulacija ostala je nerazjašnjena i njegova smrt, a samim time i narav njegove bolesti - ostavši tajnovita kao i mnoga njegova sanjanja i hiroviti potezi kako u politici tako i na bojnom polju. Neki su

bili mišljenja da je to bila malarija, dok su drugi pretpostavljali da su to bile posljedice od strijelne rane koju je zaradio na indijskom pohodu. Izvjesno je samo jedno da je smrt ostavila (zlokobno) nedorečenost ideje kao otvorene strukture, u samom zamahu društvenih reformi koje je želio izvršiti ili ih je već počeo izvršavati. U toj nedorečenosti i neostvarenosti po nekim su se otvarale nove mogućnosti...

Tijekom tog desetljeća, Aleksandar znanstvenik i istraživač je sa svojom vojskom proputovao više od 32.000 km. Tijekom svoga vojnog pohoda utemeljio je više od 70 gradova. On, te njegovi zapovjednici, i znanstvenici koji su ga vjerno pratili na pohodu pridonijeli su povećanju zemljopisnog, ali i svakog drugog znanja stare Grčke u duhu nauke njegovog učitelja - znanje je moć i njemu moraš težiti. Tijekom pohoda prikupljena je golema količina informacija o vegetaciji, životinjskom svijetu, zemljopisnim značajkama, geološkom sastavu tla, klimatskim uvjetima, sustavu navodnjavanja, izgradnje plovnih kanala te etnografskim značajkama regija kroz koje je prolazio. Njegovo saznanje o "nepoznatom svijetu" na koji je nailazio, te mnoge, na prvi pogled nerješive situacije iz domene ratne vještine poslužiti će mnogima koji će u nastupajućoj burnoj povijesti pokušati "uloviti" svoje opsesije i matrijalizirati svoje vizije.

Za povijest je u naslijeđe ostavio opće načelo, jednostavan naputak - ne postoji realizacija vizije bez sveobuhvatnosti i istodobnosti djelovanja znanja i vještine i bitnih čimbenika ustroja sustava, s tim da će neki morati biti i otkrivani, sa stalnom provjerom vjere i ustrajnosti, ne zaboravljajući na odgovornost za učinjeno.

I kao što smo rekli, carstvo jednog desetljeća stvoreno u žaru mladosti koje je svojom smrću ostavio u rukama svojih nasljednika, brzo se raskomadalo u sukobima istih, dok s druge strane njegov jedinstveni pothvat poslužiti će kao inspiracija i drugima da se odvaže krenuti istim putem.

(nastavit će se)

1. Bitkom kod Leuktre 371. g.p. Krista predstavlja značajan trenutak u evoluciji borbenog poreta onog doba. Epaminonda je ekonomiziranjem snaga namijenjenih za obranu na desnom krilu i u središtu, na lijevom krilu stvorio snažnu skupinu za napad, koja se očitovala udarnom snagom svoje duboke kolone. Zasigurno iz tog borbenog rasporeda proizašlo je i značajno načelo, koje će u svom suštinskom obliku egzistirati i u daljem nizu bitaka kvalitativno-kvantitativnom disperzijom bojnih snaga, po određenom obrascu, te osiguranjem udarne snage na odlučujućem smjeru kako bi se protivniku natio "kraljevski" udar i uništio ga se.

2. Tijekom dugih ratova koje su poslije Aleksandrove smrti vodili njegovu nasljednici, koji su raskomadali njegovo carstvo, bilo je mnogo primjera posrednog prilaženja čime su njegovi generali bili sposobniji od Napoleonovih maršala, a njihovo iskustvo dovelo ih je do shvaćanja dubljeg značenja ekonomiziranja snaga.

3. Zanimljivim se čini izvršiti usporedbu s povlačenjem Napoleonove vojske iz Rusije nakon poraza koji je pratila iznimno ostra zima. Napoleonov san se isto ogledao u uspostavljanju puta za Indiju.

# PRC-1077 - VHF TAKTIČKI RADIO SUSTAV



- frekvenčijsko područje 30-88 MHz
- snaga 300 mV; 2W i 5W
- 2320 kanala
- 10 memoriranih kanala
- simplex-duplex
- mikroprocesorsko upravljanje
- temperaturno područje  
-40°C do +60°C

Moguća proizvodnja i prijenos tehnologije u Hrvatskoj

 DATRON

DATRON WORLD COMMUNICATIONS INC.  
304 Enterprise Street, Escondido, Ca 92029

  
TECH  
CANADA

101, 1112-40 Ave. N.E.  
Calgary, Alberta T2E 5T8



**SATELIT-tbm d.o.o. OVLAŠTENI DISTRIBUTER**

ODRANSKA 1-A, 41000 ZAGREB, HRVATSKA, Tel.: +385 (01) 6113 199 • Fax: 385 (01) 530 688