

HRVATSKI VOJNIK

BROJ 12. GODINA VI.

LIPANJ 1996. BESPLATNI PRIMJERAK

Hrvatska vojna industrija

CRO-TREND

Model 2 "Faust"



EUROCOPTER TIGER

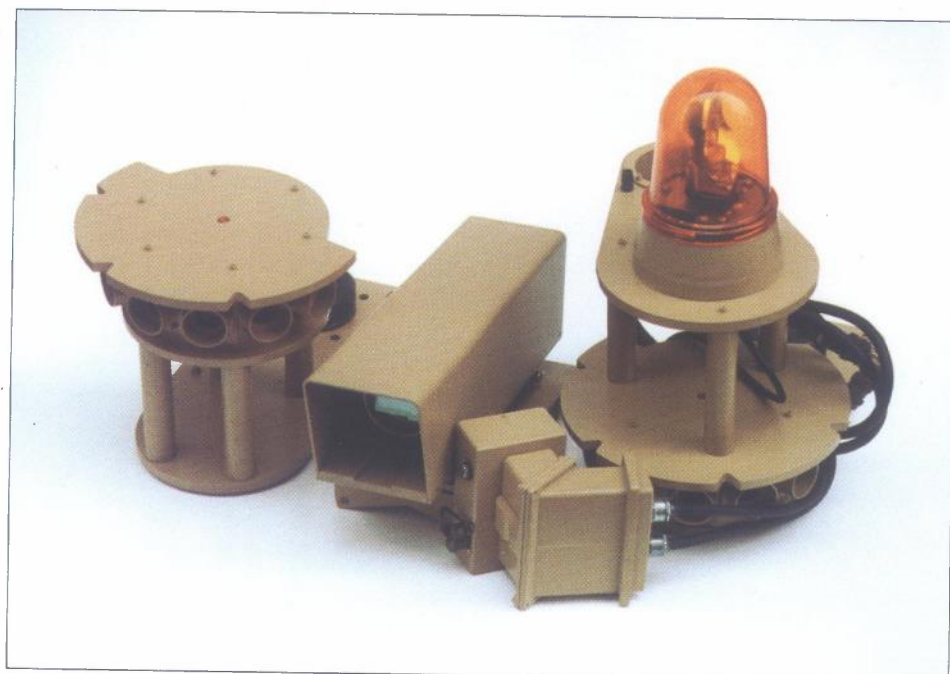
Fregate klase

BREMEN

ISSN 1330 - 500X



HRVATSKA VOJNA GLASIL



Uporaba:

LST M84 je laserski simulator topa tanka M84A. Služi za izobrazbu u ciljanju na pokretne i nepokretne ciljeve s topom 125 mm tanka M84A. Uređaj simulira balističku putanju zrna, a koristi se podatcima iz balističkog računala sustava za upravljanje paljbom uzimajući u obzir vrstu streljiva. Pogodak se iskazuje svjetlosnim i pirotehničkim učincima. Simulator je posebno pogodan za dvostrane taktičke vježbe.

Description:

LST M84 is a laser tank gun simulator. It is intended for gunnery training with 125 mm M84A tank gun. It simulates the ballistic trajectory depending on ammunition type. Hit is indicated on a target by pyrotechnical devices and flashlight. The simulator is especially useful in two-sided tactical exercises.

LST M84

LASERSKI SIMULATOR CILJATELJA TANKA LASER TANK GUNNERY SIMULATOR

Tehničke značajke:

- domet: 100-3000 m
- laser: GaAlAs, klase IIIB
- pokazivanje pogotka: dimna patrona + bljeskalica
- napajanje: baterija 24 V

Technical specifications:

- range: 100 - 3000 m
- laser: GaAlAs, class IIIB
- hit registration: smoke & flash on target
- power supply: 24 V battery



RH-ALAN d.o.o.

Stančićeva 4, 10000 Zagreb

tel. 385 1 455 40 22, 456 86 67, fax. 385 1 455 40 24

REPUBLIKA HRVATSKA

Detektor mina DM-1

Mine detector DM-1

Namijenjen je za otkrivanje protupješačkih i protuoklopnih mina, koje sadrže veoma malu količinu metala, postavljenih ispod površine zemlje.

It is assignet for land mines, with very small metal content below the surface of the ground.



Tehnički podatci:

- Napajanje: -4 kom 1,5V baterije (LR20) ili NiCd 6 V blok -2,4 Ah s punjačem
- Minimalni napon baterija: 5,1 V, javlja baterijsku uzbunu
- Vrijeme rada kod + 20°C: min. 10 h
- Radna temperatura: -25° do + 50°C
- Temperatura skladištenja: -45° do + 60°C
- Masa: 3,5 kg
- Protežnosti elektroničke jedinice u torbici: 180 x 105 x 180 mm
- Teleskopski držač, radna dužina: kontinuirano od 1250 do 1700 mm

Technical data:

- Power supply: -four 1,5V battery (LR 20) or NiCd 6 V -block 2,4Ah with charger
- Minimum battery voltage: 5,1 V, emits battery alarm
- Operating time at + 20°C: min. 10h
- Operating temperature: -25° do + 50°C
- Storage temperature: -45° do + 60°C
- Mass: 3,5 kg
- Size with bag: 180 x 105 x 180 mm
- Telescopic pole, working length: adjusting from 1250 to 1700 mm



6

Hrvatska vojna industrija CRO-TREND Model 2 "Faust"

Simulator za protuoklopni vođeni raketni sustav
Simulator CRO-TREND Model 2.0 "Faust" trenažni je uređaj namijenjen za izobrazbu operatora u gađanju protuoklopnim vođenim raketnim sustavom II. generacije 9K111 "Fagot". Ovaj je simulator kao i simulator CRO-TREND Model 1.0 koji je opisan u prošlom broju *Hrvatskog vojnika*, razvijen vlastitim snagama hrvatskih znanstvenih ustanova te hrvatske vojne industrije, i predstavlja trenažni sustav nove generacije koji ujedinjuje najsuvremenija svjetska dostignuća na polju primjene digitalne računalne tehnike, programiranja, matematičkog modeliranja objekta upravljanja, digitalne obradbe signala te procesiranja slike

64

EUROCOPTER TIGER

Udruživanje među državama odnosno tvrtkama je na polju zrakoplovstva posljednjih godina sve češća pojava. Razlozi za to su financijski, politički, tehnički i tehnološki - najčešće njihova kombinacija. Putnički zrakoplovi Concorde i Airbus, borbeni Tornado i Eurofighter te vrtoleti EH101, NH-90 i posebice borbeni vrtolet Tiger samo su neki od brojnih primjera međunarodne suradnje na ovom području



66

Fregate klase BREMEN

Tijekom osamdesetih godina u flotu njemačke ratne mornarice ušle su trenutačno njezine najbrojnije fregate klase Bremen, koje su posljednjih nekoliko godina česti gosti na Jadranu

Nakladnik:

Ministarstvo obrane Republike Hrvatske

Glavni i odgovorni urednik
general bojnik Ivan Tolj

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

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

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

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

Grafička redakcija
zastavnik Denis Lešić (voditelj pripreme)
Predrag Belušić
Robert Orlovac
Hrvoje Budin
poručnik Davor Kirin
zastavnik Tomislav Brandt

Marketing
Ivan Babić
Tajnica uredništva
Zorica Gelman

Kompjuterski prijelom i priprema
HRVATSKA VOJNA GLASILA

Lay out
Svebor Labura

Tisak
Hrvatska tiskara d.d., Zagreb

Naslov uredništva
Zvonimirova 12, Zagreb,
Republika Hrvatska

Brzoglasi
385 1/456 80 41, 456 88 11

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

VOJNA TEHNIKA

- 6** CRO-TREND Model 2 "Faust" *Berislav Šipicki*
- 12** Minobacači za 21. stoljeće *Josip Martinčević-Mikić*
- 26** Kvantna kriptografija *Dubravko Risović*
- 32** Elektrooptički sustavi na brodu *Vladimir Pašagić*
- 36** FRANCUSKA VOJNA IND. *Berislav Šipicki*

RATNO ZRAKOPLOVSTVO

- 42** Eurocopter TIGER *Robert Barić*
- 52** Krila promjenjivog kuta nagiba *Klaudije Radanović*
- 58** Proturaketni sustav S-300V *Vladimir Superina*

RATNA MORNARICA

- 66** Fregate klase BREMEN *Zvonimir Freivogel*
- 74** "Meko" i "tvrdo" suprotstavljanje. *Vili Kezić*



FOTO: Tomislav Brandt

CRO-TREND *Model 2 "Faust"*

Simulator za protuoklopni vođeni raketni sustav

Simulator CRO-TREND Model 2.0 "Faust" trenažni je uređaj namijenjen za izobrazbu operatora u gađanju protuoklopnim vođenim raketnim sustavom II. generacije 9K111 "Fagot". Ovaj je simulator kao i simulator CRO-TREND Model 1.0 koji je opisan u prošlom broju *Hrvatskog vojnika*, razvijen vlastitim snagama hrvatskih znanstvenih ustanova te hrvatske vojne industrije, i predstavlja trenažni sustav nove generacije koji ujedinjuje najsuvremenija svjetska dostignuća na polju primjene digitalne računalne tehnike, programiranja, matematičkog modeliranja objekta upravljanja, digitalne obradbe signala te procesiranja slike

Berislav ŠIPICKI

Simulator CRO-TREND, Model 2.0 "Faust" razvijen je vlastitim snagama znanstvenika i inženjera okupljenih na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu te hrvatske vojne industrije, i predstavlja trenažni sustav nove generacije koji ujedinjuje najsuvremenija svjetska dostignuća na polju primjene računalne tehnike, programiranja, matematičkog modeliranja objekta upravljanja, digitalne obradbe signala te procesiranja slike.

Simulator je tako konstruiran da u procesu izobrazbe operatora omogućava vjernu simulaciju leta rakete, simulaciju zvučnih učinaka (rad raketnog motora, eksplozija bojne glave, zvukovi u pozadini), simulaciju atmosferskih poremećaja i simulaciju gibanja cilja u uvjetima visokovjerne fotorealistične scene trenažnog krajolika u kojem se odvija simulirana protuoklopna borba.

Namjena simulatora CRO-TREND Model 2.0 "Faust"

Simulator CRO-TREND Model 2.0 "Faust" namijenjen je za osposobljavanje operatora u gađanju protuoklopnim vođenim raketnim sustavom II. generacije 9K111 "Fagot", kao i održavanju potrebnog stupnja izvježbanosti. Simulator se temelji na



Simulator CRO-TREND, Model 2.0 "Faust" predstavlja trenažni sustav nove generacije koji u sebi ujedinjuje najsuvremenija svjetska dostignuća iz područja informatičkih tehnologija

višeprocesorskom sustavu visokih performansi, pa je omogućena kompletna i odgovarajuća simulacija stvarnih uvjeta i na taj način osigurana mogućnost stjecanja trajnih navika u radu s pravim bojnim kompletom.

Fotorealistična slika terena, snimljena kroz optički sustav sličan (po osobinama) optičkom bloku PO lansera 9P135M1 "Fagot" i superponirana na 3D-zemljovid terena daje vrlo uvjerljiv prikaz stvarne scene terena. 3D simulacijski sintetizirani model cilja superponiran je na scenu i u gibanju slijedi konfiguraciju terena. Ako se k tome doda i simuli-

rana zvučna kulisa koju čini zvuk raketnog motora prigodom lansiranja i leta, zvuk udara rakete u cilj ili zemlju, zvukova na stvarnom bojnopolju (detonacije topničkih projektila, brzometna paljba strojnica, paljba pušaka i dr.), te potpuno vjerno simulirano kretanje trasera rakete 9M111M "Fagot" u operatorovu vidnom polju ostvareno simulacijom najsloženijih 6DOF modela dinamike i kinematike rakete, može se reći da je u kabinetskoj izobrazbi postignuta najveća približnost stvarnim uvjetima protuoklopne borbe POVRŠ-om 9K111 "Fagot".

Simulator omogućuje zadavanje velikog broja različitih trajektorija i brzina cilja te određen skup početnih uvjeta lansiranja rakete. Isto tako moguće je zadavati različite atmosferske uvjete na odabranoj sceni (vidljivost, vjetar, temperatura).

Operator se može izučavati samostalno (samoizobrazbe) ili pod nadzorom operatora. Svako vođenje na simulatoru moguće je naknadno analizirati grafičkim prikazom trajektorija rakete te prikazom pogrešaka praćenja cilja po smjeru i visini cilja. Isto tako se na kraju svakog vođenja, u slučaju pogotka cilja, grafički na povećanoj slici cilja u gornjem lijevom kutu zaslona monitora pokaže mjesto pogotka na cilju. Svi rezultati izobrazbe memoriraju se i stalno su na raspolaganju za naknadne raščlambe i obradbe.

Fleksibilnost simulatora ogleda se u mogućnosti izbora različitih scena stvarnog terena, izbora različitih trajektorija cilja i uporabe bojnog ili trenažnog PO lansera.

Simulatorom CRO-TREND Model 2.0 "Faust" jednostavno se rukuje u "Windows" okruženju tako da nikakva posebna računska znanja nisu potrebna za uporabu simulatora. Prigodom uključivanja simulatora provodi se samotestiranje simulatora pri čemu se odmah otkriva (ukoliko postoji) bilo kakva strojna (hardware) ili programska (software) pogreška unutar sustava. Instalacija i prilagođavanje vrlo su jednostavni i ne zahtijevaju nikakve specijalne alate.

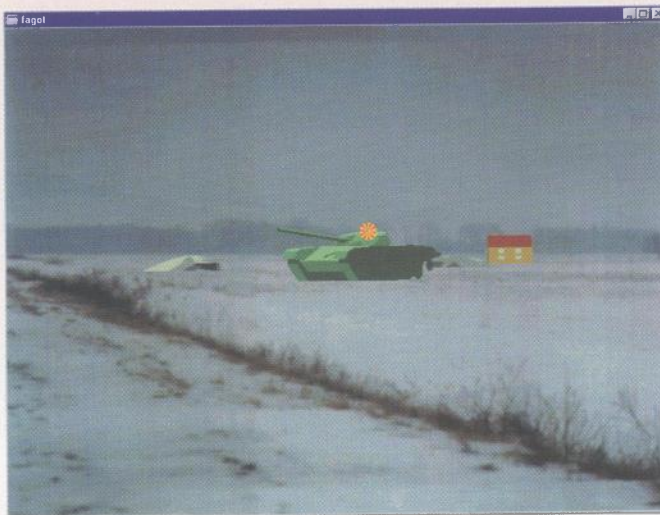
Sastav i temeljne osobine simulatora

Simulator CRO-TREND Model 2 "Faust" sastoji se od:

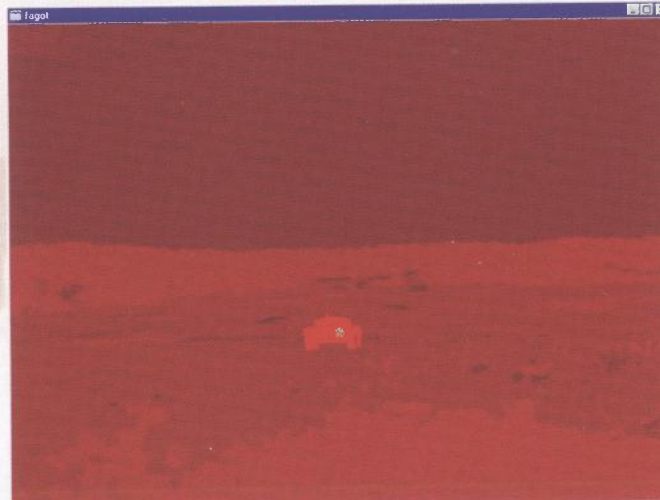
- višeprosorskog računskog sustava,
- monitora,
- tipkovnice i miša,
- međusklopa za povezivanje PO lansera i simulatora,
- PO lansera 9P135M1 prilagođenog za uporabu u sklopu simulatora,
- kabela za povezivanje PO lansera s međusklopom,
- mrežnih kabela.

U sastav kompleta ulazi:

- korisničkih uputa i
 - tehnička uputa.
- Svi sastavni dijelovi simulatora integrirani su unutar jednoga zaštitnog kućišta koje



Izgled scene prigodom gađanja tanka. Na kupoli tanka jasno se vidi simulirani izgled rakete u letu onako kako je vidi operator prigodom praćenja cilja



Prikaz scene prigodom gađanja cilja sa termovizijskom kamerom

ujedno služi za prijenos i prevoženje simulatora. Simulator se napaja naponom iz mreže (220 V) ili naponom iz agregata (220 V) koji je frekvencijski stabiliziran.

Temeljne osobine simulatora CRO-TREND Model 2.0 "Faust" su:

- vjerna audiovizualna simulacija stvarnog bojnog gađanja,
- lako rukovanje, korisnički orijentirano,
- nepromjenjivost parametara simulacije u ovisnosti o starenju komponenti uređaja,
- lako postavljanje i programska izmjena parametara simulacije,
- mogućnost izbora različitih tipova ciljeva,

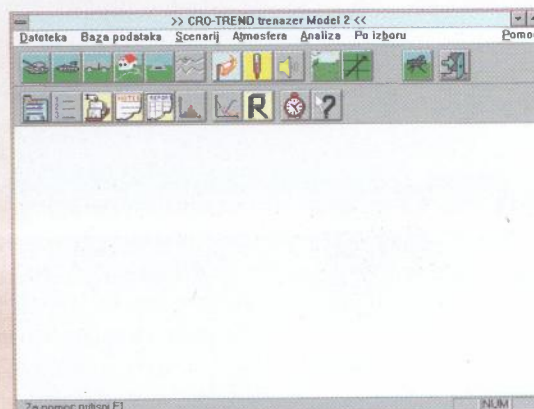
- mogućnost ponavljanja snimljenog gađanja, te raščlambe praćenja cilja,
- vođenje evidencije rezultata gađanja svakog polaznika po protokolu,
- lako održavanje.

Tehnički opis simulatora

Kako smo naprijed pomenuli simulator CRO-TREND Model 2.0 "Faust" namijenjen je za izobrazbu operatora u vođenju protuoklopne borbe, točnije za izobrazbu operatora u praćenju cilja PO vođenim raketnim sustavom 9K111 "Fagot", te održavanje stečenih vještina i navika, odnosno trenaž. Po koncepcijskoj zasnovanosti predstavlja višeprosorski, sofisticirani, visokopouzdan i tehnološki "up-to-day" simulator kojim se omogućuje izobrazba operatora u gotovo realnim uvjetima u kojima se vodi protuoklopna borba.

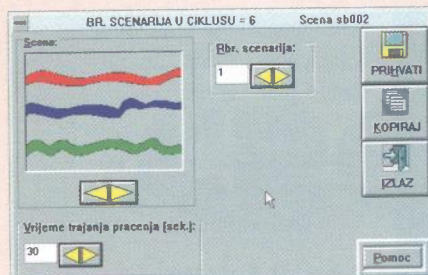
Simulator CRO-TREND Model 2.0 "Faust" sastoji se od računskog višeprosorskog sustava, međusklopa, PO lansera i pripadajuće opreme. Računski sustav koji čini temelj sustava simulatora, sastoji se od glavnog računskog sustava, koji je povezan s dva specijalna procesora DSP1 i DSP2, te od jednog grafičkog procesora GP. Pomoću svakog od procesora simuliraju se određeni podproces, a

upravljanje i sinkronizacija rada tijekom simulacije obavlja se pomoću glavnoga računskog sustava (host računalo). Osim toga

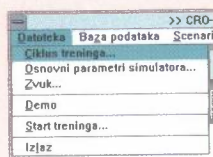


Izgled glavnog prozora postavnog programa

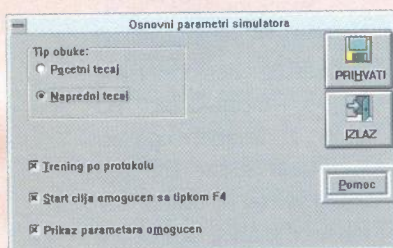
glavni računski sustav služi za simulaciju 3D-zemljovida terena, modela 3D-kine-



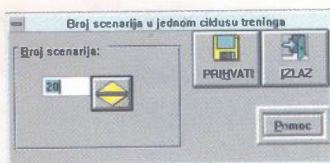
Dijalog za zadavanje scenarija pomoću šablona



Izgled otvorenog izbornika Datafile



Dijalog-prozor za postavljanje temeljnih parametara



Dijalog-prozor za postavljanje ciklusa treninga

matike cilja, modela ocjene pogodaka, dok postavni program u "Windows" okruženju služi za upravljanje svekolikim procesom.

Specijalni procesori DSP1 i DSP2 služe za simulaciju u stvarnom vremenu potpunih nelinearnih 6DOF modela dinamike i kinematike gibanja rakete, modela sintetičkog zvuka rada raketnog motora i modela sintetičkog zvuka pozadine bojnog polja. Grafički procesor podržava fotorealističnu sliku scene, a pomoću njega simuliraju se i sintetičke slike cilja i rakete. Međusklop služi za povezivanje višeprosorskog sustava s realnom okolinom, u ovom slučaju s PO lanserom 9P135M1.

Za prikazivanje scene koristi se standardni 14" VGA color monitor. Scena koja predočuje simulirano bojno polje stacionarna je na monitoru i odgovara realnoj slici koju bi operator u stvarnosti vidio kroz svoj okular bloka optike PO lansera. Fotografija stvarne scene povezana je s modelom mjestopisnog reljefa koji odgovara toj sceni. Ciljevi (tank ili oklopni transporter) kreću se po sceni sljedeći konfiguraciju terena.

Cilj predočava troprotežni sintetički model odgovarajuće boje kako bi što više sličio stvarnome. Veličina cilja na sceni ovisi o udaljenosti cilja od "paljbenog položaja", smjeru kretanja i stalno se mijenja tijekom kretanja, tako da operator ima realnu vizuelnu predodžbu. Prije svakoga pojedinačnog trenažnog vođenja odabire se scena simuliranoga bojnog polja, postavljaju se parametri kretanja cilja, uvjeti okoline i početni uvjeti lansiranja rakete.

Operator sam određuje trenutak lansiranja, lansira raketu te mu se nakon toga u vidnom polju pojavljuje traser rakete. Nakon toga počinje proces praćenja cilja tijekom kojeg operator drži končanicu na cilju dok raketa ne udari u njega. Pritom je vrlo realno prikazan položaj rakete u prostoru pomoću sintetičkog modela trasera, odnosno, rakete. Svako se vođenje memorira (snima) tako da je nakon određenog broja lansiranja moguće s operatorom provesti raščlambu svakoga pojedinog vođenja. Tijekom raščlambi vođenja instruktor daje operatoru određene instrukcije čime ga vodi k pravilnom usvajanju znanja i iskustva te stjecanju pravilnih navika.

Uporaba simulatora

Uporaba simulatora CRO-TREND Model 2.0 "Faust" vrlo je jednostavna čemu uvelike pridonosi Windows okruženje pomoću kojeg se na vrlo jednostavan način ostvaruje interakcija između strojne opreme i čovjeka, odnosno simulatora i instruktora. Isto tako je uporaba PO lansera sustava 9K111 potpuno jednaka uporabi PO lansera u stvarnim bojnim uvjetima, što operatoru omogućava da se vrlo brzo "poveže" sa sustavom simulatora te u uvjetima vrlo bliskim realnim provede izobrazbu u vođenju. U nastavku ćemo reći nešto više o uporabi simulatora, odnosno, o

načinima rada simulatora, postavljanju parametara simulatora, kalibraciji, trenažnom modu rada i raščlambi gađanja.

Načini rada simulatora

Prigodom uporabe simulatora može se koristiti nekoliko načina rada simulatora. To su: postavni način, trenažni način, replay (repriza vođenja) način, demo vođenje, raščlamba gađanja i početna faza izobrazbe.

• **Postavni način** rada simulatora omogućava zadavanje i postavljanje parametara simulatoru koji u trenažnom načinu rada određuju scenarije po kojima se odvija proces izobrazbe operatora na simulatoru. Postavni način je realiziran u prozorskom ("Windows") okruženju primjenom izbornika i dijaloga prozora kojima se upravlja na jednostavan način pomoću tipkovnice ili miša. Unutar postavnog načina rada instruktor postavlja parametre kretanja cilja (trajektorija, brzina, početna daljina) i parametre atmosfere okoline (tip vjetrova, brzina vjetrova, temperatura okoline). U okviru toga načina rada obavlja se i izbor scene na kojoj se odvija simulirana protuoklopna borba. U postavnom načinu rada instruktor također definira trenažni ciklus i broj scenarija koji određuje taj ciklus. Ovim se načinom rada definiraju i uvjeti rada trenažera za program ponavljanja (replay). Raščlamba trajektorija praćenja cilja i prikaz pogrešaka praćenja poslije obavljenog ciklusa trenaža također se izvodi iz postavnog programa.

• **Trenažni način** je temeljni način rada simulatora kojim se za odabrane scenarije, definirane ciklusom trenaža, izvodi proces izobrazbe u praćenju pokretnih i nepokretnih ciljeva sustavom 9K111 "Fagot". Tijekom ciklusa trenaža moguće je s jednim operatorom proći jedan ili više različitih scenarija (maksimalno 40), pri čemu svaki scenarij odgovara jednom lansiranju, odnosno lansiranju i praćenju cilja. Pritom treba naglasiti da se svaki scenarij može razlikovati ne samo po pozadini, odnosno sceni na kojoj se izvodi simulirana protuoklopna borba, već i po daljini do cilja, smjeru kretanja cilja (prema paljbenom položaju ili od njega i to okomito k PP-u, koso, cik-cak itd.), brzini cilja (do 60 km/h), tipu cilja (tank, oklopni transporter, kamion-cisterna, bunker i sl.), atmosferskim uvjetima (visoka ili niska temperatura, vjetar, magla), te provođenju gađanja u različito doba dana (po danu ili po noći uz korištenje termovizijske kamere).

• **Replay**, odnosno reprizni način rada provodi se nakon trenaža, a omogućuje ponavljanje prethodno snimljenih gađanja izvedenih u trenažnom načinu rada te provođenje detaljne raščlambe svih vođenja operatora u jednom ciklusu, što omogućava instruktoru da tijekom izobrazbe kroz raščlambu simuliranih gađanja daje operatorima savjete i naputke o praćenju cilja kako bi operator tijekom izobrazbe ili trenaža stekao ili zadržao pravilne navike kod uporabe sustava

• **Demo vođenje** (demonstracijsko vođenje) slično je reprodukciji vođenja, s razlikom što se tim načinom izvodi prikaz arhiviranih gađanja koja služe kao pokazna gađanja u početnoj fazi izobrazbe. U demo-vođenje ulazi se iz postavnog načina.

• **Raščlamba gađanja** je način rada u kojem se prikazuju dijagrami pogrešaka praćenja cilja tijekom svakoga pojedinog gađanja. O ovom načinu rada bit će kasnije rečeno nešto više.

• **Početna faza izobrazbe** je način rada u kojem se provodi izobrazba u praćenju kontura zadanih šablona. Ovaj se način rada koristi samo na početku izobrazbe kandidata za operatore kad oni trebaju steći vještinu koordiniranog rada s ručicama mehanizma za praćenje cilja po smjeru i visini.

Postavljanje parametara simulatora

Da bi se izobrazba i trenaža, mogli učinkovito provoditi na simulatoru CRO-TREND Model 2.0 "Faust" potrebno je prije početka rada postaviti sve potrebne parametre simulatora. Prije svega potrebno je postaviti temeljne parametre, zatim upisati sve polaznike tečaja ili trenaža u bazu podataka simulatora, postaviti odgovarajuće scenarije s obzirom na razinu trenaža ili izobrazbe, te postaviti sve parametre atmosfere. Naravno, da bi se postavili temeljni parametri te obavile sve ostale pripreme radnje potrebno je simulator pripremiti za rad. Priprema za rad ide sljedećim tijekom:

- Postavljanje simulatora i PO lansera na radni stol,
- Povezivanje lansera kabelovima sa simulatorom, odnosno međusklopom simulatora,
- Priključivanje kablova za napajanje na mrežu 220 V ili odgovarajući agregat,
- Povezivanje miša i tipkovnice preko odgovarajućih konektora s host računalom,
- Priključivanje slušalica na konektor na prednjoj strani računala,
- Provjeravanje položaja svih preklopnika prema priloženim uputama,
- Uključivanje simulatora (uključivanje host računala, uključivanje monitora, uključivanje napajanja međusklopa).

Kad je simulator "pokrenut" provodi se inicijalizacija i samoprovjeravanje sustava. Provjeravanja završava ispitivanjem ispravnosti podsustava procesora signala EVM1 i EVM2.

Nakon ovoga računalno starta izvođenje postavnog programa za odabir temeljnih načina rada simulatora. Kad smo ušli u postavni program možemo krenuti s postavljanjem temeljnih parametara simulatora, ciklusa treninga, upisom polaznika, postavljanjem scenarija itd.

Temeljni parametri simulatora. Temeljni, kao i ostali spomenuti parametri simulatora postavljaju se u postavnom načinu rada prim-

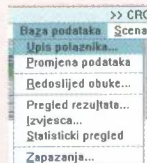
jenom izbornika i dijalog prozora u koje se može ulaziti preko glavnog izbornika ili preko ikona (sličica) koje se nalaze složene u dva reda unutar glavnog prozora postavnog programa. U glavnom prozoru postavnog programa, može se vidjeti redak glavnog izbornika u kojem se nalaze natpisi "Datoteka, Baza podataka, Scenarij" itd. Preko tih izbornika otvaraju se podizbornici preko kojih se onda odabire način rada simulatora, prilagođavaju temeljni parametri simulatora, prilagođava zvuk, provodi demo prikaz praćenja cilja, dobiva pomoć za rad sa simulatorom, odabiru scenariji, prilagođavaju atmosferski uvjeti itd. U ovom otvorenom izborniku može se vidjeti u drugom redu natpis "Osnovni parametri simulatora...". Nakon što smo strjelicu miša doveli na taj redak pritisnemo lijevu tipku nakon čega se otvori dijalog prozor za postavljanje temeljnih parametara. U ovom se dijalog prozoru, dakle, prilagođavaju temeljni parametri simulatora. Temeljni parametri simulatora su oni parametri koji globalno određuju režim jednog od načina rada simulatora, a koji su pak neovisni o broju scenarija u ciklusu. Kad smo odredili temeljne parametre pokazivač miša dovedemo na tipku "PRIHVATI" te pritisnemo tipku miša. Dijalog prozor se zatvara te se vraćamo u otvoreni izbornik "Datoteka".

Nakon ovoga možemo postaviti broj scenarija tako da pokazivač dovedemo do izbornika "Ciklus treninga..." te pritisnemo tipku miša. Kad smo to učinili otvara se dijalog prozor za postavljanje ciklusa treninga. Odaberemo broj scenarija te pritisnemo tipku "PRIHVATI", nakon čega smo ponovno u izborniku "Datoteka".

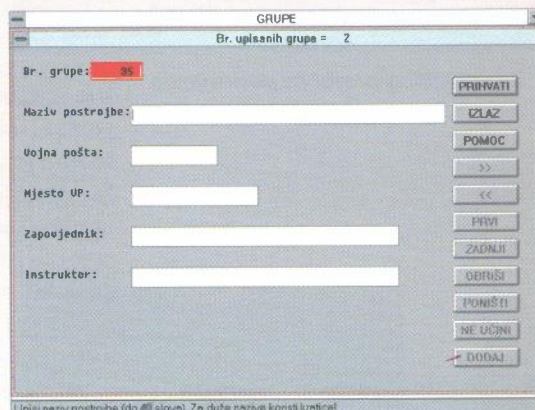
Upis polaznika tečaja.

Upis polaznika tečaja provodi se iz izbornika "Baza podataka". Pritom se izabire stavka "Upis polaznika...". Prije negoli se upišu osobni podatci polaznika, preko dijaloga prozora za upis naziva grupe, upisuju se podatci o postrojbi, odnosno skupini za koju se upisuju polaznici tečaja. Osobni podatci o polaznicima upisuju se preko dijaloga prozora za unos osobnih podataka.

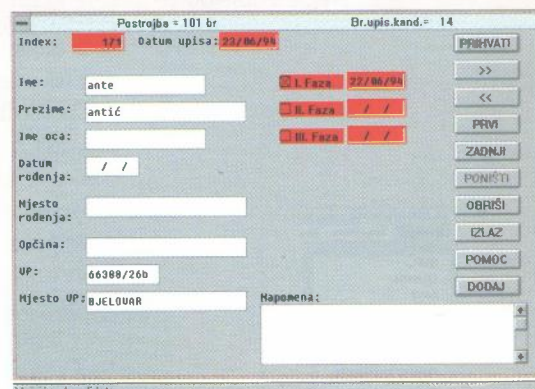
Pregled rezultata i izvješća. Nakon završetka izobrazbe ili trenaža moguće je za svakog pojedinog polaznika tečaja dati brojčani ili grafički prikaz rezultata vođenja. Isto tako je moguće u bazu podataka za svakog polaznika upisati i određene zabilješke (opisnu ocjenu) o njegovom napretku u izobrazbi.



Izbornik Baza Podataka

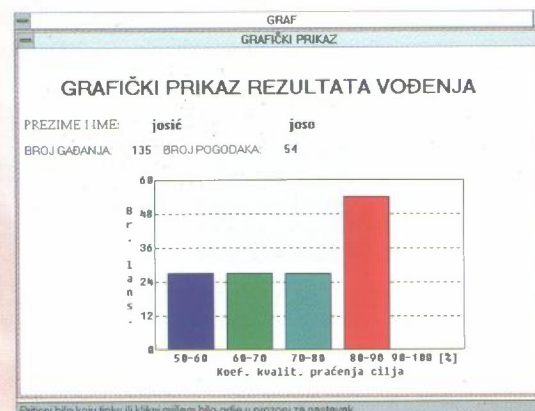


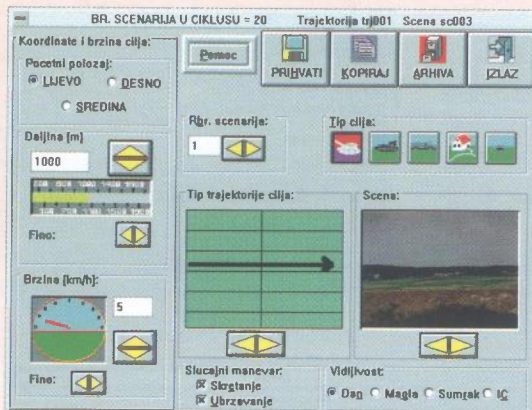
Dijalog-prozor za upis naziva grupe



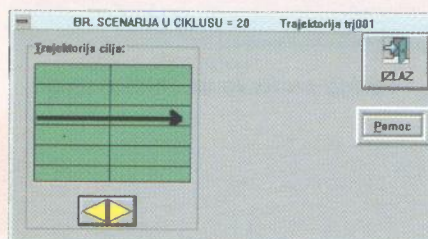
Dijalog-prozor za unos osobnih podataka

BAR-dijagram

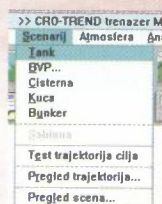




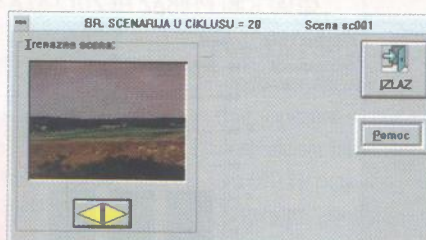
Dijalog-prozor za postavljanje trenaznog scenarija



Pregled trajektorija



Otvoreni izbornik <Scenarij>



Pregled scena

Postavljanje scenarija.

Trenažni scenarij određen je fotorealističnom scenom na kojoj se odvija simulirana protuoklopna borba kao i trajektorijem kretanja odabranog cilja. Trajektorij kretanja cilja za izabranu scenu određuje se tipom trajektorije i parametrima kretanja cilja. Dijalog prozor za postavljanje trenažnog scenarija, odnosno, parametara trajektorije kretanja cilja može se otvoriti putem izbornika "Scenarij" ili putem ikona (sličica)

koje se nalaze u prvom redu s ikonama glavnog prozora postavnog programa. Putem tipki koje se nalaze u prozoru za postavljanje trenažnog scenarija moguće je izabrati tip cilja (tank, BVP, cisterna, utvrđena kuća, bunker), tip trajektorije cilja (kretanje cilja prema PP-u, od njega, koso prema PP-u, krivudavo prema PP-u itd.), izgled scene, brzina cilja, daljina do cilja, te početni položaj cilja na sceni (lijevo, sredina, desno), slučajni manevar (skretanje, ubrzanje), te vidljivost (dan, magla, sumrak i praćenje preko termovizijske kamere/IC prikaz/). Kad smo završili s postavljanjem parametara jednog trenažnog scenarija pritisnemo tipku "PRIHVATI", nakon čega se broj u polju "Rbr scenarija" (redni broj scenarija) povećava za jedan, a svi parametri se postavljaju u ono stanje kako su bili u prijašnjem postavljanju pohranjeni. Istodobno se mijenja oblik trajektorije i izgled scene koji su za taj scenarij bili prije postavljeni. Kad se na taj način dođe do posljednjeg scenarija, poslije spremanja podataka korisnik će biti upozoren da je to bio posljednji scenarij. Ukoliko se neki scenarij želi preskočiti, tj. žele se zadržati parametri koji su bili ranije postavljeni, potrebno je kliknuti na desnu strjelicu tipke uz polje "Rbr scenarija", čime se broj scenarija povećava za jedan.

Test i pregled trajektorije cilja. Opcijom "Test trajektorije cilja" starta se proces trenaža ali se ne izvodi lansiranje, već se samo pritiskom na tipku F4 (na tipkovnici) starta kretanje cilja po trenažnoj sceni. Ta je opcija potrebna zbog toga da bi se moglo nakon zadavanja trajektorije kretanja cilja provjeriti da li su sve trajektorije unutar scene. Opcija "pregled trajektorije cilja" namijenjena je samo za pregled svih mogućih trajektorija cilja koje su dostupne pri postavljanju scenarija.

Pregled scena. Ta je opcija namijenjena samo za pregled svih mogućih scena koje su dostupne pri postavljanju scenarija. Ta se opcija kao i pregled i test trajektorija može pokrenuti preko izbornika <Scenarij> tako da se "klikne" opcija "Pregled scena" ili preko odgovara-

juće ikone u glavnom prozoru postavnog programa. Rezultat toga bit će otvaranje dijalog-prozora

<Pregled scena> u kojem se mogu pregledavati scene.

Postavljanje parametara atmosfere.

Izobrazba ili trenaža na simulatoru mogu se provoditi u "normalnim" atmosferskim uvjetima ili u uvjetima s pojačanim vjetrom te niskom ili visokom temperaturom okoline.

Prigodom provođenja trenaža u kojem će do izražaja dolaziti djelovanje vjetra u izborniku "Atmosfera" možemo odrediti tip i parametre vjetra, no isto tako i temperaturu okoline. Kad određujemo tip vjetra moguće je izabrati djelovanje slučajnog ili konstantnog (zadanog) vjetra. Ako odaberemo slučajni vjetar možemo odabrati slabi, srednji ili jaki. A ako smo pak odabrali djelovanje konstantnog vjetra, onda možemo odabrati brzinu vjetra (u m/s) i smjer djelovanja (u stupnjevima u odnosu na uzdužnu os rakete).

Temperatura okoline zadaje se u Celzijusovim stupnjevima, u rasponu od minus 30°C do plus 50°C. Normalna temperatura okoline za nominalni režim simulacije leta rakete je plus 15°C. Željena temperatura postavlja se tako da se mišem klikne na strjelicu GORE radi povećanja temperature, ili na strjelicu DOLJE radi smanjenja temperature u dijalog-prozoru za zadavanje vjetra i temperature. Povećanje odnosno smanjenje temperature ide u koracima od 5°C.

Zvuk. Da bi proces trenaža i izobrazbe bio što vjerniji moguće je tijekom trenaža uključiti odgovarajuće opcije zvuka, kao što su zvuk rada raketnog motora rakete, eksplozija bojne glave, te zvuk pozadine (brzometna paljba, eksplozije granata itd.).

Demo. Demonstracijski prikazi praćenja cilja (demo) unaprijed su snimljena praćenja za različite scenarije i mogu se koristiti u početnoj fazi izobrazbe radi prikaza procesa praćenja cilja. To se može činiti sa ciljem davanja naputaka kandidatima za operatore u svezi određivanja trenutka lansiranja, načina praćenja ciljeva s obzirom na brzinu i smjer kretanja cilja te načina nadzora vremena leta rakete do cilja s obzirom na udaljenost do cilja te s tim u svezi i postizanja odgovarajuće smirenosti i koncentracije operatora. Ovaj je način (mod) rada po načinu realizacije identičan modu ponavljanja (replay).

Kalibracija

Kad smo završili s prilagodbama svih parametara te pripremili scenarije i upisali polaznike možemo prijeći na trenažni mod rada. Proces trenaža pokreće se putem izbornika "Datoteka" gdje se izabere opcija "Start treninga..." ili se proces trenaža pokrene preko ikone na kojoj je nacrtan lanser. Kad uđemo u trenažni mod rada, kako za rad s normalnim scenarijima tako i za rad sa šablonama, na zaslonu se pojavljuje prikaz za kalibraciju. Naime, prije samog početka trenaža potrebno je provesti kalibraciju sustava za određivanje pozicije (elevacija i azimut)

lansera u odnosu na sredinu i rubne točke slike na zaslonu simulatora. Time je osigurana pravilna interpretacija položaja lansera kao linearno odstupanje (izraženo u metrima) od sredine zaslona, skalirano sa širinom i visinom vidnog polja scene za svaki scenarij gađanja tijekom izobrazbe.

Trenažni način rada

Proces trenaža određen je ciklusom simulacije, a čini ga jedan ili više različitih scenarija. Broj scenarija u ciklusu određuje instruktor, a scenarija može biti od 1 do najviše 40. Svaki scenarij simulacije odgovara jednom lansiranju rakete, odnosno gađanja.

U trenažnom modu rada, u svakom ciklusu trenaža pojavljuje se na dnu zaslona prozor koji nudi moguće akcije za vrijeme trenaža, a ujedno daje i neke informacije vezane uz tekući ciklus trenaža.

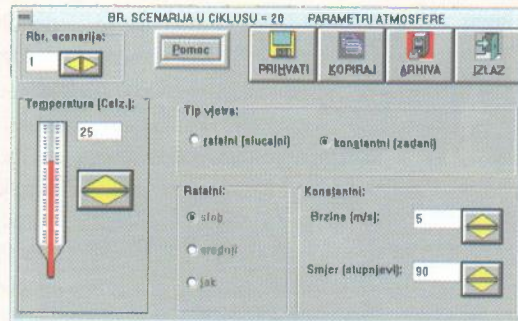
U trenažnom modu rada, u svakom ciklusu trenaža pojavljuje se na vrhu zaslona prozor, koji nestaje prigodom lansiranja rakete, a koji prikazuje vrijednosti nekih odabranih parametara scenarija (brzina cilja, vjetera, temperatura, daljina do cilja itd.) po kojem će se tekući ciklus trenaža odvijati. U ovom se modu, na kraju svakog ciklusa koji završava eksplozijom rakete u cilj, objekt, zemlju ili zbog isteka vremena leta rakete, pojavljuje pri vrhu zaslona prozora s ispisanim rezultatom vođenja (praćenja) i informacijom o mjestu pogotka

svakom ciklusu pojavljuju se grafikoni s krivuljama pogreški praćenja cilja po smjeru i visini, odnosno grafikoni s prikazom trajektorije rakete. Pogreške predstavljaju linearno odstupanje crte ciljanja od cilja (izraženo u metrima) u zavisnosti od vremena tijekom vođenja, odnosno praćenja cilja. Na dnu zaslona nalazi se prozor izbornika koji nudi moguće akcije za vrijeme raščlambe, a ujedno daje i neke informacije vezane uz tekući ciklus raščlambe.

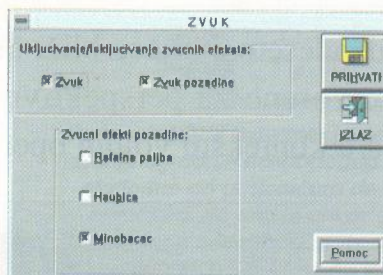
Zaglavak

Za simulator CRO-TREND Model 2.0 "Faust" se kao i za simulator CRO-TREND Model 1.0 može reći da je rezultat primjene najmodernijih tehnologija na polju elektronike i informatičke tehnike, odgovarajućih matematičkih metoda kojima su dobiveni matematički modeli vrlo bliski realnom sustavu i okruženju, kao i znanja i iskustva hrvatskih znanstvenika te hrvatske vojne industrije.

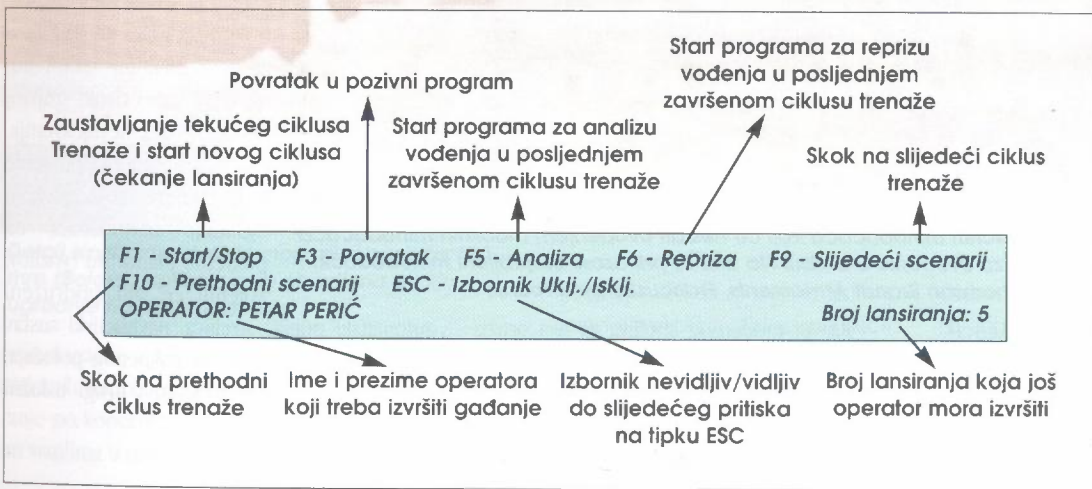
I ovaj simulator svojim performansama i jednostavnošću uporabe omogućava provođenje vrlo kvalitetne i sveobuhvatne izobrazbe i trenaža operatora na protuoklopnim vođenim raketnim sustavima 2. generacije - 9K111



Dijalog-prozor za zadavanje vjetera i temperature



Izbor opcija zvuka



Opis izbornika u trenažnom modu rada

rakete.

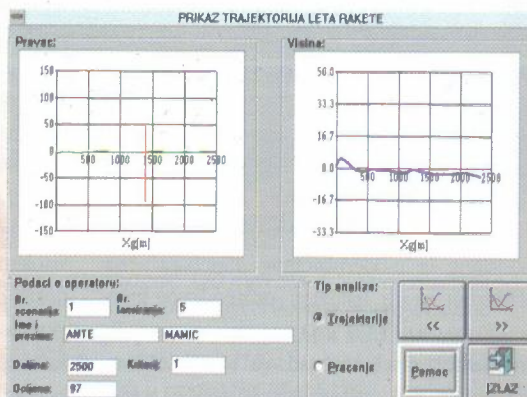
Replay i raščlamba gađanja

Replay ili reprodukcija praćenja cilja tijekom izobrazbe ili trenaža provodi se s ciljem raščlambe svakog pojedinog praćenja cilja ili praćenja cilja s nekom karakterističnom pogreškom koju je tijekom ciklusa operator učinio kako bi se tom raščlambom kandidatu ili operatoru ukazalo na pogreške koje čini tijekom rada na simulatoru, a sve s ciljem da se kod kandidata za operatora stvore pravilne navike u praćenju, a kod operatora održe stečene pozitivne navike kod praćenja cilja.

Prigodom raščlambe izvršenih gađanja, u

"Fagot" - čime operatori i kandidati za operatore zahvaljujući njegovim osobinama tijekom izobrazbe stječu pravilne navike te znanje i iskustvo što im omogućava da u radu s realnim sustavom postignu odlične rezultate. Kao što su i operatori na sustavima "Maljutka" pokazali svoje znanje i vještinu tako su i operatori na sustavima "Fagot" nakon izobrazbe na novom simulatoru CRO-TREND Model 2.0 "Faust" pokazali svoju iznimno veliku vještinu i znanje, a time i učinkovitost tijekom operacija za oslobađanje Republike Hrvatske. ☑

Prikaz trajektorija



Moglo se očekivati da će minobacači kao klasično oružje biti u budućnosti potisnuti s bojišnice, a na njihovo mjesto doći neka modernija i sofisticiranija oružja. Međutim tradicionalna privrženost zapovjednika razine bojne koji su "odrasli" s minobacačima i sve prisutniji trendovi razvoja samovoznih minobacača ukazuju upravo na suprotno. Zapovjednik svake borbeno skupine minobacača je mogao jamčiti da će njegovi minobacači odraditi svoju zadaću premda se mogu koristiti samo u području prim-

dopuštajući cijevi oružja operativno područje djelovanja po smjeru i elevaciji. Drugo rješenje koje se posljednjih godina sve više primjenjuje u praksi je ugradnja minobacača 120 mm u kupolnu nadgradnju. Takva oružja mogu gadati i donjom skupinom kutova i biti operativni u uvjetima potpune oklopne i NBK zaštite. Njihova je najveća prednost brzo uvođenje u borbu kao i mogućnost brze promjene paljbenog položaja. Povrh toga njihova je raspoloživost i borbeno samoodržanje iznad klasičnih minobacačkih sustava, a to da li će se zvati topom ili minobacačem potpuno je svejedno.

Razmotrimo sada neke elemente u kontekstu kojih se mora prepoznati uloga modernih minobacača.

Učinak na cilju

Zadaća koju minobacači moraju ostvariti (kao i ostala oružja za posrednu borbu) je istodobna raspodjela maksimalnog broja projektila u područje cilja i osiguranje šok učinka u protivničkim redovima. Pod klasičnim učinkom minobacača se donedavno držalo djelotvornost kojom je nakon izvršenog napadaja stvoren

Minobacači za 21. STOLJEĆE

Kako se dvadeseto stoljeće bliži kraju tako su i promjene u tehnologiji i taktičkoj doktrini sve više otvorene za perspektivnost i proširenje uloge minobacača za buduća borbena djelovanja u kontekstu vojnih operacija

J. MARTINČEVIĆ MIKIĆ



Prizori užurbanih radnji posluge klasičnih minobacača koji će nestati uvođenjem mobilnih minobacača i primjenom njihovih sustava za brzo uvođenje u borbu. Na slici su prikazani ožlijebljeni minobacački sustavi 120 mm Thomson Brandt Armaments, Francuske proizvodnje

jene posredne paljbe (gornja skupina kutova). Osim ovog ograničenja, promatrajući ih u temeljnoj ulozi, minobacači su predstavljali "nezgrapni teret" i zahtijevali su značajnu logističku potporu, kako u pogledu premještanja borbenog položaja, tako i u pogledu opskrbe streljivom.

Samovozni minobacački sustavi su dakle nužna potreba pješastvu koji će pod zapovjedništvom bojne moći odgovoriti na svaki poziv nadređenih, točnom i preciznom paljbenom potporom.

U posljednje vrijeme klasični minobacači se sve više ugrađuju na podvoz (šasiju) vozila na kotačima ili na gusjenicama i to uglavnom u dvije inačice. Jedno rješenje je ugradnja konvencionalnog ili moderniziranog minobacača na platformu za tu namjenu prilagođenog borbenog vozila, bilo to na gusjenicama ili kotačima. Za vrijeme gađanja minobacačem, podižu se poklopci s gornje strane vozila

Razvoj modernog streljiva za ova oružja ubrzao je trendove prema povećanju mobilnosti i paljbene moći ovih sustava, kako u funkciji topničkih oružja, tako i u pješačkim postrojbama. Do izražaja je najviše došlo njihovo povećanje mobilnosti, njihova veća koncentracija kao i sinkronizacija paljbe, čime je povećana vjerojatnost uništenja svakog cilja.

Tradicionalna ograničenost minobacača u pogledu dometa i učinkovitosti na cilju, kao i njihovo djelovanje izvan sheme topničke organizacije nisu mogli polučivati očekivane rezultate u uvjetima modernog vođenja operacija. Temelj uspješnosti djelovanja topničkih snaga naoružanih modernim minobacačima je u njihovom združenom korištenju s "oklopom" i vrtoletnim snagama osiguravajući tako napredovanje snaga u tri protežnosti u dubinu neprijateljskih položaja i do 40 km. Upravo na tom konceptu su sudjelovale združene snage u operacijama u Pustinskoj oluji i to vrlo učinkovito.

prostor za djelovanje vlastitih snaga. Danas je istina nešto drukčija jer se na bojišnici nalaze i druga tehnička sredstva poput lakih oklopnih vozila i drugih visokovrijednih ciljeva koja predstavljaju idealne mete za minobacače. Osim toga tu su još i zahtjevi za maksimalnim paljbenim učinkom kao i visoki stupanj zaštite za vrijeme djelovanja. Jedan od načina za ispunjenje ovih zahtjeva je mogućnost ugradnje minobacača na pokretnu platformu (vozilo), kojemu će biti pridruženi

automatski punjač streljiva, navigacijski sustav za određivanje koordinata paljbenog položaja, sustav za upravljanje paljbom i drugi uslužni uređaji.

Samoopstojnost

Unapređenje tehnologije u pogledu poboljšanja preglednosti bojišnice, uključujući i radarske sustave za lociranje minobacača koje će protivnik zasigurno koristiti, povećalo je stupanj prijetnje od protunapadaja po vlastitim minobacačkim snagama. U takvim uvjetima djelovanja minobacački sustav mora zadovoljiti neke temeljne preduvjete koji će ga činiti neranjivim i zadržati ga dulje vremena u operativnom životu na bojišnici. To su prije svega sljedeći preduvjeti:

- moderni minobacački sustav mora postati mobilniji i omogućavati operativnost u režimu paljbe "pali i bježi",
- moderni minobacački sustav mora nudi-

ti bolju zaštitu posluge, približno jednaku zaštiti oklopljenog borbenog vozila,

• minobacač mora predstavljati idealnu kombinaciju ta dva obilježja.

Ovi se preduvjeti u obliku operativnih zahtjeva ugrađuju u većinu modernih konstrukcija mobilnih minobacača koji se sve češće susreću na bojišnici, što će kasnije biti prikazano na konkretnim primjerima.

Fleksibilnost

Za većinu je zapovjednika započinjanje napadaja bez posredne paljbene potpore neprihvatljiv rizik za njegove postrojbe. Minobacači su uvijek bili u situaciji da ostvare paljbu po ciljevima s osiguranjem točnosti i koncentracije posredne paljbene potpore. Zadaća im je bila razaranja neprijateljskih paljenih položaja tijekom napadaja i preventiva za razbijanje koncentracije neprijateljskih postrojbi za lokalne

odgovarajuće motorno vozilo koje će biti u mogućnosti sukladno situaciji "uskakati" u funkciju ako to bude potrebno.

Zapovijedanje i nadzor

Minobacačke postrojbe imaju temeljnu ulogu u taktičkoj shemi uporabe združenih snaga gdje je uključena posredna topnička potpora i kombinirana protuoklopna borba pokrivajući sustave koji djeluju izravno i posredno. Ako je tome tako, onda je jasno da razvoj modernih minobacačkih sustava ne može biti bez sustava za upravljanje paljbom i sustava za prijam podataka o cilju. Za minobacačke postrojbe su sustavi za upravljanje paljbom postali nužni zahtjev za buduće integrirane operacije. Osim toga nužno je ugraditi i komunikacijski sustav koji će osigurati prijam podataka s više razine zapovijedanja.

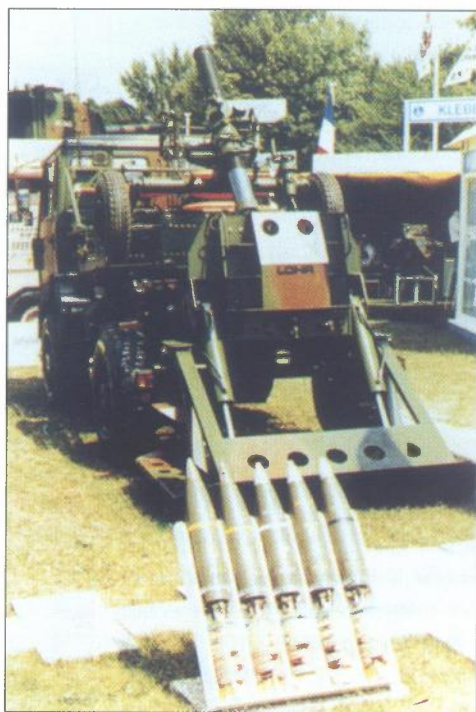
Kratki pregled minobacača

Danas se na Zapadu uglavnom koriste minobacački sustavi u kalibru od 51 do 120 mm dok je Izrael poznat po kalibru 160 mm tipa Tampela. Na ruskim se prostorima pak nalaze čak minobacački sustavi u kalibru 240 mm.

Ohrabreni ruskim primjerom neki zapadni nositelji razvoja su također težili za razvojem superteških minobacača koji bi mogli naći svoje mjesto na današnjoj bojišnici, osobito za djelovanje po različitim formama "tvrdih" meta i obrambenim položajima na razumljivim udaljenostima u području od 8 do 15 km. Međutim na temelju svekolikih analiza minobacači

120 mm pokazuju najviše argumenata za uvođenje u operativnu uporabu, pa će o njima biti i najviše rečeno.

Na donjem dijelu skale kalibara, tehnologija nije posebno napredovala u području modernizacije od završetka II. svjetskog rata. Najznačajniji učinci su polučeni u području većem od 4000 metara, gdje dominiraju minobacači 60 mm i području većem od 6000 metara što pripada minobacačima 81 mm. Na primjer MO-60-LP prenosivi minobacač i MCB-60-L (prijevozni



Francuski LOHR Industries je ponudio više rješenja ugradnje minobacača na mobilne platforme od gusjeničara do vozila na kotačima. Na slici je prikaz ugradnje standardnog minobacača Thomson Brandt Armaments MO-120-RT-61 na vozilo Renault TRM 2000 (4x4). Sustav može prevoziti 24 granate kalibra 120 mm

kroz zatvarač punjeni top-bacač) izrađeni u TBA (Thomson Brandt Armament) su u mogućnosti ispaliti minu 60 mm niskog otpora (60LP), mase 2,2 kg na udaljenost 5000 m. Impresivnih 8000 metara je dostižno s minom 81 mm HE (LP), mase 7,4 kg kad je ispaljena iz TBA - ovog top-bacača MCB-81. Ta nova generacija mina HE je bitno unaprijedila sam oblik fragmenata, a koeficijent otpora u letu je znatno smanjen.

Jedan od najpoznatijih minobacačkih sustava u kalibru 81 mm je britanski L16A1 (Royal Ordnance) koji se neznatno modificiran nalazi na uporabi u američkoj vojsci i mornarici pod oznakom M252.

Predstavljanje ovog minobacača je vezano



Detalj ispitivanja dvocjevnog minobacača 120 mm (Bofors). Ispitivanja su obavljena u cilju ugradnje na MTLB podvozje

protunapadne operacije. Velika korist tako organiziranih minobacačkih postrojbi je brzo reagiranje po koncentracijama pješastva i oklopljenim vozilima u završnoj fazi napadaja.

Mobilnost

Zahtjevi koji su nametnuti minobacačima kroz ulogu u oklopnoj borbi nameću im i potrebu mobilnosti koja će im omogućiti praćenje brzopokretnih ciljeva. Na različitim zapovjednim razinama kao što su npr. snage za brze intervencije, zahtjevi su minobacačima da zajedno s prvim postrojbama na terenu "osjete" pogreške topništva, brzo ih "uočavaju" i još brže "ispravljaju" u pogledu topničke potpore. Na taj su način permanentno pokriveni svi aspekti napadne operacije bez rizika od eventualnog neuspjeha. Da bi zadovoljili temeljne zahtjeve mobilnosti minobacači moraju biti ugrađeni na



Četverocijevni minobacač 120 mm SM-4 "salvo" austrijskog proizvođača Noricum. Austrijska vojska je svojedobno podržavala razmišljanje o uvođenju SM-4 kao zamjenu za postojeće haubice 105 mm M101, budući da je domet sustava u području 12÷14 km

za rane šezdesete godine kad je uveden u britansku vojsku. Njegova oprema teži 37,85 kg i sa standardnom minom ima maks. domet 5675 metara. Danas se, međutim, broj usporednih oružja u kalibru 81 mm, koja nude veći domet naglo povećao. Tu se prije svega misli na austrijski Noricum M8/424 čiji je domet 6500 metara, mase 38,1 kg, grčki EBO Type 44 čiji je domet 6000 metara, mase 39,5 kg, izraelski Soltam 81 mm L, dometa 6500 m, mase 49 kg, singapurski ODE 81 mm, dometa 6200 metara, mase 43,6 kg, i španjolski Esperanza 81 L-L, dometa 6900 metara uz masu 47,5 kg. Čini se stoga nevjerovatnom činjenica da RO ne radi na povećanju dometa svojega minobacača L16A1. Mogućnosti za takvo povećanje postoje kroz povećanje tlaka barutnih plinova, uz neznatno povećanje ukupne mase.

Francuska i njemačka vojska su tijekom proteklih godina uvodile minobacače 120 mm kao zamjenu za topnička sredstva u brdskim postrojbama, kao i onima koje su namijenjene za zračno prevoženje. Minobacači 120 mm u usporedbi sa standardnim minobacačima 81 mm nude važno povećanje dometa u području od 8 do 14 km i veću moć streljiva. Danas kad se razvojem tehnologije došlo do kvalitetnijih tvoriva, postignuto je smanjenje mase minobacača 120 mm ispod 150 kg. Ove činjenice sada dopuštaju razmatranje mogućnosti zamjene minobacača 81 mm u većini njegovih uloga, osobito u mehaniziranim pješakim postrojbama.

U brojnim analizama fleksibilnosti minobacača 120 mm, prema 81 mm, utvrđeno je da su minobacači 81 mm skuplja sredstva čak i unutar mehanizirane postrojbe, premda je sama cijena minobacača 81 mm upola manja od cijene minobacača 120 mm. Britanska studija pokazuje da praktična masa paljbe po minuti (54 kg za mb 81 mm, prema 104 kg za mb 120 mm) predstavlja područje učinkovitosti 624 četvorna metra, prema 850 četvornih metara, na temelju čega je učinkovitost manjeg 60,4

	Standardni minobacač	Lockheed minobacač	Smanjenje mase u %
Cijev	49,9 kg	15,9 kg	- 68 %
Podloga	62,1 kg	15,9 kg	- 74 %
Dvonožac	31,8 kg	11,3 kg	- 64 %
Ublaživač trzanja	-	11,3 kg	+
UKUPNO	143,8 kg	54,4 kg	- 62 %

Usporedne vrijednosti masa minobacača Lockheed prema postojećem minobacaču M121

posto prema 61,8 posto većega.

Da se masa minobacača 120 mm može drastično smanjiti pokazuje primjer minobacača



Izraelski minobacač 120 mm RMS6 (Recoiling Mortar System). Prilagođena verzija minobacača K-6 u kombinaciji s protutrzaćim sustavom što omogućuje ugradnju minobacača na mobilno podvozje



Jedan od britanskih protutipova RO 2003 iz 1986. godine naoružan minobacačem kalibra 120 mm. Podvozje je iz obitelji vozila RO 2000, mase 18 t, koje je predviđeno za proizvodnju u 20 izvedenica mase 15 do 25 tona u funkciji "nosača" oružja i vozila logističke potpore

izrađenog od kompozitnih tvoriva što je razvijen od strane američkog Lockheed Missiles & Space. Cijev, dvonožac i podloga minobacača su izrađeni od kompozitnih tvoriva čija je čvrstoća, modul elastičnosti i krutost iznad klasičnih tvoriva. Ispitivanja prototipa takvog minobacača su započela u ožujku 1995. godine. Cijev je iste dužine kao na stan-

dardnom minobacaču M121 s tim da je masa takve cijevi svega 15,9 kg u usporedbi sa 49,9 kg koju ima klasični M121. Hidraulični ublaživač sile trzanja koji je ugrađen u podnožje cijevi omogućuje ugradnju takvog minobacača na vozila lakog tipa (poput američkog Hummera) i može se prilagođavati različitim zahtjevima korisnika, a prema potrebi može se i skinuti.

NATO je osamdesetih godina intenzivirao problem minobacača dvjema inicijativama. Prva je bila oformljenje protuoklopne studije 1985. godine IEPG (Independent European Programme Group) koja konstatira da još uvijek postoji potreba za oružjem koje je sposobno pokriti oklopljene mete u području 4 do 14 km. Na temelju toga u pogledu dometa i ubojite moći streljiva odabiru se minobacači 120 mm.

Druga je bila usvajanje američkog plana Army Mortar Plan za razdoblje 1984.-1989. Osim toga što se računalo na laki minobacač 60 mm M224 i srednji 81 mm M252, usvojen je i minobacač 120 mm koji je u prvo vrijeme trebao preuzeti ulogu zastarjelih minobacača 107 mm M30 (4,2 inča), osiguravajući temeljnu paljbenu potporu za tankovske postrojbe, mehanizirane postrojbe i pješništvo.

Za ispunjenje tih zahtjeva izabran je minobacač 120 mm Soltam K-6, kako u prijenosnoj inačici, tako i u ugradbenoj konfiguraciji na podvozje vozila. Masa minobacača je 144 kg, a domet klasičnim streljivom 7200 metara. Trebao je biti ugrađen na postolje minobacača M30 na gusjeničnom vozilu M106A2. Ispaljivanje bi se obavljalo kroz otvore koje pokrivaju krovna vrata kad sredstvo nije u uporabi.

Međutim potkraj 1987. godine, čak prije odluke za kupovinu K-6,

projekt je bio opozvan utemeljenjem koncepta AMC (Army Mortar Concept) za razdoblje 1990. do 2004. godine. Zaključci studije su sugerirali uvođenje minobacača u teškoj kategoriji (120 mm), koji bi bio ugrađen u kupolu. Kao takav trebao je biti upotpunjen s automatskim punjačem, uređajem za montažu upaljača i biti ugrađen na oklopljeno borbeno vozilo (AFV - Armored Fighting Vehicle) tipa podvozja Bradley.

AMC 1990-2004 je također preporučio da je najvažniji prioritet razvoja nastavak poboljšanja standarda minobacačkog streljiva, vodeći pri tome računa da to budu i projektili za "zamračenje" i neutralizaciju laserskih senzora u protivničkim protuoklopnim projektilima. Minimum uništenja takvim streljivom bi trebala biti protuoklopna vozila i laki tankovi. Istodobno se predlaže istraživanje i drugih vrsta granata "sposobnih prenositi" ometače, senzore za daljinsko upravljanje, različite mamce, kemikalije i sl. Nijedan od tih prijedloga nije dobio odgovarajuću potporu, dok potkraj 1988. godine nije ARDEC (Army Armament Research Development Center) dao preporuku za razvoj oklopljenog minobacača Mortar Under Armor (MUA) na temeljima međunarodne suradnje.

Vrlo brzo su formirani multinacionalni timovi za zajedničko rješavanje US i europskih zahtjeva. Prvi u tom području je bio FAMS konzorcij (Forward Armored Mortar System) predvođen tvrtkom Olin združenom s General Dynamics, Saco, Diehl (izručitelj novog s usta punjenog bacača za kupolnu ugradnju), Western Design Corporation (autopunjač), Megnavox (sustav upravljanja paljbom) i Textron, Dynamit Nobel i Boeing (zaduženi za streljivo).

S druge strane slično tome američki FMC i britanski RO su ponudili 120 milimetarski minobacač punjen preko zatvarača. Sustav ima integralni protutrzaajući sustav koji mu omogućuju ugradnju na standardni oklopni transporter M113 (APC - Armoured Personnel Carrier) bez veće modifikacije podvozja ili ovjesa. Sustavi punjeni sa zadnjaka daju novu taktičku mogućnost korištenja minobacača u izravnim i posrednim paljbenim djelovanjima. Mogućnost izravne paljbe u velikoj mjeri pridonosi povećanju fleksibilnosti sustava i samoopstojnosti na bojišnici.

Švedska je također poklonila veliku pozornost protuoklopnoj borbi minobacačkim streljivom. Tome u prilog govori razvoj minobacačkog protuoklopnog streljiva 120 mm Strix koje je razvijeno na temelju zahtjeva švedske vojske.

U nedostatku vlastitog minobacača, Bofors

kupuje višecijevni minobacač austrijske tvrtke Noricum koji se ugrađivao na Unimog podvozje. U to je vrijeme, međutim, Bofors istraživao mogućnosti korištenja teškog sveterenskog vozila u funkciji transportera streljiva i nosača minobacača (platforme). Takav bi pristup mogao osigurati odgovarajući stupanj autonomije u odnosu na količinu prevoženog streljiva i odgovarajuću mobilnost i zaštitu posluge, a ne bi predstavljao odviše

Trenutak ispaljenja projektila Merlin kalibra 81 mm s minobacača ugrađenog na mobilno podvozje



skupo sredstvo.

Bofors nije točno odredio tip vozila, ali je odredio moguće proizvođače kao npr. Volvo, Caterpillar, Terex ili engleski Unipower. Ilustracije prikazuju ugradnju na Volvo kamion.

Svjestan da bi cijena mogla postati najvažniji kriterij u donošenju odluke za uvođenje sustava u vojsku, Bofors naglašava mogućnost korištenja jeftinije alternative u obliku teških

smanjena na 15 do 20, ljudi, a oklopna zaštita bi bila odgovarajuća. U slučaju četverocijevnog minobacača, Bofors bi mogao osigurati sličnu mobilnost korištenjem jednog vozila, ali bi takva konfiguracija zahtijevala samo petero ljudi.

Osim toga postoje i druge taktičke prednosti. Jedno vozilo je lakše smjestiti na terenu i odgovarajuće ga maskirati u odnosu na više njih. Nadzor paljbe je jednostavniji, a brzina paljbe je slično tome povećana. Vrijeme ulaska i izlaska iz akcije je svedeno na minimum, a moguće ga koristiti u režimu paljbe "pali i bježi". Bofors je predložio i sofisticiraniju verziju za maksimiziranje protuoklopnog sustava Strix. Ovo rješenje uključuje autonomni ciljačko-pretraživački sustav podignut na 13 metara visoku konzolu s IC i standardnim TV motrilačkim sustavom upotpunjenim s laserskim daljinomjerom.

Prednosti mobilnih minobacača

Brza promjena elevacije cijevi na kupolno ugrađenim minobacačima pridonijela je povećanju preciznosti navođenja i poboljšanja paljbenog učinka. Kao što je slučaj i u topništvu, učinak se može povećati uzastopnom paljbom brojnih projektila po jednom cilju pod različitim kutevima nagiba cijevi, što stvara prividni učinak istodobnog djelovanja više sustava.

Načelo istodobnog djelovanja po istom cilju je ponudio i austrijski Noricum sa svojim minobacačem SM-4 "salvo". Nastavivši njemačku praksu (iz II. svjetskoga rata) montaže više cijevi na zajedničku podlogu, Noricum je 1986. godine ponudio četverocijevno rješenje takvoga minobacača.

SM-4 ima četiri cijevi kalibra 120 mm, dužine 3000 mm punjene s usta, koje ne samo da daju neusporedivu gustoću trenutačne paljbe, nego također nude veće mogućnosti dometa i do 14,5 km (pri korištenju standardnih hinterbergerovih granata HE 78 mase 14 kg).



Francuski samovozni minobacački sustav VAB VPM 81 naoružan minobacačem kalibra 81 mm postavljenim u oklopno vozilo VAB

kamiona, koji bi mogli osigurati uvjete sveterenske vožnje.

U Boforsu je to slikovito prikazano na način da tipična bitnica s tri vučna minobacača zahtjeva 20 do 30 ljudi, zajedno sa 200 do 300 granata, kojima je za prijevoz potrebno pet vozila, prigodom čega posluga nije adekvatno zaštićena tijekom djelovanja. Ako je pak na vozilo ugrađena po jedna cijev, posluga bi mogla biti



Armoured Mortar System (AMS) ugrađen na gusjenično lako oklopno vozilo MTVL. Vozilo je modificirani transporter M113 kojemu je modernizirana pogonska skupina i sustav ovjesa, a korisna nosivost povećana za 30 posto što omogućuje prevoženje 50 granata kalibra 120 mm u bojnom kompletu. Sustav je razvijen za predstavljanje kupcima Srednjeg istoka. Radi se o kupolnoj izvedenici minobacačkog sustava kakav je ugrađen na lako oklopljeno vozilo LAV 8x8 General Motors

Ispitivanja sustava na visokim temperaturama su obavljena na Srednjem istoku, a jedno vozilo je u Švedskoj obavilo ispitivanja korištenja pri niskim temperaturama.

Sustav je smješten na standardni kamion Mercedes Benz Unimog U 1700L (4x4) CDF. Budući je bilo interesa za ugradnju na gusjenično vozilo, za testiranje je posuđen američki transporter M113. Manipulacija podlogom (spuštanje i dizanje) se obavlja hidrauličnim pogonom, dok se okidanje obavlja pneumatskim otporcem. Zbog smanjenja rada tročlane posluge, moguće je dodati automatski punjač streljivom. Maksimalna brzina paljbe ovakvog sustava je tri salve u 13 sekundi, dok se kod dugotrajne paljbe primjenjuje režim od 3 do 4 salve po minuti podrazumijevajući sedmo barutno punjenje.

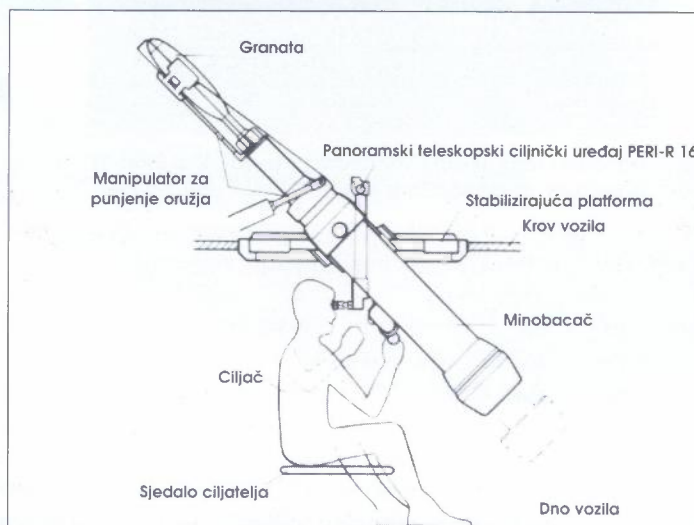
Za korištenje iz minobacača SM-4 je razvijena nova generacija teških granata nosača podstreljiva (30 kg) koje mogu "nositi" 50 odgovarajućih podgranata i doseći domete od 12 do 14 km.

Prigodom razvoja modernih minobacačkih sustava, bilo je nužno riješiti niz problema koji se izravno

Shematski prikaz stabilizirajuće platforme ugrađene u krov transportera M113 i sustava za brzo punjenje granata s usta cijevi minobacača R120



Jedan od prijedloga ugradnje minobacača kalibra 120 mm na podvozje američkoga oklopnog transportera M113. Ovakvo je rješenje Rheinmetall prikazao u listopadu 1990. godine. Postoji mogućnost modularne ugradnje i u druge tipove vozila. Na slici je prikazan sustav VAMS Rheinmetall 120 mm



odnose na postizanje veće preciznosti oružja u cjelini i ostvarenje većeg učinka streljiva na cilju. Dio problema je riješen razvojem preciznog "smart" streljiva namijenjenog za napadaje po visokovrijednim ciljevima, dok se drugi dio problema riješio uvođenjem sustava za pozicioniranje/lokaciju temeljenu na GPS/INS (Global Positioning and Inertial Navigation Systems) tehnologijama koji osiguravaju visoku točnost nadzora paljbe.

Razvoj minobacačkog "smart" streljiva je dovoljno opisan u dosadašnjim brojevima Hrvatskog vojnika pa je za sada dovoljno spomenuti samo streljivo švedske tvrtke Bofors 120 mm Strix, koje je uvedeno na uporabu u švedsku vojsku i streljivo 81 mm Merlin BA Dinamica.

Točnost minobacača je također izravno povezana i s vrstom ugrađene cijevi, tu se misli na to da li je cijev minobacača ožlijebljena ili je sustav glatke cijevi. Ove raščlambe sve više dolaze do izražaja od kada je počela ugradnja minobacača ožlijebljenih cijevi na mobilne inačice minobacača.

Djelotvornost oružja je povezana s vrstom sustava zatvaranja i sustavom punjenja cijevi, tj. da li je ono s usta ili sa zadnjaka. Sva ta protuslovlja je trebalo riješiti prije nego što je došlo do integracije minobacača s platformom vozila koja ne može podnijeti veću silu trzanja od njezine proračunske nosivosti. Uspješnost konstrukcije minobacača za takvu ugradnju je minimiziranje udaraca trzajuće sile koliko god je to moguće i prema tome održavanje kritične čvrstoće sustava, a da budu zadovoljeni zadani zahtjevi preciznosti i postignuto područje djelovanja.

Danas je sve više sustava u kojima su integrirani svi ti zahtjevi i pomirena sva ranije rečena protuslovlja. Jedan od takvih modernih sustava, koji prikazuje izazovno rješenje ugradnje minobacača na podvozje vozila je minobacač s brzim punjenjem tzv. Turreted Mortar Under Armour System (TMUAS). Sustav se temelji na kupolnoj izvedenici s dva člana posluge ugrađen na oklopni transporter pješništva M113 turske proizvodnje FMC Nurol. Prednosti takvog sustava su smanjenje posluge na samo dva člana, a brzina paljbe je zaista velika i iznosi šest granata u 25 sekundi. Osim ovih funkcionalnih prednosti sustav

ima i niz drugih prednosti koje omogućuju podnošljiviji rad posluge poput podsustava za izvlačenje dima iz kupole, podsustava NBK zaštite i dr. Postojeće rješenje TMUAS se oslanja na održavanje kupole pod odgovarajućim nadtlakom koji ispraznjuje barutne plinove iz cijevi oružja kad dođe do odvajanja spojke cijevi. Temeljiti opis sustava slijedi kasnije.

Drugo tehničko rješenje predstavlja britanski Royal Ordnance/Delco 120 milimetarski oklopljeni sustav Armoured Mortar System (AMS) koji je za prezentaciju bio ugrađen na lako oklopno borbeno vozilo Piranha u konfiguraciji 8 x 8. U tom primjeru kupola sadrži 120 mm glatku cijev koja se puni putem zatvarača, a omogućuje izravnu i neizravnu paljbu.

U ruskom primjeru su ranije spomenuti zahtjevi vrlo dobro integrirani u njihovom kupolnom minobacaču 2S23. To je vjerojatno prvo takvo sredstvo koje je stiglo na bojišnicu u sastavu snaga za brzo djelovanje, a da ima tako visoke mogućnosti samoopstojnosti, kako u samoobrani, tako i u napadnim djelovanjima u početnim protuoklopnim udarima. Naravno na tom su načelu kasnije djelovali i američka mornarica USMC u operacijama Pustinjska oluja. Tamo su bili dobro iskorišteni svi sustavi koji su mogli ostvariti dvostruku funkciju na jednoj platformi (podvozju).

Royal Ordnance je započeo svoj originalni razvoj kupolnog rješenja minobacača 120 mm tijekom osamdesetih godina na podvozje oklopnog transportera pješništva M113A2. Posljednja verzija koja se temeljila na ranije završenim poslovima bila je lansirana 1991. godine, kada su bile i prve prezentacije sustava. Više od drugih proizvođača u ovom području, RO je poklonio rješenju protutrzajućeg sustava kao i načinu punjenja minobacača. Ova dva elementa zasigurno kod kupolnog minobacača predstavljaju kritične čimbenike i izravno utječu na konzistenciju gađanja.

Uzevši u obzir razinu oklopne zaštite kod

potpuno oklopljenih minobacača i trzajući učinak djelovanja brze paljbe, RO je počeo razvijati hidropneumatski protutrzaajući sustav (amortizer s povratnikom) koji reducira silu trzanja s faktorom 10, dopuštajući da minobacač može biti korišten u području djelovanja od 360 stupnjeva na svakom podvozju čija se korisna nosivost kreće oko 13 tona. Značajno obilježje AMS je poklonio poluautomatskom mehanizmu zatvarača koji je koničnog oblika zakretne kon-

IDEX 95, bilo je više nego očito da će ukupna točnost tog minobacačkog sustava biti znakovita kao napredak pred klasičnim minobacačima. Mogućnost ekstremno visoke kadanice paljbe, čemu je pridonio automatski sustav punjenja i zatvaranja, daje novu protežnost uporabe minobacača na bojišnici. Faktor automatskog punjenja minobacača kroz sustav zatvarača omogućuje veću učinkovitost i korištenje sustava tijekom paljbene zadaće koja osigurava maksimalni šok učinak na ciljeve koje se nađu u baražnoj paljbi.

Ruske snage su već ranije postale korisnici minobacačkih sustava 120 mm. Najraširenija konfiguracija u vozilo ugrađenih minobacača je sustav 2S9 koji je na uporabi od sredine osamdesetih godina, a temelji se na podvozju transportera BDM. Drugo vozilo je 2S23 koji je kombinacija kupole sustava 2S9 i transportera BTR 80. U novije vrijeme je u razvoju konstrukcija sustava 2S31 temeljena na podvozju BDM-3, a planira se koristiti u kombinaciji s novim streljivom za tu namjenu. S povećanjem dometa i mogućnostima korištenja sustava u području izravne paljbe minobacači su se približili području gdje su korišteni njihovi topnički sustavi do 122 mm. Oružje koje je u samovoznoj izvedenici raspoloživo za zračni transport, a ima domete koji se spajaju s dometima topništva, svakako predstavlja veliko osvježanje na bojišnici.

Znakovito za ruske sustave je njihov sofisticirani zatvarač čijim je uvođenjem oružju omogućeno djelovanje izravnim i posrednim paljbenim mogućnostima, kako s rasprskavajućim, tako i s protuoklopnim streljivom.

Ruski su interesi izraženi i ugradnjom minobacača ožlije-

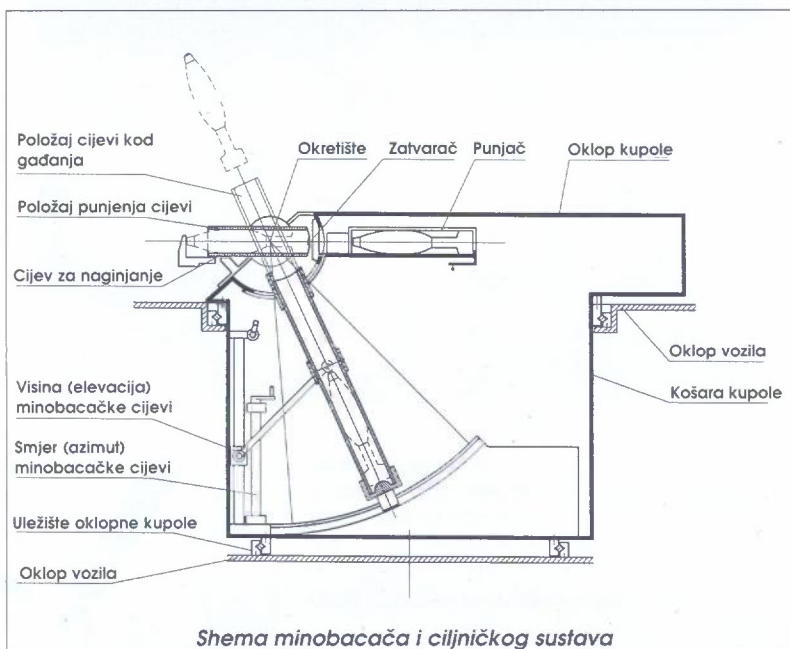
bljene cijevi u njihove sustave. Time postaju konkurentni na svjetskom tržištu s obzirom da je veliki broj potencijalnih korisnika vezan streljivom zapadnog vojnog potencijala.

Samopostojanost

Većina spomenutih minobacačkih sustava je namijenjena za isključivu ugradnju na borbeno vozilo. Kao takvi oni uključuju odgovara-



Minobacački sustav Diehl kalibra 120 mm.
Minobacač kalibra 120 mm ugrađen je u gusjenično vozilo Puma. Sustav je potpuno operativan u uvjetima ABK opasnosti



Shema minobacača i ciljničkog sustava

figuracije (premda je već viđen na ruskim modelima samovoznih minobacača). Vodilo se računa i o udobnosti posluge, pa je na cijevi ugrađen sustav za izvlačenje dima.

Posljednje četiri godine AMS je ispalio oko 1000 granata i spreman je za početna ispitivanja švedskog streljiva Strix. Završetak drugog primjerka AMS kupolnog minobacača se očekivao potkraj 1995. godine.

Tijekom demonstracija paljbe na izložbi

Giat Industries TMR 81 mm na podvozju AMX-10P je jedan od francuskih predstavnika mobilno ugrađenih minobacača kalibra 81 mm. Područje djelovanja po elevaciji je od 38 do 83°, a po smjeru ±30°. Francuzi ugrađuju i minobacače 60 mm na podvozje vozila. Najpoznatije izvedenice su na podvozju Panhard AML (4x4) u kombinaciji s topom 20 mm ili strojnicom kalibra 12,7 mm



juću razinu oklopne zaštite što je i te kako dobrodošlo za poslugu minobacača. Obje izvedenice i TMA i TMUAS imaju potpuno kupolnu opciju čija oklopna zaštita ima ekvivalent zaštite ostalih oklopnih vozila pješništva.

Sustav TDA (Thomson - DASA) ili ranija oznaka TBA (Thomson Brandt Armaments) je bio predložen kao rješenje ožlijebljenog minobacača 2R2M na podvozju Piranha 8x8 što više nalikuje tradicionalnom rješenju ugradnje minobacača na vozilo. TDA se koncentrirao na poboljšanje minobacačkih sustava kroz njihovo povećanje točnosti i ukupne mobilnosti oružja prepoznatljivu kroz montažu na oklopljenu platformu, male mase i velike pokretljivosti. Ključni elementi samoopstojnosti su mogućnost paljbe sustava u području 360 stupnjeva po smjeru i velika brzina paljbe. Ta kombinacija točnosti i brze paljbe znači da minobacačke platforme ne će biti statične na paljbenom položaju nego će se zadržavati manje od tri minute za svako djelovanje. Takav način djelovanja ne će predstavljati opasnost da budu uništene na bojišnici od djelovanja neprijateljskih snaga, pa stoga i nisu tako strogi zahtjevi za oklopnom zaštitom. Na taj način ugrađeno oružje omogućuje i djelovanje minobacača klasičnom paljbom kad se skine s platforme i postavi na podlogu za djelovanje sa zemlje. Time je ujedno nađen kompromis u pogledu povećanja količine streljiva koja se prevozi kao bojni komplet po vozilu.

Razvoj kupolnih - mobilnih minobacača koji se mogu ugraditi na različite tipove podvozja predstavlja značajni pozitivni pomak za pješništvo. U zapovjednom i nadzornom pogledu moderne konstrukcije mobilnih minobacača i njihovih sustava za prijam i obradbu informacija o cilju, znatno povećavaju brzinu raspodjele streljiva po cilju i smanjuju vrijeme akcije stalne spremnosti sustava za paljbu. Pojednostavljenje zadaće koju mora obaviti posloga je središnje

mjesto u kontekstu fleksibilnosti primjene takvih minobacača.

Uzimajući AMS kao primjer sadašnjeg razvoja može se primijetiti da sustav uključuje GPS asistenciju TASS (Turret Attitude Sensor System), laserski daljinomjer i računalo za upravljanje paljbom. Računalo za upravljanje paljbom može primiti podatke o cilju od prednjeg izvidnika preko data linka ili ručnog uvođenja podataka. Temeljen na modernizaciji TASS i balističkim tablicama gađanja,



Jeftinije i jednostavnije rješenje ugradnje minobacača na vozilo predstavlja francuska kombinacija minobacača 120 mm TDA 2R2M na oklopnom borbenom vozilu Piranha (8x8)

raspoloživih balističkom računalo, paljbene mogućnosti sustava će se izračunavati istodobno za primjenu gornje i donje skupine kuteva, ovisno o lokalnim zahtjevima. U takvoj funkciji sustav ima velike mogućnosti za distribuciju paljbe, stvarajući zaprečnu paljbu u vrlo kratkom vremenu i uz optimizaciju potrošnje streljiva, a da istodobno naprezanje posluge bude svedeno na mini-

mum. To su ujedno i temeljni čimbenici uvođenja mobilnih minobacača u operativnu uporabu svakog vojnog ustroja.

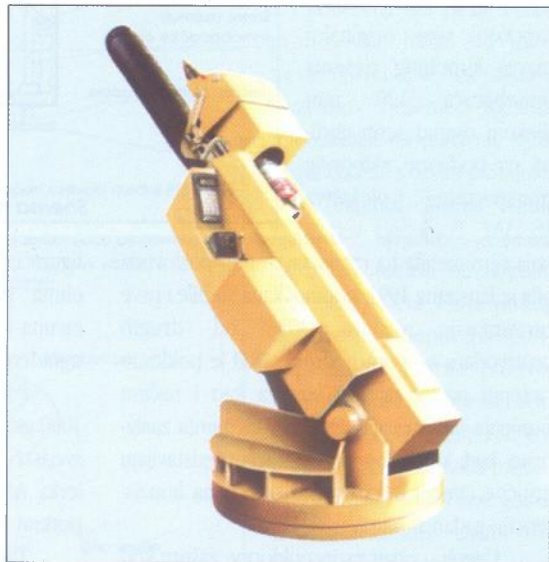
Marketing

Na Srednjem istoku je nekoliko zainteresiranih zemalja koje su definirale zahtjeve za samovoznim minobacačima 120 mm. Ti su zahtjevi privukli veliku pozornost vodećih zapadnih proizvođača minobacačkih sustava ne bi li baš njihovi sustavi ispunili te zahtjeve i pobijedili na natjecanju.

Prvi zahtjev je bio Saudijske Arabije, gdje je SANG (Saudi Arabian National Guard) naručila 1117 lakih oklopnih vozila Piranha (8x8) (Light Armored Vehicles) od kanadskog General Motors of Canada s Diesel Division koji djeluje kroz američki Army Tank Automotive Command. Među brojnim konfiguracijama tog sustava uključen je i zahtjev za narudžbu 73 oklopna minobacačka sustava 120 mm AMS (Armour Mortar Systems). Za taj su posao ponudena dva natjecateljska sustava koji bi u potpunosti zadovoljili postavljene zahtjeve, a njihovi bi proizvođači polučili dobar izvozni posao.

Prva aplikacija je 120 mm AMS iz konzorcija kojeg čine DD of GMC predvođen timom Delco Systems Operations iz Amerike i Royal Ordnance iz Velike Britanije.

Druga je aplikacija 120 mm 2R2M ožlijebljeni minobacački sustav francuskog proizvođača Thomson Brandt Armaments predvođen timom MOWAG iz Švicarske poznatijem po konstrukciji obitelji vozila na



kotačima Piranha.

Oba su sustava prikazana u Saudijskoj Arabiji i oba konzorcija su omogućila detaljne informacije o njihovim osobinama. Očekuje se da će SANG obaviti selekciju ove godine.

Drugi zahtjev za uvođenje minobacačkih sustava je od strane Kuvajta gdje se očekuje narudžba između 30 i 100 (108) samovoznih sustava 120 mm. Njihovi su zahtjevi glede ugradnje nešto slobodniji jer dopuštaju mogućnost ugradnje na različite tipove podvozja, uključujući rusko vozilo pješništva BMP-3, britansko mehanizirano borbeno vozilo GKN, (Defence Desert Warrior), američki transporter M113 i sl.

Američki Martin Marieta je predložio dvije izvedenice samovoznog sustava. Prva je tzv. TMUAS (Turreted Mortar Under Armor System) temeljen na njemačkom minobacačkom sustavu Mauser, a druga je izvedenica na Thomson Brandt Armament - ovom minobacaču 120 mm (120 2R2M). Podvozje bi u oba slučaja trebalo biti M113A2 turskog FMC Nurola. Konkretno rješenje za natjecanje po kuvajtskim zahtjevima je bio 120 mm AMS originalno razvijen za ugradnju na transporter M113A2.

Delco/Royal Ordnance 120 mm AMS (Armoured Mortar System)

Sustav je razvijen za potrebe "slobodnog" tržišta od strane Royal Ordnance Division British Aerospace Defence Ltd. Da bi ispunili zahtjeve koje je postavio SANG konzorcij je predvodio Delco System Electronics (koji je bio odgovoran za elektroniku i sustave integracije), zatim General Motors of Canada Diesel Division, koji je bio odgovoran za podvozje LAV 8x8 i RO čija je bila kupola i 120 milimetarski minobacač.

Royal Ordnance je još 1985. godine u vlastitom razvoju došao do prototipnog minobacača koji je zajedno s elevacijskom masom bio testiran 1986. godine. Tijekom 1987. godine kupolni sustav je bio ugrađen na oklopno vozilo pješništva M113A2 na kojem su i obavljena prva paljbena ispitivanja.

Potkraj 1991. godine minobacač je ugrađen i na kanadsko lako oklopno vozilo LAV (Light Armored Vehicle) i uspješno završio početna ispitivanja sustava. Prezentacija sustava i procjena njegovih mogućnosti je već obavljena u Saudijskoj Arabiji, Velikoj Britaniji i Sjedinjenim Američkim Državama. Tijekom tih

Tehnički podatci sustava 120 mm AMS

• Masa kupole:		3000 kg
• Dužina kupole:		2590 mm
	-sa cijevi	4460 mm
• Širina kupole:		2000 mm
• Visina kupole:		750 mm
• Područje djelovanja		
po smjeru:		360°
• Područje elevacije:		-5° do + 80°
• Naoružanje:	-minobacač glatke cijevi	120 mm
	-strojnica	7,62 mm
	-bacač dimnih granata	2x4
• Brzina paljbe:	-brzometna	3 granate u 15 sekundi
	-brza	8 granata/min. (maks. 3 min)
	-dugotrajna	4 granata/min.
• Domet:	-klasično streljivo	više od 9 km
	-raketizirano	više od 13 km



FMC-NUROL je ponudio ugradnju minobacača kalibra 120 mm ožlijebljene cijevi 2R2M na oklopno vozilo M113



FMC-NUROL također nudi minobacač Mauser s glatkom cijevi kalibra 120 mm u kupolnoj nadgradnji oklopnog vozila M113

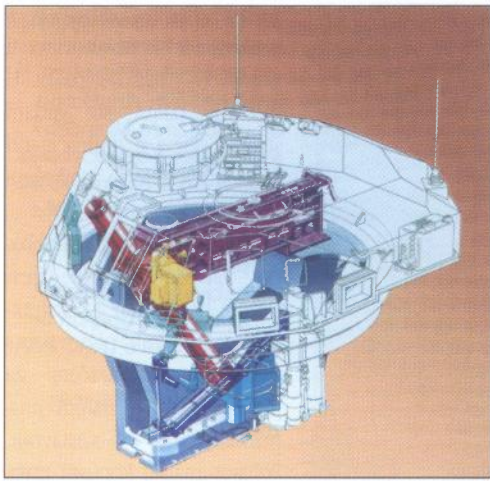
ispitivanja je bilo ispaljeno više od 1500 granata 120 mm Tampella i novih tipova granata proiz-

rađenim laserskim daljinomjerom za izravne paljbene mogućnosti. Opaljenje se obavlja

vođača Royal Ordnance s visokim i niskim kutovima u posrednoj i izravnoj paljbi. U izravnoj paljbi su gađani statički ciljevi u području do 750 metara gdje su zabilježeni dobri rezultati.

AMS 120 sadrži minobacač 120 mm glatke cijevi dužine 3000 mm s ekstraktorom barutnih plinova i s ugrađenim zatvaračem za punjenje i integriranim protutrzajućim sustavom. Poluautomatski konusni zavojni zatvarač s njihajućim mehanizmom zatvaranja omogućuje brzinu paljbe 8 granata/minuti s mogućim povećanjem koje bi

se postiglo ugradnjom modernijeg punjača. Kontinuirana brzina paljbe je četiri granate u minuti, a brzometna paljba tri granate/15 sek. Korištenjem standardnog minobacačkog streljiva može ostvariti domet veći od 9000 metara. Delco je integrirao sustav upravljanja paljbom omogućivši veliku točnost s vanjskim unošenjem podataka u cilju konvencionalne posredne paljbene mogućnosti i ulaze od vremenskih dnevno/noćnih odnosno termovizijskih ciljaničkih sustava s ug-



Kupola s ugrađenim minobacačkim sustavom Mauser kalibra 120 mm. Slika prikazuje sve uređaje kupole u obliku kakav se ugrađuje na oklopno borbeno vozilo M113

mehanički, aktiviranjem udarne igle pomoću solenoida. Protutrzajući mehanizam sadrži dvije hidropneumatske kočnice i pneumatski povratnik koji reduciraju impuls trzanja s učinkom od 90 posto.

Može ispaljivati svo standardno konvencionalno streljivo 120 mm za glatke cijevi kao i nove generacije "smart" streljiva koje su razvijene u posljednje vrijeme. S novorazvijenim

ugrađeni sa svake strane cijevi po četiri, kao i strojica na vrhu kupole kojom upravlja zapovjednik. Sustav se može koristiti u svim vremenskim uvjetima kao i u ručnom modu ako zakaže automatika koja upravlja hidrauličnim pogonom smjera i elevacije. Jedna od mogućnosti sustava za upravljanje paljbom nudi diferencijalni GPS, pomoćni Turret Altitude Sensor System (TASS) i niz podsustava sa senzori- ma za određivanje nagiba, kosine i drugih parametara koji utječu na točnost paljbe. Sustav može pratiti više ciljeva čije podatke pohranjuje u bazu podataka računala i nudi redoslijed njihovog uništenja. Vrijeme

području.

Minobacač 120 2R2M s ožlijebljenom cijevi i protutrzajućim uređajem je bio pod razvojem nekoliko posljednjih godina. Njegove paljbene mogućnosti su prikazane u Francuskoj i Saudijskoj Arabiji gdje je bio ugrađen na oklopno borbeno vozilo MOWAG Piranha (8x8).

Minobacač 120 mm i njemu pridruženi protutrzajući sustav je ugrađen na okretnu platformu koja omogućava brzo pokretanje po smjeru kroz 360 stupnjeva. Dok je u prijevoznom položaju cijev je položena u vodoravni položaj, a dva krovna poklopca su zatvorena čineći tako vozilo teško prepoznatljivim u ulozi transportera minobacača.

Masa sustava je oko 1000 kg i sadrži ožlijebljenu cijev i hidrauličnu kočnicu trzanja na kružno montiranu podlogu. On je balistički identičan dobro znanom vučnom minobacaču MO 120 RT koji je na korištenju u više od 20 zemalja svijeta.

Maksimalni domet minobacača korištenjem raketiziranog streljiva penju se do 13 km s maksimalnom brzinom paljbe do 15 granata u minuti (u trajanju dvije minute) ili deset granata u minuti (u trajanju tri minute). Mogućnost zauzimanja elevacije je između 42 i 85 stupnjeva.

Poluautomatski punjački sustav je ugrađen kao standardna oprema dok oprema za upravljanje paljbom uključuje GPS, balističko računalo, kompas, indikatore smjera i visinske senzore.

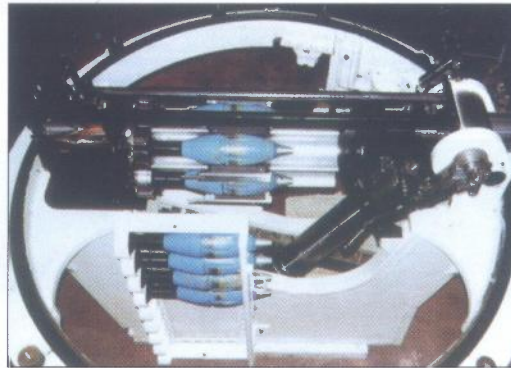
120 mm 2R2M je za prikazivanje bio ugrađen i na američki transporter M113A2, a uz odgovarajuće adaptacije njegova je ugradnja moguća na svako vozilo maksimalne nosivosti 10 do 15 tona.

Sustav nema izravne paljbene mogućnosti kao ostali kupolni minobacači jer se držalo da nema dovoljno interesa za takvim rješenjem. Kompanija je zbog nedostatka interesa obustavila i razvoj kupolno montiranog minobacača 81 mm TMC s pridruženim APFSDS granatama.

Martin Marietta TMUAS

Sustav TMUAS svoj prodor je na Srednji istok započeo sustavnim marketingom preko tvrtke Martin Marietta Ordnance Systems koja ima znatno iskustvo u proizvodnji minobacačkih granata 120 mm. Riječ je o temeljnom minobacačkom sustavu Mauser Mortar Turret (MMT 120) koji ima 120 mm glatku cijev s vrlo interesantnim načinom punjenja.

Za punjenje se prednji dio cijevi položi u vodoravni položaj i granata se puni iz 6-cilindričnog spremnika smještenog u kupoli. Nakon

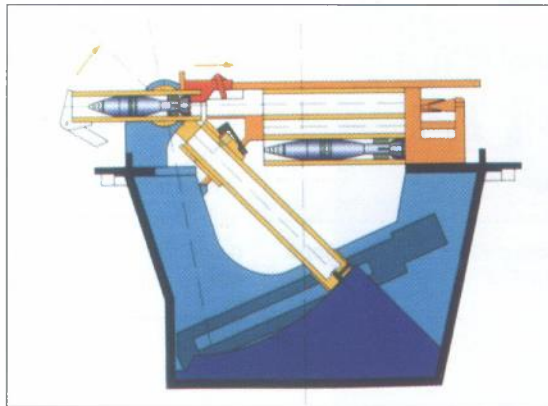


Pogled na spremnik streljiva i rotacijski uređaj punjača. Gornji dio cijevi je u položaju za punjenje

pripreme sustava za paljbu je ispod jedne minute.

TBA 120 mm 120 2R2M

Thomson Brandt Armanent je vjerojatno jedan od najpoznatijih proizvođača minobacača i minobacačkih granata na svijetu. U svojoj dugoj tradiciji proizvodnje je proizveo više od 30.000 minobacača i 17 milijuna minobacačkih mina.

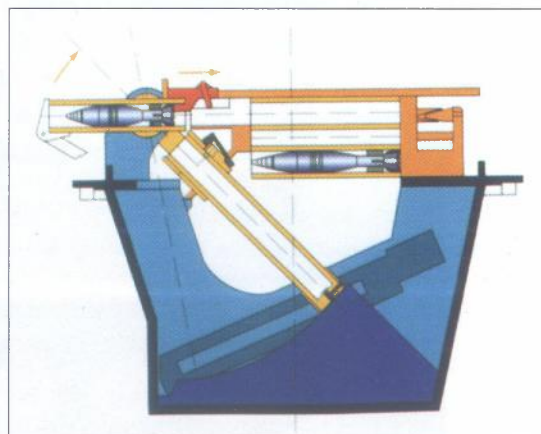


Shematski prikaz punjenja cijevi. Granata je potisnuta u gornji nagibni dio cijevi. Graničnik na ustima cijevi ne dopušta ispadanje granate za vrijeme punjenja

RO 120 mm streljivom visokih performansi područje dometa je veće od 9000 metara, dok se domet raketiziranim streljivom očekuje veće od 12 km.

Kad djeluje posrednom paljbom sustav može raditi s puno nižim kutovima elevacije od konvencionalnog minobacača pa je teže otkriti njegovu putanju na radarima za otkrivanje lokacija minobacača.

Kupola je proizvedena od pancirnog čelika i osigurava smještaj dva člana posluge. Zapovjednik je na desnoj strani, a punitelj na lijevoj. Svaki član posluge ima svoj otvor za ulaz i izlaz kao i umetnute periskope za praćenje bojišnice iz kupole. Bacači dimnih granata su



Trenutak dodira granate i udarne igle. Rotacijski spremnik punjača prikazuje smještaj klasičnih granata (gore) i granata povećanog dometa (dolje)

Ove reference sigurno govore o iskustvu na tom

ulaska granate na njezino mjesto u nagibnom dijelu cijevi isti se zarotira i zabravi na spoju s glavnom cijevi. Granata pritom pada na udarnu iglu kao i kod klasičnog minobacača.

TMUAS je modularne konstrukcije koja može biti prilagođena specifičnim zahtjevima korisnika. Prototip ima kompjutorizirani sustav za upravljanje paljbom s vodonepropusnom tipkovnicom i zaslonom visoke rezolucije. Baterija omogućava neprekidno vrijeme rada od 24 sata.

Udar na iglu se može uvlačiti i ukloniti, a na njezino mjesto se priključuje pneumatski uređaj za izbacivanje granata iz cijevi u slučaju njihovog "laganja". Za ugradnju na američki transporter M113 ukupna masa iznosi 2900 kg; 1750 kg otpada na sustav minobacača, a 1150 kg na kupolu. On može djelovati po smjeru kroz 360 stupnjeva, a elevacija mu je od 45 do 80 stupnjeva. Minobacač može imati cijev dužine 2,6 metara, s minimalnim dometom 300 metara, a maksimalnim 10.000 metara. U cilindričnom spremniku punjača može se prevoziti šest minobacačkih granata, sljedećih 18 je u pripravnosti na odgovarajućim nosačima, dok je dodatnih 46 granata smješteno u oklopnom tijelu vozila.

Za lako oklopno vozilo na kotačima (8x8), 120 mm minobacač može imati masu 2650 kg od čega 1500 kg otpada na minobacač, a 950 kg na kupolu. Cijev bi mogla biti od 1,8 do 2,3 metra, minimalnog dometa 300 metara, a maksimalnog 9500 do 10.000 metara. Šest mina bi se moglo voziti u cilindričnom spremniku, a 18 u spremniku plus 36 u vozilu.

Rheinmetall 120 mm UAMS

Rheinmetall je na privatnu inicijativu razvio samovozni minobacački sustav UAMS (Under Armour Mortar System). Sustav se temelji na minobacaču s glatkom cijevi kalibra 120 mm koji

Temeljni podatci 120 mm UAMS

• Kalibar:	120 mm
• Masa minobacača:	550 kg
• Elevacijska masa:	540 kg
• Masa protutrzajućeg sustava:	230 kg
• Dužina trzanja:	300 mm
• Elevacija:	+ 45/+ 80 stupnjeva
• Maksimalni tlak barutnih plinova:	784 bara



Kupola samovoznog minobacačkog sustava 120 mm AMS (Armoured Mortar System) Royal Ordnance ugrađena na oklopno tijelo vozila LAV 8x8



Pogled na sustav AMS s prednje strane

je ugrađen u gusjenično vozilo pješništva M113. Sustav je potpuno oklopljene konstrukcije i funkcionalno je operativan pod punom NBK zaštitom. Prvi prototip ovog sustava bio je završen potkraj 1990. godine. Glavne prednosti ovakvog sustava su izražene preko povećanja brzine paljbe i smanjenjem vremena ulaska i izlaska iz akcije. Ova dva parametra izravno utječu na osjetljivost sustava od neprijateljske protu paljbe.

Sustav je modularne konstrukcije koja mu omogućuje ugradnju na bilo koje borbeno vozilo na kotačima ili na

gusjenicama. Proizvođač se odlučio za američki transporter M113 koji je široko zastupljen u velikom broju vojski svijeta, a prema njemačkim vojnim standardima u potpunosti odgovara za ugradnju minobacača kalibra 120 mm.

Najvažniji sklopovi sustava su mehanizam za punjenje minobacača s usta cijevi, protutrzaajući sustav, oružna platforma-oslonac cijevi, nivelirajuća platforma za otklanjanje utjecaja kosine terena i mehanizam manipulatora punjenja. Montažna i nivelirajuća platforma su ugrađeni u krovu vozila s manipulatorom za punjenje granata s usta cijevi koji dopušta ispaljenje maksimalno 18 granata u minuti.

Mehanizam manipulatora za punjenje ne dopušta novo punjenje cijevi dok prethodna granata nije ispaljena. Sustav radi u elevacijskom području od +45 stupnjeva do +80 stupnjeva dok je po smjeru uporabiv čitavih 360 stupnjeva. Ispaljenje granate se obavlja na način da granata slobodnim padom kroz cijev udara na udarnu iglu, gdje dolazi do paljenja inicijalne kapsule i barutnih punjenja, dok posebni uređaj štiti od ubacivanja nove granate.

Ciljatelj je opskrbljen krovno ugrađenim periskopskim ciljnikom PERI-R16 modificiranim tako da mu dopušta gađanje ciljeva pod potpunom NBK zaštitom. U sklopu istog programa Rheinmetall se bavio razvojem novog minobacačkog streljiva 120 mm kojemu je povećana učinkovitost protiv srednje tvrdih ciljeva i veće površine djelovanja HE-L.

Minobacački sustav Diehl 120 mm

Ovlaštenjem njemačkog ministarstva obrane Diehl je 1970. godine počeo raditi studiju minobacačkog sustava 120 mm koji bi mogao biti korišten u uvjetima potpune NBK zaštite, što podrazumijeva punjenje, gađanje i ispaljenje

Temeljni podatci sustava 120 mm Diehl

• Kalibar:	120 mm
• Dužina cijevi:	1800 mm
• Tlak barutnih plinova:	130 Mpa
• Maksimalni domet:	-DM 11 6500 m
	-ER granata 8000 m
• Spremnik streljiva:	80 granata
• Djelovanje po smjeru:	45 stupnjeva L i D
• Elevacija:	45 do 80 stupnjeva

streljiva u kontaminiranoj atmosferi bez opasnosti po poslugu. Inicijativa je urodila rezultati-
ma 1984. godine kad je definirana kupolna izve-
denica traženog minobacačkog sustava. Sredinom 1986. godine je završen prvi prototip
kupolnog minobacača koji je za prototipna ispi-
tivanja ugrađen na oklopno borbeno vozilo
"Puma" razvijenog od korporacije Krauss-
Maffei/Diehl. Testiranja sustava su obavljena u
Turskoj u ožujku 1987. godine i Njemačkoj u
ožujku 1988. godine.

Njemačko ministarstvo obrane je naručilo
dva oklopna borbeno vozila "Puma" od kojih je
prvi PM1 izručen potkraj 1989. godine oprem-
ljen minobacačkim sustavom kalibra 120 mm.

Kupola je potpuno oklopljene čelične
konstrukcije s mogućnošću djelovanja po
smjeru 45 stupnjeva lijevo i desno. Minobacač
120 mm je stožerno ugrađen u prednjem dijelu
kupole gdje mu je omogućeno djelovanje od 45
do 80 stupnjeva po elevaciji. Unutar kupole su
ugrađeni nosači za 20 granata, dok u zadnjem
dijelu tijela vozila ima mjesta za dodatnih 60
granata.

Cijev minobacača je razdvojiva tako da se
prednji dio cijevi neovisno o
donjem može postaviti u
vodoravni položaj za slučaj
punjenja. Prigodom punjenja
punitelj stavlja minobacačku
granatu s odgovarajućim
barutnim punjenjem na vodil-
ice punjača kako bi je posebni
punjač ugurao kroz odgova-
rajući zaštitni otvor (koji štiti od
ulaza kontaminiranog zraka) u
gornji rotirajući dio cijevi koji
se nakon toga vraća u postavi-
jenu elevaciju i spaja s
glavnom cijevi. Granata tada
sklizne u glavnu cijev na
klasični način udarajući o udarnu iglu nakon
čega se odvija klasični proces opaljenja granate.
Elevacija se ostvaruje premještanjem temeljnog



**Punjenje cijevi se obavlja kroz zavojni
zatvarač njihajućeg tipa**

sidrišta (podloge) na klizajućoj stazi pomoću
odgovarajućih mehanizama elevacije i smjera od
strane topnika.

Topnikov stabilizirani krovno ugrađeni
ciljnik je montiran s lijeve strane minobacača
120 mm i izravno povezan s oružjem. Za kom-
penzaciju kuta nagiba vozila može biti rotiran
oko elevacijske osi na trnu koji je koaksijalan s
cijevi. Rotirajuće kretanje se ostvaruje integral-



**Detalj cijevi sustava AMS. Uočljiv je sustav za izvlačenje barutnih
plinova iz cijevi oružja**

nim elektromotorom ili ručno. Za vrijeme rada
sustava elektromotori se aktiviraju
odgovarajućim klatnom na periskopu čime se



periskop uvijek vraća u okomiti položaj, a crta
ciljne naprave uvijek pokazuje kut paljbe po
azimutu. Kut nagiba je time auto-
matski kompenziran u području
 ± 5 stupnjeva. Uređajem upravlja
zapovjednik, a može se koristiti za
određivanje položaja oružja i za
ciljanje pri promjeni cilja na istom
paljbenom položaju.

Automatska kompenzacija
kuta nagiba oružja u spoju s refer-
entnim kolimatorom na odgo-
varajući način smanjuje vrijeme
gađanja bacačem u paljbenoj
poziciji kao što i smanjuje vrijeme
za traženje cilja pri njegovoj
promjeni lokacije.

Najveća brzina paljbe je 16
granata u minuti, a može se koristiti svo klasično
streljivo i njegove poboljšane izvedenice.

Samovozni minobacački sustav 120 mm 2S23

Ranije spomenuti samovozni minobacački
sustav 2S23 koji se spominje i pod nazivom
Nona-SVK je na uporabi u ruskoj vojsci. U
usporedbi s konvencionalnim minobacačkim
sustavima samovozni sustavi 2S9 i 2S23 imaju
mnoge prednosti koje su ranije opisane kod
mobilnih minobacača.

2S23 je temeljen na modificiranom oklop-
nom vozilu pješništva BTR-80 (8x8) s kupolom
ugrađenom na prednjem dijelu oklopnog tijela.
BTR-80 je široko korišten u ruskim motoriziran-
im streljačkim postrojbama dok tankovske diviz-
ije koriste BMP-1/BMP-2 i manji broj BMP-3. U
usporedbi s BMP-ovima, BTR-80 ima puno bolju
pokretljivost, a zbog toga mu je duži i životni



**Ruski samovozni minobacački
sustav 2S23, poznat i pod
imenom Nona-SVK**



Smještaj granata kalibra 120 mm i način manipulacije

ciklus kao i drugi parametri.

Oklopno tijelo je od zavarene konstrukcije pancirnog čelika koji omogućuje zaštitu prednjeg luka od pancirnih zrna kalibra 12,7 mm na udaljenosti od 1000 metara, a ostatak vozila osigurava zaštitu protiv pancirnih zrna kalibra 7,62 mm.

Vozačevo mjesto je s prednje lijeve strane, a zapovjednikovo s desne strane. Kupola sa spremnikom streljiva je u srednjem dijelu, više prema naprijed, dok je motorni odjeljak sa zadnje strane vozila.

Sustavi novije proizvodnje su opskrbljeni automatskim podsustavom za izvlačenje barutnih plinova iz cijevi, predgrijačima,

u području od -4 do +80 stupnjeva. Vanjska ugradnja strojnice kalibra 7,62 mm je na gornjem dijelu kupole, a lijevo od strojnice se nalazi IC pretraživač. Glavno oružje ima dužinu cijevi od 24,2 kalibra i u spomenutom području elevacije ima mogućnost djelovanja po smjeru (35 stupnjeva zbog bočne stabilnosti pri brzometnoj paljbi).

Automatski punjač streljiva može primiti ukupno 30 odgovarajućih granata i omogućuje brzinu paljbe od 8 do 10 granata u minuti. Punjenje streljiva u tije-

lo vozila se obavlja kroz mala vrata u donjem dijelu oklopnog tijela između drugog i trećeg kotača.

U ulozi protuzrakoplovnog oružja, kao i u samoobrani se koristi strojnica kalibra 7,62 mm koja je smještena na vrhu kupole na okretnom postolju. Osim toga na prednjim kosim plohama kupole su ugrađeni nosači za po tri bacača dimnih granata kalibra 81 mm.

Kao i BTR 80, sustav 2S23 ima amfibijske osobine za svladavanje vodenih zapreka. Kretanje po vodi je omogućeno s dvije vodene turbine koje su ugrađene u zadnjem donjem dijelu kupole, a pogon dobivaju iz razvodnika pogona vozila.

Prije ulaska u vodu vozač aktivira podizanje prednjeg zaslona koji štiti od nadiranja vode po vidnom području vozača.

Sustav se može prevoziti transportnim zrakoplovom ili izbacivanjem padobranom s malih visina. Operativan je u temperaturnom području ± 50 °C. Standardna oprema sadrži: NBK zaštitu, središnju regulaciju tlaka u pneumaticima i opremu za noćnu vožnju.

Streljivo

Rasprskavajuća granata (HE-FRAG) namijenjena za ispaljenje iz minobacača 2A60 ima oznaku OF-54, klasične je konstrukcije i ima domet 8850 metara. Raketizirana inačica granate za isto oružje ima maksimalni domet gotovo 13.000 metara s nešto manje eksploziva u bojnoj glavi. Obje granate su izrađene od čelika C60 s upaljačem B35 u vrhu. Kumulativna granata (HEAT) je najučinkovitija na udaljenosti 500 do 800 metara s probojnošću 600 mm RHA (valjanog homogenog pancirnog čelika). U letu se stabilizira krilcima koja se otvaraju po napuštanju cijevi. Premda ta probojnost nije dostigla debljinu prednjeg oklopa modernih

glavnih tankova, ona je i te kako opasna za bočne strane tankova i gotovo sva samovozna topnička sredstva ili laka oklopna borbeno vozila. Sve tri granate imaju narezani bakreni vodeći prsten u zadnjem dijelu tijela košuljice iza koje ga su smještena barutna punjenja.

Ruski sustav također može ispaljivati francusko streljivo 120 mm RT-61 vučnog ožlijebljenog minobacača koji je na korištenju u mnogim zemljama širom svijeta.

U posljednje vrijeme Rusija sve više promovira laserom vođenu minobacačku granatu 120 mm GRAN.

Vjeruje se da je laserom vođeni projektil GRAN konstruiran samo za minobacački sustav 120 mm glatke cijevi. Međutim Rusija je razvila

Model	HE-FRAG	HE-RAP	HEAT
Kalibar	120mm	120mm	120mm
Masa granate	19,8 kg	19,8 kg	13,17 kg
Masa eksploziva	4,9 kg	3,2 kg	-
Dužina granate	828 mm	835 mm	960 mm
Početa brzina	367 m/s	367 m/s	560 m/s
Maks. tlak	110 MPa	100 MPa	110 MPa
Maks. domet	8850 m	12.850 m	800 m
Minimalni domet	15 m	125 m	40 m

Obitelj ožlijebljenih granata koje nisu namijenjene za paljbenu djelovanje iz minobacača glatkih cijevi (2B11 i sličnih)

laserom vođeni projektil 122 mm Kitolov namijenjen za ispaljenje iz topničkih ožlijebljenih cijevi. Potkraj 1993. godine je objavljeno da bi se taj projektil uz neznatne preinake mogao koristiti iz samovoznog top-bacača 2S23.

Teh. podatci gran. 120 mm GRAN

• Kalibar	120 mm
• Tip bojne glave	HE - FRAG
• Masa granate	25 kg
• Masa bojne glave	11 kg
• Masa eksplozivnog punjenja	5,1 kg
• Dužina granate	1225 mm
• Maksimalni domet	7,5 km

izmjenjivačima topline za radijatore, pumpom za izvlačenje vode i drugim pomoćnim uređajima.

Vrata za ulazak posluže su na vrhu kupole, kao i na oklopnom tijelu iznad zapovjednikovog i vozačevog mjesta. Mjesto vozača po prednjem luku ima raspoređene otvore za izlaz glava periskopa koji služe vozaču za praćenje prednjeg područja pri vožnji.

Kupola 2S23 se neznatno razlikuje od kupole sustava 2S9, i ima ugrađen posljednji model ruskog minobacača 2A60 kalibra 120 mm s ožlijebljenom cijevi. Zbog svojih taktičko-tehničkih značajki sustav nosi naziv i top-bacač.

Ciljnik za izravno gađanje je s lijeve strane cijevi u posebno dizajniranom prozorčiću na prednjoj ploči kupole. Ciljnik za izvođenje posrednog gađanja je ispod odgovarajuće kupolice na krovu kupole s prednje lijeve strane.

Zapovjednik pokreće kupolu koja može rotirati puni krug 360 stupnjeva, dok je elevacija

TEHNIČKI PODATCI SUSTAVA 2S23

• Borbena masa:	14.500 kg
• Specifična snaga:	17,93 KS/t
• Dužina:	7500 mm
• Širina:	2900 mm
• Visina:	2750 mm
• Klirens:	475 mm
• Širina kolotraga:	2410 mm
• Maksimalna brzina po cesti:	80 km/h
• Maksimalna brzina po vodi:	10 km/h
• Spremnik goriva:	290 l
• Akcijski polumjer:	500 km
• Okomite zapreke:	500 mm
• Svladavanje prokopa:	2000 mm
• Motor:	V-8, 260 KS
• Naoružanje:	-top-bacač 120 mm -strojnica 7,62 mm -bacač dimnih granata 2x3
• Područje djelovanja po smjeru:	35° L i D
• Područje elevacije:	-4 do +80 stupnjeva
• Brzina paljbe:	8 do 10 granata/minuti
• Broj članova posluže:	4

ŠTO JE

ISO 9000?

(V. dio)

U dosadašnjim nastavcima bilo je govora o prednostima uvođenja sustava kakvoće koji je ujedinjen standardom ISO 9000. U ovom će broju biti spomenuti neki nedostaci ili slabosti uvođenja propisanog sustava kakvoće kao i velika očekivanja od uvođenja sustava ISO 9000

Josip MARTINČEVIĆ MIKIĆ

Znamo da je uvođenje propisanog sustava kakvoće vrlo zahtjevno glede resursa. Iako svaka tvrtka koja se danas želi uspješno natjecati na tržištu mora imati nekakav sustav kakvoće, ona će u svrhu uvođenja propisanog sustava i dokumentacije morati izdvojiti dosta vremena i financijskih sredstava za podmirivanje administrativnih troškova. Procjena i sama registracija iziskuju znatne troškove.

- U slučaju lošeg planiranja, može se dogoditi da će sustav predstavljati samo dodatno opterećenje i da će organizaciji nametnuti nepotrebne troškove.

- Sustav razotkriva radnje i metode osoblja koje negativno utječu na kakvoću i stoga njegovo uvođenje za te osobe može biti negativno iskustvo.

- Potrebe za mijenjanjem stavova i prihvaćanjem novih radnih metoda mogu premašiti sposobnosti uprave, pa se može dogoditi da uprava nije u stanju riješiti postojeće probleme.

- Iako tvrtke često očekuju da će ako su registrirane kao organizacije koje ispunjavaju zahtjeve standarda ISO 9000, moći potpuno izbjeći postupke procjene od strane poslovnih partnera, to se u praksi ne ostvaruje. Moguće je da će veći broj kupaca u budućnosti prihvaćati standard kao jedini kriterij odobrenja dobavljača, ali vjerojatnije je da će standard tvrtkama ponajprije poslužiti kao smjernica pri odabiru potencijalnih poslovnih partnera.

- Većina kompanija pri donošenju odluke o uvođenju nekog od standarda ISO 9000 polazi od ideje "mi to moramo imati". To je najčešće zato što se povode za nekim tko već ima standard pa im oni kažu: "To je način kako se stvara sustav kakvoće". Potrebno je shvatiti kako ne postoji samo jedan način za uvođenje

standarda, jer on zapravo ni nema objašnjenja kako ga provesti, a o vještini menadžmenta ovisi kako će to provesti. Način na koji će se standard provesti u velikoj mjeri ovisi o djelatnosti s kojom se poduzeće bavi. Sve što standard o tome kaže jest: nadzirajte sve vaše poslovne akcije, radite to dobro i bit ćete dobra kompanija s dobrim proizvodima i dobrim uslugama. Snaga standarda je upravo u velikoj fleksibilnosti, ali na žalost mnogi ljudi žele saznati kako i što oni trebaju napraviti, očekujući da će im u tome ISO pomoći.

Uspjeh svakoj kompaniji može donijeti samo dobro upravljanje kojemu je ISO samo model. Prema podacima objavljenim u Velikoj Britaniji, vezanih za recesiju, u to vrijeme je mnogo kompanija ostalo bez posla. Oko pet posto ih je dobivalo nove poslove, a samo dva posto onih koje su imale ISO nije imalo posla. Istina je da mnogi uvođe ISO da bi dobili certifikat i udovoljili svjetskoj praksi. Postoje i one kompanije koje nemaju certifikat i posluju dobro, kao i one koje ga imaju i posluju loše. Pri usporedbi jednih i drugih važno je što se uspoređuje. U svakom slučaju standard jamči da se i te kako manje vremena provodi u prepirkama oko rješavanja problema, a puno vremena kako ih spriječiti i stvoriti bolje proizvode ili usluge, manje u gledanje natrag, a više u gledanje naprijed.

Pri raščlambama najčešće učinjenih neusuglašenosti došlo se do zanimljivih podataka. Utvrđeno je da su tri glavna područja gdje se čine neusuglašenosti u odnosu na aspekte standarda.

Drži se da je najveći broj neusuglašenosti u području odgovornosti menadžmenta. Temeljno pravilo funkcioniranja dobrog menadžmenta

je da se točno drži svojih odgovornosti, ovlasti koje ima i da svi znaju što je točno njegov posao.

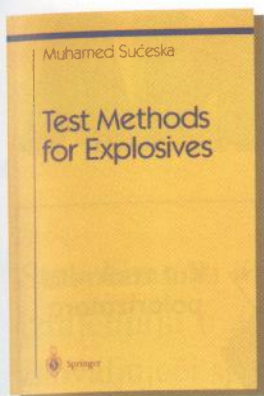
Sljedeća najveća neusuglašenost je nadzor dokumentacije. Svi znaju da standard kaže da dokumenti svuda moraju postojati i da je važno imati na tisuće procedura i dokumenata za vođenje posla. Zbog toga sustav učine kompleksnim, stvore puno dokumentacije koju ne mogu nadzirati i čine neusuglašenosti s tom istom dokumentacijom. Zbog toga ljudi iz obrazovnih i konzultantskih kuća savjetuju da se previše ne komplicira dokumentacijski sustav jer ga je teško ili gotovo nemoguće nadzirati.

Treći tip pogrešaka su nepravilne preventivne akcije. Za dobru akciju potrebna je dobra prevencija kojom se na vrijeme upozorava što je krenulo loše i kako se može spriječiti da se pogreške opet ne ponove. Važno se upoznati s pravim informacijama i trendovima, a potom sagledati ima li ih on u svojem sustavu ili razvija sustav koji će im prouzročiti probleme. Korektivne akcije su gledanje u prošlost, a preventivne akcije uvijek su gledanje naprijed. Veliki broj neusuglašenosti u području preventivnih akcija proizlazi iz poduzimanja korektivnih akcija.

Kroz ovih nekoliko nastavaka pokušalo se upoznati čitatelje o tome kako se došlo do sustava kakvoće ISO 9000, što on predstavlja i koje su njegove prednosti i slabosti.

U novim će nastavcima biti više riječi o samom standardu ISO 9000, izobrazbi ljudi koji uvođe sustav kakvoće u proizvodne i uslužne organizacije, kao i iskustvima stečenim u praksi pri uvođenju i certifikaciji organizacija za sustav kakvoće ISO 9000.

(Nastavlja se)



U studenom 1995. godine iz tiska je izašla knjiga pod nazivom *Test Methods for Explosives* (Metode ispitivanja eksploziva). Izdavač je poznata svjetska izdavačka kuća Springer-Verlag,

New-York, a autor dr. sc. Muhamed Sućeska, vodeći istraživač u Brodarskom institutu d.o.o., Zagreb. Knjiga je zapravo dio serije *High-Pressure Shock Compression of Condensed Matter* (Udarne kompresije kondenziranih tvari visokim tlakom), čiji je urednik i recenzent knjige Robert A. Graham, profesor na Sandia National Laboratory (SAD), a uredništvo

Na svjetskom tržištu stručne literature knjige sličnog sadržaja, koja se bavi metodama određivanja fizičkih parametara eksploziva kao isključivom temom, nema. Stoga će ova knjiga sasvim sigurno umnogome popuniti tu prazninu.

Knjiga, učinjena u prepoznatljivoj kakvoći izdavača Springer-Verlaga, na 220 stranica, kroz pet poglavlja, obrađuje sljedeće teme: Opći pojmovi i klasifikacija eksploziva, Osjetljivost eksploziva, Izgaranje eksploziva, Detonacija i Radna sposobnost eksploziva.

Način prezentiranja materijala: kratki teoretski uvod u područje, načelo eksperimentalnih metoda koje se koriste u danom području te način obradbe dobivenih podataka, čini se pravim rješenjem za prezentiranje tematike kojom se knjiga bavi.

Onima, koji se bave eksplozivnim tvarima dobro je poznato da je za potpuno karakteriziranje eksplozivne tvari nužno eksperimental-

mnogih važnih parametara u fizici detonacije. To su parametri na kojima se temelji i provjera teoretskih modela detonacije.

Autor je sasvim sigurno uložio golemi napor da pokrije sva raznolika područja Fizike eksplozivnih tvari - od osjetljivosti do radne sposobnosti eksploziva, odnosno sve eksperimentalne metode koje se primjenjuju u tom području. Istodobno, autor se s osjećajem za pravu mjeru, odlučio izbjeći opisivanje detalja pojedinih mjernih tehnika i usmjeriti ponajprije na prezentiranje fizičkih načela određivanja pojedinih parametara eksploziva različitim mjernim metodama, otvarajući prostor za buduća istraživanja u mnogim segmentima ispitivanja eksploziva. Pritom, s obzirom na prisutnost nejednoličnog interpretiranja i obradbe eksperimentalnih podataka, autor ukazuje i na načine obradbe podataka.

Autor u knjizi upozorava i na to da mnogi

Prikaz knjige

TEST METHODS FOR EXPLOSIVES

Ovaj, bez svake sumnje iznimni uspjeh autora, istodobno je još jedna potvrda vrijednosti znanstveno-istraživačkog i stručnog potencijala Brodarskog instituta, ali i potvrda da Republika Hrvatska i u ovoj domeni znanosti i djelatnosti raspolaže vrhunskim stručnjacima

sačinjeno od poznatih svjetskih imena: R. Cheret (Francuska), M. Nicol i J. Johnson (SAD), A. Sawaoka (Japan), V. Goldanskij (Rusija), J. Fuqian (Kina) i G. Eden (Velika Britanija).

Ovaj, bez svake sumnje iznimni uspjeh autora, istodobno je još jedna potvrda vrijednosti znanstveno-istraživačkog i stručnog potencijala Brodarskog instituta, ali i potvrda da Republika Hrvatska i u ovoj domeni znanosti i djelatnosti raspolaže vrhunskim stručnjacima. Ovome treba dodati i to da je dr. Sućeska, ove godine postao članom *International Pyrotechnics Society* (Međunarodnoga pirotehničkog udruženja), čije je sjedište u SAD, što je još jedan doprinos afirmaciji naše zemlje i kroz ovu djelatnost.

Knjiga se, kao što njezin izdavač kaže u poruci, bavi eksperimentalnim metodama koje se primjenjuju za određivanje fizičkih parametara eksploziva i eksplozija - njihovim fizičkim načelima, načinima izvođenja i obradbe eksperimentalno dobivenih podataka. Namijenjena je ponajprije inženjerima "praktičarima" kao i eksperimentalnim fizičarima koji se bave izučavanjem učinka eksplozija, ali će zasigurno biti vrlo korisna i istraživačima, proizvođačima eksploziva, vojnim učilištima i tehničkim laboratorijima - ispitivačima eksplozivnih tvari.

no odrediti veliki broj različitih fizičkih parametara. U tu svrhu se primjenjuje veliki broj različitih fizičkih načela. Upravo zbog tih činjenica u primjeni je i veliki broj različitih eksperimentalnih metoda, uređaja za ispitivanje, načina izvođenja ispitivanja i načina obradbe dobivenih podataka. U svojoj knjizi dr. Sućeska je uspio sistematizirati i obraditi veliki broj različitih metoda koje se primjenjuju u različitim svjetskim laboratorijima za ispitivanje eksploziva.

Treba istaknuti da se u području Fizike eksploziva općenito, primjenjuju sve suvremene mjerne metode i tehnike koje su stvorile i predujete za postizanje velikih uspjeha upravo u domeni eksperimentalnog izučavanja procesa detonacije. Temeljni zahtjevi koji se postavljaju pred mjerne tehnike u području Fizike detonacije, kao jednom sasvim specifičnom segmentu, jesu mogućnost izučavanja procesa koji traju ekstremno kratko (i ispod nanosekunde), zatim mjerenja ekstremno visokih tlakova (nekoliko stotina tisuća bara) i visokih temperatura (nekoliko tisuća stupnjeva). Mjerne tehnike koje autor opisuje u knjizi omogućuju "zavirivanje" u strukturu detonacijskog vala, što je donedavno bilo nezamislivo, pomažu u davanju odgovora na mnoge dvojbe vezane za zonu kemijskih reakcija, i čine mogućim određivanje

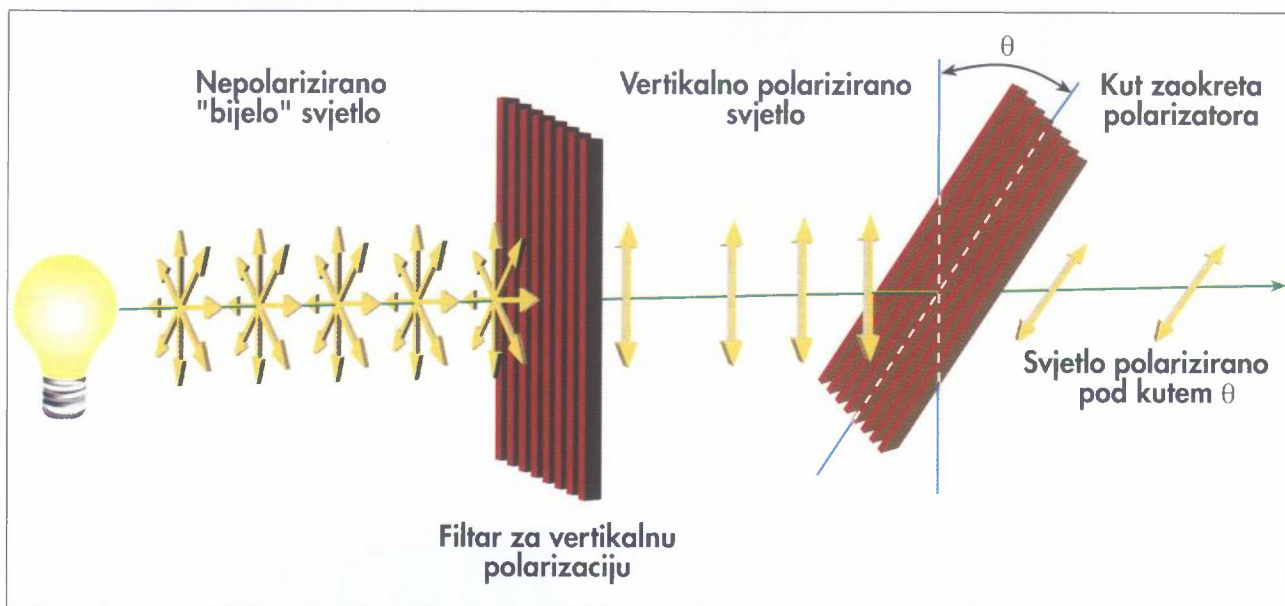
Mladen PLEŠE

parametri eksploziva, primjerice osjetljivost i radna sposobnost, ovise ne samo o tipu uređaja kojim se određuju nego i o primijenjenom načinu ispitivanja i načinu pripreme uzorka. Stoga, tamo gdje su mjerenja standardizirana, ili postoje preporuke od strane *International Study Group for the Standardisation of Methods of Testing Explosives* (Međunarodna radna skupina za standardiziranje metoda ispitivanja eksploziva), autor daje i uvjete - preporuke načina ispitivanja.

Nema sumnje da će knjiga dr. Muhameda Sućeske biti od velike koristi svima onima koji se bave područjem Eksplozivnih tvari, a posebice onima koji se bave njihovim ispitivanjem.

Na kraju, s radošću želim obavijestiti čitatelje da će tijekom ove godine u nakladi Ministarstva obrane Republike Hrvatske izaći knjiga pod nazivom "Kemija i fizika eksploziva", autora dr. Mladena Pleše i dr. Muhameda Sućeske, koja će obrađivati teorijske i eksperimentalne aspekte kemije i fizike eksplozivnih tvari, a u velikom svom dijelu sadržavat će i prijevode iz knjige *Test Methods for Explosives*.





ilustracija: Predrag Belušić

Nepolarizirano svjetlo ulazi u polarizacijski filter koji dio apsorbira, a dio (koji je vertikalno polariziran) propušta. Drugi filter zakrenut za neki kut θ apsorbira dio polariziranog svjetla, a propušta ostatak dajući mu novu polarizaciju

Pojava informatičkog društva, oslikana pojmom "globalno komunikacijsko selo", donosi izniman napredak u prikupljanju, distribuciji i korištenju informacija, omogućavajući tako dosad nezamislivu organizaciju, povezivanje i korištenje svjetskih informacijskih resursa. No uz sve veću komunikacijsku integraciju javlja se i sve veća potreba za sigurnom zaštitom podataka, odnosno njihovom selektivnom dostupnosti. Problem zaštite sustava informacija javlja se na svim razinama: od vladinih organizacija i vojske, preko bankarskih i korporacijskih sustava do pojedinaca. Ozbiljnost problema se odražava u gotovo svakodnevnim vijestima o upadu "hakera" u vojne računalne sustave, računalnom kriminalu u bankama ... Učinkovita zaštita je moguća jedino šifriranjem podataka, odnosno transformacijom informacije. Problem je star i na njemu je mnogo rađeno još od antičkih vremena, a utakmica između tvoraca šifri i onih koji ih probijaju se i dalje nastavlja uz neočekivane zaplete i obrate. Još 1918. godine izumljena je doista neprobojna šifra, no njezina je neprobojnost dokazana tek dvadesetak godina kasnije. No ova Vernamova šifra (nazvana po Gilbertu Vernamu iz ATT) je nepraktična jer zahtijeva da se unaprijed dogovori veliki ključ (golemi skup tajnih slučajnih brojeva) od kojih se pri slanju svake poruke iskoristi jedan dio. Sedamdesetih godina izmišljen je cijeli niz šifri s kraćim višestruko uporabljivim tajnim ključem, no do danas te šifre ostaju u matematičkom čistilištu, jer nisu ni probijene, niti je dokazana njihova neprobojnost. Drugi problem predstavlja činjenica da se stranke koje žele tajno komunicirati moraju unaprijed dogovoriti o tajnom ključu, odnosno taj im se ključ mora dostaviti.

U prošlom smo nastavku detaljno objasnili suvremeni sustav šifriranja, tzv. sustav javnog ključa, koji ne zahtijeva a priori dogovor o ključu šifre, i koji bi trebao biti u stanju osigurati tajnost, odnosno selektivnu pristupnost određenim informacijama. U tom sustavu transformacija informacije zasnovana na određenoj klasi matematičkih problema bi u načelu trebala osigurati neprobojnost šifre, no problem je u tome što na sadašnjem stupnju razvoja matematička znanost nije u stanju pružiti egzaktni dokaz da je određeni sustav transformacije informacija (šifriranja) doista "neprobojan". Na taj način ostaje prisutna nesigurnost komunikacije i otvorena mogućnost da je šifra možda ipak "probijena", a informacije dostupne onome kome nisu namijenjene.

Nadalje preostaje još jedan temeljni problem: u načelu se svaki klasični komunikacijski kanal može pasivno pratiti, a da pritom ni pošiljalac ni primalac ne znaju da se "prisluškivanje" događa (termin "prisluškivanje" se ovdje koristi u najširem mogućem značenju kao oznaka neovlaštenog pristupa informacijama). Općenitije rečeno, klasična fizika dopušta da se svako fizikalno svojstvo objekta ili fenomena može izmjeriti, a da se pritom ne utječe na sam objekt odnosno fenomen. Budući da su sve informacije, uključujući i ključ šifre, kodirani u nekom mjerljivom fizikalnom svojstvu nekog objekta ili signala, klasična fizika ostavlja potpuno otvorena vrata mogućnostima pasivnog "prisluškivanja" jer dopušta mogućnost mjerenja fizikalnih svojstava bez remećenja, dakle traga. No to nije slučaj u kvantnoj fizici koja čini temelj kvantne kriptografije. Kvantna teorija vrijedi za sve objekte: velike i male, ali su njezine posljedice najizraženije u mikroskopskim sustavima posebice na razini poje-

KRIPTOGRAFIJA

(II. dio)

Stoljećima su matematičari tražili sustav koji će omogućiti da se poruke izmjenjuju u apsolutnoj tajnosti. Danas smo na pragu tog ostvarenja zahvaljujući spoju kvantne mehanike i suvremene kriptologije

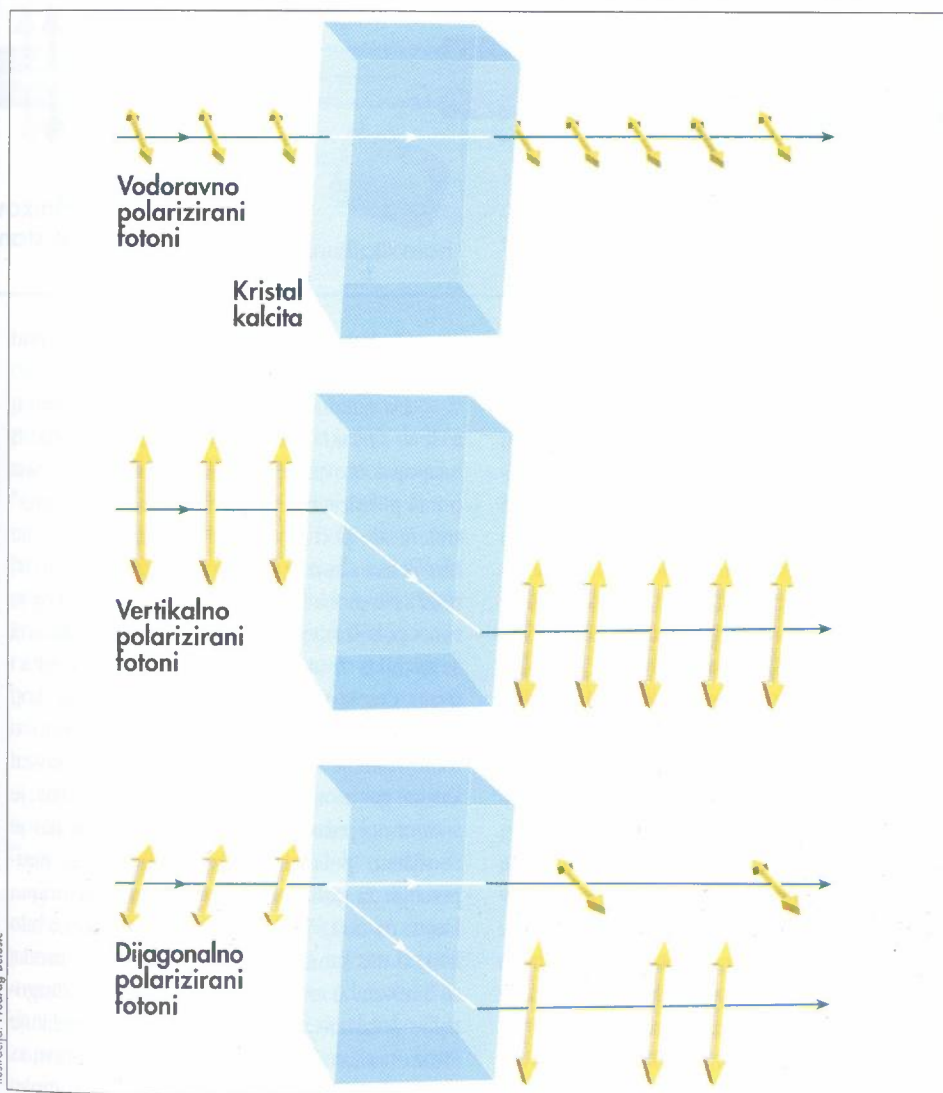
dinačnih molekula, atoma ili subatomske čestice. U tim sustavima je čin mjerenja integralni dio kvantnomehaničkog sustava, a ne samo pasivni vanjski proces kako to opisuje klasična fizika. Mjerenje na kvantnoj razini uvijek utječe na sustav i prestaje biti puki pasivni neinteragirajući proces. Zato je moguće dizajnirati kvantni kanal, dakle kanal koji nosi signale temeljene na kvantnim fenomenima, tako da svaki pokušaj da se taj kanal "prisluskuje" ometa signal na uočljivi način. To je moguće zato jer su u kvantnoj teoriji stanoviti parovi fizikalnih svojstava (veličina) komplemen-

tiv ono vrijedi za sva (pa i idealna) mjerenja.

Heisenbergovo načelo nesigurnosti izvorno je formulirano kao nesigurnost u poznavanju količine kretanja i položaja neke čestice. Preciznije rečeno produkt nesigurnosti (pogreške) u određivanju položaja i količine kretanja ne može biti proizvoljno mali, nego je jednak ili veći od konstantnog iznosa h poznatog pod nazivom Planckova konstanta ($h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ Js):

$$\Delta x \cdot \Delta p \approx h$$

Dakle u kvantnoj teoriji nemoguće je poznavati točno i položaj i brzinu čestice. Kad bi točno



Dubravko RISOVIĆ

Kristal kalcita služi za raščlambu polariziranih fotona: vodoravni fotoni prolaze ravno kroz kristal, vertikalno polarizirani se skreću, a dijagonalno polarizirani mijenjaju polarizaciju na slučajan način i izlaze kao vodoravno ili vertikalno polarizirani

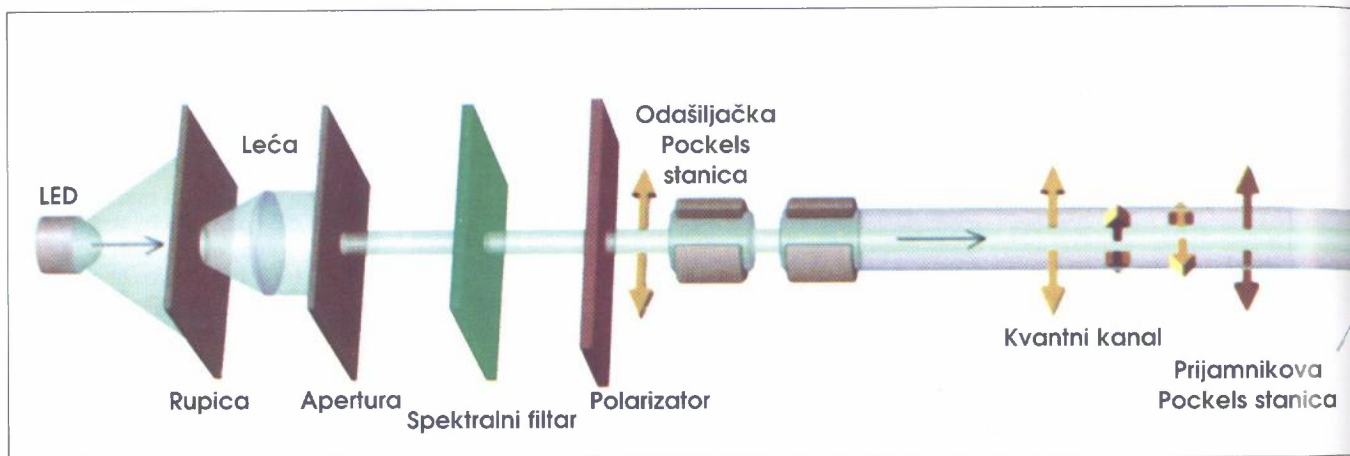
tarni u smislu da mjerenje jednog svojstva nužno mijenja (remeti) drugo. Ta tvrdnja, poznata kao Heisenbergovo načelo nesigurnosti, ne odnosi se na ograničenja uslijed mjerne tehnologije, napro-

poznawali (izmjerili) brzinu (odnosno moment) čestice tj. kad bi Δp bilo jednako nuli, tada zbog Heisenbergove relacije Δx mora biti beskonačno tj. uopće ne znamo položaj čestice! (Za razliku od

kvantne mehanike u klasičnoj je teoriji moguće provesti beskonačno točna mjerenja, odnosno točno znati i položaj i količinu kretanja). Fizikalna pozadina načela je u tome da sam čin mjerenja nije neovisan o sustavu na kojem se izvodi, nego dapače utječe na njega i to tako da lokaliziranje i mjerenje jednog svojstva remeti i onemogućava **istodobno** precizno poznavanje drugih.

To načelo nesigurnosti se može iskoristiti za stvaranje potpuno sigurnog kanala za prijenos informacija temeljenog na kvantnim svojstvima svjetlosti. Najmanji mogući "dijelič" svjetlosti ili kvant se zove foton, a možemo ga zamisliti kao sićušno oscilirajuće električno polje. Smjer ovih oscilacija se naziva **polarizacija** fotona. Jakost svjetla je naravno proporcionalna broju fotona. Obično ("bijelo") svjetlo se sastoji od mnoštva fotona koji imaju različite polarizacije. No ako svjetlo propuštamo kroz tzv. polarizacijski filter

ponaša se na jedan od dva načina ovisno o tome kakva je njegova polarizacija u odnosu na kristal. Foton može proći direktno kroz kristal i izaći polariziran okomito na optičku os kristala, ili u prolasku kroz kristal skreće i izlazi polariziran u smjeru duž optičke osi. Ako je foton koji ulazi već polariziran u jednom od ta dva smjera, on ne će pretrpjeti promjenu polarizacije, nego će uvijek proći jednom od dviju mogućih staza i to onom koja odgovara njegovoj polarizaciji. No ako u kristal uđe foton čija je polarizacija nešto između te dvije polarizacije, postojat će određena vjerojatnost da skrene u jedan od dva kanala i promijeni polarizaciju. Potpuno slučajno ponašanje fotona ćemo dobiti za polarizaciju koja je točno između ove dvije (0° i 90° , tj. za fotone polarizirane pod 45° ili 135°). Takvi fotoni imaju jednaku vjerojatnost da odu u bilo koji od dva spomenuta kanala i po izlasku potpuno izgube informaciju o svojoj origi-



Eksperimentalna realizacija sustava za generiranje i distribuciju kvantnog ključa

(kakav se ponekad nalazi u sunčanim naočalama), proći će kroz njega samo oni fotoni koji imaju određeni tip ili "stanje" polarizacije, dakle oni kod kojih električno polje oscilira u određenom smjeru. Da bi vizualizirali polarizacijski filter možemo ga zamisliti kao ogradu s vertikalnim prečkama. Kroz takvu ogradu, dakle između prečki, će moći proći samo oni fotoni kojima električno polje oscilira vertikalno, dok oni kojima polje oscilira vodoravno tj. popreko na "prečke" ne mogu proći. Koja polarizacija će proći ovisi o tome kako je filter zakrenut. Ako baš u danom primjeru filter ("ogradu") zakrenemo za 90° prolazit će fotoni čija je polarizacija vodoravna, dok sada ne će prolaziti oni s vertikalnom polarizacijom.

Da bi konstruirali kvantni kanal za slanje informacija trebamo na jednom kraju polarizacijski filter ili neki slični uređaj kojim bi pošiljalac dobio fotone s određenom polarizacijom, a na drugom kraju kod primaoca analizator polarizacije fotona. Raščlamba polarizacije se može učiniti s drugim polarizacijskim filterom, koji apsorbira dio fotona, a propušta dio s određenom polarizacijom. No to je puno bolje učiniti s dvolomnim kristalom (npr. kristal kalcita) koji upadne fotone razdvaja bez apsorpcije u dva snopa ovisno o stanju njihove polarizacije. Foton koji nailazi na kristal kalcita

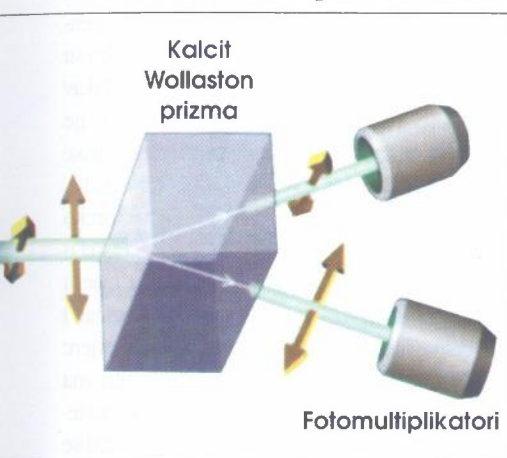
nalnoj polarizaciji, odnosno izađu polarizirani pod 0° ili 90° .

Da vidimo sada kako se to može iskoristiti u našem slučaju. Pretpostavimo da je osoba B unaprijed obaviještena da je dani foton koji ona prima polariziran u jednom od dva "pravokutna" smjera tj. pod 0° ili 90° , a da pritom nije obaviještena koja je to polarizacija (tj. da li je to 0° ili 90°). No osoba B može pouzdano utvrditi koji je smjer polarizacije ako foton propusti u uređaj koji se sastoji iz okomito orijentiranog kristala kalcita i dvaju detektora (npr. fotomultiplikatora) koji mogu registrirati pojedinačne fotone. Ovisno o tome kako je dolazeći foton polariziran kristal kalcita ga usmjerava u gornji detektor ako je vodoravno polariziran ili u donji detektor ako je vertikalno polariziran. Ovakav je uređaj neuporabljiv za razlikovanje dijagonalno polariziranih fotona (tj. pod 45° ili 135°) jer oni mogu otići u bilo koji od dva kanala. No zakretanjem za 45° uređaj se pretvara u odgovarajući za detekciju dijagonalne polarizacije, ali sada naravno ne razlikuje fotone polarizirane vertikalno ili vodoravno.. Pravokutna i dijagonalna polarizacija su komplementarna svojstva u smislu da mjerenje jednog svojstva nužno čini ono drugo slučajnim. Prema načelu nesigurnosti ova se ograničenja ne odnose samo na upravo opisane uređaje, nego na bilo koje

mjerne uređaje.

Kad smo razmatrali sustave šifriranja naglasili smo da je jedan od temeljnih problema i problem sigurne dostave odnosno distribucije ključa šifre.

Sad ćemo pogledati kako se upravo opisana kvantna pojava može iskoristiti za distribuciju ključa šifre, odnosno stvaranje kvantnog ključa. Cilj je da osoba A i B izmijene tajni ključ koji će poslije koristiti za slanje tajnih poruka. Pritom se kvantni kanal koristi za slanje ključa, dok se klasični otvoreni kanal koristi za slanje poruka. Ako netko pokuša "prisluškivati" kvantni kanal, tj. mjeriti fotone on to ne može napraviti, a da ih pritom ne poremeti. Osobe A i B koriste javni kanal da usporede signale koje šalju kroz kvantni kanal i provjere da li ih netko prisluškuje. Ako utvrde da ih nitko ne prisluškuje mogu razmjenjivati poruke bez obzira na tehničke mogućnosti i računalsku



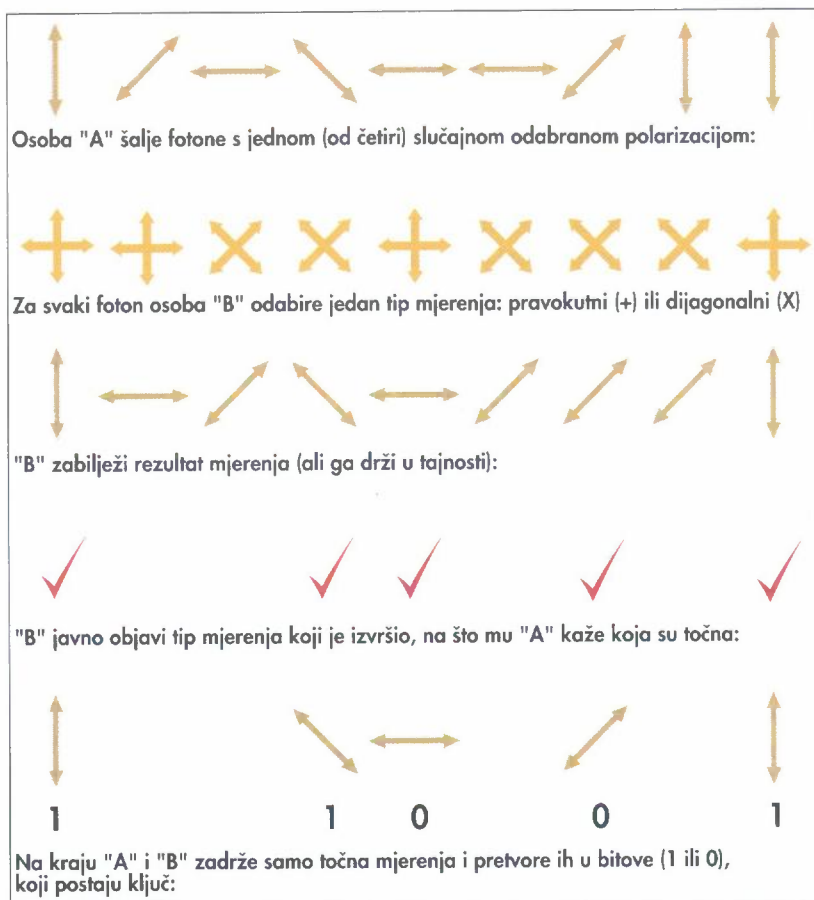
moć treće strane. Evo kako je to moguće: Najprije osoba A generira i šalje niz fotona sa slučajnom polarizacijom od 0° , 45° , 90° , ili 135° . Osoba B prima fotone i za svaki proizvoljno odluči da li će mjeriti pravokutnu ili dijagonalnu polarizaciju. Nakon toga osoba B objavi javno kakav je tip mjerenja učinila ali ne i rezultat. Osoba A njoj javno odgovori i kaže za svaki foton da li je učinila pravi tip mjerenja. Nakon toga osobe A i B odbace sva mjerenja koja su kriva ili u kojima detektor nije radio. Ako nitko nije prisluškivao kvantni kanal preostali rezultati mjerenja, tj. polarizacije su tajna informacija koju dijele osoba A i B. Prisluškivač ne može dobiti nikakvu informaciju iz fotona dok su u putu od izvora do legitimnog korisnika, jer jednostavno nema kodirane informacije! Informacija "nastaje" tek kad legitimni korisnik (osoba B) napravi mjerenja i javno se oglasi. Prisluškivač može pokušati da svoje priređene podatke ubaci i zamijeni originalne, ali budući da ne zna koja će orijentacija analizatora biti izabrana od osobe B za dani par fotona, ne će moći proći neotkriven. Test za prisluškivanje se napravi tako da se javno komparira (i zatim odbaci) podskup polarizacijskih podataka. Zbog načela nesigurnosti onaj koji "prisluškuje" ne može istodobno mjeriti pravokutnu i dijagonalnu polarizaciju istog fotona. Ako za određeni foton napravi krivo mjerenje, pa zatim

pošalje osobi B foton s polarizacijom koja je konzistentna s njezinim mjerenjem, tada će neizbježno učiniti slučajnom polarizaciju koju je originalno poslala osoba A. Krajnji rezultat će biti pogreška u četvrtini bitova u podacima osobe B ako su slani podatci prisluškivani. Ako usporedni test pokaže znakove prisluškivanja (tj. polarizacije su promijenjene), odbacuju se **svi** podatci i šalje se novi skup fotona. Ako se utvrdi da prisluškivanja nije bilo, polarizacije se prihvataju kao tajni bitovi tako da se vodoravna polarizacija ili polarizacija po 45° interpretira kao binarna nula, a vertikalna ili pod 135° kao binarna jedinica.

Direktna usporedba izabranih bitova s ciljem da se nađu pogreške, kako je to upravo opisano, nije jako učinkovita: treba žrtvovati previše bitova da bi se s razumnom sigurnošću utvrdilo da su podatci osobe A i B identični, posebice ako je "prisluškivanje" bilo rijetko tj. rezultiralo s malo pogrešaka. Mnogo bolji način je usporedba pariteta, ili parnosti slučajnog podskupa koji sadrži približno pola ukupnog broja bitova u podacima.

To izgleda ovako: osoba A npr. objavi: "pogledao sam prvi, treći, četvrti, 9-ti, ..., 996-ti i 999-ti od mojih 1000 bitova podataka i našao paran broj jedinica". Osoba B sada samo prebroji broj jedinica na istim mjestima u svojim podacima i ako nađe neparan broj jedinica odmah zna da su njegovi podatci različiti od onih osobe A. Matematički se dâ pokazati da ako su podatci A i B različiti usporedba pariteta slučajnog poskupa će to utvrditi s vjerojatnošću $1/2$ bez obzira na broj i smještaj pogrešaka. Dovoljno je dakle postupak ponoviti 20 puta (s 20 različitih slučajno odabranih podskupova) da bi se vjerojatnost da se ne otkrije pogreška svela na manje od jedan naprama milijun.

Stvarna realizacija u načelu opisanog uređaja pokazana je na slici. Na lijevoj strani je odašiljački dio osobe A koji se sastoji od zelene LED (diode koja emitira svjetlo), sklopa za kolimaciju (tj. pravljenje usporednog snopa svjetla) i filtera za dobivanje vodoravno polariziranog svjetla. Početna vodoravna polarizacija se mijenja pomoću tzv. Pockelsove stanice u jednu od četiri polarizacije koje se šalju. Učinak Pockelsove stanice je isti kao i mehaničko rotiranje polarizacijskog filtera, samo ona radi na elektrooptičkim načelima i daleko je brža od bilo kojeg mehaničkog sustava. Na prijamnom dijelu (desna strana) osoba B može putem Pockelsove stanice birati koju će polarizaciju mjeriti. Nakon prolaska kroz Pockelsovu stanicu svjetlosni snop prolazi kroz prizmu kalcita koja ga cijepa u dva svjetlosna snopa s međusobno okomitim polarizacijama, koji se zatim vode svaki u svoj detektor (fotomultiplikator). Odašiljački i prijamni dio mogu biti spojeni preko optičkog vlakna i udaljeni desecima kilometara. U opisanom pokusnom uređaju emitirani su bljeskovi svjetlosti, dakle tisuće fotona, a ne pojedinačni fotoni, pa je u načelu moguće presresti te fotone npr. s djelomice propusnim zrcalom postavljenim pod kutem od 45° u odnosu na smjer širenja. Na taj je



Generiranje kvantnog ključa

način moguće odvojiti dio fotona i skrenuti ih iz snopa u mjerni uređaj prisluškivača. Ostatak fotona nastavlja put do osobe B bez promjene polarizacije, dakle nesmetano! Ako je skrenuti dio fotona mali, osoba B ne će po smanjenoj jakosti signala ni primijetiti da je prisluškivana, jer i onako duž dugačkih puteva u optičkim vlaknima dolazi do slabljenja signala. U ovom slučaju signal (jer sadrži mnogo fotona) je bliži klasičnom signalu i zato ga je moguće prisluškivati. Ako smanjimo jakost bljeska proporcionalno se reducira i vjerojatnost da osoba B detektira foton, ali vjerojatnost da i osoba B i prisluškivač oboje registriraju foton u istom bljesku se reducira još više, u stvari redukcija ide obrnuto s kvadratom jakosti bljeska. Drugim riječima što su bljeskovi jači to se više ponašaju kao klasičan signal iz kojeg prisluškivač može izvući potpunu informaciju uz minimalnu smetnju. Reduciranje jakosti signala na kvantnu razinu, primjerice par fotona ili manje, onemogućava neotkriveno prisluškivanje.

U naravi se pogreške u podatcima javljaju i uslijed "prirodnih" uzroka: nesavršenosti uređaja, šuma i slično, tako da bi bilo nepraktički odbacivati podatke kadgod se u njima nađe neka pogreška, kako se to radi u idealnom upravo opisanom slučaju. Mali broj pogrešaka dakle ne indicira prisluškivanje, te se one mogu korigirati, a podatci prihvatiti. Korekcija pogrešaka se može napraviti kroz javnu diskusiju, putem kodova za korekciju pogreški, no takav postupak može otkriti dio informacija trećoj strani. Da bi se to izbjeglo, a ipak dobio "čisti" ključ bez pogreški razvijena je matematička tehnika "pojačanja privatnosti" (C. H.

Bennett, G. Brassard i J.M. Robert), koja omogućava da se na "nečisti" ključ tj. ključ s pogreškama primijeni javno odabrana transformacija skraćivanja dužine, koja ima za posljedicu da djelomična informacija o ulazu (koju je skupio prisluškivač) ne daje gotovo nikakvog znanja o izlazu. Dovoljno je da osobe A i B definiraju svaki bit izlaza kao paritet neovisnog, javnim putem usaglašenog slučajnog podskupa ulaznih bitova, kao što je to učinjeno u slučaju kad se utvrđivalo da li su kvantni podatci isti.

Premda je najpoznatija primjena kriptografije tajna komunikacija, postoje druge dvije primjene koje su mirnodopski možda i važnije. Prva je pitanje autentičnosti: potvrde da je poruka doista od onog za kojeg se tvrdi da jest i da nije putem promijenjena. Drugo je pitanje donošenja javnih odluka uz istodobno sačuvanje povjerljivih privatnih informacija.

Sve do nedavno je pitanje utvrđivanja autentičnosti bilo vezano uz fizikalne objekte kao što su pečati i potpisi, koje je bilo teško kopirati. Takav sustav pruža ograničenu sigurnost ali uopće ne može biti primijenjen na digitalne elektronske dokumente kakvi su npr. bankovne transakcije, koje se često, pogotovo danas prenose preko nesigurnih telekomunikacijskih linija. Na sreću postoji nekoliko matematičkih tehnika za ovjeru digitalnih poruka. Godine 1979. su M.N. Wegman i J.L. Carter iz IBM otkrili digitalnu shemu ovjere koja pruža dokazanu sigurnost. No poput šifri ona zahtijeva da pošiljalac i primalac unaprijed posjeduju tajni ključ, čiji se dio iskoristi svaki put kad se poruka ovjerava. Wegman-Carterov sustav ovjere uz kvantnu distribuciju ključa se dobro nadopunjuje: s jedne strane kvantna tehnika daje bitove tajnog ključa kojeg koristi sustav ovjere, koji pak s druge strane služi za uspješnu distribuciju kvantnog ključa čak i u slučaju prisluškivanja i mijenjanja poruka u javnom kanalu.

U drugom slučaju postoji mnogo situacija u kojima se donose zajedničke odluke između korporacija i/ili vladinih organizacija ili između pojedinaca i organizacija na temelju povjerljivih informacija koje pregovaračke strane ne bi htjele razotkriti u potpunosti. Nedavno su Claude Crépeau i M.H. Skubiszewska s École Normale Supérieure zajedno s Bennettom i Brassardom iz IBM, pokazali da se kvantni aparat sličan ovdje opisanom za distribuciju ključa može iskoristiti i za donošenje zajedničkih odluka diskretno i bez posrednika, a bez oslanjanja na nedokazane matematičke pretpostavke (primjerice sustava javnog ključa). Zasad su poznate implementacije matematički relativno neučinkovite, jer zahtijevaju slanje i primanje mnoštva fotona da bi ostvarile i sasvim jednostavne odluke. No u koliko se učinkovitost popravi, diskretno bi odlučivanje moglo postati najvažnija svakodnevna primjena kvantne kriptografije.

HF SSB Primopredajnik s frekvencijskim skakanjem

HF/SSB frequency hopping transceiver TRC-102H



TRC-102H

Namjena:

Primopredajnik TRC-102H ispunjava zahtjeve modernih HF radio-uređaja: frekvencijsko skakanje, brzo i tiho prilagođavanje te kriptozastita. Zadovoljava zahtjeve MIL standarda. Osigurava komunikaciju zaštićenu od hvatanja, prisluškivanja, obmanjivanja, ometanja i lociranja. Projektiran je za uporabu u posebno teškim uvjetima okoline kao prijevozna ili fiksna radio-postaja.

Temeljne tehničke značajke:

- frekvencijsko područje: 2-30 MHz
- stabilnost frekvencije: $\pm 0,8$ ppm
- broj kanala: 27.999 uz razmak 1 kHz
- VF izlazna snaga: 100W (smanjena 20W)
- memoriranje frekvencija: 40 frekvencija
- automatski antenski prilagodni sustav
- napajanje: 25 V nominalno (u granicama 22 do 30 V)

General purpose:

The TRC-102H is a modern 100 W vehicle mounted transceiver for HF communications. Integrated frequency hopping concept provides communication protected from listening-in, jamming and localization. It enables to set up secure communications in difficult conditions of the environment as either mobile or fixed radio station.

Basic technical data:

- frequency range: 2-30 MHz
- channels: 27999 at 1 kHz spacing (40 memorized)
- frequency stability: $\pm 0,8$ ppm
- output HF power: 100 PEP in normal power (20 W PEP in reduced power)
- antennas: whip (up to 5 m), dipole, wire
- hopping mode: pseudorandom
- power supply: 25 V nominal (in range 22 to 30 V DC)
- consumption: less than 15 A

RH-ALAN d.o.o.

Stančićeva 4, 10000 Zagreb

tel. 385 1 455 40 22, 456 86 67, fax. 385 1 455 40 24



REPUBLIKA HRVATSKA

ELEKTROOPTIČKI

sustavi na brodu

Poznavanje zamjetljivosti broda nužno je kako za postavljanje tako i za odabir elektrooptičkog sustava koji će učinkovito vršiti detekciju ciljeva, raketa i zrakoplova, danas najvećih prijetnji po opstanak broda na morskom bojištu

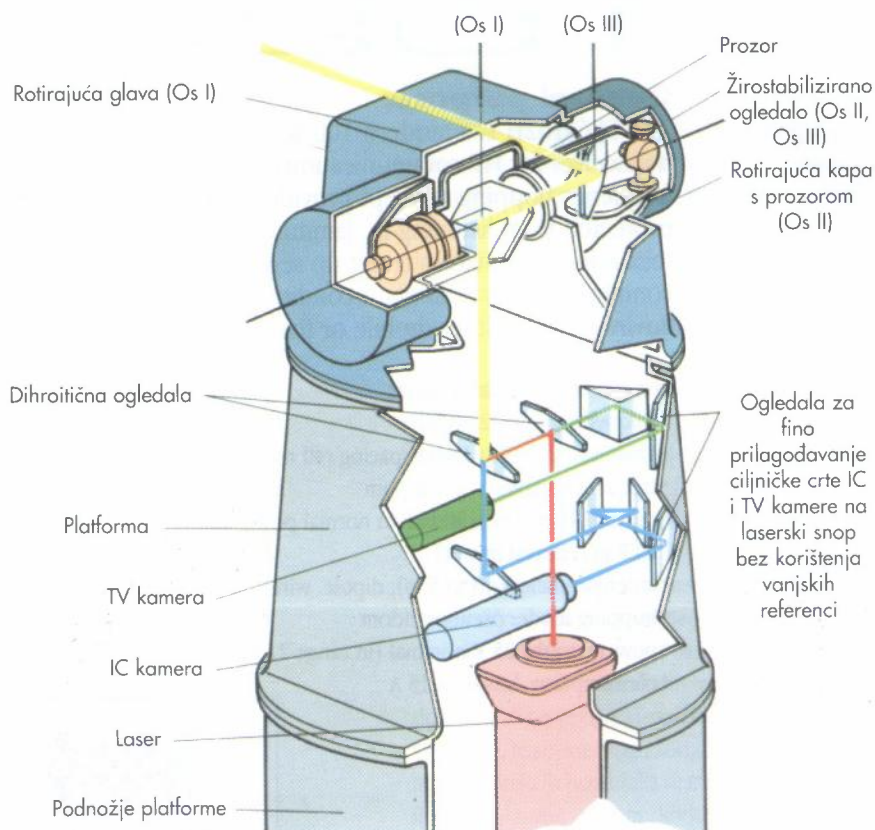
Vladimir PAŠAGIĆ

Suvremenim razvojem primijenjene elektronike i tehnologije elektronskih senzora značajno su poboljšane mogućnosti sustava za motrenje i nadzor kao i sustava za djelovanje na cilj. Višestruko su povećane udaljenosti s kojima se mora računati u svim oblicima borbenog djelovanja. Smanjena su kritična vremena pravodobne reakcije, povećane su točnosti i vjerojatnoća pogodaka i općenito, porasla je udarna moć svih nositelja borbenih djelovanja na morskom bojištu.

U navedenome prednjače protubrodске rakete. Napredak u propulziji, elektronici i raketnoj tehnologiji šezdesetih godina omogućili su, na Zapadu, razvoj i primjenu protubrodске



Ilustrativni prikaz senzorskog sustava u kojem je TV kamera, IC kamera i laserski daljinometar. Novi algoritmi u obradbi slike scene mogli bi omogućiti da se udaljenost do cilja ne mora određivati pomoću lasera već uporabom dvo ili više kanalnog IC sustava, a što bi značilo potpuno pasivni rad elektrooptičkog sustava



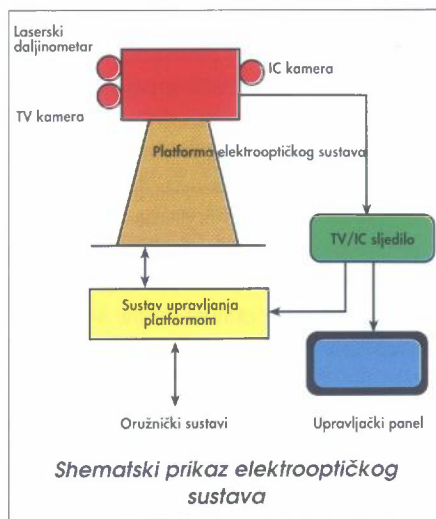
rakete kao što su: francuska Exocet, izraelska Gabriel, norveška Penguin, talijansko/francuska Otomat, američka Harpoon itd. Ove su rakete relativno male po težini i obujmu te ih brzi napadački brod može nositi četiri ili više. Ratni sukobi u Perzijskom zaljevu ponovno su ilustrirali učinkovitost pomorskih snaga ali i potrebu kontrole različitih signatura broda koje protivnik može primijeniti za detekciju i klasifikaciju. Napredak protubrodskih raketa znatno je povišio ranjivost brodova. To su pokazali Falklandski rat 1982. i sukob Irana i Iraka čime je definitivno potvrđena potreba za odgovarajućim mjerama zaštite broda od projektila koji se mogu lansirati s udaljenosti i većih od obzora, a koji lete veoma nisko, na tzv. sea-skimming visinama. Tradicionalne mjere aktivne zaštite u kojima se primjenjuje paljba iz topova ili ispaljivanje projektila nisu dostatne. Kako se u protubrodskim projektilima koriste radarsko i/ili IC navođenje to su i nove alternative temeljene na elek-

troničkim protumjerama.

Protubrodске rakete sasvim su promijenile prirodu pomorskog ratovanja povećavši opseg angažiranja na veći broj platformi koje su uz ovakvo naoružanje sposobne za ofenzivno djelovanje. Istodobno je za obranu bitno smanjeno raspoloživo vrijeme. Temeljni cilj protubrodskih raketa je onesposobiti brod za daljnje djelovanje. Proturaketna obrana broda determinirana je tehničko/taktičkim mogućnostima protubrodskih raketa.

Protubrodске rakete danas predstavljaju ozbiljnu prijetnju za brod. Izrađuju se za let na različitim trajektorijama: na veoma malim visinama cijelim letom, djelomice na velikoj visini da bi se u finalnoj fazi spustila k cilju. Koriste se i profili s promjenjivom visinom leta "gore-dolje", ili cik-cak let, a također se u finalnoj fazi samonavođenja raketa ubrzava kako bi na taj način onemogućila neku od protumjera. To što je većina protubrodskih raketa u mogućnosti "samo" da onesposobi brod za daljnju aktivnost nikako ne umanjuje značenje njihove primjene na morskom bojištu.

Problemi vezani za detekciju protubrodskih raketa čine se gotovo nerješivim. Naime, suvremene protubrodске rakete imaju veoma malu radarsku površinu (reda 0.1m^2) i lete na ekstremno malim visinama od 1.5 m do 5 m iznad površine mora (tzv. sea skimming). Današnje su rakete sposobne letjeti brzinama od 3 Macha. Da bi se brod napadnut ovakvom suvremenom raketom mogao učinkovito obran-



iti potrebno je da prijetnju detektira na što većoj udaljenosti kako bi mu preostalo dovoljno vremena za poduzimanje odgovarajućih protumjera zaštite.

Prvi i nužni korak u proturaketnoj obrani broda je detekcija prijetnje (noseće platforme ili rakete u letu). Drugi korak je određivanje parametara kojima se determinira pozicija, brzina i smjer leta rakete. Treći korak su elektroničke protumjere, a izravno iza (četvrti korak) slijedi aktivna zaštita i to primjenom paljbe iz topova i/ili ispaljivanjem projektila, raketa.

Kako je vrijeme koje preostaje od trenutka kad je raketa detektirana do minimalnog vremena koje je potrebno za neki postupak kojim raketu treba uništiti, ekstremno kratko, to svaki sustav za proturaketnu obranu broda mora biti

potpuno integriran u zapovjedni sustav, broda te automatiziran. Danas brodovi imaju integrirane sustave za detekciju i praćenje prijetnji brodu sa sustavima za elektroničko ometanje i sustavima za upravljanje paljbom, a upravljanje se vrši preko zapovjednog brodskeg sustava. Funkcionalnost i učinkovitost ratnog broda determinirana je poglavito oružnim sustavima, senzorima i integralnim zapovjednim sustavom.

U sustave za upravljanje paljbom može se dodati IC kamera koja ima iznimna svojstva u detektiranju niskoletućih raketa, a sljedeća joj je važna osobina to što radi na pasivnom načelu, te se može koristiti u uvjetima kad je neophodna tzv. radarska tišina.

U cijeni stajanja modernog ratnog broda najveća investicija su: oružni sustavi, sustavi za motrenje i elektroničke protumjere te zapovjedni sustav. Integriranost navedenih sustava je danas imperativ.

Proturaketna obrana broda jedan je od aspekta njegova djelovanja, nužan za opstanak na pomorskom bojištu. Moguće ju je uvjetno podijeliti na faze i to: detekcija prijetnje, elektroničke protumjere, aktivna zaštita raketnim i topničkim sustavima.

Iako je problem optimalnog konstruiranja plovnog objekta (trup, nadgrade, tvoriva) značajan sa stajališta maskiranja, u ovom članku se on ne razmatra. Plovni objekt svojim postojanjem i aktivnostima uzrokuje mnoge promjene fizičkih polja, koje se mogu detektirati adekvatnim senzorima.

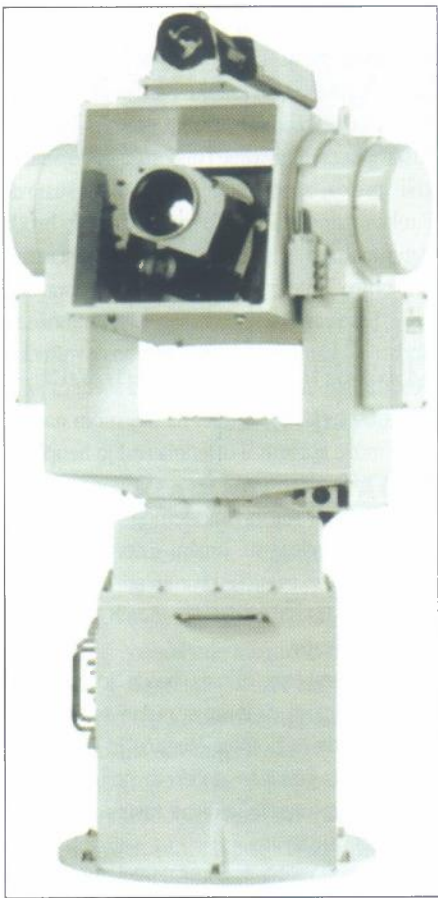
Temeljne značajke elektrooptičkih sustava

Za detekciju protubrodskih raketa i letjelica primjenjuju se različiti elektronski senzori: radari, detektori radarskog ozračenja i elektrooptički sustavi. Ključna je detekcija protubrodskih raketa i letjelica elektrooptičkim sustavima, jer je detekcija radarskim sustavima aktivna metoda, odnosno otkriva poziciju broda, a sam radar može poslužiti protubrodskoj raketi kao odličan marker cilja. U ovisnosti o potencijalnim prijetnjama s mora i iz zraka primjenjuju se elektrooptički sustavi determiniranih osobina. Tipičan elektrooptički sustav za detekciju i praćenje zračnih ciljeva sastoji se od: noseće platforme, senzorskog sustava i sustava upravljanja i nadzora. Noseća platforma ima dva ili tri stupnja slobode kretanja i posjeduje motore kojima se vrši kutno pozicioniranje smjera ciljanja senzora u prostoru motrenja. Kretanje po elevaciji obično je od -10° do preko 90° . Platforma se pokreće hidrauličkim ili elektromotornim pogonom. U cilju smanjenja dinamičke pogreške praćenja, posebice u inačicama sustava koji se ugrađuju na pokretne nosače kao što je brod, u platformu se ugrađuju i tzv. brzinski žiroskopi. Detektirani signali sa senzora odvođe se na sustav za kutno praćenje, a koji generira signale koji služe kao ulazni signali za upravljanje platformom. Senzorski sustavi su televizijska kamera niskog intenziteta i termovizijska kamera te najčešće laserski daljinometer za određivanje udaljenosti detektiranog cilja. Podatci o daljini do cilja također se odvođe na sustav za upravljanje platformom jer se tu vrši osim generiranja signala za motore koji postavljaju platformu na željeni smjer i elevaciju i upravljanje senzorima (kontrola fokusa i otvora blende, zumiranje, uključivanje/isključivanje brisača,...). Sustav za upravljanje platformom povezuje se sa sustavom za praćenje položaja broda često i sa sustavom za upravljanje paljbom.

Televizijska kamera (TV) je pasivni uređaj s niz odličnih svojstava no s

ograničenjem malog dometa u slučaju slabe optičke vidljivosti i slabo kontrastnih ciljeva. To je upravo slučaj za sea skimming rakete, a i u drugim okolnostima na moru. Utjecaji okoline koji reduciraju mogućnosti primjene TV kamere je neznanat pri primjeni termovizijske kamere (IC kamera). Laserski daljinometer nužan je pri određivanju pozicije objekta-rakete, ili letjelice koju sustav detektira. Video signal s TV/IC kamere dovodi se u sljedilo (tracker) za praćenje položaja slike cilja, gdje se stvara okvir pomoću kojeg je moguće kontinuirano unutar vidnog polja pratiti cilj. U točku koja odgovara centroidnoj točki slike cilja nastoji se dovesti središte okvira praćenja čime se generiraju dva signala, odnosno koordinate odstupanja položaja okvira od središta slike, a njima se upravlja položajem ciljnog smjera senzorske platforme. Označivač (marker) cilja se implementira u video signal i kao takav kompozitni signal se dovodi na monitor operatorske konzole. Tu marker pokazuje trenutnu poziciju i veličinu okvira u polju slike te operator može vršiti zahvat cilja na zaslonu ručnim poklapanjem položaja okvira s položajem slike cilja. Nadalje se cilj automatski prati. Kad je cilj jednom zahvaćen veličina okvira se optimizira na temelju dinamike kretanja slike cilja u vidnom polju i veličine cilja. To se vrši u diskretnim koracima, automatizirano, pri čemu se vodi računa da ne dode do prekida u funkciji praćenja cilja. Kad se iz nekog razloga izgubi cilj platforma se nastavlja kretati prema zadnjim poznatim veličinama, a okvir se povećava na maksimalnu veličinu, te operator može izvršiti ručnu korekciju pozicioniranja okvira i platforme te ponovno zahvatiti cilj čim se isti nađe u vidnom polju senzorskog sustava.

Za izdvajanje slike cilja iz slike pozadine koriste se mnoge metode obradbe slike, a korišteni algoritmi su rezultat teorijskih i eksperimentalnih spoznaja eksperata koji su projektirali senzorski sustav.



Elektrooptički sustav tvrtke Andrew Kintec čija modularna koncepcija omogućuje odabir onih senzorskih komponenti koje su optimalne za korisnika, odnosno determinirani brod

Brod predstavlja metu za IC detektorske sustave radi IC zračenja uzrokovanog njegovim trupom i nadgrađem i aktivnostima.

IC zračenje trupa i nadgrađa plovnog objekta ovise o temperaturi i emisivnosti vanjskih površina. Čimbenici koji utječu na te parametre su: fizičko stanje te površine, hidrometeorološki uvjeti i vrijeme dana i godine. Generalno, sve što utječe na ravnotežno stanje između trupa i nadgrađa plovnog objekta i okoline utjecati će na razmatrano IC zračenje.

Aktivnosti plovnog objekta uzrokuju četiri temeljna učinka: a) vrući dijelovi sustava ispuha, b) vrući ispušni plinovi, c) otpadna topla voda i d) brazda plovnog objekta.

Vrući ispušni plinovi imaju pri izlazu iz dimnjaka temperaturu između 150 °C i 250 °C a brzinu im poglavito određuju geometrija dimnjaka, brzina broda i sastav korištenog goriva. IC zračenje determinirano je raspadom molekula konstituentata ispušnih plinova i dominantno je u spektralnom kanalu od 3 μm do 5 μm .

Morska voda koja se koristila u rashladnom sustavu plovnog objekta istjecanjem u more ostavlja topli trag. Sve dok se njezina temperatura ne izjednači s temperaturom površine mora učinak je moguće detektirati u spektralnom kanalu od 8 μm do 13 μm .

Djelovanje vijka uzrokuje miješanje površinske vode i vode iz dubine mora. Kako te

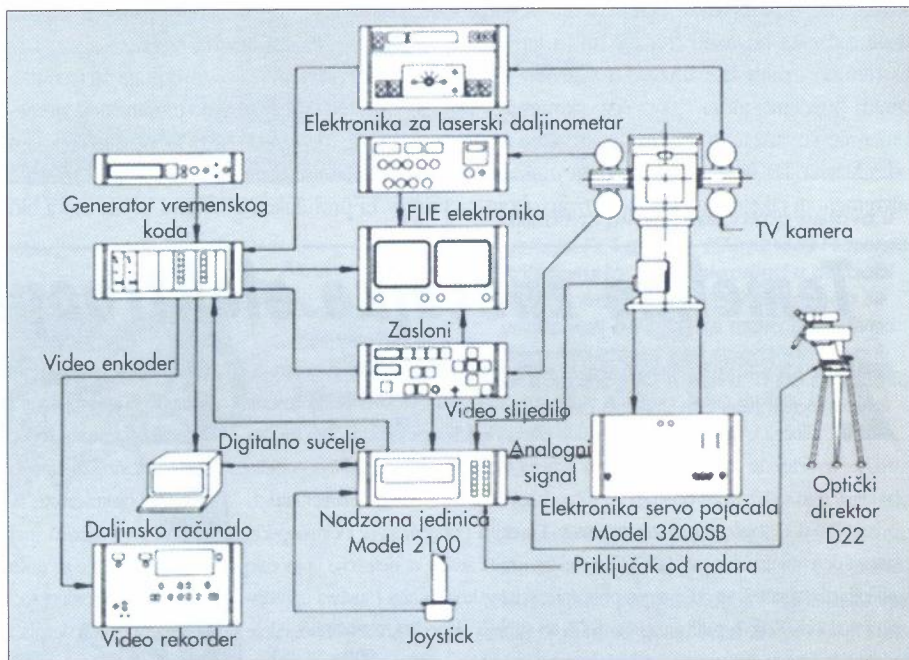
vode imaju različite temperature, odnosno voda iz dubine hladnija je od površinske, to iza broda ostaje hladni trag detektabilan u spektralnom kanalu od 8 μm do 13 μm .

Dakle postoje dva elektromagnetska pojasa koja se koriste za detektiranje IC signature. Tzv. srednje valno područje od 3-5 μm , u njemu se pojavljuju zračenja od toplih objekata na temperaturama tipično 250°C-680°C i tzv. daleko IC područje za valne duljine 8-13 μm na kojima zrače izvori nižih temperatura. Ove pojaseve determinira propusnost atmosfere. Najvažniji izvori IC zračenja i signature u srednjem IC području povezani su s ispušnim plinovima i vanjskim vidljivim površinama oko ispusta te se za reduciranje signature broda u srednjem IC području na valnim duljinama 3-5 μm primjenjuju tehnike hlađenja vidljivih dijelova oko ispusta i hlađenje samih ispušnih plinova. Podjednako su važne i tehnike u kojima se izvođa optička blokada toplih dijelova ispusta, te se na taj način eliminira njihova direktna vidljivost. U području većih valnih duljina, IC signature broda ovisi o raspodjeli temperature i emisivnosti po cijelom brodu, te je takvo zračenje broda u odnosu na okolinu-pozadinu, nebo ili

rani signal ukoliko je brod "ozračen" drugim radarom,

Aktivno zračenje elektromagnetske energije nužno je za obavljanje namijenjene zadaće ratnog broda, poglavito za otkrivanje protivnika (cilja protiv kojeg je ono namijenjeno) ili za upravljanje samim bojnim djelovanjem po protivničkim ciljevima (ciljanje-ciljnički radar). Ono se ne može potpuno izbjeći ali se može (i mora) držati pod nadzorom. Od radarskih senzora, za otkrivanje vlastite prisutnosti najmanje je opasan navigacijski radar, budući da iste koriste i civilni brodovi (iste tehničke značajke) ali oni ipak otkrivaju prisutnost broda u određenom akvatoriju. Potkraj 80-tih godina, razvijeni su i navigacijski radari za ratne brodove (tzv. FMCW navigacijski radari) koji omogućavaju sigurnu plovidbu i navigaciju a praktički su nezamjetljivi od protivničkih uređaja za radiotehničko izviđanje (radarski detektori) budući da im je snaga predajnika smanjena na 1 W (za razliku od 25 kW i više kod klasičnih navigacijskih radara), zbog čega se protivnik mora približiti na udaljenost 1Nm ili manje da bi mogli detektirati njihov signal.

Ono što je najveća opasnost za otkrivanje



Blok dijagram koji ilustrativno prikazuje multi senzorski elektrooptički sustav

more. Temeljne tehnike kamuflaže u ovom području trebaju osigurati da se IC zračenje broda čim više približi zračenju pozadine. Primjenjuju se posebni premazi i boje, izolacijskim se tvorivima uklanjaju tople površine i dr.

Zamjetljivost ratnog broda u radarskom području elektromagnetskog spektra očituje se na dva načina:

- aktivnim zračenjem elektromagnetske energije u prostor, preko svojih senzora (navigacijski, motrilački ili ciljnički radar),
- pasivnim ili sekundarnim zračenjem elektromagnetske energije u prostor (reflekti-

vlastitog prisustva, je motrilački radar, koji se najčešće koristi za otkrivanje protivničkih ciljeva (na moru i u zraku), bilo radi davanja naznake sustavu za upravljanje paljbom ili za samo upravljanje raketnim naoružanjem (rakete brod-brod). Jedini način da se otkrije protivnika, a da se ne otkrije svoje prisustvo (zbog aktivnog zračenja) je korištenjem pasivnih sredstava (radarski detektor) ili da se ti podatci dobiju preko data-linka, a da se vlastiti senzori koriste samo prije izravnog bojnog djelovanja (napadaj). Dakle, aktivno zračenje i njegovo trajanje se može nadzirati (pa tako valja i postupiti) zbog čega je i manje opasno od sekun-

darnog zračenja koje je posljedica refleksije signala od same brodske strukture i nemože se dinamički nadzirati. Sekundarno zračenje ovisno je u najvećoj mjeri o značajkama samog broda (veličina, oblik, tvorivo) kao i parametrima radara kojim je ozračen (frekvencija, polarizacija, snaga) i najčešće se definira preko efektivne radarske površine.

Zaštitu vlastitih objekata (brodova, zrakoplova i ostalih) kroz smanjenje zamjetljivosti ostvaruje se smanjenjem refleksne površine cilja (objekta), minimiziranjem njegove efektivne radarske površine.

Postoje različiti postupci i metode za smanjenje učinkovite radarske površine, od projektiranja i odabira oblika, odabira materijala i premaza do maskiranja ili čak naglašavanja određenih dijelova strukture (manje značajnih ili osjetljivih) koji su manje ili više učinkoviti. Univerzalnog rješenja nema, a najučinkovitijim su se pokazala ona rješenja koja kombiniraju različite postupke i metode. Za učinkovito smanjenje učinkovite radarske površine (time i zamjetljivosti) potrebno je detaljno poznavati fenomen raspršivanja signala za svaki cilj (objekt) da bi se identificirao i reducirao svaki pojedini element koji tome pridonosi. Nakon izradbe prvog, radarski nevidljivog, zrakoplova i uvođenja tzv. Stealth tehnologije u zrakoplovnu industriju, ista filozofija i razmišljanja pojavila su se i u ratnoj brodogradnji. Osim zrakoplova pojavili su se i prvi ratni brodovi (USA, Švedska) građeni na načelima te tehnologije. Prema dostupnoj literaturi i ostale svjetske velesile rade na sličnim programima. Nove spoznaje i tehnologije uvjetovale su pravu revoluciju u vojnoj industriji, koja je natjerala dizajnere različitih profila da temeljito mijenjaju svoj pristup pri projektiranju, osobito zrakoplova i brodova. Razvijeni su vrlo sofisticirani programi, koji uz pomoć

ma u naravnoj veličini (rezultati ispitivanja na modelima znatno se razlikuju od stvarnih zbog različitog širenja i refleksije EM signala na različitim frekvencijama). Zbog toga se (za razliku od zrakoplova i raketa, koji se ispituju u specijalnim prostorima-komorama), mjerenja na brodovima provode u naravnoj veličini, na posebnim poligonima i to tek nakon završetka gradnje, dakle kad je zbog visoke cijene gradnje takvih brodova, odviše skupo mijenjati njegov oblik. Također je skupa i izradba više platformi u naravnoj veličini, samo radi ispitivanja, da bi se na



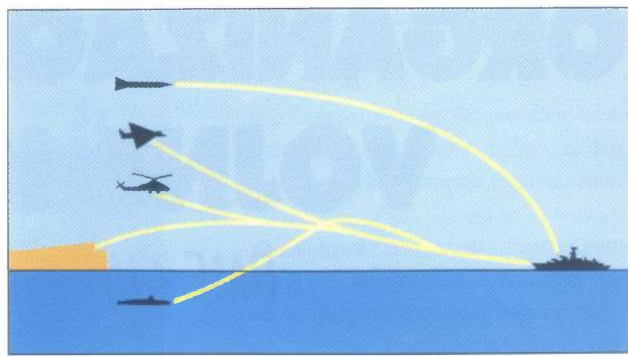
Protežnosti i masa izraelskoga elektrooptičkog sustava, a koji ima FLIR, TV i laserski daljinometer omogućuju njegovo montiranje i na jarbol broda

temelju dobivenih rezultata odabrala optimalna forma ili oblik.

Radarsku signaturu broda određuje geometrija broda iznad površine vode i učinkoviti koeficijent refleksije vanjskih površina. Najsnažnije refleksije dobivaju se s velikih ravnih površina te se u konstrukciji modernih brodova izbjegava izlaganje takvih površina u bilo kojem smjeru za kojeg se može očekivati napadaj projektilima. Također treba izbjegavati kuteve od 90° između palube i vertikalnih površina te tetraedarske kuteve jer ovakvi elementi jako reflektiraju u smjeru upadnog zračenja bez obzira na orijentaciju. Osim konstrukcije i

oblikovanja primjenjuju se i mjere reduciranja učinkovitog koeficijenta refleksije.

U posljednjih 30 godina, zbog brzog razvoja oružja i napretka tehnike za obradbu signala došlo je do povećanog zanimanja za poduzimanje mjera na minimiziranju radiokomunikacijske zamjetljivosti broda. Osim toga, s porastom



Slikovni prikaz napadaja protubrodskih raketa s različitim nosećih platformi

"intelligentnosti" detekcijskih sustava, te na temelju iskustava iz novijih ratnih sukoba, pokazano je da mogućnosti detekcije i lociranja protivničkih izvora radiozračenja, te organiziranje djelotvornih mjera protuelektronskih djelovanja ima veoma važnu ulogu u djelotvornom nadvladavanju i minimiziranju protivničkih ukupnih borbenih djelovanja i maksimiziranje djelotvornosti vlastitih oružja. To je primarni razlog porasta težnji za minimiziranje radiokomunikacijske zamjetljivosti broda kao borbenog sustava.

Radiokomunikacijski uređaji na brodu, koristeći "eter" kao prijenosni medij svima dostupan, podložni su neprijateljskom radioizvidanju. Ono je usmjereno na sve oblike radioveza i u svim frekvencijskim opsezima, a cilj mu je otkrivanje i primanje otvorenih, zatvorenih i kodiranih poruka između sudionika radioveze. Analizom i obradbom dobivenih podataka otkriva se njihov sadržaj te određuje položaj izvidanih radiopredajnika.

Suvremeni sustavi brodskih radioveza, trebaju se karakterizirati primjenom protuelektronske zaštite u cilju onemogućavanja protivnika u pronalaženju i izvidanju radiosignala. Uz korištenje minimalno potrebne snage radiopredajnika i optimizacijom antenskog sustava, smanjuje se vjerojatnoća "susreta" protivničkih prijemnih sustava s odašiljanim radiosignalima i mogućnost njihovog radiogoniometriiranja.

Zaglavak

Poznavanje zamjetljivosti broda nužno je kako za postavljanje tako i za odabir elektrooptičkog sustava koji će učinkovito vršiti detekciju ciljeva, raketa i zrakoplova, danas najvećih prijetnji po opstanak broda na morskom bojištu.

Prvi i nužni korak u protuzračnoj obrani broda je detekcija prijetnje (noseće platforme ili rakete u letu). Drugi korak je određivanje parametara kojima se determinira pozicija, brzina i smjer leta rakete, odnosno zrakoplova. Treći korak su elektroničke protumjere, a izravno iza (četvrti korak) slijedi aktivna zaštita i to primjenom paljbe iz topova i/ili ispaljivanjem projektila, raketa.



U kompleksnom sustavu SAMOS tvrke Sagema integriran je elektrooptički sustav s IC kamerom i to na zajedničkoj platformi s topom

moćnih računala, omogućavaju dizajnerima da predviđaju učinkovitu radarsku površinu projektiranih objekata, koristeći različite geometrijske oblike i tvoriva, optimizirajući njihov raspored. To je osobito važno za ratnu brodogradnju, budući da se mjerenja ne mogu vršiti na modelima već se ona provode na izgrađenim brodovi-

ORGANIZACIJA FRANCUSKE VOJNE INDUSTRIJE (VI.dio)

DME - Uprava za rakete i svemir

Uprava za rakete i svemir (DME, franc., Direction des Missiles et de l'Espace), osigurava funkcioniranje primarn(og)ih ugovarača u okviru programa za strategijske i taktičke rakete kao i u okviru programa koji pokrivaju razvoj, konstrukciju i proizvodnju vojnih satelita

Da bi to mogla provesti uprava DME izrađuje neophodne studije, provodi razvoj, testove i procjene, nadzire proizvodnju sustava naručenih od vojne industrije te osigurava servisnu potporu za opremu, blisko surađujući s francuskim oružanim snagama.

Na polju svog djelovanja koje pokriva područje raketnih sustava i vojnih svemirskih aplikacija, DME je u pravom smislu riječi uprava združenih snaga čija je zadaća osiguranje odgovarajućih sustava za sva četiri stožera oružanih snaga (mornarica, KoV, zrakoplovstvo, žandarmerija). Nadalje, DME funkcionira blisko surađujući s drugim upravama DGA-e s ciljem integriranja raketnih sustava s različitim platformama kao što su podmornice, površinski brodovi, kopnena vozila i zrakoplovi, kao i pri integraciji ovih sustava u sustav obrambenih mreža.

I napokon, već duže vrijeme DME vodi mnoge kooperacijske projekte zajedno s europskim partnerima, što omogućava podjelu troškova razvoja i proizvodnje vrlo složenih oružanih sustava kao i poboljšanje interoperativnosti savezničkih snaga.

Organizacija

DME funkcionira uz korištenje ekspertiza visokokvalificiranog personala kojim se pokriva široka lepeza vještina i znanja. U ovim aktivnostima sudjeluje više od 4200 uposlenih (civilni i vojni personal). Imovina, odnosno sredstva, kojima DME upravlja iznosi oko deset milijardi francuskih franaka za jednu godinu.

DME je tako organizirana da se u njezinom sastavu nalazi središnja administracija, dva tehnička odjela (ST3S, ST-SMT), dva tehnička središta (LRBA, CAEPE) i dva središta za ispitivanje leta raketa (CEL, CEM). DME-u se također na raspolaganju nalazi brod MONGE namijenjen za provođenje mjerenja i testiranja, koji se ustvari, nalazi pod zapovjedništvom francuske ratne mornarice.

S obzirom da se i dalje ustrojava francusko-njemačka vojno-tehnička struktura, DME u tom smislu vodi i francusko-njemački programski ured (franc., Bureau de Programme Franco-Allemand, BPFA) kao i tripartitni programski ured (franc., Bureau Tripartite de Programmes, BTP).

Berislav ŠIPICKI



Ova spektakularna slika sastavljena od niza kadrova snimljenih prigodom lansiranja rakete zemlja-zrak Aster prikazuje jedno od prvih test lansiranja ove rakete. Raketa Aster razvijena je u okviru međunarodne kooperacije za francusko/italijanski kopneni mobilni sustav SAMP/T kao i za britansko/francusko/italijanski brodski sustav PAAMS

Središnja administracija

Središnja administracija, upravljajući sustavom te provodeći administracijske i financijske zadaće, uključuje 200 uposlenih organiziranih u četiri odsjeka:

- Odsjek programa (franc., Sous-Direction des Programmes, SDP) zadužen je za budžetarnu problematiku te koordinaciju djelovanja vezanih uz nad-

zor troškova;

- Odsjek industrije, tehnologije i proizvodnih kapaciteta (franc., Sous-Direction Industrie, Technologie et Établissements, SDITE) radi na utvrđivanju industrijske politike na području raketnog i svemirskog sektora, koordiniranju naprednih studija koje su u nadležnosti DME-e, utvrđivanju investicijske politike za tehnička i test središta te implementiranju menadžment i informacijskih sustava u okviru uprave DME;

- Odsjek za međunarodne odnose (franc., Sous-Direction des Affaires Internationales, SDAI) participira u utvrđivanju politike za područje kooperacije na polju naoružanja i izvoza, pregovora i međunarodnih sporazuma te participira u njihovoj implementaciji. Također je zadužen i za vođenje i koordinaciju djelovanja uprave na polju neproliferacije i izvozne kontrole;

- Odsjek administracije i ljudskih resursa (franc., Sous-Direction de l'Administration et des Ressources Humaines, SDARH) participira u formuliranju DGA-ove politike glede ljudskih resursa i njihove implementacije. Ovaj odjel također koordinira rad administracije zadužene za vođenje poslova vezanih uz civilni i vojni personal, i to posebno prateći socijalni aspekt ove problematike. SDARH vodi financijske poslove te osigurava sredstva za vođenje općih resursa uprave DME.

Tehnički odjeli

Tehnički odjeli zaduženi su za preliminarna proučavanja budućih programa, nadzora tekućih programa i pružanje potpore glede održavanja opreme i sustava tijekom operativne uporabe. Ovi odjeli konstantno provode pokuse i provjeravanja u stvarnim uvjetima u DGA-ovim središtima, i to od faze konstrukcije oružničkog sustava do faze operativnog uvježbavanja uporabe opreme i sustava u postrojbama. Tehnički odjeli u sastavu DME-e su:

- Tehnički odjel za strateške i svemirske sustave (franc., Service Technique des Systèmes Stratégiques et Spatiaux, ST3S). Sa 165 uposlenih i godišnjim budžetom (1994. godina) od 5,3 milijarde francuskih franaka (FF), ST3S je odgovoran za sve programe koji uključuju nuklearne raketne sustave i vojne satelitske sustave. On također participira u formulaciji budućih projekata vezanih uz strateške i



Supersonična protubrodsko raketa nove generacije pod nazivom ANNG predviđena je da zamijeni dobro poznatu protubrodsku raketu Exocet

svemirske sustave, kao i u aktivnostima koji uključuju nuklearnu sigurnost, nuklearna tvoriva i proliferacijsku kontrolu. I napokon, ST3S osigurava sveukupnu koordinaciju svih sa svemirom povezanih aktivnosti u okviru DGA-e, te asistira Združenom stožeru u definiranju i implementaciji vojne politike glede svemira.

- Tehnički odjel taktičkih raketnih sustava (franc., Service Technique des Systèmes de Missiles Tactiques, ST-SMT) ima 120 uposlenih i budžet od 4,7 milijardi FF (1994. godina). Zadaća ovog odjela je priprema i provođenje programa koji se tiču razvoja taktičkih raketa i bespilotnih letjelica. U ovom okviru, ST-SMT provodi preliminarne studije, participira u pripremi i provođenju programa, vodi razvoj, proizvodnju te potporu sustava za vrijeme operativne uporabe. ST-SMT također participira u definiranju i implementaciji kooperacijskih programa kao i prodaje sustava i opreme drugim zemljama.

DME pogoni

DME pogoni funkcioniraju tijekom različitih faza programa, u korist odgovornih DGA-ovih uprava, a posebice DME-e. U ovom kontekstu naprijed spomenuti odsjeci Odjela središnje administracije uprave DME funkcioniraju kako slijedi: LRBA funkcionira kao tehničko središte u kojem se provode provjeravanja određenih komponenti raketa ili podsklopova kao što su inercijski žiroskopi ili glave za navođenje; CAEPE provodi provjeravanja pogonskih sustava (raketnih motora) te participira u procesu finalnog asembliranja balističkih raketa; CEL i CEM osiguravaju temelje za testove leta, participiraju u procjeni oružničkog sustava te nakon toga osiguravaju poligone za izučavanje oružanih snaga u uporabi dotičnih sustava.

- **Laboratorij za balistička i aerodinamička istraživanja** (franc., Laboratoire de Recherches Balistiques et Aérodynamiques, LRBA) ima 500 uposlenih, a osigurava provjeravanja, simulacije i proučavanja na visokoj razini kroz 50 različitih laboratorija. Njegove aktivnosti pokrivaju četiri različita

područja:

- Inercijske tehnologije; LRBA je pilot središte za ovakve tehnologije kao i za satelitske pozicijske sustave, a čitavo središte kao takvo stoji na raspolaganju svim upravama DGA-e. LRBA je odgovoran za sve inercijske navigacijske sustave, uključujući posebice globalne navigacijske sustave za nuklearne podmornice naoružane balističkim raketama;

- Sustavi vođenja; na ovom području LRBA pridonosi optimizaciji postojećih sustava uz pripremanje baze za razvoj budućih sustava za vođenje raketa te sustava samovođenja;

- Sustavi za nadzor leta; LRBA participira na polju poboljšanja performansi inercijskih komponenti i sustava tako da put leta ostane pod punim nadzorom u svakom trenutku;

- Okoliš; LRBA eksperimentira s otpornošću komponenti ili podsklopova na stvarne klimatske uvjete koji vladaju u okolišu u kojem se dotični sustav treba rabiti.

- **Središte za pogonske motore, kompletiranje i provjeravanje raketa** (franc., Centre d'Achèvement et d'Essais des Propulseurs et Engins, CAEPE) ima 500 uposlenih. Svojim kapacitetima kao središte za kompletiranje, on stavlja na raspolaganje vojnoj industriji državne kapacitete i instalacije za konstruiranje raketnih motora i pogonskih stupnjeva strateških raketa; kao središte za provjeravanje CAEPE koristi vlastite kapacitete te preuzima odgovornost za zemaljsko provjeravanje raketnih motora i pirotehničkih podsklopova i strateških i taktičkih raketa. CAEPE također djeluje kao tehničko središte glede asistiranja različitim vladinim upravama i odjelima na polju raketnih pogona i pirotehnike.

- **Landes test centar** (franc., Centre d'Essais des Landes, CEL) sa 1920 uposlenih, osigurava industriji i oružanim snagama sredstva potrebna za provođenje potpuno sigurnih lansiranja raketa, pri čemu je u stanju provesti i analizirati tražena mjerenja i promatranja. Potpuno opremljen sa sredstvima za motrenje, telemetriju, snimanje i praćenje trajek-

torije, CEL je jedino test središte sposobno da provede sve radnje vezane uz pokusna lansiranja nuklearnih strateških raketa.

Specifični testovi mogu biti provedeni na tlu uz uporabu instalacija kao što su tračnice za dinamičke testove ili elektromagnetski impulzni simulatori.

- **Mediteranski test centar** (franc., Centre d'Essais de la Méditerranée, CEM) ima 680 uposlenih. CEM može ponuditi vojnoj industriji i oružanim snagama (posebice francuskoj ratnoj mornarici) kapacitete koji se zahtijevaju za provođenje taktičkih raketnih lansiranja (uključujući oružja podpovršina-površina i površina-podpovršina) te za lansiranje torpeda. Testovi leta uključuju uporabu odgovarajućih sustava za praćenje trajektorije (radari, teleskopi, teodoliti), telemetrijskih prijamnika i traženih sigurnih mjerenja. Podvodne testove moguće je provoditi zbog postojanja velikih dubina mora u tom području, a uključuje pozicioniranje tri podvodna trajektografa.

CEM također participira u nadzoru svemirskih aktivnosti zahvaljujući sredstvima za prijam podataka sa satelita.

RAKETNI PROGRAMI

Nuklearno zastrašivanje

DME je ustrojena 1965. godine kako bi mogla provoditi programe koji su proizlazili iz političke odluke o kreiranju francuskih snaga za nuklearno zastrašivanje ili odvratanje, kako bi se zemlji dao nezavisni kapacitet za zaštitu njezinih vitalnih interesa. Dakle, svi francuski programi koji su imali za cilj razvoj i proizvodnju nuklearnih raketa vođeni su od strane DME-e; to uključuje interkontinentalne balističke rakete S3, podmorničke balističke rakete M4, M45 i M5, HADES balističke rakete srednjeg dometa za "posljednje upozorenje" i rakete ASMP zrak-površina.

S3. S3 strateški kopneni interkontinentalni balistički raketni sustav sastoji se od dvije paljbene jedinice s po devet u silosu smještenih raketa. Ovaj je sustav u operativnoj uporabi od 1980. godine na Albion plateauu, a zamijenio je prethodni sustav S2. Zakon o vojnim programima (1995.-2000. godine) poziva na modernizaciju sustava poboljšanjem zemaljskih instalacija i zamjenom S3 raketa modificiranom inačicom M4 rakete.

M4. M4 podmornička balistička raketa ušla je u operativnu uporabu 1985. godine kako bi postupno zamijenila raniju inačicu rakete M20, koja je napokon potpuno povučena iz operativne uporabe u početku 1991. godine. Tom su raketom trenutačno opremljene podmornice klase *Redoutable*, dok će inačicom M45 (koja ima isti koristan teret kao i M4, no ima i sposobnost probijanja cilja te aktiviranja bojne glave nakon proboja) biti opremljena nova generacija podmornica klase *Le triomphant*.

Sa zamjenom raketa M4 trebalo bi započeti od 2010. godine i to raketama M5, čiji je razvojni pro-

gram odobren 1992. godine.

ASMP. ASMP je supersonična raketa zrak-površina srednjeg dometa s integriranim raketnim/ramjet pogonom. Uporabljuje se na zrakoplovima Mirage IVP, Mirage 2000N i 2000D te Super Etendard. ASMP je ušla u operativnu uporabu 1986. godine dok će program modernizacije biti vjerojatno pokrenut do kraja ovog desetljeća.

HADES. Sustav HADES razvijen je 1991. godine s ciljem da zamijeni stariji sustav Pluton kao dio programa nuklearnog naoružanja pod nazivom "posljednje upozorenje". Sustav se trenutačno održava na bazi operativnog "stand by-a" od strane postrojbe koja je u stanju konstituirati operativnu snagu u okviru kratkog vremenskog razdoblja.

Taktičke rakete i bespilotne letjelice

Razvoj i proizvodnja "pametnih" taktičkih raketa i s njima povezanih sustava za upravljanje paljbom te sustava za vođenje predstavlja golemi tehnološki izazov, i zbog veličine ograničenja koji diktira minijaturizacija svih komponenti ugrađenih u raketu i zbog operativnih zahtjeva za izradbom sustava vrlo visoke pouzdanosti u svim atmosferskim uvjetima.

DME trenutačno provodi više od trideset različitih programa vezanih uz taktičke rakete (iz zraka lansirane, zemlja-zrak, protubrodске, protuoklopne) kao i uz bespilotne letjelice. Na ovom području Francuska je jedina zemlja u Europskoj uniji koja ima kompletan niz sustava koji pokriva sve operativne potrebe.

Rakete lansirane iz zraka: Super 530, Magic, MICA, AS-30L, Apache, APTGD;

Rakete površina-zrak: Hawk, Roland, Crotale, Mistral, FSAF, PAAMS;

Protubrodске rakete: Exocet, Milas, AS.15TT, ANS;

Protuoklopne rakete: AC3G (Trigat), Eryx, MILAN, HOT;

Bespilotne letjelice: CL 289, Brevel, Crecerelle.

Protubrodске rakete

Obitelj Exocet. Obitelj *Exocet* raketa, razvijena od strane tvrtke Aerospatiale, uključuje određeni broj raketa srednjeg dometa pokretanih raketnim motorom s barutnim punjenjem koje koriste načelo leta po tzv. "skimming" trajektoriji. Prateći početnu fazu inercijalnog vođenja, ove rakete se vode k cilju pomoću aktivne radarske glave za samonavođenje.

Obitelj *Exocet* raketa razvijana je od 1970. do 1984. godine i trenutačno uključuje četiri tipa rakete:

-MM38, lansirana se s površinskih plovila, a u operativnu uporabu je ušla 1974. godine;

-MM40, lansirana se s površinskih plovila no nudi povećani domet, a nosi i poboljšanu glavu za samonavođenje koja ima veću otpornost na elektronsko ometanje, dok modificirani sustav za vođenje pruža povećanu sposobnost probijanja neprijateljske



Na slici je prikazana balistička raketa za lansiranje iz podmornica pod nazivom M4 u Aerospatialovoj hali blizu Bordeauxa

obrane;

-AM39 je inačica za lansiranje iz zraka, koja se može lansirati i sa zrakoplova i vrtoleta (Super Etendard i Atlantique 2) koji se nalaze u operativnoj uporabi u francuskoj ratnoj mornarici;

-SM 39 je inačica rakete Exocet za lansiranje s podmornice koja se nalazi ispod površine mora. Sustav se temelji na samopokretnoj kapsuli koja nakon izbijanja na površinu oslobađa raketu istu kao tip AM39.

Prva tri tipa rakete ove obitelji bila su izvožena u velikom broju; otprilike je 2500 raketa naručeno od strane 28 zemalja uključujući Veliku Britaniju i Njemačku.

Milas. Milas je raketa koja nosi torpeda, a razvija se trenutačno zajedničkim snagama Francuske i Italije. Zasnovana je na zajedničkim operativnim zahtjevima za razvoj nosača-rakete koja bi trebala izbacivati torpeda MU90 ASW na određenoj poziciji (također proizvod francusko-talijanske suradnje) postavljenim od strane stožera obaju ratnih mornarica. Tvrtke Matra i OTO Melara (sada Oto Breda) koje su ponudile raketu nastalu iz rakete OTOMAT, odabrane su za provedbu razvojnog programa, koji je najavljen u travnju 1988. godine. Za tu svrhu ove su tvrtke osnovale zajedničku tvrtku pod nazivom Milas.

Sustavom Milas će biti opremljeni svi glavni francuski brodovi koji su namijenjeni za vođenje protupodmorničke borbe.

ANS. Raketa ANS (engl., *Anti-Ship Supersonic* - protubrodска supersonična /raketa/) prvotno je bila predviđena kao zamjena trenutačno postojećih oružja kako bi se protubrodска oružja mogla što učinkoviti suprotstaviti očekivanom razvoju na polju brodskih obrambenih proturaketnih sustava. Glavne osobine koje su očekivane da će ANS imati bile su

supersonična brzina, visoka pokretljivost te povećani domet.

Faza definicije, koja je provedena zajednički od strane Francuske i Njemačke s povećanim industrijskim samofinanciranjem, završena je 1987. godine. Međutim, tijekom 1988. godine, Njemačka je obznanila da je privremeno u nemogućnosti da financira provedbu razvojne faze projekta; nakon toga, Francuska je ponudila prijedlog prema kojem će ona sama financirati razvoj sustava, no uz finacijsku i industrijsku participaciju i francuske i njemačke industrije u daljnjem tijeku programa. Njemačka se strana 1991. godine pobrinula da osigura potrebna finacijska sredstva pa je ovakav prijedlog Francuske napušten sredinom iste godine. Sporazum koji je pokrivao razvoj zajedničkih sekcija i inačice brod-brod rakete ANS, potpisan je pokraj prosinca 1991. godine od strane francuskih i njemačkih predstavnika; ovaj sporazum predviđao je i mogućnost povlačenja iz projekta bez nadoknade troškova (do 1. travnja 1992. godine), dok nakon tog roka prestala je vrijediti ta mogućnost.

Francusko ministarstvo obrane obavijestilo je 22. rujna 1992. godine njemačkog partnera da nije više u stanju financirati lansiranje projekta ANS sljedećih nekoliko godina.

Stoga, skupina stručnjaka sa stožerom francuske mornarice trenutačno provodi procjenu kako bi odredili protubrodско naoružanje za novu generaciju protuzrakoplovnih fregata koje bi trebale biti izgrađene u okviru programa koji su zajednički pokrenule Francuska, Italija i Velika Britanija. To naoružanje uključuje dvije komponente, posebice rakete brod-brod (to je trebala biti prva namijena ANS-a) i sustava zrak-površina za opremanje vrtoleta NH90.

Rakete zrak-zrak

Rakete malog dometa za blisku obranu

Rakete malog dometa predviđene za organiziranje i provođenje bliske obrane konstruirane su za pogađanje ciljeva na malim udaljenostima, pri čemu te rakete imaju povećanu sposobnost manevriranja u letu, uz daleko veću učinkovitost od topničkih sustava.

Nakon nabavljanja američke rakete AIM-9B Sidewinder, od kraja 60-ih godina Francuska se odlučila za razvoj vlastite rakete u toj kategoriji, koja je dobila naziv Magic (te kasnije Magic 1). Za razvoj njezine nasljednice, rakete Magic 2, Francuska se odlučila otprilike deset godina kasnije (1978. godine). Oba ova programa provela je tvrtka Matra, a obje rakete koriste glavu za pasivno IC navođenje.

Raketa Magic 1 korištena je na borbenim zrakoplovima francuskih zračnih snaga te mornaričkim zrakoplovima od 1977. godine. Tijekom ovog razdoblja isporučeno je 1850 raketa. Ova se raketa sada povlači iz uporabe. Kad se usporedi s

raketom Magic 1, veća osjetljivost glave za navođenje rakete Magic 2 osigurava puno učinkovitiju uporabu, posebice u prednjem sektoru cilja. Raketa Magic 2 koristi se na zrakoplovima Mirage 2000 i Crusader, a

nama i u području zasićenom elektronskim ometanjem.

Nakon što je odlučeno da se ne ulazi u kooperaciju sa SAD-om na programu koji je trebao imati

će tijekom ove godine biti prodani stranim naručiteljima.

Rakete zrak-zemlja

AS-30L. Raketa AS-30L (L=laser), razvijena od strane tvrtke Aerospatiale, konstruirana je za uništavanje tvrdih ciljeva na zemlji kao što su mostovi, betonska skloništa i bunker, paljbeni položaji topništva s odgovarajućim spremištima i skloništima itd. Zasnovana je na ranijoj inačici AS-30 koja je ušla u operativnu uporabu 1963. godine, no koristi pasivno lasersko navođenje što omogućava zrakoplovu koji je lansira da ostane na sigurnoj udaljenosti za vrijeme iznimno preciznog pogađanja ciljeva.

Raketa AS-30L ušla je u operativnu uporabu 1985. godine, a njom su bili naoružavani zrakoplovi francuskog zrakoplovstva Jaguar A i Mirage 2000D; ova se raketa tijekom Zaljevskog rata pokazala kao osobito učinkovita.

Apache. Da bi opremila svoje zrakoplove tipa Mirage 2000D i Rafale, francuska je vojska postavila zahtjev za raketom zrak-zemlja koja bi trebala imati sljedeće osobine:

- Najveći mogući domet, kako bi se reducirala dubina penetracije u neprijateljski teritorij i kako bi se osigurala učinkovita tzv. "stand-off" distanca;

- Niska signatura konzistentna sa zrakoplovom koji ju lansira te osiguranje dobre sposobnosti penetracije kroz neprijateljsku obranu;

- Modularni teret koji je adaptibilan različitim tipovima ciljeva koje treba pogađati (visoko vrijedne vojne ili industrijske infrastrukture, komunikacijska središta, vojne postrojbe itd.).

Nakon neuspješnog pokušaja da se razvije ovakva raketa u kooperaciji sa šest ostalih zemalja članica NATO saveza okupljenih oko MSOW programa (engl., Modular Stand Off Weapon - modularno oružje za djelovanje sa većih udaljenosti), Francuska je odlučila da pokrene vlastiti program s nazivom Apache, koji su predvodile tvrtke Matra i Aerospatiale.

Industrijsku odgovornost za razvoj povjerena je tvrtki Matra, dok je Apache program postao subjektom kooperacije između tvrtki Matra i Aerospatiale zasnovane na jednakoj podjeli primarnog industrijskog ugovora.

Kad je riječ o međunarodnim aspektima, treba reći da je Njemačka odlučila da usvoji Apache kao dio arsenala njezinog zrakoplova Tornado. Sporazum između ministarstava obrane dviju zemalja potpisan je 1992. godine, dok je odgovarajući integracijski ugovor najavljen za tvrtke Matra i DASA. Industrijalizacija i produkcija rakete bit će u kooperaciji s Njemačkom. U skladu sa specifikacijama modularnog dizajna, Apache je bila isprva razvijena u bazičnoj konfiguraciji s korisnim teretom koji je činilo substreljivo za uništavanje poletno-sletnih staza; druge konfiguracije bile su proučavane i bit će predmetom komplementarnog razvoja uključno s, npr. inačicom opće namjene koja bi se koristila za uništavanje infrastrukture (unitarna bojna glava).



Nadzorni satelit Helios 1 proizveden od strane tvrtke Matra Marconi Space koja je glavni industrijski ugovarač u ovom projektu, lansiran je u svemir tijekom ljeta prošle godine

njom će biti opremljeni i novi zrakoplovi Rafale.

Gotovo 4500 raketa Magic 1 izvezeno je do danas, dok je 1200 raketa Magic 2 već naručeno od strane drugih zemalja.

Rakete za presretanje

Ove rakete srednjeg dometa konstruirane su kao glavno naoružanje zrakoplova za zaštitu zračnog prostora. Ove su rakete opremljene s poluaktivnim radarskim tražilom, prilagođenim za uporabu sa zrakoplovnim radarom. Tvrtka Matra, koja je razvila raketu R530 koja je ušla u operativnu uporabu 1963. godine, polako je napredovala s razvojem nasljednice ove rakete.

Raketa Super 530F ušla je u operativnu uporabu 1979. godine a s njom su naoružavani lovački zrakoplovi Mirage F1 i Mirage 2000. Ova je raketa opremljena s RDM multifunkcijskim Doppler radarom; posljednje rakete ovog tipa isporučene su 1989. godine. Sljedeća inačica ove rakete bila je Super 530D, čiji je razvoj završen tijekom listopada 1992. godine, a namijenjena je isključivo za naoružavanje posljednje inačice zrakoplova Mirage 2000. Ova je inačica rakete opremljena s RDI impulsnim Doppler radarom. Kad se uspoređuje s raketom Super 530F, "D" model nudi povećanu učinkovitost, i to posebice protiv ciljeva koji lete na vrlo malim visi-

za rezultat razvoj obitelji naprednih raketa zrak-zrak i za područje bliske borbe i za područje presretanja (engl., AMRAAM i ASRAAM), Francuska je odlučila da inicira razvoj sustava MICA u travnju 1987. godine. Industrijski glavni ugovarač bila je tvrtka Matra.

Raketa MICA (presretačka, borbeni i obrambeni raketa) optimirana je za uporabu s borbenim sustavima koji nude mogućnost istodobnog pogađanja više ciljeva, kao i za očekivanu evoluciju pogađanja tipa zrak-zrak. Sposobna i za presretanje i za borbu na bliskim udaljenostima, te raspoložujući s mogućnošću nošenja glave za navođenje s aktivnim radarom i sustavom za pasivno IC navođenje, MICA će pokriti sve operativne zahtjeve koje trenutačno zadovoljavaju rakete Magic 2 i Super 530D.

Razvoj inačice s aktivnim radarskim navođenjem završen je 1995. godine, dok će definiranje inačice s IC navođenjem biti kompletirano ove godine. MICA bi trebala biti spremna za naoružavanje novog zrakoplova Rafale 1998. godine, dok bi inačica s poluaktivnim radarskim navođenjem trebala ući u operativnu uporabu 1997. godine kako bi se s njom opremili modernizirani zrakoplovi Mirage 2000DA (Mirage 2000-5 Francuska). Međutim, prva operativna uporaba inačice s radarskim navođenjem bit će na stranim zrakoplovima i to Mirage 2000-5 koji

Da bi se zadovoljili zahtjevi francuskih oružanih snaga za oružjem velikog dometa i ekstremno velike preciznosti, Ministarstvo obrane odlučilo se potkraj 1994. godine za rješenje zasnovano na konceptu Apache. Definijske studije za raketu, nazvanu SCALP trenutačno se izrađuju. Ministarstvo obrane također je odlučilo da započne rad i na anti-infrastrukturnoj inačici Apachea, kako je naprijed spomenuto.

Rakete zemlja/površina-zrak

Mistral. Raketa Mistral, razvijena od strane tvrtke Matra je "fire and forget" (ispali i zaboravi) raketa vrlo malog dometa koja ima pasivno IC samonavodjenje. Komplet rakete Mistral (raketa smještena u kontejner/lansirnu cijev hermetički zatvorenu) koristi se u sklopu sljedećih oružničkih sustava također razvijenih od strane tvrtke Matra:

- Mistral - prijenosni portabl sustav (na tronožnom postolju) koji koriste kopnena vojska i zrakoplovne snage Francuske; kopnena vojska ima također i inačicu koju je moguće instalirati na laka vozila;

- SADRAL i SIMBAD - sustavi konstruirani za samoobranu plovih jedinica;

- AATCP - inačica zrak-zrak, planirana za naoružavanje vrtoleta Gazelle iz sastava postrojbi zrakoplovstva kopnene vojske te vrtoleta HAP (u budućnosti);

- ATLAS - sustav instaliran na laka vozila namijenjena stranim naručiteljima;

- SANTAL - inačica integrirana u kupolu kojom se opremaju laka oklopna bojna vozila namijenjena za izvoz;

- Tvrtka Thomson-CSF također je razvila kupolu ASPIC namijenjenu izvozu, koja je također usvojena i od strane francuskih zračnih snaga.

Dosad je stranim zemljama prodano više od 6000 raketa Mistral.

Crotale. Sustav Crotale, u početku razvijen od strane tvrtki Thomson-CSF i Matra za izvoz, usvojen je od strane francuskih zračnih snaga za obranu zrakoplovnih baza u svim vremenskim uvjetima na malim daljinama. Raketa ima vođenje po crti ciljanja pri čemu se koristi ili radarsko praćenje ili TV praćenje. I lanser i jedinica za nadzor paljbe nalaze se instalirani na vozilu s kotačima; praćenje cilja ostvaruje se s radarom za praćenje koji je instaliran na drugom vozilu.

Između 1977. i 1986. godine zračne su snage primile ukupno 24 desetine Crotale, od kojih se svaka sastoji od jedne jedinice za praćenje i dvije paljbene jedinice.

Da bi sustav mogao ostati u operativnoj uporabi do 2005. godine, 1988. godine pokrenut je program za poboljšanje sustava; ovaj je program uključivao modifikaciju radara za praćenje te sustava za nadzor paljbe, uz dodavanje uređaja za IC praćenje cilja. Nadalje, sustav Crotale nove generacije (Crotale NG) imat će novu raketu s oznakom VT1 koju će proizvoditi tvrtka Loral iz SAD-a. Svaka desetina uključivat će dvije jedinice za praćenje i dvije paljbene jedinice.

Dosad je na stranom tržištu prodano otprilike 2600 raketa Crotale i 70 paljbenih desetina.



Na slici je prikazano substreljivo koje se samonavodi u posljednjoj fazi leta a razvijeno je u okviru programa MLRS Phase 3 za višecijevni lanser raketa (engl., MLRS - Multiple Launch Rocket System)

Crotale Naval. Sustav Crotale Naval je izvedenica iz kopnene inačice sustava Crotale, a koristi se za PZO obranu na malim daljinama plovih jedinica francuske mornarice. Ukupno je dvanaest brodova trenutačno opremljeno ovim sustavom, i to deset fregata (svaka ima jedan lanser) i dva nosača zrakoplova (svaki ima dva lansera). Fregate klase *La Fayette* ušle su u operativnu uporabu sa starijim raketama Crotale, no te će rakete biti zamijenjene s raketama VT1, dok će nosači zrakoplova biti odmah naoružani raketama VT1.

Roland. Sustav Roland, razvijen od strane konzorcija Euromissile koji su oformile Francuska i Njemačka, predviđen je kao PZO sustav malog dometa namijenjen za zaštitu postrojbi kopnene vojske na razini korpusa. Francuska inačica koristi za platformu podvozje vozila na gusjenicama AMX-30. U samom vozilu integrirani su u jednu cjelinu i lansirni sustav i sustav praćenja ciljeva i sustav vođenja po crti ciljanja. Sustav Roland može funkcionirati u svim vremenskim uvjetima.

Da bi se osiguralo da sustav ostane u operativnoj uporabi do 2010. godine, pokrenut je program za modernizaciju nadzorne jedinice, uključno s dodavanjem IC tražila, dok je modernizacija računala pokrenuta u početku 1991. godine. Prvi modernizirani sustavi trebali bi biti dostupni 1997. godine. Nadalje, konzorcij Euromissile (u suradnji s tvrtkom Thomson-CSF) traži moguću adaptaciju rakete VT1 za sustav Roland. Ovdje treba napomenuti da su mnogi sustavi Roland prodani drugim zemljama.

Obitelj FSF. Buduća obitelj FSF (engl.,

Future Surface-to-Air Family - buduća obitelj /raketnih sustava/površina-zrak) trenutačno se razvija u okviru francusko-talijanske suradnje, pri čemu treba reći da je ovaj program prvotno pokrenut kao čisto jednonacionalni program još 1978. godine. Učinak kooperacije na ovom programu pokazao se nakon posebnog sporazuma koji je potpisan 1989. godine.

Obitelj FSF uključuje:

SAAM - proturaketni brodski sustav površina-zrak namijenjen za instaliranje na novi nosač zrakoplova klase *Charles de Gaulle* kao proturaketna zaštita;

-SAMP/T - kopnjeni proturaketni/protuzrakoplovni raketni sustav srednjeg dometa, kojim se planira osigurati PZO zaštita postrojbi KoV-a na razini korpusa (zamijenio bi stariji sustav Hawk), a isto tako i PZO zaštita zrakoplovnih baza te drugih osjetljivih ciljeva;

-PAAMS - brodski raketni sustav namijenjen za PZO zaštitu zone u kojoj se plovilo nalazi, pri čemu bi ovaj sustav trebao biti glavni oružnički sustav novih fregata klase *Horizon* koje bi trebale biti razvijene u okviru trilateralnog sporazuma između Francuske, Italije i Velike

Britanije.

Arhitektura ovih sustava, koji imaju dosta zajedničkih elemenata i komponenti, zasnovana je na elektronskom skanirajućem radaru i dvostupanjskoj raketi Aster. Drugi stupanj rakete Aster ima originalno kombinirani aerodinamički i pirotehnički (PIF/PAF) nadzorno/upravljački sustav. Nadalje, radarom Arabel opremljene su inačice SAAM (francuska inačica) i SAMP/T, dok se radar Empar koristi za talijansku inačicu SAAM-a. Što se pak tiče PAAMS-a, trenutačno su napravljene dvije inačice i to talijanska s radarom Empar i britanska s radarom Sampson. Raketa konstruirana od strane tvrtke Aerospatiale ima dvije inačice - Aster 15 (kratki booster motor - manji domet) namijenjenu za SAAM i Aster 30 (dugi booster motor - veći domet) namijenjenu za SAMP/T, dok će PAAMS koristiti obje inačice.

Protuoklopne rakete

Eryx. Protuoklopni vođeni raketni sustav (POVRS) Eryx nalazi se u operativnoj uporabi u francuskoj vojsci, a predstavlja sustav vrlo malog dometa (40-600 m). Sustav se sastoji od PO lansera i vođene PO rakete do koje se zapovjedni signali šalju žicom; može biti korišten i po danu i po noći u svim uvjetima, a uz to je moguće raketu lansirati i iz zatvorenog prostora. Kanada i Norveška također su usvojili ovaj sustav tako da će biti povezani i s njegovom proizvodnjom.

MILAN. POVRS MILAN sustav je srednjeg dometa koji je usvojen od strane francuske vojske još 1973. godine. Tijekom ovog čitavog razdoblja bio je

predmetom brojnih modernizacija i poboljšanja. Najnovija inačica MILAN 3 dostupna je i u prijenosnoj i u vozećoj inačici; kao i ranije inačice i ovaj sustav uključuje PO lanser za dnevno/noćna djelovanja i PO raketu do koje se zapovjedi prenose žicom; lanser i raketa opremljeni su sustavom koji onemogućava ometanje sustava. Njemačka i do određene granice Velika Britanija, participirale su u razvoju ovog sustava čijih je čak 300.000 raketa svih inačica dosad prodano.

HOT. Sustav HOT je POVRS velikog dometa, a instalira se na vrtotele i oklopna borbeno vozila. Sličan ostalim sustavima naprijed spomenutim, i ovaj sustav uključuje dnevno/noćni PO lansirni sustav te PO vođenu raketu. Sustav je zajednički razvijen s Njemačkom, a najnovija inačica HOT 3 koja ima bojnu glavu s poboljšanim performansama, uskoro će ući u operativnu uporabu francuske i njemačke vojske.

Do danas je prodano više od 80.000 ovih raketa svih inačica. "Par" - vrtotel Gazelle/sustav HOT - vrlo su uspješno korišteni tijekom Zalijskog rata.

AC3G-MP. POVRS AC3G-MP (poznatiji pod nazivom Trigat-MR) razvijen je u suradnji s Njemačkom, Velikom Britanijom, Belgijom i Nizozemskom. Ovaj POVRS treće generacije srednjeg dometa trebao bi ući u operativnu uporabu potkraj ovog desetljeća. Sustav AC3G-MP prijenosni je portabl sustav koji se sastoji od PO lansera s termovizijskom kamerom i laserski navođene PO rakete (tzv. "laser beam riding" sustav). Sustav vođenja je



U sadašnjoj inačici, raketa sa substreljivom koja nosi naziv Apache, namijenjena je za uništavanje poletno-sletnih staza. Razvoj sljedećih inačica s unitarnim bojnim glavama je pokrenut

čemu koristi glava za navođenje s termovizijskim slikovnim tražilom te napredni sustav za procesiranje signala. Sustav je trenutačno razvijen za vrtotelnu platformu, no moći će biti adaptiran i za kopnena bojna vozila. AC3G-LP je program koji se provodi u kooperaciji s Njemačkom i Velikom Britanijom.

Bespilotne letjelice

CL-289. Tijekom studenog 1982. godine, francuska je vojska usvojila Canadair CL-89 izvidničku bespilotnu letjelicu koja provodi fotografski nadzor predefiniranom rutom. Sustav je povučen iz uporabe sredinom 1993. godine tako da je Francuska u surad-

juću opremu za održavanje.

ALT. Program ALT (franc., Aérodyne Léger Télépiloté - daljinski upravljana laka letjelica) zasnovan je na zahtjevima francuske vojske za izvidničkim sustavom koji ponajprije ima namjenu praćenja ciljeva koje treba pogadati topništvo za potporu (155 mm top/haubice i MLRS /VBR/) duž crte bojišnice do dubine otprilike 30 km.

Studije o različitim mogućnostima nabave ovakvih sustava završene su u studenom 1988. godine. Tada je Ministarstvu obrane poslan dokument o usporedbi predloženih sustava pri čemu je dana preporuka za izbor bespilotne letjelice Brevel, koju su ponudile tvrtke Matra/MSG i koja je prema toj preporuci trebala biti razvijena u okviru francusko-njemačkog razvojnog programa.

Dakle, ugovor između Francuske i Njemačke u svezi faze razvoja, potpisan je 19. prosinca 1991. godine. Konkretni radovi na razvoju ovog sustava započeli su 22. rujna 1992. godine, a odgovarajući ugovor sklopljen je 5. studenog 1992. godine s konzorcijem pod nazivom Eurodrone GIE koji čine francuska tvrtka Matra i njemačka tvrtka System Technik Nord (STN).

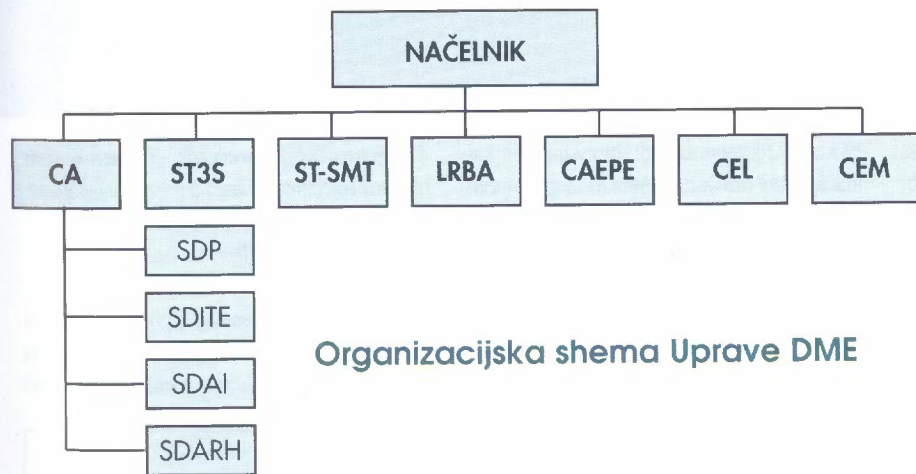
Crecerelle. Sustav Crecerelle je privremeni observacijski bespilotni sustav koji je francuska vojska zatražila kao kratkoročno rješenje dok ne bude završen razvoj sustava Brevel, čiji bi razvoj trebao biti kompletno završen do kraja ovog desetljeća. Sustav Crecerelle trebao bi francuskoj vojsci u međuvremenu osigurati minimum izvidničkih kapaciteta koji mogu biti korišteni u okruženjima s malim ili srednjim intenzitetom krize.

Trajna nazočnost u svemiru

Sposobnost posjedovanja slobodnog pristupa uporabi svemira, na permanentnoj osnovi i bez ograničenja ili autorizacije, od globalnog je interesa za Francusku.

Vojni svemirski sustavi osiguravaju "alate" za komunikaciju, praćenje, slušanje, navigaciju i mjerenja. Iako oni do određene granice koriste civilnu tehnologiju, oni također moraju zadovoljiti specifične zahtjeve glede vjerojatnosti preživljavanja, zaštite podataka, pouzdanosti i visokih performansi.

Tekućim programima uključuju komunikacijske satelite Syracuse, optičke observacijske satelite Helios i nadzorne radare. Posebice se ovdje misli na projekt optičkog izvidničkog i observacijskog satelita Helios 1, koji je pokrenut od strane Francuske 1986. godine, uz udio Italije i Španjolske. Satelit Helios 1 bit će u stanju kontinuirano i uz ponavljanje slati detaljne slike dijelova čitave zemljine površine. Sustav se sastoji od satelita koji je lansiran u ljeto 1995. godine te zemaljske instalacije za daljinsko upravljanje satelitom i telemetriju (Francuska) kao i za prijem, obradbu i raščlambu podataka (Francuska, Italija i Španjolska).



Organizacijska shema Uprave DME

iznimno otporan na ometanje, dok nadzorno-upravljački sustav osigurava iznimno veliku pokretljivost rakete čak i na malim daljinama. Raketa se može lansirati i iz zatvorenih prostora što osigurava veću vjerojatnost preživljavanja posada koje ove sustave koriste. Ovaj se sustav može koristiti i u sklopu kopnenog borbenog vozila.

AC3G-LP. POVRS AC3G-LP (poznatiji pod nazivom Trigat-LR) sustav je koji omogućava vođenje PO borbe na velikim daljinama i po danu i po noći i to u svim vremenskim uvjetima. Termovizijski optički sustav Osiris omogućava detektiranje i identifikaciju ciljeva te transfer podataka do rakete prije njezinog lansiranja. Kad se raketa jednom lansirala ona neovisno o lansirnoj platformi leti dok ne udari u cilj, pri

nji s Kanadom i Njemačkom (tvrtke Canadair i Dornier) pokrenula zajednički program koji je za cilj imao razvoj nove letjelice pod nazivom CL-289. U okviru sporazuma potpisanog u svezi provedbe ovog programa, Francuska je zadužena za razvoj optroničkog izvidničkog sustava, a ovaj dio posla povjeren je tvrtki SAT. CL-289 u odnosu na CL-89 ima veći domet, a može nositi i fotografsku kameru i IC senzor čiji snimci mogu biti tijekom leta odaslani do zapovjedne postaje na zemlji. Francuska inačica razlikuje se uglavnom po zemaljskim elementima sustava, za čiju je konstrukciju i razvoj zadužena tvrtka Aerospatiale kao glavni ugovarač.

Francuska vojska trenutačno raspoređuje dvije CL-289 skupine s ukupno 54 letjelice kao i odgovara-

EUROCOPTER TIGER

Udruživanje među državama odnosno tvrtkama je na polju zrakoplovstva posljednjih godina sve češća pojava. Razlozi za to su financijski, politički, tehnički i tehnološki - najčešće njihova kombinacija. Putnički zrakoplovi Concorde i Airbus, borbeni Tornado i Eurofighter te vrtoleti EH101, NH-90 i posebice borbeni vrtolet Tiger samo su neki od brojnih primjera međunarodne suradnje na ovom području

Tomislav HUHA

Do nastanka protuoklopnog vrtoleta Tiger/Tigre dovela je suradnja Njemačke i Francuske. S političkog stajališta nisu postojale nikakve nepremostive razlike, a generalima obiju država očajnički je trebala zamjena za njihove postojeće PO (protuoklopne) borbene vrtolete. I francuski **SA-342M Gazelle** i njemački **Bo-105M/PAH 1** više nisu odgovarali borbenim uvjetima na suvremenom bojištu: prvi je tek moderizirana inačica lakog vrtoleta a ni Gazelle više nije u cvijetu mladosti, pa su njihove karakteristike u ulozi PO vrtoleta sada već neodgovarajuće.

Postojale su dvije mogućnosti rješavanja tog problema. Prva je bila nabava nekog već postojećeg borbenog vrtoleta namijenjenog za PO borbu, a druga konstruiranje nove letjelice. Neosporna je prednost prvog rješenja manja cijena po komadu i veća brzina isporuke, međutim prihvaćanje te opcije značilo bi dodatni prodor Amerikanaca na europsko tržište zrakoplova, jer je malo vjerojatno kako bi bilo koji ne-američki PO vrtolet zadovoljio političke, financijske i tehničke zahtjeve. Manje službeni razlog bio je svakako i nacionalni ponos. Nakon razmatranja svih čimbenika, obje su se strane odlučile na suradnju pri razvoju novog PO vrtoleta.

Početak razvoja

Iako su dvije vlade počele pregovarati o razvoju novog borbenog vrtoleta još 1974. godine, preliminarni su ugovori potpisani 1984., a glavni ugovor o suradnji i razvoju 30. studenog

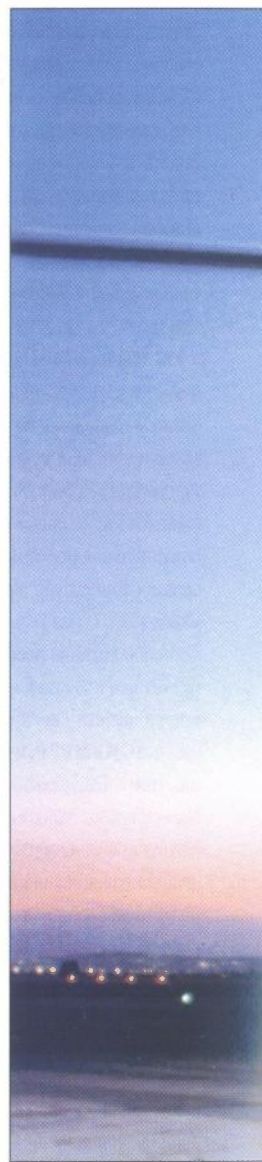
1989. godine, kada je i usvojeno ime Tiger za njemačku inačicu, odnosno Tigre za francusku; dogovorena je konstrukcija i razvoj dviju osnovnih inačica novog vrtoleta, i to protuoklopna inačica **HAC/PAH 2**, odnosno **Helicoptère Anti-Char/Panzer Abwehr Hubschrauber**, te inačica za paljbenu potporu **HAP**, odnosno **Helicoptère d'Appui et de Protection**. Planirana je izgradnja pet prototipa i 427 serijskih letjelica. Prvi je prototip (PT1) poletio 27. travnja 1991., a njegova je namjena bila ispitivanje i dorada aerodinamike i sustava letjelice (osim avionike). Drugi i treći prototip (PT2 i PT3) su bili namijenjeni ispitivanju osnovne avionike, da bi kasnije bili prerađeni na standard HAP odnosno HAC. Četvrti i peti prototip (PT4 i PT5) su najprije trebali biti izrađeni kao inačice HAP odnosno HAC. Od ukupno prvobitno naručenih 427 komada, na Francuskoj je namijenjeno 140 komada inačice HAC i 75 komada inačice HAP, a Njemačkoj 212 letjelica inačice PAH 2. Polovicom 1993. je zbog promijenjene strateške situacije u Europi nakon 1990. godine (raspad SSSR-a) struktu-

ra narudžbe promijenjena. Francuska sada želi 100 HAC-ova i 115 HAP-ova, a Njemačka 212 vrtoleta nove, višenamjenske inačice **UHU**. Ulazak u uporabu predviđen je za 1999. u Francuskoj, a 2000. u Njemačkoj. Jedan od pokazatelja interesa i potrebe obiju država za Tigerom je činjenica da, u doba općeg razoružanja i smanjivanja vojnih budžeta, broj naručenih Tigerova (bar dosad) nije smanjivan.

Tehnički opis

Po općoj koncepciji, bar na prvi pogled, Tiger ne odstupa od uobičajenog standarda za letjelice ove namjene, što znači

Maketa Tigera, izložena 1984. godine





da se radi o dvomotornom vrtolatu s klasičnim rasporedom rotora, krilima za nošenje naoružanja te dvočlanom posadom koja sjedi u tandem rasporedu.

Veliki se tehničko-tehnološki napredak očituje i u vrsti primijenjenih tvoriva. Više od 80 posto konstrukcije Tigera izrađeno je od raznih kompozita, dok titana i aluminija ima 6 posto odnosno 11 posto. Ostatak otpada na čelik (u obliku vijaka i okova). Trup je podijeljen na prednji, srednji i stražnji dio. Prednji i stražnji dio proizvodi **Eurocopter Deutschland** (ECD), a srednji **Eurocopter France** (ECF); udio svake države u ukupnom programu je polovičan.

U prednjem se dijelu trupa naravno nalazi kabina posade. Odmak od standarda za ovu vrst letjelica je raspored članova posade: u Tigeru pilot sjedi naprijed, a koplilot-operator naoružanja straga. Od svih ostalih PO vrtolata, jedino Tiger i američki RAH-66 Comanche imaju ovakav raspored posade. Konstruktori su time željeli dobiti

bolju preglednost za pilota u NOE režimu leta i prigodom slijetanja. Ovim rasporedom smanjena je i udaljenost između pilota i PVS-a (objašnjenje ove i drugih kratica korištenih u članku nalazi se na kraju teksta), odnosno razlike između onoga što pilot vidi ako pogleda van iz kabine i onoga što prikazuje PVS. Postavljanje operatera sustava naoružanja na stražnju poziciju omogućava mu lakše vizualno uočavanje ciljeva i direktnu optičku vezu s krovnim ciljnikom (odnosi se na inačicu HAP).

Velika je pozornost posvećena zaštiti posade prigodom prisilnog slijetanja ili rušenja vrtolata. Pod kabine, napravljen od nekoliko slojeva kompozita, može osigurati preživljavanje udarca pri brzini od 10 m/s. Trup letjelice može bez većih oštećenja izdržati udarac pri brzini od 8.4 m/s, a kotači 6.4 m/s bez oštećenja. Sjedaća su, uz to što su oklopljena, konstruirana i da podnesu velika vertikalna usporenja. Na okvire kabine su postavljeni rezači kablova, a sami okviri su

ojačani da bi se posada zaštitila prigodom prevrtanja letjelice. Duž oboda stakala postavljena su mala eksplozivna punjenja pomoću kojih se stakla mogu izbaciti iz okvira: aktiviranje ovih punjenja moguće je, osim iz same kabine, i s vanjske strane vrtolata.

Srednji dio trupa je namijenjen smještaju motora, transmisije, goriva, te blokova elektronike. Kućište motora i transmisije je konstruirano tako da pri pogotku spriječi prodor dijelova motora ili transmisije u kabinu posade, što je čest slučaj kod starijih tipova vrtolata. Motori se pričvršćuju na pod napravljen od kompozita, dok se između njih nalazi pregrada od titana radi sprečavanja oštećenja drugog motora ako jedan bude pogoden. Kako bi se smanjio infracrveni potpis vrtolata, ispušni se plinovi motora miješaju s hladnim zrakom unutar ispušnih cijevi, da bi nakon toga izašli kroz prema gore usmjerene ispušne cijevi, gdje ih dodatno raspršuje struja zraka koju stvara okretanje glavnog rotora.

Gorivo se nalazi u dva glavna spremnika u trupu, te dva manja u krilima. Ukupna je zapremina spremnika 1360 l, a postoji i mogućnost nošenja dodatnih spremnika pod krilima. Spremnici su samozaptivajući i ispunjeni su pjenastim tvori-
vom koje smanjuje mogućnost izbijanja požara prigodom pogotka.

Krila su mješovite konstrukcije: ramen-
jače su od aluminija, a rebra i oplata od kompozita. Na svakom su krilu po dvije podvesne točke; unutarnji nosači imaju mogućnost promjene elevacije.

Stražnji se dio trupa sastoji od repne konzole, dva horizontalna i tri vertikalna stabilizatora, repnog rotora te odgovarajućih vratila.

Rotori i transmisija

Jedan od bitnih čimbenika koji omogućava preživljavanje PO vrtoleta je svakako pokretljivost. Ona se postiže pomoću kvalitetne konstrukcije rotora te dobrim odnosom snage i mase vrtoleta.

Za Tigera je u ECD-u razvijen novi četverokraki glavni rotor promjera 13 m. Kako bi se dobila približna slika Tigerove pokretljivosti, dovoljno je citirati časopis



Bočni snimak prvog prototipa tijekom gradnje: vide se paneli napravljeni od različitih kompozitnih tvoriva. Prema izjavama Eurocoptera, Tiger može izdržati pogodke granate kalibra 23 mm



Glava glavnog rotora

Flight International (broj od 1.-7. ožujka 1995.) gdje se navodi da je glavni Eurocopterov pokusni pilot Andrew Warner na jednoj demonstraciji za novinare izveo manevre koji su svojstveniji zrakoplovu nego vrtoletu: "...iz strmog penjanja brzinom od 220 km/h je prešao u okomito poniranje, da bi u tom položaju izveo pola valjka: vrtolet se

od 111 km/h.

Glavni rotor je izuzetno jednostavne konstrukcije. Ako izuzmemo vijke, matice i sl., ima samo 24 dijela, a ukupno teži 363 kg. Jedini metalni dio (ako opet izuzmemo vijke i matice) je središnji dio glavčine napravljen od titana. Na njega se pričvršćuju gornja i donja križna ploča, koje su izrađene od kompozita. Između njih dolaze konično-radijalni elastomerni ležajevi te (također kompozitni) krakovi rotora i viskozni prigušivači zaostajanja krakova rotora. U Eurocopteru kažu da u stvari i nisu sigurni da su ti prigušivači potrebni te da će ih možda ukloniti.

Osim što ima malu masu i što omogućava veliku pokretljivost, Tigerov rotor zbog svoje kompozitne konstrukcije ne zahtijeva praktički nikakvo održavanje (osim vizualnih kontrola) s obzirom na to da kompozitni dijelovi imaju neograničen rok trajanja, a elastomerni ležajevi životni vijek od minimalno 2500 sati leta.

Rečni je rotor trokrak, promjera 2.7 m i slične konstrukcije kao glavni rotor. Iz mirovanja u lebdenju omogućava nakon jedne sekunde



Prvi prototip PT1 (F-ZWWW) u letu

još nekoliko lupinga sa opterećenjem od 2 g. Letjeti bočno ili unatrag je moguće do brzine

promijenu kursa vrtoleta za 40°, dok mu je maksimalna kutna brzina 120°/s. Tehnički



Tiger je iznimno pokretljiv borbeni vrtolet: vidi se slika snimljena tijekom izvođenja pune petlje (od 360°), koja ilustrira Tigerove performanse

zanimljiv detalj je koso vratilo repnog rotora. Naime, na ranijim konstrukcijama vratilo repnog rotora na vrtoletu ove veličine bilo je debelo četrdesetak milimetara i izrađeno od metala. Pri pogotku je pucalo, a to je u boljem slučaju dovodilo do prisilnog slijetanja. Na Tigeru su umjesto tog rješenja postavili vratilo promjera 130 mm, tankih stijenki i izrađeno od kompozita. Prednost ovakvog

vratila, ako dođe do pogotka, je da će projektil najvjerojatnije proći kroz vratilo ne uništivši ga.

Za prijenos snage od motora do oba rotora služi reduktor. Na Tigeru on ima tri stupnja redukcije, te kvačilo na lijevom motoru. Namjena kvačila je omogućavanje odvajanja lijevog motora od reduktora dok je vrtolet na zemlji, zbog toga da se omogućiti

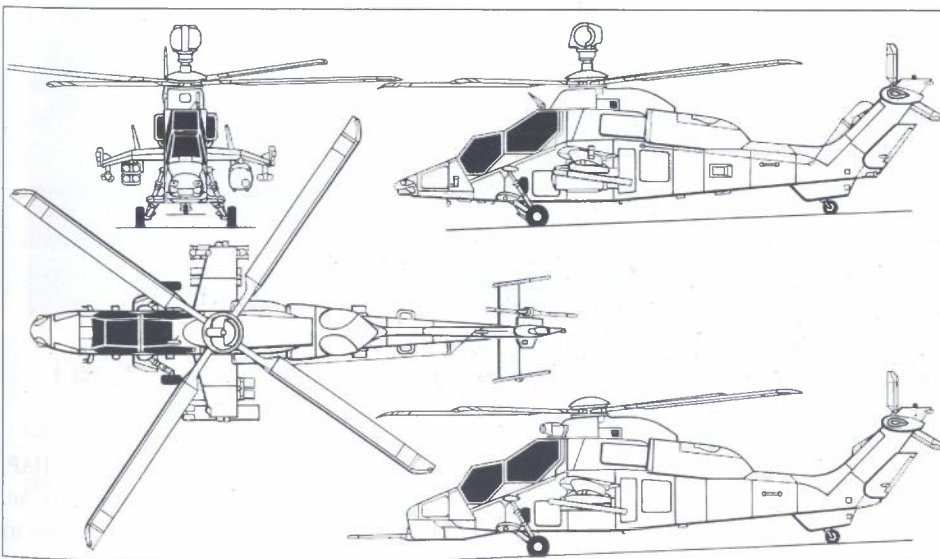
rad elektrosustava i klimauređaja. Treba spomenuti i veliku izdržljivost reduktora: u specifikacijama novog vrtoleta zahtijevan je "dry-run" od 30 min bez oštećenja (dry-run: termin koji označava vrijeme koje reduktor može raditi dok u njemu nema ulja). U ECF-u su, zahvaljujući novom postupku dubokog nitiranja (površinsko stvrđnjavanje metala) uspjeli postići "dry-run" pri snazi motora pri krstarenju od punih 60 minuta.

Nov je i sustav apsorpcije vibracija koje s rotora prelaze na reduktor. Cijeli je sklop reduktora postavljen na gredu koja je pak postavljena na ležajeve. Na krajevima grede su postavljeni utezi koji kompenziraju sva nastala opterećenja.

Motori

Pogonska se skupina na Tigeru sastoji od dva turboosovinska motora **MTR 130** francusko-njemačko-engleskog koncerna Turboméca/MTU/Rolls-Royce. Motori su kompaktni - teški su 169

Crtež francuske HAC inačice, s dodatnim bočnim prikazom eskortne HAP inačice (na dnu)





Zemaljsko ispitivanje pogonske skupine (prije stavljanja glavnog rotora)

kg, a dugi malo više od 1 m. Daju 873 kW maksimalne krstareće snage, 958 kW snage pri polijetanju te kratkotrajno u nuždi čak 1160 kW. Radi povećavanja otpornosti na usisavanje stranih tijela, dvostupanjski kompresor je izveden kao radijalni, a konstruiran je i proizveden u francuskoj tvornici

Turboméca. Kompresor pokreće jednostupanjska visokotlačna turbina njemačkog MTU-a. Rotore pak pokreće, preko reduktora, dvostupanjska slobodna turbina engleskog proizvođača Rolls-Royce. Motorima se upravlja preko danas već standardnog nadzorno-upravljačkog sustava FADEC.

Elektronika, optronika i naoružanje

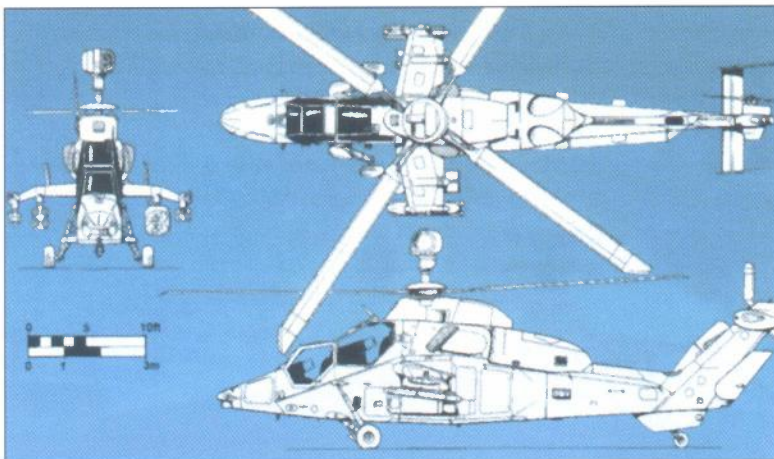
Za sada postoje tri inačice Tigera: **HAP**, **HAC** i **UHU**. Neki su dijelovi elektronike, optronike i naoružanja zajednički za sve tri inačice, a neki specifični, pa ćemo ih tako i

opisati.

Osnovni elektronski sustav zajednički je za sve inačice Tigera, a sastoji se od radiouređaja (različiti tipovi za njemačke odnosno francuske letjelice), navigacijskog sustava, sustava za elektronske protumjere te AFCS-a. Svi su ovi uređaji međusobno povezani sabirnicom podataka **MIL-STD-1553b**, a svi se podatci prikazuju na, po dva u svakoj kabini, višenamjenska kolor displaya. U pilotskoj kabini, osim displaya, postoje i najosnovniji letni i motorski analogni instrumenti.

U navigacijski sustav letjelice pripadaju dva Sextant Avioniqueova troosna laserska žiroskopa tipa PIXYZ, zatim dva računala za obradu podataka iz Pitot-sustava, dva magnetska kompasa, Teldix/Canadian Marconijev Doppler radar tipa CMA 2012, sustav za taktičku navigaciju TACAN, sustav za instrumentalni prilaz ILS, radiovisinomjer te GPS.

- Presjek prednjeg dijela HAP Tigera**
- 1 automatski top Giat AM-30781 kalibra 30 mm (s 150-450 zrna)
 - 2-4 sustav za hranjenje topa streljivom
 - 5 spremnik goriva
 - 6 kutijasti spremnik 30 mm streljiva (450 granata) za top Giat AM-30781
 - 7 ciljnički uređaj na pokrovu kokpita
 - 8 oplata glave rotora
 - 9 uvodnik zraka sustava za hlađenje ulja
 - 10 upozoravajući sustav (upozorava pilota na lansiranje protivničkog projektila zrak-zrak)
 - 11 spremnik s nevođenim raketnim projektilima zrak-zemlja SNEB kalibra 68 mm (22 rakete)
 - 12 priključak za punjenje gorivom
 - 13 priključno mjesto za vanjski izvor energije
 - 14 spremnik s nevođenim raketnim projektilima zrak-zemlja SNEB kalibra 68 mm (12 raketa)
- dodatni spremnik goriva (nosi se samo pri preletima, a ne i u borbenim misijama)**



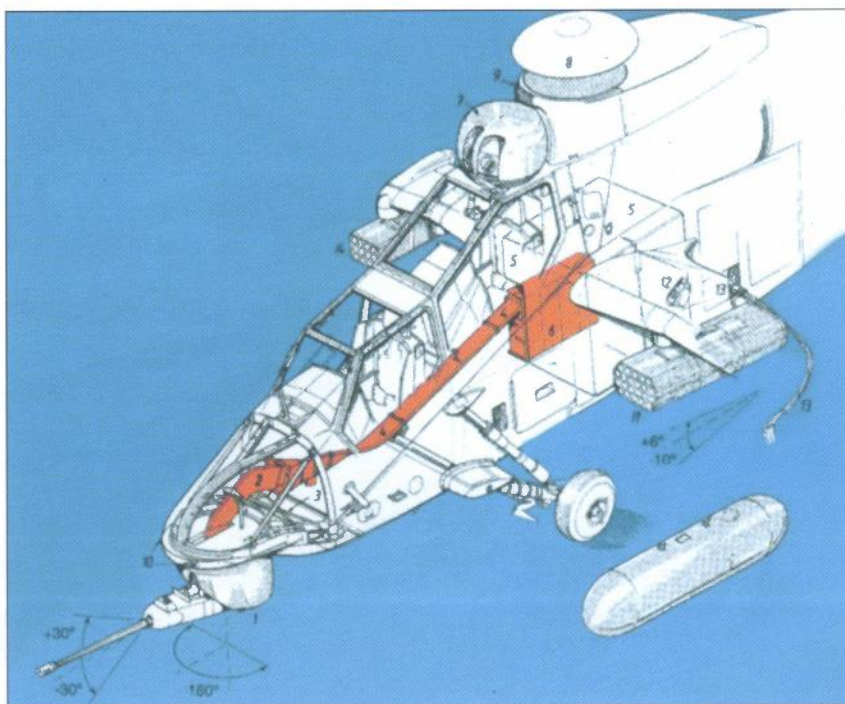
Njemačka inačica UH

Ovako kompleksan navigacijski sustav omogućava Tigeru veliku autonomiju i preciznost, a samim time i sigurnost leta.

Upravljanje Tigrom je klasično, dakle nema Fly-By-Wire sustava kontrole, iako je ugrađen sustav AFCS čija je namjena

sustava naoružanja.

Standardno Tigerovo naoružanje činit će i rakete zrak-zrak kratkog dometa **Mistral** (francuske inačice Tigera) te **Stinger** (njemačka inačica). One će također biti spregnute s HMD-ovima. Upotreba raketa



sprječavanje prekoračenja dozvoljenih opterećenja.

Sustav elektroničkih protumjera je trenutačno još uvijek dosta nedefiniran.

zrak-zrak imat će apsolutni prioritet nad svim drugim oružjima. Kada se uzmu u obzir dva člana posade, velika manevarabilnost Tigera te rakete spregnute sa HMD-ovima, nameće



Pogonska skupina Tigera sastoji se od dva motora MTR 130, svaki najveće snage 1160 kW

se zaključak da će Tiger biti respektabilan protivnik u zračnoj borbi.

Iako je Tiger izvršno opremljen za zračnu borbu, glavna namjena inačica HAC/PAH 2 je uništavanje neprijateljskog oklopa. Ključnu ulogu u tome imaju **MMS Osiris** i PO vođene rakete **Trigat**.

Prednost bilo kojeg MMS-a je mogućnost skrivanja vrtoleta iza prepreke i tako smanjivanje vjerojatnosti otkrivanja i uništavanja od neprijatelja, a prednost

Osirisa je vrhunska tehnologija. Osiris u sebi, naime, integrira TV, LLLTV i IC ciljničke sustave te laserski daljinomjer. Primarni je senzor onaj koji radi u IC području. Tijekom razvoja Osirisa napravljeni su veliki pomaci naprijed u tehnologiji IRCCD-a, što je dovelo do znatnog povećanja performansi u odnosu na prijašnje generacije IC senzora. Za opis performansi može poslužiti činjenica da se pomoću Osirisovog IC kanala mogu, sa udaljenosti od 7 km i uz izmaglicu u zraku, uočiti

detalji poput ljudskih šaka i električnih kablova.

Cijeli postupak uništavanja cilja teče otprilike ovako: nakon što strijelac pomoću Osirisa locira i identificira ciljeve, pomoću joysticka (upravljačke palice) može odrediti najviše četiri cilja, koje tada Osiris automatski prati i predaje podatke o njihovom položaju sustavima navođenja raketa Trigat, da bi one mogle biti ispaljene onog trenutka kad se Tiger uzdigne dovoljno visoko iza zaklona.



Jedna od razmatranih konfiguracija ranije njemačke inačice PSH



Teorijski je pak moguće ispaliti svih osam raketa u osam sekundi. S obzirom da je Trigat već bio opisivani u ranijim brojevima Hrvatskog vojnika, dat ćemo samo najbitnije podatke. Trigat je PO IC navođena raketa; postoje dvije inačice. Trigat MR srednjeg dometa namijenjen za pješništvo i Trigat LR velikog dometa koji je namijenjen lansiranju s vrtoleta. U sustavu navođenja koristi se ista tehnologija kao u Osirisu. Ima tandemsku bojnu glavu, a mogu se birati izravan ili top-attack profil leta. Domet Trigata LR je 0.5-8 km. Za gađanje ciljeva manjeg prioriteta Tiger može nositi do osam žicom vođenih PO raketa HOT 2.

Za oba člana posade predviđeni HMD-ovi. Francuske će inačice Tigera imati Sextantov HMD sličan onome što će ga imati zrakoplov Rafale, a njemačka će inačica imati engleski HMD proizvođača GEC-Marconia. HMD-ovi će moći prikazivati najosnovnije letne i ciljnice (za rakete zrak-zrak i top) podatke u vidnom polju pilota odnosno kopilota, a pri noćnim akcijama i sliku dobivenu pomoću PVS-a, odnosno posebnih modula sa LLLTV-om koji će se moći pričvrstiti na kacigu.

Inačica za paljbenu potporu

Francuska je osim protuoklopne inačice HAC naručila i inačicu za paljbenu potporu HAP, koja naravno ima drugačiju

elektroniku i naoružanje. NA HAP-u je MMS Osiris zamijenjen krovnim žirostabiliziranim ciljnikom STRYX francuskog proizvođača SFIM/TRT. Krovna pozicija je kompromis između smanjene zaštićenosti vrtoleta prigodom ciljanja i tehničke izvedivosti izravne optičke veze između kopilota-operatora naoružanja i ciljnika: kopilot ima ispred sebe sklopivi periskop pomoću kojega može upravljati ciljnikom, što bi u slučaju postavljanja ciljnika na jarbol iznad rotora bilo tehnički vrlo zahtijevno. Za dnevnu uporabu postoji TV kamera, za noćnu IC senzor a ugrađen je i laserski daljinomjer. U skladu s novom ulogom promijenjeno je i naoružanje. Zadržana je mogućnost nošenja četiriju (po dvije na vanjskim nosačima) raketa Mistral, a protutankovske rakete Trigat/HOT 2 zamijenjene su nevođenim

raketnim projektilima zrak-zemlja SNEB kalibra 68 mm. Sačasti lanseri za SNEB-ove imaju kapacitet od 22 komada (na unutarnjim potkrilnim nosačima) i 12 komada (mogu se nositi i na vanjskim nosačima). U nosu vrtoleta je, umjesto PVS-a, postavljen top GIAT AM-30781 kalibra 30 mm. Top se može pokretati $\pm 90^\circ$ od osi vrtoleta u horizontalnoj ravnini, odnosno $\pm 30^\circ$ u vertikalnoj ravnini. Spremnik streljiva nalazi se u trupu i sadrži 450 granata.

Za oba su člana posade predviđeni Sextantovi HMD-ovi, a pilot će imati i HUD pomoću kojega će ciljati nevođenim raketama.

Kod korištenja topa javljaju se, zbog povratnog trzaja, sile koje nastoje pomaknuti vrtolet i time smanjuju preciznost paljbe. Jedna od zadaća već spomenutog sustava



Snimak prednjeg dijela Tigera pokazuje koliko je njegov trup uzak; danas je to standardna karakteristika borbenih vrtoleta, kojom se smanjuje njihova izloženost protivničkoj PZ paljbi

AFCS je poništavanje tih sila. To se čini tako da u AFCS stižu podaci o azimutu i elevaciji topa, te brzini paljbe koja će biti korištena, na temelju čega se izračunavaju potrebne korekcije i izvršavaju pomoću oba rotora.

Raspad SSSR-a umnogome se odrazio na njemačku vojsku pa tako i na Tigera. Konceptija uskospecijaliziranog vrtoleta tipa PAH 2 odjednom je postala neprihvatljiva. To je dovelo do razvoja nove, višenamjenske inačice UHU. Zadaće su UHU-a, uz protuoklopnu borbu, paljbena potpora pješastva te pratnja i zaštita transportnih vrtolova. Nova je inačica vrlo slična PAH 2, ali s proširenim arsenalom naoružanja u obliku podvjesnog GIAT-ovog 20 mm topa te sačastih lansera za nevodene rakete SNEB.

Izvozne mogućnosti

Na izvoznom je planu razvoj situacije za Tigera krenuo iznenađujuće loše. Prva dva potencijalna kupca su bila Nizozemska i Velika Britanija. U konkurenciji su, osim Tigera, bili američki AH-64 Apache, RAH-66 Comanche i modificirani AH-1 Cobra te talijanska modifikacija vrtolova Augusta A129 Mangusta (nazvana Tonal). Analize

su Tigera davale velike šanse, ako ništa drugo zato što bi u duhu europskih integracija "bilo pristojno" kupiti europski

odluke, došao je hladan tuš za Eurocopter: najprije Nizozemska, a onda i Velika Britanija su se odlučile za Apachea. Nizozemci su kupili 12 komada inačice AH-64C, a Englezi 67 AH-64D. Težina udarca za Tigera može se opisati činjenicom kako bi samo engleska narudžba od 67 komada isplatila skoro sve troškove razvoja. Utjecaj nizozemsko-engleske odluke na Tigera tek ćemo vidjeti.

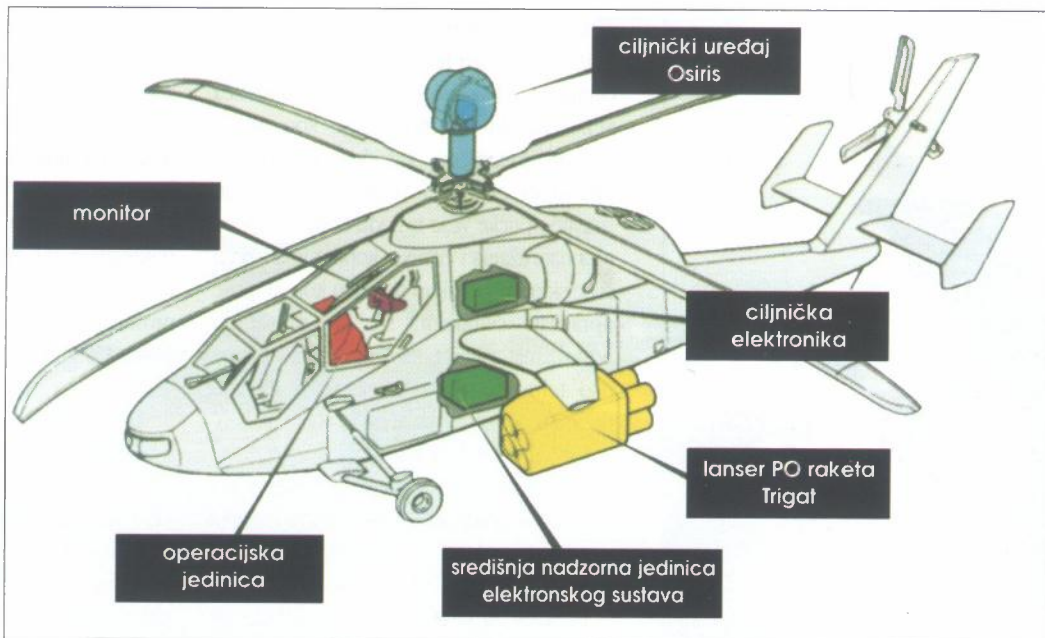
Zaključak

Što reći za kraj? S tehničke strane Tiger je bez sumnje skup vrhunskih

tehničkih rješenja, međutim s konceptijskog stajališta pojedina rješenja uvjetno rečeno su čudna.

Odluka Francuza da imaju dvije različite inačice vrtolova je suprotna svjetskom trendu. Ostali PO vrtolovi u svijetu najčešće nose i PO vodene rakete, nevodene rakete zrak-zemlja i top odjednom, što im daje veću fleksibilnost nego francuskim Tigerovima. U današnje doba brze promjene situacije na bojištu, univerzalnost je nužnost a ne luksuz. Na kraju krajeva, do tog su zaključka došli i Nijemci sa UHU-om.

Sljedeća diskutabilna točka su rakete Trigat. Njihova je prednost potpuno pasivni sustav navođenja, tj. protivnik ne može znati da je gadan osim ako nema detektor ispušnih plinova raketa, što većina tankova nema. Sama tehnologija upotrijebljena u sustavu navođenja je u svjetskim mjerilima



Glavne komponente Tigrovog borbno navigacijskog sustava

TAKTIČKO-TEHNIČKE KARAKTERISTIKE EUROCOPTER TIGERA

Protežnosti:	• promjer glavnog rotora: 13,00 m • promjer repnog rotora: 2,70 m • duljina trupa: 14,00 m • površina glavnog rotora: 132,7 m² • površina repnog rotora: 5,72 m²
Masa:	• praznog vrtolova: 3300 kg • uzletna masa: 5300-5800 kg (ovisno o vrsti misije) • najveća uzletna masa: 6000 kg • najveće opterećenje glavnog rotora: 43,70 kg/m²
Performanse (procijenjene):	• brzina krstarenja: 250-280 km/h • najveća brzina penjanja (na razini mora): 600+ m/min • najveća visina lebdjenja (OGE): 2000+ m • zadržavanje u zraku: 2 sata i 50 minuta (uključujući i 20 min rezervu goriva)

proizvod, te zato što Velika Britanija ima posrednog udjela u razvoju Tigera (Trigat, motori, HMD-ovi). Nakon dugog ispitivanja i još više vremena utrošenog na donošenje



Multifunkcionalni displayi u Tigrovom kokpitu

vrhunska. "Urođeni" pak nedostatak takvog sustava je nemogućnost posrednog djelovanja, tj. da drugi vrtolet, zrakoplov ili vojnik na zemlji označava ciljeve, a vrtolet iz zaklona ispaljuje rakete. Također se nigdje ne spominje mogućnost djelovanja po infracrveno slabo zamjetljivim ili nekontrastnim ciljevima (odnosno dolazi li do degradacije osobina sustava vođenja), što za sustave navođenja koji koriste milimetarski radar, radiovođenje, laser ili vođenje žicom ne predstavlja problem, a u borbi može samo koristiti.

Treća sporna točka je raspored motora jedan do drugog. Svi ostali PO vrtoleti, osim dvomotornih inačica Cobre te RAH-66 Comanchea - kod njega je to diktirano potrebom za malim RCS-om - imaju motore mnogo više razmaknute nego Tiger. To povećava šansu da jedan motor ostane neoštećen ako je drugi pogođen. Ne smije se zanemariti niti povećanje mase zbog titanske pregrade. Argument da raspored motora kao što ih ima Apache ili Mi-28 povećava čeonu površinu vrtoleta prilično je loš, s obzirom da, ako je protivnički vrtolet okrenut prema vama, najvjerojatnije i puca po vama, a tada je vaš prioritet da nadete zaklon i ostanete u njemu. Svakako bi bilo zanimljivo razmotriti smjerove razmišljanja konstruktura, a što se

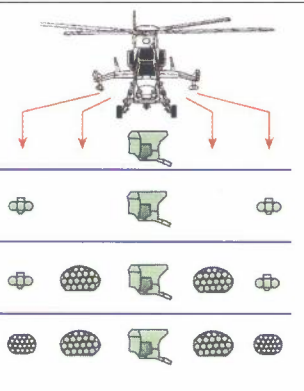


Tiger s podvjesnim spremnikom s 20 mm topom (na vanjskom potkrilnom nosaču)

mogućnosti komercijalnog uspjeha Tigera.

Konfiguracija Tigera za pružanje borbene potpore

- SVE VERZIJE**
- 30 mm top (s 150-450 granata)
- PRAĆENJE TRANSPORTNIH ZRAKOPLOVA**
- 2x2 Mistrala
- BORBENA POTPORA**
- 2x2 Mistrala
- 2x22 rakete SNEB kal. 68 mm
- ZEMALJSKA POTPORA**
- 2x12 rakete SNEB kal. 68 mm
- 2x22 rakete SNEB kal. 68 mm



kakvoće samog vrtoleta tiče, ona se može provjeriti jedino u borbi.

Postavlja se i pitanje kakve su

afričke zračne snage zbog nedostatka sredstava namjeravaju ga postupno uvesti u naoružanje; zasad je naručena prva serija od 16 komada): Rooivalk je posebno zanimljiv borbeni vrtolet, ne samo zbog (relativno) niske cijene i primjene najnovijih tehnoloških rješenja, već i zbog činjenice da je od samog početka zamišljen kao višenamjenski borbeni vrtolet (za paljbenu potporu, PO borbu, praćenje transport-

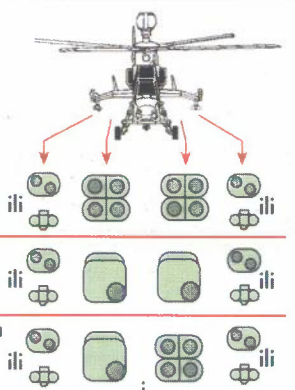
nih vrtoleta i zračnu borbu protiv drugih vrtoleta). Ne treba zaboraviti ni činjenicu da se na tržištu oružja nude jeftino i stariji borbeni vrtoleti (AH-1 Cobra, AH-64), koji se modernizacijom mogu značajno poboljšati. Stoga se može dogoditi da Tiger, bez obzira na sve prednosti, u trenutku pojavljivanja na međunarodnom tržištu oružja ne nađe kupca; u tom slučaju njegova operativna upotreba ostat će ograničena samo na zračne snage Francuske i Njemačke.

Objašnjenje značenja kratica korištenih u tekstu

- UHU** - Unterstützung Hubschrauber, njem. vrtolet za (paljbenu) potporu
- NOE** - Nap-Of-the-Earth, eng. termin koji označava letenje vrlo nisko iznad zemlje uz maksimalno korištenje prirodnih oblika terena i umjetnih objekata za onemogućavanje odnosno otežavanje otkrivanja vrtoleta od protivnika
- PVS** - Pilot's Vision System, IC sustav za pilota, ekvivalent FLIR-u
- FADEC** - Full Authority Digital Engine Control system, eng. digitalni upravljačko-nadzorni sustav motora
- AFCS** - Automatic Flight Control System, eng. automatski sustav za kontrolu leta
- EuroMEP** - European Mission Equipment Package, u slobodnom prijevodu sustav elektronike, optronike i naoružanja za PO inačice Tigera
- HMD** - Helmet Mounted Display, uređaj za prikazivanje podataka na pilotskoj kacigi
- MMS** - Mast-Mounted Sight, ciljnički sustav postavljen na jarbolu iznad glavnog rotora
- LLTV** - Low Light Level TV, sustav za noćno osmatranje koji radi na principu pojačavanja ambijentalnog osvijetljenja
- RCS** - Radar Cross-Section, radarska odrazna površina

Konfiguracija Tigera za PO borbu

- 2x4 projektila HOT
- 2x2 Mistrala ili Stingera
- 2x3 ili 2x4 Trigata
- 2x2 Mistrala ili Stingera
- miješano nošenje PO projektila (1x4 HOT, 1x4 Trigat)
- 2x2 Mistrala ili Stingera



KRILO

promjenjivog kuta nagiba

U prethodnom broju Hrvatskog vojnika opisano je MAW krilo tj. koncept prilagodbe profila krila letnim uvjetima. Iako posjeduje neprijeporne prednosti pred ostalim konfiguracijama koje osiguravaju podjednake efekte na letne karakteristike, ono do sada nije bilo korišteno onoliko koliko zaslužuje. Razlog tome je relativna tehnološka složenost takve konstrukcije, ali i postojanje drugih rješenja koja su lakša za primjenu, a njihovi rezultati ne zaostaju previše u odnosu na MAW tj. u praktičnoj primjeni se inherentne prednosti prvotnog previše ne ističu. Jedno od takvih rješenja, koje je danas u upotrebi, je krilo promjenjivog kuta nagiba

Klaudije RADANOVIĆ



Krilo promjenjive geometrije kako je, u biti pogrešno, nazvano

ovo tehnološko rješenje temelji se na promjeni kuta nagiba napadnog ruba krila u odnosu na uzdužnu os zrakoplova. Iz ovog principa izvedeno je i generičko englesko ime **sweep wing** odnosno skraćena **SW** koja se koristi u literaturi, a koju će i autor koristiti u nastavku teksta.

Fizikalne osnove SW koncepcije

Aerodinamički profil koji se kreće u kompresibilnom fluidu, osjeća otpor kretanju zbog njegove prisutnosti. Ovaj otpor je to veći što je veća relativna površina profila u odnosu na tok fluida, a ujedno je proporcionalna i brzini kretanja kroz njega. On postaje kritičan kada se brzina strujanja fluida preko profila, ukoliko govorimo o zraku, približi tj. dostigne kritičan Machov broj MCR. Tada se pojavljuju

dodatni otpori kretanju letjelice zbog nastajanja turbulentnog sloja u neposrednoj blizini površine aerodinamičkog profila. Ova pojava je izraženija s povećanjem M u odnosu na MCR. Tu činjenicu još dodatno otežava i postojanje dvaju odvojenih područja u kojima se fluid giba različitim brzinama nad istom površinom aerodinamičkog profila. Ukoliko su oba Machova broja podjednaka (točnije ukoliko su lokalni i kritični Machov broj jednaki), tj. brzina kretanja se ne razlikuje mnogo od kritičnog Machovog broja, tada će i fluid preko profila protjecati soničnim brzinama i udarni val, koji čak i tada postoji, neće utjecati na letne karakteristike. Povećavanjem brzine leta područje subsoničnog gibanja zraka će se sve više smanjivati i utjecaj udarnog vala će bivati sve jači.

Smanjenje tog utjecaja možemo postići na dva načina: izradom krila s beskonačno tankim i ostrim napadnim rubom ili povećavanjem nagi-

ba strijele krila (tzv. **sweepback**). Prvo rješenje je samo teorijsko jer je neizvedivo u praksi, a zbog relativne kaotičnosti samih procesa u fluidu nije moguće u potpunosti predvidjeti sve pojave koje bi takav aerodinamički profil inducirao. Stoga nam kao jedini prihvatljivo rješenje preostaje povećavanje strijele krila.

Kao što je izneseno u prethodnom broju HV-a (u tekstu o MAW konceptu), raspodjela koeficijenta tlaka obrnuto proporcionalno ovisi o kvadratu kosinusa kuta kojeg zatvara strijela krila (tj. napadni rub) s okomicom na uzdužnu os simetrije zrakoplova:

$$C_{p,n} = \frac{p - p_0}{\frac{1}{2} \rho_\infty v_\infty^2 \cos^2 \alpha} = \frac{(p/p_0) - 1}{\frac{1}{\gamma} - 1} \cdot \frac{1}{M_\infty^2 \cos^2 \alpha}$$

Vidimo da za let velikim brzinama praktički trebamo krila što većeg nagiba strijele i relativno malog raspona ali odgovarajuće površine zbog ostvarivanja potrebne sile uzgona. Olakšavajuća okolnost je što i samo tijelo tj. trup zrakoplova proizvodi uzgon pri takvim brzinama kretanja, što dovodi do različitih uzgonskih uvjeta za krilo istog zrakoplova pri različitim brzinama kretanja.

Uvjet uzgona dan je preko koeficijenta podizanja C_L :

$$C_L = \frac{F_L}{0.5 \rho U^2 D_L}$$

gdje nam D pokazuje odnos efektivnog raspona jednog krila i njegove širine preko tetive (tzv. chord). Primijenimo li na ovaj izraz jednadžbu za profil Žukovskog:

$$\frac{K_0}{U} = \pi \sin \alpha (D + 0.77d)$$

(d-maksimalna debljina krila) dobit ćemo krajnji izraz za koeficijent podizanja primjenjiv na sve aerodinamičke profile:

$C_L = 2\pi\alpha \left(1 + 0.77 \frac{d}{D} \right)$; α -AoA (Angle of Attack - napadni kut). Ovaj izraz vrijedi samo za vrijednosti AoA do 8° , pri kojem dolazi do odvajanja graničnog sloja fluida od zaobljenog napadnog ruba krila, čime se pojačava inducirana sila otpora (induced drag; drag - sila otpora, zavlacenja). Termin koji je do sada korišten /čeoní otpor/ nije dobar radi same prirode nastanka ovog utjecaja koji se javlja kao posljedica udarnog vala zbog postojanja dva toka fluida različitih brzina strujanja preko aerodinamičkog profila. Možemo ga podijeliti na tri doprinosa: zbog trenja fluida o površinu profila, zbog samog oblika profila i zbog nepotpune kompresibilnosti fluida. Iz ovoga se vidi da njegov izvor nije samo čeoná površina letjelice, već ukupna površina presjeka i svih uzgonskih elemenata):

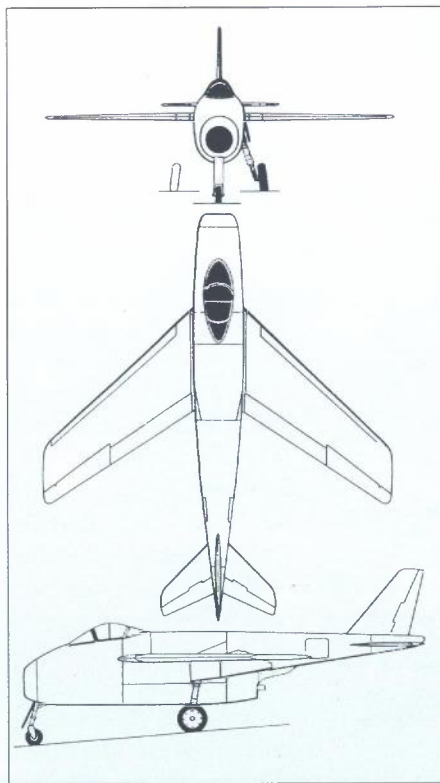
$D_i = -pVT \sin \alpha_i$; tj vidimo da otpor ovisi o sinusu kuta, što znači da se s povećanjem kuta nagiba krila povećava i otpor koji ono pruža gibanju.

Krilo zrakoplova koji bi se trebao kretati velikom brzinom mora zadovoljiti u načelu dva suprotna zahtjeva: veliku strijele nagiba za let velikom brzinom i veliki raspon za let malim brzinama, pogotovo prilikom polijetanja. Ujedno ukoliko želimo minimizirati otpor krila tada ona moraju posjedovati mali AoA. Rješenje tih, na prvi pogled nespojivih, uvjeta pronađeno je u konstruiranju zrakoplova s krilima promjenjivog kuta nagiba u odnosu na smjer leta. Kao i kod ostalih tehnoloških rješenja, i SW koncepcija je u početku patila od niza nedostataka i konstrukcijsko-dizajnerskih problema, koji su rješavani u skladu s trenutačnim stavovima pojedinih konstruktora. Stoga ne smije čuditi činjenica kako u svijetu ne postoje dva tipa zrakoplova ovakve izvedbe koja posjeduju jednaki način ostvarivanja ove ideje. Osnovni princip rada je naravno kod svih jednak: prigodom polijetanja i leta manjim brzinama, kada je potreba za uzgonom proizvedenim samim krilima veća, krila su postavljena pod velikim kutem (ponekad gotovo okomito) na uzdužnu os zrakoplova. S povećanjem brzine potrebno je postići profil koji je što bliži superkričnom (njega odlikuje

mali TTC tj. Thickness-to-Chord ratio - odnos debljine i širine krila preko tetive) što se ostvaruje zakretanjem krila odnosno povećavanjem strijele, čime ujedno poboljšavamo raspodjelu koeficijenta tlaka koji smanjuje utjecaj udarnog vala na letne karakteristike (kasnije se pojavljuje odvajanje struje fluida od površine aerodinamičkog profila,



Prvi koraci koji su doveli do krila promjenjivog kuta nagiba (SW) poduzeti su prije tridesetih u Francuskoj i bivšem SSSR-u. To su bili koncepti teleskopskog i sklapajućeg krila. Lijevo je eksperimentalni zrakoplov RK-1sa teleskopskim krilima



Prvi pokušaj izrade borbenog zrakoplova s krilom promjenjivog kuta nagiba predstavljao je Me P.1101, napravljen u Njemačkoj potkraj II. svjetskog rata

smanjena je sila otpora zbog vrtloženja zraka i sl.).

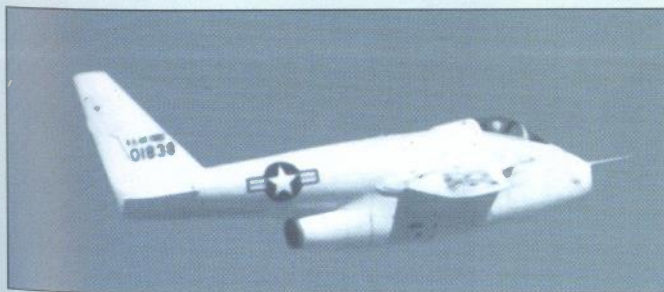
Počeci razvoja SW su francuski i ruski eksperimenti s teleskopskim i sklapajućim krilima, koji nisu donijeli zadovoljavajuće rezultate. Proboj je nastupio u Njemačkoj tijekom II. svjetskog rata, pojavom mlaznog lovca **Messerschmitt P.1101**, koji do kapitulacije Njemačke nije stigao do faze ispitivanja u letu (poslužio je kao osnova za američki Bell

X-5). Prve primjene rudimentarnih SW tehnologija zabilježene su tijekom ranih 50-tih godina kada američka kompanija Bell pravi eksperimentalni zrakoplov X-5 (1951. godine), a Grumman lovac XF10F-1 Jaguar (1952. godine).

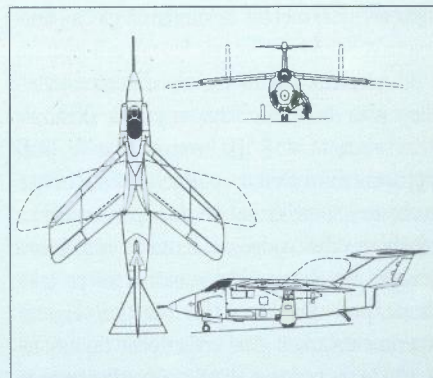
Program razvoja **Bella X-5** iniciran je 1948. godine, nakon detaljne studije primjerka Messerschmitta P.1101, koji je po završetku II. svjetskog rata prenesen u SAD. Bellov konstruktorski tim dao je američkim zračnim snagama prijedlog za dizajn i konstrukciju čak 24 eksperimentalna lovca s SW, ali na nesreću interes zrakoplovstva bio je minimalan, te je Bell na kraju predložio gradnju samo jednog eksperimentalnog zrakoplova zasnovanog na Messerschmittu P.1101; ugovor za izradu dva prototipa zrakoplova X-5 potpisan je 26. srpnja 1949. godine. Na Bellu X-5 promjena strijele bila je moguća u rasponu $20-59^\circ$, a sam zrakoplov bio je predviđen za skupljanje podataka o primjenjivosti SW, a ne kao model za serijsku proizvodnju. Ispitni program trajao je od 1951. do 1953. godine.

Grumman (G-83) XF10F-1 Jaguar trebao je biti prvi operativni borbeni zrakoplov s SW. Taj zrakoplov zamišljen je kao transsonični jednosjedni mornarički lovac s naoružanjem od četiri topa kalibra 20 mm i s mogućnošću nošenja ubojnog tereta od 1814 kg. Raspon

Prvi borbeni zrakoplov s SW trebao je biti Grumman XF10F-1 Jaguar, ali njegov je razvoj obustavljen nakon brojnih tehničkih problema 1953. godine



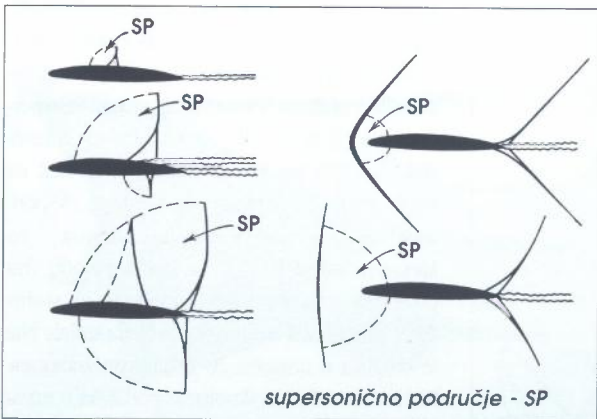
Na temelju P.1101 u SAD je nastao eksperimentalni Bell X-5, koji je između 1951. i 1953. upotrebljavan za ispitivanje primjenjivosti SW u konstrukciji borbenih zrakoplova



kuteva strijele krila iznosio je $13.5-42.5^\circ$. Prototip je poletio 19. svibnja 1952. godine, ali tijekom ispitnog programa iskrsnuli su mnogi tehnički problemi, pa je program prekinut nakon 32. leta 25. travnja 1953., a narudžba za 141 primjerkom poništena.

Ti zrakoplovi pokazali su da je moguće spojiti zahtjev za što manjom duljinom poletno-sletne staze (tj. velikim uzgonom koji stvaraju krila) i ostvarivanja velikih brzina i pri malim visinama leta (velika strijela krila). Unatoč pozitivnim rezultatima, nitko se u 50-ima nije odlučio na proizvodnju serijskog zrakoplova koji bi bio opremljen ovakvim tehnološkim rješenjem, zbog znatne složenosti mehaničkih sustava potrebnih za ispravno djelovanje.

Ovakvo razmišljanje se održalo sve do 1957. godine, kada je napredak u razvoju pogonskih skupina i motora pokazao kako je moguće izraditi višenamjensku letjelicu koja bi posjedovala dobra svojstva kako pri nadzvučnom letu tako i tijekom leta malim brzinama. USAF je želio zamijeniti svoje jurišne zrakoplove Republic F-105 Thunderchief, koji su zahtijevali



Tok fluida oko aerodinamičkog profila u transsoničnom letu. Vidljiva su područja različitih brzina toka koja dovode do stvaranja udarnog vala i njihova ovisnost o brzini leta

dobro pripremljene zrakoplovne baze s vrlo dugačkim betonskim poletno-sletnim stazama, novom letjelicom koja je morala zadovoljavati nekoliko uvjeta. Od nasljednika Thunderchiefa se zahtijevala mogućnost probijanja protivničke protuzrakoplovne obrane na malim visinama, brzinama reda $M=1.2$, uz mogućnost preleta Atlantskog oceana bez popune gorivom u zraku te korištenje nepopločenih poletišta s duljinom zaleta od 1000 metara. Sekundarna uloga namijenjena tom zrakoplovu bila je zračna borba, što je od konstruktora zahtijevalo dizajniranje letjelice koja bi na velikim visinama postizala brzine reda $M=2.5$. Uz ovaj projekt je DoD (Department of Defence - američko ministarstvo obrane) zatražilo od USN da napravi studiju u kojoj bi se vidjelo odgovara li ovakav zrakoplov i njezinim potrebama. Tako je nastao SW projekt, poznat pod oznakom TFX (Tactical Fighter Experimental), koji je na kraju doveo do nastanka F-111A za potrebe USAF-a, i predloženog F-

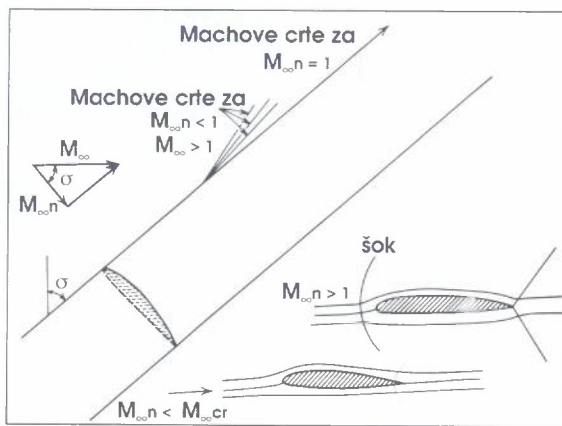
111B za USN. Dok je mornarička verzija F-111B propala (zato nije nasljednik F-111B, lovac Grumman F-14 Tomcat, koji je također dobio SW), USAF je na kraju uveo F-111 u upotrebu, ali nakon rješavanja brojnih problema (detaljnije o razvoju F-111 pisano je u *Hrvatskom vojniku* br. 48 - 51).

Prednost SW

Tijekom 60-tih godina zanimanje za SW je pojačano. Do tog je došlo zbog povećane potrebe za zadovoljavanjem triju zahtjeva:

1. krstarenje podzvučnim brzinama do velikih udaljenosti ili vremenski dugo zadržavanje u zraku u punoj gotovosti;
2. sposobnost zračne borbe pri visokim supersoničnim brzinama i napadaja na ciljeve na zemlji u niskom letu pri transoničnim brzinama;
3. djelovanje s poletišta s poletno sletnim stazama ograničenih dužina ili nosača zrakoplova.

Zadovoljavanje prvog od nabrojanih zahtjeva ovisi o odnosu uzgona i sile otpora (L/D) i o brzini kretanja M . Dobro ponašanje letjelice pri malim brzinama dobit ćemo ukoliko je kut nagiba strijele minimalan, tj. kada su krila postavljena pod najvećim kutem u odnosu na uzdužnu os letjelice. Tada dobivamo najveći uzgon relativno debelog aerodinamičkog profila, uz smanjeno vrtloženje fluida na vrhovima krila. Zbog malenog karakterističnog Machovog



Odnos kuta α i vektora karakterističnih Machovih brzina (grafikon uz opis formule distribucije koeficijenta tlaka)

broja, ovakva konfiguracija je potpuno nepogodna za zadovoljavanje na samo supersoničnih već i transsoničnih uvjeta leta. S povećanjem zakosjenja krila odnos L/D u odnosu prema M pada za konstantnu vrijednost brzine (u području $M < 1$) odnosno ukoliko uzmemo konstantnu vrijednost L/D , sa povećanjem brzine potreban je veći kut strijele za održavanje ove vrijednosti na stalnom iznosu (za $M > 0.5$).

SW krilo omogućava da jedan zrakoplov istodobno zadovoljava svojim letnim osobinama u širokom području brzina ujet konstantnosti L/D u odnosu na brzinu M , čime se bitno povećava sigurnost leta.

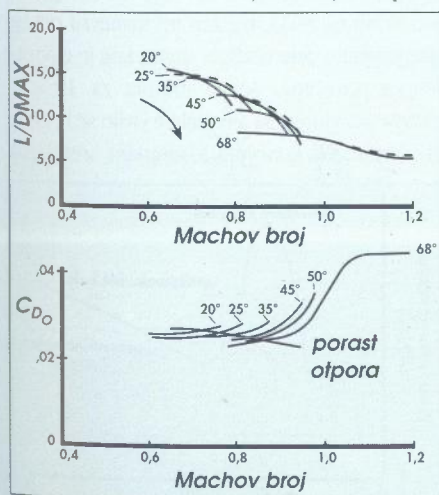
Pri nadzvučnom letu krila s velikim kutom strijele sposobna su smanjiti otpor zbog udarnog vala na minimalnu vrijednost. Ovo je posljedica približavanja superkritičnosti aerodinamičkog profila (o karakteristikama superkritičnih profila vidjeti tekst o krilu obrnute strijele u HV br. 6). Kao dobar primjer ovisnosti nadzvučnih osobina o kutu strijele, ali i prednosti koje daje SW koncepcija, možemo usporediti odnose specifičnih potisaka i otpora



Koncept SW primjenjiv je i na strateške bombardere, poput ruskog Tupoljeva Tu-160, posebice stoga što omogućava prilagodbu strijele krila promjenjivim uvjetima leta (npr., krstarenje na velikim visinama, a zatim spuštanje na male visine radi proboja protivničke PZO), a time i smanjuje potrošnju goriva pri radu pogonske skupine i povećava domet

zraka za američke zrakoplove **F-14A** i **F-15A**. F-15 sa svoja dva turboventilatorska motora F100 razvija 25 posto veću specifičnu potisnu snagu u odnosu na TF30 sa F-14. No prvi posjeduje krilo fiksne strijele nagiba 45° , dok potonji posjeduje krilo promjenjivog kuta nagiba koje može prema potrebi zauzeti kut u području od 23 - 72° . Zahvaljujući većem nagibu strijele F-14 postiže jednaku maksimalnu brzinu kao i F-15, a posjeduje bolji odnos uzgona u odnosu na otpor zraka koji se pri upotrebi očituje u smanjenoj potrošnji goriva.

SW koncepcija pokazala se korisnom i pri smanjenju utjecaja udara zračnih struja na sigurnost i udobnost leta. Kod zrakoplova s klasičnim krilima, koji lete nisko nad površinom zemlje povećanim brzinama, ovi udari mogu biti ne samo neu-godni za posadu letjelice već u pojedinim situacijama mogu dovesti i do gubitka kontrole, što može završiti i katastrofalno. U turbulentnim uvjetima na malim visinama leta vrijeme tolerancije posade na ovakve udare vjetra, kod zrakoplova klasične konstrukcije tj. s krilom male strijele i visokog aspekta pri brzini leta od $M=0.8$, iznosi najviše 5 minuta. Primjenom SW rješenja ono se može produžiti i za faktor 10, odnosno gotovo na sat vremena. Razlog leži u smanjenju aspekta krila: okomito ubrzanje krila zbog udara vjetra je proporcionalno brzini i uzgonskom zakaošenju, a obrnuto proporcionalno opterećenju krila. Prvi i treći čimbenik su određeni profilom leta odnosno tipom zadatke i na njih je nemoguće utjecati, ali srednji član je, u načelu, lako izmijeniti. Smanjenjem aspekta krila, uz istodobno povećanje kuta strijele dobivamo bitno smanjenje uzgonskog zakaošenja. Tako kod F-111 povećanjem strijele sa 16° na 72° smanjujemo aspekt sa 7.56 na 1.34. Osim izravnog poboljšanja, pomicanjem krila mijenjamo i donekle statičku ravnotežu letjelice, što dovodi do povećanja longitudinalne stabilnosti zbog spuštanja nosa. Time se u trenutcima najjačih okomitih udaraca nos letjelice najviše spušta



Grafikon koji pokazuje varijacije najvećeg uzgona i sile otpora (L/D_{MAX}) i C_{D_0} s promjenom strjele krila i brzine



Američki mornarički lovac F-14 Tomcat ima sustav za automatsku kontrolu, koje omogućava kontinuirano podešavanje kuta krila, ovisno o uvjetima leta

prema dolje i smanjuje osjetljivost na udare za faktor dva ili tri. Jedini SW zrakoplov koji odstupa (donekle) od ovoga je bombarder Rockwell B-1, koji posjeduje male kontrolne površine gotovo ispod same pilotske kabine pomoću kojih se izvodi stabiliziranje letjelice u spomenutim slučajevima. Prigodom takvih slučajeva let se odvija u tzv. zero-lift uvjetima tj. krila ne ostvaruju nikakav uzgon već se on dobiva isključivo od trupa letjelice. Naravno, tada je L/D omjer daleko od idealnog. Jedino ispravno rješenje bila bi izgradnja tzv. wawerider tijela koje posjeduje minimalni otpor, a koje zapravo predstavlja beskrilnu letjelicu. No, to na posto-

jećim letjelicama nije bilo moguće izvesti te je stoga na njima iskorištena tehnika prezakaošenja krila pri kojoj se odstupa od idealnog ponašanja pri udarima vjetra kako bi se osigurao bar minimalni uzgon koji proizvode krila.

Do sada navedene prednosti odnose se gotovo u potpunosti na krila koja su bliska superkritičnom profilu i velike strijele. No i krila male strijele, koja su uz to relativno debela imaju, u određenim uvjetima, neke prednosti. One su najočitije tijekom polijetanja i slijetanja. Tanko krilo velike strijele posjeduje maksimalni koeficijent uzgona $C_{L_{max}}=1$. To znači da su im potrebne dugačke staze za polijetanje i slijetanje.



U bivšem SSSR-u se tijekom šezdesetih pojavilo nekoliko borbenih zrakoplova sa SW (poput MiG-23 na slici), koji su za promjenu kuta strijele krila koristili skokoviti način, koji je inferiorniji prema kontinuiranom načinu promjene, primijenjenom kod npr. F-14 Tomcata

je, po mogućnosti dobro pripremljene. Krila male strijele i velike debljine posjeduju u rasponu $Cl_{1.5-3.5}$ gdje je najvjerojatnija vrijednost oko 2.5. Kombiniramo li ovo sa zakrilcima s dvostrukim procjepom i nekim od visokouzgonskih uređaja dobit ćemo letjelicu kojoj je potrebna kratka staza za polijetanje ili slijetanje, ali kod SW-a se to koristi s ciljem minimiziranja površine krila, uz zadržavanje poželjnih karakteristika. Ponovno nam je najbolji pokazatelj

usporedba brzine prilaza nosaču zrakoplova F-14A i F-4J koja iznosi za prvi zrakoplov 213 km/h u odnosu na 293 km/h kod potonjeg.

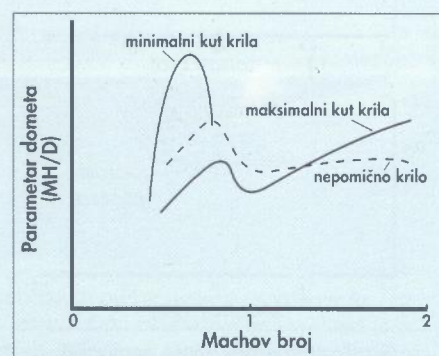
Nedostatci SW

Poput svih rješenja koja se danas primjenjuju niti SW nije bez nedostataka. Kao glavni nedostatak se navodi povećana longitudinalna stabilnost letjelice. Ovo može zvučati neozbiljno, pa je ovu tvrdnju potrebno malo bolje obrazložiti. Pomicanje krila mijenja središte mase zrakoplova, ali zbog malog udjela koji ona imaju u samoj masi letjelice, ova promjena nije značajna. Prigodom leta određene mase i određenom brzinom AoA raste s povećanjem

kuta strijele zbog smanjenja aspekta krila, odnosno povećanja uzgonskog zakošenja. To dovodi do povećanja statičkih margina zrakoplova, sila uravnoteženja koju mora proizvesti repni dio je veća u odnosu na statički nestabilne zrakoplove, što dovodi do povećanog otpora repa i njegove interferencije sa strujanjem fluida preko krila.

Ujedno, povećanje statičke margine tj. središta mase od središta uzgona pri maksimalnoj strijeli znači da se sa povećanjem uzgona povećava i spuštanje nosa zrakoplova kako bi letjelica bila stabilna. No to dovodi do potrebe za povećanim otklonom repnih površina u svrhu uravnoteženja promjena brzine i akceleracije. Time se bitno povećavaju sve sile otpora zraka gibanju letjelice pri manevriranju. Paradoksalno je da je zahtjev za maksimalnom stabilnošću pri malom kutu strijele postao i glavna zapreka ovom rješenju, jer je donio inherentnu stabilnost i pri velikim kutevima strijele što rezultira nešto slabijom pokretljivošću. Rješenje ovog problema postoji, ali ono nije potpuno. Ukoliko se krilo podijeli na dva dijela, od kojih je samo jedan, i to onaj vanjski, pomičan tada će negativni utjecaji biti znatno reducirani. Ovo rješenje se danas i najčešće primjenjuje, a poznato je kao krilo promjenjive strijele s vanjskim središtem zakretanja, za razliku od do tada primijenjivanog unutrašnjeg središta zakretanja krila. Princip smanjivanja negativnog djelovanja temelji se na smanjenju pomaka aerodinamičkog središta tj. središta uzgona. Naravno da sada u svekoliki proračun treba uzeti i djelovanje nepokretnih dijelova krila, njihovu zakošenost, te nepovoljno djelovanje procijepa između pokretnog i nepokretnog dijela.

Prvi serijski zrakoplovi na kojima je primijenjena SW koncepcija načinjeni su sa vanjskim središtima zakretanja krila (odnosno okretnicama krila). Grumman je otišao čak i korak dalje dodajući malene površine koje pojačavaju utjecaj nepokretnog dijela krila pri velikim kutevima strijele, smanjujući statičku marginu za 50 posto u odnosu na F-111. Ujedno pri manevru od 4g ove površine daju dodatni uzgon koji je ekvivalentan povećanju snage motora za 18 kN. Gotovo istodobno sa američkim javilo se i rusko korištenje SW koncepta s vanjskim središtem



Utjecaj promjene kuta krila na učinkovitost krstarenja zrakoplova



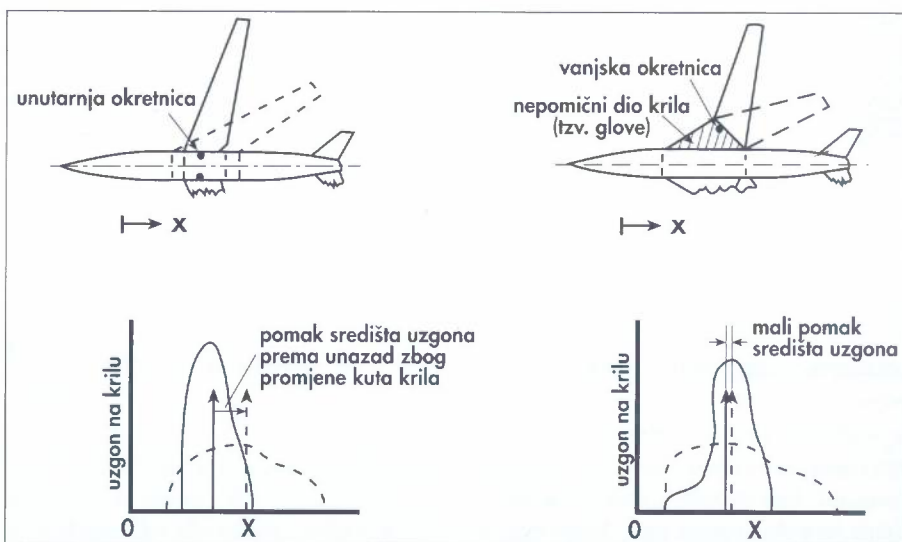
Prvi borbeni zrakoplov kod kojeg je uspješno primijenjen SW koncept bio je General Dynamics F-111

zakretanja na zrakoplovima MiG-23 i Su-17. Ovaj dizajn je kasnije još i doraden na zrakoplovima Tornado (na zapadu) odnosno Su-24 (na istoku).

Kao svojevrsan problem možemo iznijeti i specifičnost konstrukcije trupa koja mora pri velikim kutovima strijele smjestiti dio krila unutar sebe. Kod zapadnih letjelica to se izvodi pomoću gumene samonapuhavajuće vreće koja osigurava kontinuiranost konstrukcije i aerodinamičku glatkoću.

Zbog svoje specifičnosti, ali i manje mehaničke čvrstoće u odnosu na klasično krilo SW ne posjeduje nosače ubojnog tereta (barem ne u većini konstrukcija; postoje iznimke poput Tornado) na pomičnom dijelu krila, odnosno u većini slučajeva na njih se mogu postaviti nosači ukoliko se ne planira promjena kuta strijele tijekom leta.

Kao zadnju nepogodnost koju SW donosi, ne možemo zaobići ni povećanje mase zbog sofisticiranog mehaničkog sklopovlja koje je potrebno ugraditi u letjelicu kako bi osigurali ispravan rad ove konstrukcije. Povećanje mase može iznositi čak i 2-5 posto od ukupne mase



Dva koncepta izvedbe SW, s unutarnjom (lijevo) i vanjskom (desno) okretnicom krila

letjelice, tada ono više i nije zanemarivo.

Djelovanje SW-a možemo podijeliti u dvije skupine: kontinuirano i skokovito. Kod prvog krilo može zauzeti bilo koji kut u rasponu od minimalne do maksimalne strijele. Zbog nešto veće mehaničke složenosti ovakve konstrukcije,

kao i potrebe ugradnje elektronskog sustava koji stalno kontrolira promjenu kuta krila, povećanje mase je veće, ali je sukladno tome i kvaliteta ovakvog rješenja na višoj razini. Njega pretežito nalazimo kod zrakoplova zapadnog podrijetla (osim Tornado koji posjeduje skokovitu promjenu s četiri položaja).

U bivšem SSSR-u i kasnije u Rusiji češće je bio korišten grublji i manje kvalitetan sistem kod kojeg krilo može zauzeti samo distinktan broj pozicija (najčešće tri) tj. sustav sa skokovitom promjenom strijele.

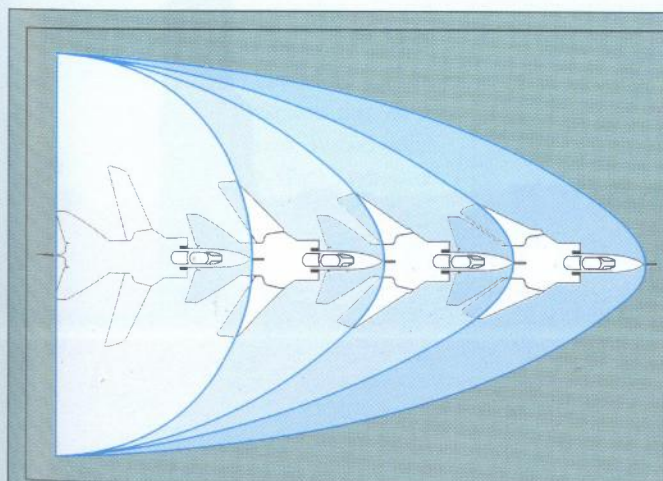
Prednosti koje SW pruža nisu primjenjive samo na lovačkim i jurišnim zrakoplovima, već i na bombarderima kao što dokazuje primjer ruskog Tupoljeva Tu-22M i Tu-160, odnosno

američkog Rockwella B-1A i B-1B Lancera (gdje su te prednosti izrazitije, jer kod ovih zrakoplova jedan od primarnih zahtjeva je što veći akcijski radijus, u čemu SW ima prednost pred ostalim konceptima). Njihova namjena je sasvim drugačija, ali se koncepcija krila promjenjivog kuta strijele, ili kako je pogrešno poznata kao krila promjenjive geometrije pokazala u njihovoj konstrukciji kao idealna.

Sada postoje dva djelotvorna sustava koji mogu osigurati zavidne letne karakteristike zrakoplovima: MAW i SW. Njihova primjena ovisi o željama i sklonostima pojedinih konstruktora. Oba posjeduju i neke nedostatke koji, iako ponekad i nisu toliko bitni, mogu posredno utjecati na njihovu sudbinu. Naravno, kao i sa svim ostalim tehnološkim rješenjima, samo vrijeme može pokazati koji će biti uspješniji.

Literatura:

- 1) Arnold M. Kuethe, Chen-Yen Chow: Foundations Of Aerodynamics : Bases Of Aerodynamic Design, Wiley, 1986.
- 2) T.E. Faber : Fluid Dynamics For Physicist, Cambridge University Press, 1995.
- 3) Ray Whithford : Designed for Air Combat; Jane's Information Group, London 1989.



Prikaz SW mogućnosti kod jurišnog zrakoplova Panavia Tornado IDS. SW koncept, bez obzira na to što uslođava konstrukciju zrakoplova, posebno je pogodan za jurišne zrakoplove i bombardere. Kao što se vidi na primjeru Tornadoa, strijela krila pri uzletu je 25° - raspon krila je minimalan a opterećenje krila najveće; u

kombinaciji s pretkrilcima i zakrilcima s dvostrukim procjepom to omogućava malu duljinu uzletne staze (oko 900 m) čak i pri uzletu s najvećim ubojnim teretom (9 tona). Tijekom krstarenja, strijela krila može biti 45° ili 58°, da bi pri proboju protivničke PZO na maloj visini brzinom većom od 1 Macha iznosila 67°

Proturaketni sustav S-300V

Vladimir SUPERINA

Potkraj sedamdesetih i tijekom osamdesetih godina bivši SSSR je uveo u operativnu uporabu cijeli niz modernih protuzrakoplovnih sustava, kako u postrojbe kopnene vojske tako i u poseban vid svojih oružanih snaga za PZO teritorije¹⁾. Razvojem tog naoružanja znatno je ojačao svoje ukupne PZO sposobnosti odgovarajući tako na prethodni intenzivan razvoj sredstava za napadaje iz zraka. Naravno, ti i ini novi sustavi, tada uvođeni u operativnu uporabu, nisu mogli razriješiti proturječnosti razvoja te velike zemlje, pa niti usporiti njezin raspad, ali je njihova pojava diljem svijeta, a posebno u SAD-u, izazivala veliku pozornost. Tadašnji SSSR je oružje i podatke o njemu čuvao kao najveće tajne. Nakon raspada SSSR-a većinu tog oružja Rusija je prvi put javno prikazala na izložbi Mosairshow '92 u Moskvi, a potom ponudila na prodaju čak i zemljama koje su se još prije nekoliko godina smatrale neprijateljskim.

Među svim PZO sustavima vjerojatno je najveću pozornost izazivao sustav **S-300V**²⁾, prvi svjetski proturaketni raketni sustav koji je zadržao i vrlo respektivne mogućnosti u borbi protiv zrakoplova te krstarećih projektila. Namjena i mogućnost ovakvih PZ sustava, kao i njihova tehnička rješenja aktualizirana su posebno nakon Zaljevskog rata 1991., u kojem se prvi put u povijesti ratovanja jedan raketni sustav PZ obrane suprotstavio i to učinkovito, protivničkom napadaju balističkih raketa taktičke i operativne namjene³⁾. Sustavi slične namjene aktualni su i danas iz više razloga. Činjenica je kako balističke rakete taktičke i operativne namjene proizvodi desetak zemalja u svijetu, razvija još nekoliko, a posjeduje dvadesetak zemalja. Očekuje se povećanje broja zemalja koje će željeti posjedovati takve rakete, a vjerojatno ih i proizvoditi. Dio zemalja posjednica balističkih raketa izrazito je agresivan na međunarodnoj sceni, poglavito prema nekim susjedima. Balističke rakete neprestano se usavršavaju, kako povećanjem dometa tako i preciznošću pogađanja. Nekolikovodećih svjet-

Ruski proturaketni sustav S-300V primarno je namijenjen za antibalističku obranu, ali zadržao je i respektivne mogućnosti u borbi protiv zrakoplova i krstarećih projektila



skih zemalja ili skupina razvijaju proturaketne raketne sustave slične sustavu S-300V s ciljem smanjenja opasnosti od djelovanja po njihovom teritoriju i oružanim snagama balističkim raketa⁴⁾.

Iskustva i rješenja u konstrukciji te predviđenoj taktici uporabe sustava S-300V svakako su im dobro došla, kako radi ubrzavanja vlastitih projekata tako i radi konstrukcije sustava za ometanje i uništenje sustava S-300V, ako bi se

on našao u obrani protivničke strane. Kroz prizmu ovih nastojanja valja promatrati kupovinu i dopremanje njegovih najvažnijih dijelova u SAD prije nešto više od godine, što je izazvalo dosta velik publicitet u medijima, posebno u tisku s vojnom tematikom.

Razvoj S-300V

Sustav S-300V vjerojatno je razvijan od sredine sedamdesetih godina, a najčešće se dovodi u svezu s projektom **Pershing II**. Intenzivnije uvođenje u operativnu uporabu balističkih raketa i krstarećih projektila zemalja NATO saveza, njihovo smještanje u Europu, predviđena uporaba u budućem sudaru vojnopolitičkih saveza na europskom tlu i radovi na znatnom povećanju preciznosti ovih raketa kulminirala je projektom raketnog sustava **Pershing II** potkraj sedamdesetih godina⁵.

Prednost balističkih raketa operativne namjene nad onima strategijske namjene bila je u pokretljivosti njihovih lansera, koje je postalo znatno teže pronaći i uništiti prije lansiranja raketa. Njihov povećani domet, po prosudbi sovjetskih vojnih analitičara mogao je ugroziti čak i Moskvu i to u trenutku otpočinjanja sukoba. Ovi i neki drugi razlozi natjerali su vojno vodstvo tadašnjeg SSSR-a na razmišljanje o pokretnom proturaketnom raketnom sustavu u sastavu kopnene vojske koji će moći uništavati već lansiranu balističku raketu taktičke i operativne namjene prije nego ona postane opasna za branjeni objekt.

Prve informacije o postojanju, tada vjerojatno prototipnih, paljbenih jedinica sustava S-300V na zapadu su se pojavile 1982. godine. Sustav se počeo uvoditi u operativnu uporabu 1986., ali samo s manjim raketama tipa 9M 83 (SA-12a "Gladiator"). Proširenje sustava većim raketama tipa 9M 82 (SA-12b "Giant") vjerojatno datira od početka 1992. godine. Za potrebe zemalja ZND-a proizvodi se i rabi inačica sustava **S-300V1**, a stranim kupcima se nudi inačica sustava S-300V. Koja je razlika između ova dva sustava nije javno objavljeno, no pretpostavka je kako postoji razlika u sustavu veza brigadnog zapovjednog mjesta 9S 457-1 s vanjskim izvorima podataka o ciljevima (satelitima i letećim radarskim postajama) i možda u otpornosti sustava na ometanje.

Sustav S-300V trenutačno rabe samo Rusija i Ukrajina, no on se intenzivno reklamira i nudi potencijalnim kupcima. U svibnju 1994. godine rusko ministarstvo obrane je objavilo podatak da se Kuvajit odlučio za nabavu sustava.



Motrilačko akvizicijski radar kružnog motrenja 9S 15MT je brigadno temeljno sredstvo za otkrivanje zrakoplova i drugih zračnih ciljeva

Je li do realizacije odluke došlo, nije objavljeno.

Komponente sustava S-300V

Proturaketni raketni sustav S-300V sastoji se iz nekoliko temeljnih borbenih dijelova.

Motrilačko akvizicijski radar kružnog motrenja 9S 15 MT ima NATO kodnu oznaku "Bill Board". Ovaj radar temeljno je brigadno sredstvo za otkrivanje zrakoplova i drugih zračnih ciljeva. Uloga mu je praćenje situacije u zraku, rano uzbunjivanje posada

obrađenim ciljevima bežičnom ili žičnom vezom dostavlja na brigadno zapovjedno mjesto.

Motrilačko akvizicijski radar sektorskog motrenja 9S 19 MT ima NATO kodnu oznaku "High Screen". Ovaj radar temeljno je brigadno sredstvo za otkrivanje balističkih raketa koje su po pravilu vrlo brzi ciljevi i male su odrazne površine. Sporedna mu je uloga otkrivanje zrakoplova, postavljajući smetnji koji lete na srednjim i velikim visinama i izvidničkih zrakoplova koji najčešće lete također visoko, ali i brzo.

Motrilačko akvizicijski radar sektorskog motrenja motri zračni prostor u zadanom sek-

Motrilačko akvizicijski radar sektorskog motrenja 9S 19MT namijenjen je za otkrivanje balističkih raketa





Brigadno zapovjedno mjesto 9S 457-1 prikuplja i obrađuje podatke o ciljevima u zraku i raketnim bitnicama dodjeljuje ciljeve za gađanje

toru širine po 45° lijevo i desno od zadanog smjera po azimutu i 50° po elevaciji. Učinkovit domet mu je do 175 km, a najveća grješka određivanja kutnih koordinata do 15 minuta, te daljine do 300 m. Istodobno može otkrivati i pratiti putanju leta do 16 vrlo brzih ciljeva i 6

postavljača smetnji ili do 20 vrlo brzih ciljeva i 3 postavljača smetnji. Podatke o praćenim putanjama bežičnom ili žičnom vezom dostavlja na brigadno zapovjedno mjesto. Radar sektorskog motrenja prioritetni je radar u sustavu motrenja i podatci o brzim ciljevima dobiveni s njega

imaju, na zapovjednom mjestu, prioritet u odnosu na druge podatke. I ovaj radar u borbenom radu posluhuje posada od četiri člana.

Brigadno zapovjedno mjesto 9S 457-1 osigurava prikupljanje podataka o situaciji u zraku radarom kruznoga motrenja 9S 15MT i/ili radarom sektorskog motrenja 9S 19 MT i/ili nekom od postaja za vođenje raketa s kojima ima dvosmjernu bežičnu ili žičnu vezu. Zapovjedno mjesto posjeduje i opremu za prijem podataka o ciljevima, posebno balističkim raketama, osmotrenim letećim radarskim postajama ili satelitima. S brigadnog zapovjednog mjesta upravlja se režimima rada radara kruznoga motrenja, zatim određuje sektor motrenja radara sektorskog motrenja i upravlja režimima njegovog rada. Tu se prati situacija u zraku i dodjeljuju ciljevi pojedinim raketnim bitnicama na

gađanje. Odatle se zapovjeda tehničkim ekipama u slučaju potrebe za intervencijama na tehnici i snagama borbenog osiguranja brigade. Zapovjedno mjesto 9S 457-1 može istodobno upravljati sa do četiri postaje za vođenje raketa, obrađivati do 70 osmotrenih ciljeva i dodjeljivati na gađanje do 24 cilja raketnim bitnicama. Zapovjedno mjesto u borbenom radu posluhuje sedam članova posluhuje.

Zapovjedno mjesto 9S 457-1, motrilačko akvizicijski radar kruznoga motrenja 9S 15 MT i motrilačko akvizicijski radar sektorskog motrenja 9S 19MT u borbenom su radu, međusobno udaljeni nekoliko stotina metara, a svi zajedno čine borbenu tehniku zapovjedne bitnice PZO brigade sustava S-300V.

Brigada može imati do četiri raketne bitnice. Raketna bitnica je najniža i nedjeljiva paljbena jedinica, a njezina temeljna borbeno sredstvo su mnogokanalna radarska postaja za vođenje raketa, temeljni lanseri, dopunski lanseri i rakete.

Mnogokanalna radarska postaja za vođenje raketa 9S 32-1 ima NATO kodnu oznaku "Grill Pan". Njezina temeljna zadaća je precizno izračunati koordinate ciljeva koji su bitnici dodijeljeni na gađanje, još jednom ih identificirati kao neprijateljski, uključiti na pripremu rakete za gađanje, računalo raketa snabdjeti podatcima o postojanju cilja u trenutku lansiranja i motriti zračni prostor na ekstremno malim visinama na kojima se uvijek može iznenada pojaviti novi, često opasan cilj. Ovu postaju posluhuje, u borbenom radu, posada od pet ljudi. Ciljeve odrazne površine 2 m² otkriva na najvećoj daljini 150 km u automatskom i 140 km u ručnom režimu rada, a izmjerene koordinate mjere se vrlo točno; najveća grješka mjerenja kutnih koordinata je samo 8 minuta, najveća grješka mjerenja daljine 15 m i brzine 1,4 m/s. Da bi ovaj radar bio učinkovit cilj mora imati najmanju odraznu površinu 0,02 m² što je dovoljno i za gađanje nekih prorubrodskih raketa. Kako antena ima ograničeno polje zakretanja po azimutu pokriva prostor od 340°, a ne puni krug, dok po elevaciji skanira od 0° do 42°. Bežičnom ili kablovskom vezom je svaka postaja 9S 32-1 povezana i s brigadnim zapovjednim mjestom 9S 457-1 i s temeljnim lanserima svoje bitnice kojih može biti do šest. Tim vezama od brigadnog zapovjednog mjesta dobiva usmjerenje na dodijeljeni cilj za gađanje i osnovne podatke o tom cilju, a nakon njegove obrade potrebne podatke šalje na osnovne lansere. Postaja 9S 32-1 može istodobno obrađivati do šest ciljeva, nezavisno o njihovim letnim i drugim značajkama. O ciljevima koji se iznenada pojave na malim visinama automatski izvješćuje brigadno zapovjedno mjesto i temeljem logike ugrađene u računalo, ako predstavljaju opasnost za samu postaju, gađa ih.

Temeljni lanseri 9A 82 i 9A 83 su dva

Mnogokanalna radarska postaja za vođenje raketa 9S 32-1 precizno izračunava koordinate cilja, prati ga, lansira rakete i motri prostor oko sebe na ekstremno malim visinama





Temeljni lanser 9A 82 nosi po dvije rakete 9M 82. Iznad kabine vozila je antena radara za osvjetljavanje cilja

tipa lansera s kojih se lansiraju dvije vrste raketa sustava S-300V. Nezavisno od tipa lansera svakog posluju po tri člana posluge.

Temeljni lanser tipa 9A 82 namijenjen je za nošenje, predstartnu pripremu i lansiranje većih raketa tipa 9M 82, a temeljni lanser tipa 9A 82 za manje rakete tipa 9M 83. Temeljni lanser 9A 82 nosi po dvije rakete, a temeljni lanser 9A 83 po četiri rakete na sebi. Lanseri nisu međusobno zamjenjivi, odnosno sposobni primiti, pripremiti i lansirati i drugi tip raketa. Oba tipa lansera primaju na sebe rakete u lansirnim kontejnerima, tvornički zapakirane. U pohodnom položaju lansera, rakete se nalaze u vodoravnom položaju na šasiji lansera, a kad se lanser prevede u borbeni položaj rakete bivaju elektrohidrauličnim podizračima izdignute u okomit položaj i dnom lansirnog kontejnera oslonjene na tlo. Iz tog položaja se i lansiraju. Temeljni lanseri na sebi imaju i aparaturu za predstartnu pripremu raketa u čijem je sastavu računalo koje računalu rakete prenosi podatke o položaju gađanog cilja u prostoru. Temeljem toga se određuju podatci za početnu fazu leta rakete koja je tipično inercijalno vođena.

Na svakom osnovnom lanseru je i radar za osvjetljavanje cilja. Antena tog radara na osnovnom lanseru tipa 9M 82 je montirana iznad kabine vozila i ne može se izdizati. Mogućnost njenog pokretanja po azimutu je lijevo i desno od smjera vozila za po 90°, odnosno 110° po elevaciji. Time je omogućeno gađanje ciljeva samo u izabranom smjeru za kojeg se unaprijed prosudi da je smjer iz kojeg se očekuje napadaj balističkim raketama. Antena radara za osvjetljavanje cilja na lanseru tipa 9A 83 izdiže se, u borbenom radu, na antenski stup visok desetak metara i okreće se po azimutu za 360°. Time je omogućeno gađanje ciljeva tipa

zrakoplova i krstarećih raketa u svim smjerovima.

Veza temeljnih lansera s mnogokanalnom postajom za vođenje raketa je radio i/ili kablovska veza.

Dopunski lanseri 9A 84 i 9A 85 su lanseri općim izgledom vrlo slični temeljnim lanserima, ali bez radara za osvjetljavanje cilja i

uređaja za pripremu raketa. Umjesto spomenutih uređaja na dopunskim lanserima je ugrađena dizalica za pretovar raketa. Ta dizalica služi za sve vrste pretovara pojedinačnih raketa, primjerice iz skupnih kontejnera ili sa šlepera za prijevoz raketa na dopunski lanser, s dopunskog lansera na temeljni lanser, za skidanje s lansera rakete koja nije startala i za druge pretovare.

Pored zadaće dovoza raketa do paljbenog položaja i dopunjavanja temeljnih lansera, s dopunskog lansera rakete se mogu i lansirati. Stoga i dopunski lanser ima uređaj za podizanje raketa u okomit položaj. Upravljanje predstartnom pripremom i lansiranje raketa s dopunskog lansera osigurava uređaj na osnovnom lanseru, a da bi se ovako lansiranje ostvarilo dopunski se lanser mora parkirati uz temeljni na nekoliko metara udaljenosti i s temeljnim spojiti kablovskom vezom. Jedan temeljni prima na sebe jedan dopunski lanser. I dopunske lansere posluju posada od tri člana. Ni dopunski lanseri nisu univerzalni pa dopunski lanser tipa 9A 84 odgovara osnovnom lanseru tipa 9A 82 i većoj raketi 9M 82, a dopunski lanser tipa 9A 85 odgovara osnovnom lanseru tipa 9A 83 i manjoj raketi tipa 9M 83.

Sustav S-300V rabi dvije rakete: veću **9M 82** koju na zapadu zovu **Giant** i manju **9M 83** koju na zapadu zovu **Gladiator**. Obje su rakete rad istog konstruktorskog zavoda i po tvrdnji proizvođača njihovi drugi stupnjevi su gotovo

Temeljne značajke sustava S-300V

Organizacijski ustroj: brigada sa 4 raketne bitnice

Radari: • motrilačko akvizicijski radar kružnog motrenja 9S 15MT

- domet 250 km
- broj praćenih ciljeva 200
- broj članova posluge 4

• motrilačko akvizicijski radar sektorskog motrenja 9S 19MT

- domet 175 km
- broj praćenih ciljeva 20
- broj članova posluge 4

• mnogokanalna radarska postaja za vođenje raketa 9S 32-1

- domet 150 km
- broj gađanih ciljeva 6
- broj članova posluge 5

Brigadno zapovjedno mjesto 9S 457-1

- broj praćenih ciljeva 70
- broj ciljeva koje dodjeljuje na gađanje 24
- broj članova posluge 7

Granice zone uništenja bitnice (za zrakoplove / za balističke rakete)

- Bliža 6 km / 8 km
- Dalja 100 km / 40 km
- Donja 25 m / 2 km
- Gornja 30 km / 25 km

Najveća brzina cilja

3000 m/s

Priprema sustava za borbeni rad

5 minuta

Broj raketa u bitnici

24 do 48 zavisno od tipa lansera



Zajednička snimka komponenti sustava S-300V

identični. Međusobno se razlikuju po veličini i potisku motora prvog stupnja radi čega postižu i različite brzine leta, te zahtijevaju i različite kontejnere u koje se smještaju. Rakete tipa 9M 82 imaju najveću brzinu 2400 m/s ili približno 7 Macha, a rakete tipa 9M 83 nešto su sporije i imaju najveću brzinu od 1700 m/s ili približno 5 Macha.

Rakete su i izgledom svog tijela, što je vidljivo na prvi pogled, prilagođene za vrlo velike brzine leta. Aerodinamička shema obaju raketa je "normalna" shema. Rakete se još u tvornici pakiraju u lansirne kontejnere i hermetički zatvore, te ne zahtijevaju nikakve radove na sebi tijekom propisanog vremena čuvanja.

Predstartna priprema rakete traje 15 sekundi, a tempo lansiranja raketa je 1,5 sekundu. Tijekom predstartne pripreme, odnosno neposredno nakon pritiska gumba "start", u računalu rakete se uvedu podaci o položaju cilja u prostoru. Temeljem tih podataka raketa će se, nakon starta, inercijalno kretati u zadanu točku odrađujući zadani kut zakretanja i uvrtnja, nakon čega će biti zahvaćena mnogokanalnom postajom za vođenje raketa i uvedena u točan smjer prema cilju. Nakon toga će se aktivirati raketin sustav za samonavođenje te će raketa repnom antenom primati poslani signal radara za osvjetljavanje cilja s lansera, a čelnom antenom signal odbijen od cilja. Kompariranjem ta dva signala nastat će signal samonavođenja rakete na cilj.

Bojna glava rakete je fragmentirajućeg tipa, procjenjene mase od oko 150 kg. Posjeduje blizinski radio upaljač. Kako se raketom mogu

gađati i relativno spori ciljevi, primjerice leteće radarske postaje, kao i ciljevi srednjih brzina, primjerice strateški izviđači, ali i oni vrlo brzi, primjerice balističke rakete, uz uvijek približne značajke leta rakete, brzina zblizavanja cilja i rakete može biti dosta različita. Kako bi se osiguralo da najveći mogući broj fragmenata uvijek pogodi cilj i naravno, uništi ga, ugrađena je u bojnu glavu mogućnost njezinog detoniranja s prednje, zadnje, ili obaju strana istodobno, čime se utječe na dijagram razleta fragmenata u zavis-

Temeljni lanser 9A 83 nosi po četiri rakete 9M 83 Iznad kabine vozila je radarska antena za osvjetljavanje cilja izdignuta na antenski stup visok desetak metara, što omogućava gađanje zrakoplova na vrlo malim visinama



nosti od brzine zblizavanja cilja i rakete.

Za osiguranje "hladnog" okomitog starta rakete u lansirnim kontejnerima su ugrađeni posebni plinogeneratori koji u trenutku starta rakete stvaraju dovoljan nadpritisak u lansirnom kontejneru za lomljenje gornjeg poklopca kontejnera na točno proračunatim mjestima i izbacivanje rakete pedesetak metara okomito uvis. Tek nakon toga starta motor prvog stupnja.

Zahvaljujući ovakvom startu moguće je okomito lansiranje, a da se pri tome ne ošteti lansirno vozilo i oprema na njemu.

Pored opisanih borbenih dijelova sustava raketna brigada S-300V posjeduje i niz drugih, neborbenih vozila na kojima je oprema za podešavanje, održavanje i popravljivanje borbenih dijelova sustava, zatim doknadni dijelovi sustava, vozila za prijevoz drugog bojnog kompleta raketa, vozila i oprema za manipulaciju raketama i dijelovima sustava itd.

Stoga opisana brigadna tehnika na ukupno 43 borbena vozila i njihova posluga od ukupno 143 ljudi čini samo borbeni temelj brigade od više stotina ljudi i preko 150 vozila razne namjene i veličine.

Borbenne sposobnosti sustava

Raketni sustav S-300V karakterizira velika prohodnost njegovih dijelova. To je postignuto smještanjem glavnih borbenih podsustava na gusjeničarsku šasiju izvedenu iz univerzalne šasije MT-T s ugrađenom navigacijskim uređajem i smještanjem svih ostalih pomoćnih sustava na vojne izvedenice terenskih kamiona **KrAZ, Ural i ZIL**. Zahvaljujući ovome, najveće vozilo sustava ima dimenzije: dužinu 12,257 m; širinu 3,380 m; visinu 3,775 m; te masu 48 tona. Kako je sva borbena tehnika na gusjeničarskim šasijama koje imaju mali radijus zaokretanja relativno se lako kreće uskim putevima (najmanje širine 3,6 m), izvan puteva, po brdovitim i šumovitim predjelima.

Sustav je već nakon 5 minuta od zaposjedanja novog paljbenog položaja spreman za borbeno djelovanje, zahvaljujući činjenici da ne zahtijeva posebno uređen paljbeni položaj, zatim posjedovanju navigacijskih uređaja u svakom vozilu, a služe i za međusobnu orijentaciju sustava, autonomnih izvora elektronapajanja na svakom vozilu; radiovezi za međusobnu vezu između pojedinih elemenata sustava i sposobnosti da svi uređaji izađu na radni režim za samo 30 sekundi od uključivanja. Ukoliko se planira duže zaposjedanje istog paljbenog položaja između pojedinih elemenata sustava se uspostavlja kablovska veza kablovima koji postoje u kompletu sustava. Postavljanje kablova se izvodi po planu za tu radnju tako da se ne narušava sposobnost sustava za borbeno djelovanje i obavljanje ostalih bojnih zadaća. Vrijeme



Stražnji pogled na lanser 9A 83

prevođenja sustava iz dežurnog položaja s posadom na svojim mjestima (iz spremnosti br. 1) u spremnost za lansiranje je samo 40 sekundi. Malu brzinu reagiranja sustava svakako omogućava ugrađena moderna tehnologija zasnovana na digitalnim računalima, radarima s fazirajućom antenskom rešetkom i odličnom zaštitom na ometanje, ali i principu okomitog lansiranja raketa koji ne zahtijeva utrošak vremena na zakretanje lansera u smjeru cilja, te brza predstartna priprema raketa. Premda sustav može gotovo istodobno gađati do 6 ciljeva s do 12 raketa problem utroška raketa na prethodna gađanja gotovo je zanemariv. Naime, svaka bitnica može imati od 24 do 48 raketa na lanserima. U borbenim djelovanjima kad se očekuje masovni nalet ciljeva uobičajeno se najprije lansiraju rakete s dopunskih lansera, a prazni dopunski lanseri se odmah šalju na dopunu novim

raketama. Dopuna svakog lansera traje oko 10 minuta. Ako mjesto dopune novim raketama nije predaleko od paljbenog položaja bitnice, nove rakete mogu stići na paljbeni položaj za vrlo kratko vrijeme. Pravilnom dodjelom ciljeva bitnicama i manevrom lanserima može se sustavom S-300V odbijati izrazito zgusnut napadaj zrakoplovnih i raketnih snaga. Kako brigada u

početku djelovanja raspolaže s 96 do 192 rakete (zavisno od vrste i broja lansera) bez popune novim raketama sposobna je gađati 48 do 192 cilja.

I granice zone uništenja ovog sustava su respektivne i za balističke rakete iznose od 8 do 40 km po daljini i od 2 do 25 km po visini, a za zrakoplove od 6 do 100 km po daljini i od 25 m do 30 km po visini. Najveća brzina cilja koji se može gađati je 3000 m/s.

No, i pored zaista respektivnih mogućnosti sustava, mogućnost gađanja balističkih raketa koje bi se osmotrile samo brigadnim radarom sektorskog motrenja bez dojava o njihovom lansiranju s nekog drugog sustava za rano upozorenje mogla bi biti upitna, pogotovo ako posada raketnog sustava nije u spremnosti br. 1. Stoga je postojanje sustava za rano upozorenje izuzetno značajno ako se želi učinkovito suprotstaviti raketnom napadaju. Rusija, a vjerojatno i dio drugih zemalja Zajednice Nezavisnih Država takve mogućnosti ima, no za ostale zemlje potencijalne kupce problem je aktualan.

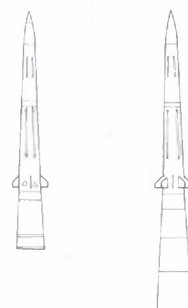
Sustav S-300V je glavni sustav kopnene vojske koji se koristi na operativno-strateškoj razini (ruski, Front). Na nižim razinama organiziranja Rusi također imaju raketne i topničke sustave PZO koji čine jedinstven sustav PZO određenog područja kojeg pokriva front. Posjedovanje motrilačkih radara respektivnih mogućnosti uz sustav S-300V i njihovo rabljenje samo za svoju raketnu brigadu ne bi bilo racionalno. Stoga se nameće pitanje kakve su mogućnosti povezivanja s drugim PZO pukovnijama i divizionima, te prikazivanje i primanje podataka o ciljevima u zračnom prostoru postoje na brigadnom zapovjednom mjestu sustava S-300V. Ovaj problem ne obrađuje nikakva dostupna literatura, a on je od izuzetnog značaja za jedinstven PZO sustav branjenog područja.

U proizvođačevim promidžbenim materijalima sustav se neopravdano uspoređuje s američkim sustavom Patriot s kojim bi bilo uputnije uspoređivati ruski sustav S-300PMU. Sustav S-300V možda bi se mogao uspoređivati s najnovijim programom Patriot PAC 3.

Temeljne značajke raketa

Ruska oznaka	9M 82	9M 83
US oznaka	SA-12b	SA-12a
NATO oznaka	Giant	Gladiator
Protežnosti raketa		
- dužina	6,1 m	4,7 m
- promjer	0,8 m	0,8 m
- masa	1500 kg	1000 kg
Dužina lansirnog kontejnera	7,3 m	6,25 m
Najveća brzina rakete	2400 m/s	1700 m/s
Tempo lansiranja	1,5 s	1,5 s
Vrijeme predstartne pripreme	15 s	15 s
Najduže vrijeme leta rakete	50 s	50 s

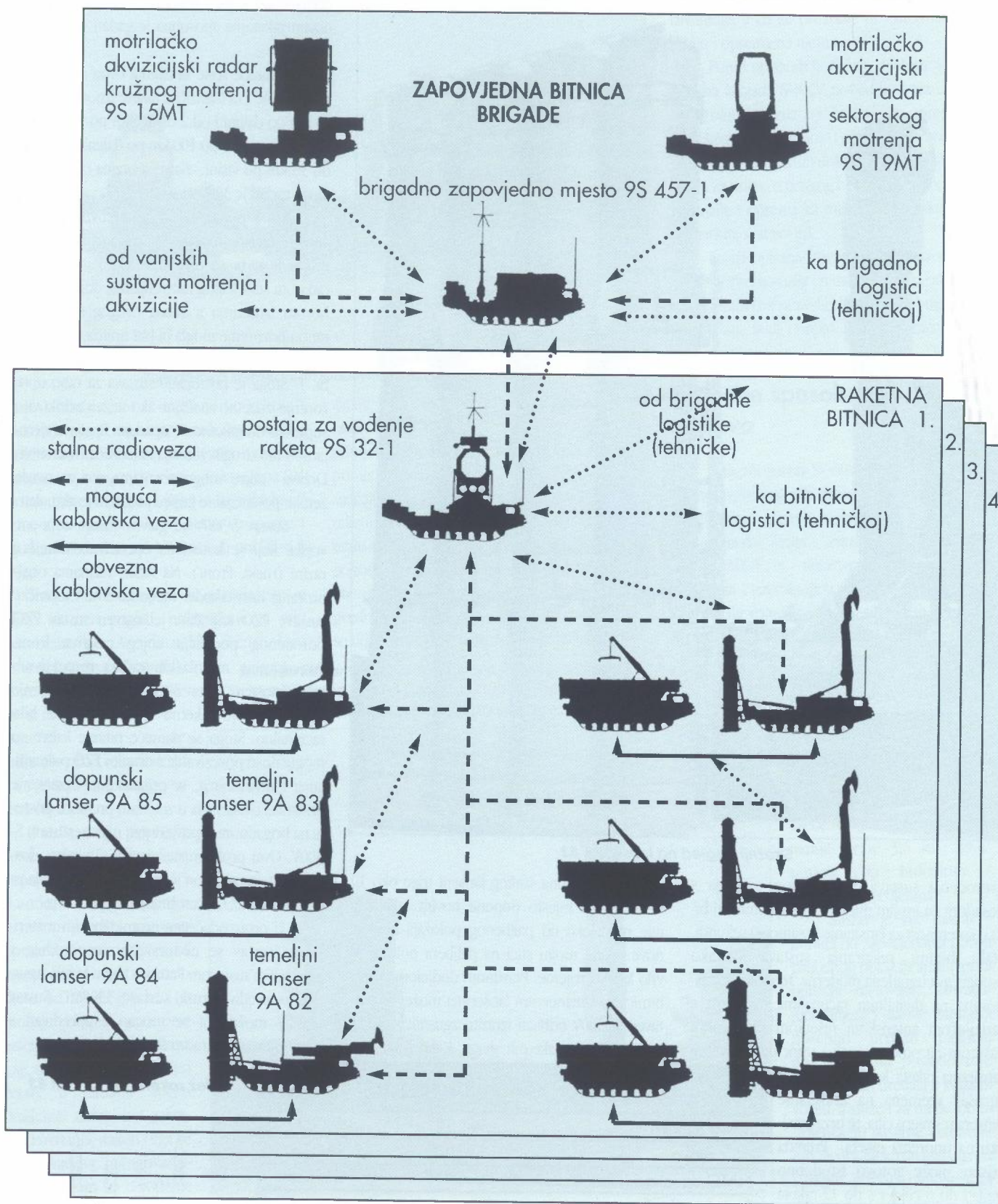
Crtež rakete 9M 82 i 9M 83



9M 82

9M 83

Shema organizacije ustroja i veza u brigadi PZO raketnog sustava S-300V



Istodobno se najavljuje mogućnost izvođenja značajnih poboljšanja sustava S-300V u povećanju zone uništenja do 200 km i u gađanju balističkih raketa s dometom većim od 3000 km. Stručnjaka za takvo što u Rusiji vjerojatno još uvijek ima, no može li i kako ta zemlja ekonomski nadalje pratiti ogromna ulaganja u razvoj naoružanja, upitno je. Uz sve ostaje povjesna činjenica kako je sustav Patriot jedini koji je do

sada u ratu gađao balističke rakete, te kako se svojim programom PAC-3 usmjerava u poboljšanje protubalističkih mogućnosti.

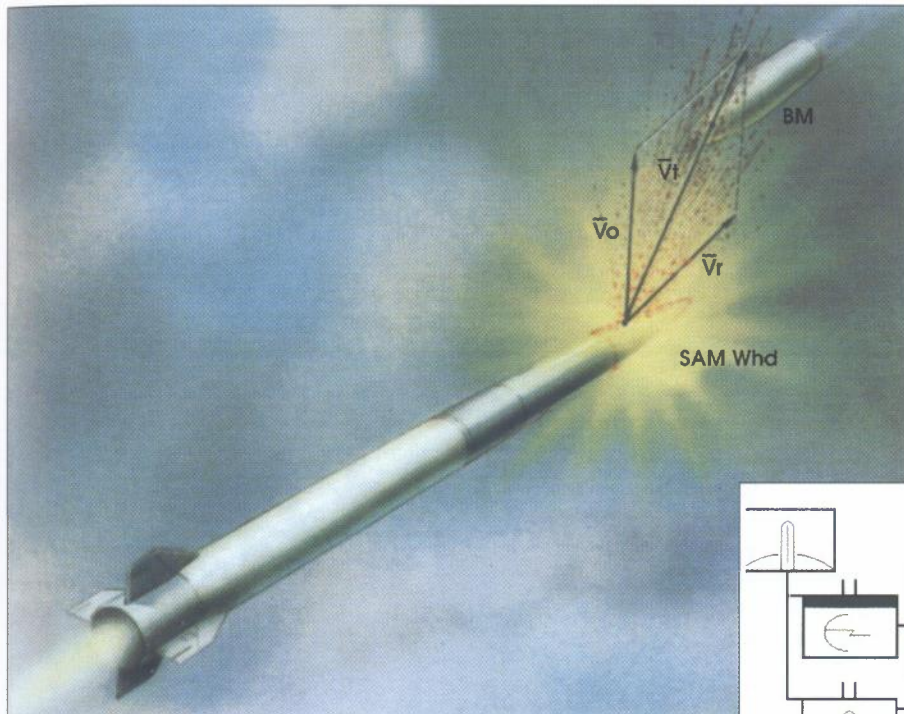
Bilješke:

1) Uvedeni su u operativnu uporabu: laki prijenosni raketni sustav Igla i Igla M (SA-16 i SA-18), mješoviti topničko raketni PZO sustav 2S6 Tunguska (SA-19), Tör (SA-15), Buk (SA-

11), S-300 P (SA-10) i S-300 V (SA-12), poboljšane su mogućnosti svih starijih sustava koji su još u uporabi, a upravo se uvodi u operativnu uporabu sustav Ural (SA-17).

2) S-300V - oznaka je kratica od visokopodvizni = visokopokretni

3) Američki PZ raketni sustav Patriot, premda prvotno konstruiran za borbu protiv zrakoplova, s netom završenom modifikaci-



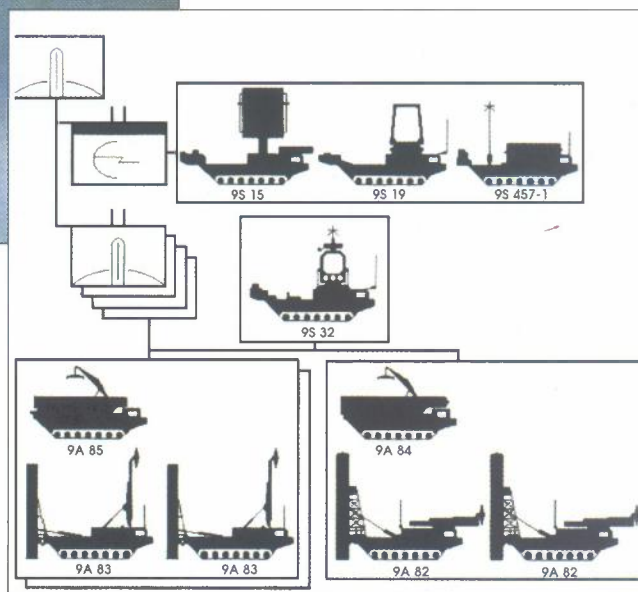
Dijagram razleta bojne glave zavisi od tipa cilja koji se gađa, odnosno od brzine zblizavanja cilja i rakete

jom za ograničeno proturaketno djelovanje učinkovito je gađao iračke rakete Scud i njihove izvedenice. Temeljem ruskih podataka (Voeni Vestnik 12/91) sustavom je gađano do 82 posto lansiranih Scudova, te uništeno 51,2 posto gađanih Scudova.

4) SAD razvijaju program THAAD (Theatre High Altitude Area Defence Missile), a

Izrael program Arrow, ali i europske zemlje udružuju napore u razvoju sustava FSAF

(Future Surface to Air Family) i TLVS (Taktisches LuftVerteidigungs System) koji bi



Dio komponenti sustava S-300V: u prvom planu je vozilo 9A 85 s kontejnerom/lansirnom cijevi projektila 9M 83 ispred njega; u pozadini je antena radara 9S 15MT, kao i lanser 9A 83 s podignutom antenom radara za osvjetljavanje cilja (na antenskom stupu)



trebali imati i protubalističke mogućnosti.

5) Od zapadnih raketnih sustava tlo-tlo u uporabu su bili uvedeni:

- Lance - u operativnoj uporabi od 1972. godine, dometa 120 km i snage bojne glave 1 do 100 Kt;

- Phuton - uveden u operativnu uporabu 1974. godine, dometa 120 km i snage bojne glave od 10 do 25 Kt (povučen iz uporabe);

- Pershing IA - uveden u operativnu uporabu 1969. godine, dometa 740 km i snage bojne glave od 60 do 400 Kt (povučen iz naoružanja);

Organizacija brigade PZO sustava S-300V

- Pershing II - uveden u naoružanje 1983. godine, dometa 2500 km, snage bojne glave do 400 Kt, s radarskom samokorekcijom putanje u završnoj fazi leta. Ova raketa bila je opremljena i kasetnom bojnom glavom s 80 punjenja, namijenjena za djelovanje po zrakoplovnim lukama i sličnim objektima (povučen iz naoružanja).

Literatura:

1. Promidžbeni materijali za sustav S-300V proizvodnog koncerna Antej;
2. Jane's Intelligence Review, veljača 1993. god. članak "Russian Tactical Ballistic Missile Defence: The Antey S-300V"; autor Steven J. Zaloga;
3. Military Parade, siječanj-veljača 1996. god., članak "S-300V Mobile Multichannel Air Defence Missile System"; autor Veniamin Jefremov;
4. Jane's Land Based Air Defence 1995/96. god.;
5. Military Technology br. 8/93. god., članak "S-300V: At the Top of Air Defence";
6. Armadni Tehnički Magazin 1994., članak "Rusky system S-300V";
7. Jane's Defence Weekly 12. rujna 1992. god.;
8. Flight International 19. kolovoz 1992. god.
9. Voeni Vestnik 12/1991. god., članak "Taktičeskaja protivoraketnaja oborona - načala položena"; autor A. Manačinski i V. Čumak

Fregate klase

BREMEN



van Ginderen Collection

Tijekom osamdesetih godina u flotu njemačke ratne mornarice ušle su trenutačno njezine najbrojnije fregate klase *Bremen*, koje su posljednjih nekoliko godina česti gosti na Jadranu

Zvonimir FREIVOGEL

Današnja njemačka ratna mornarica (**Bundesmarine**) stvorena je tek godine 1955., istodobno s ulaskom Savezne Republike Njemačke u sklop NATO-a. Prvotno je raspolagala nizom starih i istrošenih brodova, brodogradilišta su tijekom rata i okupacije bila srušena, tradicija brodogradnje prekinuta. Stoga je brodove trebalo kupovati u inozemstvu.

Planovi obnove iz godine 1950. predviđali su 12 torpiljarki, 36 motornih torpiljarki, 24 podmornice, 12 pratećih brodova, 36 desantnih brodova, 36 minolovaca, 12 lovaca podmornica, 36 ophodnih brodova, 24 čistača mina i 114 zrakoplova. Ti su planovi u nekoliko navrata mijenjani, pa su, primjerice, 1955. obuhvaćali 2 minopolagača, 18 (!) razarača, 10 pratećih brodova, 40 motornih torpiljarki, 12 priobalnih podmornica, 54 minolovca i 58 zrakoplova.

U Velikoj je Britaniji godine 1957. kupljeno sedam starih fregata. Dobile su oznaku **Klasa 138** i prvotno zadržale svoje izvorno naoružanje, no kasnije su opremljene novim francuskim topovima kalibra 100 mm. Ovi brodovi služili su samo za izobrazbu posada i časnika.

Njemački parlament 1956., 1958. i 1961. godine izglasao je tri zakona o izgradnji brodovlja, kojima se, u završnoj inačici, odobrila gradnja i kupnja 12 razarača, 6 fregata, 40 motornih torpiljarki, 12 podmornica, 52 čistača mina, dva školska broda, 12 desantnih brodova, 10 ophodnih brodova, 120 pomoćnih brodova i 58 zrakoplova.

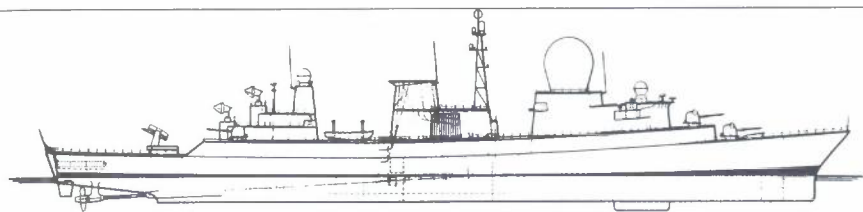
U SAD je kupljeno 6 razarača klase **Fletcher** (Klasa **119**) koji su dobili oznake od **Z 1** do **Z 6** (**Z**/Zerstörer = razarač). U njemačkim su brodogradilištima sagrađena četiri razarača klase **Hamburg** (Klasa **101**) i šest fregata klase **Köln** (**120**).

Kasnije u SAD naručena su još tri nova razarača preinačene klase **Charles F. Adams** (**Lütjens**, **Mölders** i **Rommel**, klasa **103**), naoružana topovima i protuzrakoplovnim projektilima Tartar. Ta je klasa znatno pojačala Bundesmarine, a po licenci se namjeravalo graditi još tri broda, no zbog štednje od tog se odustalo. Fregate klase **Köln** bile su prvi njemački brodovi s miješanim dizelskim i plinsko-turbinskim pogonom (CODAG). Bile su dobro naoružane i namijenjene zaštiti konvoja. Kobilice su im položene u razdoblju od 1957. do 1960. godine, brodovi su stupili u službu od 1961. do 1964. Tijekom šezdesetih godina započela je izrada studija za sljedeću klasu, koja

bi naslijedila klase **Fletcher** i **Köln**. Prvotno se razmišljalo o gradnji jeftinih protuzrakoplovnih korveta istisnine 1200 tona, ali je povećanje tadašnje sovjetske podmorničke flote zahtijevalo uvođenje protupodmorničkih oružja, zbog čega je istisnina narasla na 2500 tona. Iz financijskih razloga ti planovi su poništeni; umjesto gradnje deset "korveta" odlučeno je modernizirati razarače klase 103 i motorne torpiljarke klase **Zobel**.

Potkraj 60-tih godina počeo je novi ciklus planiranja brodova koji bi zamijenili stare razarače i fregate. Projekt nazvan **Fregata 70** bio je namijenjen protuzrakoplovnoj i protupodmorničkoj obrani, a predviđena istisnina uskoro je dostigla 3600 tona. I cijena je bila previsoka, zato je projekt službeno poništen početkom 1969., iako je njemački Bundestag 23. siječnja 1969. izglasao gradnju prve četiri jedinice (od planiranih 10).

Te su "korvete" prije ukidanja dobile konačni naziv **Fregate klase 121**, a predviđalo se da budu duge 130 metara, široke 13,7 m i naoružane s četiri topa kalibra 76 mm, jednim lanserom za rakete Tartar i s četiri torpedne cijevi za protupodmornička i protubrodsk torpeda. Trup bi sličio razaračima klase **Hamburg** (niska prednja paluba i široko prednje nadgrađe od boka do boka). Dva su topa trebala stajati na



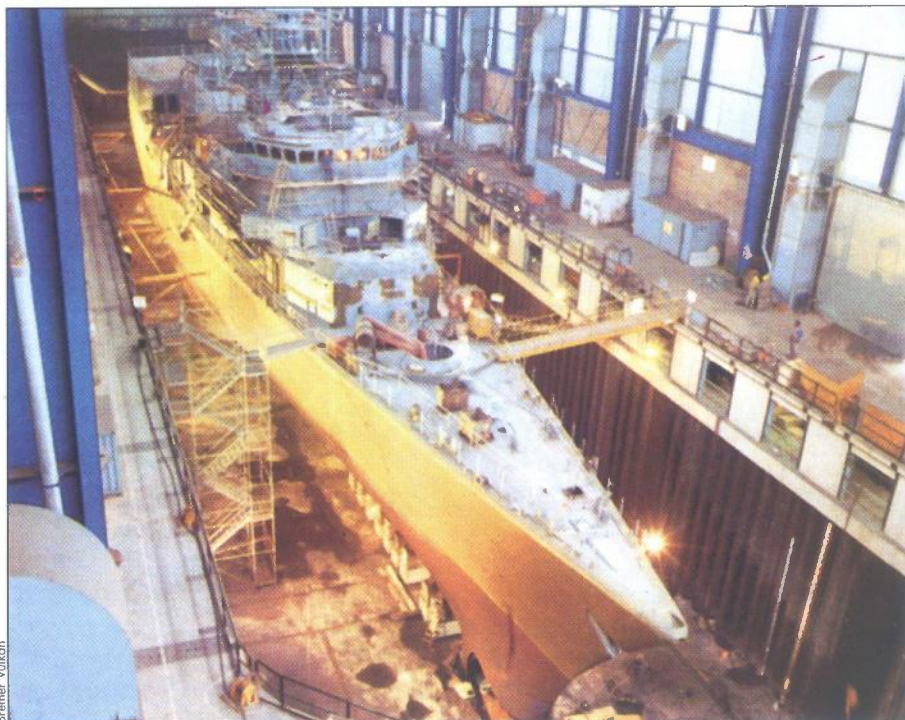
Između 1974. i 1976. trebale su biti izgrađene četiri fregate klase 121, no program je otkazan

položajima "A" i "B" na pramcu, dva na stražnjem dijelu broda uz krmeno nadgrađe, a lanser za projekte nalazio bi se na krmenoj palubi. Dimnjak i srednji dio broda već su podsjećali na kasniju klasu *Bremen*. Pogon tipa CODAG omogućavao bi najveću brzinu od 30 čvorova.

Kad su Fregate 121 otkazane, njemačka je mornarica ostala bez nasljednika za klase 119 i 120, čiji se vijek uporabe ubrzano bližio kraju. Kako bi se uštedjelo vrijeme potrebno za projektiranje potpuno novih brodova, odlučeno je otkupiti projekt neke od savezničkih država. Izbor je pao na nizozemske fregate klase *Kortaener*, projektirane početkom sedamdesetih godina. Ti su brodovi nazvani "standardnim" fregatama, jer su imali višestruku namjenu, a postojala je i nada kako će se ostale mornarice NATO-a pridružiti gradnji te klase. Nizozemska je mornarica prvotno zajedno s Velikom Britanijom htjela graditi fregate **Tipa 22** (britanska klasa *Broadsword*, vidi Hrvatski vojnik br. 11), ali je od toga iz raznih razloga odustala. Nizozemci su zatim ispitivali svojstva američkih fregata klase *Oliver Hazard Perry* i francuskih tipa **C 70**, ali ti brodovi nisu ispunjavali zadane uvjete. Stoga je stvoren vlastiti projekt broda, namijenjenog pratnji konvoja na Atlantiku i opremljenog za borbu protiv podmornica, zrakoplova i površinskih brodova.

Oblik trupa bio je sličan francuskim fregatama (razaračima) klase *Georges Leygues*. Izabran je mješoviti pogon COGOG, tj. kombinacija plinskih turbina za brzu vožnju i za krstarenje, a ugrađene su po dvije plinske turbine Rolls-Royce Olympus TM3B snage 37,9 MW

(50.880 KS) za najveću brzinu 30 čvorova i Rolls-Royce Tyne RM1C za najveću krstareću brzinu 20 čvorova. *Kortaeneri* su bili naoružani s dva topa OTO Melara kalibra 76 mm (ili jednim topom 76 mm i jednim kalibra 40 mm, kasnije zamijenjenim sustavom Goalkeeper), te s osam projektila Harpoon, jednim lanserom protuzrakoplovnih projektila Sea Sparrow, dva lansera Mk 32 za



Opremanje brodova vršeno je u natkrivenom suhom doku

protupodmornička torpeda kalibra 324 mm, a mogli su ukrcati jedan do dva vrtoleta.

Osam je fregata ove klase naručeno 1974.

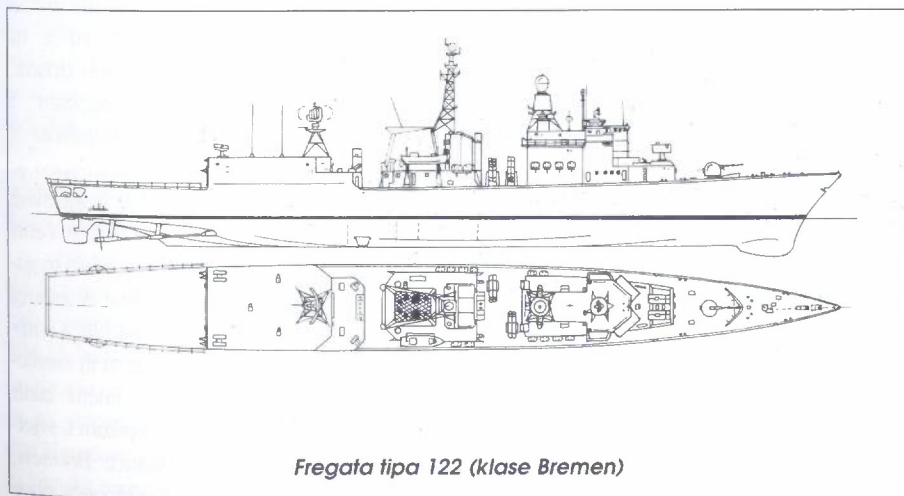
i četiri godine 1976. Dvije su tijekom gradnje prodane grčkoj mornarici, a njihove su zamjene dovršene po preinačenom projektu kao protuzrakoplovne fregate klase *Jacob van Heemskerck*. Tri su *Kortaenera* početkom 1992. prodana Grčkoj, tri će broda prijeći u pričuvni status, četiri će biti modernizirana. Tako će nizozemska mornarica uz najnovije fregate klase *Karel Doorman* uskoro raspolagati samo s četiri izvorna *Kortaenera* i dvije protuzrakoplovne fregate.

Sporazum s Nizozemskom

Njemačka i Nizozemska su 17. srpnja 1975. potpisale sporazum o gradnji fregata klase *Kortaener*. Njemački je Savjet za obranu 28. siječnja 1976. potvrdio sporazum, a prvih je šest brodova tipa **F 122** naručeno 26. studenog

1977. godine.

Brodogradilište Bremer Vulkan u Bremenu bilo je "generalni partner", odgovoran za gradnju prve jedinice, koordinaciju gradnje ostalih brodova i njihovu završnu opremu. Uz Vulkan, u gradnji tipa F 122 sudjelovala su i brodogradilišta A.G. Weser iz Bremena, Blohm + Voss (B + V) iz Hamburga, Thyssen iz Emdena i Howaldtswerke iz Kiela. Prva sekcija prve fregate postavljena je na dno suhog doka brodogradilišta Vulkan 9. srpnja 1979., a brod je zaplovio već 27. rujna iste godine. Trup broda sastoji se od osam sekcija sastavljenih u suhom doku. Prva je fregata nazvana *Bremen* (F 207), a sljedele su fregate *Niedersachsen* (F 208), *Rheinland-Pfalz* (F 209), *Emden* (F 210) i *Köln* (F 211). Zadnja fregata prve serije, *Karlsruhe* (F 212), stupila je u službu 19. travnja 1984.



Fregata tipa 122 (klase Bremen)



Polazak Bremena (F 207) prvu plovidbu 2. svibnja 1981.

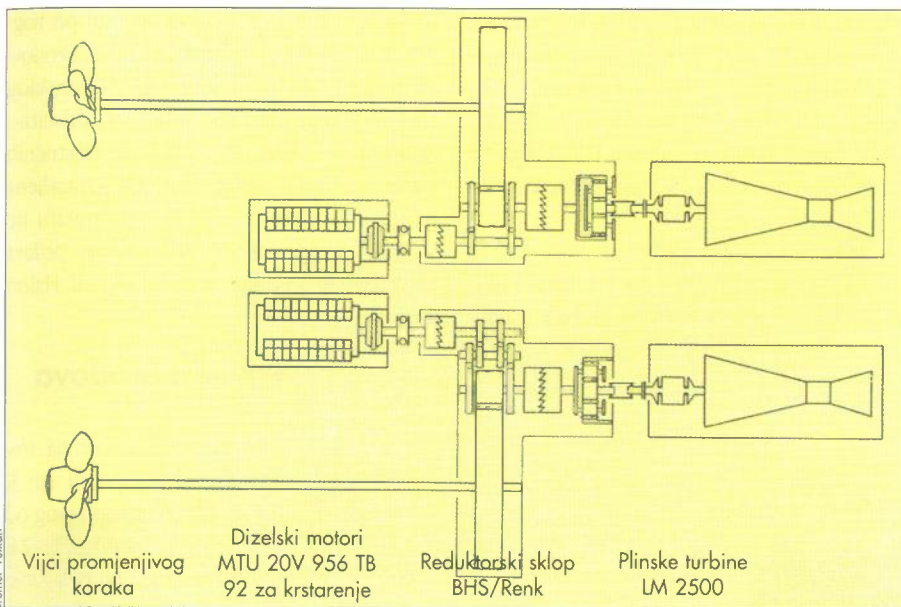
Prvotna namjera bila je gradnja 12 novih fregata, koje bi zamijenile četiri razarača klase 119, šest fregata 120 i četiri razarača klase *Hamburg*, ali je zbog štednje naručeno samo šest novih brodova. Troškovi razvoja znatno su narasli (brodovi manje serije uvijek su pojedinačno skuplji od brodova velikih serija), dok se brojčano stanje mornarice smanjilo. Fregata klase *Bremen* stajala je u studenom 1979. preko 300 milijuna njemačkih maraka. Za usporedbu se može spomenuti kako je bojni brod *Bismarck* 40 godina ranije stajao "samo" 196,8 milijuna maraka.

Tri fregate klase 120 (*Köln*, *Emden* i *Augsburg*) bile su zbog istrošenosti raspoređene početkom 80-tih godina, dok su tri (*Karlsruhe*, *Lübeck* i *Braunschweig*) ostale

u službi dulje nego je planirano. Kako bi Bundesmarine mogla ispunjavati svoje zadaće u sklopu NATO-a, trebalo je i njih što prije zamijeniti. Novi projekt **Fregate 123** još nije bio dovršen; zbog štednje je odlučeno po postojećim planovima graditi još dva *Bremena*: prva sekcija fregate **Augsburg** (F 213) postavljena je u dok brodogradilišta Vulkan 10. lipnja 1987., a brod je stupio u službu dvije godine kasnije. Zadnja je sagrađena fregata **Lübeck** (F 214), koja je u službu ušla 19. ožujka 1990.

Njemačka ratna mornarica očito nema jasan koncept o dodjeli imena svojim brodovima. Razarači trebaju nositi imena saveznih država (i grad Hamburg je savezna država!), ali klasa *Lütjens* nosi imena poznatih časnika iz II. svjetskog rata. Ta odluka bila je često izvrgnuta kri-

tikama. Za fregate su predviđena imena gradova (iako su prve poslijeratne fregate nosile imena poznatih njemačkih časnika!), ali su u tu skupinu ubačena dva imena saveznih država. Prvotno su se fregate *Niedersachsen* i *Rheinland-Pfalz* trebale zvati *Hannover* i *Mainz*. Ime *Emden* im dugu tradiciju (prvi je *Emden* bila poznata laka krstarica iz I. svjetskog rata (vidi Hrvatski vojnik br. 53); slijedila su četiri broda tog imena, zadnji je prethodnik bila fregata Klase 120. Gradovi *Köln*, *Karlsruhe*, *Augsburg* i *Lübeck* kumovali su fregatama tipa 120, a u njihovu su čast nazvane i fregate koje su ih zamijenile. **Karlsruhe** i *Köln* bila su imena lakih krstarica iz I. i II. svjetskog rata, a tijekom I. svjetskog rata postojale su i krstarice *Bremen*, *Augsburg* i *Lübeck*. Fregate F 123 opet nose



Propulzijski sustav

imenima saveznih država (jer zamijenjuju razarače).

Konstrukcija i pogon

Trup klase *Bremen* istovjetan je trupu klase *Kortaener*, ali je nadgrađe neznatno preinačeno: gornja paluba prekinuta je između zapovjednog mosta i hangara. Glavna se paluba proteže u jednoj ravlini od pramca do krme, iako je prividno prekinuta velikim krmenim hangarom. Pramca je oštar i ima "kliperski" oblik, pramčana paluba malo je povišena, neznatno konveksno zaobljena i spušta se prema srednjem dijelu broda. Pramčana je statva konkavnog oblika i nosi prednje sidro (koje mora biti daleko na pramcu, kako pri spuštanju ne bi oštetilo kućište sonara). Trup broda podijeljen je vodoravno na tri palube, a poprečne ga nepropusne pregrade dijele na šesnaest odjeljaka. Odnos dužine i širine trupa

veći je nego je to uobičajeno u suvremenoj brodogradnji (kako bi se postigle veće brzine i lakše probijali oceanski valovi), stoga postoje i podvodna krilca, stabilizatori Denny-Brown. Krilca su pomična, ali se ne mogu uvući u trup. U slučaju gubitka hidrauličnog pogona, krilca ostaju zaključena u nultom položaju. Kobilica broda je ravna, trup se iza oštrog pramca opet širi, dok se na krmi nalazi polubalansno kormilo i dva petokraka vijka. Uz vijke je postavljen američki uređaj za stvaranje zračnih mjehurica *Prairie Masker*, koji skriva šum vijaka.

Prednje nadgrađe obuhvaća sustav projektila *Sea Sparrow* i zapovjedni most, iza kojeg se nalazi prednji antenski jarbol s kućištem radara *WM 25*. Na krovu zapovjednog mosta postavljen je ciljnički radar *STIR*. Top kalibra 76 mm nalazi se na prednjoj palubi, iza nadgrađa su rakete tipa *Harpoon*. Slijedi "kućica" s usisnicima zraka za plinske turbine, iza koje je široki dimnjak za

njihove ispušne cijevi. Glavni jarbol rešetkaste konstrukcije oslanja se na prednju stranu dimnjaka. Stražnje se nadgrađe sastoji od hangara za vrtolote, što se proteže od boka do boka cijelom širinom broda, a iza njega je letna platforma. Na prednjem dijelu hangara postavljena je antena radara *DA 08*. Na krovu hangara fregata *F 209* do *F 212* nalazi se satelitski komunikacijski sustav *SCOT*. Stražnji dio krova hangara nosi dva protuzrakoplovna lansera *RAM*, ali su fregate, koje su tijekom Zalijskog rata bile poslone pratiti konvoje u istočnom Sredozemlju (*Bremen*, *Karlsruhe* i *Niedersachsen*), privremeno nosile

Značajke fregate klase Bremen

Standardna istisnina	3000 tona
Puna istisnina	3800 tona (F 209, 210, 212: 3815 tona)
Duljina	130 m
Širina	14,5 m
Gaz	6,0 - 6,5 m
Brzina	30 čv turbine, 20 čv Diesellovi motori
Doplov	4000 Nm uz 18 čv
Posada	200 - 207

nizozemski višecijevni topnički sustav *Signaal Goalkeeper* kalibra 30 mm, jer *RAM* još nije bio operativan. Središnja "citadela" zaštićena je od nuklearnih, bioloških i kemijskih utjecaja. Postoji i uređaj za poništavanje brodskog magnetizma.

Glavni pogon fregata klase *Bremen* čine dvije plinske turbine američke tvrtke *General Electric* tipa *LM 2500*, snage 18.400 kW (25.000 KS). Pomoćni pogon čine četverotaktni dizelski motori tipa *MTU 20V 956 TB 92*, svaki sa 16 stublina i snage 3820 kW (5200 KS). Njemačka je od samog početka za fregate tipa 122 izabrala vlastite dizelske motore umjesto turbina za krstarenje. Kad je Velika Britanija odlučila umjesto zrakoplova *E-3 AWACS* koje su zajednički nabavljale zemlje NATO-a, naručiti vlastitu *AEW* inačicu zrakoplova *Nimrod*, Njemačka se više nije osjećala obvezatnom ugraditi turbine tvrtke *Rolls-Royce* nego je naručila američke tur-

bine, koje su bile učinkovitije i trošile manje goriva. Brodovi imaju dvije osovine i dva petokraka vijka promjenljivog nagiba lopatica, tipa *Sulzer-Escher Wyss*, promjera 4,20 m. Najveća brzina postignuta plinskim turbinama iznosi 30 čvorova. Brod iz stanja mirovanja može dostići najveću brzinu od trideset čvorova u roku od jedne minute! Dizelski motori omogućavaju brzinu od 20 čvorova. Akcijski doseg uz brzinu od 18 čvorova iznosi 4000 morskih milja ili 4700 milja uz 16 čvorova. Strojevi se nalaze u četiri strojarnice, od pramca prema krmi: pomoćni strojevi i agregati, plinske turbine, dizelski motori i sustav prijenosa, pomoćni motori. Svaki je pogonski stroj smješten u izoliranom modulu, kako bi se smanjila buka motora i poboljšala zaštita.

Postoje četiri dizel-električna generatora svaki snage 750 kW, po dva u prednjoj i stražnjoj strojarnici. Svi su strojevi elastično ovješeni, kako bi se smanjile vibracije i brod bio što tiši.

Naoružanje i oprema

Topničko naoružanje čini jedan top *OTO-Melara Mk 75* kalibra 76 mm i dužine cijevi 62 kalibra (76/62 Compact) koji služi za borbu protiv zračnih i površinskih ciljeva. Glavno protubrodsko naoružanje čine dva četerostruka lansera projektila *McDonnell Douglas RGM-84A Harpoon* dometa 130 km.

Obrani od zrakoplova i vođenih projektila koji lete na visinama od 30,5 do 5.500 metara služe projektili *Raytheon NATO RIM-7M Sea Sparrow* dometa 15 km, koji se lansiraju iz osmostrukog lansera *Mk 29* smještenog na prednjem dijelu nadgrađa ispred zapovjednog mosta. Uz osam projektila u lanseru postoji i osam doknadnih projektila u spremnicima iza okretnog lansirnog uređaja.

Kao drugo protuzrakoplovno oružje je služi njemačko-američki sustav *RAM* (*Rolling Airframe Missile*) s projektilima *RIM-116A*. Rakete *RAM* proizvodi američka tvrtka *General Dynamics*, a one pripadaju kategoriji oružja "ispali i zaboravi", dok je vođenje na cilj pasivno radarsko i infracrveno. Lanser oznake *Mk 49* ima 21 užljebljenu cijev. Razvoj sustava *RAM* jako je kasnio, pa je fregata *Niedersachsen* prva dobila taj sustav prigodom modernizacije započete godine 1993. Slijedilo je ostalih pet fregata prve skupine, koje su nakon modernizacije (preinaka nadgrađa i modernizacija radarskih uređaja) dobile oznaku tip **F 122 A**. Za borbu protiv podmornica služe laka torpeda *Honeywell Mk 46 Mod 1*. Po dva lansera *Mk 32* ugrađena su sa svake strane stražnjeg nadgrađa ispred hangara. Glavno protupodmorničko oružje čine vrtoloti *Westland Sea Lynx Mk 88*, naoružani torpedima *Mk 46* i opremljeni sonarom *Bendix AN/AQS-18D* (poboljšana inačica američkog sonara *AQS-13*).

Hangar je dovoljno velik za jedan vrtolet Sea King Mk 41 ili dva Sea Lynx. Letna paluba opremljena je kanadskim sustavom Bear Trap za pomoć pri slijetanju, a projektirana je kako bi podnijela prisilno slijetanje vrtoleta mase do 9,5 tona.

Elektronički uređaji obuhvaćaju radar za motrenje površine i zračnog prostora DA 08 dometa 204 km, navigacijski radar 3 RM 20 i složeni radar WM 25, koji služi za gađanje

otkriva, analizira i ometa protivničke radarske signale. Uveden je u uporabu kao zamjena za američke uređaje tipa WLR-6, a uskoro će biti podignut na standard FL 1800S Stage II. Postoje i četiri bacača lažnih ciljeva Loral Hycor SRBOC Mk 36 i sustav AN/SLQ-25 Nixie (oponaša zvuk brodskog vijka).

Posadu fregate klase *Bremen* čini 27 časnika, 118 dočasnika i 54 mornara. Pet časnika i 12 dočasnika/mornara zaduženo je za zračnu kom-

pašavanje. Čamac je moguće spuštati pri nagibu broda do 60° i brzini od 6 čvorova. Brodovi su projektirani prije rata kod Malvinskog (Falklandskog) otočja. Ipak su dostatno zaštićeni od požara, jer je izolacija električnih kablova (ukupne dužine 190 km!) napravljena od teško zapaljivih tvoriva, koja pri požaru ne stvaraju otrovne plinove. Za gašenje požara postavljen je središnji sustav koji rabi Halon 1301.



Lanseri sustava RAM (na krovu hangara) prvo su ugrađeni na fregatu Niedersachsen (F 208)

zračnih i površinskih ciljeva topom kalibra 76 mm. Uz to postoji i ciljnički radar STIR. Svi su spomenuti radari proizvod nizozemske tvrtke Signaal Apparaten, osim radara 3 RM-20, koji je proizvela tvrtka SMA.

U zaobljenom kućištu ispod pramca smješten je aktivno-pasivni sonar Krupp-Atlas Elektronik DSQS 21 BZ (ASO 80), a tijekom preinake tipa 122 u 122 A ugrađen je i pasivni tegljeni sonar TAS 6-3.

Za obradu taktičkih informacija služi zapovjedni i ciljnički sustav (FüWes) tipa SATIR I, sličan američkom sustavu NTDS i francuskom SENIT, s kojima je kompatibilan. SATIR I na razaračima klase *Lütjens* i fregatama klase *Bremen* raspolaže računalom Unisys UYK-7. Klasa *Bremen* ima taktički sustav veze i raščlambe podataka Link-11 američke tvrtke EDO, kojim su povezani s drugim brodovima, a svaki brod flotnog sastava raspolaže električkom slikom bojišnice i izvan vlastitog horizonta.

Elektroničkim protumjerama služi sustav Detuche Aerospace (AEG-Telefunken) FL 1800S, koji

ponentu. Udio mornara u sklopu posade vrlo je malen, iznosi samo 27,6 posto. Časnici raspolažu kabinama s jednim ili dva ležaja, dočasnici kabinama s dva do četiri ležaja, dok spavaonice posade imaju pet do dvanaest ležajeva. Brodovi su stalno klimatizirani, a nadpritisak pospešuje provođenje nuklearne, biološke i kemijske obrane.

Fregate klase *Bremen* nose po jedan motorni čamac i 12 kontejnera sa splavima za

listopada 1980., a prva vožnja (pod zastavom brodogradilišta, ali već s oznakom F 207) izvršena je 2. svibnja 1981. Brod se zatim vratio na zadnje radove u matično brodogradilište, da bi 24. kolovoza 1981. stupio u službu, ali je tek 7. svibnja 1982. bio potpuno spreman za uporabu i uključen u sklop 4. eskadre fregata (4. Fregattengeschwader). Dvije eskadre fregata (2. i 4.) zajedno s 2. eskadrom razarača i opskrbnim brodovima čine Flotilu razarača

Rheinland-Pfalz (F 209) isplovijava iz Antwerpena



Povijest brodova

Pripravni radovi na fregati *Bremen* započeli su 3. travnja 1978. Gradnja prvog od osam modula slijedila je 24. listopada, a njegovo polaganje na dno suhog doka 9. srpnja 1979. proslavljeno je kao "polaganje kobilice". Nakon spajanja svih osam sekcija suhi je dok napunjen vodom 2. rujna 1979., trup odvučen u natkriveni dok "D", gdje je brod kršten 27. rujna. Prvi pokusi fregate *Bremen* slijedili su 18.



Porinuće fregate *Emden* (F 210) sa navoza brodogradilišta Thyssen Nordseewerke

(Zerstörerflottille) smještenu u Wilhelmshavenu.

Nakon prvih vježbovnih vožnji i pokusa s vrtoletima Lynx slijedio je prvi remont u Pomorskom arsenalu u Wilhelmshavenu. *Bremen* je tijekom svibnja 1983. isplovio na vježbe u Atlantik, zajedno s razaračima *Lütjens* i *Hamburg* i opskrbnim brodovima *Coburg* i *Steigerwald*. Eskadra je zatim prosljedila na Sredozemlje, gdje su iskušani projektili Sea Sparrow.

Brodovi klase *Bremen* planirani su za operacije na Atlantiku, protiv sovjetskih zračnih i podmorničkih snaga, ali su nakon raspada Sovjetskog Saveza u prvo vrijeme "ostali bez posla". Međunarodne krize ipak nisu mimoišle ni Njemačku, tako je mornarica prvi put u svojoj povijesti trebala djelovati i izvan tradicionalnog "obrambenog pojasa" NATO-a. Njemačka teži za stalnim mjestom u Vijeću sigurnosti UN-a, stoga je parlament "na rate" odobrio djelovanje vlastitih brodova, zrakoplova i ljudstva u Somaliji i na jugoistoku Europe.

Bremen je tako tijekom 1993. služio u okviru međunarodne eskadre koja je blokirala crnogorsku obalu. U to doba je pripadao Stalnim pomorskim snagama NATO-a na Atlantiku (STANAVFORLANT), čiji su brodovi pojačali novostvorenu Stalnu sredozemnu postrojbu (STANAVFORMED).

U proljeće 1994. *Bremen* je zajedno s fregatama *Emden* i *Niedersachsen*, razaračem

Schleswig-Holstein i opskrbnim brodovima *Freiburg* i *Rhön* (Task Group 501.01) krstario južno i srednjoameričkim vodama. Vježba je završena posjetom pomorskim bazama SAD u Portoriku i na američkom kopnu.

Ugovor o gradnji fregate *Niedersachsen* sklopljen je između tvrtke Bremer Vulkan i brodogradilišta A.G. Weser 19. travnja 1979. Prvi je modul već od 4. travnja iste godine bio u gradnji i položen na navoz br. 5 dana 9. studenog 1979. Porinuće je slijedilo 9. lipnja 1980. Savezna

država Niedersachsen obuhvaća nekadašnje zemlje Hannover, Oldenburg, Braunschweig i Schaumburg-Lippe, tako je fregata *Niedersachsen* automatski preuzela tradiciju brodova koji su nosili prva tri imena. Nedovršena novogradnja odvučena je 31. siječnja 1981. u Vulkan, gdje su u natkrivenom doku ugrađeni pogonski strojevi, naoružanje i ostala oprema. Fregata je napustila dok 16. studenog, a 13. ožujka iduće godine isplovila je na prvu pokusnu vožnju prema Helgolandu. Brod je predan Saveznom

Köln (F 211) u prolazu kroz Kielski kanal





Na hangaru za vrtolete broda Karlsruhe (F 212) bio je postavljen nizozemski CIWS sustav Signaal Goalkeeper kalibra 30 mm

uredu za vojnu tehniku (Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung) 3. svibnja 1982. i nakon završnih radova stupio je u službu mornarice 7. listopada iste godine kao dio 4. eskadre fregata. Tijekom 1982. i 1983. slijedile su vježbe u Sjevernom moru, u britanskim, nizozemskim i norveškim vodama. *Niedersachsen* je bila prva fregata svoje klase u sklopu STANAVFORLANTA.

Fregate *Niedersachsen* i *Lübeck* (klase 120) su zajedno s opskrbnim brodom Glück-

sburg od kolovoza do prosinca 1984. bile na dugačkom vježbovnom putovanju. Posjetile su i luke Pireaus, Karachi, Cochin, Jakartu, Port Kelang, Colombo, Jiddah i Antalya. *Niedersachsen* je bio drugi njemački brod (nakon razarača *Bayern*), koji je djelovao u operaciji Maritime Monitor na Jadranu, počevši od 31. srpnja 1992.

Ovo je prva jedinica u klasi koja je tijekom remonta u proljeće 1993. dobila sustav RAM. Nakon integracije sustava u travnju su obavljena

pokusna gađanja kod Puerto Rica. *Niedersachsen* je od 20. studenog 1994. do 10. ožujka 1995. u sklopu međunarodne eskadre sudjelovao u provedbi embarga protiv Srbije i Crne Gore, a pritom je provjereno 700 i zaustavljeno 49 brodova, kako bi se pregledao teret.

Rheinland-Pfalz je prva od dvije fregate te klase građene kod B + V u Hamburgu. Ugovor o gradnji potpisan je 26. veljače 1979. Nakon izrade osam modula kobilica je položena 25. rujna 1979. Fregata je porinuta s navoza 3. rujna 1980. B + V je ugradio i pogonske strojeve. Brod je 12. prosinca 1981. odvučen u Bremen, gdje je kod Vulkana postavljeno oružje i druga oprema. Prva je pokusna vožnja uslijedila 10. siječnja 1983. Fregata je 9. svibnja iste godine stupila u službu i dodijeljena je 4. eskadri fregata. Nakon toga je sudjelovala u nizu vježbovnih krstarenja s drugim brodovima Bundesmarine i NATO-a. Naizmjenice s fregatama *Emden* i *Karlsruhe* služila je kao zapovjedni brod STANAVFORLANT-a.

Fregata *Emden* građena je u istoimenom gradu, prvotno se trebala zvati *Köln*, dok je peta fregata, građena u Hamburgu trebala dobiti ime *Emden*. Konačno su gradski oci Emdena uspjeli nagovoriti mornaricu neka fregatama promijeni imena. Pripreme za gradnju počele su još prije službenog postavljanja prve sekcije na navoz brodogradilišta Thyssen Nordseewerke, obavljenog 23. lipnja 1980. Brod je porinut 17. prosinca iste godine, a dovršen je u Bremenu. Prve



Zapovijedni most prije modernizacije

su pokusne vožnje obavljene 11./12. ožujka 1983., dok u službu 4. eskadre ulazi 7. listopada 1983.

Emden je sudjelovao u nizu vježbi i školskih krstarenja, pa je s razaračem *Mölders* i opskrbnim brodom *Coburg* od 19. do 23. veljače 1984. boravio i u Aleksandriji. Tijekom 1995. vršio je blokadu crnogorske obale. Na *Emdenu* je tom prigodom bio ukrcao i prvi njemački zapovjednik STANAVFORMED, admiral Ropers.

Fregata *Köln* građena je kod B + V kao nasljednik istoimenog brod klase 120. Kobilica je položena 16. lipnja 1980., a brod je porinut 29. svibnja 1981. Odvučena je u Bremen. U službu je stupila 19. listopada 1984. i dodijeljena 2. eskadri fregata. Potkraj 1993. godine *Köln* je poslan na Jadran gdje je u sklopu operacije Sharp Guard zamijenio fregatu *Augsburg*. Boravak na Jadranu bio je kratak, jer je 21. siječnja 1994. odlučeno poslati fregate *Köln* i *Karlsruhe* pred obale Somalije, kako bi zajedno s opskrbnim brodom *Nienburg* i tankerom *Spessart* (Task Force 501.02) obavile povlačenje njemačkih vojnika, koji su djelovali u Somaliji u okviru misije Ujedinjenih naroda Operation Continue Hope, što je uspješno obavljeno od 30. siječnja od 14. travnja 1994. Uspjeh te akcije, unatoč neodgovarajućim sredstvima (fregate su služile za ukrcavanje i prijevoz ljudstva), ponukao je njemačke stratege na planiranje posebnog broda za desantne i humanitarne misije (sličnog talijanskoj klasi *San Giorgio*). Zbog štednje i straha kako će takav brod morati sudjelovati u sličnim akcijama (!) njemački je parlament zabranio planiranje tog broda.

Fregata *Köln* je do 11. ožujka 1995. vršila ophodnje pred crnogorskom i albanskom obalom, ispitala 295 brodova, od kojih je 17 zaustavljeno i pregledano, da bi od rujna do prosinca 1995. ponovno sudjelovalo u istoj operaciji.

Fregata *Karlsruhe* građena je u Kielu. Simbolično polaganje kobilice obavljeno je 10. ožujka 1981. Brod je porinut 8. siječnja 1982., odvučen u Bremen i dovršen. Stupio je u službu 19. travnja 1984. u sklopu 2. eskadre fregata. Tijekom 1993. i 1994. na fregati *Karlsruhe* vršeni su pokusi s optoelektroničkim uređajima tvrtke Zeiss.

Mornarica i industrija su još godine 1980. zahtijevali gradnju dodatnih fregata tipa 122, no to je odobreno tek nakon osam godina,

stoga se ti brodovi u detaljima razlikuju od prvih šest fregata. Prva sekcija fregate *Augsburg* položena je 10. lipnja 1987. u brodogradilištu Bremer Vulkan, brod je porinut 17. rujna iste godine, a stupio je u službu 12. listopada 1989. u sastavu 2. eskadre fregata.

Augsburg je u drugoj polovini godine 1993. bio na Jadranu, da bi se 13. prosinca vratio u bazu nakon 143 dana boravka na moru (s prekidima i boravcima u talijanskim i grčkim lukama). Već dva mjeseca kasnije opet je stigao u Jadran, gdje je zamijenio fregatu *Köln*, poslanu

com i razmjena dijela posade s kanadskom fregatom *Fredericton*. *Augsburg* je konačno bacio sidro u Abu-Dabiju, gdje je sudjelovao na izložbi vojne opreme IDEX '95. Fregata je na povratku posjetila Kuwait, pred iranskom obalom sudjelovala pri spašavanju posade nastradalog obalnog jedrenjaka i opet se vratila na Sredozemlje, gdje je posjetila i izraelsku luku Haifa. Nakon povratka u Njemačku kod B + V dobila je sustav RAM.

U *Emdenu* je građena i fregata *Lübeck*. Kobilica je položena 1. lipnja 1987., a brod por-



Na letnoj palubi fregate *Augsburg* (F 213) nalazi se vrtolet Westland Lynx Mk 88

u Somaliju. Tijekom 1995. godine *Augsburg* je poslan na školsko i promidžbeno krstarenje Bliskim i Srednjim Istokom. Zajedno s opskrbnim brodom *Glücksburg* prešao je ukupno 16.000 milja, vježbao s britanskim, nizozemskim, portugalskim i španjolskim postrojbama i zatim se, kroz Sueski kanal zaputio u Arapski zaljev. Putem su održane vježbe s egipatskom mornari-

inut 15. listopada iste godine. Mornarici je predan 19. ožujka 1990., a služi u sklopu 2. eskadre fregata. *Lübeck* je do svibnja 1995. sudjelovao u provedbi embarga na Jadranu.

Sagrađeno je samo osam od planiranih dvanaest fregata tipa F 122, čemu je temeljni razlog bila štednja. Gradnja četiri jedinice odgođena je i konačno su sagrađene po sasvim drugačijem projektu, kao Fregate 123, većih protežnosti i istisnine, sličnog naoružanja, manjeg radarskog obrisu te novih tehnologija poput vertikalnog lansiranja projektila i sl. Fregate klase *Bremen* neće biti temeljito modernizirane, ali će ostati u službi i početkom 21. stoljeća.



Literatura:

1. Marine Forum, razna godišta
2. Naval Forces, razna godišta
3. Wehrtechnik, razna godišta
4. "Conway's All The World's Fighting Ships 1947-1982."
5. G. Koop, "Emden - Ein Name - fünf Schiffe", München 1983.
6. Hildebrandt, Röhr, Steinmetz, "Die deutschen Kriegsschiffe, Biographien", 1983.
7. "Weyers Flottentaschenbuch 1994/96.", Bonn 1994.
8. "Les Flottes de Combat 1994" i "..." 1996.", Rennes 1994. i 1996.
9. "Jane's Fighting Ships", razna godišta
10. Promidžbeni materijali tvrtki Bremer Vulkan i Thyssen Nordseewerke



Lübeck (F 214), posljednji brod tipa 122

"MEKO" I "TVRDO" SUPROTSTAVLJANJE

PROTUBRODSKIM PROJEKTILIMA

(II. dio)

Za učinkovitost obrane broda od posebne je važnosti mogućnost pravodobnog otkrivanja nadoilazećeg projektila i što je prije moguće otvaranje učinkovite paljbe pri čemu je nužna kombinirana uporaba svih dostupnih sustava i metoda

tivničkih protubrodskih projektila postaje dominantna zadaća proturaketne obrane broda, i to odmah nakon otkrivanja opasne platforme, a i onda kada se brod-cilj nalazi u području ratnog sukoba gdje se svakog trenutka može očekivati lansiranje protubrodskog projektila. Raspoložive opcije sprječavanja lansiranja projektila su:

- skrivanje broda-cilja uz obalu ili u sjenu nekog otoka,
- uništenje lansirne platforme s broda-cilja ili s drugih platformi, njegovih suučesnika na moru, obali ili u zraku,
- obmanjivanje i ometanje motrilačkog radara na lansirnoj platformi, a i drugih radara koji su eventualno povezani s njime u mrežu motrenja i zapovijedanja.

Obmanjivanje i stvaranje konfuzije (engl: Confusion mode) na zaslonima motrilačkih radara, izbacivanjem velikog broja chaffova-lažnih ciljeva (na manje udaljenosti od 1 do 2 km, ili veće do 8 km) u područje oko broda-cilja koji simuliraju velike brodove, osujećuje detekciju i identifikaciju pravog cilja među njima, odnosno sprječava i usporava usmjeravanje i lansiranje projektila prema brodu-cilju. Dvojba operatora pri izboru pravog cilja naročito je kritična na zračnoj platformi-lanseru, kada zrakoplov u tom gubljenju vremena ulazi sve dublje prema neprijatelju, približavajući se ili ulazeći u opasnu zonu djelovanja protuzračne obrane.

Primjerice, argentinski piloti na zrakoplovima Super Etendard u ratu 1982. godine su trebali u kratkom vremenu, po uzlijetanju na veću visinu (engl: "pop up" manevar), otkriti i identificirati ciljeve na moru, zatim podatke o njihovim pozicijama predati projektilu AM 39 Exocet, lansirati ga i brzo se udaljiti iz opasnog područja. Oni su imali

"Meka" obrana br. 2 - Sprječavanje lansiranja projektila

Pasivna elektronička protudjelovanja s chaffovima¹ i plutajućim mamcima (vidi HV br. 4 i 5: "Elektronički rat na moru"), koji predstavljaju privlačne radarske ciljeve, još uvijek su vrlo učinkovita i najjeftinija "meka" oružja za zaštitu broda od napadaja protubrodskih projektila. U toj funkciji oni se rabe u nekoliko zaštitnih slojeva i stupnjeva obrane broda.

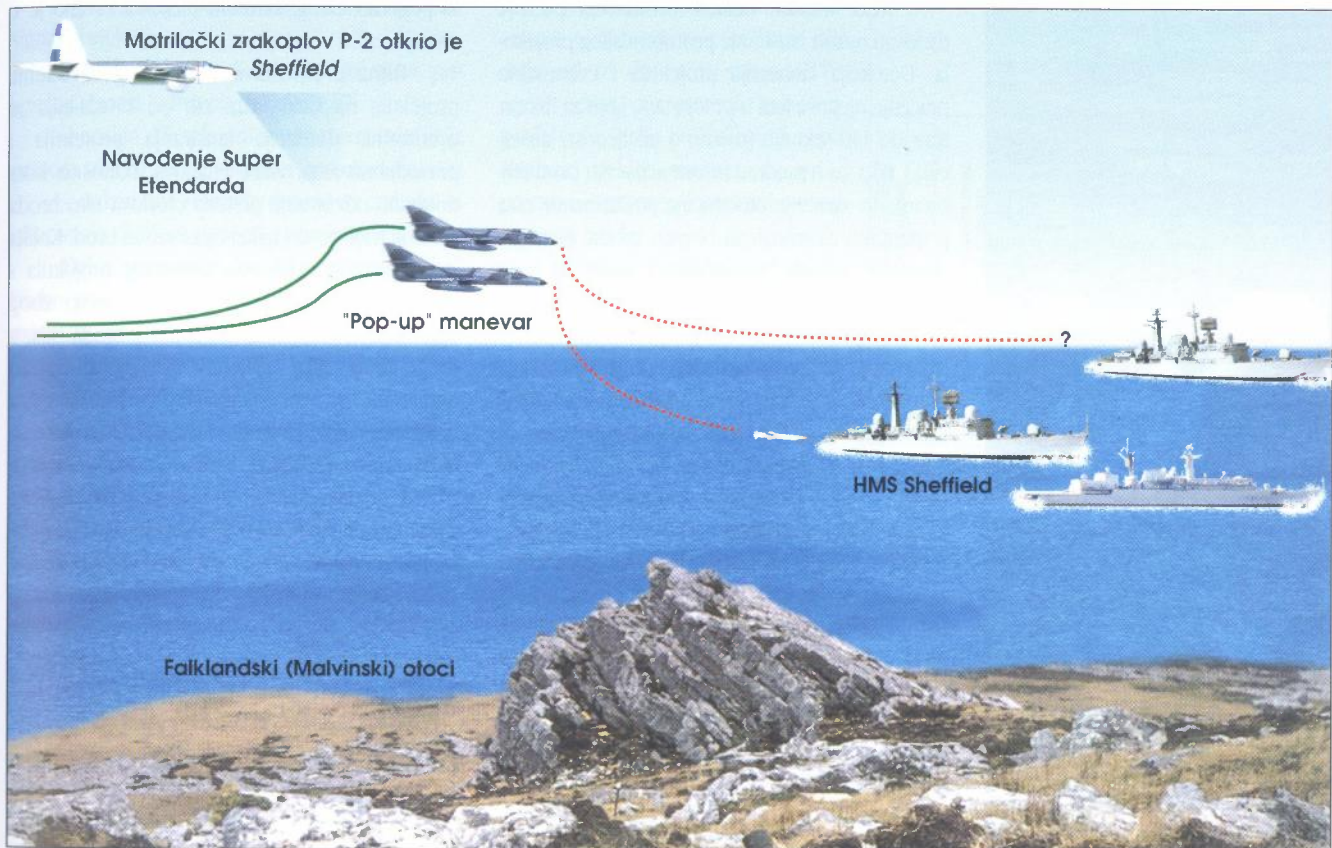
Prije petnaestak godina chaffovi i njihovi lanseri bili su razvijani ponajprije radi obmanjivanja sustava za samonavođenje projektila u završnoj etapi putanje prema cilju, a ta namjena je još i danas aktualna u bliskim zaštitnim slojevima obrane broda. Međutim, povećanjem brzina protubrodskih projektila i nešto kasnijim aktiviranjem sustava samonavođenja skraćuje se raspoloživo vrijeme za djelovanje "meke" i "tvrde" bliske obrane, a samim time i njihova učinkovitost, što je potaknulo razvoj mamaca i pripadajućih lanseara za djelovanja na većim daljinama od broda. Onemogućavanje ili ometanje lansiranja pro-

Vili KEZIĆ

sreću, jer Britanci tada još nisu masovno izbacivali chaffove oko brodova, pa su lako otkrili i identificirali svoje ciljeve i brzo lansirali projekte. Tek nakon neugodnog i iznenadnog pogađanja britanskih brodova projektilima Exocet, zapovjedništvo britanske flote je zapovjedilo, zbog nedostatka odgovarajućeg dalekog zračnog motrenja, da se oko njihovih brodova kontinuirano lansiraju chaffovi u područjima gdje se pretpostavljalo da bi

za svaku specifičnu situaciju. Poželjno je da vršna snaga lažnih odraza bude što veća, kako bi oni mogli "ući" u prijamnik neprijateljskog radara i kroz bočne latice dijagrama zračenja radarske antene, jer se u tome slučaju, osim u smjeru prema brodu-cilju, pojavljuju lažni odrazi i u drugim smjerovima, što stvara veću konfuziju radarskom operatoru.

Aktivno zračenje ometača jednako kao i



mogli biti ugroženi protubrodskim projektilima. U to vrijeme glavni proizvođač chaffova za britanske oružane snage, tvrtka Plessey Aerospace uvela je i noćnu smjenu i sedmodnevni radni tjedan u svojim proizvodnim pogonima chaffova, kako bi se mogli nadoknađivati chaffovi potrošeni na bojištu.

Tehnika obmanjivanja s chaffovima može imati samo početnu taktičku prednost ograničenog trajanja, jer razvijeni oblak dipola simulira dobar lažni odraz broda oko 10 minuta po mirnom vremenu, nakon čega se rasplinjava, mijenjajući karakteristike u odnosu na odraz realnog cilja, što se jasno uočava na pokazivaču motrilačkog radara. To vrijeme od 10 minuta može biti dostatno za obmanjivanje operatora na zračnoj platformi, međutim, teško je zavarati iskusnog operatora na brodskom motrilačkom radaru, koji ima više vremena na raspolaganju za analizu i uspoređivanje prikazanih ciljeva.

Osim pasivnog obmanjivanja radara chaffovima, na raspolaganju su i skuplje mogućnosti aktivnog obmanjivanja ometačem na brodu-cilju, na pratećim brodovima i letjelicama, na obali, ili na plutajućim platformicama koje se izbacuju s broda-cilja. Ometač generira lažne ciljeve, veće ili manje, čiji broj se može po želji programirati u ometaču

radara na brodu-cilju, moguć je cilj za protu-radarsku raketu (engl: Anti Radiation Missile - ARM), pa ti ometači obično djeluju i štite brod sa zrakoplova, i to s udaljenosti veće od dometa ARM projektila, ili se koriste manji i jeftiniji ometači koji zrače s plutajućih platformi izbačenih sa broda-cilja na sigurnu udaljenost od njega. Ovako generirani lažni ciljevi dugotrajniji su nego chaffovi.

Britanska tvrtka British Aerospace/Brandt Sibyl, primjerice, proizvela je rakete za izbacivanje mamaca, kalibra 170 mm i 263 mm, dužine 1,98 m i 2,44 m, koji izbacuju mamce na udaljenost do 8 km od broda. One mogu nositi:

- protiv-ARM mamce koji, nakon izbacivanja na željenu daljinu od broda, razvijaju ometač s teleskopskom antenom na plutajućoj platformici simulirajući brodski radar,
- elektromagnetski mamac-radarski chaff s dugim djelovanjem,
- kombinirani radarski/infracrveni mamac u jednoj čahuri, čime se osigurava kolokacija dviju vrsta lažnih ciljeva,
- topli balon koji predstavlja alternativni cilj, dugog trajanja (30-40 min), projektilima koji se navode na izvore topline.

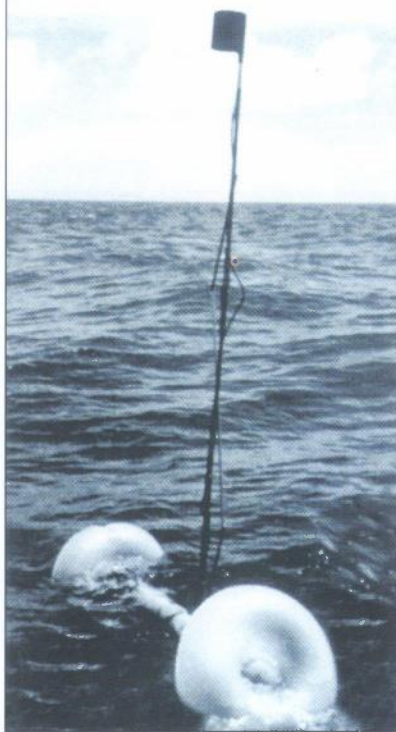
Veliki broj tvrtki u svijetu proizvodi slične

Prikaz napadaja dvaju argentinskih zrakoplova Super Etendard protubrodskim projektilima AM 39 Exocet na brodove britanske flote 1982.

Antena ometača SLQ-D



**Američka potrošna aktivna plutača
AN/SSQ-95(V)**



**Projektili kalibra 170 mm koji nose
mamce, i to (s lijeva na desno): vrući
balon; ARM mamac; kombinirani
radarski chaff + infracrveni mamci**

**Raspored chaffova-lažnih ciljeva oko
broda-cilja s kojima se pokušava
spriječiti zahvat cilja tijekom faze
traženja cilja radarom protubrodskog
projektila**

mamace i pripadajuće lansere, koje stalno usavršavaju ili razvijaju nove i sposobnije za suprostavljanje novijim sustavima samonavođenja protubrodskih projektila.

"Meka" obrana br. 3 - Zavođenje lansiranog projektila

Treći stupanj obrane broda-cilja počinje djelovati nakon lansiranja protubrodskog projektila. Detekcija lansiranja projektila i eventualno praćenje njegova leta u prvoj etapi, koje za Exocet traje do 140 sekundi (ovisno o udaljenosti lanser-cilj), vrlo je vrijedna informacija za brod-cilj. Naime, to saznanje omogućuje poduzimanje niza pripremnih aktivnosti za obranu broda, eliminira negativan učinak iznenađenja i smanjuje stres posade broda. Prva i do sada dokazana najučinkovitija mjera zavođenja projektila opet je izbacivanje chaffova oko broda-cilja i stvaranje okruženja lažnih ciljeva (engl: Distraction mode ili Dilution mode), koji će biti pokazani radaru za samonavođenje projektila čim se on aktivira. Oni trebaju spriječiti radarski zahvat broda-cilja tijekom kratkog traženja zadanog cilja, koje traje oko dvije sekunde, nudeći projektilu privlačniji lažni odraz za kojega se "hvata" i nastavlja let prema njemu. Lažni ciljevi trebaju biti tako raspoređeni oko broda da, bez obzira na metodu traženja cilja, projektil uvijek prvo nailazi na lažni cilj. Kako nikada nije točno poznat trenutak početka radarskog traženja cilja, i kako se brod-cilj može gibati znatnom brzinom, poželjno je da lažni ciljevi budu pozicionirani na dosta velikim udaljenostima od broda u svrhu održavanja nepromijenjene geometrije tijekom određenog vremena.

Iako je teško dokazati uspješnost tehnike zavođenja projektila, odnosno sprječavanja zahvata cilja, dosadašnja borbeno iskustva ukazuju na učinkovitost ovog jednostavnog načina "meke" obrane. Naime, 1973. godine od 50 projektila P-15 koje su arapske mornarice lansirale prema izraelskim brodovima, ni jedan nije pogodio cilj i to zahvaljujući ponajprije ranom otkrivanju lansirnih

platformi i njihovih namjera, a zatim velikom broju izbačenih chaffova relativno velikog dometa na prava mjesta u pravo vrijeme.

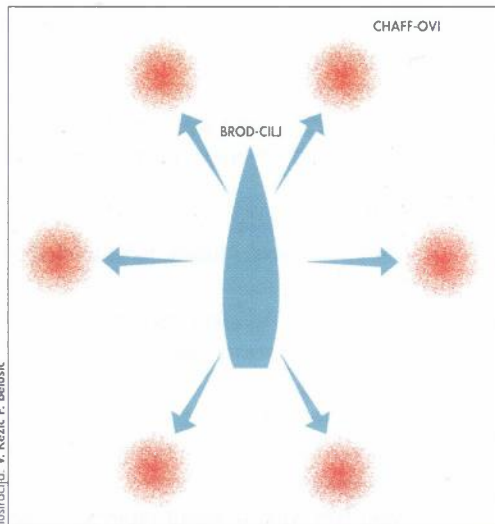
Na Falklandima 1982. godine chaffovi su spasili britanski laki nosač zrakoplova **HMS Invincible**, skrenuvši jedan od dva lansirana projektila AM 39 Exocet u drugom smjeru gdje se našao, kao veliki nezaštićeni cilj, britanski trgovački brod **Atlantic Conveyor** kojeg je taj projektil pogodio. Drugi skrenuti projektil završio je u moru.

Bitna pretpostavka uspješnog zavođenja projektila na neki lažni cilj od broda-cilja je prethodna detekcija lansiranja projektila i pravodobno izbacivanje chaffova, odnosno kontinuirano održavanje prstena chaffova oko broda sve dok traje potencijalna opasnost za brod. Kolika je vjerojatnost otkrivanja lansirnog projektila s broda-cilja? Mala ili nikakva, i to prvo zbog ograničenog radarskog horizonta s broda-cilja, a drugo zbog velike udaljenosti na kojoj bi trebalo detektirati vrlo mali cilj radarske površine 0,1 m² uz obilje morskog clutera. Međutim, vjerojatnost otkrivanja je veća ako se brod štiti motrilačkom mrežom radara na obali ili na drugim površinskim i zračnim objektima, koja ostvaruje dalje domete motrenja i čiji će se radari možda nalaziti bliže lansirnoj platformi i "gledati" lansirani projektil pod povoljnijim kutom koji otkriva veću radarsku površinu projektila.

"Meka" obrana br. 4 i 5 - raskid i izvlačenje iz "zagrljaja"

U slučaju iznenađenja, kada brod-cilj nije dobio izravnu ili neizravnu informaciju o postajanju prijeteće lansirne platforme i kada nije imao tehničkih mogućnosti za otkrivanje lansirnog niskelećećeg protubrodskog projektila tijekom prve etape "tihog" leta, brod-cilj će najvjerojatnije otkriti projektil nakon uključivanja radarskog signala, na udaljenosti od petnaestak kilometara. U ovoj situaciji punog iznenađenja posadi broda ostaje vrlo malo vremena za reakciju na opasnost od nadolazećeg projektila. Očito, u takvim okolnostima zavođenje projektila nije primjenljivo, jer je nemoguće u dvije sekunde izbaciti chaffove na udaljenost zavođenja i razviti ih u oblake koji predstavljaju dobar lažni cilj.

U raspoloživih pedeset sekunda napetog borbenog scenarija i stresnog stanja brodske posade, mala je vjerojatnost korektnog izvođenja brzih taktičkih procedura bez pomoći predprogramiranih automatskih sustava "meke" i "tvrde" obrane. Odluke o manevriranju broda i odluke o načinu suprotstavljanja "mekom" i/ili "tvrdom" obranom, uzimajući u obzir razmatranje tipa projektila, uvjete vjetrova i karakteristike vlastitog broda (primjerice slijepe sektore oružja i međusobne interferencije brodskih sustava), trebaju se donijeti tijekom



Ilustracija: V. Kerić P. Belušić

nekoliko sekundi.

Tijekom završnih pedeset sekundi brod-cilj je prepušten sam sebi i svojim obrambenim sposobnostima. Treba pretpostaviti da je brod-cilj već u zahvatu radara nadolazećeg projektila. Počinje kritična borba samoobrane svim sredstvima, ali ipak određenim koordiniranim vremenskim redoslijedom. Od trenutka uključivanja radara (vrijeme 0 sek) slijede događanja:

- poslije dvije skunde detektiran je radarski signal projektila,
- poslije 6 sekundi određen je smjer prijetjećeg signala, odnosno projektila,
- poslije 15 sekundi antena ometača je u pravom smjeru i on je spreman za djelovanje,
- nakon 20 sekundi donosi se odluka o izbacivanju chaffova i početku obmanjivanja.

Dakle, preostaje još 25 sekundi "meke" borbe protiv projektila, tijekom koje brod vrši manevar, birajući najpovoljniji kurs, uzimajući u obzir smjer dolaska projektila, smjer vjetrova i pozicije chaffova.

Kombiniranim djelovanjem aktivnog radarskog ometača i lažnog cilja pokušava se prekinuti zahvat broda-cilja (engl: Dump Decoy mode), odnosno odvući "vrata daljine" sa cilja i ostaviti radar bez cilja, prisiljavajući ga da pri ponovnom traženju cilja zahvati chaff. Naime, u sredini "vratiju" radar drži odraz cilja, a uključivanjem ometača dodaje se, uz odraz cilja, odgovor ometača znatno veće amplitude. Tijekom nekoliko radarskih impulsa odgovor ometača se ne udaljava od odraza cilja kako bi se radaru dozvolilo centriranje na veći "odraz" - odgovor ometača. Tada počinje kašnjenje odgovora, odnosno udaljavanje odgovora od odraza cilja, i to korak po korak za svaki radarski impuls po unaprijed programiranoj krivulji ubrzanja, vodeći računa da logika projektila ne osjeti taj umjetni proces. Pri svakom koraku "vrata" se ponovo centriraju na odgovor ometača. Nakon određenog vremena (ovisi o krivulji ubrzanja) relativno mali odraz cilja ostao je izvan "vrata", pa ometač može prekinuti sekvenciju odvlačenja (engl: Range Gate Walk off - RGWO ili Range Gate Stealing). Kritičan trenutak metode RGWO je izvlačenje broda-cilja iz vretenastog snopa radara i serviranje chaffa na pravoj udaljenosti i u pravom smjeru, kojega bi "vrata daljine" trebala zahvatiti nakon prestanka sekvencije odvlačenja. Ako takve okolnosti nisu ostvarene, projektil ponovo zahvaća brod-cilj. Važno je naglasiti da približavanjem projektila odraz cilja naglo raste, pa na takozvanoj prekidnoj daljini (engl: Burn Through Range) ometač više nije učinkovit, što za naš tipični projektil iznosi oko 1,3 km od cilja. Ometač ponavlja ovaj ciklus odvlačenja više puta, uz prilično upitan rezultat.

Metoda "posljednje prilike" (engl: Centroid ili Seduction mode) pruža veću šansu izbjegavanja pogodaka. Iznad broda-cilja, koji je već u zahvatu projektila, izbacuje se jedan ili više chaffova koji stvaraju veliki lažni cilj, kojega zahvaća radar skupa

s odrazom cilja. Iz tog velikog "zaloga" radaru treba neprimjetno izvući "mrvicu" (brod-cilj). Da bi se izvukao brod iz zahvata, chaff mora biti pozicioniran vrlo blizu broda, osiguravajući tako zajedničku "prisutnost" chaffa i broda u rezolucijskoj čeliji radara, što on vidi kao jedan cilj. Za ovu primjenu trebaju se koristiti posebni chaffovi s vrlo brzim razvijanjem oblakamamca u vremenu koje ne smije biti duže od tri do četiri sekunde. Po općoj ocjeni ova metoda izvlačenja pruža veću šansu preživljavanja nego metoda prekida zahvata, uz pretpostavku ispravnog i pravovremenog manevra broda.

Opisanim metodama pokušava se obmanuti projektil, servirajući mu lažne ciljeve slične brodu, a ne šumne signale koji bi stimulirali projektil na HOJ režim samonavođenja izravno na izvor šuma, odnosno na brod-cilj na kojemu je ometač. Međutim, metoda izbačenih aktivnih ometača-mamac na plutajućim platformama na pogodnim pozicijama oko broda, koji generiraju snažni šum, mogu učinkovito zaštititi brod aktiviranjem HOJ režima u radaru, mameći tako projektil na izvor šuma izvan broda.

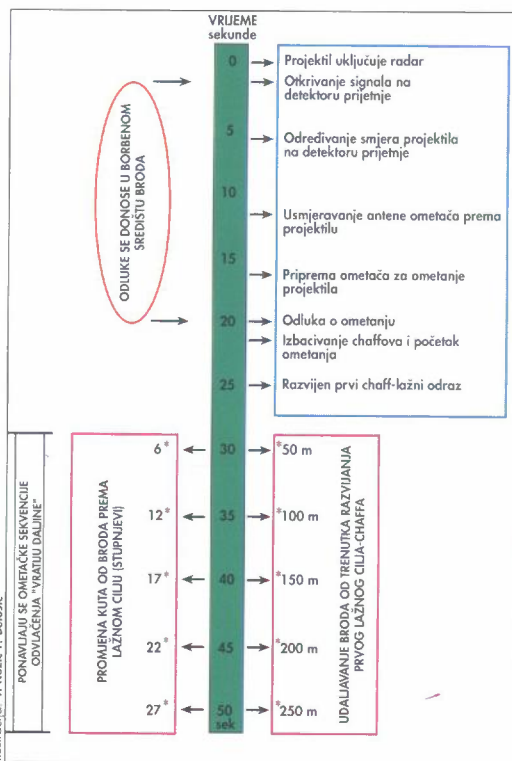
Umjesto plutajućih šumnih ometača mogu se rabiti i "viseći" ometači koje nose vrtoleti. Naime, brodski vrtolet leti na sigurnoj visini na kojoj ga ne može zahvatiti niskoleteci protubrodski projektil, pri čemu nisko iznad površine mora spusti šumni ometač, i to blizu broda da bi bio u vretenastom snopu radara. Kada projektil eventualno krene prema šumnom izvoru, vrtolet se udaljava od broda "povlačeći" za sobom i projektil.

Čak i sinkronizirano djelovanje svih opisanih tehnika "meke" obrane ne može jamčiti potpunu zaštitu od napadaja jednog protubrodskog projektila, a još manje u slučaju istodobnog višestrukog napadaja. Očigledno tu vjerojatnost treba povećati i s istodobnim djelovanjem sustava "tvrde" obrane broda.

"Tvrda" suprotstavljanja

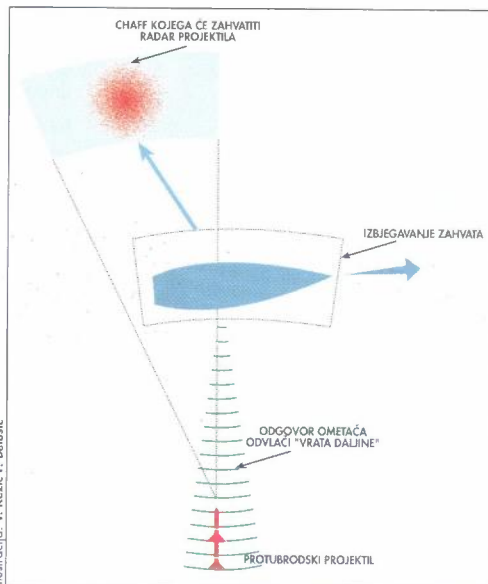
Topovi i proturaketni projektili igraju važnu ulogu, i to poglavito u završnoj etapi leta protubrodskih projektila. Proturaketni projektili obično su favorizirani na većim udaljenostima, iako novi razvojni uspjesi u tehnologiji topništva - kao što su projektili s mogućnošću ispravljanja putanje ili napredniji upaljači - ugrožavaju tu njihovu dominaciju.

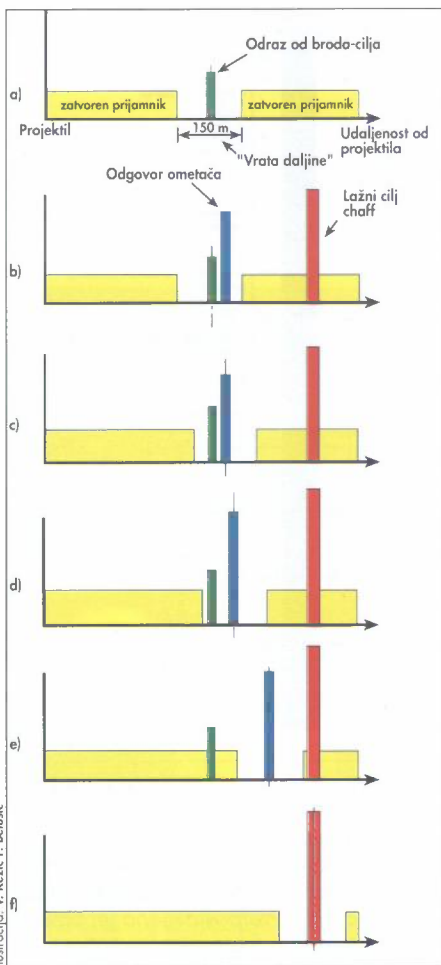
Broj CIWS sustava za blisku samoo-



Vremenski redoslijed aktivnosti na brodu-cilju tijekom procesa prekidanja zahvata (Dump Decoy), od trenutka uključivanja radara za samonavođenje protubrodskog projektila. Prvi lažni cilj je već razvijen kada se projektil nalazi na oko 6 km od cilja. Pretpostavljeno je: brzina broda 20 čvorova; brzina projektila 300m/s; udaljenost chaffa od broda 500 m

Prikaz situacije za prekid zahvata broda-cilja s radarom protubrodskog projektila. Kombiniranim djelovanjem radarskog ometača i lažnog cilja-chaffa pokušava se prebaciti zahvat s broda na chaff. Brod-cilj izbacuje chaff, a zatim ometač odvlači "vrata" daljine s broda a istodobno se brod izvlači odgovarajućim maneuvrom iz vretenastog snopa radara





branu broda nastavlja rasti na tržištu, a oni koji su već u uporabi određeno vrijeme podvrgavaju se programima poboljšanja. Temeljna posebnost ovih topova je velika trenutačna gustoća paljbe u volumenu sudara s projektilom-ciljom. Brzine paljbe iznose od više stotina projektila/min. do 10.000 projektila/min. (OTO Breda Barrage kalibra 25 mm).

Jedan od najnovijih topova te vrste, koji je namijenjen novoj zajedničkoj fregati (Engleska-Francuska-Italija) **Horizon**, zaslu-
žuje detaljniju pozornost. Top Millennium

Proces odvlačenja "vratiju daljine" (RGWO) radara za samonavođenje protubrodskog projektila s broda-cilja:
a) odraz broda-cilja je u središtu "vrata"
b) ometač generira snažan odgovor, a istodobno je izbačen lažni cilj-chaff
c) "vrata" se centriraju na jači odgovor ometača
d) odgovor ometača se svakog sljedećeg radarskog impulsa sve više udaljava od odraza broda
e) odgovor ometača je odvuкао "vrata" i ostavio odraz broda izvan njih
f) ometač prekida sekvenciju odvlačenja, "vrata" ostaju prazna, pa radar ponovno traži cilj. On pronalazi veliki lažni cilj i veže se na njega, jer se brod u međuvremenu izvukao iz vretenastog snopa

- niskoletuću protubrodsku raketu površine 0,2 m² na udaljenosti 1,5 km, i

- zrakoplov ili vrtolet površine 4 m² i veće na udaljenosti 4 km.

Godinama su stručnjaci za "tvrdu" samobranu broda "šetali" između izbora visoko manevrabilnih raketa kratkog dometa do uporabe brzopokretnih topova koji se mogu suprostaviti brzim ciljevima. Cijena topovskih sustava sigurno je veća od cijene jednostavnih raketnih sustava, međutim, ako se uzme u obzir jeftinije topovsko streljivo, onda su one usporedive. Na prvi pogled, proturaketni projektili izgledaju privlačnije rješenje problema suprotstavljanja protubrodskim projektilima, ali neka ograničenja njihove uporabe baš ne oduševljavaju. Neki od tih projektila imaju domet oko osam km. Dakle, na udaljenosti na kojoj se može nalaziti protubrodski projektil brzine 0,9 Macha 26 sekundi prije pogodka cilja, oni počinju učinkovito djelovati sve do 2 km od cilja, gdje više nisu djelotvorni. Tim projektilima treba određeno vrijeme (2-3 sekunde) nakon lansiranja dok postanu potpuno vođeni i dok dođu na željenu putanju leta. Neki proizvođači, hvaleći svoje proizvode, tvrde da je najmanja udaljenost učinkovitog djelovanja njihovih proturaketnih projektila svega 500 m.

Kratko raspoloživo vrijeme za suprostavljanje napadaju protubrodskog projektila i činjenica da će neprijatelj pokušati dovesti u zasićenje samobranu broda lansiranjem više projektila skoro istodobno i usmjeriti ih prema cilju iz različitih smjerova, ukazuju na očitu potrebu vrlo brzog prebacivanja paljbe s jednog na drugi cilj. Rješavanje ovog problema zahtijeva brzo potvrđivanje-verifikaciju uništenja svakog protubrodskog projektila. Ako čovjek treba uočiti uništenje cilja na TV monitoru, zatim zaključiti da je postignuto uništenje i odlučiti o kraju paljbe prema tome cilju, proces prebacivanja paljbe na drugi cilj bio bi prespor. Očigledno je nužna potpuna automatizacija toga postupka. Sustavi bliske obrane sposobni su detektirati naglu promijenu brzine projektila, koja bi indicirala njegovo uništenje, međutim, i taj postupak traži dosta vremena. U praksi CIWS topovi otvaraju paljbu prema svakom cilju dovoljno dugo vremena koje jamči odgovarajuću vjerojatnost njegova uništenja, a zatim prebacuju paljbu na drugi cilj. Naime, ne bi imalo smisla nastaviti paljbu prema jednom cilju u svrhu povećanja vjerojatnosti uništenja od 0,7 na 0,9, da bi se istodobno zbog toga ostavila druga dva napadačka projektila netaknutim.

Proturaketni projektili za blisku obranu broda

Oznaka projektila	Daljina gađanja max/min (km)	Brzina leta (Mach)	Masa bojne glave (kg)	Sustav vođenja	Vrsta upaljača
Crotale Naval Francuska	8,5/0,5	2,4	14	radio upravljanje + TV	kontaktni + IC nekontaktni
RAM Njemačka/SAD	9,6/	2,2	9,09	IC/UV	nekontaktni
RIM-7H Sea Sparrow SAD, NATO	15/1	2,5	30	poluaktivno radarsko	nekontaktni + kontaktni
Seawolf V. Britanija	6/0,5	2,5	14	radio upravljanje + TV	nekontaktni + kontaktni

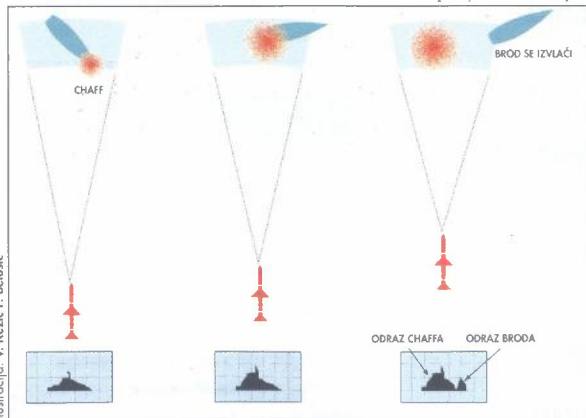
35/1000 dobio je ime iz kombinacije brzine paljbe od 1000 projektila/min. i početne brzine projektila od 1000 m/s. Sustav Millennium može u slijedu ispaliti od 18 do 25 projektila AHEAD kalibra 35 mm što traje 1,1 sekundu. Svaki projektil mase 750 grama sadrži po 152 podprojektila mase 3,3 g. To na mjestu pogađanja cilja stvara gustoću od 2736 projektila ukupne težine 9 kg, koja može s vjerojatnošću 80 posto uništiti:

- proturadarski projektil (ARM) radarske površine 0,1 m² na udaljenosti 1,2 km,

Sekvencije izvlačenja broda-cilja iz rezolucijske ćelije radara za samonavođenje projektila:
1) Unutar ćelije su brod-cilj i chaff koji se tek počeo razvijati
2) Lažni odraz se povećava, a brod započinje manevar izvlačenja
3) Veliki lažni cilj je dobar "zalogaj" u rezolucijskoj ćeliji, pa se brod-cilj može neprimjetno izvući iz nje

Koordinacija "meke" i "tvrde" obrane

Iako "meka" i "tvrda" obrana djeluju istodobno, na većini brodova njima se upravlja odvojeno, odnosno pri procjeni opasnosti i biranju "tvrdog" oružja nema korelacije s upravl-



jačkim procesorom za "meka" elektronička protudjelovanja, a niti obrnuto. Umjesto toga, svaki sustav slijedi neku lokalnu optimizaciju, ne mareći za širi aspekt trenutačne situacije.

S poluneovisnim djelovanjima oružja "meke" i "tvrde" obrane mogu nastati pozitivna i negativna međusobna djelovanja, često neočekivana i nerazumljiva. Ti međusobni utjecaji mogu se dogoditi na tri načina:

- izravno, kao rezultat zasjenjivanja radarske "crte gledanja" ili kao posljedica elektromagnetskih interferencija (EMI),

- neizravno, kroz promjenu ponašanja protubrodskog projektila uzrokovanu jednim sustavom obrane, koja zatim utječe na performanse drugog sustava i

- kombinacijom tih dvaju načina.

Vrlo nepoželjna situacija za zapovjednika branjenog broda je neočekivani i nekontrolirani međusobni utjecaj sustava brodske obrane, koji čini performanse osjetnika i oružja nesigurnim. Čak i blagotvorni učinci ne moraju značiti prednost ako zapovjednik ne zna kako ih može iskoristiti. Dakle, bitno je temeljito poznavanje međusobnih djelovanja "meke" i "tvrde" obrane, te njihovih "sudaranja", jer neodgovarajuća primjena tih sustava može rezultirati gorom situacijom nego da nije bilo među njima koordinacije.

Kada se jednom odluči da će koordinirano djelovati "meka" i "tvrda" brodska obrana, slijedi njihovo uključivanje u integrirani raspored djelovanja "meko-tvrde" obrane. Taj raspored se temelji na tri stupnja aktivnosti:

- superpoziciji krivulja učinkovitoga djelovanja individualnih oružja i određivanja područja njihova preklapanja,

- identifikaciji međusobnih utjecaja, kvantifikaciji njihovih sudaranja i procjeni rezultirajuće učinkovitosti oružja,

- izradi algoritma koji bi trebao angažirati najučinkovitija oružja ("meka" i "tvrda") u svim pretpostavljenim napadačkim situacijama protubrodskih projektila.

Za ilustraciju toga procesa može se razmotriti djelovanje proturaketnog projektila i chaffa (u metodi "posljednja prilika"), kao predstavnika njihovih skupina oružja, koristeći izraz "oružje" u najširem smislu koji uključuje osjetnike i sustave vođenja.

Brodska oružja nisu jednako učinkovita u svim smjerovima oko broda, što ovisi, primjerice, o radarskoj površini broda koja može varirati i do 10 puta ovisno o kutu gledanja, ili o slijepom kutu za lansiranje proturaketnog projektila. U biti postoje četiri područja učinkovitosti oko broda: (1) područje u kojemu su obje obrane učinkovite, (2) područje u kojemu je samo "tvrda" obrana učinkovita, (3) područje u kojemu je samo "meka" obrana učinkovita, i (4) područje u kojemu ni jedna obrana nije učinkovita. Jasno da brod tijekom sukoba treba nastojati da najveći broj ciljeva bude u području "obje obrane učinkovite", a

što manje u području "ni jedna učinkovita". Na prvi pogled, ovakav pristup daje najveću slobodu djelovanja, ali nažalost, on povećava i šansu međusobnog djelovanja oružja, koja mogu biti i degradirajuća. Zbog toga se ne treba orijentirati samo na područja preklapanja, već treba ispitati i druga područja, jer jedno oružje može utjecati na drugo jednostavno činjenicom da je ono samo uključeno, čak i kada još nije angažirano u obrani.

Postoje tri mogućnosti međusobnog utjecaja oružja "meke" i "tvrde" obrane:

- neutralna, kada nema međusobnih utjecaja i oružja su potpuno neovisna,

- potpomažuća, kada "meko" oružje pomaže djelovanje "tvrdo", ili obratno,

- odmažuća, kada "meko" oružje degradira djelovanje "tvrdo", ili obratno.

Temeljem navedenih konstatacija razvija se algoritam koji će birati optimalnu kombinaciju oružja protiv svakog određenog napadaja. Na primjer, u slučaju zajedničkog djelovanja radarskog ometača i proturaketnog projektila protiv protubrodskog projektila Exocet mogu nastati povoljne i nepovoljne situacije kao rezultat njihova međusobnog utjecaja:

(a) "meko" oružje potpomaže "tvrdo", jer šumni ometač aktivira režim projektila HOJ (Home on Jam) kada je putanja projektila mnogo stabilnija, pri čemu se povećava vjerojatnost pogotka proturaketnim projektilom, jer on pred sobom ima stabilniji cilj,

(b) "meko" oružje odmaže "tvrdom", jer ciljnički radar koji upravlja proturaketnim projektilom može primati kroz bočne latice njegove antene šum iz brodske ometača, što može onemogućiti praćenje protubrodskog projektila te brod može biti njime pogoden, jer sam šumni ometač ne može skrenuti projektil od broda.

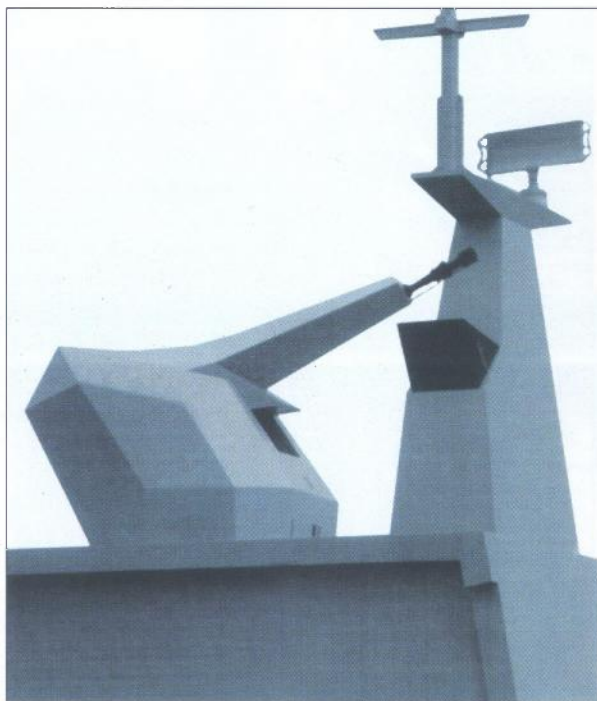
U drugom primjeru, pri djelovanju "mekom" obranom br. 5 - "posljednja prilika", izbačeni oblak chaffa može potpuno zasjeniti ciljnički radar za navođenje proturaketnog projektila i



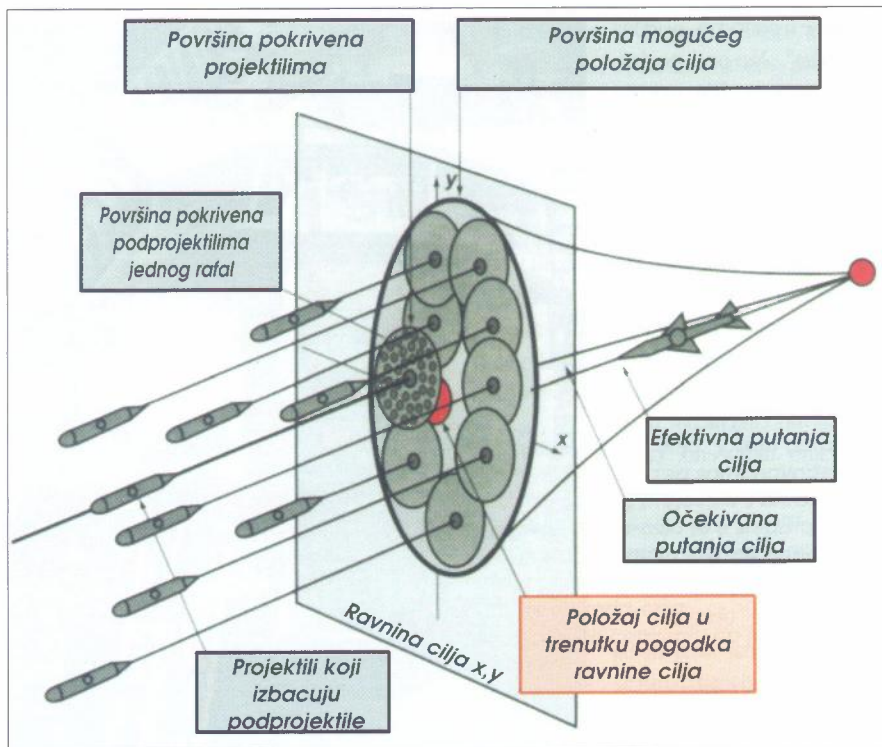
Tomislav Brandt

Britanski proturaketni i protuzrakoplovni sustav Seawolf s (na slici školskom) raketom

Model topničkog sustava Millennium MDG-35 na palubi broda

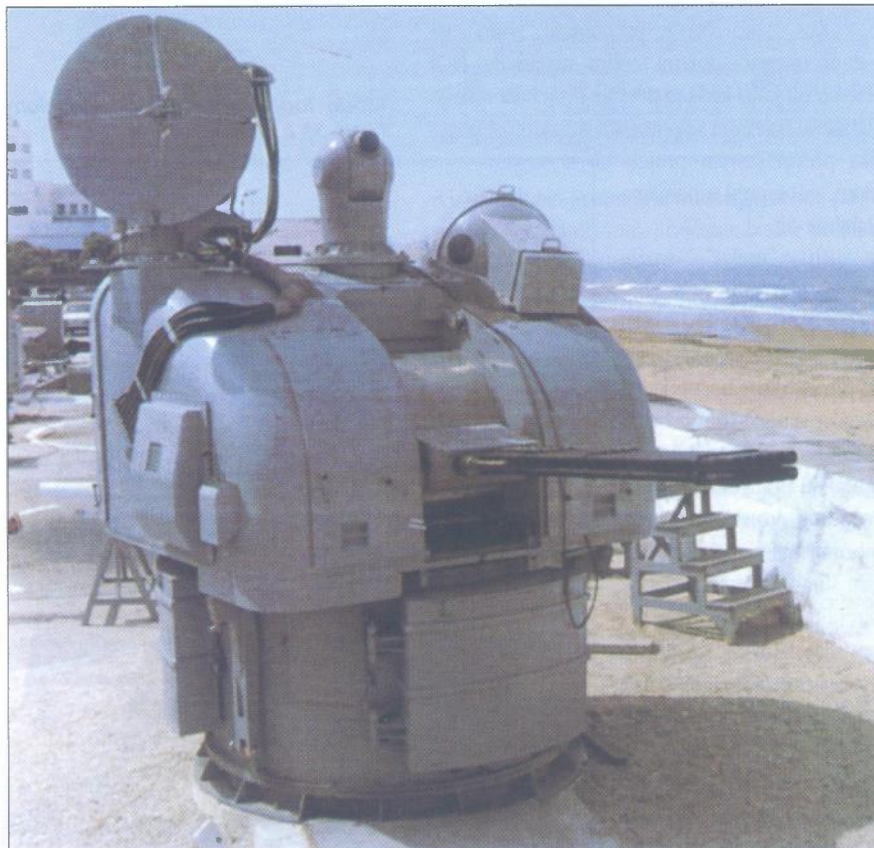


Royal Ordnance



Skica rasporeda pogodaka projektila i podprojektila proizvedenih paljebredom granata AHEAD ispaljenih prema putanji protubrodске rakete

Sustav bliske obrane Baz-n Meroka kalibra 20 mm, brzine paljbe 3600 projektila u minuti. Paljbom upravlja monoimpulsni ciljnički radar i TV kamera za niske razine svjetla



učiniti ga nedjelotvornim, odnosno "meku" obranu u ovom slučaju odmaže "tvrdoj".

Na sličan način je moguće analizirati druge kombinacije oružja, dvije ili više, protiv jednog ili više napadača i za svaki slučaj pronaći optimalnu reakciju, što zahtijeva kompleksne proračune. Postizanje najveće učinkovitosti obaju tipova oružja, posebice u operacijama obalnog područja, zahtijeva poboljšanu koordinaciju koja će konačno rezultirati povećanjem obrambene moći broda.

Svi elementi integriranog sustava samoo-brane broda - osjetnici, oružja, ometači, mamci,

procesori, resursi informacija i pomagala za donošenje odluka - mogu imati vitalni doprinos. Idealna ravnoteža među njima ovisi od mnogih čimbenika. Dok postoji razumljiva tendencija rabljenja svih raspoloživih sredstava u situaciji životne opasnosti, ipak suviše entuzijastički odgovor može ponekad biti više štetan nego dobar. Zbog toga se neke mornarice već okreću pomagalima za elektroničko odlučivanje kao pomoći pri zapovijedanju, koja često uključuju i tehnike umjetne inteligencije.

Ratna mornarica SAD na razarače klase Spruance i fregate klase **Oliver Hazard Perry** ugrađuje integrirani sustav za brzu obranu od protubrodskih projektila, AN/SYQ-17 (engl: Rapid Anti-Ship Missile Integrated Defense System - RAIDS), koji predstavlja prvu generaciju pomagala automatiziranog taktičkog odlučivanja. RAIDS treba brzo servirati časniku za taktička djelovanja jasne i koncizne preporuke za optimalno korištenje sustava za elektroničko ratovanje AN/SLQ-32 (uključujući i mamce-chaffove), zatim CIWS sustava bliske obrane Mk 15 Vulcan Phalanx i sustava proturaketnih projektila Sea Sparrow. Da bi to postigao, RAIDS koordinira informacije iz brodskih osjetnika, provodi procjenu i identifikaciju prijetnje, procjenjuje status obrambene spremnosti vlastitog broda, preporučuje optimalni taktički odgovor protiv jednostrukog ili višestrukog napadaja protubrodskih projektila, preporučuje specifičan obrambeni manevar broda, i daje grubu procjenu uništenja jednog ili više ciljeva. Operativna ispitivanja RAIDS-a na moru završena su u ožujku 1993. godine.

Osim radova na razvoju sustava odlučivanja, razvijaju se i nova oružja koja će zamijeniti sustave "tvrde" bliske obrane. Tako tvrke Hughes Naval and Maritime Systems i Hollandse Signaalapparaten razmišljaju o razvoju nove generacije oružja za blisku obranu, koja se temelje na laserskoj tehnologiji. Novi laserski sustav "tvrde" obrane - najvećeg dometa 1,5 km - moći će zamijeniti Phalanx i Goalkeeper sustave oko 2005.-2010. godine. Odluka o uporabi lasera, koji bi bio integriran na postojećim postoljima Phalanxa i Goalkeepera, odražava razmišljanja da CIWS temeljeni na topovima više neće biti dovoljno učinkoviti protiv novih generacija protubrodskih projektila u prvom dijelu sljedećeg stoljeća.

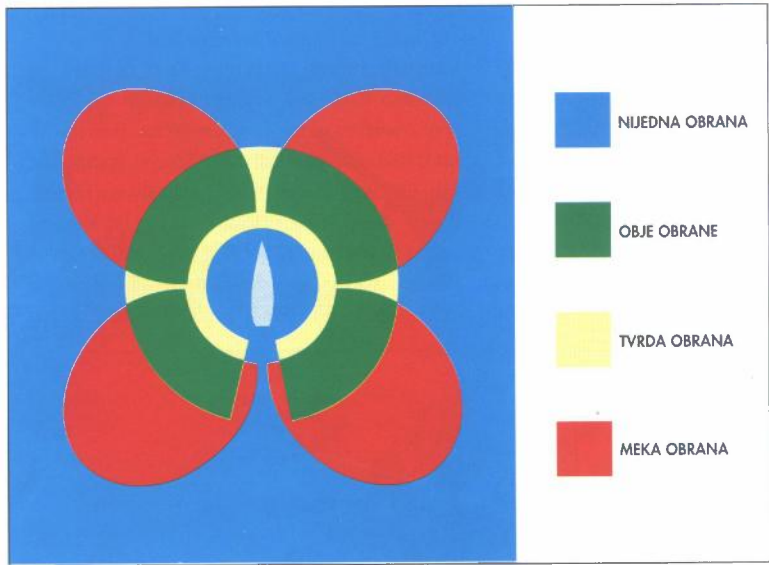
Očito, brod je još uvijek slabo zaštićen od protubrodskih projektila, jer i najjače mornarice svijeta kontinuirano i intenzivno tragaju za boljom samoobranom broda, ulažući u razvoj novih obrambenih sustava golemo sredstva.

1 Chaffovi se proizvode u obliku aluminijskih traka ili vrlo tankih stakloplastičnih metaliziranih vlakana ili naylona, čija je dužina jednaka polovici valne dužine radne frekvencije ometanog radara. Po desetak tisuća vlakana složeno je u jednu čahuru koja se izbacuje na željenu udaljenost od broda. Tu se na pogodan način vlakna rasprskavaju i stvaraju oblak koji predstavlja lažni cilj veličine velikog broda.

Literatura:

1. Defence Electronic, kolovoz 1978. Richard Hartman, "Shipboard Defence: EW Proving its Mettle"
2. Defence Electronic, siječanj 1980. Stefan Gelesenheyner, "Last-Ditch Surface-to-Surface Missile Defence - European Style"
3. IDR, rujan 1980. Dr. Hans A. Maurer, "Trends in Radar Missile Guidance"
4. IDR, ožujak 1981. Mark Hewish, "Tactical Missile Survey"
5. IDR, svibanj 1981. Doug Richardson, "The Battle Against the Sea-Skimmer"
6. Aviation Week & Space Technology, srpanj 1982., David A. Brown, "Countermeasures aided British Fleet"
7. IDR, srpanj 1982. "The SM 39 Missile"
8. Defence Electronic, srpanj 1982. David M. Russel, "How Exocet sank the HMS *Sheffield*"
9. Defence Electronic, kolovoz 1982. "Inside the Exocet: Flight of a Sea-Skimmer"
10. Defence Electronic, studeni 1982. Julian S. Lake, "The Anti-Ship Missile"
11. IDR, travanj 1983. Mark Hewish, "The Shield Naval Decoy System"
12. Defence Electronic, studeni 1983. Julian S. Lake, "The South Atlantic War: A Review of the lessons learned"
13. IDR, kolovoz 1995. Liang The, "Getting the act Toether"
14. IDR, rujan 1995. Doug Richardson, "Smarter Seekers"
15. IDR, rujan 1995. Rupert Pengeley, "Flexible firepower for *Horizon* Figate inner Defense"
16. Jane's Navy International, 9/10 1995. "Decisions, Decisions"
17. IDR, studeni 1995. Mark Hewish, "Strengthening the Weakest Link"
18. (skupina autora), "Chaff for Ships: Operational Considerations", International Countermeasures Handbook 1981.
19. Leroy B. Van Brunt, "Applied ECM", EW Engineering, Inc. 1982.
20. James, D.A. "Radar Homing Guidance for Tactical Missiles", Holsted Press, New York 1986.
21. Merrill I. Skolnik, "Radar Handbook", McGraw-Hill Inc. 1990.

Neki malokalibarski sustavi za blisku obranu broda						
Naziv sustava	Proizvođač	Kalibar (mm)	Top	Domet gađanja (m)	Brzina paljbe (projekt/min)	Početna brzina projektila (m/s)
Goalkeeper	Hollandse Signaalapparaten General Electric	30	GAU-8/A	3.000	2.100 4.200	1.020
Dardo	Selenia, Breda Bofors	40	Bofors	4.000	600	1.025
AK-630M-2	Tulmaš	30	OA-18	4.000	10.000	900
Vulcan-Phalanx	Genral Dynamics	20	M61A1	1.470	3.000 4.000 6.000	1.030
Sea Guard	Contravers Plessey, Oerlikon, Siemens, Alibs	25	Oerlikon	2.500	3.400	1.360
Meroka	EABA	20	Oerlikon TG-5	2.500	3.600	1.215



ilustracija: V. Kezić P. Belušić

Prikaz superponiranih krivulja djelovanja "meke" i "tvrde" obrane, koje u ovom slučaju predstavljaju proturaketni projektil ("tvrda") i chaff u modu "posljednja prilika" ("meka"). Očito je da postoje četiri različita područja oko broda: (1) gdje su obje obrane učinkovite; (2) gdje je učinkovita samo "tvrda" obrana; (3) gdje je učinkovita samo "meka" obrana, i (4) gdje ni jedna obrana nije učinkovita

Na vječnom putu borbe i opstojnosti

HRVATSKA VOJSKA KROZ POVIJEST

(VI. dio)

Smrću kralja Zvonimira hrvatska država se našla na pragu građanskog rata, ugrožena između Mlečana na jugu i Mađara na sjeveru, tj. dinastije Arpadovića koja je preko njegove žene Jelene Lijepe (sestre ugarskih kraljeva) polagala pravo na krunu kralja Zvonimira

Marijan PAVIČIĆ

Smrću kralja Zvonimira godine 1089. hrvatsko kraljevstvo dolazi pred nova iskušenja. Zvonimirova krunidba predstavljat će pravi uzorak kako su se u tadašnjoj Europi uređivali odnosi između suverenih država i Svete Stolicе.

Svakako je znakovito da je kralj Zvonimir, budući da je već ranije umro njegov sin Radovan, time ostavio prijestolje bez nasljednika. Smrću kralja Zvonimira hrvatska država se našla na pragu građanskog rata, ugrožena između Mlečana na jugu i Mađara na sjeveru, tj. dinastije Arpadovića koja je preko njegove žene Jelene Lijepe (sestre ugarskih kraljeva) polagala pravo na krunu kralja Zvonimira.

Također, za uvid u događaje koji će uslijediti, ne manje čini se značajnom i činjenica da je kralj Zvonimir donekle bio i zabrinut, što se zbog hrvatskog prijestolja proglasio gotovo podanikom rimskog pape Grgura VII., te mu prisegao na vječnu vjeru i odanost. No da je bila riječ o razboritom vladaru govori nam i njegovo realno sagledavanje tadašnjih međupolitičkih odnosa u Europi, gdje su i druge europske države, a među njima i moćna Njemačka, također prisegnula na vjernost papi. Njegovi naponi na jačanju vojne sile, ali i gospodarstva koje je za produkt imalo blagostanje stanovništva upućuje na pravilnu prosudbu. Već tu možemo uočiti da mu je i te kako bilo jasno da razdor države nastupa kad oslabe sigurnosni mehanizmi - moćna oružana sila i snažno gospodarstvo. Opstanak u realnom svijetu u svom dualitetu, neprekidnog ispreplitanja dobra i zla, sadržavao je dvije bitne odrednice: komunicirati s drugima, ali imati i moćnu vojsku i gospodarstvo, te čvrst politički sustav koji će jamčiti očuvanje suvereniteta i samostalnosti, kad bi neka od država izašla iz postojećih okvira ponašanja i nastojala ostvariti svoje imperijalističke naume.

Već tadašnji geopolitički položaj i značenje koji je on predstavljao za trgovinu s istokom, ali i za križarske vojne pohode, Hrvatsku je činio trnom u oku, i Mađarima i Mlečanima, ali i drugima. Ovi prvi, bili su tada u razdoblju svojeg imperijalnog širenja

klasičnim vojnim sredstvima kako bi izašli na Jadransko more, dok s druge strane moć Mlečana upravo je ležala na trgovini i komunikacijskim tokovima koji su oštro prodirali u srce Europe, granajući se kako prema zapadu, tako isto i prema sjeveru i istoku. U tom smislu položaj Hrvatske bio je od ključnog položaja, o čemu nepobitno svjedoče aspiracije Mlečana, Mađara, ali i drugih država. Ta važnost je osobito došla do izražaja nakon raspada Rimskog

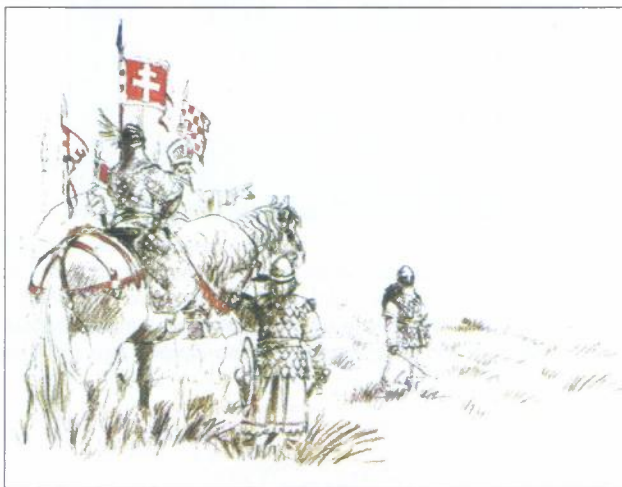
la na putu njihovih imperijalnih nauma.

Na putu podjele

Kreatori unutarnjeg sukoba u tadašnjem hrvatskom kraljevstvu svjesno su računali na podijeljenost koja je sudbonosno došla do izražaja za vrijeme Ljudevita Posavskog, ali i na neke zemljopisne odrednice uvjetovane granicom na Savi i navodnim razlikama u mentalitetu hrvatskog stanovništva proizašlog iz te podjele.

Nesloga nastala između hrvatskih velikaša i njihova nesposobnost da iz nove kraljevske obitelji izaberu novog kralja, Hrvatsku će dovesti na prag građanskog rata. O nastalom razdoru svjedoče i predanja: "Pošto je sav kraljevski rod izumro, nije više bilo nikoga tko bi imao u Hrvatskom Kraljevstvu zakonito naslijediti. Poče dakle među svim velikašima kraljevstva nastajati velika nesloga. Rastrgani na stranke, sad je ovaj a sad onaj iz puke pohlepe za vladanjem prisvajao vladavinu zemlje, nastade nebrojene otičine, pljačkanja, umorstva i legla svih opačina, jer nije prestajao dnevica jedan drugog progoniti, napadati i ubijati. Bijaše u to vrijeme jedan hrvatski velikaš, kojega su njegovi drugovi i suplemenici progonili mnogim uvredama i mnogim štetama, pak ne nadajući se da bi se inače mogao toliku zlu oprijeti, ode u Ugarsku. Tamo stupi pred kralja Ladislava

(brata hrvatske kraljice Jelene Lijepe), te ga stade nagovarati i putiti da pode osvojiti Kraljevinu Hrvatsku i pokoriti je svomu gospodstvu, uvjeravajući ga pouzdanom da bi to mogao lako izvesti, pošto je kraljevstvo ispražnjeno i ostalo bez zaštite kraljevske moći". U diplomatskom smislu stanje stvorenog kaosa predstavljat će plodno tlo za vojnu intervenciju. I obraćanje ugarskom kralju Ladislavu možemo smatrati pozivom na vojnu intervenciju. Sam taj akt predstavljat će posredovanje, miješanje jedne ili skupine država (ono što danas znamo pod pojmom međunarodna zajednica) u poslove druge države kako bi se postigao određeni cilj. Nekad to predstavlja grubo narušavanje suvereniteta, određivanje unutarnje politike koju dotična država mora voditi, provođenje raznih reformi, itd. Tako intervencija može biti politička ili vojna. Politička počinje davanjem savjeta ili



Ugarski kralj Ladislav i biskup Čeh koji će stolovati u gradu Zagrebu i slušati ugarskog nadbiskupa nastojeći na taj način smanjiti duhovnu vlast kninskog biskupa koja se tada širila sve do Drave (R. Develič)

carstva, a još više nakon raspada moćnog Franačkog carstva, čijim procesom raspada na zapadu Europe nastaju države koje svoja gospodarska nastupanja usmjeravaju prema istoku, i to - prema nastajućem Ruskom carstvu i srednjem istoku, kolijevci civilizacije. Nikakav kompleks istokom nije opterećivao zapadne države, kako u to vrijeme, tako i sada, jer već se tada znalo da učinkovit osvajač nekog prostora je moćna vojna sila, ali još moćniji i učinkovitiji osvajač je proizvod - od stroja do prehrambenog proizvoda, koji to vrši bezbolnije, a time i učinkovitije i dugotrajnije. U tom slučaju proizvod je i diplomat koji dotični prostor osvaja i kulturom naroda od kojeg potječe.

U takvoj konstelaciji sigurno je jedno: potencijalnim aspirantima najmanje je odgovarala vojno i gospodarski moćno hrvatsko kraljevstvo - država. Kako zbog nje same, tako i iz razloga što im se nalazi-

zahtjevom ciljanoj strani da svoju vanjsku i unutarnju politiku uskladi prema određenom uzorku. S druge strane nalazi se vojna intervencija. No bez obzira na svoj predznak, intervencija ima za cilj poraz dotične države i pretvaranje intervencije u vojnu okupaciju.

Podjela je postignuta. Nasuprot stranki koja je radila za ugarskog kralja Ladislava i u kojoj su bile pristaše Zvonimirove udovice Jelene, bila je druga stranka koja je na kraljevsko prijestolje željela postaviti domaćeg čovjeka.

Baš taj čin jednog dijela hrvatskih velikaša, nepriznavanje za novog hrvatskog kralja domaćeg čovjeka, odlučit će da se ugarski kralj Ladislav odazove pozivu na intervenciju hrvatskih zavjerenika okupljenih oko njegove sestre Jelene.

Tako godine 1091. Ladislav kod Vaške prelazi rijeku Dravu i provaljuje u Panonsku Hrvatsku i s vojskom smjerom jugozapad nadire prema Sisku.

nastupanju.

Na međunarodnoj sceni baš u toj fazi ugarskog imperijalnog nastupanja, okolnosti za Ladislava nisu bile nikako povoljne. Iako je osvojio sjevernu Hrvatsku i u njoj postavio za svog namjesnika Almoša, za akciju stjecanja vlasti nad Hrvatskom i Dalmacijom nije dobio pristanak pape Urbana II. Papa se čak povezo s Bizantom, pri čemu je bizantski car Aleksije I. poslao na Ugarsku Kumane i uspostavio nad dalmatinskim gradovima svoju izravnu vlast. Ta akcija prisilit će Ladislava da odustane od daljnjeg osvajanja Hrvatske. Odbivši Kumane koji su prodrli u istočnu Ugarsku, Ladislav odustaje od daljnje vojne na Hrvatsku, zadovoljivši se osvojenim prostorom sjeverne Hrvatske, od Drave do Gvozda, za namjesnika od godine 1091. do 1095. postavlja svojeg sinovca Almoša.

Ta I. faza ugarskog nastupanja mogla bi se

spominjao tijekom prijašnjih stoljeća. Na brijegu iznad potoka Medveščaka, tamo gdje je danas Gornji grad, stajala je velika i čvrsta zgrada s kulama. Po tom župnom gradu dobio je i sam brijeg ime Gradec. Nastanjenjem novoga biskupa Duha, počinje gradnja stolne crkve i dvorca u Zagrebu. Kako bi novi biskup imao i dohodak, kralj Ladislav poklanja mu velike posjede: Čazmu i Dubravu s obradivim zemljištem, šumama i kmetovima. Tako u vrlo kratkom vremenu Zagreb postaje biskupskim središtem i po svojoj duhovnoj i političkoj važnosti. Na taj način vrlo brzo se uzdiže se iznad ostalih gradova.

Almoševa vlast stvarala je sve veće nezadovoljstvo u narodu tako da u početku 1095. nakon Ladislavove smrti narod podiže oružani ustanak. Kako je Almoš bio lakouman i prevrtljiv čovjek, više odan lovu i zabavi nego radu, pod silovitim nastupanjem naroda morao je napustiti prostor sjeverne Hrvatske.



Tragedija i opomena za sve buduće hrvatske naraštaje. Pogibija Petra Svačića na Gvozdu i početak gubitka neovisnosti hrvatskog kraljevstva kao rezultat hrvatskog nejedinstva i političkog sljepila (O. Iveković)

Ravničarski predjel svojim mjestopisnim značajkama nije omogućavao učinkovitu obranu, te je Ladislav s lakoćom zauzeo tamošnje župe i s lakoćom došao pod zidine Siska koji je nakon borbi pao u Ladislavove ruke. Žestoke borbe se vode kod Gora, nedaleko od današnje Petrinje, u kojima je poginuo i glavni ugarski vojvoda Seledin. Doprijevši do Gvozda, daljnja namjera ugarskog kralja bila je provaliti i na prostor Bjelohrvatske banovine kako bi zavladao svekolikim hrvatskim državnim prostorom na temelju ostavinskog prava. Doduše i u njoj je vladala nesloga (svako pleme obranu je organiziralo samo za sebe), ali postojala je i državotvorna jezgra koja je Ladislavu pružila otpor i smatrala ga osvajačem. Vrlo značajnu ulogu u obrambenim naporima imale su i mjestopisne značajke; visoke planine i uski klanci koji su se pokazali učinkovitim segmentom obrane. Mjestopisne značajke prisiljavale su Ladislava da se bori za svaki grad, planinu, klanac. S obzirom na te okolnosti nije bilo ni govora o nekakvom silovitom

okarakterizirati sljedećim: fizička podjela hrvatskoga državnog teritorija na dva dijela. Njegovim sjevernim dijelom upravljat će Almoš. U drugoj fazi ugarskog nastupanja uočavamo političko djelovanje koje će imati za cilj utvrđivanje ugarske vlasti u sjevernom dijelu, odvajanje od ostatka zemlje i sve čvršće povezivanje s Ugarskom. U tom smislu Almošu se najdjelotvornijim ukazalo podići zasebnu biskupiju koja ne bi bila podložna hrvatskom biskupu u Kninu ni splitskom prvostolniku, već ugarskom nadbiskupu. Kako bi što posrednije djelovali u ostvarenju takve politike, Mađari su godine 1094. za novog biskupa doveli Čeha Duha. Da je u tome bilo i te kako sustavnosti govori i činjenica da stolica novog biskupa ne će biti u banskome gradu Sisku već u gradu Zagrebu nedaleko od Save. Na taj način narodu je trebalo izbrisati iz sjećanja njegov buntovnički duh koji se nije želio pokoriti okupaciji ni jednog osvajača - od Franaka pa nadalje.

Za grad Zagreb zanimljivo je da se tako reći nije

Time se Kraljevstvo Hrvatsko ponovno proširilo na sjever, sve do Drave, vraćajući se na taj način u svoje stare granice.

No nekako u isto vrijeme od hrvatske države odvajala se latinska Dalmacija koja već nakon smrti kralja Stjepana II. nije htjela priznati novog kralja Petra Svačića.

Takav razvoj događaja učinio se povoljan mletačkom duždu Vitalu Michielu koji je poželio da se vrata vremena Petra II. Orseola i latinska Dalmacija stavi pod vlast Mletačke Republike. Izvjesnu pomoć je dobio od bizantskog cara, ali najviše su pomogli križari koji su godine 1096. prolazili Hrvatskom i Dalmacijom i pritom počinili mnoga nasilja. U to su vrijeme arapska plemena pod imenom Seledžuci prodirala u Malu Aziju sve do obala Sredozemnog mora. Seledžuci su ubijali i hodočasnike koji su posjećivali Jeruzalem, pa je papa Urban II. potresnim govorom pozvao zapadne vitezove da oslobode Jeruzalem, i Kristov grob. Prije vitezova odazvali su se

mali ljudi, sirotinja. Većina njih bila je pobijena ili zarobljena tijekom samog puta. Nakon njih kreće viteški križarski pohod, i to djelomice preko hrvatskih krajeva. Bez obzira koliko je bio plemenit cilj te vojske, vojnici su vršili i okrutne pljačke.

Tako preplašeno latinsko stanovništvo prihvaća poziv mletačkih poslanika da se stavi pod zaštitu moćne Mletačke Republike. Vrlo brzo, dalmatinski gradovi s latinskim stanovništvom prelaze u Mletke obećavši im pomoć i u brodovima, ako bi svoju mornaricu slali u križarski rat.

I još se Hrvati nisu mogli oporaviti od udarca s juga kad se na sjeveru počela ukazivati nova prijetnja u liku ugarskog kralja Kolomana koji dolazi na prijestolje godine 1095. I Kolomanova namjera bila je osvojiti Hrvatsku, smatrajući kako mu ona pripada po pravu nasljedstva. To će biti samo pokriće za već ustoličene imperijalističke namjere. Pravi razlog bit će važan geopolitički položaj koji je već tada Hrvatska imala u Europi. No vrlo brzo je uvidio da to ne će moći učiniti preko noći. Kao prvo, izmirio se s papom s kojim se posvadio njegov prethodnik Ladislav. Sljedeći korak u učvršćivanju vanjskopolitičkog položaja bit će njegovo zaručivanje s Buzilom, Sicilijankom, kćerkom hercega Rogera I., papinog pristaše.

Nakon godine 1096. Koloman se oslobađa problema koji su nastupili prolazom križara kroz Ugarsku. Za vrijeme prolaska križarske vojne čak je ostvario i tijesnu suradnju s od dijela državotvornog plemstva izabranim hrvatskim kraljem Petrom Svačićem (1093.-1097).

Problemi s kojim se suočio Bizant kad su križari prolazili kroz Carigrad i Malu Aziju, i nemogućnost u tim okolnostima da posveti više pozornosti Hrvatskoj i Dalmaciji, dalmatinske gradove predaje na upravu Mletačkoj Republici.

Tijekom godine 1097. događaju se odlučujući događaji. Mlečani su uspostavili vlast nad dalmatinskim gradovima, a Koloman se s vojskom uputio kroz Hrvatsku na more u Biograd, kamo se iz Palermo uputila njegova zaručnica Buzila prema njegovoj preporuci. Kolomanov put kroz Hrvatsku vodio je prema planini Gvozdu.

Može se zaključiti: bilo je to posredno nastupanje. "Svadbena povorka" ugarskog kralja bila je maska za krvavi bojni pohod, jer Kolomanova namjera bila je osvojiti cijelu Hrvatsku.

No zadnji hrvatski kralj Petar Svačić u tome prepoznaje osvajački pohod. Između Kupe i Gvozda došlo je do teške i neravne borbe.

Vojska kralja Petra Svačića nije bila dostatno naoružana, a pretpostavlja se da nije imala ni konjanstvo. Po svoj prilici raspolagala je samo s pješastvom koje nije imalo prikladno naoružanje.

Veliki dio te vojske sastojao se iz na brzinu skupljenog seljaštva iz tih krajeva. Branilo se oružjem kakvo se našlo u kućama. Samo pojedine postrojbe bile su naoružane kopljem i štitom, a bilo je i nešto strijelaca. Sve u svemu bila je to ustanička vojska, koju Petar Svačić nije mogao naoružati oružjem kakvim je raspolagao neprijatelj.

I kako je ostalo zapisano, borba je bila teška. Hrvati su se žilavo branili, te mađarski konjanici nisu mogli ovladati najvažnijim klancima.

Najteža i konačna borba vodila se u planini koja sada u spomen i za opomenu na najveću tragediju koju će doživjeti hrvatski narod nosi ime Petrova Gora. U borbi je poginuo i sam kralj Petar Svačić i brojni hrvatski junaci.

Nakon toga Koloman nastavlja put prema Biogradu gdje ga je čekala Buzila. Sigurno se zaprepastila kad je vidjela s kim će morati živjeti, no riječ svojeg oca nije smjela pogaziti.

Nakon smrti kralja Petra na Gvozdu, Koloman postaje mletački susjed s kojima godine 1098. sklapa



Sramni čin nagodbe (Pacta conventa) dijela hrvatskih velikaša s ugarskim kraljem Kolomanom (O. Iveković)

ugovor o međusobnoj sigurnosti posjeda jer nije bio dovoljno snažan da ih potisne s hrvatske obale. Nakon poraza godine 1099. u Haliču, Koloman se više nije osjećao snažnim da Hrvatsku drži u pokornosti.

Hrvatski banovi kad su čuli za njegov poraz na istoku, dižu ustanak i oslobađaju zemlju sve do Gvozda.

Koloman vrlo brzo uviđa da Hrvate i Hrvatsku ne će biti u stanju držati u pokornosti i pobijediti oružjem, te ponovnom osvajanju pretpostavlja nagodbu (tzv. Pacta conventa).

Duh osvajača brzo se prilagođava novonastaloj situaciji. Svoj osvajački naum odlučuje postići mirnim putem i sporazumom. I nije bilo tu riječi o nikakvom moraliziranju, u smislu uzaludnog prolijevanja krvi, već o strogom ekonomiziranju u nastojanju da svoj naum ostvari drugim sredstvima.

Jedna točka u ponuđenom ugovoru glasila je: "Ako su Hrvati voljni priznati njegovo nasljedno pravo po tetki Jeleni, ako ga hoće za svojega kralja, zašto onda da se krv prolijeva?"

Po prenesenom zahtjevu ugarskog kralja došlo je do vijećanja na kojem je bilo odlučeno da se obitelji ugarskih Arpadovića prizna pravo na Hrvatsko Kraljevstvo po Jeleni, ženi kralja Zvonimira. Bitno je napomenuti da prigodom vijećanja nisu sudjelovala sva hrvatska plemena. Poglavlje 12 hrvatskih plemena sklapaju nagodbu, tzv. Pacta conventa ili Qualiter 1102. Među 12 hrvatskih velikaša koji su prihvatili

nagodbu bili su: knez Juran od plemena Kačića, knez Ugrin od plemena Kukara, knez Mrmonja od plemena Šubića, knez Pribisav od plemena Čudomerića, knez Jurina od plemena Snačića, knez Petar od plemena Mogorovića, knez Pavao od plemena Gušića, knez Martin od plemena Karinjana i Lapčana, knez Pribisav od plemena Polečića, knez Obrad od plemena Lisnićića (Laćnićića), knez Ivan od plemena Jamometića i knez Mironja od plemena Tugomerića.

Nakon prihvaćanja uvjeta hrvatski knezovi odlaze u tabor kralja Kolomana kako bi mu prenijeli što je sabor ustanovio. Kralj ih je časno primio i pozdravio cjelovom mira i nakon toga s njima je utanačio nagodbu. Prema staroj predaji, sporazumu je mnogo pridonio i zagrebački biskup Duh koji je uživao veliki ugled kod ugarskog kralja. Nakon postignute nagodbe hrvatski knezovi i Koloman odlaze u grad Križevac gdje je nagodba bila pismeno sastavljena i na koju su prisegnuli i Hrvati i Koloman. Tim ugovorom Hrvati priznaju Kolomana za zakonitog kralja Hrvatske i Dalmacije ili hrvatske države. Koloman se pak zavjetovao kako će štititi i braniti sva prava Hrvatskog Kraljevstva, da će hrvatska plemena ostaviti neka žive po starim običajima i da ne će plaćati kralju nikakav porez za svoje posjede. Knezovi hrvatskih plemena obećali su da će za vrijeme rata pomagati kralja s postrojbom od trideset ljudi, i to do Drave, do granice kraljevstva o svom trošku, a preko granice o kraljevu trošku. Nadalje ugovorom je bilo utanačeno da će se kralj i njegovi nasljednici vazda posebice kruniti hrvatskom krunom, da se u Hrvatsku ne će naseljavati tudinci i da će kralj dolaziti u zemlju na sabore. Nadalje, kralj se obvezao da ne će ukinuti ni bansku ni hercešku čast, a nastojat će što prije vratiti Hrvatskom Kraljevstvu i latinske gradove Dalmacije koji su bili pod mletačkom vlašću.

Taj državnopravni ugovor, temelj našeg državnopravnog položaja kroz stoljeća, bio je ugovor jednakih sudionika. Po njemu je Hrvatska kraljevom osobom bila vezana s Ugarskom, ali je sačuvala svoju državopolitičku samostalnost, izraženu u zasebnoj krunidbi za hrvatskog kralja, zasebnom saboru, u osobi bana ili hercega kao kraljevog namjesnika, u zasebnom porezu, novcu i vojsci.

Očito je da je potreban i dovoljan uvjet za vojni, a time i politički poraz hrvatskog kraljevstva bila hrvatska naivnost (vjerovati u riječ neprijatelja/osvajača) i politička i svekolika druga podjela hrvatskog naroda. Takav vid pritisaka i imperijalnih nastojanja hrvatski narod će pratiti sve do današnjih dana. Stoga se kao imperativ postavlja svakodnevno jačanje sigurnosnih mehanizama i svekolikoga gospodarstva koje će biti učinkovit način odvrćanja svakog potencijalnog osvajača. Stoga današnji medijski ali i drugi napadaji na te segmente hrvatske države treba razumjeti kao dio smišljene strategije koja ima za cilj porobljavanje i osvajanje, kako oružjem tako i gospodarskom (plasiranje svojih proizvoda u kolonijalnom duhu) i stranom medijskom penetracijom koja se smatra učinkovitijom, a time i opasnijim vidom kolonijalnog porobljavanja. Za zemlju koja je podvrgnuta takvom nastupanju u prvoj fazi želi se ostvariti da se na njoj uspostavi ograničeni suverenitet (u vidu raznih političkih i gospodarskih pritisaka) nakon čega, u kaosu socijalnih i drugih nemira bi trebalo

nastupiti i njezino konačno porobljavanje i uključivanje u nekakve umjetne državne ustroje. Nadalje, medijski pokušaji neprijatelja da se iskompromitira obrambeno-sigurnosni mehanizam države, ukazuje da su napori u tom smjeru pravilno usmjereni i da daju očekivane rezultate u smislu obrane i očuvanja njezinog suvereniteta.

Povijest kao učiteljica

Na proslavi obljetnice oslobođenja zapadne Slavonije Predsjednik RH dr. Franjo Tuđman posebno je istaknuo da povijesni nauk govori da samo ratne pobjede nisu bile dovoljne u hrvatskoj povijesti i da je mnogo trebalo izvući iz iskustva te i takve hrvatske povijesti kakva je bila, tegobna, trnovita i mukotrpna da bismo došli do tih ratnih pobjeda, do obnavljanja slobodne i nezavisne hrvatske države koju smo izgubili u 12. stoljeću, i da bismo izvukli iskustva ne samo o tome kako treba doći do tih pobjeda nego i o tome kako treba sačuvati te pobjede za budućnost hrvatskog naroda i hrvatske države, a toga mnogi na žalost nisu svjesni. "To što od Trpimirovih, Tomislavovih, Krešimirovih, Zvonimirovih vremena nismo imali samostalnu i slobodnu hrvatsku državu, nisu nam bili krivi samo drugi, imali smo nepovoljne međunarodne okolnosti, ali, imali smo i neznanja i nesvjesti u vlastitim redovima. Da su se hrvatski velikaši mogli i znali dogovoriti o vladaru iz narodnih redova ne bi morali ići u nekakva Pacta konvente i vezati Hrvatsku za Ugarsku, a kasnije i za druge

višenacionalne državne zajednice.

Treba li podsjetiti da je pred 600 godina održana, točnije 1397. krvavi Križevački sabor na kojem su se hrvatski velikaši međusobno borili i uništavali oko toga tko će vladati Hrvatskom, i tako prepuštali Hrvatsku opet tuđoj vlasti. Treba se prisjetiti da su hrvatski knezovi, hrvatski banovi Zrinski u 16. i 17. stoljeću postigli velike ratne pobjede nad Osmanlijama, i Frankopani nad Mlečanima, da im je Europa pljeskala nad tim pobjedama ali da im nije dala potporu za slobodnu hrvatsku državu, i da su tada na tim gorkim iskustvima poduzimali i neke korake koji nisu bili u skladu s međunarodnim okolnostima, koji nisu bili dovoljno čak ni razboriti i to ih je odvelo u Bečko Novo Mjesto do pogubljenja. Ta Europa koja im je pljeskala na tim pobjedama, ta Europa bila je takva i danas, zaokupljena svojim problemima, svojim unutarnjim suprotnostima i svojim pogledima kako da osigura ova ili ona država, Francuska, Velika Britanija, Njemačka ili Italija svoju vlast i kako da iskoristi Hrvatsku za svoje interese, a ne za hrvatske interese. To mnogi Hrvati kao i oni koji su danas na političkoj sceni zaboravljaju, i zbog toga o tome govorim. Ako smo izvojevali ratne pobjede od Bljeska do Oluje, ako će o tome pisati povijest zlatnim slovima, onda pred nama stoji ne mala zadaća da poslije uspostave hrvatske države, poslije takvih ratnih pobjeda, poslije izvojevanja međunarodnog priznanja Hrvatske ne dopustimo da opet te pobjede, te žrtve budu uzaludne i da nam to unutarnje rastrojst-

vo i međunarodno nadmetanje nad nama dovede u pitanje i budućnost hrvatske države i hrvatskog naroda", bile su riječi Predsjednika i Vrhovnika dr. Franje Tuđmana.

Uzdizanje Republike Hrvatske u međunarodnom poretku kakav nije bio od Tomislavovih i Krešimirovih vremena ostvaren je upravo na pomirbi i jedinstvu svkolikog hrvatskog naroda, domovinske i iseljene Hrvatske i na svijesti da se više nikada ne smije dogoditi ono što je od početka 12. stoljeća pa sve do današnjih dana uvjetovalo da nemamo suverene i samostalne hrvatske države. Upravo ostvarenje sna o suverenoj i samostalnoj hrvatskoj državi tijekom Domovinskog i obrambenog rata potvrda je da su Hrvati kao narod i te kako vični oružju, ali isto tako da su stekli i političku mudrost koja će im omogućiti da sačuvaju stečeno. Nikako nije na odmet još jednom napomenuti, borba se nastavlja, jer i nakon postignutih oružanih i diplomatskih pobjeda okruženje je ostalo isto, kao i igre velikih država u okviru Europske Unije i na svjetskoj razini. Za odvratanje od njihovih mračnih planova i igara neka im prijetnja bude vječna ideja o hrvatskoj državi i svekoliko jedinstvo hrvatskog naroda.

Pouka za povijest je očita. Poraz i gubitak neovisnosti hrvatskog kraljevstva nije bio u vojnoj nadmoći neprijatelja.

Njegova neoružana pobjeda, bila je nezamisliva bez asistencije izdajničkog dijela hrvatskog plemstva.

(nastavit će se)



AS-TIM

Poduzeće za trgovinu, turizam, ugostiteljstvo i usluge
10000 ZAGREB, Donji prečac 9 CROATIA

tel: +385 (0)1 229-69

tel - fax: +385 (0)1 223-96

COLD STEEL® High Performance Knives

Prigodan popust 20% na sve Cold Steel® proizvode za vrijeme trajanja priredbe Interprotex, (Zagreb. Velesajam 5-8. 6. 1996.) Paviljon 10A, štand 30.

The Complete Voyager Series



The Tanto series

The Mini Tanto



The Tanto



The Magnum Tanto II



Defender



Tai Pan



Bush Ranger



Recon Tanto



SRK



Hrvatskoj vojsci odobravamo plaćanje čekom u 3 rate

STVARANJE NOVOG IMPERIJA

(IV. dio)

I dok se moć Rima približavala svom vrhuncu, u srcu imperije, na današnjem talijanskom tlu, rasplamsavao se surovi unutrašnji rat. Događaji koji su sve više uzimali maha na pozornicu tadašnjih svjetskih zbivanja postaviti će nove povijesne osobe. Oni će svojim političkim potezima i vojnim nastupanjima utjecati na svekoliki tijek daljnjeg razvoja civilizacije. Njezin neumoljivi tijek nije znao za predah

Marijan PAVIČIĆ

Budući da je Scipion osvojio cijelu Španjolsku i stekao prijateljstvo numidskog vladara Masinise, koji je prije toga bio saveznikom Kartage, oduševljeni narod izabire godine 205. prije Krista Scipiona za konzula usprkos njegovoj mladosti i protiv volje senatora koje su počeli zabrinjavati brzi Scipionovi uspjesi. Po izboru za konzula Scipion se osjeća sposobnim za drugo i odlučno nastupanje protiv Hanibalove strategijske pozadine.

U Africi je rimskoj diplomaciji pošlo za rukom da sklopi prijateljski savez s jednim od numidskih kraljeva - Sifaksom. Za Hanibala će to predstavljati veliki gubitak jer je numidsko konjaništvo pod zapovjedništvom numidskih kraljeva predstavljalo jezgru kartažanske vojske. U tom nastupanju Rimljani vješto iskorištavaju suparništvo numidskih kraljeva Sifaksa i Masinise. Masinisa je imao potporu kartažanskih aristokrata, a Sifaksa kao najlućeg Masininog protivnika na svoju stranu pridobili su rimski diplomati. Ipak Sifaks se dugo kolebao da bi na poslijetku pod utjecajem rimskih uspjeha u Makedoniji prešao u rimski tabor.

Usprkos protivljenjima, Scipion svoj sljedeći potez povlači na afričkom kontinentu, ili preciznije rečeno na južnim obalama mediteranskog bazena. S vojne točke gledišta Scipion je bio u nepovoljnijoj situaciji. Za saveznika je imao samo numidijskog kralja Masinisu s lakim numidijskim konjaništvom.

Pri iskrcavanju u Africi, Scipionu je otpor pružilo samo lako konjaništvo. On ga postupnim i vještijim povlačenjem uvlači u zamku i uništava. Postignutom pobjedom dobio je potrebno vrijeme za utvrđivanje svojeg položaja, te potaknuo Rim za većom pomoći. Nadalje, prvom vojnom pobjedom postignutom na afričkom kontinentu uzdrmao je veze između Kartage i njezinih saveznika. U toj namjeri ostao mu je nedodirljiv Sifaks.

Pokušaj brzog zauzimanja Utike kao Kartage pretrpio je neuspjeh. Opsadu napušta nakon šest tjedana kad je Sifaks doveo vojsku od 60.000 ljudi kao pojačanje za novu kartažansku vojsku koju je prikupljao Hazdrubal.

Usljed tog približavanja kombiniranih snaga koje su brojčano bile mnogo jače od njegovih (ne i u pogledu kakvoće), Scipion se povlači na jedan mali poluotok na kojem izgrađuje utvrđenje. Tim postupcima Scipion kod zapovjednika opsadnih snaga stvara osjećaj sigurnosti i odstranjuje im pozornost

prividnim pripremama za prekomorski nalet na Utiku. Procijenivši trenutak, Scipion u proljeće godine 203. prije Krista izvršava noćni pokret protiv oba neprijateljska logora. Demoralizirajući i dezorganizirajući učinak iznenađenja pojačavao je i Scipionov lukavi proračun da prvo napadne Sifaksov slabije uređeni tabor u kojem su gomile koliba od zapaljive trske i asura prelazile granice utvrde.

Kako protivnika što lakše pobijediti?

Kako bi povećao svoje izgleda za pobjedom, Scipion je pravilno procijenio da prvo mora uništiti kartažanske saveznike. No nije znao ni njihov broj ni raspored. Da bi riješio tu nepoznanicu predlaže Sifaksu pregovore o miru, nadajući se kako će rimski poslanici (u obavještajnoj misiji) moći utvrditi brojno stanje numidske vojske. Kako bi smanjio Sifaksovo nepovjerenje, Scipion je kao poslanike poslao civilne osobe. Njih su kao robovi pratili iskusni vojnici. Sifaks je toliko bio nepovjerljiv (kasnije će događaji i to vrlo brzo pokazati da je bio u pravu) te je od rimskih poslanika zahtijevao da ne napuštaju zgradu koja im je bila dodijeljena i da se po taboru kreću samo u pratnji dodijeljenih joj numidskih ratnika. Nadzornik "robova" bio je Scipionov najbliži prijatelj, Lelije. On je zamolio poslanike da što duže otegnu pregovore kako bi on i "robovi" mogli izvršiti izviđanje. Međutim, vrijeme je prolazilo, a Rimljani su i dalje bili pod strogim nadzorom i nisu mogli doznati ništa bitno. Šef rimskih poslanika rekao je Leliju kako nije moguće duže otežati pregovore. Ovaj ga je zamolio da ih otegne za bar još 24 sata. I dok se s ostalima savjetovao što da učini, tog trenutka, vjerojatno zbog ujeda kakvog insekta snažno je zarzao i počeo se propinjati jedan od konja koji je pripadao poslanicima. Leliju se tog trenutka pred očima stvorio plan akcije. Rimljani su tajno, da ih stražari ne vide, razjari svoje konje. Uplašene životinje odjurile su s mjesto gdje se pod stražom nalazilo rimsko poslanstvo. "Robovi" su pojurili kako bi pohvatili konje i na taj način su saznali sve pojedinosti o taboru. Pregovori nisu dali rezultate, a Scipion nije ni namjeravao Sifaksu ponuditi ulogu posrednika između Rima i Kartage čemu je ovaj očigledno težio. No zato je Scipion saznao od čega je izgrađen Sifaksov tabor.

U metežu izazvanim paljenjem koliba izrađenih od trske napadači su uspjeli prodrijeti u sam tabor.

Plamen je prisilio Hazdrubalove Kartažane da otvore vrata i pritegnu u pomoć misleći kako je požar nastao slučajno jer je po padu mraka u rimskom taboru, udaljenom oko 7 milja, sve bilo mirno i normalno. Kad su se vrata otvorila, Scipion izvršava drugi udar uspjevši ući u logor bez potrebe da se u njega probija borbom. Obje kartažanske vojske bile su u cijelosti potučene, a pretpostavlja se da su pritom izgubile polovinu svojih snaga.

Ovom akcijom Kartage će izgubiti vrlo važnog saveznika te će iz Italije morati biti pozvan i sam Hanibal sa svojom slavnom vojskom.

Svakako, ovaj sjajni uspjeh predstavlja slučaj u kojem strategija nije samo pripremila put k pobjedi u bitci, već ga i izvršila. Nadalje, pobjeda u samoj stvari predstavlja posljednji čin strategijskog prilaženja, jer ubijanje bez pružanja otpora i nije prava bitka.

Nakon ovoga beskrvnog trijumfa Scipion nije odmah krenuo na Kartagu. Povijest nije dala objašnjenje za taj Scipionov postupak. No svakako moramo imati na umu visoki intelektualni stupanj prosudbi vojskovođa toga doba koji su neprekidno kalkulirali kako svoj naum učiniti što ekonomičnijim. Ako ne postoji prigoda i povoljan izgled za brz i iznenađni napadaj, tada opsada predstavlja najneekonomičniju od svih operacija u ratu. A ako neprijatelj još uvijek raspolaže operativnom vojskom koja je u stanju izvršiti intervenciju, onda je i sama opsada vrlo opasna, jer dokle god ona ne uspije, napadač postupno sve više slabi, i to mnogo više od svog neprijatelja.

Scipion je morao voditi računa ne samo o bedemima Kartage, već i o mogućem Hanibalovu povratku, a ta je eventualnost predstavljala njegov proračunati cilj. U tom smislu Scipion je ispravno procijenio kako bi za njega bilo vrlo korisno ako bi prije Hanibalova povratka, Kartažane uspio primorati na kapitulaciju. Prema njegovu mišljenju (pokazalo se ispravnim) to je trebalo postići pomoću moralnog čimbenika (svakako jeftinijeg od nekih drugih mogućnosti koje je kao vojskovođa mogao poduzeti) razbijanja gradskog otpora, a ne putem utroška fizičke snage i ljudskih kapaciteta, što bi ga moglo i dalje držati pred neprobojnim gradskim zidinama Kartage i s Hanibalom u pozadini.

I kako smo već naveli, umjesto da izravno krene na Kartagu, Scipion pokreće sustavnu pljačku predjela iz kojih je Kartaga obavljala kako svoju opskrbu tako i opskrbu i svojih saveznika. Da bi uništio Sifaksa, Scipion ustrojava posebni odred vojske koji je

za zadaću imao neprekidno gonjenje i uništenje neprijateljskog konjaništva koje je zasigurno predstavljalo najbolji i najelitniji rod Hanibalove vojske. U taj specijalni odred ušlo je upravo konjaništvo kralja Masinise kojeg je Scipion vratio na prijestolje Numidije.

Radi ojačanja svoga psihološkog nastupanja koje je za cilj imalo da poljulja svekoliki moral protivnika i prisili ga na bezuvjetnu predaju bez pružanja oružanog otpora Scipion kreće za Tunis na domaku Kartage, što je trebalo poslužiti kao - najuspješniji način zastrašivanja i zaprepasčivanja Kartažana. Nakon isprobanih svih vidova psihološkog (posrednog) prilaženja ostalo mu je još samo poljuljati kartažansku volju za odupiranjem, nakon čega bi ga oni po svemu sudeći zamolili za mir. Čitavo to posredno prilaženje odvijalo se u pozadini iščekivanja Rima (senata i naroda) da ratificira mir i mirovne uvjete koje je Scipion nametnuo Kartažanima. Kartaga je napokon u jesen godine 203. prije Krista zatražila mir. Scipionovi uvjeti bili su teški, ali i jedini

konjaništvu. Na Scipionovoj strani bila je i činjenica da Hanibal nije imao primjerno izvježbanu vojsku.

Tijek događaja pred odlučujuću bitku čiji će ishod odrediti daljnji smjer razvoja civilizacije bio je sljedeći:

Na Hanibalovo izravno kretanje od Leptisa prema Kartagi, Scipion ostavlja jedan odred vojske koji je trebao čuvati tabor u blizini Kartage, a s ostatkom vojske izvršio hodnju nasuprot dolazećoj Hanibalovoj vojsci. Tim nastupanjem dolazi u središte glavnog izvora kartažanske opskrbe iz unutrašnjosti i približava se svom numidskom savezniku Masinisi koji mu je žurno hitao u susret nakon upućenog poziva za pomoć.

Pokret je postigao svoj strateški cilj. Kartažanski senat, zaprepasčen novošću kako mu se taj vitalni dio teritorija sustavno pustoši, upućuje glasnika Hanibalu zahtijevajući od njega da se požuri i što prije porazi Scipiona. Sam Hanibal, iako im je odgovorio da "te stvari prepuste njemu na odluku" silom prilika stvorenih od Scipiona bio je prisiljen da usil-

stečenih nepovoljnih okolnosti proizišlih iz prethodnog strateškog poraza, jer u blizini nije bilo nikakve utvrde u koju bi se mogao skloniti i u kojoj bi se njegova pobijedena vojska mogla prikupiti prije nego što bi bila uništena u gonjenju.

U sudbonosnoj bitci kod Zame (Naragara) Kartažani doživljuju potpuni poraz i Kartaga se predaje bez krvoprolića. Time je bitka za zapadno Sredozemlje bila završena. Scipionova se slava proširila daleko izvan Rima. U Rimu su mu priredili trijumf i dobiva nadimak Afrički. Rim diktira Kartagi vrlo teške mirovne uvjete: ona gubi sve strane posjede, numidsku državu mora prepustiti Masinisi. Nadalje, Rimu je kroz 50 godina morala u ratama isplatiti 10.000 talenata, a sve slonove i svu ratnu mornaricu osim deset trijera izručiti Rimljanima. Kartažani nisu smjeli ratovati izvan Afrike, a i za rat u Africi morali su najprije pitati Rim.

Nakon pobjede u Africi, Rim pod svoju vlast podvrgava i gornju Italiju i ponovno uspostavlja kolonije Placenciju, Kremonu i Mutinu. Na sjeveroistočnoj granici osniva se kolonija Akvileja. Odmetnuti saveznici u Italiji snose teške posljedice. Nakon neuspjele pobune slijedile su oštre kazne uz koje je išlo i sniženje njihovog pravnog položaja.

Svu težinu poraza osobito je osjetila Capua koju su Rimljani uvijek štitili i koja je bila s Rimom tijesno povezana obiteljskim vezama. Vodeći je sloj u Capui smaknut, pučanstvo porobljeno, ukinut je gradski status, a okolno zemljište postaje rimskim posjedom kao *ager campanus*. I Tarent gubi značenje kao luka i to u korist Brundizija, a Sirakuza se pripaja provinciji Siciliji.

Prvi put stečeno zemljište u većem dijelu uporabljeno je za zbrinjavanje ratnih veterana, jer su se za vrijeme dugotrajnog rata u glavninu vojske često morali uzimati i građani koji nisu imali posjeda.

Ujedno se osnivanjem novih kolonija učvršćuje sjeverna granica na Padu. Osvojena Španjolska podijeljena je na dvije provincije zbog lakšeg vladanja. To će predstavljati početak smirivanja Španjolske.

Rat s Hanibalom pridonosi da Rim koji nikada prije nije bio u tako teškom položaju, učvrsti ono što je stekao i oborivši Kartagu postane jedina odlučujuća sila u zapadnom Sredozemlju. Time bitka kod Zame postaje prekretnicom u povijesti Starog svijeta.



U sudbonosnoj bitci kod Zame Kartažani doživljavaju potpuni poraz čime je bila završena bitka za zapadno Sredozemlje

mogući i prihvatljivi u takvoj situaciji. Njih na poslijetku potvrđuje i Rim.

Da mir nije bio moguć bez "konačnog" pobjednika i poraženog ukazuje i nagli obrat situacije.

Kartaga ohrabrena dolaskom vojske Magona i Hanibala iz Italije ponovno nastavlja rat. Scipion se iznenada našao u nezahvalnom i iznimno opasnom položaju.

Iako nije oslabio napadajem na Kartagu, on je svojem savezniku Masinisi bio dopustio da se vrati u Numidiju zbog učvršćivanja svojeg novog kraljevstva, što je bilo odlučeno u trenutku kad je Kartaga pristala na Scipionove mirovne uvjete. U tim novim okolnostima, a zbog sprječavanja Hanibalova dolaska u Kartagu, ortodokсни zapovjednici, tj. oni koji se čvrsto drže uopćenih normi i pravila, pokrenuli bi ofenzivu ili ostali u defenzivi očekujući pomoć. U odlučujućoj bitci kod Zame godine 202. prije Krista Scipion će pobijediti Hanibala zahvaljujući prije svega: nekonvencionalnom (za te uvjete) nastupanju, usvojenoj Hanibalovoj taktici i izvrsnom numidskom

jenom hodnjom krene u smjeru Zapada radi susreta s njim umjesto da ode u prostor sjeverno od Kartage. Na taj način Scipion ga je namamio u područje koje je sam izabrao, a u kojem Hanibal nije raspolagao ni tvarnim pojačanjima, ni čvrstim stožerom, ni skloništima u slučaju poraza, čime bi sve raspolagao da se bitka odigrala u blizini Kartage.

S vojne točke motrišta Scipion je svojeg neprijatelja primorao da traži bitku, pa je zatim u cijelosti iskoristio psihološku prednost od svega toga. Kad mu je, gotovo u isto vrijeme s Hanibalovim nailaskom na pozornicu stigao i Masinisa, Scipion se povukao umjesto da nastavi kretanje naprijed. Na taj način Hanibala navodi na ravničarski prostor na kojem nije bilo vode potrebne za logorovanje. Značajke zemljišta omogućit će da Scipionova stečena nadmoćnost u konjaništvu, zahvaljujući Masinisi, dođe do punog izražaja. Nadalje Scipion u bitci iskoristava dva bitna trenutka: prvo, numidskim konjaništvom udara u sam korijen prijašnje Hanibalove prednosti - konjaništvo, i drugo, nakon Hanibalove krive procjene, i

Prodor prema Istoku

Kako smo već prije naveli, I. makedonski rat (godine 215.-205. prije Krista) ostao je samo epizoda na rubu zbivanja i na Istoku i na Zapadu. Savez Filipa V. s Hanibalom nije u značajnoj mjeri (kako je planirano) ostvario učinak jer se položaj Rima sve više poboljšavao, a njegova mornarica je gospodarila i južnim Jadranom te se Filip V. ograničio na prodore u Iliriju. Glavni teret rata snosili su rimski saveznici (tipično za rimsku vanjsku politiku), etolski savez, Elida, Sparta i Messana (212.-211.) i Atal I. od Pergama. Rim se doduše zbog ugroženosti Italije morao godine 206. prije Krista povući iz Grčke. No, nakon obrata u punskom ratu Filip V. je ipak godine 205. prije Krista sklopio mir.

Dijadoške se države međusobno bore koja će prisvojiti svu vlast. Time dolaze u opasnost ne samo velike države nego i mnogobrojne srednje države. Rim je u savezu s više takvih država: s Rodom postoji trgovački ugovor još od godine 306. prije Krista.



Rekonstrukcija antičkoga grada Kartage na sjevernoj obali Afrike u današnjem Tunisu. Kao pretendent na vodeće mjesto u svjetskom gospodstvu, nakon dugogodišnjih ratova, III. punskim ratom doživljava konačni poraz i biva srušena sa zemljom, a njezino stanovništvo raseljeno i prodano u roblje

Zahvaljujući tim ugovorima, nakon dugotrajnog promišljanja i Röd i Pergam obratili su se Rimu tražeći pomoć protiv Filipa V. koji je sklopio ratni savez s vladarem Sirije, Antiohom III.

Zbog širenja Filipove moći u Egeji i na Helespontu dolazi do izbijanja II. makedonskog rata od godine 200. do 197. prije Krista u kojem su Atal i Etolci zatražili pomoć od rimskog senata. Nakon smrti kralja Filopatora Ptolemejevića, Antioh III. i Filip V. namjeravaju među sobom podijeliti njegovu državu.

Senatori se nisu mogli složiti kakvu odluku u toj situaciji treba donijeti. Jedna se skupina bojala teškog rata na Istoku i nastojala je da se održi mir, dok su drugi dio senatora smatrali kako je savez Makedonaca sa Seleukidima opasan jer su se bojali da bi time moglo doći do poremećaja ravnoteže sila u istočnom Sredozemlju. Također, smatrali su kako će prevlast jedne sile ugroziti rimske interese.

Ni narod u Rimu nije bio sklon ratu. Međutim Rim ne dobiva odgovor na svoj ultimatum. Rimski vojskovođa Tit Kvinkije Flaminin, uspješan političar, koji je postao i konzul s navršenom 30-om godinom života, pridobiva grčke saveznike, zahvaljujući osim diplomatske vještine i svom oduševljenju za grčku kulturu. Pobjedom u bitci kod Kinoskefale u Tesaliji (godine 197. prije Krista) mirovni uvjeti za Makedoniju postali su "sveobuhvatniji", a time i teži. Makedonski kralj u mirovnom ugovoru priznaje grčkim gradovima u matičnoj zemlji i u Aziji slobodu i autonomiju. Također, spreman je da se odrekne osvojenih područja u Trakiji, Maloj Aziji i Iliriji i da iz Grčke povuče makedonsku posadu. Osim toga obvezuje se da će u ime ratnih troškova platiti 1000 talenata i predati sve ratne brodove osim šest brodova te da bez dopuštenja Rima ne će ratovati.

Nadalje, Tit Kvinkije Flaminin na istamskim igrama u Korintu objavljuje godine 196. prije Krista slobodu i autonomiju Grka (zaista velikodušno ali i proračunato). Etolski i ahejski savez proširuju svoja

područja kao nagradu za pomoć koju su pružili Rimljanima u borbi protiv Filipa Makedonskog. Tako Grci Flamininu odaju božanske počasti kao kakvom helenističkom vladaru, što je za Rimljane, kao iznimno vješte diplomate, bio nečuven postupak na koji su gledali s nepovjerenjem.

Rimsko temeljno načelo diplomacije - nikad ne vjerovati u ono što govoriš protivniku, a još više ne vjerovati što on tebi govori i obećava - polučiti će diplomatski uspjeh. Svakako, već tada, ali i znatno prije, opće poznata stvar bila je da politika i moral ne mogu ići zajedno. Ništa pogubnije za diplomatu i političara nego povjerovati što mu protivnik u "janjećoj koži" želi prijateljskim stiskom ruke odagnati sumnje. Jer treba znati da politika nije nastala iz prijateljstva već iz potrebe ostvarenja interesa. To svakako nije isključivalo "komunikaciju" jer bi u suprotnom značilo, jednostavno ne postojati. Ali zato je nužno uključivalo potrebu za neprekidnim održavanjem distance (u svakom pogledu) i niz akcija na usporednoj neformalnoj razini.

Svako nepridržavanje tih naočigled jednostavnih "pravila" značilo je zamagljenje pogleda, krive prosudbe i predviđanja, maglovite nade i na kraju totalni poraz. Sudjelovati u tim događanjima, tj. diplomatskim akcijama, a u konačnici i samoj politici, za rimskog diplomatu značilo je neprekidnu borbu, čega je on bio svjestan na samom početku.

Svakako, uvijek je jedna strana kojoj moral (što je u politici sasvim normalno) nije bila jaka strana željela je iskoristiti naivnost druge strane.

I tako pri odavanju "božanskih počasti" Rimljanima, Grci nisu bili ništa manje naivni - jedno su činili, a drugo snivali. Ali kako su Rimljanima i te kako dobro bile poznate sve tajne diplomatskog zanata, u upućenim "božanskim počastima" vidjeli su signal za uzbunu. Za njih je to bila poruka kako ih protivnik namjerava pobijediti bez borbe - njegove riječi i buduća djela nisu nikako u duhu onoga o čemu se

govori i što se potpisuje.

Očigledno je da za Rimljane nije bilo dvojbe - morala nije mjesto u politici, jer svako inzistiranje na suprotnom (svijet nije nimalo promijenio svoju čud) značilo bi ili nepoznavanje prirode stvari (što je manje vjerojatno) ili sračunato slabljenje obrambenih napora.

Utopističke ideje o suživotu morala i politike koje su se i tada nastojale implementirati u politički život, težila je projekciji koja je imala za cilj: oslabiti protivnika, a ako trenutak i okolnosti zahtijevaju i potpuno ga uništiti. I tako dok jedna strana kroči lavovskim koracima, upravljajući se svojim zacrtanim ciljem, protivniku se neprekidno sugerira ponašanje koje odiše razumijevanjem, staloženošću, kooperativnošću...

Ipak, carstvo koje je za svoju glavnu polugu osim vojske na raspolaganju imalo i diplomaciju (uz snažno gospodarstvo, jedino moguće jedinstvo) s razlogom je pravilno procijenilo kad je Grcima dalo slobodu i autonomiju, predviđajući razvoj stanja na unutarnjem planu. Grčku slobodu i autonomiju ugrožavao je kaos jer nije bilo riješeno goruće socijalno pitanje, a nisu prestala ni smrtna neprijateljstva, kao npr. između Sparte i Ahejaca.

Hanibal se ne predaje

I osim poraza u II. punskom ratu, kartažanski vođa ne polaže oružje niti se odriče svojeg plana da pokrene rat protiv Rima u Grčkoj i na helenističkom Istoku.

Uklonivši aristokratsku oligarhiju Hanibal Barka godine 196. prije Krista staje na čelo kartažanske države kao sufet. Energično prilazi saniranju financija tako da je Kartaga već godine 191. prije Krista isplatila Rimu ratnu oštetu. Bojeći se novog uspona Kartage i Hanibala, rimski legati optužuju Hanibala da u suradnji sa sirijskim kraljem Antiohom

III. priprema rat protiv Rima. Bojeći se da ne bi bio izručen Rimu, Hanibal napušta Kartagu i utočište nalazi kod sirijskog kralja Antioha III¹, koji je isto bio u sukobu s Rimom. Otud Hanibal počinje razapinjati svoje mreže diljem cijelog Sredozemlja.

U nastojanju da se osveti Rimu kao omrznutom mu "zapadnom barbaru" počinje ustrojivati strašnu trojnu koaliciju između Sirije, Kartage i Makedonije. Trojni savez bio je samo jedan dio grandioznog plana što ga je predložio Hanibal. Prema planu je bilo predviđeno da se plamen ustanka proširi i na Etruriju, Liguriju i Cisalpinsku Galiju. U isto vrijeme Hanibal se trebao pojaviti pod zidinama Rima. Ako se ostvari taj plan, "vi ćete imati - govorio je Hanibal - protiv Rimljana ujedinjene snage Azije i Europe. Moć Rima ne leži u njegovoj vojnoj sili, već u njegovoj sposobnosti da razjedinjuje protivnike."

Međutim, Hanibalov plan, izvanredan po širini i smjelosti nije bio prihvaćen. Budući da nije raspolažao dovoljnim pomorskim snagama, sirijski kralj Antioh bojao se da ga s leđa ne napadne mornarica neprijateljske Rodske republike. Nadalje, častoljubivi je kralj u duši zavidio Hanibalu i zato je i odugovlačio da ostvari njegov plan. Nasuprot munjevitom ratu i brzjoj taktici koju je Hanibal zagovarao da se provede na tlu Italije, sirijski kralj je više volio dugotrajan rat u Grčkoj, uzdajući se u slobodoljubivost grčkih gradova, koji su sve više osjećali težinu rimskog tutorstva.

Taština, osveta i izdaja

Ta "sitnica" nije promakla budnom oku rimske diplomacije. U tako reći tmurnim oblacima pojavila se mala pukotina s tračkom nade. Za vještu rimsku diplomaciju darom božjim stvoren je prostor za diplomatski manevar. Prigoda se nije smjela propustiti i Rimljani sve snage svoje diplomacije usmjeravaju kako bi iskoristili Antiohovo zavlčenje i osujetili usvajanje trojnog saveza u njegovu samom zametku.

Prema procjeni senata, važno je prije svega bilo od koalicije odbiti Filipa. Odmah je u grad Pelu, prijestolnicu makedonskog kralja, bilo upućeno poslanstvo. Glavnu ulogu u tom poslanstvu imao je mladi talentirani Rimljanin Tiberije Sempronije Grah, otac poznatih narodnih tribuna braće Grah.

Grah je sjajno izvršio povjerenu mu zadaću. Pošlo mu je za rukom da dobije pristup kralju. Za vrijeme gozbe u dvoru, kad se kralj nalazio u dobrom raspoloženju, rimskom poslaniku pošlo je za rukom da ga pridobije na svoju stranu. Filip obećava kako će pomoći Rimljanima protiv Antioha, koji ga nije dovoljno pomagao u minulom ratu. I doista, Filip je i izvršio svoje obećanje. Rimske legije koje su bile upućene u Aziju slobodno su prelazile preko makedonskog teritorija.

Antioh, izdan od strane svog saveznika Filipa Makedonskog dvaput je bio poražen od Rimljana i to: -Kod Termopila u Grčkoj godine 191. prije Krista. Rimljani su pobjedu izvojevali pod zapovjedništvom M. Akulija Glabrija uz sudjelovanje M. Porcija Katona.

-Sljedeći vojni poraz uslijedio je u Maloj Aziji. Tako iduće godine konzul L. Kornelije Scipion Barbatus po savjetu svojeg brata Scipiona Afričkog prenosi ratovanje u Aziju. U bitci kod Magnezije na Sipilu godine 190. prije Krista Antioh je poražen, iako je imao dvostruko više pješaka i čak tri puta više konjanika te slonova i kola sa srpovima. Nakon tih poraza

bio je prisiljen s Rimom sklopiti mir.

Za ilustraciju ondašnjih diplomatskih akcija i potpisivanja mirovnih ugovora može nam poslužiti i potpisivanje mirovnog ugovora između rimskog vojskovođe Scipiona Afričkog i Antioha kojem su prethodili dugotrajni diplomatski pregovori, koji su katkad prelazili i u prave filozofske rasprave.

Sirijski poslanici naširoko su govorili o nestalnosti ljudske sudbine, "koja nalaže ljudima, da budu umjereni u sreći i da ne tlače slabe". Na kraju su Antiohovi poslanici izjavili, kako im u sadašnjim prilikama ne preostaje ništa drugo, "nego da vas, Rimljane, zapitamo, kojom žrtvom možemo iskupiti pogreške kraljeva i dobiti od vas mir i oprostjenje?" Scipion je na to odgovorio, da se "Rimljani nikada nisu u sreći uznosili, a u nesreći nisu klonili duhom". Scipion je mislio, da kralj, i osim toga, što je svjestan sve težine svojeg sadašnjeg položaja, ne mora navaljivati, da se potpiše mirovni ugovor, imajući na umu kako je kraljevima teže pasti s visine do sredine, nego li od sredine do dna".

Mirovni je ugovor na kraju bio potpisan godine 188. prije Krista u gradu Apameji u Siriji. Sirijsko kraljevstvo izgubilo je svoju političku samostalnost, a njegov teritorij je bio smanjen. Dio zemalja bio je predan rimskim saveznicima, dok su maloazijski gradovi pripali Rimu. Ratna odšteta Rimu iznosila je 15.000 talenata, a uz nju Sirija je Rimu morala izručiti i svoju svekoliku mornaricu². Jedan od glavnih uvjeta mira bilo je izručenje Hanibala. Upozoren na sudbinu koja mu prijeti Hanibal bježi bitinijskom kralju Pruziji, ali ga i tu progone Rimljani koji odmah nakon njegovog bijega interveniraju i diplomatskim putem. Da bi preduhitrio izručenje, Hanibal si oduzima život tako što ispija otrov. Time Hanibal silazi s povijesne pozornice, no njegov plan o opkoljavanju Italije i fizičkog razbijanja Apeninskog poluotoka, ostat će na snazi kroz čitavu kasniju povijest. Ratni požar koji je on potpalio, buknuo je uskoro novim silnim plamenom.

Iste godine umire Scipion Afrički. Konzervativna plemićka reakcija pod vodstvom krajnje konzervativnog Katona pokrenula je proces godine 188. prije Krista protiv roda Scipiona koji je postao moćan. Scipion Azijski optužen je zbog pronevjere, a njegov brat Scipion Afrički zbog veleizdaje jer je navodno zato da spasi život svome bratu isposlovao s Antiohom povoljan mir. Scipion ogorčen tim događanjima povlači se na svoje imanje kod Liternuma u Kampaniji gdje će provesti posljednje godine svojeg života.

Do konačnog sloma Kartage i na vojnom, ali i na diplomatskom polju vodilo se niz bitaka čijim kraćim prikazom ćemo nastojati prikazati svu složenost državničkog i političkog umijeća.

Rim na putu prema "konačnoj" pobjedi

Nakon kraćeg razdoblja, po završetku rata sa Sirijom, došlo je do novog makedonsko-rimskog rata (godine 171.-168. prije Krista), na čelu s Perzejem, mlađim sinom Filipa V. Za Rimljane koji su već bili angažirani na drugim bojištima, taj rat je predstavljao potpuno iznenađenje. Sva prednost je bila na strani Makedonije, koja je na kraju izgubila zbog svojih diplomatskih pogrešaka. Čitava ljestvica diplomatskih događanja za koja bismo površno mogli reći da su bila čisto formalne prirode na kraju su imala odlučujuću

ulogu u složenim diplomatskim pregovaranjima kojima je bio cilj na svoju stranu privući tako potrebne saveznike. Za ilustraciju, prvi diplomatski neuspjeh Perzej je pretrpio u ahejskom pitanju i pridobivanju Ahejskog saveza na svoju stranu. Perzejevo, kratko sročeno diplomatsko pismo, izazvalo je skandal na Ahejskoj skupštini tijekom koje se moralo odlučiti o obnovi saveza s Makedonijom. I već kad je odluka postala izvjesna, vještim manevrom prijedlog su oborili ahejski arhonti (pristaše Rima). Tom su prigodom istaknuli da se Perzej, čije je pismo sadržavalo na svemu nekoliko redaka, s prijezirom odnosi prema ahejskom narodu. Za tako važan posao, govorili su oni, nije dovoljno čak ni jedno poslanstvo, a kamoli samo kratko pismo. Daljnja rimska akcija nakon toga usmjerena je na iskorištavanje i produbljivanje sukoba između Makedonije i Pergama zbog Helesponta i primorja u Maloj Aziji. Bojeći se, da Makedonija ne zauzme navedena mjesta, pergamski kralj Eumen zatražio je arbitražno posredovanje Rima. Za tu prigodu za Eumena je bio pripremljen svečani doček u Rimu, sazvano izvanredno zasjedanje senata, na kojem je Eumen podnio izvješće o makedonskim vojnim pripremama. U znak zahvalnosti za tu obavijest, senat Eumena proglašava "najboljim prijateljem" rimskog naroda te s njim sklapa savez. Ogorčen zbog Eumenove izdaje, Perzej ga pokušava ukloniti čak s pomoću unajmljenih ubojica. Neuspjeh zavjere još više slabi Perzejeve političke pozicije i učvršćuje veze između Rima i Pergama.

Unatoč prekidu diplomatskih odnosa s Pergamom, Perzej i dalje za Rim ostaje vrlo ozbiljan protivnik s kojim se nisu usuđivali stupiti u otvoreni sukob. Zbog toga su na sve načine nastojali odgoditi početak rata i za to vrijeme izvršiti što bolje pripreme za predstojeću ratnu kampanju. Perzej je i tu okolnost predvidio, ali nije iskoristio prednost svojeg položaja i nije na vrijeme otpočeo s ratnim operacijama. Ne gubeći nade kako će konflikt riješiti mirnim putem, stupio je u pregovore s rimskim legatom Kvintom Marcijem Filipom, svojim proksenom. Marcije, je naravno, prihvatio prijedlog makedonskog kralja da povedu mirovne pregovore i odredio mjesto sastanka na rijeci Peneju u Tesaliji. Pregovori su sadržavali niz profinjenih formalizama koji su zahvaljujući rimskim vještim diplomatskim manevrima Rimljanima donijeli još jednu pobjedu. Niz formalizama nije bila sama sebi svrha, već je imala vrlo ozbiljno značenje. Oni su čitavom narodu i svim saveznicima pokazali da sastanak makedonskog kralja s rimskim poslanicima nije susret "jednaka s jednakim".

Pred sastanak Marcije i Perzej pozdravljaju jedan drugog kao prijatelji, odbacujući na taj način svaku pomisao o neprijateljstvu. Sjedaju jedan pokraj drugog na pripremljene stolice i otpočinju s pregovorima. Pregovore su vodili u obliku pitanja i odgovora pri čemu je cijelo vrijeme inicijativu imao rimski predstavnik koji se ponašao kao kakav državni tužilac. Na sva postavljena pitanja Perzej je davao opširne odgovore. "Ja nisam učinio ništa, što se ne bi dalo popraviti i zašto bi mi se valjalo osvećivati ratom". Marcije je odobravajući saslušao Perzejeve odgovore i predložio mu tobože u znak razumijevanja da pošalje poslanike u Rim, a dok ne dobije odgovor, da zaključe primirje na što Perzej pristaje.

Iznudeno primirje na koje je makedonski kralj pristao za Rimljane je značilo golo preživljavanje budući da se u to vrijeme još nisu kako treba spremili

za rat, tj. nisu imali ni vojsku ni vođu. Tako je varkom, iskorištavajući lakovjernost svojeg prijatelja rimski legat postigao vrlo značajne rezultate. Kad su se vratili u Rim, Marcije i njegov prijatelj Atilije hvalili su se svojom pobjedom, kako su "nasamarili Perzeja, ulivši mu lažnu nadu u mir".

Godine 168. prije Krista Rimljani su kod Pidne potpuno porazili Perzeja, a taj poraz je u znatnoj mjeri bio posljedica njegovih diplomatskih pogrešaka. Makedonija gubi političku samostalnost i postaje zavisna od Rima. U toj bitci odlučnu ulogu je odigralo pergamsko konjaništvo kralja Eumena, rimskog saveznika. Ta je okolnost bila vrlo značajna za Rim kao imperijalnu silu. Rimljani su uvijek više voljeli voditi rat savezničkim, a ne vlastitim snagama, i na tuđem, a ne na svojem teritoriju. U tom razdoblju, neutralna zemlja u kojoj su se vodili beskonačni ratovi bila je Grčka.

Iste godine rimska diplomacija dobila je još jednu krupnu pobjedu sa sirijskim kraljem Antiohom IV. Iskorištivši povoljne međunarodne prilike, Antioh se upleo u poslove Egipta i zauzeo veći dio njegovog teritorija. Tijekom mirovnih pregovora predloženi uvjeti od strane Antioha, Egipat je procijenio da su ponižavajući i egipatski opunomoćenici ih nisu prihvatili. Tada je Antioh krenuo s vojskom prema Aleksandriji, prijestolnici Egipta. Na četiri milje od grada iznenada ga je susrelo rimsko poslanstvo. Zbunjen susretom, pozdravio je sirijski kralj rimsko poslanstvo i pružio vodi poslanstva Popiliju desnu ruku. Popilije, ne odgovarajući na Antiohov pozdrav, uručio je kralju pločicu na kojoj je bila napisana odluka senata, i zamolio ga, da je najprije pročita. Senat je tražio, da Antioh odmah isprazni Egipat. Kad je pročitao tu odluku, Antioh je molio, da mu omoguće, da se prije posavjetuje sa svojim savjetnicima o tome što da učini.

Popilije, čovjek grube naravi, umjesto odgovora nacrtao je palicom koju je imao u ruci, krug na zemlji i rekao kralju: "Prije no što izađeš iz ovog kruga, daj mi točan odgovor, da ga mogu predati senatu." Zbunjen tako iznenada postavljenim pitanjem, Antioh je popustio. "Izvršit ću sve, što zahtijeva senat", bio je odgovor sirijskog kralja. Tek nakon toga pružio je Popilije ruku Antiohu kao savezniku i prijatelju rimskog naroda. Na taj način je Egipat ponovno bio vraćen Ptolomeju baš u onom trenutku kad je sirijska flota razbila egipatsku i kad se sirijska vojska nalazila na egipatskom teritoriju. Od tog doba dospijeva Egipat u rimsku interesnu sferu, malo pomalo gubi svoju političku samostalnost i, napokon postaje rimskom provincijom. Antički povjesničari navode tu činjenicu kao primjer sjajne diplomatske pobjede Rima, koja je stekla svjetski glas.

Korak po korak

Kako su i Makedonija i Egipat postale rimska provincija na red je došao i Ahejski savez, koji je još uspio sačuvati svoju nezavisnost. Borba za Ahejski savez bila je dugotrajna i u najvećoj mjeri napeta. Unutarnje i vanjske suprotnosti ispreplitala su se u zamršeno klupko. Glavna poluga rimskog nastupanja bilo je iskorištavanje socijalnih suprotnosti unutar samog saveza. Oslanjajući se na pomoć ahejskih oligarha, stvarali su valove nezadovoljstva među ostalim stanovništvom. Na taj način Ahejski savez dostigao je kritičnu razinu nestabilnosti i bio pripremljen za

konačni vojni poraz. Kao povod za otvoreni sukob Rima s Ahejskim savezom poslužio je prvi sukob koji je izbio između Ahejaca i Sparte.

U stvarnosti ljubazni i licemjerni govori rimskih poslanika imali su za cilj da na trenutak "oslobode" svoje postrojbe koje su vodile rat s Kartagom i u Galiji i tamo imale poprilične gubitke, te im je zato bio potreban mir na Istoku. Završetkom tih ratova uslijedit će neminovni obračun i s Ahejskim savezom.

Odlučujuća bitka između rimske i ahejske vojske odigrala se kod Leukopetra na Istmu godine 146. prije Krista. Pobjedu su odnijeli Rimljani, a ahejska vojska bila je djelomice zarobljena, djelomice izginula ili se razbjegala, dok je njezin zapovjednik Diej pobjegao u svoj rodni grad i ondje si oduzeo život.

Konačna bitka za Kartagu

Tijekom svih tih zbivanja najviše poteškoća Kartagi je pričinjavao numidijski kralj Masinisa, koji je, koristeći se nedovoljno definiranim odredbom o granicama Kartage, sustavno otimao dio po dio njezinog teritorija. Kako nije smjela voditi rat Kartaga se uzalud obraćala rimskom Senatu za intervenciju. U međuvremenu se u Rimu došlo do uvjerenja da Kartagu treba u potpunosti uništiti kako bi se isključila njezina trgovačka konkurencija i dobila bogata zemlja za kolonizaciju rimskih seljaka. U duhu tog raspoloženja Marko Porcije Katon svaki je svoj govor u Senatu završavao zahtjevom za totalnim uništenjem Kartage. Godine 150. prije Krista, Kartaga gubi strpljenje i napada Numidiju čime je ujedno prekršila ugovor iz godine 201. Sukob između Kartage i Masinise postaje povodom za rimsku intervenciju. Rim objavljuje rat Kartagi i šalje velike oružane snage u Afriku. Ujedno time počinje i III. punski rat (godine 149.-146. prije Krista). Konzuli izabrani da vode intervenciju u Afriku prešli su sa 80.000 ljudi, 50 pentera, i stotinu drugih brodova. U međuvremenu se Kartaga trudila da svim snagama udobrovolji Rim. Slala je taoce, a da bi pokazala svoju pokornost predavala je oružje i bacačke strojeve. U trenutku kad su Rimljani uputili zahtjev da Kartažani napuste svoj grad kako bi ga savnili sa zemljom i da se naslele gdje god žele, ali najmanje deset rimskih milja daleko od obale, Kartažani su se na kraju ipak odlučili za oružani otpor.

U tim okolnostima kartažanski gradovi prelaze na rimsku stranu. Za Rimljane se cijeli strategijski problem ogledao u tome kako da osvoje iznimno utvrđeni grad Kartagu s vrlo jakim prirodnim, mnjestopisnim položajem.

U unutrašnjosti pod Hasdrubalom Kartažani su imali oko 20.000 ljudi. U početku ljeta godine 149. prije Krista Rimljani izravno kreću u napadaj na grad. Kad je odbijen izravni napadaj, Rimljani počinju s blokadom i napadajima na gradove u unutrašnjosti i na obali koji su ostali vjerni metropolu. Konzuli i tijekom godine 148. prije Krista nastavljaju s istom strategijom koja nije mogla dati vidnije rezultate. Godine 147. prije Krista za konzula je izabran Scipion Afrikanac Mladi Numantinac. Grad Kartaga postaje glavni strategijski cilj rata. Njemu polazi za rukom da u cijelosti stegne obruč oko grada, čijom nekompromisnom obranom je upravljao Hasdrubal. U proljeće godine 146. prije Krista izgledniji grad bio je na izmaku svojih snaga. Ipak, kad je bila probijena obrambena crta, trebalo je još šest dana uličnih borbi

od kuće do kuće kako bi se svladao otpor. Sedmog dana predala se i citadela. Rimljani su do temelja porušili grad, a 50.000 preživjelih stanovnika prodaju kao roblje, a od kartažanskih posjeda Rimljani osnivaju svoju provinciju Afriku.

Apsolutni gospodar Sredozemnog mora - na pragu II. faze osvajanja

Rim strogo kažnjava sve nevjerne saveznike. Na tisuće taoca je deportirano u Italiju, a među njima gotovo sav ahejski vodeći sloj kojem je pripadao kasniji povjesničar Polibije. Kasnije on ulazi u krug prijatelja mlađeg Scipiona i na grčkom jeziku piše prvi pronicavi i opsežni prikaz rimske povijesti, postajući uvjereni pristaša Rima budući da je rimsko uređenje smatrao najusklađenijom mješavinom poznatih uređenja i konglomeratom naroda podvrgnutih zaboravu i osuđenih, u ime i slavu Imperije, da žive u "skladnom" (su)životu.

Podjarmljivanjem Grčke i Kartage završava prvo i najteže razdoblje rimskih osvajanja. Od sredine II. stoljeća (prije Krista) rimski polis se pretvara u svjetsku državu na Sredozemnom moru, a grad Rim u središte mediteranske trgovine, financijsko-lihvarske operacija i robovlasništva. Samim tim Rim postaje arbitar u cijelom Sredozemlju, tj. mediteranskom imperiju. No ta uloga počeo će mu donositi više štete no koristi, jer npr. ostaje sasvim bespomoćan prema socijalnoj krizi u Grčkoj.

Nekom unutarnjom logikom procesa (u to doba i tom stupnju tehnološkog razvoja vremenska protežnost je bila reda nekoliko desetina do stotina godina) plimu rimskog širenja zamijenit će oseka. Pad imperija uzrokovan unutarnjim raspadanjem potrajat će nekoliko stoljeća i jednoboju "kožu" Europe zamijenit će šarenijom, iza koje će na svjetsku pozornicu početi izlaziti nova kraljevstva i narodi, uspjevši se nakon dugogodišnjih i krvavih ratova izboriti za pravo da postoje.

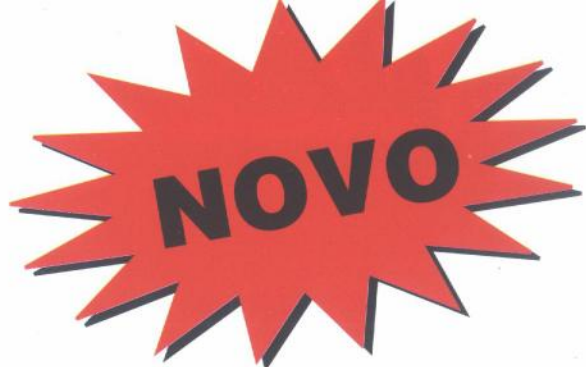
I dok se moć Rima približavala svom vrhuncu, u srcu imperije, na današnjem talijanskom tlu, rasplamsavao se surovi unutrašnji rat. Događaji koji su sve više uzimali maha na pozornicu tadašnjih svjetskih zbivanja postaviti će nove povijesne osobe. Oni će svojim političkim potezima i vojnim nastupanjima utjecati na svekoliki tijek daljnjeg razvoja civilizacije. Njezin neumoljivi tijek nije znao za predah.

(nastavit će se)

1. Antioh želi za sebe iskoristiti poraz Makedonaca. Usprkos rimskom zahtjevu usteže se osloboditi pokorene grčke gradove u Maloj Aziji i prelazi preko Dardanela u Trakiju da osvoji Makedoniju. U Grčkoj za svoj naum pridobiva siromašnije stanovništvo prigovarajući Rimljanima kako se drže samo s posjednicima, što je predstavljalo istinu. Upravo iz te činjenice je vidljivo kako je uspješno koristio unutrašnji društveni ustroj Grčke. Nadalje, ne bi smjelo ni čuditi jer vojni savjetnik mu je bio ni manje ni više nego sam Hanibal koji je pobjegao iz Kartage u Malu Aziju, jer je Kartaga po mirovnom ugovoru po završetku II. punskog rata bila dužna da ga izruči Rimu.

2. Nije inzistiranje na "konačnom" pobjedniku u ondašnjim diplomatskim akcijama bilo tek puko zadovoljenje forme. U rat se nije ulazilo kako bi se samo sudjelovalo, već sa strogo definiranim ciljevima, kao npr. osvojiti nove teritorije, a time i svekolike komunikacijske tokove, nova tržišta na koja bi se plasirala proizvodna dobra, a time i kultura pobjednika. Uzevši u obzir da su sve tadašnje države bile produkt visokociviliziranih odnosa (razvoj filozofije, matematike, fizike, umjetnosti, religiozni nazori) sudionici oružanih sukoba bili su svjesni i uloga i dobitaka. Pobjednik je mogao biti samo jedan, jer pobjedom mu pripada i slava, ali što je važnije i prava.

UPRAVO IZIŠLO IZ TISKA!



Tomislav Aralica i Višeslav Aralica

HRVATSKI RATNICI

K R O Z S T O L J E Ć A



MONOGRAFIJA,
220 stranica,
50 kolora,
mat. kunstdruck,
tvrdi uvez,
23 x 31 cm

MONOGRAFIJA CJELOVITO PRIKAŽUJE OPREMU, ORUŽJE I ODORE HRVATSKIH RATNIKA U RAZDOBLJU OD DOLASKA HRVATA NA OVE PROSTORE DO 1918. GODINE.

SLIKOVNO BOGATO OPREMLJENA KNJIGA S 50 RUKOM IZRAĐENIH ILUSTRACIJA U BOJI I SAŽECIMA NA ENGLISKOM I NJEMAČKOM JEZIKU.

IDEALNA KNJIGA ZA POKLON!

Za narudžbu već od 10 primjeraka odobravamo posebne rabate!

Cijena: 350,00 kn



NARUDŽBENICA



znanje d.d.

ZAGREB, Ul. kralja Zvonimira 17

Neopozivo naručujem ____ primjeraka monografije HRVATSKI RATNICI KROZ STOLJEĆA uz * ____ % rabata.

IME / NAZIV: _____

Osoba za kontakt: _____

Ulica i broj: _____

Br. pošte i mjesto: _____ Tel. / Fax: _____

Datum: _____ Potpis: _____

Ž I G

* Rabat (ovisno o količini) dogovoriti na broj telefona (01) 447 - 447, Znanje d.d. Odjel prodaje knjiga

NOVI

HRVATSKI SAMOKRES 95



- ORUŽJE
- STRELJIVO
- KOMISIONA PRODAJA
- PRIBORI ZA ČIŠĆENJE
- FUTROLE
- NOŽEVI
- OPTIKE
- LOV
- LOVAČKA ODJEĆA
- RIBOLOV
- ŠPORT

VELEPRODAJA

telefon: 01/42 23 55
01/43 15 34

10000 ZAGREB

Varšavska ulica 4
telefon: 01/42 23 44
telefax: 01/42 23 45

MALOPRODAJA

Zagreb, 01/42 17 39
Split, 021/58 70 88
Osijek, 031/41 309