

HRVATSKI VOJNIK

BROJ 16. GODINA VI.

LISTOPAD 1996. BESPLATNI PRIMJERAK

Fregate klase
BRANDENBURG i F124

ZSU-23-4 **Šilka**

**VOJNI ASPEKT STRATEGIJSKIH ODREDNICA ZA OPERACIJE
OSLOBAĐANJA OKUPIRANIH PODRUČJA REPUBLIKE HRVATSKE**

ISSN 1330 - 500X



771330 500003



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



M-84AB

IDE DALJE

PALIBENA MOĆ

TOP KALIBRA 125mm
S GLATKOM CIJEVI

BORBENA SPOSOBNOST

KOMPJUTORIZIRANI SUSTAV
NADZORA PALIBE

POKRETLJIVOST

MOTOR SNAGE 1000 KS

SPOSOBNOST PREŽIVLJAVANJA

VISOK STUPANJ BALISTIČKE
ZAŠTITE
SUSTAV ZAŠTITE POSADE



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



9

VOJNI ASPEKT STRATEGIJSKIH ODREDNICA ZA OPERACIJE OSLOBAĐANJA OKUPIRANIH PODRUČJA REPUBLIKE HRVATSKE

56

PROSLAVLJENA ŠILKA

Protuzrakoplovni samovozni topnički sustav ZSU-23-4 Šilka') najproslavljeniji je sustav ove kategorije koji je, s različitim uspjehom, sudjelovao u većem broju ratnih sukoba od bilo kojeg drugog sustava slične namjene, ali i sustav koji je proizveden u najvećem broju primjeraka. Premda je to i danas sustav koji je s najvećim brojem paljbenih jedinica u operativnoj uporabi mnogih zemalja, njegovo vrijeme je na zalazu, a proizvođač već nekoliko godina nudi svjetskom tržištu noviji i napredniji sustav iste namjene, hibridni topničko-raketni sustav 2S6 Tunguska



66

FREGATE FLASE BRANDENBURG I F 124

U službi Bundesmarine razaračeklase *Hamburg* naslijedile su fregate klase *Brandenburg*, a iz njih izvedene fregate tipa 124 zamijeniti će razarače klase *Lütjens*

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

Urednički kolegij:

Vojna tehnika

satnik Tihomir Bajtek

Ratno zrakoplovstvo

natporučnik Robert Barić

Ratna mornarica

poručnik Dario Vuljanić

Vojni suradnici

brigadir Dr. Marko Parizoski, dipl. ing.

pukovnik Dr. Dinko Mikulić, dipl. ing.

pukovnik Vladimir Superina, dipl. ing.

pukovnik J. Martinčević-Mikić, dipl. ing.

pukovnik Vinko Aranjoš, dipl. ing.

bojnik Mr. Mirko Kukulj, dipl. ing.

bojnik Damir Galesić, dipl. ing.

bojnik Berislav Šipicki, prof.

Dr. Vladimir Pašagić, dipl. ing.

Dr. Dubravko Risović, dipl. ing.

Dr. Zvonimir Freivogel

Mislav Brlić, dipl. ing.

Dario Barbalić, dipl. ing.

Josip Pajk, dipl. ing.

Bartol Jerković, dipl. ing.

Vili Kezić, dipl. ing.

Boris Švel

Grafička redakcija

Hrvoje Brekalo

Predrag Belušić

Hrvoje Budin

Zvonimir Frank

natporučnik Davor Kirin

zastavnik Tomislav Brandt

Tajnica uredništva

Zorica Gelman

Kompjuterski prijelom i priprema

HRVATSKA VOJNA GLASILA

Lay out

Svebor Labura

Tisak

Hrvatska tiskara d.d., Zagreb

Slavonska avenija 4

Naslov uredništva

Zvonimirova 12, Zagreb,

Republika Hrvatska

Brzoglas

385 1/456 80 41, 456 88 11

Dalekumnoživač (fax)

385 1/455 00 75, 455 18 52

Rukopise, fotografije i

ostalo tvorivo ne vraćamo

VOJNA TEHNIKA

- 6** Vojni aspekt stratezijskih odrednica za operacije oslobađanja okupiranih područja RH . *kontraadmiral Davor Domazet - Lošo*
- 14** Nuklearno oružje *Boris Ilijaš, Zdenko Franić*
- 22** Crusader *Josip Martinčević Mikić*
- 30** Holistički inženjering sustava u proizvodu *Josip Pajk*
- 38** Organizacija francuske vojne industrije (IX) . . *Berislav Šipicki*

RATNO ZRAKOPLOVSTVO

- 42** MIG-23 Flogger *Tomislav Huha*
- 46** HRZ u operaciji OLUJA *Vinko Šebrek*
- 50** USAF (IV dio) *Robert Barić*
- 56** Proslavljena Šilka *Vladimir Superina*

RATNA MORNARICA

- 66** Fregate klase *Brandenburg* i F 124 *Zvonimir Freivogel*
- 75** Malezijska ratna mornarica. *Boris Švel*



foto: Svebor Labura

Podmornica P-01 *Velebit* i
spasilački brod *Faust Vrančić*

VOJNI ASPEKT STRATEGIJSKIH ODREDNICA ZA OPERACIJE OSLOBAĐANJA OKUPIRANIH PODRUČJA REPUBLIKE HRVATSKE

kontraadmiral Davor DOMAZET-LOŠO



SAŽETAK

U suvremenom poimanju strategije "čekanje" ima jednako značenje kao i ranije ali se ono u mnogočemu izražava na novi način. I dalje je pobjedu najbolje ostvariti odugovlačenjem operacije sve dok moral protivnika ne bude toliko istrošen da je istovremeno i moguće i lako zadati mu odlučujući udarac. Strategijska napadna operacija danas nije samo puko djelovanje vatrom i pokretom, jer prije vojnog, četiri su prevladavajuća područja kojima se stvaraju uvjeti za nju i/ili rješavaju problemi: političko, diplomatsko, gospodarsko, a u posljednje vrijeme sve se više naglašava informacijsko. A kad se već odluči za vojno rješenje ono je djelotvorno samo ako je sila vjerodostojna. A vjerodostojna je samo onda kad je vojna snaga spremna za djelovanje. O vjerodostojnosti za djelovanje i kako je ono nastalo te o strategijskim odrednicama koje su dovele do poraza neprijateljske "strategije realne prijetnje" predmet je ove raščlambe

Uvodne napomene

U kolovozu godine 1993. (šest mjeseci nakon operacije Maslenica) obznanjena¹, a potkraj rujna iste godine (za i nakon operacije Medački džep) i prvi put otvoreno primijenjena, "strategija realne prijetnje" (ili "strategija odmazde", kako su je još zvali), kao cjelovita vojna strategija Srba na okupiranom području Republike Hrvatske pod nadzorom UNPROFOR-a, odnosno "RSK"-a kako se nazivala ta pseudodržavna tvorevina.

Jednako tako, raščlamba te vojne strategije nedvojbeno je pokazivala da se zapravo radilo o sastavnom dijelu globalne velikosrpske vojne strategije i da su njezina izvorišta u velikosrpskoj ideji i političkoj i vojnoj praksi, a uporište u sveukupnoj vojnoj snazi "srpskih zemalja", tj. "SRJ", "RS" i "RSK". Tu činjenicu, kreatori i propagatori ove strategije nisu nastojali ni ozbiljnije prikriti. Čak štoviše naglašavanjem da bi "agresijom Hrvatske (na "RSK") stvarno bio nametnut rat cijelom srpskom narodu", ta činjenica se otvoreno rabila za pojačanje dojma o "realnoj prijetnji". To ukazuje da je ona višeznačno funkcionirala u samoj strategiji.

Strategija realne prijetnje - strategija terorističkog

obilježja

Zbog lakšeg razumijevanja i praćenja daljnjih obrazloženja nužno se nameće izložiti temeljne odrednice ove strategije.

U strategiji se polazilo od postavke o "jedinstvu srpskih zemalja", što znači od jedinstvenog geostrategijskog prostora i sveukupnosti materijalnih i demografskih ratnih potencijala. Usmjerena je protiv Republike Hrvatske kao države, s težnjom njezinog rušenja kao takve. Dakle, kako je već rečeno izvoriste joj je globalna velikosrpska ideja, te iz nje proizišla politička i vojna praksa, a utemeljena je na sljedećim odrednicama:

- geostrategijski položaj Hrvatske je krajnje nepovoljan, tj. geostrategijski položaj "RSK" u povezanosti s ostalim "srpskim zemljama" prema Hrvatskoj je nadmoćan, jer omogućava otvaranje fronte od Baranje do Prevlake ali i druge prednosti;

- Hrvatska nema dostatan demografski potencijal ni druge mogućnosti stvoriti vojnu silu koja bi bila u stanju osigurati povoljan odnos snaga za munjevit napadnu operaciju protiv "RSK";

- "SVK" ("srpska vojska Krajine") ima dovoljno moćne raketne i topničke naprave za obranu pa strategiju "RSK" može temeljiti na odmazdi, kao stvarnoj prijetnji i/ili metodi praktične primjene uporabe tih naprava. Hrvatska nema naprave kojima bi mogla to prikladno spri-

ječiti, a ako ih i pribavi "Krajina" je u prednosti jer nema odgovarajućih unosnih meta;

- obrana "Krajine" dopušta sve raspoložive naprave, jer se radi o borbi za opstanak - Hrvatska nema načina tome se suprotstaviti.

Kao što se vidi, u biti, način terorističke uporabe moćnih naprava ratne tehnike² temeljno je obilježje ove strategije, pa time i politike iz koje je proizašla.

Glavna slabost "strategije realne prijetnje" je u neretnom određivanju vrijednosti pojedinih čimbenika s jedne i s druge strane, tako da na takvom pristupu utemeljeni zaključci dovode do "strategije želja", a ne strategije zbiljskih mogućnosti³. U izrazitom podcjenjivanju protivnika, a precjenjivanju vlastitih snaga, njezina je temeljna slabost. Budući da je, između ostalog, njezin temelj "snaga oružja", ili "realna prijetnja", očito je njezino zaustavno djelovanje na "ljudski čimbenik", tj. krhlost njegovog samopouzdanja i motivacije. To su ratna praksa i umijeće ratovanja višeskruko potvrdili. Stoga, moglo se ustvrditi da je podcjenjivanje protivnika i davanje prednosti snagama vlastitog oružja jedna od općih značajki pristupa neprijateljskih zapovjedništava. Uz sve naznačene i druge slabosti, ovu strategiju moralo se uvažavati, jer je bila na djelu i ne bez temelja. Te činjenice upućivale su na onu tvrdnju ratnog umijeća koji govori da svakoj određenoj situaciji odgovara određena strategija, koja može biti najbolja ili pak slaba u jednom od mogućih stjecaja prilika. Napasti neprijateljsku strategiju⁴, nudilo se kao najpovoljnije rješenje.

Ne manje važnosti bila je i spoznaja, da je ova strategija proizvod razvitka velikosrpske vojne strategije - od "strategije oslobađanja" (čitaj "osvajanja" do "strategije obrane" osvojenog ("odmazde", "realne prijetnje"). Pritom nisu bili bitnije izmijenjeni velikosrpski ciljevi i/ili težnje, kako globalno, tako ni posebno - glede prostora Republike Hrvatske. Dapače, ni poslije potpisivanja Sporazuma o prekidu vatre (ožujak 1994. - rusko veleposlanstvo, Zagreb) nema dvojbe da su težnje velikosrpske politike sezale i dalje, sve do trajnog onemogućavanja funkcioniranja Republike Hrvatske, tj. do njezina rušenja kao samostalne i suverene države ("Hrvatska je osuđena da kao država u dugoj agoniji umire ..." - Radinović⁶). Dakle, tada važeća vojna strategija "RSK" bila je samo proizvod prilagodbe načina uporabe raspoložive vojne moći stvarnim (aktualnim) uvjetima, a i dalje sukladno trajnim općim i posebnim ciljevima velikosrpske politike.

Odrednice za osmišljavanje napadne strategijske operacije

Iz nijnjete strategijske zamisli neprijatelja proizašli su razlozi i potreba, a dakako i bitna usmjerenja, promišljanja i izbora naše protustrategije, tj. osmišljavanja najdjelotvornijeg načina uporabe

postrojbi HV sa svrhom oslobađanja okupiranih područja i uspostave punog suvereniteta države Hrvatske.

Sa stajališta pretpostavljenog dosega postavljenog cilja, dostatno je istaknuti neprijeporan stav naše državne politike da će, ne uspiju li sva nastojanja za rješavanje problema mirnim putem i uspostave punog suvereniteta Republike Hrvatske u međunarodno priznatim granicama, biti prisiljena posegnuti i drugim legitimnim sredstvima⁷ radi



zaštite međunarodno priznatih granica.

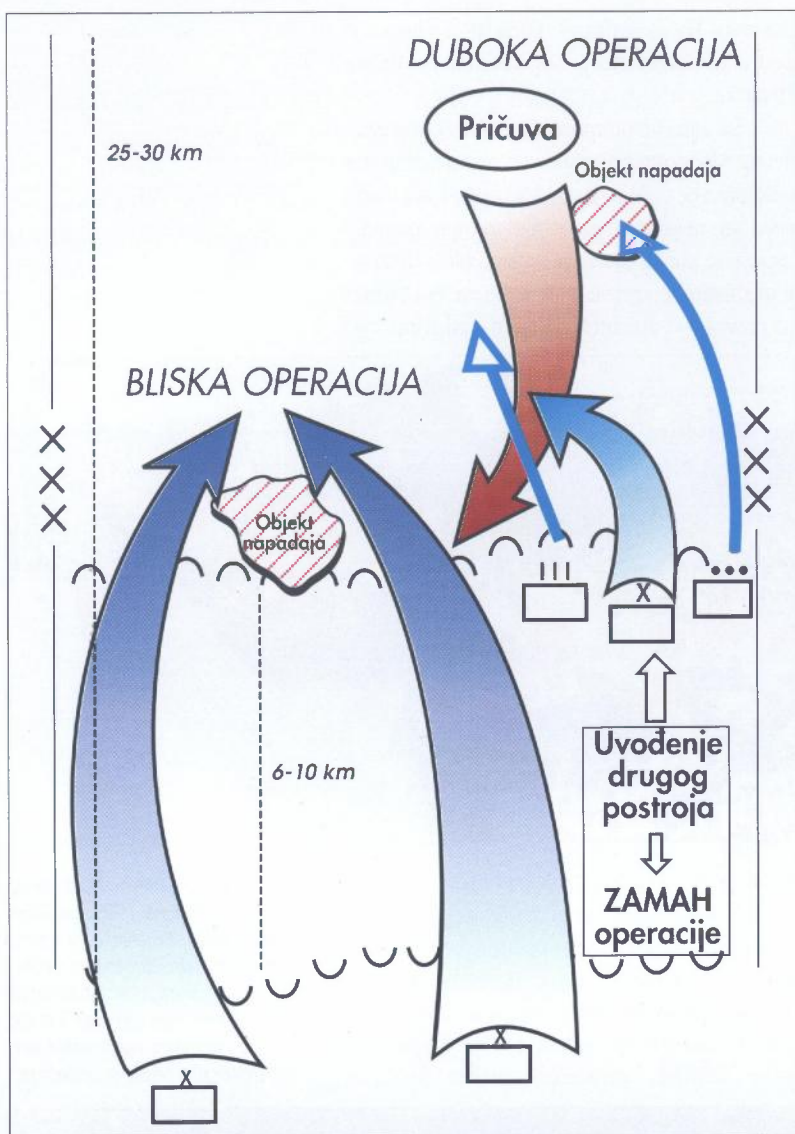
Tim slijedom dalje, proizlazi da je bilo ispravno i utemeljeno kao polazni stav za razmatranje strategijske napadne operacije istaknuti potrebu, dapače nužnost pristupa u izgradnji HV, u kojoj se osigurava djelotvoran sklad raspoložive ratne tehnike, primjerene našim stvarnim

**Svečani mimohod HV-a
tijekom 1995. za Dan
državnosti. Suvremeni ustroj
HV-a i vjerodostojna vojna
snaga spremna za
djelovanje dovest će do
poraza neprijateljske
"strategije realne prijetnje"**



mogućnostima i ljudskog čimbenika uvijekzbanog i pobuđenog.

Razumije se, da je uvažavana stvarna razina razvijenosti Hrvatske vojske i činjenica da neprijatelj, unatoč nekim prednostima (tehnički čimbenik i brojnost oružja), trpi poraze (od Južnog bojišta, preko Maslenice do Medačkog džepa) kad god se HV pripremi i energično izvede dobro odmjeran udar (operacije taktičke razine). Otud je između ostalog bila prisutna i njegova stalna bojazan od "agresije HV", a dakako i, znatnim dijelom, usmjerenost na pokušaj da se obrani odmazdom, tj. terorističkom uporabom raketnog i



Shema 1. Ideja manevra u strategijskoj napadajnoj operaciji HV-a po načelima Zračno-kopnene bitke

topničkog oružja. Raščlambe su pokazivale da se to moglo tumačiti i kao izraz nesigurnosti glede stvarnih mogućnosti, s obzirom na kakvoću njegovog ljudskog čimbenika.

Iz nevedenih polaznih stavova potrebno je bilo izvođenje predmetnih odgovora na temeljne odrednice "strategije realne prijetnje", prema slijedu:

1. kako ukloniti neprijateljev pokušaj iskorištenja "povoljnog geostrategijskog položaja i stvaranje fronta od Baranje do Prevlake",
2. koji je to dostatan odnos snaga za brzu napadnu operaciju radi oslobađanja okupiranih područja i kako ga osigurati,
3. na koji način izbjeći posljedice početnog udara i što prije onemogućiti nastavljjanje odmazde raketnim i topničkim napravama neprijatelja,
4. kojim načinom djelovanja i na kojim smjerovima iznenaditi neprijatelja i nanijeti mu udare, odabrati način koji će najbrže rastrojiti njegov obrambeni sustav i osigurati izbijanje na državne granice, onemogućiti moguće uvođenje drugog strategijskog postroja te stvoriti uvjete za potpuno razbijanje "vojske RSK" na dijelove.

Razmatranje naznačenih i u njima sadržanih problema već samom svojom logikom je vodio,

između ostalog i prema zbiljskim odgovorima na pitanja o veličini, ustroju, načinu i težištu izobrazbe i vježbanja i drugim složenim spoznajama glede izgleda i bitnih značajki postrojbi HV. Tako se došlo do približno najpovoljnijeg modela oružane snage, primjerenog stvarnim zadaćama i strategijskim zamislima načina njihovog rješavanja.

Strategijski model odgovora HV-a na primijenjenu "strategiju realne prijetnje"

Kako je već naznačeno, promišljanje stvarnih općih uvjeta i neprijateljske vojne strategije upućivalo je na zaključak da je Republici Hrvatskoj potrebno brzo stvaranje jake vojne sile, koje će već samom stvarnošću svoje moći djelovati na neprijatelja tako da ga drži u napregnutosti, čime će se iscrpljivati i trošiti njegove vojne mogućnosti. Na taj način, u dužem vremenu (do isteka mandata UNPROFOR-a, ili u povoljnim općim uvjetima koji se mogu stvoriti), postupno stvarati vojne strategijske pretpostavke i za djelotvornu napadnu operaciju, s ciljem nanošenja iznenadnog i snažnog udara, rastroja neprijateljskog sustava obrane, razbijanja njegove vojske i svih pseudo-državnih institucija te pristupanja sustavnom i potpunom oslobađanju okupiranih područja.

To znači da su djelatnosti na jačanju vojne moći u razdoblju od 1993. do 1995., ali i njezinom prikazivanju prema neprijatelju, bila strategijska okosnica za osmišljavanje i provedbu svih drugih djelatnosti usmjerenih na rušenje neprijateljske zamisli obrane, utemeljene na "strategiji realne prijetnje". U svojoj sveukupnosti, a prema jedinstvenom na strategijskoj razini osmišljenom i operativno točno usklađenom planu, te djelatnosti uobličavale su cjeloviti strategijski model suprotstavljanja.

Bitna, ako ne i ključna sastavnica toga činile su sustavne djelatnosti upravljane na uspostavljanje i plansko ubrzavanje procesa iscrpljivanja i trošenja neprijateljskih vojnih mogućnosti. U biti radilo se o planskom nametanju dinamike ciljanih djelatnosti, koje su kod neprijatelja izazvale posljedice u obliku dugotrajnog prekomjernog naprezanja ljudstva i nesvrhovitog iscrpljivanja materijalnih vrijednosti⁸. U složaju tih djelatnosti posebno važnu ulogu imala su djelovanja izvidničkog i diverzantskog sadržaja i obilježja, pa i sama naznaka takvih djelovanja, držale su neprijateljev sustav obrane u stalnoj napetosti⁹. Bitno je, naime, da se ovim načinom neprijatelj prisiljavao na razvlačenje snaga, i stavlja u nemogućnost jasnog određivanja stožerne točke obrane, a suočavalo ga se s problemom "široke fronte", dakle, s onim što je on namjeravao nametnuti nama. Ta je spoznaja osobito negativno djelovala na njegov moral.

Budući da se neprijateljska strategija temeljila na raketnim i topničkim napravama velikog doseg a koja su mu omogućavala odmazdu po

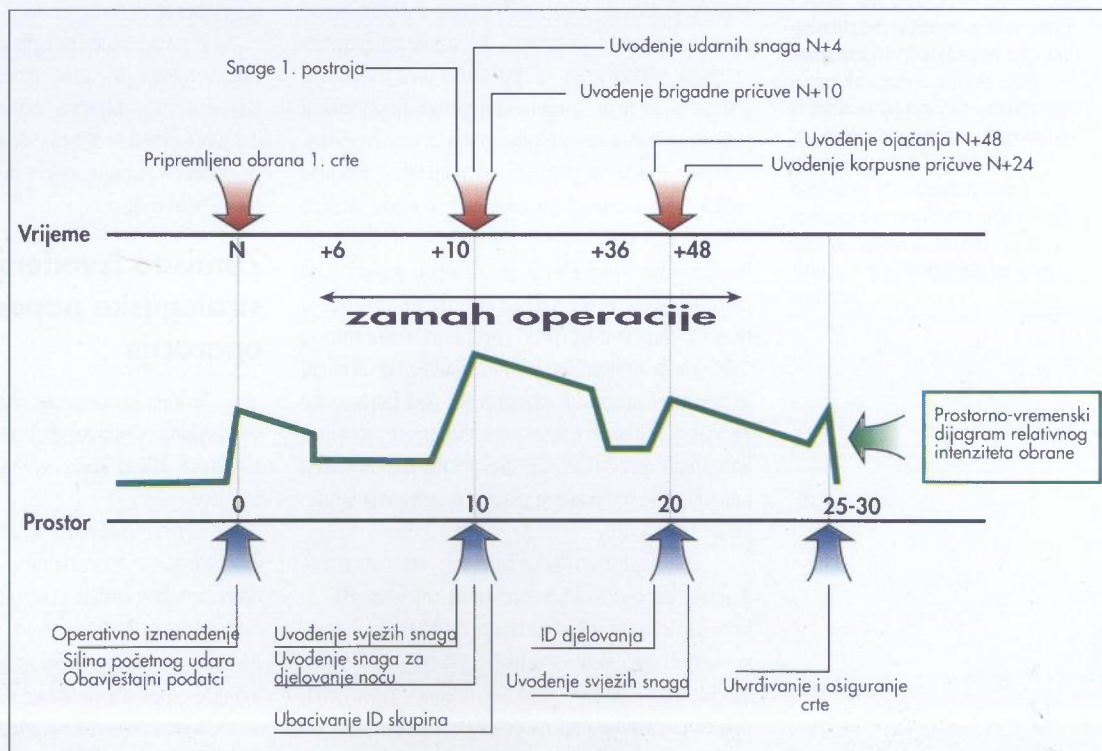
našim gradskim središtima i gospodarskoj infrastrukturi, naš odgovor nužno je morao uključivati složaj djelatnosti usmjerenih, s jedne strane na točno utvrđivanje i praćenje vrsta, brojnosti i razmjesta ovog oružja (ostvarilo se sustvanim snimanjem i elektroničkim izviđanjem), a s druge naoružavanje postrojbi HV napravama (zrakoplovstvo, topništvo) za djelotvorno uništavanje raketnih i topničkih sustava neprijatelja. Potonje je uključivalo i pripremanje posebno osposobljenih skupina za ubacivanje u dubini neprijateljskog rasporeda sa zadaćom izvođenja prepada, uništavanje i/ili ometanja bojne uporabe ovih naprava. No, razumje se težište je bilo na naoružavanju (opremanju) odgovarajućim napravama (zrakoplovstvo, dalekomentno topništvo s računalnim načinom određivanja elemenata), koja onemogućuje neprijatelja u provedbi zamišljene i pripremljene odmazde. Kako je posve izvjesno bilo da se ne će moći sasvim izbjeći učinci takvog djelovanja, važnu sastavnicu suprotstavljanja činile su pripreme za zaštitu ljudstva, tvornih i dugih dobara. Ovo tim više što se mora priznati ispravnost prosudbe tvorca "strategije realne prijetnje" da HV na okupiranim područjima nema unosnih meta koje bi odgovarale važnosti gradova i gospodarskih objekata na slobodnom dijelu. Prema tome, navedeni skup poduzetih mjera imao je za svrhu onemogućiti neprijatelja da objektivno moguću strategijsku prednost materijalizira ostvarivanjem zamisli o nanošenju Hrvatskoj "neprihvatljivih razaranja i gubitaka", tj. stvoriti uvjete koji će osigurati "prihvatljivu" (racionalnu) razinu razaranja i drugih gubitaka. Budući da se na taj način uklonila prednost na kojoj je neprijatelj gradio cijelu strategiju obrane, a to je već samo po sebi nama osiguravalo strategijski povoljan položaj. To je dalje, omogućavalo uvjetovano brzo ostvarivanje strategijske inicijative i drugih preduvjeta

(psihološke operacije kao sastavni dio strategijske operacije) za ostvarivanje zamisli razbijanja neprijatelja i potpunog oslobađanja okupiranih područja.

Glavni strategijski problem je, dakako bio, ispunjavanje temeljnog uvjeta za poduzimanje napadne operacije po načelima "doktrine munjevitog rata" (zbog mogućeg negativnog spleta prije

svega političkog, operacija nije smjela duže trajati od 7, a poželjno 4-5 dana). Treba posjetiti da su tvoritelji neprijateljske strategije također ispravno zaključili da bi načela upravo ove doktrine Hrvatska morala primijeniti. Ima više dokaza u prilog ovakvoj ocjeni, a u ovom smislu izgleda dostatnim istaknuti to da ni jedna zamisao operacije oslobađanja okupiranih područja koja se ne bi temeljila na ideji brzog proboja odabranim smjerovima (vidi shema 1. i 2.) radi rasijecanja snaga neprijatelja na manje dijelove, rastroja sustava obrane (okrenuta bojišnica - *načelo zračno kopnene bitke*¹⁰) i izbijanja na državnu granicu s ciljem onemogućavanja pristizanja pomoći s područja Bosne i Hercegovine odnosno Srbije, prema svemu sudeći ne bi imala izgleda za uspjeh. Dakako, pritom se poglavito misli na područje Banovine, Korduna, Like i sjeverne Dalmacije, koje je neprijatelj s razlogom označavao kao "prostorno strategijsko težište", iako se prethodno jednako odnosi i na dijelove zapadne Slavonije i hrvatskog Podunavlja.

Na temelju ovakvih strategijskih prosudbi pristupilo se preustrojanju i svestranom pripremanju gardijskih brigada odgovarajuće jačine potrebno naoružanih i uvježbanih, sposobnih za obavljanje zadaće nositelja napadaja iz pokreta. Naime, s obzirom na namjenu i zadaće, njihova temeljna značajka je sposobnost nanošenja



Shema 2. Vremensko-prostorni dijagram zamaha napadajne operacije HV-a

snažnog udara i proboj bojišnice na odabranom smjeru, te nastavljajući brzog prodora što dublje u neprijateljski raspored, a potom za prelazak u obranu radi osiguranja uspjeha i/ili poduzimanje napadaja na odsječene ili okružene dijelove neprijatelja. Sve prosudbe ukazivale su, a prema određenoj zamisli za izvođenje napadne operacije, da ih ni u jednoj inačici manje od šest ne bi moglo biti dostatno.

Iako je preustroj, popuna i priprema svih sedam gardijskih brigada bila označena kao "temeljni uvjet" i "glavni stratezijski problem", to nikako nije značilo da nema još uvjeta i problema gotovo jednake važnosti i razine. Posve je izvjesno, naime, da gardijske brigade, unatoč i vrhunski pripremljene, ne bi mogle obaviti svoje zadaće,



Višecijevni raketni lanser M-87 Orkan prema svojim taktičko-tehničkim značajkama namijenjen je za zaprečavanje na bojištu. Tijekom srpske agresije na Republiku Hrvatsku tzv. JNA i paravojne srpske postrojbe nisu ga ni jednom uporabile u tu svrhu. Svoju stvarnu primjenu Orkan je našao u strategiji realne prijetnje, tj. strategiji terorističkog obilježja koja je svoje izvorište imala u globalnoj velikosrpskoj ideji i iz nje proizašle političke i vojne prakse

ako se prije ne osiguraju drugi uvjeti. Prije svega, poduzimanje planskih učelnih bojnih djelovanja, najmanje sa svrhom razvlačenja i vezivanja snaga neprijatelja, te onemogućavanja njihovog kretanja uzduž bojišnica kako bi se zatvorili oni smjerovi na kojima se nanosi udar naših snaga s ciljem brzog proboja i prodora u dubinu. Razumije se, najprihvatljivija svrhovitost je *pobuditi* svu bojišnicu ("stratezijski front"), nanijeti neprijatelju gubitke u početnom rasporedu i, gdje je god moguće, potisnuti ga s utvrđenih položaja, narušiti tako raspored snaga i postupno rastrojati njegov sustav obrane, spriječiti spoj naoružanja i ljudstva. Postizavanje iznenađenja je nužnost, makar i na taktičkoj razini, jer naznačeni način djelovanja dovodi neprijatelja pred problem nametnutog "aktiviranja stratezijske fronte". Naime, na taj način je preduhitren da on otvori front "od Baranje do Prevlake". Time se osigurava stratezijska inicijativa, kao bitan preduvjet za djelotvornost "nositelja napadaja" i sveukupnog planskog odvijanja stratezijske operacije.

Dana zamisao djelovanja daje važnost opredjeljenju za osposobljavanje onih dijelova HV za preuzimanje i učinkovito ispunjenje zadaća iz pretpostavljenog jedinstvenog plana operacije. Međutim, unatoč tome, težina problema, onemogućavanje neprijatelja u ostvarivanju stratezijske zamisli o "aktiviranju fronte od Baranje do Prevlake", upućuje na rješavanje još nekih dvojbi. Naime, strategija "realne prijetnje" uključuje odgovarajuće akcije "RSK" i "RS" na svim operativnim smjerovima koje vode s tog na prostor Hrvatske, u čemu se s razlogom može prepoznati i "najava" sličnih "akcija s područja SRJ". To samo po sebi naznačuje niz pitanja u svezi snaga i načina djelovanja protiv neprijatelja na okupiranim područjima, poglavito zapadne Slavonije i

hrvatskog Podunavlja, zatim obrana Posavine od napadaja neprijatelja iz sjeverne Bosne, te zatvaranje operativnog smjera Šid - Vinkovci - Županja i smjerova prema području samog juga Hrvatske na kojima su po njihovim planovima, u za nas najnepovoljnijoj inačici trebale napadati snage "VJ" i "VRS".

Uvođenjem naznačenog složaja u cjelinu razmatranja, brzo se iz prosudbe nametnuo zaključak da gotovo ne bi bilo nikako moguće napadnom stratezijskom operacijom sa svrhom oslobađanja okupiranih područja odjednom obuhvatiti sva ta područja. Dalje, sve je upućivalo na stvarnost one stratezijske zamisli, koja bi napadaj usmjerila na već naznačeno "prostorno stratezijsko težište" neprijatelja (Banovina, Kordun, Lika, sjeverna Dalmacija i zapadna Slavonija), dok bi se za ostala bojišta (hrvatsko Podunavlje i južna Dalmacija) izvodila istodobna bojna djelovanja sa svrhom onemogućavanja bilo kakvog proboja neprijatelja, tj. izvođenja složaja bojnih djelovanja tipa "obrambene operacije operativne razine". Prema tome, očito je da se napadna stratezijska operacija s ciljem oslobađanja okupiranih područja morala planirati i izvesti u dvije međusobno usklađene i uvjetovane cjeline, koje bi svojim tijekom postupno mijenjale sadržaj (iz napadaja u obranu tj. obrnuto), da bi se na kraju "stopile" poprimajući zajedničku opću značajku - bojnih djelovanja s ciljem obrane državne granice.

U izvođenju stratezijske napadne operacije, važno mjesto pripada i izboru vremena početka. Razumije se, ključna odluka i ovdje pripada državnoj politici. Kasniji događaji su nedvojbeno pokazali da je taj iznimno složeni problem riješen na najbolji mogući način.

Zamisao izvođenja stratezijske napadne operacije

Model stratezijske napadne operacije za oslobađanje okupiranih područja proizašao je iz strukture HV u kojoj su ključne tri njezine sastavnice:

1. *prvi (udarni) stratezijski postroj* kojeg čine gardijske motorizirane brigade, izvidničko-diverzantske i druge postrojbe slične namjene, te ratno zrakoplovstvo, kao snaga sposobna za nanošenje snažnog udara i izvođenje prodora ne manjeg od 20 kilometara,

2. *domobranske i druge pričuvne postrojbe*, kao najbrojniji postroj, što je istodobno i "postroj stratezijske pričuve" sposobne za obranu na cijelom državnom prostoru, ali i da učinkovito rabe početne udare prvog stratezijskog postroja u izvođenju napadnih operacija,

3. *snage potpore i osiguranja* opremljene i poduprte napravama za djelotvorno otkrivanje i uništavanje neprijateljskih topničkih i raketnih sustava srednjeg i velikog doseg.

Ovakva struktura HV opredijelila je i zadaće

pojednog postroja u stratezijskoj napadnoj operaciji:

a) gardijske motorizirane brigade, kao stvarni udarni postroj polazeći od toga da ih je za izvođenje napadne operacije neophodno najmanje šest, planski izvući s bojišnica, razmjestiti u mjesta iz kojih mogu po potrebi brzo djelovati i/ili uvesti u napadaj iz pokreta prema planu stratezijske operacije,

b) izvidničko - diverzantske i druge postrojbe slične namjene (postrojbe za posebne namjene HV-a i MUP-a te snage 1. HGZ-a) pripada osobito mjesto i uloga jer se njihovim sustavnim djelovanjem ubrzava iscrpljivanje i rastroj neprijateljske obrane,

c) u aktualnim uvjetima, s domobransko pričuvnim postrojem u cjelosti preuzeti osiguranje bojišnice, a ujedno dogradnjom ustroja i povećanjem bojne osposobljenosti stvoriti jaki postroj stratezijske pričuve, koji je u mogućnosti obaviti namjenske zadaće, u sudjelovanju s gardijskim motoriziranim brigadama.

Način izvođenja operacije

U svrhu postizanja iznenađenja stratezijska napadna operacija počinje na "stratezijskom težištu" - Banovina, Kordun, Lika i sjeverna Dalmacija "obezglavljujućim" vatrenim udarom zrakoplovnih, raketnih i topničkih snaga te elektroničkim djelovanjem uz prethodno ubacivanje izvidničko-diverzantskih skupina na glavnim smjerovima napadaja u svrhu rastroja neprijateljskog sustava zapovijedanja i veza, uništenja i/ili onemogućavanja njegovih raketno-topničkih udara po gradovima i objektima infrastrukture, otvaranje prolaza (prostora) u obrambenoj strukturi stvarajući tako uvjete za uvođenje udarnog postroja (gardijske motorizirane brigade) iz pokreta na smjerovima: (1) Peruća - Vrlika - Kijevo padinama Dinare ugroziti i presjeći prometnicu Knin - Strmica - Bosansko Grahovo, blokirati Knin sa sjeveroistoka, (2) Velebit - Prezid, izbiti na Otrić, blokirati Knin sa sjeverozapada, odsjeći snage 7.K na prostoru Ravnih Kotara, (3) obuhvatom izbiti na Ljubovo. Izravno ugroziti zračnu luku Udbina, presjeći prometnicu Korenica - Udbina, (4) Ogulin - Slunj - Rakovica. Rasjeći okupirano područje na dva dijela, izbiti na državnu granicu, spojiti se sa snagama 5.K A BiH, produžiti djelovanje i spojiti se sa snagama koje djeluju na smjeru Petrinja - Žirovac (Jabukovac), (5) širokim obuhvatom osloboditi Petrinju, otkloniti topničko raketnu ugrozu s prostora Taborište - Hrastovica, produžiti djelovanje i spojiti se sa snagama na Banovini (6) Sunja - Hrvatska Kostajnica. Brdovitim djelovima izbjegavajući oklopne snage izbiti u Hrvatsku Kostajnicu, blokirati most na Uni, produžiti djelovanje i presjeći prometnicu Dvor na Uni - Glina, (7) Novska - Nova Gradiška. Ususret, brzim manevrom oklopnih snaga deblokirati autocestu, odsjeći snage na prostoru Okučani - Pakrac,

zauzeti most u Staroj Gradišci i staviti pod vatreni udar neprijateljsko topništvo na desnoj obali Save.

Izvoditi pokretljivu obranu na području hrvatskog Podunavlja spriječiti mogući protuudar na smjerovima Mirkovci - Prevlaka - Županja i Jamena - Županja.

Na prostoru južne Hrvatske (dolina Neretve - Konavle) odbiti moguće prodore neprijatelja.

Pravodobnim uvođenjem drugog stratezijskog postroja (pričuvne brigade i domobranske postrojbe) osigurati bokove i tempo napadaja udarnog postroja te ostvariti potpuni nadzor oslobođenog prostora s prelaskom u obranu.

Zaglavak

Ovakav stratezijski model u uvjetima stalnog rasporeda 20.000 ljudi drugog stratezijskog postroja na bojišnici dugoj gotovo 1100 kilo-



metara, u kratkom razdoblju omogućilo je Republici Hrvatskoj izgradnju uvjerljive vojne sile. Uvjerljivost njezina naznačena je u mogućnosti:

- izvođenja upotpunjenog vatreneog udara,
 - brzog prodora oklopnih i mehaniziranih snaga,
 - ostvarivanja usklađenog topničkog, raketnog i zrakoplovnog udara na krajnjim daljinama dosega,
 - pokretljivost snaga i prenošenje stožerne točke djelovanja prema zahtjevima operacije (vladanje realnim vremenom).
- To je značilo da su nađeni predmetni odgovori na pitanja kako:
- ukloniti i/ili umanjiti povoljni stratezijski položaj neprijatelja,
 - stvoriti dostatan odnos snaga za napadnu stratezijsku operaciju,
 - izbjeći posljedice početnog udara neprijateljskih raketnih i topničkih sustava,
 - djelovati u svrhu postizavanja taktičkog i operativnog iznenađenja.

Stratezijski dosezi HV u četvrtoj godini svojeg nastanka mogli su se iskazati da je ona

Jedna od smrtno stradalih osoba terorističkog raketnog napadaja pobunjenih Srba višecijevnim raketnim sustavom Orkan s kasetnim punjenjem na grad Zagreb 2. svibnja 1995.

osposobljena voditi jedan i pol rat, što znači razbiti prvi strateški postroj neprijatelja, zaustaviti drugi i djelotvorno odgovoriti na daljnje možebitno narastanje sukoba, i tako nedvojbeno potvrditi onu misao ratnog umijeća koja govori da *strategija nije doktrina (nauk) već način mišljenja koja omogućava da se svrstaju i rasporede hijerarhijski događaji*.

Uspješnost raspoređivanja događaja u našoj strategiji **"realno usklađenih koraka"** potvrđuju: *Zima-94, Bljesak, Ljeto-95, Oluja, Maestral, Južni potez* i na kraju Zagrebačko - erdutiški sporazum za mirnu reintegraciju hrvatskog Podunavlja.

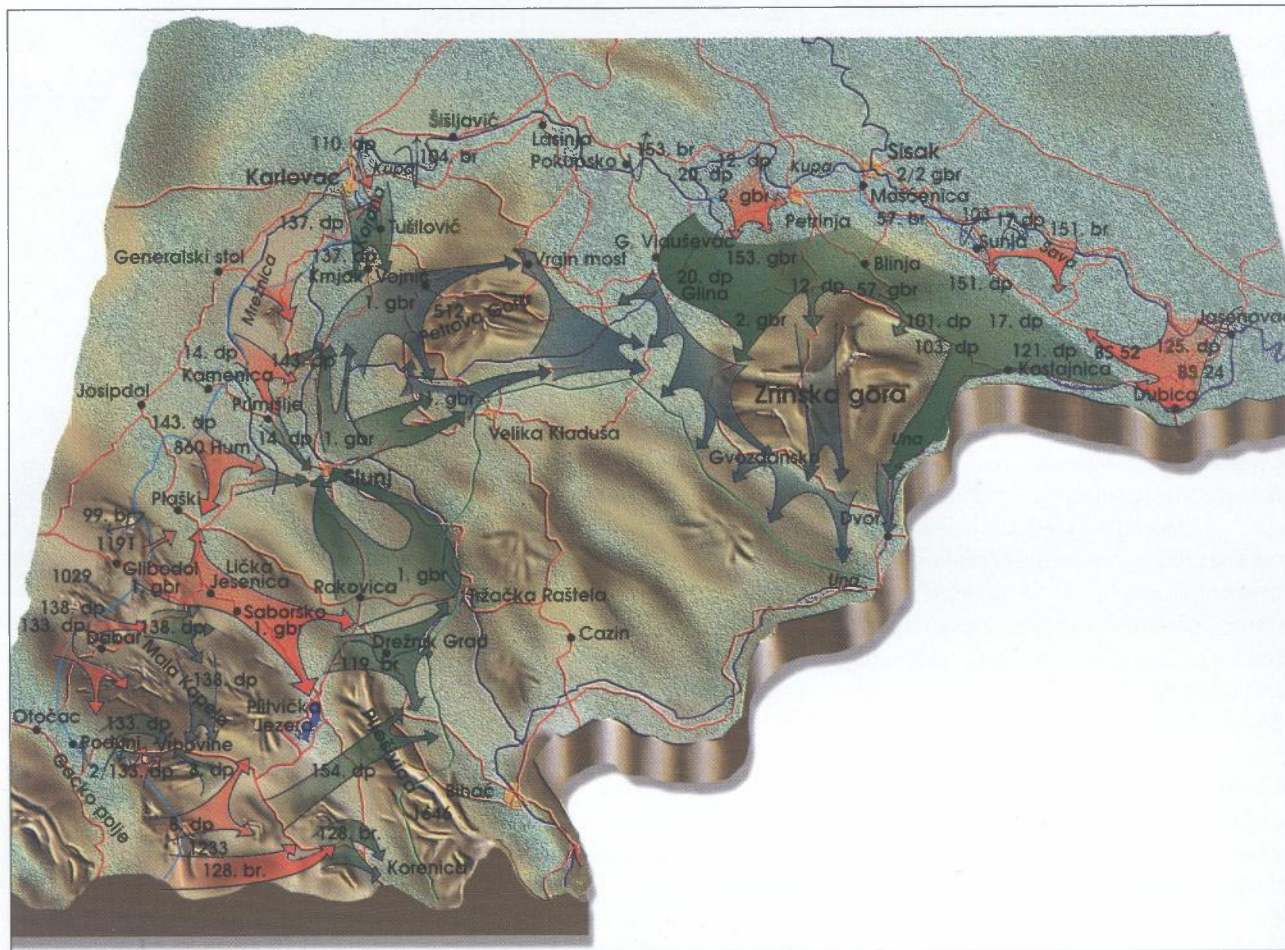
1. U "listu srpske vojske krajine - VOJSKA KRAJINE", dvobroj 4-5, srpanj - kolovoz 1993., na stranicama 7, 8 i 9 u rubrici "Pogledi", objavljen je članak pod naslovom "Prednosti krajiške strateške pozicije" i naslovom "REALNA PRIJETNJA NA

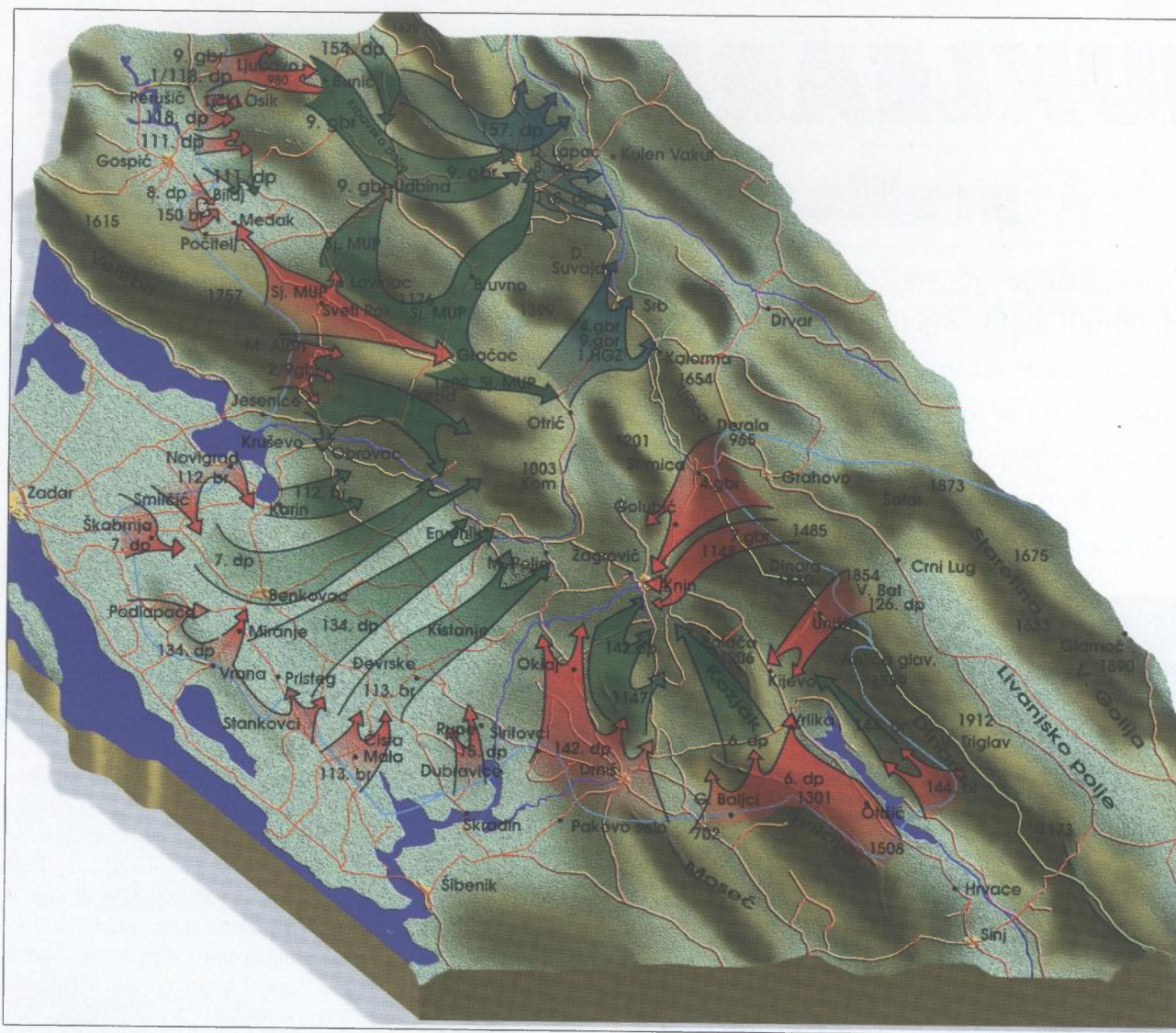
ti sustavi težišno bi se oborili na Zagreb i njegovu bližu okolinu. Nikakvih nagadanja pri tome ne bi bilo, jer bi svi Srbi bili svjesni da se radi o konačnom obračunu s Hrvatskom, odnosno borbi za opstanak ..."

3. Poglavitno nerealna bila je prosudba o snazi HV, gdje se kaže da nije u stanju voditi operacije s brzim prodorom u dubinu obrane neprijatelja. Posljedica takve prosudbe je izrazito slabo obavještajno osiguranje na najvišoj njihovoj razini zapovijedanja. (op. a.)

4. "Bankrotstvo strategije" nastaje kad se sukob promatra na evoluciji koja daje prednost: (a) tehnici nad idejom, (b) potencijalu (brojnosti) nad manevrom. Misao francuskog vojskovođe i vojnog teoretičara A. Beaufre.

5. U pohodu na Hrvatsku godine 1990./1992. Srbija je primijenila *"strategiju obaranja"* koja je imala bitno obilježje *puza-jućeg nastupa* gdje se oružana sila ne rabi na klasičan način nego je to uvijek složaj nekoliko strateških zamisli i temeljno obilježje neodređenosti, gdje se vojna sila primjenjuje stupnjevito, između sastanaka, sjednica, dogovora, pregovora, diplo-





"druga legitimna sredstva", tj. uporaba vojne moći - rat s nedvojbeno pravednom svrhom, kao minimum glede njegovog značenja, tretira ravnopravno značenju aktivnosti iz okvira "nasutovanja da se problemi riješe mirnim putem". (op. a.)

8. Čak ni u uvjetima prekida vatre neprijatelj nije bio u mogućnosti osigurati potrebitu popunu postrojbi i smjenu ljudstva na bojišnici, zbog čega je uveo način smjena po kojima je jedna trećina ljudstva bila na položajima, jedna trećina na odmoru, a jedna u pričuvi. Smjene su se u načelu obavljale svakih 15 dana. Iznimka je jedino bio 18. zapadnoslavonski korpus, gdje su zbog malog broja vojnih obveznika i stalno nedostatne pomoći iz 1. krajiškog korpusa "VRS", položaji

zaposjedani s 50 posto ljudstva.

9. To potvrđuje i podatak da su u razdoblju od dvije godine (travanj 1993. - svibanj 1995.) neprijateljske postrojbe, poglavito na bojišnicama Like i sjeverne Dalmacije, te manje na bojišnicama Korduna i Banovine, provele oko 650 dana u povećanom stupnju bojne pripravnosti očekujući napadaje (odgovor) snaga HV-a te oko 300 dana pod raznim uzbunjivanjima, u strahu od izvidničkih i diverzantskih djelovanja HV-a

10. Nauk (doktrina) uporabe kopnenih i zračnih snaga vojske SAD u operacijama na integriranom bojištu. Primijenjena u operaciji "Pustinjaka oluja" godine 1991.(op. a.)



THE MILITARY ASPECTS OF THE STRATEGY THAT LIBERATED THE OCCUPIED TERRITORIES IN CROATIA

SUMMARY

The contemporary concept of the waiting strategy is the same as formerly but can be newly expressed. The best way to achieve victory is still by protracting operations until the opponent's morale is exhausted, when the final blow can be easily administered. Today, attack strategy involves more than fire power and movement. Before military action is taken, there are four factors that either set

the stage for a military attack or resolve problems; politics, diplomacy, economics and increasingly information. When a military solution has been decided upon, it can only be effective if the forces are reliable. Military forces can only be reliable when they are well prepared. Reliability, how to achieve it and the strategies that defeated the the enemy's acute threat are discussed in this analysis

NUKLEARNO ORUŽJE

- prošlost ili budućnost ?

Nuklearno oružje je najtipičniji primjer oružja za masovno uništavanje. Svojim sveobuhvatnim djelovanjem pogađa sve žive organizme i materijalne objekte u zahvaćenom području s kratkoročnim i dugoročnim posljedicama. • U svojoj relativno kratkoj povijesti nuklearno oružje je imalo nezaobilazno mjesto u svjetskoj vojnopolitičkoj situaciji i od trenutka kad se pojavilo igralo je iznimnu ulogu u globalnim razmjerima. • Budućnost je teško predvidjeti, ali se može reći da se za sada ne nazire vrijeme kad (i da li) će nuklearno oružje biti definitivno demontirano i kao takvo prestati postojati

**Boris ILIJAŠ,
Zdenko FRANIĆ**



Malo je koja vrsta oružja tako sveobuhvatno i u tako kratkom roku iz temelja promijenila mnoga shvaćanja glede vođenja rata i s tim povezane politike kao što je to učinila pojava nuklearnog oružja. Od kraja 1939., kad je počeo njegov razvoj i 6. kolovoza 1945. kad je nad Hirošimom eksplodirala prva nuklearna bomba uporabljena u ratu, pa do danas, nuklearno oružje (NO) je predmet stalnog istraživanja i usavršavanja. Od prvih, vrlo glomaznih i neučinkovitih naprava razvio se golemi sustav najrazličitijih tipova i vrsta oružja za mnoštvo različitih namjena, no svima je zajedničko načelo rada - korištenje nuklearne energije u vidu eksplozije. Taj razvoj praćen je i primjerenim razvojem sredstava za zaštitu i uklanjanje ili ublažavanje posljedica njegova djelovanja. Danas sve to čini sustav koji zadire u gotovo sva

područja vojnih, prirodnih i primijenjenih znanosti.

Što je nuklearno oružje ?

NO je najtipičniji primjer oružja za masovno uništavanje. Svojim sveobuhvatnim djelovanjem pogađa sve žive organizme i materijalne objekte u zahvaćenom području s kratkoročnim i dugoročnim posljedicama. Bitna razlika u načelu djelovanja s obzirom na klasično oružje je u načinu oslobađanja energije. Dok se kod klasičnih eksploziva energija oslobađa zbog kemijskih procesa koji se odvijaju u vrlo kratkom vremenu, nuklearni eksplozivi koriste energiju oslobođenu iz atomskih jezgara. Postoji velik broj mogućnosti da se to ostvari, no u praksi su se iskristalizirala dva procesa kao učinkoviti načini za oružanu uporabu - fisija i fuzija.

Fisija i fisijski eksplozivi

Fisija je proces cijepanja teških jezgara gdje se oslobađa energija uz neutronske i gama zračenje. Detalji tog procesa su vrlo složeni, pa ćemo se zadržati samo na temeljnim načelima. Sve velike jezgre s mnogo nukleona (protona i neutrona) su zbog prirode unutarnjih sila nestabilne i imaju tendenciju da se raspadnu. Ipak, primjeri takve spontane fisije koja se događa "sama od sebe" vrlo su rijetki. No, kad se tom procesu da poticaj, npr. u vidu neutrona kojim se pogodi dotična jezgra, do fisije dolazi vrlo brzo. Jezgra se cijepa u dva podjednaka dijela (fragmenta), a oslobađaju se i dva do tri neutrona i gama zračenje. Fragmenti su redovito nestabilne jezgre koje se dalje raspadaju u svoje potomke sve do formiranja stabilne strukture. Da bi došlo do eksplozije na makroskopskoj skali potrebna je fisija velikog broja jezgara nekog elementa u vrlo kratkom vremenu. To se može postići na dva načina: vrlo intenzivnim snopom neutrona koji pogađa u kratkom vremenu (praktički trenutačno) veliki broj jezgara ili putem lančane reakcije. Kod lančane reakcije se neutroni nastali prigodom fisije jedne jezgre koriste za izazivanje fisije okolnih jezgara u tvorivu. Da bi se broj fisija na taj način umnožavao potrebno je da postoji natkritična masa nuklearnog eksploziva, jer se u protivnom proces gasi ili stagnira zbog toga što većina neutrona pobjegne iz tvoriva. U slučaju natkritične mase lančana reakcija teče vrlo brzo i sva se energija oslobodi u manje od milijuntinku sekunde.

Vrlo je mali broj elemenata pogodan za nuklearne eksplozive. U praksi se koriste samo dva - ^{235}U i ^{239}Pu . To predstavlja jednu od glavnih zapreka u širenju NO. Naime, prirodni uran se sastoji gotovo u cijelosti od ^{238}U , dok je ^{235}U zastupljen sa svega 0,7%. Kako su to izotopi istog elementa, ne može ih se razdvojiti kemi-

jskim putem, već je potrebna vrlo složena tehnologija koja koristi druge metode. Mali broj zemalja u svijetu uspio je tu tehnologiju razviti do stupnja da proizvodi dovoljne količine ^{235}U za uporabu u NO. Plutonijs predstavlja drukčiji problem. Njega u prirodi ima samo u tragovima, pa se mora proizvoditi. To se čini u reaktorima gdje se uran ozračuje neutronima i nakon nekoliko reakcija kao produkt ostaje ^{239}Pu . Jasno je da je i to tehnologija koja predstavlja ograničenje slično kao i u slučaju urana. Nuklearna bomba radi na načelu pretvaranja potkritične mase nuklearnog eksploziva u natkritičnu (Tablica 1).

da se bomba razleti prije no što neki značajniji postotak nuklearnog eksploziva doživi fisiju. Učinkovitost NO fisijskog tipa nikad nije velika. Uvijek je niža kod oružja koja rade na načelu sjedinjavanja više dijelova eksploziva, kao što je bila poznata bomba "Little Boy" ("Dječacić") bačena na Hirošimu koja je kao eksploziv koristila ^{235}U . Njezina je učinkovitost bila svega 1,4 posto, dok je druga bomba "Fat Man" ("Debeljko") bačena Nagasaki radila na principu implozije s efikasnošću 16% (kao eksploziv je koristila ^{239}Pu). Današnje fisijsko NO ima znatno poboljšane osobine, no iskorištenje eksploziva nije veće od 20 posto.

Fuzija i fuzijski eksplozivi

Fuzija je drugi fizikalni proces koji se koristi u NO. Na neki je način suprotna fisiji jer predstavlja sjedinjavanje lakih jezgara uz oslobađanje energije. Jezgre elemenata vodika, njegovih izotopa deuterija i tricija, te litija (^6Li) mogu se uz određene uvjete sjediniti u različitim kombinacijama, no kao rezultat uvijek nastaje i jezgra helija (alfa čestica) koja je vrlo stabilna struktura. Zbog strukture jezgara i tzv. defekta mase, tom se prigodom oslobađa velika količina energije, nekoliko puta veća nego kod fisije. Glavni je problem što taj proces može otpočeti tek na iznimno visokim temperaturama (više milijuna stupnjeva celzija). Za sada je takve temperature moguće postići u dovoljno velikom volumenu jedino pomoću eksplozije fisijske bombe, pa se u svaku termonuklearnu bombu (taj je naziv uobičajen za oružja koja rade na načelu fuzije) ugrađuje i manja nuklearna bomba koja služi kao upaljač. Nizom usklađenih procesa tada se aktiviraju procesi fisije i fuzije, a može biti dodana i treća faza (npr. od ^{238}U), koja uslijed mnoštva neutrona nastalih u prethodne dvije doživljava trenutačnu fisiju i znatno pridonosi snazi eksplozije. Kod dvofaznog oružja fuzija pridonosi daleko najvećim dijelom u ukupnoj energiji eksplozije (i do 97 posto), no u slučaju dodavanja treće, fisijske faze, doprinos fisije premašuje 50 posto (i do 77 posto).

Podjela na nuklearno i termonuklearno oružje, iako uobičajena, nije sasvim opravdana, jer postoje i različite kombinacije. Snaga, u stvari

učinkovitost, nuklearnog (fisijskog) oružja može se povećati više nego dvostruko dodavanjem male količine fuzijskog tvoriva čiji će neutronske tok ubrzati fisiju. To je uobičajena konstrukcija tzv. pojačane nuklearne bombe. Nadalje, radene su i mnoge kombinacije fisijskih i fuzijskih eksploziva prije nego je usavršen dvofazni sustav termonuklearnog oružja.

Nuklearne eksplozije

Prva nuklearna naprava, nazvana "Gadget", eksplodirala je 16. srpnja 1945. na poligonu u New Mexico u sklopu operacije "Trinity". To je bila fisijska bomba s ^{239}Pu kao eksplozivom koja je funkcionirala na načelu implozije. Eksplozija je izvedena na 50 m iznad zemlje, a snaga je iznosila 20-22 kT (kiloton/kT/-snaga eksplozije ekvivalentna eksploziji tisuću tona TNT, megaton/MT/-ekvivalent eksplozije milijun tona TNT), što je bilo znatno više od 5-

Tablica 1: Kritične mase urana i plutonija, kao i promjer kugle te mase

Element	Kritična masa (kg)	Promjer kugle (cm)
^{235}U (100%)	37,8	15,5
^{235}U (93,4%)	48,0	17,3
^{239}Pu (100%)	16,8	12,7

* Kod ^{235}U je, za razliku od plutonija, vrlo teško i skupo postići čistoću veću od 95%, pa se kompromis nalazi na 93,4%, što je još uvijek dovoljno za nuklearni eksploziv

Te se mase mogu znatno smanjiti ako se oko eksploziva postavi sloj od nekog elementa koji uspješno reflektira neutrone, jer će tako dio neutrona koji "pobjegnu" biti vraćen uz mogućnost ponovnog sudjelovanja u lančanoj reakciji.

U dosad proizvedenim oružjima korištena su dva načela: sjedinjavanje više dijelova potkritične mase fisibilnog tvoriva u natkritičnu i implozija jednog dijela potkritične mase čime se povećava njegova gustoća i masa postaje natkritična. I jedno i drugo se postiže klasičnim eksplozivom. Pritom se mora osigurati dovoljan broj neutrona za otpočinjanje lančane reakcije. Zbog toga je u svaku bombu ugrađen poseban neutronske izvor koji se mora aktivirati u određeno vrijeme. U stvari, vrijeme je uvijek kritični čimbenik pri funkcioniranju NO, jer se svi procesi odvijaju u vrlo kratkim vremenskim intervalima (od nanosekundi do mikrosekundi), a moraju biti precizno usklađeni. Oko nuklearnog eksploziva se postavlja reflektor neutrona (tzv. "temper"), najčešće od prirodnog urana ili volframa. Cijeli je sustav u vrlo masivnom i čvrstom čeličnom kućištu. Ono je potrebno da spriječi



Pripreme za prvo testiranje NO u povijesti. Atomska bomba bila je postavljena na vrh čeličnog tornja



Trenutak prve nuklearne eksplozije 16. srpnja 1945. u New Mexico

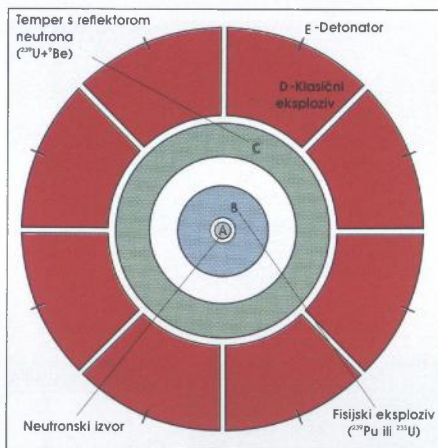


Učinak poznate atomske bombe "Little Boy" ("Dječaci") bačene na Hirošimu koja je kao eksploziv koristila ^{235}U . Više od 11 km² grada bilo je u cijelosti devastirano. Od eksplozije je poginulo više od 70.000 ljudi, dok drugih 70.000 stanovnika je zadobilo teške tzv. "blast" ozljede te bilo izloženo radijaciji i požarnoj oluji

10 kT koliko je očekivano, pa je dosta mjerne opreme oštećeno ili uništeno. Nedugo zatim, 6. kolovoza 1945. dolazi do eksplozije prve nuklearne bombe korištene u ratu - "Little Boy" na visini od 564 m iznad Hirošime u 8h16' po mjesnom vremenu. Nema točnih podataka o snazi te eksplozije, ali je najrealnija procjena oko 15 kT. Nova ratna uporaba NO uslijedila je tri dana kasnije - 9. kolovoza 1945. bomba "Fat Man" eksplodirala je nad Nagasakijem sa snagom približno 21 kT. To je do danas i posljednja uporaba NO u ratu.

Od godine 1946. do današnjih dana izveden je veliki broj različitih nuklearnih pokusa. Prva termonuklearna bomba isprobana je 31. listopada 1952. na američkom poligonu Eniwetok (projekt poznat pod kodnim nazivom "Ivy Mike"), a snaga eksplozije se procjenjuje na 10,4 MT. Tijekom pedesetih i šezdesetih godina činjeni su vrlo učestali pokusi sa zračnim, površinskim i podvodnim eksplozijama u velikom rasponu od vrlo malih do iznimno velikih snaga. Najjača do danas isprobana bomba eksplodirala je na ruskom poligonu Novaja Zemlja 30. listopada 1961. na visini od 4000 m sa snagom od 58 MT. To je bila trofazna termonuklearna bomba kojoj je prije eksplozije uklonjen treći stupanj. S njim bi joj snaga bila između 100 i 150 MT.

Do prvog međunarodnog sporazuma vezanog za NO kojim se zabranjuju zračne, površinske i podvodne nuklearne probe, kao i isprobavanje NO u svemiru dolazi godine 1963. (tzv. nuklearni moratorij). Od tada se čine jedino podzemni pokusi. Zanimljivo je da Francuska i Kina, kao zemlje koje imaju NO, nisu nikada potpisale taj sporazum. Nakon tog početnog koraka slijedio je niz sporazuma kojima se zabranjuje postavljanje NO u svemir ili na druga



Načelna shema fisijske bombe implezivnog tipa

nebeska tijela (1967.), ograničava njegovo širenje u zemlje koje ga nemaju (1970.), zabranjuje postavljanje NO pod ili na morsku površinu (to se odnosi ponajprije na nuklearne mine - 1971.), te više sporazuma vezanih za ograničavanje broja raketa i ostalih sustava za dostavu NO, te za nadzor istog. Posljednji takav je START 2 (1993.), a neki od tih sporazuma još nisu ratificirani ili se slabo ili nikako provode.

Do danas je obavljeno više od 960 nuklearnih pokusa (podatci se razlikuju budući da dolaze iz raznih posrednih izvora, jer je najveći dio izvornih dokumenata zemalja koje su ih izvele zaštićen visokim stupnjem tajnosti). SAD, tadašnji Sovjetski Savez, Kina, Francuska i Velika Britanija su zemlje koje su javno obznanile da imaju NO. Poznato je da još jedan broj zemalja razvija ili želi razviti to oružje. U tom je pogledu zanimljiv događaj koji se zbilo u južnom Atlantiku godine 1979. (poznat i kao "Vela incident"). Američki motrilački satelit je registrirao karakteristični dvostruki bljesak svjetlosti koji se

javlja prigodom nuklearne eksplozije. Odmah nakon toga provjeravan je niz parametara koji nisu mogli nedvojbeno potvrditi eksploziju, ali je nisu ni opovrgavali. O tom je događaju bilo mnogo špekulacija. Glavna je pretpostavka bila da se radi o izraelsko-južnoafričkom pokusu s nuklearnom napravom manje snage koja možda treba služiti kao detonator za termonuklearnu bombu. Službene potvrde toga od vlada spomenutih zemalja naravno nije bilo, štoviše Južna Afrika je odlučno demantirala sva slična nagađanja. Do danas se vode diskusije o tom događaju s različitim argumentima. U posljednje vrijeme bilo je dosta govora i o sjevernokorejskom nuklearnom programu. Izričito se sumnja da Sjeverna Koreja razvija NO, pa se vode opsežni pregovori s njom, ponajprije od Južne Koreje i SAD, za inspekciju nuklearnih pogona, no do danas nisu postignuti konačni rezultati. Isto tako, sumnjalo se da Irak razvija nuklearno oružje, što je izazvalo reakciju Izraela čiji su zrakoplovi uništili irački nuklearni reaktor u kojem se obogaćivalo gorivo potrebno za proizvodnju NO.

Sredstva za dostavu NO

Razvoj nuklearnih eksplozivnih naprava pratio je možda još veći razvoj sredstava za njihovu dostavu. Od prvih koja su bila gotovo isključivo u vidu zrakoplovnih bombi razvio se vrlo širok spektar sustava koji uključuju bombe, rakete različitih vrsta i namjena, granate, torpeda, mine i fuge.

Danas rakete zauzimaju najvažnije mjesto zbog niza prednosti u dometu, brzini leta i preciznosti, te svestranosti koja im omogućuje primjenu u različitim zadaćama strateške i taktičke prirode. Snaga bojnih glava koje rakete nose može se kretati od nekoliko kilotona do više megatona. Bojne glave snage do 100 kT u načelu su čiste fisijske eksplozivne naprave. Iznad te snage javljaju se tehnički problemi u iskoristivosti nuklearnog eksploziva zbog velikog broja prisutnih slobodnih neutrona koji imaju tendenciju da izazovu prijevremenu detonaciju, a postaje i vrlo teško održavati masu eksploziva u podkritičnom režimu. Vjerojatno najjača čista fisijska eksplozija iznosila je 500 kT (američka proba "Ivy King" na poligonu, atolu Eniwetok 15. studenog 1952.). Sve bojne glave velikih i vrlo velikih snaga su termonuklearne eksplozivne naprave dvofaznog ili trofaznog tipa. Najjače danas instalirane imaju snage između 20 i 25 MT, iako se takve smatraju zastarjelim.

Naime, u početcima razvoja interkontinentalnih balističkih raketa preciznost nije bila velika i vjerojatnost odstupanja od cilja (CEP /circular error of probability/- polumjer kruga s ciljem u središtu u koji projektil pogađa s vjerojatnošću 50 posto) mjerila se u kilometrima. Zbog toga je

bila potrebna vrlo snažna bojna glava kako bi se cilj ipak uništio, iako je to donosilo i neke neželjene posljedice (razaranja na puno većem području, vrlo snažnu radioaktivnu kontaminaciju). Kako se tehnologija navođenja usavršavala, preciznost raketa je rasla, a s tim je i prestajala potreba za tako snažnim bojnim glavama. Kod najsvremenijih američkih raketa vjerojatnost odstupanja od cilja spuštena je ispod 100 m (UGM-133 Trident D-5 ima domet od 12.000 km uz proklamiranih 90 m CEP). Američki sustavi navođenja bili su uvijek superiorni ruskim, odnosno bivšim sovjetskim, pa su stoga i američke rakete imale bojne glave nešto manjih snaga.

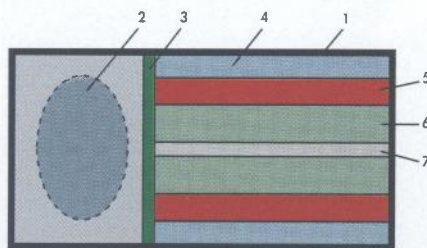
Usavršavanje proturaketne obrane uvjetovalo je razvoj novih rješenja za same rakete, koje su u početku u pravilu imale samo jednu bojnu glavu. Američki UGM-27 Polaris A-3 bio je prva raketa s više nezavisnih bojnih glava koje su se na određenoj udaljenosti od cilja odvajale od noseće platforme i pokrivale određeno područje, što je mnogo teže spriječiti proturaketnom obranom. Za razliku od ovog sustava s tri nezavisne glave (MRV - multiple re-entry vehicle) uvedenog u uporabu 1964., današnji sustavi imaju do deset nezavisno vođenih bojnih glava (MIRV - multiple independently targeted re-entry vehicle), koliko je dopušteno prema sporazumu START, od kojih svaka ima samostalno navođenje prema odabranom cilju. Snaga im se najčešće kreće između 100 i 500 kT.

Same rakete mogu se lansirati sa zemaljskih stacionarnih ili pokretnih rampi, sa zrakoplova, brodova i podmornica. Nuklearne podmornice s velikim brojem lansiranih silosa (do 24) za interkontinentalne balističke rakete s termonuklearnim bojnim glavama u MIRV konfiguraciji (na taj se način broj bojnih glava koje nosi podmornica može popeti na 192) predstavljaju ključne strateške sustave zemalja koje ih posjeduju. Tako, npr., američka podmornica klase Ohio nosi 24 rakete UGM-133 Trident D-5

koje imaju po osam nezavisno vođenih bojnih glava od kojih svaka u najjačoj verziji ima 475 kT, tako da je ukupna snaga koja se može odjednom lansirati 91,2 MT! Također i suvremene krstareće rakete imaju verzije s nuklearnom bojnom glavom.

Zrakoplovne nuklearne bombe su još uvijek u uporabi, štoviše usavršavaju se za neke specifične zadatke (npr. američka bomba B83, snage 1-2 MT, namijenjena je za uništavanje utvrđenih ciljeva, a može biti ispuštena s visine od samo 45 m pri brzini zrakoplova većoj od M1, s odgovodom eksplozije do 120 sekundi).

Danas je vrlo aktualan trend prema razvoju što učinkovitijeg NO male i vrlo male snage. Donja granica se kreće oko 0,02 kT, no kod ovakvog oružja javlja se problem s iskoristivošću. Naime, bitno je da njegova masa ne bude velika, što znači da ni temper ni tijelo oružja ne smiju biti veće debljine. To opet znači da će vrlo mali postotak nuklearnog eksploziva biti iskorišten (obično ispod 0,1 posto). Primjer takvog



Načelna shema fuzijske bombe (Teller-Ulam tip)

- 1 - kućište bombe
- 2 - fuzijski detonator
- 3 - štit od ²³⁸U ili volframa
- 4 - plastična pjena
- 5 - temper s reflektorom neutrona (²³⁸U)
- 6 - fuzijski eksploziv (⁶Li/⁷Li deuterid)
- 7 - šipka od fuzijskog tvoriva (²³⁹Pu ili ²³⁵U)

oružja su američka fugasa XM-129 snage 0,02 kT s masom od samo 27 kg ili nuklearna granata XM-785 u kalibru 155mm, snage 1-2 kT, težine oko 43 kg i dometa većim od 34 km s reaktivnim punjenjem. Jedan od mogućih smjerova razvoja

u tom smjeru je pronalaženje novih fisijskih eksploziva s manjom kritičnom masom. Čine se pokusi s kalifornijem koji ima kritičnu masu samo 1,5 g, no ²⁴⁷Cf je umjetni element, iznimno skup, a neugodna osobina mu je i vrijeme poluraspada koje iznosi svega 3,11 sati. NO malih snaga namijenjeno je ponajprije taktičkim zadaćama, a može biti korišteno i u diverzantske svrhe.

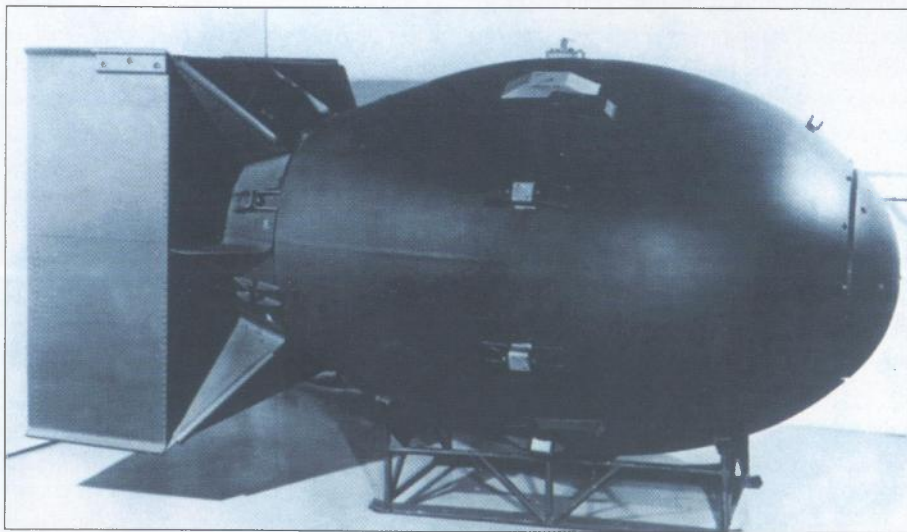
Posebna vrsta oružja koje treba spomenuti je tzv. oružje s pojačanom radijacijom za koje se uobičajio naziv neutronske oružje. To je u stvari fuzijsko oružje male snage kod kojeg neutroni nastali pri fuziji namjerno nisu apsorbirani, nego oslobođeni u vidu vrlo snažnog neutronskog toka odnose najveći dio (i više od 70 posto) energije eksplozije. To je oružje namijenjeno ponajprije za borbu protiv žive sile, pogotovo protiv ljudstva u oklopnim vozilima ili skloništima, a i za proturaketnu borbu (američka raketa "Sprint" s 20 kT bojnom glavom). Izrađuje se u vidu topovskih granata ili raketnih bojnih glava male snage (obično oko 1 kT), a svoju učinkovitost temelji na velikoj prodornosti neutronskog zračenja i njegovoj biološkoj učinkovitosti. Razaranja materijalnih objekata neutronske oružjem je relativno malo, kao i radioaktivna kontaminacija.

Osim spomenutih, razrađivane su još mnoge vrste nuklearnog oružja od kojih su neke u sastavu naoružanja pojedinih zemalja, neke su zastarjele, a neke ostale u fazi teorijskog razmatranja. Kao primjer ovog posljednjeg može se spomenuti tzv. kobaltna bomba. To bi bila termonuklearna bomba trofaznog tipa kojoj je kao treći stupanj dodan kobalt. Kako se prirodni kobalt sastoji gotovo u potpunosti od ⁶⁰Co, on će pod djelovanjem neutrona nastalih pri eksploziji prijeći u radioaktivni ⁶⁰Co. Taj je izotop snažan gama emiter s vremenom poluraspada od 5,26 godina, koji bi izazvao vrlo snažnu i dugotrajnu radioaktivnu kontaminaciju na velikim područjima, što bi i bio cilj ovakvog oružja. Kao alternativa kobaltu razmatran je i izotop cinka (⁶⁵Zn) s nešto kraćim vremenom poluraspada (manje od jedne godine), no oružja te vrste nisu nikad proizvedna ili isprobavana.

Različita djelovanja nuklearne eksplozije

Prigodom eksplozije NO dolazi do niza učinaka koji se manifestiraju u širokom vremenskom razdoblju, počevši od praktički trenutnog do višegodišnjeg, pa i desetljetnog, a priroda i način djelovanja na objekte i ljude su im vrlo različiti. Mogu se podijeliti na udarne, toplinske i radijacijske, a prema vremenu pojavljivanja na trenutne i odgođene.

Udarne djelovanje nuklearne eksplozije (NE) nastaje uslijed naglog širenja okolnog zraka u vrlo kratkom razdoblju nakon eksplozije (oko



Izgled atomske bombe "Fat Man" ("Debeljko") koja je 9. kolovoza bačena na Nagasaki. Bomba je radila na načelu implozije, a kao eksploziv je koristila ²³⁹Pu



Nuklearna eksplozija

0,1 ms) čime se formira udarni val koji u početku putuje oko 100 puta brže od zvuka. To zrak iznimno komprimira i grije (do 30.000 °C, što je oko pet puta više nego na površini Sunca). No temperatura na čelu udarnog vala brzo opada i on se već tijekom prve desetinke sekunde nakon eksplozije bitno ohladi, te kao značajan učinak ostaje mehaničko djelovanje zbog praktički trenutačnog porasta tlaka, a odmah iza čela udarnog vala zrak se ubrzava tako da se javlja vrlo snažan vjetar. Udaljavajući se od središta eksplozije udarni val slabi budući da ostavlja energiju u tvorivu kroz koji prolazi (zraku ili objektima na koje naiđe). S obzirom da je to volumni učinak, posljedice djelovanja udarnog vala slabe prema trećoj potenciji udaljenosti od središta eksplozije.

U trenutku eksplozije nastaje tzv. vatrena kugla od usijanih plinova u kojoj se odvija niz fizikalnih procesa koji slijede jedni druge u vrlo kratkim vremenskim intervalima (milisekunde i manje), a kao vidljivi rezultat javlja se vrlo jak

svjetlosni bljesak. Nakon njega se uočava vatre-na kugla čije protežnosti i brzina širenja ovise o više čimbenika (ponajprije o snazi eksplozije). Temperatura u unutrašnjosti kugle dostiže desetke milijuna stupnjeva Celzija, a na površini nekoliko desetaka tisuća. Sve to uzrokuje vrlo snažno toplinsko zračenje koje je jedan od glavnih učinaka NE. Ti učinci slabe s drugom potencijom udaljenosti od središta NE.

Radijacijsko djelovanje nastaje u trenutku eksplozije u vidu gama i neutronske zračenja u omjeru otprilike 4:1 (osim kod neutronske oružja gdje je taj omjer obrnut). To zračenje bitno oslabi već tijekom prve sekunde nakon eksplozije.

Navedeni učinci čine glavni dio trenutačnog djelovanja NE, iako se mogu spomenuti i elektromagnetski učinci koji nastaju zbog velikih količina ionizirane tvari odmah nakon eksplozije. Značajni su za površinske i zračne eksplozije do 4 km iznad tla i više od 30 km, ali ne između tih ekstrema. Razlog te pojave

leži u asimetričnoj apsorpciji gama zračenja koje nastaje u trenutku eksplozije, a manifestira se u vidu iznimno snažnog elektromagnetskog impulsa i induciranih električnih struja koje nisu opasne za žive organizme, ali mogu imati pogubno djelovanje na elektroniku i električne sustave kilometrima daleko od središta eksplozije ako nisu na odgovarajući način zaštićeni (ni jedan civilni sustav to nije). Također, dolazi do blokade radara i prekida radio veza na širokom području, što može trajati od nekoliko desetaka sekundi do više minuta.

Daleko najznačajniji odgođeni učinak NE je radioaktivna kontaminacija. Prigodom eksplozije se stvara golema količina radioaktivnog tvoriva u kojem se nalazi velik broj različitih radioizotopa s vremenima poluraspada od milisekundi do tisućljeća. To su produkti fisije nuklearnog eksploziva, ali i dijelovi projektila i tvoriva iz sredine u kojoj se eksplozija dogodila. Ukoliko je eksplozija izvršena na površini zemlje ili na maloj visini, zbog stvaranja znatnog podtlaka dolazi do usisavanja velikih količina tla u vidu prašine (kod snažnih eksplozija riječ je o milijunima tona) koja se miješa s radioaktivnim elementima i formira karakteristični oblak u vidu gljive, što se kasnije vraća na zemlju u obliku padalina. Na taj se način mogu dugotrajno kontaminirati velika područja. Oblik takvog područja je sličan elipsi čije protežnosti znatno ovise o više čimbenika (snazi i visini eksplozije, vrsti tla, klimatskim uvjetima itd.).

Osim navedenog, značajna je pojava inducirane radioaktivnosti koja se javlja u približno kružnom obliku oko nulte točke, a nastaje zato što pod djelovanjem početnog neutronske zračenja određen broj elemenata koji se prirodno nalaze u okolišu prelaze jednim dijelom u svoje radioaktivne izotope. Iako zračenje uzrokovano time može biti znatno, pojava nije dugotrajna i bitno oslabi već nakon nekoliko sati.

U odgođene učinke NE treba ubrojiti i posljedice koje ona ostavlja na zemlju, atmosferu i klimatske prilike u cjelini. Istraživanja na tom području do sada su dala prilično neujednačene rezultate, no sigurno je da bi ti učinci bili značajni u slučaju masovnih nuklearnih udara velike snage. Prigodom NE stvaraju se velike količine dušičnog oksida (otprilike 5000 tona dušičnog oksida po megatonu eksplozije) koji razara ozonski sloj atmosfere ukoliko se digne na tu visinu. Mnoštvo nuklearnih proba tijekom pedesetih i šezdesetih godina, od kojih su mnoge bile zračne i visinske eksplozije velike snage, sigurno je osiromašio ozonski sloj i vjerojatno pridonio današnjoj pojavi ozonskih rupa.

Za ilustraciju opisanih pojava, pogotovo kod oružja vrlo velike snage, može poslužiti prva proba termonuklearne bombe na atolu Eniwetok u Tihom Oceanu 1952. To je u stvari

bila vrlo masivna laboratorijska naprava koja je težila oko 80 tona, a snaga eksplozije je iznosila 10,4 MT. Eksplozija je izvršena na razini tla i potpuno je razorila otočić na kojem je izvedena, ostavljajući podvodni krater promjera 1870 m i dubine 49 m. Stvorena je vatrena kugla promjera više od 5,5 km, a oblak koji se zatim formirao digao se za 90 sekundi na visinu od 17 km, da bi za pet minuta dosegao visinu od 40 km, s promjerom "gljive" od 1800 km i debljinom "stabljike" od 15 km (kasnije i 55 km), a u zrak je podignuto u vidu prašine oko 80 milijuna tona tla.

Posljedice NE za ljude i okoliš

Svi opisani učinci imaju utjecaj na ljude ili objekte (ili oboje). Udarci val zbog praktički trenutnog povećanja tlaka i snažnog vjetrova koji se razvija odmah nakon toga ima iznimno rušilačko djelovanje na objekte, a uzrokuje i tzv. "blast" ozljede nezaštićenom ili slabije zaštićenom ljudstvu. Te ozljede nastaju na organima koji su ispunjeni plinom ili tekućinom i pri znatnom povećanju tlaka dovode do njihovog razaranja što ima fatalne posljedice. Tome se moraju dodati i ozljede koje nastaju uslijed odbacivanja tijela u visinu ili daljinu (do nekoliko desetaka metara) i zbog rušenja objekata (zgrada, drveća). Intenzitet tih djelovanja ovisi o više čimbenika vezanih uz snagu eksplozije i mjesto izvršenja, te o značaju samih objekata.

Toplinsko djelovanje također ozljeđuje ljude i razara objekte, neposredno i posredno. Počinje sa svjetlosnim bljeskom u trenutku eksplozije koji može izazvati privremeno ili trajno sljepilo, a neposredno djelovanje na nezaštićeno ljudstvo uzrokuje opekotine čiji stupanj ovisi o snazi eksplozije, mjestu izvođenja, udaljenosti, položaju tijela itd. To je zračenje opasno i na velikim udaljenostima od središta NE, pogotovo za eksplozije velike snage. Tako će npr. na udaljenosti od 40 km od središta 20 MT eksplozije toplinsko zračenje biti još uvijek dovoljno da izazove opekotine trećeg stupnja, dok istodobno udarni val ne će imati snagu da prouzroči posljedice teže od razbijenih stakala. Osim ovih izravnih djelovanja vrlo značajne posljedice mogu u određenim okolnostima nastati u vidu požarnih oluja ili konflagracija. Takvi masovni požari mogu zahvatiti velika područja i izazvati najteža razaranja (u Hirošimi je udarni val srušio oko 7000 zgrada, a više od 56.000 je izgorjelo u požarnoj oluji koja se razvila nakon eksplozije).

Radijacijsko djelovanje je, za razliku od prethodna dva, karakteristično samo za NO. Ionizirajuće zračenje u trenutku eksplozije sastoji se od gama zraka i neutrona, dok u kasnijem

zračenju neutrona nema, a javlja se i beta i alfa zračenje. Izloženost ionizirajućem zračenju uvijek je štetna za organizam, a stupanj oštećenja ovisi o primljenoj dozi, odnosno o vrsti zračenja, vrsti organizma, vremenu ozračenja te o drugim čimbenicima. Mehanizam djelovanja zračenja na žive organizme je vrlo složen i još nedovoljno istražen, no sigurno je da preko raznih procesa dolazi do oštećenja staničnih struktura, što može dovesti do smrti stanice ili se ta oštećenja mogu prenositi u potomstvo. Gledajući utjecaj na čovjeka kao cjelinu, razlikujemo dvije vrste učinaka ozračenja - somatske i genetske. Somatski učinci se manifestiraju direktno na ozračenju osobi, a genetski indirektno, na njenom potomstvu. S obzirom na vjerojatnost pojavljivanja somatski učinci dijele se na determinističke (rane) i stohastičke (većinom kasne).



Pogon za remont interkontinentalnih raketa u Arzamasu (Rusija)

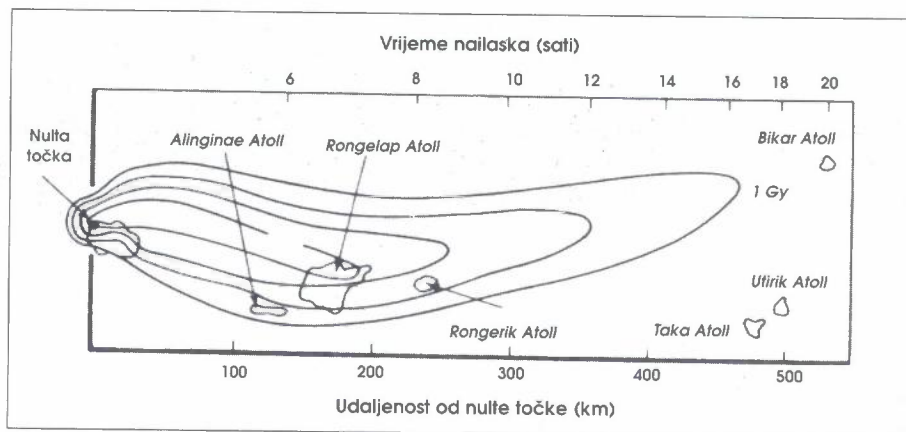
Ti posljednji su statistički izvjesni, ali slučajno raspodijeljeni među populacijom i karakteristični za male doze, a uključuju kancerogenezu, no također i genetska oštećenja. Rani somatski učinci javljaju se pri većim dozama ozračenja i uzrokuju lokalna oštećenja pojedinih dijelova tijela ili, u težim slučajevima akutnu radijacijsku bolest. Kasni se učinci mogu javiti više godina, pa i desetljeća nakon ozračenja u vidu raznih, ponajprije malignih bolesti. I jedni i drugi ovise

o dozi primljenog zračenja i o njegovoj vrsti. Genetski učinci ne utječu na ozračenju osobu, već se u vidu različitih mutacija prenose na potomstvo, gdje mogu uzrokovati patološke promjene. Ti učinci nisu ovisni o dozi zračenja, tako da ih mogu uzrokovati već i manje doze.

Čovjek može primiti određenu dozu putem vanjskog i unutarnjeg ozračenja. Vanjsko ozračenje predstavlja slučaj kad je izvor smješten izvan organizma, a unutarnje kad se radioaktivno tvarstvo na neki način (gutanjem, udisanjem, kroz ranu i dr.) unese u organizam. Kako će u tom slučaju djelovati i koliko će se zadržati ovisi o njegovim biološkim putevima u organizmu (koji ga može izlučivati ili akumulirati u pojedinim kritičnim organima ili tkivima, već prema tome o kojem je elementu riječ), o vrsti zračenja koju emitira i o vremenu poluraspada.

Početno zračenje u trenutku eksplozije može izazvati samo vanjsko ozračenje. Nije ga moguće izbjeći ako se nismo prethodno zaklonili, jer je to praktički trenutni učinak koji bitno oslabi već nakon nekoliko sekundi. Budući da zrak relativno jako apsorbira gama zračenje, udaljenosti na kojima je njegovo djelovanje značajno su znatno manje nego za toplinsko zračenje za koje je zrak proziran. Kod snažnih NE učinak početnog zračenja se može potpuno zanemariti iako bi se u blizini središta eksplozije primile goleme doze. No, toplinsko djelovanje i udarni val su tu tako snažni da ih nije moguće preživjeti na onim udaljenostima na kojima je radijacija još značajna. Kod oružja male snage situacija je drukčija,

a kod neutronskog oružja je početno zračenje, najviše u vidu neutronskog snopa, dominantni učinak. Neutroni imaju veliku biološku učinkovitost i vrlo ih je teško zaustaviti (štيتovi za neutrone su složene konstrukcije). Stoga je to oružje koncipirano tako da djeluje ponajprije na taj način protiv ljudstva koje je dobro zaklonjeno (u oklopnim vozilima ili skloništima) od drugih djelovanja NE, a razaranja objekata su relativno mala. Velike doze neutronskog zračenja mogu



Izodozne krivulje nakon nuklearne probe na atolu Bikini godine 1954.

onesposobiti čovjeka u vrlo kratkom roku, a doza iznad 80 Sv (može se usporediti s 8000 cGy gama zračenja) trenutno i trajno. To se u slučaju 1 KT neutronске bombe događa na udaljenosti nešto manjoj od 1 km od središta eksplozije.

Kod odgođenog djelovanja, gdje dolazi do radioaktivne kontaminacije, uz mogućnost vanjskog ozračenja izrazita je i vjerojatnost unutrašnjeg. Na velikim područjima oko nulte točke eksplozije sav je okoliš, uključivši i zrak koji je pun radioaktivne prašine, kontaminiran različitim radionuklidima od kojih su neki iznimno radiotoksični (radioizotopi plutonija, stroncija, cezija). Svako unošenje tih kontaminanata u organizam predstavlja veliku opasnost za zdravlje, jer već i vrlo male količine mogu izazvati dugoročne posljedice (u težim slučajevima maligne bolesti s fatalnim ishodom, znatno skraćanje života), pa je neophodno poduzeti

zaštitne mjere. Kakve razmjere takva kontaminacija može poprimiti zorno pokazuje slučaj koji se dogodio nakon američke probe 15 MT bombe na atolu Bikini u Tihom oceanu godine 1954. Nakon što se radioaktivni oblak digao na visinu od 35 km, zbog neočekivane promjene vremenskih prilika jedan njegov dio se spustio pokrivši veliko područje na kojem se nalaze Maršalski otoci. Oko 20.000 km² je kontaminirano radionuklidima u koncentracijama koje bi bile smrtonosne za nezaštićeno ljudstvo (i toga je bilo, jer su neki od tih otoka bili naseljeni domorocima). Svo je stanovništvo evakuirano, a na neka je područja povratak dopušten nakon tri godine. Ostali su dijelovi i nakon 25 godina (1979.) proglašeni nepogodnim za naseljavanje nakon što su provedena odgovarajuća mjerenja.

Vjerojatnost uporabe NO

Cijeli razvoj i proizvodnju NO prati stalno razmatranje posljedica i s tim u svezi vjerojatnosti njegove uporabe. Prve ratne uporabe tog oružja (koje se još moglo tretirati kao prototip) pokazale su iznimne mogućnosti koje ono posjeduje. U sljedećim godinama i desetljećima izgradio se sveobuhvatan sustav za najrazličitije

primjene, a količina NO koja se akumulirala dostigla je goleme razmjere. Procjenjuje se da samo SAD i Rusija, kao vodeće nuklearne sile, danas raspolazu s oko 50.000 bojnih glava ukupne snage približno 15.000 MT (što je milijun puta više od prve ratne uporabe u Hirošimi). Opći nuklearni rat u kojem bi većina tog oružja bila uporabljena imao bi nesumnjivo katastro-

motrenja i obavještavanja vrlo uspješan, pa napadnuta strana uvijek ima vremena odgovoriti protuudarom prije nego doživi masovna razaranja. Ipak, sustavi strateškog naoružanja neprekidno se usavršavaju i drže u punoj spremnosti, uz naglašenu težnju za održanjem ravnoteže. Ta je tendencija dovela do enormnog gomilanja tog oružja, što se kasnije ograničavalo

različitim sporazumima, koji, međutim, ništa bitno na tom području nisu promijenili, pogotovo ako se zna da u slučaju potrebe svaka od nuklearnih velesila može vrlo brzo proizvesti željene količine novog oružja. No, sporazumima ne treba odreći pozitivno političko značenje, a oni o ograničenjima i zabranama nuklearnih proba su veliki doprinos zaštiti životne sredine.

Vjerojatnost taktičke uporabe NO manjih snaga je veća, budući da bi zbog ograničenog djelovanja i posljedice bile znatno manje. Naglašeni trend k razvoju takvog oružja prisutan je u posljed-

nje vrijeme, a opći tehnološki razvoj i promjena političkih prilika u svijetu povećali su mogućnost da se proširi broj zemalja koje posjeduju NO, ponajprije male snage. Time se povećava mogućnost njegove ograničene uporabe, no veliko je pitanje da li bi i kako dugo takav sukob ostao ograničen.

Nuklearni terorizam

U najnovije vrijeme postaje sve aktualnije pitanje koje se direktno nadovezuje na tu problematiku - mogućnost uporabe NO ili radioaktivnih tvoriva od strane grupacija ili struktura koje ne predstavljaju priznate države, za što je uobičajen naziv nuklearni terorizam. Postoji više načina na koji se nuklearni terorizam može očitovati. Najdirektniji je uporaba eksplozivne nuklearne naprave u terorističke svrhe. To bi nesumnjivo izazvalo najteže posljedice, no zahtijevalo bi i najviše predujta da bude ostvareno. Glavni bi problem bio nabava odgovarajućeg nuklearnog eksploziva. ²³⁹Pu ili ²³⁵U potrebne čistoće teško su dostupni, iako su posljednjih godina zabilježeni slučajevi krijumčarenja manjih količina tih tvoriva. U stvari, opasnost od otuđivanja količine dovoljne za izgradnju primi-



Za slučajeve iznenadne radioaktivne kontaminacije uzrokovane terorističkim akcijama predviđene su prostorije s pokretnom zaštitom od zračenja. Na slici je vježba specijalne liječničke ekipe iz Tenesija, SAD

falne posljedice za cijelo čovječanstvo. Izrađen je veliki broj raščlamba i studija koje pokušavaju to pitanje obraditi s raznih aspekata i u raznim djelokruzima ljudskih djelatnosti, pa iako se u mnogočemu razlikuju, zajedničko im je da predviđaju stotine milijuna direktnih i indirektnih žrtava i masovno razaranja materijalnih dobara. To bi uzrokovalo totalni kolaps gotovo svih društvenih sustava s iznimno dugoročnim posljedicama. Ljudske žrtve bi se naglo umnožavale zbog izostanka bilo kakve značajnije medicinske pomoći, tako da bi i relativno blage ozljede često imale fatalan ishod zbog infekcije i drugih komplikacija. Tome treba dodati i vjerojatnost masovnog širenja zaraznih bolesti, čemu bi pogodovalo i naglo razmnožavanje virusa i drugih mikroorganizama, te insekata koji su vrlo otporni na radijaciju.

I na svim drugim područjima bi došlo do katastrofalnih promjena, tako da u sadašnjim okolnostima nije vjerojatno da bi bilo tko mogao s vojno-političkog motrišta naći dovoljno razloga za otpočinjanje općeg nuklearnog rata, jer bi to rezultiralo i krajnje razornim posljedicama po njega samog. Naime, unatoč golemim naporima, nitko do danas nije uspio izraditi dovoljno učinkovit sustav zaštite od NO, dok je sustav

tivne fisijske bombe postaje sve veća, kako zbog slabijeg nadzora u nekim zemljama, tako i zbog rastućih zaliha nuklearnih eksploziva. To drugo je, među ostalim i pomalo apsurdna posljedica procesa razoružavanja, budući da se eksploziv iz demontiranih bojnih glava ne može uništiti, već se mora negdje pohraniti i eventualno kasnije obraditi tako da više ne bude pogodan za oružanu uporabu (to je iznimno skup proces). Kako je u tom slučaju pouzdan nadzor usklađivenih količina teži, ima mišljenja da je najsigurnije mjesto za eksploziv bilo na vrhu rakete. No čak i u slučaju da se ne može nabaviti čisti nuklearni eksploziv, moguće je iskoristiti tzv. reaktorski plutonij u tu svrhu. Takav plutonij ima oko 25 posto primjese izotopa ^{240}Pu koji se raspada spontanom fisijom emitirajući pritom neutrone, pa bi u slučaju da reaktorski plutonij bude korišten kao eksploziv došlo do prijevremene lančane reakcije što bi dovelo do preddetonacije s vrlo malim iskorištenjem. No čak i uz relativno primitivnu konstrukciju takve bombe, snaga eksplozije bi mogla biti veća od 1 kT, što je daleko više od bilo koje klasične bombe.

Što se tiče preduvjeta da se konstruiraju eksplozivna naprava kad se nabavi nuklearni eksploziv, procjene se znatno razlikuju. Kreću se od pretpostavke da bi nekoliko osoba (ili čak jedna) koje bi došle u posjed oko 10 kg plutonij oksida i dovoljne količine odgovarajućeg kemijskog eksploziva, moglo za nekoliko tjedana napraviti fisijsku bombu snage oko 0,1 kT, pa do procjene da bi za tako nešto bio potreban tim od desetak vrlo stručnih ljudi i da bi cijeli posao trajao oko dvije godine uz trošak od nekoliko desetaka milijuna dolara. Čak i to drugo bi bilo danas sasvim dostupno nekim skupinama.

Ne ulazeći tom prigodom u razloge izvršenja terorističkih akcija, napomenut ćemo još neke mogućnosti. Jedna od često spominjanih je teroristički napadaj na reaktor neke nuklearne centrale, te napadaj na postrojenje za reprocesiranje nuklearnog goriva ili spremište visoko radioaktivnog otpada. Uništenje takvog objekta (za što ne bi bio potreban nuklearni eksploziv) izazvalo bi

masovnu i vrlo dugotrajnu radioaktivnu kontaminaciju i učinilo nenaseljivim velika područja s vjerojatnošću mnogobrojnih ljudskih žrtava kao posljedicom raspršivanja golemih količina radioaktivnog tvoriva. U stvari, postoje široke mogućnosti uporabe različitih radioaktivnih tvoriva na diverzantski način ako se želi iskoristiti samo njihovo radijacijsko djelovanje. Do takvih tvoriva nije teško doći, a posljedice mogu biti vrlo teške. Oko 100 grama plutonija ubačeno u gradski vodovod može prouzročiti smrt desetak tisuća ljudi u relativno kratkom vremenu, s dugoročnim posljedicama za mnogo veći broj, a izračunato je da bi svega 84,4 g plutonija koji bi bio ubačen u ventilaciju i ravnomjerno raspršen bilo dovoljno da izazove smrtonosne posljedice za sve koji se zateknu u zgradi veličine Svjetskog trgovinskog centra u New Yorku (u radno vrijeme tu boravi oko 100.000 ljudi).

Kao primjer situacije koja može nastati i u mnogo lakšim slučajevima može poslužiti događaj koji se zbio godine 1987. u brazilskom gradu Goiânia, kad je krajnjom nesmotrenošću radioaktivni izvor ^{137}Cs , koji se u bolnici koristio u medicinske svrhe, dospio na otpad.

je privremeno napuštena. Nakon provedene dekontaminacije ostalo je 3500 m³ radioaktivnog otpada, dakle 150 milijuna puta više od volumena kontaminanta. Još su zanimljivije šire posljedice: liječnici je pregledano 100.000 ljudi (5000 je doživjelo akutni stres), poljoprivredna proizvodnja na tom području je opala za 50 posto, a stanovnici Goiâne (oko 1.000.000 ljudi) duže vrijeme nisu smjeli u hotele, autobuse i zrakoplove u ostatku Brazila.

Zbog svega navedenog u svijetu se vrlo ozbiljno prilazi problemu nuklearnog terorizma. U raznim su zemljama formirana posebna državna tijela koja se bave tom problematikom, a i određene ekipe koje su spremne za intervenciju u najkraćem roku ako se pojavi bilo kakav slučaj koji bi mogao imati veze s nuklearnim terorizmom (među najjačim je američki Nuclear Emergency Search Team /NEST/, formiran još 1975.).

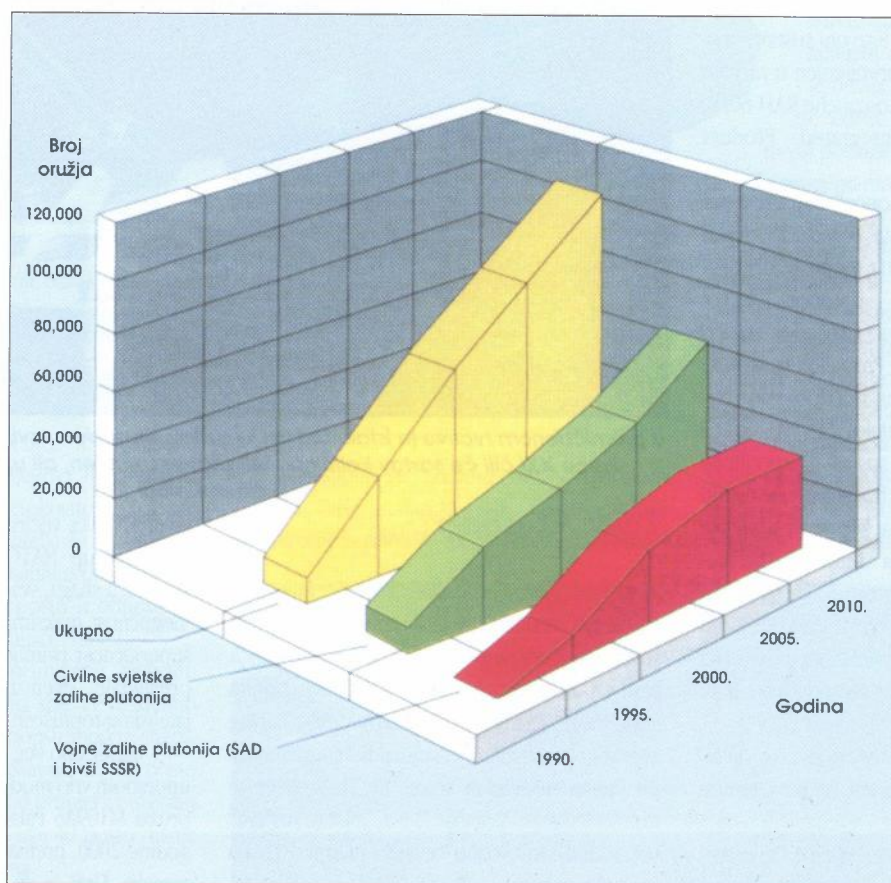
Zaglavak

Na kraju možemo zaključiti da je u svojoj relativno kratkoj povijesti nuklearno oružje

imalo nezaobilazno mjesto u svjetskoj vojnopoličkoj situaciji i od trenutka kad se pojavilo igralo iznimnu ulogu u globalnim razmjerima. Zbog takvog značenja posvećena mu je posebna pozornost, o čemu svjedoči i veliki broj sporazuma kojima su prethodili dugotrajni pregovori, čime ga se nastoji svesti u određene okvire. Unatoč tome što nakon II. svjetskog rata nije nigdje došlo do uporabe NO u ratnim operacijama, ono se nika-ko ne može smatrati oružjem prošlosti. Kao i druga oružja, doživjelo je evoluciju i usavršavanje što je uvjetovalo i odgovarajuće promjene u predviđenom načinu njegove uporabe, ali i danas ostaje

najopasnije oružje kojim se u kratkom vremenu mogu postići sveobuhvatni učinci. Budućnost je teško predvidjeti, ali se može reći da se za sada ne nazire vrijeme kad (i da li) će nuklearno oružje biti definitivno demontirano i kao takvo prestati postojati.

■



Broj primitivnih nuklearnih oružja koja je moguće konstruirati od svjetskih zaliha plutonija

Volumen izvora iznosio je 24 cm³, što odgovara svega 16 g ^{137}Cs . Tamošnji stanovnici su ga, ne znajući o čemu je riječ, odnijeli i otvorili spremnik u kojem se nalazio radioaktivni prah. Od posljedica ozračenja umrlo je četvero ljudi, a 49 je moralo biti hospitalizirano. Kontaminirano je 85 kuća, od kojih su 4 morale biti srušene, a 41



CRUSADER



- AMERIČKI TOPNIČKI SUSTAV NOVE GENERACIJE

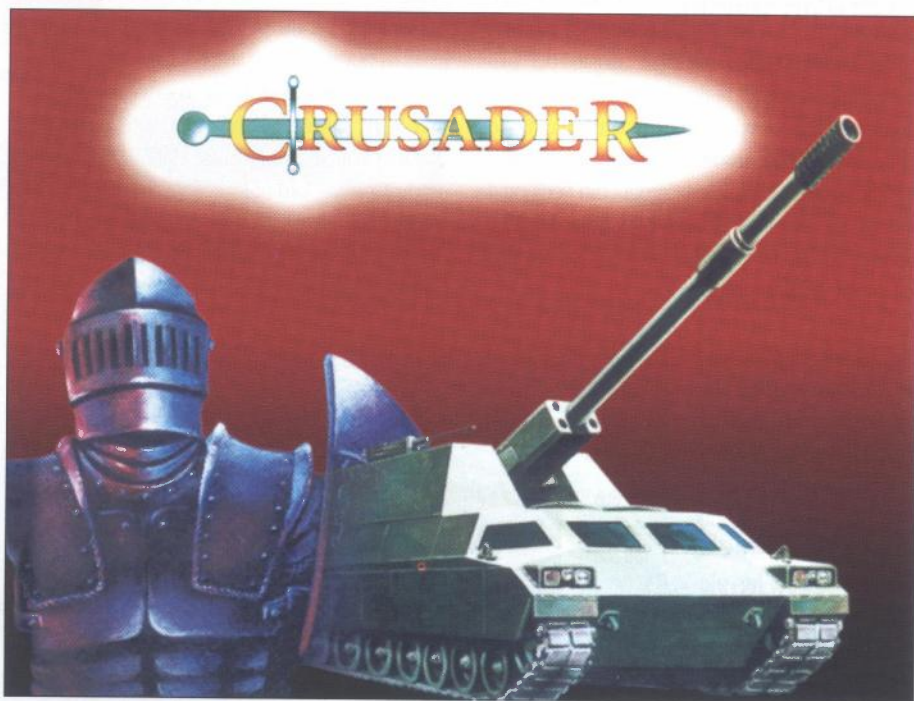
U posljednje vrijeme je u američkim pa i svjetskim vojnim medijima koji prate razvoj topništva počela velika kampanja na promidžbi sofisticiranoga topničkog sustava nad sustavima nazvanog "Crusader", s kojim bi američke oružane snage (Force XXI) s ponosom zakoračile u 21. stoljeće

Josip MARTINČEVIĆ MIKIĆ

Opravdana je bojazan američkih stručnjaka da će i uporabom danas vrlo modernoga topničkog sustava SPH M109A6 Paladin, ulaskom u 21. stoljeće njihovi topnički potencijali biti ispod razine topničkih snaga drugih zemalja, posebno pojedinih članica NATO. Ta je bojazan stvorila prostor za razvoj i proizvodnju novoga topničkog sustava. Razvoju sustava pristupilo se na način koji je primijenjen u razvoju zrakoplova F-22 i vrtolota Comanche RAH-66, tj. prema načelu IPD (Integrated Product Development).

Crusader, američki topnički sustav nove generacije dati će snagama Force XXI dosad neviđenu razinu ubojitosti, točnosti paljbe i raspoloživosti paljbene potpore. Revolucionarni dizajn sustava Crusader sadrži temeljno oružje (SPH - Self Propelled Howitzer) kalibra 155 mm i pridruženo mu dostavno vozilo (RSV - Ressuply Vehicle), tj. vozilo za logističku potporu. Novi sustav je specifično konstruiran za digitiziranu bojišnicu i on će biti najnaprednija komponenta kopnene topničke paljbene potpore. Doba informatičko tehnologije će neminovno uvesti novo razdoblje primjene topništva uopće, pa će tako drastično mijenjati i uvjete djelovanja topništva na bojišnici. Na te i takve zahtjeve odgovor mora dati upravo Crusader.

Crusaderova mobilnost, područje djelovanja i brzina paljbe postaviti će novi tempo napredovanja za kopnene operacije i omogućiti korisniku da izabere vrijeme, mjesto i uvjete izravnih paljbenih djelovanja. Manevrom na teškim uvjetima bojišnice, sustav će koristiti primljene informacije koje su dominantne za napadaj na kapitalne ciljeve s velikom gustoćom precizne i učinkovite paljbe. To će svakako dati postrojbama Force XXI važnu komponentu borbene moći u radikalno poboljšanoj i jedinstvenoj kombinaciji paljbe nikad prije postignutoj za prevladavanje protivnika na bojišnici.



U promidžbenom hrvorivu je istaknuto da je sustav Crusader razvijen za potrebe topništva Force XXI čiji će sastav količinski biti znatno smanjen, ali uz znatno povećanje paljbene moći

Zašto Crusader?

Postrojbe Force XXI buduće američke vojske biti će smanjene i zahtijevati će samo one sustave koji osiguravaju odgovarajući skok borbenog potencijala. Američka vojska već planira materijalne resurse potrebne za oblik takvog aspekta operativnih djelovanja. Kamen temeljac po pitanju topničkih snaga za 21. stoljeće je topnički sustav "Crusader" tzv. "sustav sustava" koji sadrži samovozno oružje i oklopno vozilo logističke potpore.

Postrojbe Force XXI će morati osigurati nadmoćnost paljbom "oštricom" protiv budućeg protivnika. Posredna paljba mora nadmašiti neprijateljske mogućnosti u dometu, točnosti i ubitačnoj moći. Vojne tehnologije širom svijeta nezadrživo vode brzoj modernizaciji po pitanju prijetnji topničkih mogućnosti. Prijetnja streljivom je također sve prisutnija, posebice prijetnja "smart" streljivom s kojim

računa velika većina zemalja uključujući i sustavni pristup NATO-a. S obzirom na vlastitu strukturu snaga, svaka vojska mora uzeti u obzir mogućnost maksimalnog učinka svojih oružja i superiornost primijenjenih tehnologija kako bi prevladale eventualnu nadmoćnost neprijateljskog topništva.

Rekli smo već da će američke snage čak i s uporabom vrlo modernih samovoznih topničkih oružja M109A6 Paladin, biti izvan konkurencije godine 2000. prema topničkim snagama drugih zemalja. Drži se da će nakon godine 2000. biti otprilike 40 zemalja koje će imati topničke sustave čije će performance nadmašiti Paladin.

Paladin osim ubitačne moći i dometa također zaostaje u manevarskoj brzini i prohodnosti na bojišnici. Sustav nije čak ni dostigao postojeće borbene strojeve kao što su Abrams ili Bradley. Takva deficitarna mobilnost desinkronizira djelovanje topništva u odnosu na ostale borbene strojeve na bojišnici, usporavajući tako

napredovanje vlastitih snaga i smanjuje njihov šok učinak koji je najvažniji u početnim djelovanjima bilo kojih snaga.

Paladin se temelji na 30 godina staroj konstrukciji čije su tehnološke mogućnosti rastegnute do kraja tehnološkog limita. Postrojbe Force XXI trebaju topnički sustav koji će pružati veću razinu uništenja, veći stupanj mobilnosti i višu razinu samoopstojnosti na bojišnici. Koncept Crusader odgovara tim potrebama i dat će postrojbama Force XXI paljbenu potporu koja je iznad svakog kopnenog mobilnog topničkog sustava.

Američki Training and Doctrine Command (TRADOC), Analysis Center, Fort Leavenworth, Kansas je upravljao operativno ekonomskom analizom COEA (Cost and Operational Effectiveness Analysis) za procjenu doprinosa i učinkovitosti topničkih snaga. Metode rada primjenjivane u COEA bile su korištenje borbenih simulacija za usporedbu performanci Crusadera s mogućnostima Paladina u scenariju prijetnje snagama u zamišljenom sukobu godine 2006. Rezultati COEA prikazuju da Crusader povećava ukupnu učinkovitost 13 do 62 posto kroz široko područje primjene u potencijalnoj borbenoj situaciji kakva se nameće pred moderni topnički sustav.

S povećanjem dometa višecijevnog lansirnog raketnog sustava (MLRS - Multiple Launch Rocket System) i taktičkih raketnih sustava ATACMS (Army Tactical Missile System), Crusader osigurava simultano djelovanje u dubinu ne dajući neprijatelju mjesta za predah ili prikrivanje na bojišnici.

Crusaderovo područje djelovanja omogućiti će zapovjednicima Force XXI paljbene udare u dubinu, dok će njegova nenadmašna brzina paljbe povećavati učinkovitost ubitačne paljbe. S uništenjem neprijatelja što ranije i na što većoj dubini, sustav umanjuje broj izravnih paljbenih djelovanja za 40 posto u odnosu na klasične sustave, dopuštajući vlastitim (savezničkim) snagama besprimjernu slobodu manevra i izvršenje operacija koje će rezultirati većom ubitačnošću i samoopstojnošću snaga. Tako angažirane snage uništavaju do 75 posto više neprijateljskih sustava od primjerice sustava M109A6, dok se istodobno trpi 40 posto manje gubitaka u vlastitim redovima.

Sposobnost sustava

Sadašnji najmoderniji američki samovozni topnički sustav 155 mm M109A6 Paladin služi kao samovozni topničko-haubički sustav američke vojske za godine 90. i on će brzo dosegnuti kraj svojih proizvodnih i modernizacijskih poboljšanja, pa ne će više biti isplativ za korištenje u operativnoj uporabi. To predstavlja

određenu opasnost da ne će moći držati korak s modernim manevarskim snagama. Paladinovo ispaljivanje četiri metka u minuti u području do 30 km, nije ni izdaleka slično obliku prijetnje modernih topničkih sustava koji su sposobni ispaliti devet metaka u minuti u području do 40 kilometara.

U usporedbi sa zastarjelim sustavima Crusader će dati mogućnost potpuno automatiziranog rukovanja streljivom, a režim paljbe će omogućiti ispaljenje ukupnog borbenog kompleta od 60 granata u vremenu do 12 minuta i to u području većem od 40 km.

Tako će Crusader biti prvi svjetski potpuno automatizirani haubički sustav koji će imati mogućnost automatskog odabira streljiva, automatskog punjenja i ispaljivanja



Maketa naprednog topničkog sustava Crusader koji bi u uporabu trebao ući u idućem stoljeću

bez asistencije posluge. Uz ta unapređenja haubica će imati domet 40 do 50 kilometara i brzinu paljbe 10 do 12 metaka u minuti uz korištenje tekućeg goriva, što uz povećanje dometa donosi i smanjenje količine logističkog tereta.

Crusader će također moći odjednom napasti više ciljeva, što će rezultirati poboljšanjem potpore na bojišnici i veću fleksibilnost.

Međutim Crusader će imati i sposobnost paljbe više projektila za mogućnost istodobnog udara na cilj MRSI (Multiple Rounds to Achieve Simultaneous Impact). Djelujući na metu u uvjetima MRSI jedna će haubica moći ispaliti 4 do 8 granata s prividnim učinkom istodobnog djelovanja što će jednom Crusaderu pripisivati učinkovitost bitnice konvencionalnih haubica. Da bi se to moglo postići uslužni uređaji topa moraju biti sposobni za istodobno i kontinuirano ispunjenje velikog broja parametara koji utječu na izvršenje

paljbe. Crusader će se moći opskrbljivati najnovijom generacijom streljiva iz dostavnog vozila koje će imati potpuno automatizirani sustav manipulacije streljivom. Crusaderovo dostavno vozilo RSV će automatski opskrbljivati streljivom i gorivom haubicu osiguravajući neprekidni prevoz i veći borbeni tempo. Nakon dokiranja s haubicom RSV će koristiti daljinsko upravljanje i naglo popuniti spremnike sa 60 projektila i odgovarajućim paljbenim punjenjem te dizelskim gorivom u vremenu manjem od 12 minuta. Čitav proces se odvija u uvjetima potpune oklopne zaštite i povećanjem samoopstojnosti posluge i sustava. Crusaderovo RSV će za tu namjenu moći prevoziti 130 do 200 projektila.

Mobilnost je drugo područje gdje M109A6 dostiže vrhunac ili kraj mogućnosti modernizacije. Dok postojeći sustavi mogu imati najveću operativnu brzinu samo 28 km/h, Crusader će osigurati samoopstojnost i veću raspoloživost paljbene potpore brzinama ekvivalentnim manevarskoj brzini 48 km/h. Crusaderova manevarska mobilnost i prohodnost će konačno biti jednaka onoj od Abramsa ili Bradleya, pa će sustavi biti kompatibilni glede



Kompjutorizirani prikaz sustava Crusader u virtualnom okruženju

operativne brzine napredovanja na bojišnici.

Sustav pogona sadrži poboljšani Perkins V12 Dizelski motor spojen s transmisijom Lockheed Martin HMPT-1250. Motor snage 1500 KS znakovit je po novom elektronski nadziranom sustavu elektroubrizgavanja. Hidromehanička transmisija daje vozilu poboljšano upravljanje i pokretljivost minimalnim brzinama koje su nužne za mogućnost spajanja s temeljnim oružjem, a istodobno osigurava mogućnost velikog ubrzanja za dobre manevarske osobine oružja.

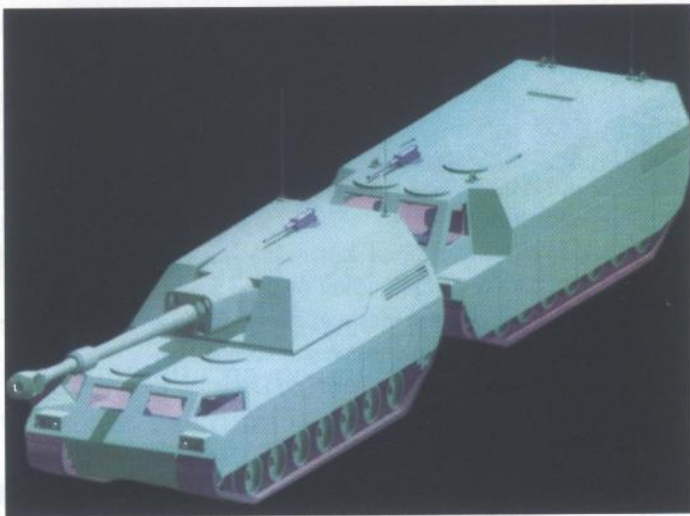
Sparivanje tih kombinacija pogona i transmisije pridonosi uštedi goriva, smanjuje cijenu i masu sustava, a povećava performanse sustava.

Napokon današnji M109A6 Paladin zahtijeva intenzivni rad devetorice ljudi za paljbu i opsluživanje sustava. Crusaderova potpuno automatizirana konstrukcija i logističko vozilo potpore zahtijevati će samo tri člana za potpunu operativnost. Vrlo važno u svemu je da će posluga sustava biti uvezana u C'I (Command, Control, Communication and Intelligence) što će dati nove mogućnosti za kretanje na bojišnici i logističko dopunjavanje sustava.

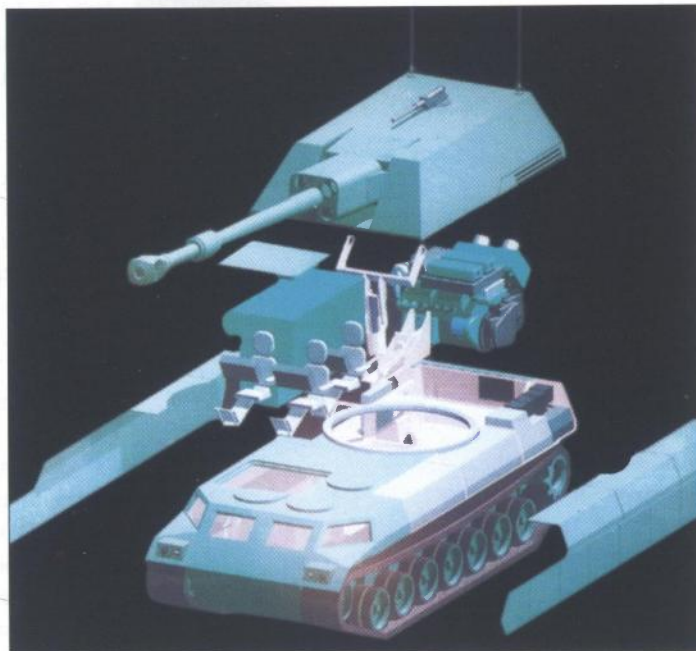
SPH i RSV će imati maksimalnu masu od 55 tona i bit će ih moguće prevoziti zrakoplovima C-5 i C-17, što se uklapa u koncepciju prevoženja modernih snaga, imat će ugrađen moderni POS/NAV (position/navigation) sustav i automatiziran transfer streljivom do samog punjenja cijevi.

U vremenu maksimalnog resursa Crusader će umanjiti sudjelovanje ljudskog rada i umanjiti cijenu izobrazbe i treninga posluge. Crusaderova posluga će održavati svoju razinu stručnosti kroz integralni trening (IT) sustav. Sustav će biti kompatibilan s protokolima i standardima koji su ugrađeni u postojeće simulatore za simulatorsko okruženje ratne situacije za izobrazbu posluge kako to predviđa TRADOC svojim konceptom 350-70-XX.

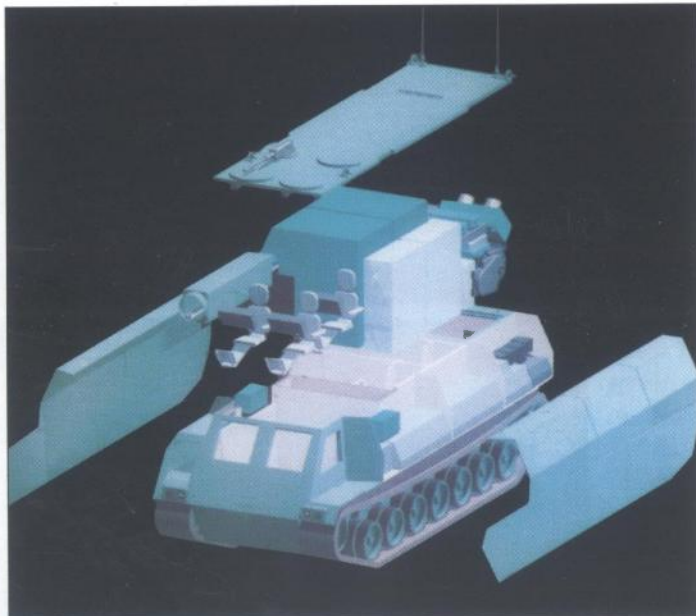
Program ulazi u I. fazu



Modularni prikaz borbenog stroja Crusader s dostavnim vozilom u položaju za preovar logističkog tereta



Funkcionalni presjek s rasporedom razmještaja pojedinih odjeljaka i vitalnih sklopova sustava Crusader 155 mm



Funkcionalni razmještaj odjeljaka i spremnika (streljiva, goriva, vode i dr.) dostavnog vozila RSV

Demonstration & Validation (DEM/VAL), kako bi u početku godine 2000. započela faza II Engineering & Manufacturing Development gdje će proći kroz inženjering i proizvodni razvoj.

Tijekom postojeće DEM/VAL faze, tim Crusader će demonstrirati program kroz interaktivno i progresivno korištenje emulatora, simulatora, virtualnih i stvarnih protutipova, njihovih sustava i podsustava. To će ujedno biti dobra prigoda za prilagodbu test opreme i pripadajućih specijalnih alata i naprava.

Serijska proizvodnja sustava prema fazi III bi trebala početi u početku godine 2006. prema temeljnom modelu iz faze II, čija se finalizacija planira za ljeto 2005., a postojeći zahtjevi za američku vojsku su 824 sustava.

Pozadina programa

Današnji program Crusader proizlazi iz inicijative američke vojske za modernizaciju oklopnih sustava (ASM - Armoured System Modernization). Tijekom osamdesetih i u početku devedesetih, ASM program je ispitao niz mogućih koncepata za razvoj borbenih vozila, kako bi se iskoristilo mogućnost primjene zajedničkog podvozja, kako teške, tako i srednje teške klase.

Kandidati za "teška" podvozja uključivali su tank Block III, borbeno vozilo pješništva (FIFV - Future Infantry Fighting Vehicle), borbeno vozilo (CMV - Combat Mobility Vehicle) i napredni sustav poljskog topništva (AFAS - Advanced Field Artillery System).

Sustavi zamišljeni za srednja podvozja uključivali su FARV (Future Armoured Resupply Vehicle) i LOSAT sustav (Line Of Sight Anti-Tank).

Raspad bivšeg Sovjetskog Saveza i iskustva stečena tijekom operacije Pustinjska oluja, pomogli su u odlučivanju voditelja ASM da se usmjere na razvoj dva sustava AFAS i FARV te se inzistira na njihovoj zajedničkoj mobilnosti podsustava.

Usporedno s tim tekla je inicijativa razvoja tehnologije kod velikih proizvođača, posebice United Defence L.P koji je na programu ATD (Advanced Technology

Demonstration) razvio Crew Station Module. Weapons Hordstand u kooperaciji s tvrtkom Lockheed Martin su postigli važne rezultate na usavršavanju topa na pogon s tekućim gorivom kao i automatskoj manipulaciji streljivom.

Napokon Crusader je i predviđen s borbenom platformom na kojoj je ugrađen top s tekućim gorivom (RLPG - Regenerative Liquid Propellant Gun), rukovanje topom je automatsko, kao i streljivom i spremnikom pričuvnog streljiva.

Svi ti različiti naponi su bili doneseni pod kišobranom "Tima Crusader" koji nije djelovao na natjecateljskom načelu, već je kombinirao industrijska dostignuća kako bi kapitalizirao prijašnju vladinu investiciju u pogledu modernizacije sredstava paljbene potpore i tehnologije razvoja borbenih vozila.

Glavni ugovaratelj za potrebe Tima Crusader je bio United Defence L.P. dok su kao glavni podugovaratelji uključeni Teledyne Vehicle Systems, General Dynamics Land Systems, Lockheed Martin Defence Systems i Lockheed Martin Armament Systems.

Crusader na digitiziranoj bojišnici

Američka topnička škola Fort

Field Artillery Tactical Data System) i bit će u mogućnosti proračunavati parametre paljbe u odnosu na svoju vlastitu poziciju na bojišnici. Ugrađeno balističko računalo automatski će obavljati odabir parametara za paljbu poput odabira broja odgovarajućih projektila ili izbora najbolje kombinacije projektil-upaljač za uništenje svakog zadanog cilja.

Crusaderov zapovjedno-nadzorni sustav

zadaće.

Korištenjem povećane mobilnosti, snage, prednosti konfiguracije C'I, kao i velike brzine paljbe, Crusader će biti operativan u modu "pali i bježi" napadajući neprijatelja tamo gdje se najmanje nada i tada "bježati" prije nego bude pokriven neprijateljskom kontrapaljбом. Sustav će obično biti u neprestanom kretanju s kratkim zastancima stajući samo za vrijeme paljbe i pretovara tereta. Oružje će jednostavno zastajati u odgovarajućoj paljbenoj poziciji, obaviti paljbenu zadaću i tada nastaviti kretanje. Iz takvog načina primjene napokon i proizlazi ime samog sustava.

Tijekom ofenzivne brze kretanje Crusaderi će kretati u paru, vodu, bitnici, ili sklopu (divizijunu) pa čak i većim manevarskim postrojbama. Veća brzina kretanja sustava, poboljšana podsustvom samonavigacije i smanjenim vremenom razmještanja i vraćanja u ophodni položaj sustavu će dopustiti borbu u manevru i povećati stupanj preživljavanja u manevru, omogućujući zapovjedniku konstantnu paljbenu potporu.

Crusaderova mobilnost, velika brzina paljbe i decentralizacija zahtijevat će jedinstvene mogućnosti rukovanja streljivom. Pretovarno vozilo RSV predstavljat će potpuno novi koncept



Panzerhaubitze PzH 2000. Danas najmoderniji samovozni topnički sustav na svijetu koji među prvima ima ugrađenu topovsku cijev dužine 52 kalibra za mogućnost dometa većeg od 40 km



Sklop cijevi L52 sa zatvaračem kakav je ugrađen u sustav PzH-2000

Sill, Oklahoma je razvila koncept za Crusaderovu simulaciju borbe na digitaliziranoj bojišnici. Koncept predstavlja kvantum skokova koji se odnose na zemaljsko topništvo simulirajući kretanje, paljbu, odgovarajuću komunikaciju i podržavanje borbenih operacija. Predviđa se da će sustav biti u mogućnosti pružati paljbenu potporu sukladno s napredovanjem oklopnih postrojbi kao i odgovarajućih pješćkih postrojbi i da će u kontekstu toga predstavljati "pokretno stršljenovo gnijezdo".

Konstruiran da bi integralno djelovao na digitiziranoj bojišnici, Crusader će operirati unutar širokog spektra zapovijedi i nadzora rangiranih od tradicionalno centraliziranog nadzora razine bitnice ili razine voda do decentraliziranog nadzora u paru ili individualnog na razini pojedinog oružja.

Sustav će primati borbene zadaće od modernoga zapovjednog sustava upravljanja paljbom topništva na taktičkoj razini (AFADTS - Advanced

C'I (Command, Control, Communications, Computers and Intelligence) dat će posadi Crusadera informacije o situaciji na više razina o tome što se zbiva u njihovu okruženju. Sustav će kontinuirano prikazivati vlastite i neprijateljske lokacije, shemu manevra, koordinaciju paljbene potpore i lokaciju rizika na bojišnici kao što su razne zapreke na terenu i ABK kontaminirano područje.

Crusaderova automatika (DA) će pomoći u rješavanju velikih promjena nastalih primanjem velikog broja novih informacija o stanju na bojišnici. Automatika će dati poslugu mogućnost primjene novih "alata" s automatskom rutinom procesiranja informacija za rješavanje svakog pojedinog problema, čak će predlagati izbor rješenja problema kao što su količina angažiranog borbenog kompleta streljiva i sl. Ona će nadalje filtrirati informacije i omogućiti uvid u one informacije koje su za poslugu u tom trenutku najpotrebnije za uspješno izvršenje

za potporu haubice, uključujući i mogućnost pretovara "smart" streljiva. RSV-ova POS/NAV oprema i digitalna komunikacija bit će identična kao kod Crusadera. RSV ne će biti sputan kretanjem haubice nego će se kretati neovisno na bojišnici. On će povećati Crusaderove operativne mogućnosti prevoženjem više streljiva i pretovarom u bržem omjeru od danas postojećih mogućnosti drugih sustava. Slično kao i Crusader, RSV će biti u gotovo stalnom kretanju i spajati se s temeljnim oružjem na njegov poziv.

RSV će primati streljivo iz paletiziranog sustava logističkog osiguranja i distribuirati ga do svake haubice kojoj u tom trenutku bude najpotrebnije. Oružni automatski manipulator i opslužni sustav omogućit će ispravnu evidenciju ispaljenog streljiva po tipu i vrsti. Pri spajanju s Crusaderom, RSV će koristiti svoju POS/NAV opremu i kretanje pomoću DA do sastanka s bilo kojom haubicom koju treba nadopuniti.

Koncept Crusader bi zaista predstavljao

veliki napredak u pogledu modernizacije topništva postrojbi Force XXI.

Crusader nije jedina opcija za američki topnički program

Projektom modernizacije topničkih sustava američke vojske AFAS (Advanced Field Artillery System), obuhvaćene su brojne mogućnosti. Neke od njih plijene pozornost stručnjaka pa će biti adekvatno i prikazane.

Samovozni sustav M109A6 Paladin koji je sada na korištenju deficitaran je po pitanju dometa, ubojitosti, i samoopstojnosti, smanjene je mobilnosti i s nedostatkom manevarske moći. Sva ta ograničenja kombinirana s velikim naprezanjem posluge u svakom pogledu degradiraju mogućnosti Paladina. Međutim promjene globalne političke situacije u sprezi sa znatnim smanjenjem budžeta zahtijevaju realnije sagledavanje stvari.

Dakle, američka vojska se nalazi pod pritiskom da odluči o novim pristupima razvoju i

implementaciji njihove modernizacije topničkih sustava.

Izbor Crusader solucije je bio zamišljen da odgovori na pitanje US Army AFAS čiji bi operativni zahtjevi mogli služiti kao "nosač tehnologije" za buduća borbena vozila.

Pritisnuti velikim brojem oprečnih činjenica napravljene su brojne raščlambe koje bi trebale dati odgovor na novonastalu situaciju, a da budu obuhvaćeni svi realni čimbenici. Raščlambama su obuhvaćene samo neke činjenice koje su izravno povezane s nastalom situacijom, a te su:

- politička okruženja koja su rezultirala kompliciranom kongresnom situacijom,
- relativno visoka cijena istraživanja i razvoja projekta Crusader,
- ulazak u veliki tehnički rizik primjenom oružja RLPG (Regenerative Liquid Propellant Gun),
- kontroverzni izbor neameričkog vodom hlađenog pogona Perkins, kao i visoke cijene njegove nabave.

Temeljnu značajku programu Crusader

daje oružni sustav s regenerativnim tekućim pogonom. Neriješeni tehnički problemi oko čvrstoće, korozije i znatnog porasta mase usporili su donekle tempo razvoja, a osim toga SAD su prihvatile balistički sporazum JBMOU (Joint Ballistics Memorandum of Understanding) kojemu RLPG nije kompatibilan.

Tri potencijalne solucije

Temeljni zahtjevi za moderne samovozne haubice mogu biti zadovoljavajuće polučeni s nekoliko alternativnih približenja od kojih će tri najinteresantnija rješenja biti ovdje prikazana. Američka proizvodnja njemačke PzH 2000, neprekidna modernizacija Paladina i ponovno aktualiziran tzv. program "Common Chassis" (zajedničko podvozje).

PzH 2000

Wegmann & Co je ugovorio s njemačkom vladom razvoj i proizvodnju nove

samovozne haubice PzH 2000 (Panzerhaubitze) koja koristi 52 kalibara dugu cijev s automatskim punjačem i spremnikom od 60 odgovarajućih projektila i barutnih punjenja. Spremnik može biti dopunjavane kroz autop-



Sklop Rheinmetallove cijevi L39 s kliznim zatvaračem kakva je ugrađena u sustav M109A3G



Samovozni topnički sustav M109A3G. Riječ je o njemačkoj izvedenici američke haubice M109. Glavno obilježje je ugradnja kliznog zatvarača na cijev dužine L39. Danas se planira zamjena ovog sustava (600 sustava) s modernijim sustavom PzH 2000

unjač u vremenu od 12,5 minuta. Demonstrirana brzina paljbe u dosadašnjim ispitivanjima je tri granate u 9,2 sekunde ili 9 granata u minuti. Ugrađen je integralni sustav za upravljanje paljbom i navigacijski sustav za balističko računalno s obilježjima automatskog punjenja, kompletiranja upaljača i primanjem podataka od senzora početne brzine projektila.

Dva protutipna sustava su podvrgnuta svekolikom ispitivanju i verifikaciji uključujući "hladna" vremenska ispitivanja u kanadskoj bazi Shilo i "vruća" ispitivanja u Arizoni.

Sustav PzH 2000 je već stasao za paljbena ispitivanja posluge s German Military Procurement Office (BWB) i uspješno završava operativna trupna ispitivanja u njemačkoj topničkoj školi. Ispaljeno je više od 8000 projektila uključujući i 110 projektila korištenjem šestodjeljnih unificiranih modula. Pogon od 736 kW omogućuje brzinu vozila od 60 km/h s akcijskim polumjerom od 420 km. Testovi vožnje po cesti i lošim terenskim uvjetima uključuju 19.000 km prijednog puta.

PzH bi se mogla licencno proizvoditi za američku vojsku po načelu "Industry to industry", tj. na komercijalnim temeljima, izbjegavajući cijenu i zamke ranijeg neuspješnog političkog sporazuma "vlada za vladu". Američka licenca bi podrazumijevala neke izmjene zahtjeva koji bi odgovarali američkim specifikacijama i uvjetima primjene.

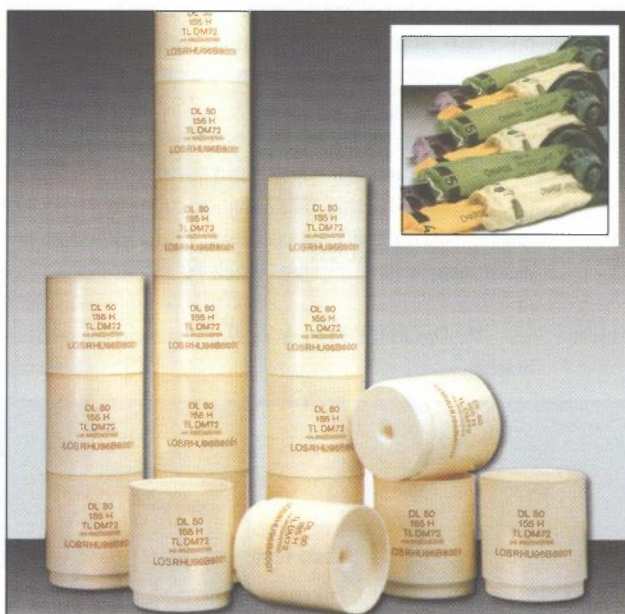
To bi trebao biti ozbiljniji ohrabrujući znak za međunarodno obrambeno zajedništvo za razliku od dosadašnjih lutanja u neshvatljivoj dvosmjernoj ulici.

Pri konstrukciji samovozne haubice PzH 2000, njemački su se stručnjaci, da bi ispunili zahtjeve za povećanje dometa, držali dva temeljna načela. Prvo je u pristupu streljivu, a drugo je u pristupu oružju. Za povećanje dometa sa stajališta streljiva cilj je postignut povećanjem energije barutnih punjenja, a samim tim i povećanjem barutne komore te ugradnjom posebnog uređaja na dno projektila poznatog kao generator plina ili base bleed (BB). Povećanje dometa sa stajališta oružja je postignuto ugradnjom cijevi dužine 52 kalibara (L52) čime su zadovoljeni kriteriji multilateralnog balističkog sporazuma koji uz standard L52 podrazumijeva barutnu komoru volumena 23 litre umjesto barutne komore 18 litara (18,8) kakva se koristi na sustavima dužine cijevi 39 kalibara. Takvom je kombinacijom dostignut domet od 30 kilometara korištenjem klasičnog streljiva L15A2 ili 40 kilometara korištenjem streljiva s asistencijom, primjerice ugradnjom generatora plina BB.

Stručnjaci njemačkog Rheinmetalla su se

dostojno uključili u inicijativu nacionalnog programa usavršavanja topničkih sustava. Naime Rheinmetall Industrie je razvio modularna barutna punjenja MTLs za oružni sustav L52 na PzH 2000 koji su kompatibilni i s ostalim sustavima NATO standarda L39. Modularni sustav punjenja omogućuje:

- brže rukovanje streljivom,
- manje trošenje topovske cijevi,
- duži vijek trajanja sustava,
- manju osjetljivost na nekontrolirano



Izgled modularnih barutnih punjenja prema klasičnim barutnim punjenjima u vreći (desno gore)

zapaljenje,

- smanjenje neizgorjelih tvari u cijevi na minimum,
- područje dometa 30 km standardnim streljivom.

Modularna barutna punjenja se sastoje od identičnih cilindričnih oblika koji se nastavljaju jedan na drugi. Šest modula se koristi kao maksimalno punjenje za sustave L52, dok se pet modula koristi kao maksimalno punjenje u sus-

tavima L39 (M109A3G, 155-1 i sl.). Pojedini modul se sastoji iz dva dijela potpuno izgorivog tvoriva u koje je smješteno barutno punjenje. Element za potpalu je smješten u sredinu uzduž središnje osi, tako da je svejedno s koje se strane potpaljuje, što pojednostavljuje rukovanje punjenjima. Sastavljanjem određenog broja modula formiraju se odgovarajuća punjenja za određene domete kako to prikazuje tablica u prilogu. Umjesto olovnih slitina koje su služile za debakarizaciju cijevi u klasičnim barutnim punjenjima, moduli imaju ugrađenu tanku foliju u obliku vrpce debakarizirajućeg sadržaja koja se u potpunosti uklapa u ekološke kriterije. Takva punjenja nisu toliko osjetljiva na nekontrolirano zapaljenje do kojeg bi moglo doći prigodom neprijateljskih djelovanja, čime je povećana sigurnost vlastitih snaga na bojišnici.

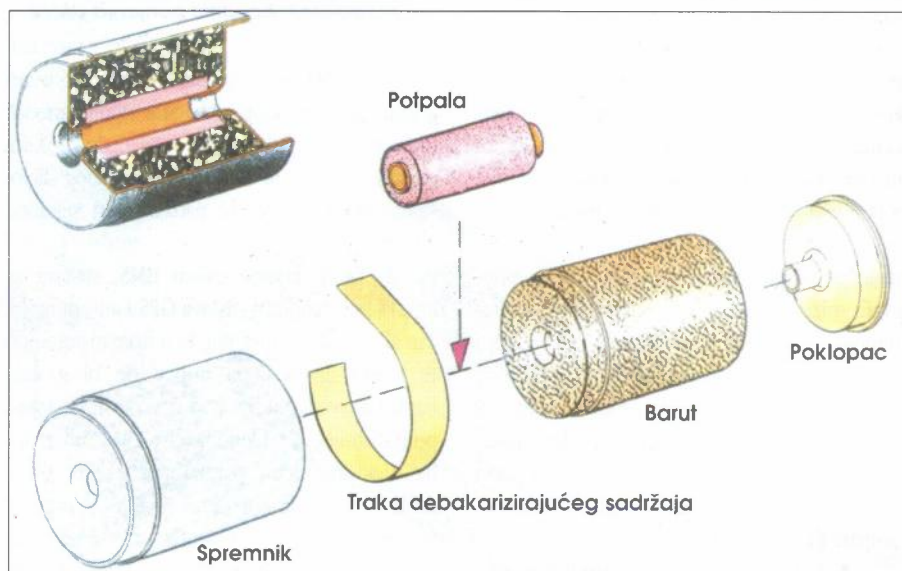
Paladin M109A7

M109A6 Paladin bi se vjerojatno mogao modernizirati ugradnjom duže cijevi L52, što je i United Defence LP već demonstrirao. Uz to bi se izvršila i modernizacija autopunjača, međutim podvozje, transmisija i neodgovarajuća zaštita posluge su već na granici izdržljivosti u kontekstu modernih zahtjeva i zahtjevaju znatne rekonstrukcije. Stoga se drži da bi pristup rješenju problema na načelu "novo sedlo na starom konju" bio najvjero-

jatnije najveći tehnički rizik za naručitelja, pa se kao mogućnost sve više marginalizira.

M1 zajednička podvozja

Kao treća alternativa sa stajališta povoljnosti cijene i moguće nabave u odnosu na Crusader, autori predlažu sustav sustava koji sadrži haubicu 155 mm SPH i pridruženo FARV (Future Armored Resupply Vehicle). Oba su



Presjek modularnog barutnog punjenja MTLs DM72

temeljena na odgovarajućem borbenom podvozju M1 građenom u General Dynamics Land Systems. AFAS/M1 bi mogao imati top 155 mm dužine cijevi 52 kalibara s čvrstim gorivom spojen s automatskim punjačem streljiva. Takav sustav bi mogao osigurati zahtjev ubojitosti, samoopstojnosti i dometa sa puno manje ljudskog rada od onoga kojega danas zahtijeva primjerice top Paladina. Moderni topnički sustav i pridruženo mu dostavno vozilo na obitelji podvozja M1 bi moglo osigurati pretovar streljiva pod okloпом, odličnu pokretljivost i samoopstojnost i odgovarajuću mobilnost prema svojem kontrapartneru. Takva kombinacija bi mogla imati znakovito povećanje sposobnosti iznad sadašnje kombinacije M109 Paladin i dostavnog mu vozila M992.

Operativne sposobnosti sustava/M1

Bitni parametri koji obilježavaju projekt AFAS/FARV/M1 su sljedeći:

- 155 L52 oružje JBMOU (Joint Ballistics Memorandum Of Understanding), kao što je na primjer ugrađeno u njemačku samovoznu haubicu PzH 2000, učinkovitog dometa 30 km sa streljivom bez asistencije i 40 km s novom generacijom streljiva. Sustav bi mogao biti moderniziran uvođenjem laserskog podsustava za potpaljivanje, a životni vijek cijevi bi se povećao postupkom kromiranja cijevi.

- XM231/XM232 MACS modularna barutna punjenja, pripremljena na način da olakša automatizaciju punjenja, rukovanja i smještaja. U usporedbi s klasičnim barutnim punjenjima u vreći, MACS povećava taktičku fleksibilnost sustava, pridonosi poboljšanju balističkih performanci i ekonomičnosti sustava. To omogućuje veću manevarsku sposobnost uz poboljšanu logističku potporu. MACS su sigurnija za manipulaciju, nisu otrovna, lakša, jeftinija i povoljna sa stajališta zaštite okoliša, zahtijevaju niže troškove operativnosti i cijenu treninga, zahtijevaju manje mjesta za smještaj i neopasna su za transport). Budući da MACS ne ostavlja neizgorjele čestice u sustavu zatvarača, koji mogu bitno usporiti brzinu paljbe, sustav MACS predstavlja niz povoljnosti. Na taj način praktički čvrsti baruti povećavaju i mogućnost zamjene RLPG tehnologije.

- Potpuno automatiziran sustav dopunjavanja logističkog tereta pod ABK zaštitom.

- Autopunjač omogućuje povećanje brzine paljbe (brzometna paljba tri projektila/9,2 sekunde, odnosno dugotrajna paljba devet projektila/min, automatizirano punjenje streljiva, rukovanje i smještaj s osjetnim smanjenjem ručnog rada u procesu punjenja.

- Autonomija C² (Command and Control) i borbeni uslužni sustavi BMS (Battle Management System) omogućuju brzu reakciju sustava za neovisno taktičko izvršenje zadaće.

- Modifikacija M1 podvozja za povećanje mobilnosti, pokretljivosti i manevarske sposobnosti tako da podržava tijek napredovanja sukladno napredovanju ostalih manevarskih snaga uz osiguranje optimuma balističke zaštite i borbene nosivosti.

- Povećanje samoopstojnosti što je rezultat nadzora okruženja odgovarajuće balističke zaštite, sustava ranog upozorenja, zaštite od elektromagnetskog impulsa, detekcije paljbe i dr.

- Izgradnja sustava održavanja i izobrazbe.

taktičke pokretljivosti u području 250 do 750 metara ili u području većem od četiri kilometra koja mu je potrebna za povećanje opstojnosti prema protivničkoj kontrapaljbi i omogućuje učinkovitu taktičku fleksibilnost. Manipulativni sustav streljivom mogao bi primiti 80 odgovarajućih projektila upotrijebljenih upaljačkim sustavom MOFA (Multi-Option Fuze for Artillery). K tome bi još bilo pridodano 68 punjenja XM 231 i 178 punjenja XM 232 MACS spremljenih u 41 spremnik (6 MACS u jedan spremnik), pakiranih za automatsko rukovanje i punjenje. Punjenja su smještena u pristupačne spremnike smještene u oklopnom tijelu ispod oružnog prostora.

FARV/M1 bi mogao prevoziti do 180 pripremljena projektila (tri puna borbeno kompleta od po 60 granata svaki) s odgovarajućih 153 XM 231 i 399 XM 232 modularna barutna punjenja smještena u 92 skladišna spremnika. Oni su smješteni u primarni manipulativni spremnik ispod odjeljka s poslugom i sekundarni spremnik iznad razine posluge. Odijeljeno spremište streljiva u sigurnosne spremnike dalo

bi svekolikom sustavu osjetno povećanje sigurnosti.

Autopunjač bi imao sposobnost određivanja tipa streljiva, laboratorijsku seriju streljiva, izbor upaljača i masu projektila. Tijekom punjenja autopunjač može memorirati kombinaciju projektil-upaljač i može također opstati neovisan tijekom paljbene zadaće. On može automatski primiti streljivo od FARV/M1 u omjeru od 12 kompletnih projektila po minuti. Također može pretovariti projekte i barutna punjenja od FARV/M1 ispod 20 minuta ili izvana ispod 30 minuta.

AFAS/M1 je predviđen s četveročlanim

odjeljkom za posluhu s opremom za nadzor okruženja, ABK i balističku zaštitu. Zapovjednikov i vozačev odjeljak bi imali odgovarajuću vidljivost od 360 stupnjeva s uvjetima dnevno-noćne vidljivosti.

Unutarnji razmještaj članova posluge omogućavao bi izvrsnu međusobnu vidljivost, a omogućio bi i pristup posluhu u oružnu postaju. Na taj bi način posluha bila potpuno odvojena od odjeljka sa streljivom i oružjem što povećava sigurnost posluge za uspješno izvršenje zadaće. Odjeljak s poslugom bi osim toga bio adekvatno zaštićen kako odozgo, tako i s prednje i bočnih strana od topničkih fragmenata, pješačkog oružja i djelovanja mina. Unutar odjeljka bila bi mogućnost spavanja u klimatiziranom prostoru s ABK zaštitom i ostalim uslužnim uređajima kao



Presjek odgovarajućeg streljiva kalibra 155 mm L15 i pripadajućih modularnih barutnih punjenja DM72

AFAS/M1 bi mogao ispaliti četiri do osam granata u simultanoj paljbi SIM (Simultaneous Impact Mission) u području od 6 do 40 kilometara s prividnim učinkom istodobnog djelovanja (svaka granata bi padala četiri sekunde nakon prethodne). To se može postići djelotvornom kombinacijom BMS, sustava za upravljanje paljbom, sustava GPS i autopunjača. Sve aktivnosti sustava bile bi automatizirane do te mjere da posluha uopće ne bi morala napuštati svoja mjesta. Pod tim aktivnostima se podrazumijevaju: identifikacija cilja, akvizicija, balistički proračun parametara paljbe, određivanje pozicije oružja, ciljanje, punjenje streljivom i paljba. U trenutku kad se paljbena zadaća jednom uspostavi, AFAS/M1 bi mogao predstavljati sustav velike samoopstojnosti

što su zahod, spremnici pitke vode, mikrovalna pećnica i dr.

AFAS/M1 kao moderni topnički sustav bi u potpunosti morao biti sposoban pratiti manevarske mogućnosti ostalih snaga na bojišnici. Za tu namjenu bi modificirano podvozje M1 bilo pokretano s plinskom turbinom snage 1500 KS koja bi davala sustavu istu razinu mobilnosti i pokretljivosti kao i tankovskoj postrojbi, nudeći tako u perspektivi nevidenu razinu izravne paljbene potpore.

Slično kao i tank M1 čija je masa 63,5 tona AFAS/FARV/M1 bi mogao imati najveću brzinu po cestama od 65 km/h i operativnu terensku brzinu od 48 km/h. Međutim budući da je borbena masa sustava ispod 50 tona, njihova mobilnost i pokretljivost bi mogla biti nešto veća u odnosu na tank M1. Temeljno podvozje ima torzijski ovjes što uspješno omogućuje amortizaciju udara nastalih silom trzanja topa, a istodobno omogućuje relativno veliku brzinu kretanja po lošem terenu, međutim ugradnja hidropneumatskog sustava ovjesa bi omogućila dodatne mogućnosti sustava AFAS/FARV/M1. AFAS/M1 bi mogao imati područje kretanja od najmanje 465 km, dok tank M1 ima 440 km. Da bi štedio gorivo i životni vijek motora AFAS/M1 bi mogao biti upotpunjen sa ugrađenim sustavom pomoćnog pogona.

Modifikacija na odgovarajuća tenkovska podvozja bitno smanjuje cijenu razvoja, umanjuje tehnički rizik, smanjuje razvojni ciklus, poboljšava međuoperativnost između tankovskih i topničkih postrojbi smanjujući na taj način potrebnu količinu logističkog tereta. Uvođenje sustava po načelu zajedničkih podvozja bi se također odrazilo na održavanje indus-

trijske baze za proizvodnju tankova i njihovih oklopnih inačica vozila.

U drugoj fazi modernizacije sustav bi posluži omogućio takvu razinu automatizacije koja omogućuje pretovar streljiva bez ijedne ručne operacije i bez napuštanja posluge njihovih mjesta u odjeljku. Posluga AFAS/M1 bi bila u mogućnosti obaviti pretovar i dopunjavanje streljiva daljinskim upravljanjem. Na prednjoj strani oba vozila je predviđeno sučelje za prihvat projektila, barutnih punjenja, goriva, hrane i ostale opreme.

Prednji dio odjeljka posluge u oba vozila bitno povećava preglednost, motrenje i nadzor operacije pretovara i dopunjavanja. To olakšava nadzor smjera vozila pri njihovu sastajanju i spajanju. Pretovar hrane, vode i pješačkog streljiva bio bi omogućen putem glavnog transportera za

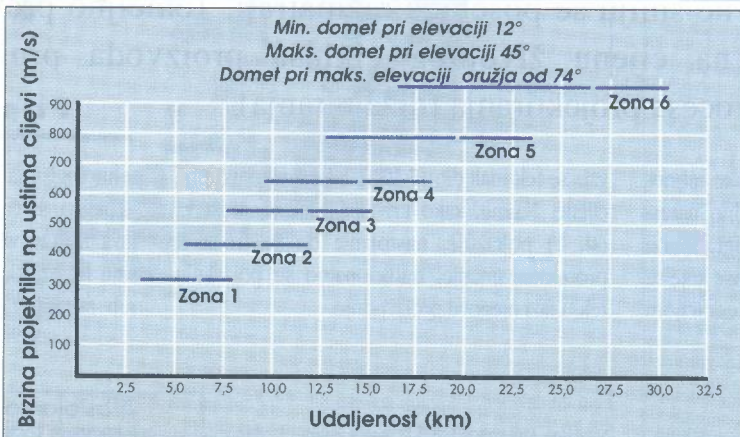
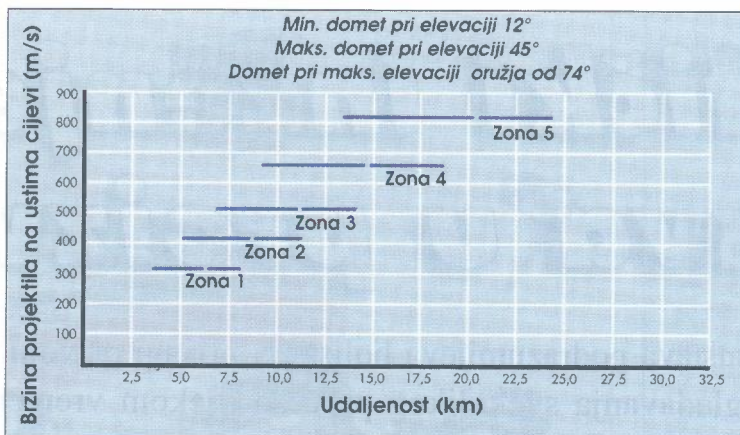
utovar topničkog streljiva koristeći standardne cilindrične spremnike koji svojim oblikom, promjerom i dužinom sliče projektilu 155 mm.

Hidropneumatski ovjes o kojem smo govorili može biti zamijenjen manjim zahvatima i promjenama M1 podvozja. Novi sustav ovjesa bi osigurao više dragocjenog korisnog prostora u oklopnom tijelu koji bi poslužio za smještaj streljiva i drugog korisnog tereta. Promjenljiva visina (klirens) dinamičko-hidropneumatskog ovjesa s aktivnim sustavom ublaživača mogla bi biti upravljana računalom što bi uvelike pojednostavilo spajanje AFAS/M1 i FARV/M1 u položaj za pretovar i dopunjavanje streljiva i tereta.

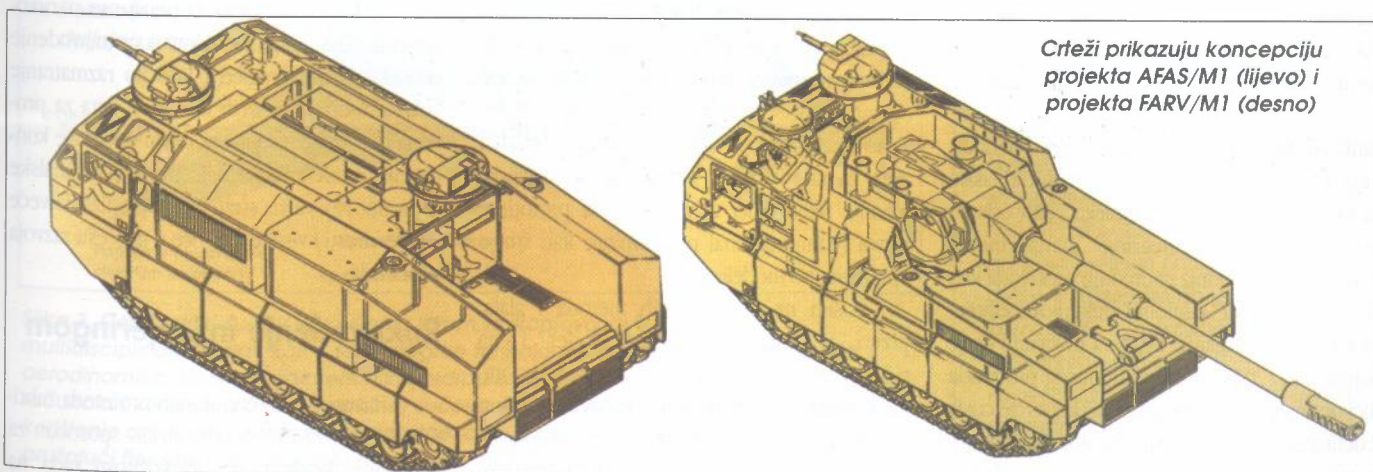
Pod različitim uvjetima korištenja na svelolikim terenima, hidropneumatski ovjes bi mogao omogućiti dopunjavanje tereta pri kosinama terena od deset stupnjeva u odnosu na sve smjerove (valjanje, ljuljanje, poniranje). U slučaju instalacije u oba vozila sustav bi postao kompatibilan s modernim zahtjevima, manje bi stajao, a omogućio bi dopunjavanje u hodu. Hidropneumatski ovjes također omogućuje blokadu ovjesa tijekom paljbe čime se stabilizira podvozje i zbog toga povećava točnost i brzinu paljbe.

Alternativa AFAS/FARV/M1 prema konceptu Crusader bi predstavljala sustav s manje tehničkog rizika, isplativijeg s ekonomske točke gledišta i sustav kompatibilan postojećim tankovima. To se posebice odnosi na moguću izvoz sustava kojeg bi lakše prihvatili sadašnji korisnici sustava M1 jer već raspolažu odgovarajućom logističkom potporom i remontnim kapacitetima.

Budući da 21. stoljeće već kuca na vrata, odabir pravog rješenja je vrlo blizu. 



Tablični prikaz dometa klasičnim streljivom L15A2 iz cijevi dužine 39 kalibara (gore) i cijevi dužine 52 kalibara (dolje)



Holistički inženjering sustava u proizvodvu

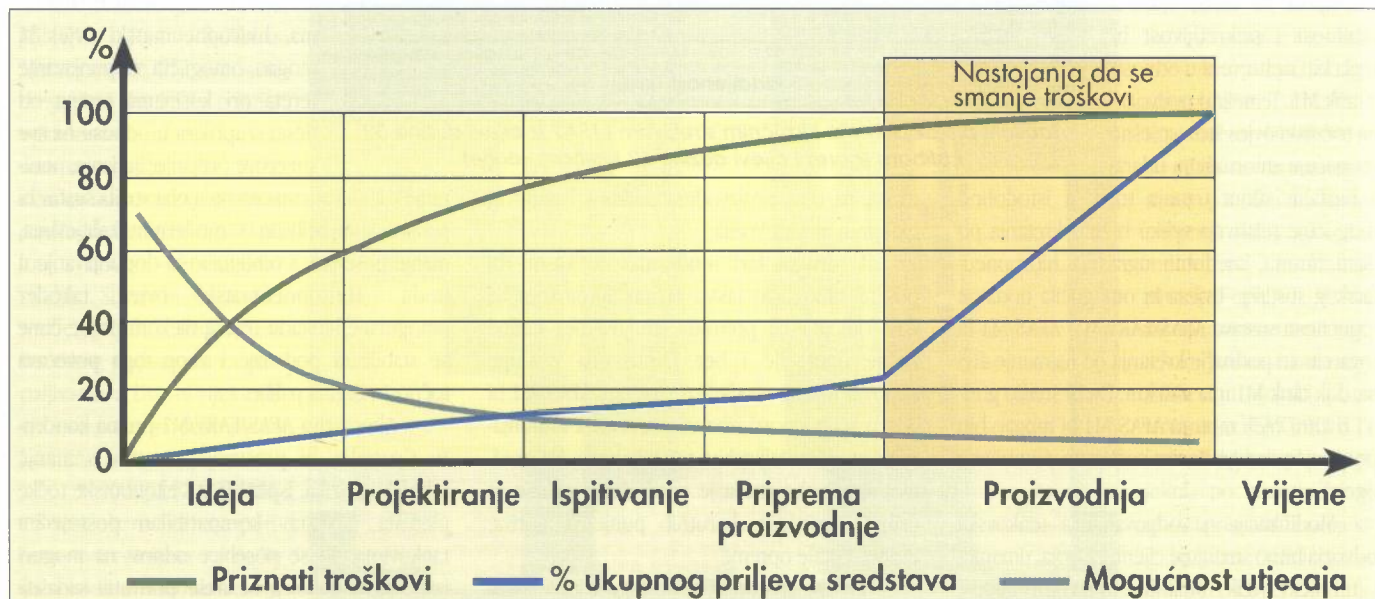
Današnji inženjering sustava podrazumijeva holistički pristup razvoju proizvoda, čime se naglašava važnost sagledavanja svekolikog procesa tijekom vremena. Metode, alati i upravljanje razvojem ne smiju se posebice razmatrati. Temeljno pravilo glasi: Najveća mogućnost utjecaja na cijenu životnog ciklusa proizvoda pruža se u početnoj (konceptualnoj) fazi procesa projektiranja (dizajniranja)

Pripremio Josip PAJK

Suvremene proizvode visoke tehnološke razine odlikuje stalno narastanje broja funkcija, ugrađenog znanja, i visoke performanse koje se postižu tijesnom integracijom

vaja se tek mali dio (5-10%) od njegove ukupne cijene. Naime, kako krivulja priljeva sredstava (sl. 1) pokazuje, nastojanja da se troškovi proizvoda smanje, tradicionalno se pojavljuju tek u fazi njegove proizvodnje.

tehnologijama (sl. 2 i 3), složenije je i zahtjevnije nego u slučaju razvoja manje integriranih sustava. Sustavi visokog stupnja integracije zahtijevaju holistički pristup, uz kombinaciju naprednih razvojnih metoda i alata s odgovarajućim



Slika 1. Priznati troškovi, priliv sredstava i sposobnost utjecanja na cijenu u različitim fazama životnog ciklusa proizvoda

mehanike, elektronike, računala i programske opreme. Sve to razvoju proizvoda ili procesu inženjeringa sustava (systems engineering) nameće nove zahtjeve (i tehnološke, i u pogledu rukovođenja). Zbog toga je primjena holističkog pristupa neobično važna. Pojam holistički se ovdje koristi da bi se naglasila potreba sagledavanja cjeline procesa razvoja u cijelom periodu njegova trajanja, uključujući tu i metode i alate za razvoj, te pridruženo tehničko rukovođenje inženjeringom (engineering management) 1. Razvoj i proizvodnja naprednih proizvoda kao što su automobili, kamioni i zrakoplovi, zahtijeva vrlo velika ulaganja. Iskustva pokazuju da je najveći dio (70-80%) cijene budućeg proizvoda tijekom njegova životnog vijeka (life cycle cost) 2 definirano već u najranijim fazama projektiranja proizvoda, no za tu fazu razvoja proizvoda izd-

Važno je shvatiti da se najbolja prigoda za utjecaj na krajnju cijenu proizvoda pruža već tijekom najranije, konceptualne faze procesa projektiranja. Unapređenja u učinkovitosti i kakvoći radova iz te faze omogućuju nam da odaberemo prava projektna rješenja te da već od samog početka donosimo ispravne odluke. Takav pristup zahtijeva ne samo dobre metode i alate za razvoj, već i primjerene simulacijske tehnike uključujući tu i računalni prototipni razvoj (computational prototyping) kao što je npr. digitalno modeliranje.

Osim na usvajanje tih metoda i alata, važno je usredotočiti se također i na rukovođenje razvojem tj. inženjeringom. Rukovođenje i upravljanje poslovima inženjeringa u cilju razvoja visoko integriranog sustava s ugrađenim brojnim interdisciplinarnim

stilom rukovođenja.

Ovaj se članak usredotočuje na temeljnu fazu razvoja proizvoda u procesu inženjeringa sustava. U prvom dijelu raspravlja se o rukovođenju inženjeringom, uključujući tu i vođenje procesa. Slijedi pregled i kritičko razmatranje velikog broja postojećih metoda i alata za projektiranje, te se u zadnjem dijelu upoznaje koncepcija modeliranja (uključujući i računalne prototipove): važna strategija za postizanje veće učinkovitosti i visoke kakvoće u procesu razvoja proizvoda.

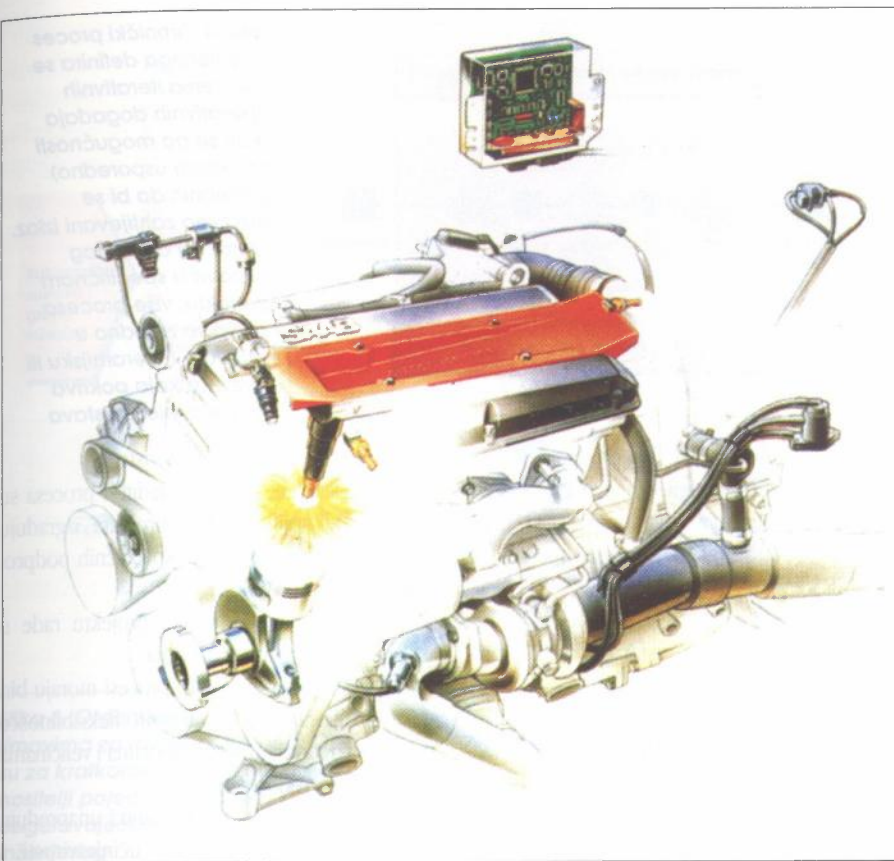
Rukovođenje inženjeringom

Razvoj visokotehnoloških proizvoda zahtijeva operativni i rukovodni sustav sposoban za postizanje kratkoročne učinkovitosti rada na

Inženjering - pojmovi i poimanje

Projektiranje, ne bez razloga, neodoljivo podsjeća na jedan drugi vrlo poznati pojam, projekcija, koji se rabi za opisivanje procesa predočavanja nečega što fizikalno ne postoji, ili da bi se neki fizikalni objekt predočio u drugom, uglavnom slikovnom (dvoprotežnom) obliku. I sam latinski korijen riječi, *proicere*, znači bacanje nečega na tlo, zbacivanje, što opet neodoljivo podsjeća na čest izraz u žargonu naših inženjera: "idemo to baciti na papir".

I stvarno, projektiranje je oduvijek bilo vezano za papir ili neki drugi medij na kojem se crtalo, računalo, tj. projektiralo. Projektiranje je, nadalje, uvijek zavisilo, koliko od iskusnih majstora, zanatlija neophodnih za postizanje krajnjeg cilja projektiranja, *proizvoda*, tako i od novih tehnoloških i znanstvenih dostignuća koja su omogućavala da svaki sljedeći proizvod bolje zadovolji zahtjeve kupca i bude veće kakvoće i pouzdanosti. Članak daje prikaz novih trendova u samom procesu projektiranja složenih sustava (inženjeringu) pokazujući kako je za suvremene projektante od ključne važnosti primjena novih alata i metoda koji im omogućavaju da unaprijed bolje sagledaju budući proizvod, obično visoke tehnološke i integracijske razine, i to već na crtačem stolu (ili bolje rečeno računalu), kako bi izbjegli bilo kakav previd u konstrukciji, te smanjili vrijeme potrebno za razvoj i cijenu proizvoda. Štoviše, autor članka smatra da bi se procesi projektiranja ili inženjeringa (razliku između ova dva pojma objasniti ćemo kasnije) trebali primijeniti i na sam proces projektiranja (inženjeringa) kako bi se osiguralo dugoročno stalno unapređivanje učinkovitosti¹ i kakvoće² samih procesa inženjeringa, a time i razvijenih proizvoda. Na engleskom se govornom području za širu problematiku vezanu za projektiranje koristi pojam *engineering*. U tekstu sam taj pojam preveo kao inženjering, jer se taj pojam i kod nas sve više rabi. Prema Collinsovu rječniku to označava profesiju primjene znanstvenih načela u **dizajniranju (projektiranju) izgradnji i održavanju**: motora, automobila, strojeva, itd. (mechanical engineering tj. strojarstvo); zgrada, mostova, cesta, itd. (civil engineering ili



Slika 2. SAAB Trionic, novi sustav upravljanja motorom, i Saab Direct Ignition (DI) sustav direktnog paljenja smjese

U modelima iz 1993., Saab Automobile uvela je novi sustav upravljanja motorom nazvan Saab Trionic, za nadzor ubrizgavanja goriva, paljenja, potisnog pritiska, emisijske i funkcije nadzora izgaranja. Sve upravljačke funkcije su u potpunosti integrirane u jednom elektroničkom upravljačkom modulu, čime se dobiva visoka pouzdanost i učinkovitost u odnosu na cijenu. Dobro poznati Saabov kapacitivni sustav direktnog paljenja DI, s posebnim zavojnicama za paljenje u svakom cilindru, također je integriran u sustavu Saab Trionic. Sustav Saab DI integrira više različitih funkcija u jednom sklopu. U prethodnim strojevima te funkcije obavljali su posebni sklopovski sustavi

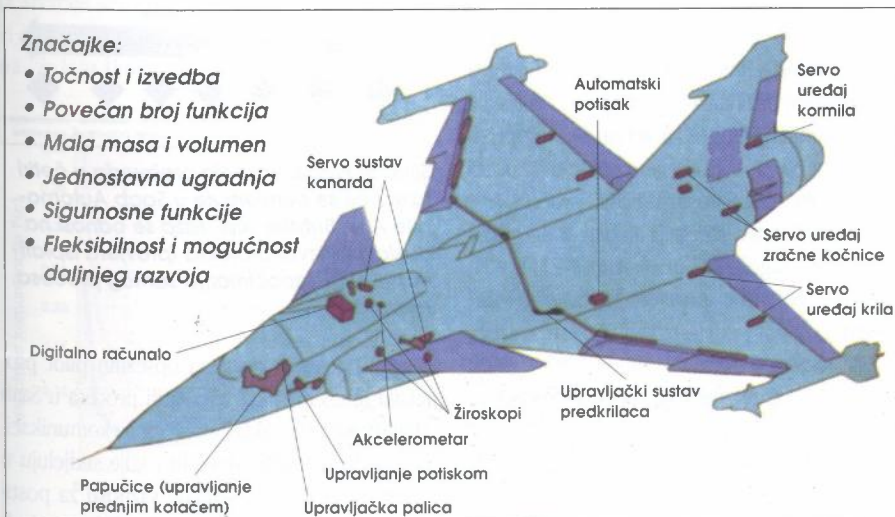
tekućim projektima kao i da osigura dugoročnu učinkovitost, kakvoću i snažne metode i alate za razvoj uz kompetenciju za njihovo korištenje. Kako bi se ti ciljevi postigli neophodan je model

upravljanja projektom, koji se često naziva i model rukovođenja programom (sl. 4). Takav model sastoji se od bar tri temeljna dijela:

1. Model donošenja odluka kojim se vodi

Značajke:

- Točnost i izvedba
- Povećan broj funkcija
- Mala masa i volumen
- Jednostavna ugradnja
- Sigurnosne funkcije
- Fleksibilnost i mogućnost daljnjeg razvoja



Slika 3. Elektronički sustav upravljanja letom zrakoplova JAS-39 Gripen je multidisciplinarni sustav koji u sebi integrira tehnologije kao što su mehanika leta, aerodinamika, strukturalna mehanika, hidraulika, teorija upravljanja, elektronika, računala i korisnička (man-machine) sučelja. Takva integralna podloga, posebice korištenje računala i programske opreme, omogućila je dodavanje novih funkcija, pružajući fleksibilnost, zališnost i mogućnost naknadne dogradnje

građevinarstvo); električnih strojeva, komunikacijskih sustava i sl. (electrical/electronic engineering - elektrotehnika/elektronika); ili zrakoplova (aircraft engineering), tj. na svekolikom području koje pokrivaju tehničke znanosti. Kako se vidi iz ove definicije, ne može se staviti znak jednakosti između pojmov inženjering (engineering) i projektiranje (design) jer se, između ostalog, i u izvorniku između ta dva pojma čini jasna distinkcija. U engleskom izvorniku se, nadalje, i za proces projektiranja i za njegov rezultat koristi isti pojam, *design*, no ja sam u prijevodu tamo gdje se taj pojam rabi za označavanje procesa koristio *projektiranje*, a za rezultat procesa projektiranja činilo mi se uputnim iskoristiti izvorni pojam *dizajn*, što znači da se projektiranjem dobiva dizajn sustava ili proizvoda koji će se u procesu proizvodnje (manufacturing) i fizički proizvesti.

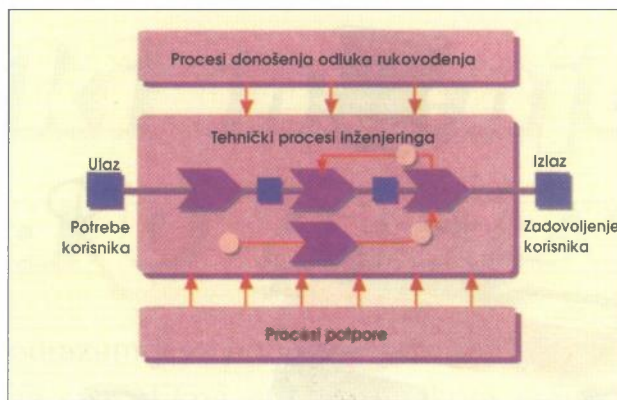
Između različitih vrsta inženjeringa, ovaj članak se usredotočuje na *inženjering sustava* (systems engineering). Inženjering sustava je relativno novi pojam i definira se na različite načine. Prema američkom vojnom standardu MIL STD 499A, "Inženjering sustava predstavlja ulaganje znanstvenih i inženjerskih napora za:

a) Pretvorbu operativnih potreba u opis potrebnih parametara performansi sustava i konfiguraciju sustava korištenjem interaktivnog procesa definicije, sinteze, raščlambe, projektiranja, testiranja i provjera;

b) Integraciju odgovarajućih tehničkih parametara i osiguranje međusobne kompatibilnosti (sukladnosti) svih fizikalnih, funkcionalnih i programskih sučelja na način da se optimizira sveukupna definicija sustava i njegov dizajn;

c) Integriranje pouzdanosti, mogućnosti održavanja, sigurnosti, sposobnosti preživljavanja, ljudskog tehničkog i sličnih čimbenika u sveukupna inženjerska nastojanja za zadovoljenje ciljeva definiranih cijenom, rokom i tehničkim performansama."

Iz definicije je jasno da je sve navedene čimbenike (i one koji nisu mogli stati u definiciju) nemoguće sagledati i optimizirati ako se složeni, integrirani sustav na visokoj tehnološkoj razini, kakav je na primjer borbeni zrakoplov, ne sagleda u cijelosti, tijekom svekolikog životnog vijeka i s različitih aspekata, što nas dovodi do ključnog



Slika 4. Tehnički proces inženjeringa definira se kao serija iterativnih operativnih događaja (koji se po mogućnosti obavljaju usporedno) potrebnih da bi se proizveo zahtijevani izlaz. Za razvoj cjelovitog sustava u specifičnom projektu, više procesa spaja se zajedno u strukturu (hijerarhijsku ili mrežnu) koja pokriva razvoj cijelog sustava

rukovođenje tijekom svih faza projekta.

2. Definicija tehničkih procesa (inženjeringa) s, uglavnom, hijerarhijskom i iterativnom strukturom, za potrebe operativnih radova inženjeringa.

3. Procesi potpore, koje čine uglavnom administrativne rutine i sustavi potrebni u projektu.

Slika 5 prikazuje primjer modela rukovođenja programom (na najvišoj razini apstrakcije) koji je Saab Automobile AB uspješno koristila u razvoju automobila Saab 900. Sličan se model primjenjuje i u Saab Military Aircraft. Ostatak tog poglavlja odnosi se na najvažniji dio tog modela: Tehničke procese (inženjering).

Proces inženjeringa definira se kao serija iterativnih³ operativnih događaja, koji se po mogućnosti odvijaju usporedno, potrebnih da bi se proizveo zahtijevani izlaz (sl. 4). Ti se procesi mogu svrstavati tako da predstavljaju tehničke procese na višoj razini apstrakcije. Nastavljajući tako, moguće je izgraditi model kompletnog procesa inženjeringa potrebnog za razvoj proizvoda, od idejnog rješenja (konceptije) do ispitivanja i verifikacije.

Vođenje procesa

Vođenje procesa predstavlja razvoj i stalno poboljšavanje tehničkih procesa ili inženjeringa na različitim razinama apstrakcije. Obavlja ga interdisciplinarni (cross-functional) tim predvođen imenovanim nositeljem procesa (process owner). Po mogućnosti, nositelj procesa je i rukovoditelj specifične djelatnosti, odgovoran za njezinu dugoročnu učinkovitost i kakvoću. Slika 11 pokazuje primjer procesa u inženjeringu izgradnje zrakoplovnih sustava na razini podsustava.

Neke važne značajke vođenja procesa su sljedeće:

1. Procedura koja za cilj ima definiciju procesa je također procedura projektiranja. Prema tome i na nju se mogu primijeniti metode projektiranja koje se obrađuju u daljnjem tekstu.

2. Alati za razvoj koji su na raspolaganju projektantima utječu na oblik procesa razvoja. Na primjer, proces razvoja u kojem se koriste CAD⁴ i FEM⁵ programi razlikovat će se od proce-

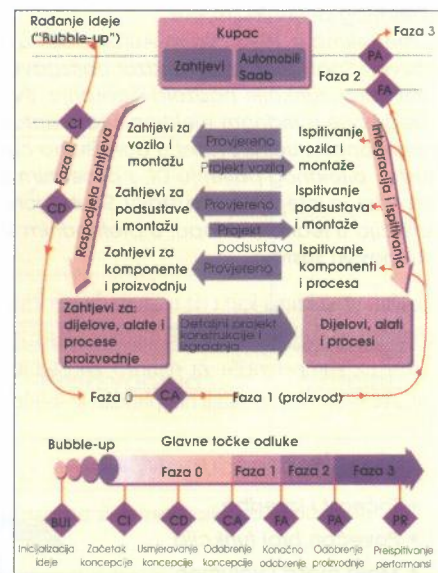
sa u kojem se takvi alati ne koriste.

3. Definicije (opisi) pojedinih procesa su blokovi od kojih voditelji projekta izgrađuju operativne strukture svojih specifičnih podprojekata.

4. Inženjeri dodijeljeni projektu rade u skladu s definiranim procesima.

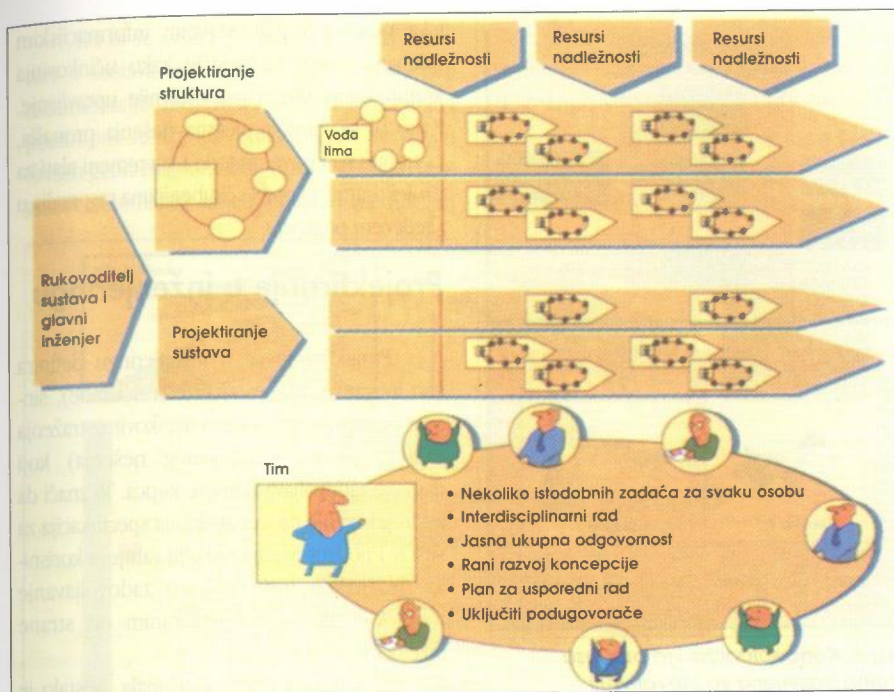
5. Zbog učinkovitosti, procesi moraju biti tako dizajnirani da se svojom fleksibilnošću mogu prilagoditi različitim tipovima i veličinama projekata i tvrtki.

6. Procesi se stalno razvijaju i unapređuju radi postizanja dugoročne učinkovitosti i kakvoće.



Slika 5. Proces razvoja proizvoda u četiri faze koji se primjenjuje u Saab Automobile AB. "Bubble-up" faza se odnosi na poslovni razvoj projekta (provjera isplativosti) prije započinjanja samog procesa razvoja

Na temelju rezultata opsežnih pilot projekata reinženjeringa poslovnih procesa u Saab Military Aircraft, zaključeno je da je komunikacija između tehničkih disciplina koje sudjeluju u inženjeringu bila od kritične važnosti za postizanje učinkovitosti u radu. Razlog tome je visok stupanj integracije i interdisciplinarna priroda sustava koji se razvijaju. Profesori Nam P. Suh i Thomas J. Allen (oboje s MIT⁶) su, svaki za sebe, stavili naglasak na neke bitne točke ove problematike koje su slične zaključcima izvučenim iz



Slika 6. Organizacija inženjeringa u umreženim (cross-functional) interdisciplinarnim timovima za razvoj proizvoda. Operativni rukovoditelji (OM) i vođe timova odgovorni su za kratkoročno rukovođenje projektom. Funkcionalni rukovoditelji (po mogućnosti i nositelji pojedinih procesa) usredotočuju se na dugoročna pitanja rukovođenja osiguravajući odgovarajuće metode i alate te kompetenciju (nadležnost) za procese i inženjering

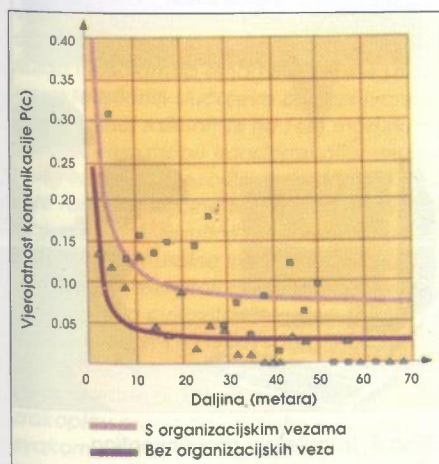
ovih pilot projekata reinženjeringa.

Dva pravila projektiranja

Dva pravila projektiranja ili aksiomi, koji su temelj Suhovog aksiomatskog pristupa projektiranju (AAD - Axiomatic Approach to Design) korisni su i u projektiranju organizacija koje se bave inženjeringom. Ta dva aksioma su: zadržati nezavisnost između funkcija i minimizacija informacija potrebnih za obavljanje posla (o tome će biti više govora u sljedećem poglavlju). Kako bi se održala nezavisnost između pojedinih funkcija, stvaraju se interdisciplinarni inženjerski timovi (vidi sl. 6). Svakom se od timova zadaje posebna zadaća koja se ne smije poklapati sa

zadacima zadanim drugim timovima. Nekoliko takvih nezavisnih timova istodobno rade na procesu inženjeringa sustava za isti proizvod. Na primjer, razvoj tijela zrakoplova obavljaju interdisciplinarni timovi i podtimovi koji se sastoje od dizajnera strukture, dizajnera instalacije sustava, inženjera za raščlambu naprezanja, dizajnera alata i inženjera za pripremu proizvodnje.

Prema drugom Suhovu aksiomu, informacije potrebne za obavljanje poslova trebaju se minimizirati. To se događa kad su informacijski tokovi unutar i između timova jednostavni i što je moguće izravniji, čime se smanjuje zavisnost i neproduktivni rad. Slični važni zaključci otkrivaju se i u opsežnoj studiji koju je napisao profesor Thomas J. Allen: zemljopisna bliskost i organizacijske veze utječu na vjerojatnost komunikacije (slika 7). Na rukovoditelja inženjeringa ta činjenica ima dva bitna utjecaja. Prvo, članovi istog interdisciplinarnog tima moraju raditi na istoj lokaciji. Unutar svakog tima inženjeri moraju biti svrstani u skladu s potrebnom količinom i učestalošću komuniciranja. Drugo, inženjeri iste discipline moraju pripadati istoj funkcionalnoj organizaciji, s komunikacijom manje učestalosti i na dulji rok. Time se postiže dugoročna inženjerska (stručna) kompetencija unutar djelatnosti. Kad se sve to zbroji, rukovođenje inženjeringom na način kako je to dosad prikazano, je način da se osigura kako kratkoročna, tako i dugoročna učinkovitost i kakvoća u razvoju složenih, visokointegriranih proizvoda visoke tehnološke razine. Kratkoročna učinkovitost i kakvoća osiguravaju se modelom upravljanja projektom i interdisciplinarnim timovima na



Slika 7. Vjerojatnost komunikacije kao funkcija udaljenosti unutar inženjerskih organizacija s i bez organizacijskih veza (spona)

pojma navedenog i u naslovu članka (holistički).

Holizam je svaka doktrina koja sustavu pridružuje značajke preko i iznad onih koje posjeduju njegovi dijelovi i njihova organizacija. U medicini je to, npr., liječenje bolesti uzimajući u obzir svekoliko stanje osobe koja se liječi (kao u kineskoj medicini npr.). U tehnici (inženjeringu) holistički pristup predstavlja takav pristup problemu razvoja složenih sustava kojim se sustav (proizvod) sagledava u svim njegovim protežnostima (kakvoća, pouzdanost, cijena, učinkovitost, pogodnost rukovanja i održavanja, itd.) i to u svekolikom životnom vijeku proizvoda, od najranijih faza njegova razvoja, pa sve do njegova povlačenja iz uporabe. Poznata je činjenica, koju iskusni inženjeri (projektanti) dobro znaju, da skup optimalnih podsustava ne jamči da će sustav nastao njihovom integracijom također biti optimalan. Kad se ta činjenica izgubi iz vida projektiranju složenih sustava se prilazi na način da se "istjeruju" najbolje performanse iz svakog pojedinog podsustava ne sagledavajući sustav u cjelini kako bi se pogodnim metodama sučeljavanja pojedinih, makar i podoptimalnih podsustava, na razini sustava postigla primjerena kakvoća i učinkovitost. Tako se npr. može dogoditi da se na istu funkcionalnu platformu ugrade oružja većeg dometa od onog kojeg imaju senzori pomoću kojih se njima upravlja, ili pak da se od jednog dijela sustava zahtijeva vrijeme reakcije ili točnost koju neki drugi dio sustava u procesnom lancu ne može nikako postići.

Interdisciplinarna priroda suvremenih složenih sustava visoke tehnološke razine zahtijeva da se njihovom razvoju pristupi u organizaciji koja, osim mjerodavnih disciplina (competence resources) ili djelatnosti za svako od uključenih tehničkih područja, posjeduje i odgovarajuću rukovodnu (organizacijsku) strukturu koja će moći pratiti i usmjeravati procese inženjeringa unutar interdisciplinarnih (cross-functional) timova koji razvijaju pojedini podsustav. Članak, izvorno objavljen u "Military Technology" u svibnju 1995. u velikoj mjeri pozornost usmjerava baš na to područje.

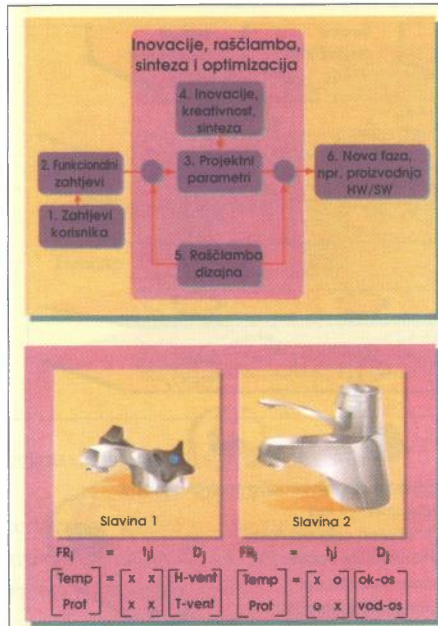
Na slici 5 članka, na kojoj je prikazana struktura procesa proizvodnje automobila Saab, moguće je uočiti tri razine upravljanja - regulaciju, upravljanje i vođenje procesa, iako se one

nigdje eksplicitno ne spominju jer su vjerojatno identificirane i provjerene kroz proizvodnu praksu i kao takve uzimaju se zdravo za gotovo. Osobno mislim da na njih treba usmjeriti posebnu pozornost iz jednog vrlo jednostavnog razloga. Svaka razina upravljanja (rukovodenja) karakterizirana je određenim stupnjem *krutosti strukture*, i što se tiče projektnih rješenja (dizajna) i što se tiče procesa upravljanja (rukovodenja).

Na razini inženjeringa podsustava ili komponenti (u Saab-u) struktura mora biti vrlo kruta: stroga ulazno/izlazna kontrola, čvrsto definirani procesi, tehnologija i standardi proizvodnje koji se ne mijenjaju tako često i naglo. U tu bih razinu bio sklon smjestiti i sve sustave i procese potpore (slika 4 članka). Tu razinu prigodom raščlambi sustava uobičajeno identificiram kao razinu *regulacije*, jer se pod pojmom regulacije obično podrazumijeva zadržavanje tijeka procesa u strogo definiranim granicama postavljenim s razine upravljanja.

Na sljedećoj razini *upravljanja*, u užem smislu tog pojma, ili integracije (podsustavi i montaža), nužna je manja krutost strukture jer je na ovoj razini potrebno unijeti stanovitu dozu inovativnosti zbog iznalaženja novih rješenja za ispunjenje tehničkih zahtjeva pristiglih s razine vođenja. Fleksibilnost je potrebna i u pogledu primjene novih alata i metoda inženjeringa kojima se postiže veća učinkovitost procesa projektiranja i ukupna kakvoća integriranog proizvoda. Optimizacija se provodi na ovoj razini (ne postoji pojam optimalna regulacija ili optimalno vođenje), i to učinkovitijom uporabom (integracijom) podsustava ili komponenti s razine regulacije.

Na razini *vođenja* potrebna je najveća moguća fleksibilnost strukture kako bi se moglo odgovoriti na vrlo često i nepredviđene zahtjeve korisnika. Pristup projektiranju na ovoj razini mora biti u potpunosti otvoren novim idejama, prilagodljiv konkretnim potrebama i zahtjevima kupca, ali uz odlično poznavanje stvarnih mogućnosti i ograničenja vlastitog sustava s *razine upravljanja* inženjeringom, kako se kupcu ne bi nudila rješenja koja je nemoguće u ugovorenom vremenu i cijeni proizvesti. Namjerno sam naglasio poznavanje samo razine upravljanja, jer bilo kakvo direktno upravljanje regulatorima s razine vođenja, po mojem dubokom uvjerenju i iskustvima, neminovno dovo-



Slika 8. Konceptualizacija procesa dizajna, razvijena za inovativni i aksiomatski dizajn. Nakon što se zahtjevi korisnika pretvore u funkcionalne zahtjeve, nastavlja se s procesom raščlambe, sinteze i optimizacije (faze 3, 4 i 5). U tom iterativnom procesu, inženjeri mogu učinkovito koristiti potporu novih metoda i alata. Na tom primjeru se aksiomatski pristup dizajnu (AAD) koristi za razmatranje dva različita dizajna slavine za vodu. Funkcionalni zahtjevi (FR_i) su određena (x) temperatura ($Temp$) i protok ($Prot$) vode. U slavini 1 postoji međusobna zavisnost između funkcionalnih zahtjeva za odabrane projektne parametre D_j (ventil za hladnu-H i toplu-T vodu). Do ispunjenja postavljenih zahtjeva moguće je tim rješenjem doći tek nakon niza prilagođavanja (iteracijom). U slavini 2, projektni parametri (Okomita i Vodoravna os) su tako odabrani da se postigne nezavisnost između funkcionalnih zahtjeva (dijagonalna matrica f_{ij}), pa je svaki traženi protok i temperatura vode jednoznačno određen dvoprotežnim položajem ručice, tj. funkcionalni zahtjevi se mogu ispuniti bez iteracija

istoj lokaciji. Dugoročna učinkovitost i kakvoća pretpostavlja stalno poboljšanje tehničkih (inženjerskih) procesa, tehnologija i kompetentnosti inženjera unutar djelatnosti. To je u nadležnosti rukovoditelja funkcionalnih organizacija različitih disciplina koje sačinjavaju inženjering.

Nadalje, primjenom holističkog pristupa, otvaraju se velike mogućnosti za unapređenja u kakvoći i skraćanje vremena potrebnog za svaki pojedini ciklus u projektiranju (smanjenje je moguće postići i do razine ispod 50 posto prijašnjeg vremena). Važno je napomenuti kako se sa smanjenjem vremena trajanja ciklusa kakvoća rada čak i povećava. Kako bi se smanjilo vrijeme trajanja pojedinih projektantskih ciklusa, moraju se pronaći jednostavna organizaci-

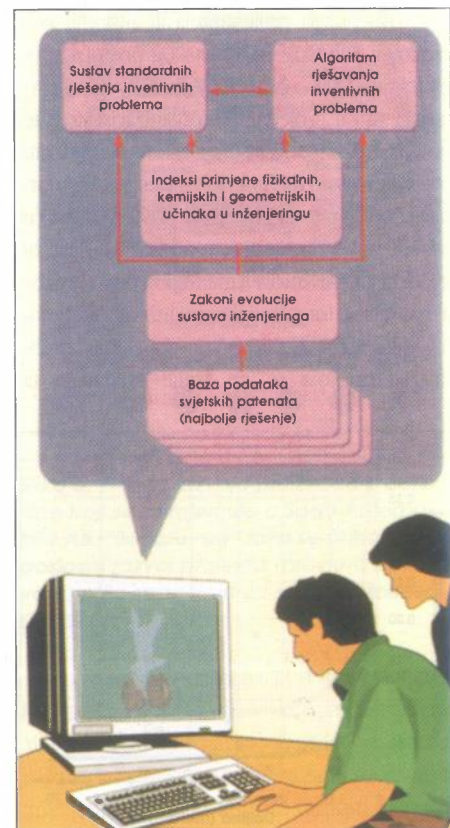
jska rješenja s jednostavnim informacijskim tokovima. Time se postiže kako učinkovitija komunikacija tako i jednostavnije upravljanje. Kako bi se takva projektna rješenja pronašla, potrebne su i nove metode i suvremeni alati za projektiranje. O tim se čimbenicima raspravlja u sljedećem poglavlju.

Projektiranje u inženjeringu

Projektiranje se u inženjeringu definira kao inovativni proces analize (raščlambe), sinteze i optimizacije, s ciljem učinkovitog traženja dizajna sustava (projektnog rješenja) koji najbolje zadovoljava zahtjeve kupca. To znači da je projektiranje proces stvaranja specifikacija za sustav i podsustave na temelju zahtjeva korisnika, te, nakon toga, njihovo zadovoljavanje tehničkim rješenjima odabranim od strane inženjera.

Zahvaljujući uporabi računala, postalo je moguće primijeniti napredne teorije i metode te stvoriti alate koji pomažu inženjerima u raščlambi i sintezi različitih rješenja sustava.

Za ispitivanje različitih rješenja sustava, na raspolaganju stoje mnogi alati za stvaranje digitalnog modela proizvoda, a koriste se za simulaciju strukturalne izgrađenosti i fizikalnog ponašanja zamišljenog proizvoda. Na primjer, važni alati za strukturalno projektiranje su CAD i FEM sustavi (programi).

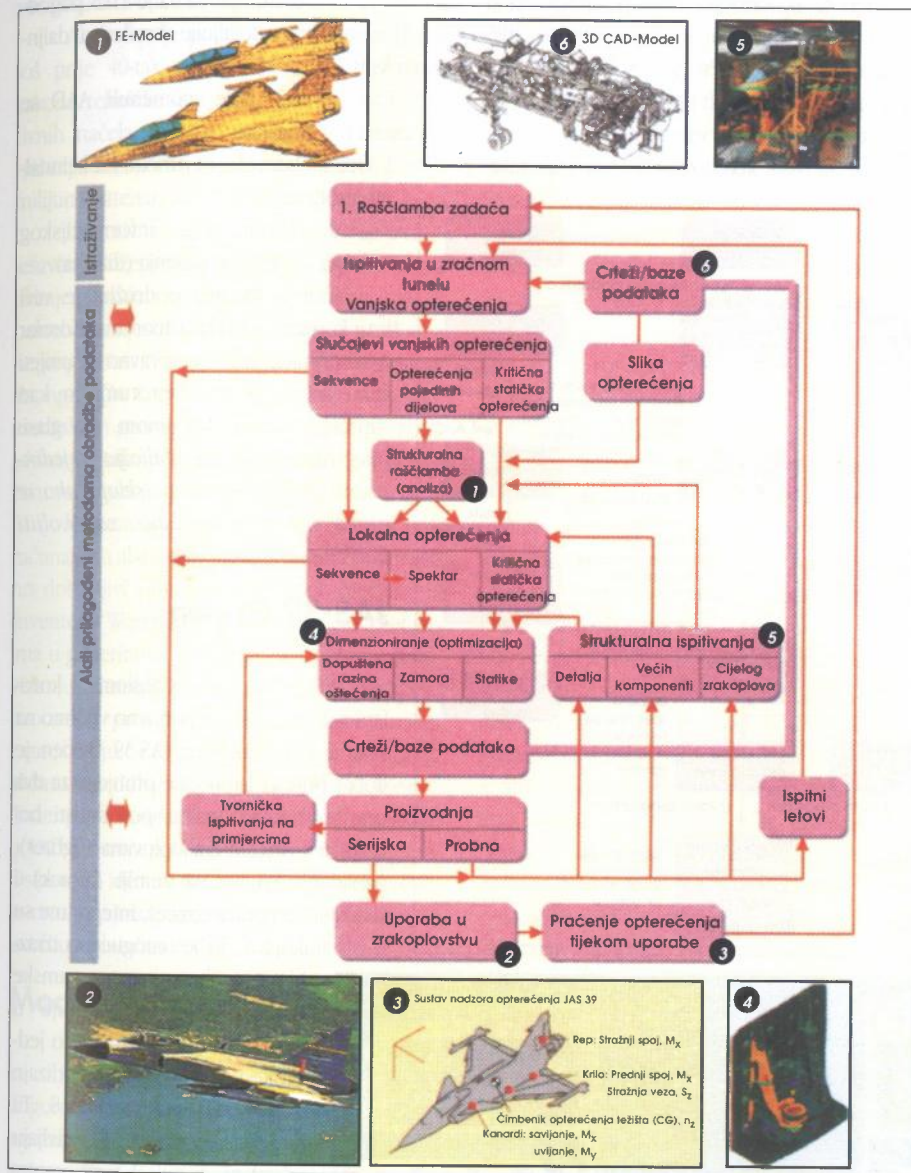


Slika 9. Izumiteljski stroj (Invention Machine), temelji se na teoriji o rješavanju inventivnih problema (TIPS) i čini se da predstavlja učinkovit alat za potporu inženjerima u procesu inovativnog dizajna

Da bi se simulirali izgled i smještaj struktura i sustava već u ranoj fazi razvoja, radi racionalizacije razmjesta, koristi se digitalni prototipni razvoj uz pomoć CAD sustava i drugih geometrijskih alata. Nekim se od tih programa automatski mogu ispitati i međusobni

utjecaji te prostorna sukobljavanja između struktura, tako da su projektanti oslobođeni rutinskih poslova provjere i imaju više vremena za kreativniji rad na višem stupnju apstrakcije.

Vrijedna alatka u simulaciji velikog broja fizikalnih pojava i ponašanja struktura je i FEM.



Slika 10. Modelski koncept za inženjering naprezanja u razvoju tijela zrakoplova. Obavljanjem raščlambе zadatka zrakoplova u uporabi stvaraju se temelji za određivanje vanjskih opterećenja. Ispitivanja u zračnom tunelu, računska raščlamba dinamike fluida i raščlamba dinamike koriste se za sastavljanje vanjskih opterećenja i definiciju karakterističnih slučajeva opterećivanja. Ta se vanjska opterećenja primjenjuju u strukturalnoj raščlambi na FEM modelu strukture zrakoplova. FEM modelom se vanjska opterećenja mogu transformirati u unutarnja naprezanja strukture. Interne funkcije (sekvence) naprezanja, frekvencijski spektri naprezanja i kritična statička naprezanja iz te raščlambе čine temelje za dimenzioniranje pojedinih komponenti tijela zrakoplova. Ti rezultati čine i podlogu koja se koristi u optimizaciji strukture. Kako se strukturalne komponente proizvode, neki se detalji i komponente ispituju radi verifikacije. Rezultati ispitivanja uspoređuju se s onima iz analitičke faze. Jedno se proizvedeno cjelovito tijelo zrakoplova koristi za statička ispitivanja, a drugo za ispitivanja zamora tvoriva i podnošljivih granica oštećenja. Tijekom ispitnih letova gotovog zrakoplova opterećenja se mjere i u naravi. Izmjerena se opterećenja uspoređuju s ulaznim (proračunatim) u fazi projektiranja. Kad se zrakoplov preda na uporabu u švedsko zrakoplovstvo, opterećenja se prate na svakom pojedinom zrakoplovu, a informacije se vraćaju u tvornicu i uspoređuju s onima na temelju kojih se radija raščlamba zadatka. Tako je razvijen holistički modelski koncept kojim se pokriva cijeli ciklus životnog vijeka zrakoplova. Takav koncept osigurava stalno povećanje kakvoće, zbog učinkovitog korištenja rezultata i iskustava dobivenih ispitivanjima i tijekom operativne uporabe proizvoda

di do katastrofalnih rezultata.

Nemoguće je u ovako ograničenom prostoru detaljnije obrazložiti tu ideju, a pitanje je da li pojedinac to može i sam učiniti ili je to posao koji je primjereniji za jedan interdisciplinarni tim koji bi jedini mogao sagledati sve različite aspekte ovakve organizacije. Na svakoj se razini, naime, prema ovakvoj raščlambi nalaze dijelovi djelatnosti koje naizgled nemaju nikakvih zajedničkih dodirnih točaka (hidraulika i elektronika, npr.) ali im je struktura jednakog stupnja krutosti, tj. koriste identične metode i kriterije u projektiranju. No već se i kod ovako površnog pogleda vidi da je nedopustivo primjenjivanje istih metoda i kriterija na različitim razinama upravljanja inženjeringom. Kad bi se na regulacijskoj razini radilo na isti način kao i na razini vođenja, rezultiralo bi to proizvodima sumnjive kakvoće i pouzdanosti, a kad bi se na razini vođenja pokušale primijeniti jednake metode rukovođenja kakve se koriste na razini regulacije, takva organizacija nikada ne bi iznjedrila nijedan novi proizvod.

Sve rečeno upućuje na složenost problematike, više razina promišljanja i apstrakcije, multidisciplinarnost koja zahtijeva pomnu pojmovnu klasifikaciju i izgradnju međusobnih komunikacijskih standarda između pojedinih disciplina (djelatnosti). Vidljivo je da se takva organizacijska struktura inženjeringa može primijeniti na razvoj svakog složenog sustava visokog stupnja integracije (u članku se s proizvodnje automobila gotovo neprimjetno prelazi na razvoj zrakoplova i obrnuto). Tim više je očita potreba za pokretanjem jednog programa koji bi se bavio problematikom kriterija, metoda, alata i procesa razvoja inženjeringa (inženjering inženjeringa), posebice u sklopu procesa oživljavanja proizvodnje i usluga kojima bi se Hrvatska približila visokorazvijenim zemljama, koje kao što vidimo, bez obzira što imaju razvijeni inženjering, i te kako rade na području njegova daljnjeg razvoja.

Josip PAJK

1. Učinkovitost = Produktivnost u jedinici vremena, tj. Izlaz podijeljen s (Ulaz x Vrijeme).
2. Kakvoća je mjera ispunjenja očekivanja (vremenski, funkcionalno, po cijeni, itd.).
3. Kad sam radio raščlambu pod pojmom podstava smatrao sam standardizirana, gotova, robusna rješenja koja se mogu uporabiti u sustavima različite namjene bez ikakve preinake (sustavi napajanja, sklopovski i programski moduli), dakle krute pouzdane i provjerene strukture.

Njime se omogućuje postizanje daleko veće kakvoće proizvoda već tijekom najranijih faza njegova razvoja.

CAD i FEM sustavi su se brzo udomačili i široko su korišteni u industriji. Međutim, ti se sustavi stalno trebaju razvijati kako bi im se kakvoća povećavala i njihova primjena proširila na nova područja.

Za sustave sa složenim funkcijama kao što su npr. oni hidraulički te sustavi za praćenje stanja u okruženju, alati za potporu mogu pomoći u projektiranju čvrstih i pouzdanih rješenja koja će zadovoljiti zahtjeve kupca. Čvrstoća i pouzdanost mogu se ispitati putem raščlambe modaliteta otkaza, raščlambe stabla otkaza, itd. Postoje alati kojima se može izgraditi i simulirati fizikalno ponašanje različitih tipova elemenata i podsustava, kao i sustavi za razvoj upravljačkog dijela sustava. Većina tih alata su komercijalno dobavljeni programski proizvodi koji se mogu iskoristiti za razvoj vlastitih alata prilagođenih konkretnoj aplikaciji.

Spomenuti alati su dobri za simulaciju fizikalnog ponašanja i strukturalne izgrađenosti, no nema mnogo dobrih alata koji bi mogli pružiti potporu inženjeru u vrlo važnoj ranoj (konceptualnoj) fazi procesa razvoja. Tradicionalno, školovanje i znanstvena istraživanja na tom području nisu baš jako rasprostranjena, za što se razlog vjerojatno može naći u pomanjkanju znanstvenih teorija na kojima bi se takva istraživanja temeljila.

Alati za projektiranje

Alati koji se koriste tijekom konceptualne (idejne) faze projekta često se nazivaju i alati za postizanje svekolike kakvoće (Total Quality tools) no u stvari se radi o alatima za projektiranje (Design tools). Neki od tih alata su:

QFD (Quality Function Deployment) za pronalaženje funkcija promjene kakvoće, SADT (Structural Analysis and Design Techniques), tj. tehnike za strukturalnu raščlambu i projektiranje, te različiti alati za projektiranje (Design): proizvodnje, spajanja, produktivnosti, itd. Jednom kad je odabrana koncepcija, ti alati omogućuju realizaciju

pouzdanog sustava visoke kakvoće. Međutim oni nisu od velike pomoći tijekom važnog, inovativnog dijela procesa projektiranja u kojem se pronalaze nova projektna rješenja i koncepcije.

Zanimljive metode koje se mogu koristiti u inovativnoj fazi (faze 3 i 4 na slici 8) su spomenuti aksiomatski pristup projektiranju (AAD), kojeg je razvio profesor Suh, te TIPS (Theory of Inventive Problem Solving) tj. teorija rješavanja inventivnih problema koju je razvio Henry Altshuller u bivšem Sovjetskom Savezu. AAD pruža okvir koji inženjera vodi s apstrakt-

nih, na sve detaljnije razine projektiranja. Postavlja pitanja koja omogućuju inženjeru da uoči stvarni problem koji je potrebno riješiti. Na kraju, od pomoći je u raščlambi između predloženih rješenja i izboru najprimjerenijeg. Međutim, AAD ne sintetizira rješenja (faza 4 na slici 8). Za tu zadaću, izgleda da je TIPS pogodniji. Te tvrdnje bit će detaljnije obrađene u daljnjem tekstu.

Kao što smo prije spomenuli, AAD se temelji na dva aksioma:

1. Održati nezavisnost između funkcionalnih zahtjeva.

2. Minimizacija informacijskog sadržaja projektnog rješenja (dizajna).

Tim aksiomima pridružen je veći broj korolar (izvoda) i teorema. Korolar 3, na primjer, važno je ispravno razumjeti kako se ne bi krivo protumačio kao suprotan s prvim aksiomom. On glasi: *Integrirati projektna obilježja u jedinstvenu fizikalnu cjelinu (sklop) ako se njime mogu nezavisno zadovoljiti funkcionalni zahtjevi.*

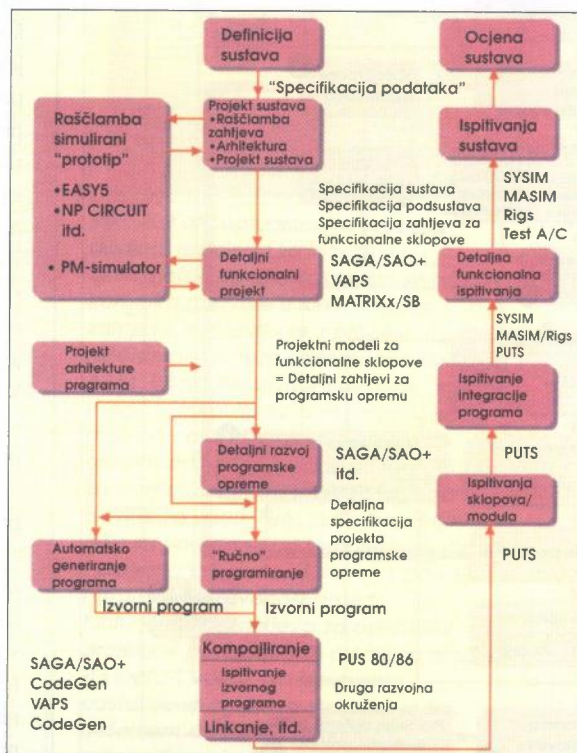
JAS-39 Gripen

Sukladnost prvog aksioma i korolar 3 je očita, ako se ponovno vratimo na slike 2 i 3. Zrakoplov JAS-39 Gripen je dobar primjer istodobne primjene ta dva pravila. Tri funkcionalne sposobnosti: boj u zraku s drugim zrakoplovima (fighter), napadanje ciljeva na zemlji (attack) i izvidanje (reconnaissance), integrirane su u isti zrakoplov. To je omogućeno izraz-

itim sposobnostima programske opreme koja se ugrađuje u računalni sustav. Drugi vrlo jednostavan i očit primjer je i dizajn slavine za vodu sa slike 8. Tu funkcionalni zahtjevi predstavljaju određeni protok i temperatura vode. Kako su se funkcionalni zahtjevi razvijali, tako se mijenjalo i projektno rješenje. Iz matrične jednadžbe za dizajn slavine br. 2 očito je da je matrica dijagonalna, što znači da je postignuta funkcionalna nezavisnost između dva funkcionalna zahtjeva.

U praksi, drugi aksiom znači da najbolji dizajn čini najjednostavnije rješenje koje zadovoljava postavljene funkcionalne zahtjeve.

AAD se temelji na provjerenim inženjerskim pravilima i u skladu je s načinom na koji su uspješni dizajneri vjerojatno oduvijek i djelovali. U globalu, te



Slika 11. Proces razvoja sustava zrakoplovne instrumentacije (avionics) koji također predstavlja modelski koncept.

Kao primjer može poslužiti digitalni prototipni model prednjeg upravljačkog panela zrakoplova JAS-39 Gripen prikazan na slici. Korištenjem digitalnog prototipnog razvoja, automatskog kodiranja (pisanja programskog kôda) i PM simulatora, postiže se drastično smanjenje u vremenu pojedinih ciklusa razvojnog procesa. EASY 5, MATRIX x/SB, NPCIRCUIT, ASA, SAGA/SA O+ i VAPS su programski paketi različitih proizvođača. PUS 80/86 je sustav za razvoj programske opreme, a PM Simulator, MASIM, SYSIM i PUTS su različiti tipovi simulatora

metode pomažu u poboljšanju kakvoće i učinkovitosti rada svih inženjera u jednoj organizaciji. Važno je napomenuti da se ta metoda može koristiti kako u projektiranju tehničkih sustava i procesa, tako i za dizajniranje rukovodnih i organizacijskih sustava i procesa, kako je već prije u ovom tekstu opisano.

Altshuller je počeo sa stvaranjem TIPS-a još prije 40-tak godina. Sastoji se od osam zakona tehničke evolucije, algoritama i inventivnih načela, te baze podataka s primjerima rješenja, koja je nastala na temelju raščlambe 1,5 milijuna patenata širom svijeta (slika 9).

Inventivna načela TIPS-a koriste se u razrješavanju inženjerskih konflikata kao što je, na primjer, zahtjev za velikom površinom koju je potrebno smjestiti u mali volumen, ili istodobna nepropusnost i propusnost (kod prodiranja fluida, npr.). On također pruža kolekciju fizikalnih, kemijskih i geometrijskih učinaka koji se mogu iskoristiti kako bi se uporabili resursi koji u sustavu već postoje.

Na temelju TIPS-a razvijen je veći broj računalskih alata koji su odnedavno i komercijalno dobavljeni kao što su Invention Machine ili Inventor's Workbench. Ti alati pomažu inženjerima u generiranju konceptualnih rješenja, predviđanju tehnološkog razvoja i razvoja pojedinih proizvoda, pronalaženju rješenja i slobodnijem razmišljanju. Prema tome TIPS ima mnogo sličnosti i dobar je dodatak AAD-u. Njegovi "inženjerski konflikti" su vrlo slični onome što se u AAD-u naziva povezanim (zavisnim) dizajnom. Osim toga, idealno rješenje kako ga opisuje TIPS je ono s najmanjim sadržajem informacija govoreći u terminima AAD.

Modelska koncepcija

Jedno od važnih pitanja u postizanju dugoročne učinkovitosti i kakvoće razvoja je pronalaženje strategije razvoja procesa inženjeringa. Kao što je prije spomenuto, rješenja dizajna procesa pod utjecajem su postojeće tehnologije i raspoloživih metoda i alata. Važan aspekt holističkog pristupa kojeg primjenjuje Saab Military Aircraft je i "modelska koncepcija" koja je u stvari strategija za postizanje učinkovitosti procesa razvoja proizvoda.

Kako bi se obavio učinkovit rad visoke kakvoće tijekom rane faze projektiranja, neophodno je simulirati ponašanje sustava i verificirati njegovu funkcionalnost. Računalski model za simulaciju visoke kakvoće (digitalni prototip) je snažni inženjerski alat koji se može koristiti tijekom čitavog operativnog vijeka proizvoda. Modelska koncepcija oslanja se na računalski prototipni razvoj i simulaciju. Prema toj strategiji svaki rukovoditelj inženjeringa za procese unutar podsustava (nositelj procesa) treba razvijati i stalno poboljšavati model koji simulira ponašanje sustava.

Slika 10 prikazuje modelsku koncepciju za dio procesa koji se odnosi na inženjering napreznjaka struktura. Ta koncepcija je holistička i integrira cijeli sustav (u ovom slučaju tijelo zrakoplova), a obuhvaća cijeli ciklus životnog vijeka proizvoda. Osobito je važno koristiti i pohranjivati povratne informacije iz različitih faza životnog vijeka proizvoda. Na primjer rezultati ispitivanja i operativne uporabe uspoređuju se s raščlambama i rezultatima simulacije. Ako postoje razlike, modeli i metode za računalsku raščlambu i projektiranje (FEM, metode za provjeru napreznjaka i lomova, itd.) se ispravljaju. Te povratne informacije utječu i na istraživačke programe, te iniciraju razvoj novih metoda i alata. Na taj način smo u inženjering ugradili stalno povećanje kakvoće i učinkovito iskoristili rezultate i iskustva stečena ispitivanjem i operativnom uporabom proizvoda.

Kako se simulacijski ili računalski model prototipnog razvoja poboljšava i verificira, pruža se mogućnost redukcije količine skupih, dugotrajnih ispitivanja gotovog proizvoda tijekom kasnijih faza u procesu njegova razvoja. Model veće kakvoće omogućuje korištenje grubljih matrica ulaznih parametara za ispitivanja jer se ponašanje u međuprostoru između ispitnih točaka može interpolirati. Na taj način proces postaje učinkovitiji. Osim toga, pouzdani model sa sposobnostima simulacije omogućuje sigurnije proširenje sustava na nove funkcionalne prostore, proširujući mu područje primjene, tj. raspon zadaća za koje se proizvod može uporabiti u smislu njegovih funkcionalnih dostignuća.

Slika 11 pokazuje proces razvoja, uključujući i modelski koncept, za sustave zrakoplovne instrumentacije (avionics). U razvoju proizvoda tijekom pilot (probnih) studija, smanjenja vremena pojedinih funkcionalnih ciklusa su postignuta već u ranoj iterativnoj fazi razvoja. Projekt prednjeg upravljačkog panela na zrakoplovu JAS-39 Gripen je jedan takav primjer. Korištenjem alata za izradbu digitalnih prototipova, automatskog programskog kodiranja i PM simulatora⁶, izgleda da je moguće u velikoj mjeri smanjiti vremena obavljanja pojedinih korisničkih funkcija.

Zaglavak

Razvoj i proizvodnja naprednih visokointegriranih proizvoda visoke tehnološke razine zahtijeva velika ulaganja. Zbog toga je od sve veće važnosti koncentrirati napore na ranu, konceptualnu fazu njihova projektiranja. Kako bi se postigla primjerena kakvoća radova tijekom te faze, važno je razviti simulacijske sposobnosti i koristiti napredne metode i alate za projektiranje. Metode kao što su AAD i TIPS čine se obećavajućim. Osim toga, potreban je i odgovarajući stil rukovođenja inženjeringom (uključujući tu i vođenje procesa).

Visokointegrirani sustavi zahtijevaju holistički pristup, koji će uskladiti primjenu naprednih metoda i alata s primjerenim stilom rukovođenja.

Važno je također posjedovati i strategiju za stalno povećanje učinkovitosti procesa razvoja proizvoda. U njezinom središtu nalazi se modelska koncepcija kojim se postižu kratkoročna kakvoća i učinkovitost u procesu razvoja proizvoda. To se postiže računalskim prototipnim razvojem i simulacijom, korištenjem i pohranjivanjem povratnih informacija o proizvodu u svim fazama njegova životnog vijeka i stalnim poboljšavanjem kakvoće projektiranja.

Nadalje, potrebno je također obavljati istraživanja i izobrazbu u novim teorijama projektiranja, metodama i alatima. Novi modeli rukovođenja, organizacije i komunikacije spojeni s tehnologijom inženjeringa su također neophodni. Na kraju, cjelovit program radova na istraživanju projektnog inženjeringa i izobrazbe mora se ustrojiti da bi se unaprijed mogli prilagoditi novim situacijama uzrokovanih visokim stupnjem integracije koji karakterizira suvremene sustave.

Izvornik: Billy Frederikson "Holistic Systems Engineering in Product" - Military Technology 5/95

Autor ovog članka postao je magistar strojarstva godine 1969. na Tehnološkom sveučilištu Chalmers. Sedam godina nakon toga doktorirao je na Institutu za tehnologiju Sveučilišta Linköping, gdje je radio kao profesor mehanike čvrstih tijela i čvrstoće tvoriva. U tvrtku Saab Aircraft došao je 1978. na čelo Odjela za kontrolu napreznjaka koji je vodio do 1987. Trenutačno je potpredsjednik inženjeringa i tehnički direktor Saab Military Aircraft. Član je Švedske kraljevske akademije tehničkih znanosti i Međunarodnog vijeća zrakoplovnih znanosti.

1. U izvorniku se koriste pojmovi management i control s, na prvi pogled, jednakim značenjem. U prijevodu se control uvijek zamjenjuje terminom upravljanje, tj. direktnom stalnom prisutnošću i utjecajem na proces, a management, zavisno od konteksta, s rukovođenje ili vođenje koje se pojednostavljeno može opisati kao povremeni utjecaj na proces po potrebi, putem naloga (zapovijedi, sugestija i slično)

2. Cijenu proizvoda u njegovom životnom ciklusu (Life Cycle Cost) ne čini samo ugovorena cijena s proizvođačem koju kupac jednokratno isplaćuje prigodom njegova preuzimanja i u koju su uračunati troškovi razvoja raspodijeljeni po broju istih proizvoda u seriji, već i ostali naknadni troškovi, npr. održavanja proizvoda tijekom njegove operativne uporabe, izobrazbe rukovalaca, itd., te, što se često zaboravlja, i troškovi njegova povlačenja iz operativne uporabe koji mogu biti vrlo veliki, osobito za minsko-eksplozivne naprave

3. U inženjeringu iteracija podrazumijeva višestruko ponovljeno korištenje iste metode primjenom novih ili prije toga proračunatih podataka⁴. CAD - (Computer-Aided Design) Dizajn (projektiranje) mehaničkih struktura uz pomoć računala⁵. FEM - (Finite Element Method) Numerička raščlamba značajki struktura sastavljenih od konačnog broja čimbenika (elemenata)

6. MIT - Massachusetts Institute of Technology⁷. PM = Presentation and Manouvering (Prikaz i manevriranje)

ORGANIZACIJA FRANCUSKE VOJNE INDUSTRIJE (IX. dio)

DCAé - Uprava za konstrukciju zrakoplova

Razvoj zrakoplovstva u Francuskoj počeo je u I. svjetskom ratu. Do ekspanzije razvoja dolazi između dva svjetska rata nakon pojave prvih komercijalnih zrakoplova. U to vrijeme, francuska je vlada u sustav obrane počela uvoditi strukture za management i nadzor tehničkih aktivnosti na polju zrakoplovstva te strukture za nadzor zrakoplovne industrije. Metode i sposobnosti koje su tada utemeljene i stvorene vodile su kreiranju Uprave za konstrukciju zrakoplova (franc., Directions des Constructions Aéronautiques, skraćeno DCAé)

Berislav ŠIPICKI

Uprava za konstrukciju zrakoplova odgovorna je za konstrukciju, razvoj, tehnička testiranja i proizvodnju vojnih zrakoplova i zrakoplovne opreme za potrebe sva tri oružana vida kao i Žandarmerije. Do danas ova je uprava provodila studije s ciljem usvajanja najpogodnije opreme i aranžmana za svoju proizvodnju koju provodi vojna industrija. Ona organizira tehničku potporu za opremu koja ulazi u operativnu uporabu kao i industrijske remonte zrakoplova te opskrbu pričuvnim dijelovima.

Nije potrebno posebice naglašavati da DCAé funkcionira usko surađujući s ostalim DGA upravama: s DME na polju raketa za lansiranje iz zraka, s DSTI na polju oružničkih sustava namijenjenih za naoružavanje zrakoplova i vrtoleta, s DCN na polju zrakoplova s fiksnim krilima te zrakoplova s rotirajućim krilima namijenjenih za uporabu na brodovima nosačima zrakoplova kao i na polju vrtoleta namijenjenih za uporabu na drugim tipovima plovih jedinica, kao i s upravom DRET na polju **planiranja za budućnost**.

DCAé-ovo se polje djelovanja također proširuje i na razvoj i proizvodnju opreme za civilne zrakoplove, kroz predstavništvo Ministarstva transporta i Ministarstva unutarnjih poslova (Direkcija za sigurnost civilnog zrakoplovstva). U ovom okviru, DCAé ima ulogu na polju usmjeravanja i managementa konstrukcijskih i razvojnih programa kao i na polju certifikacije zrakoplova.

Napokon, DCAé ima tri industrijska pogona odgovorna za remont i održavanje vojnih zrakoplova, njihovih motora i opreme. Ti su pogoni također odgovorni za specijalne instalacije, odnosno za instaliranje specijalnih tipova opreme i naoružanja prigodom modernizacije ili proširenja uloge pojedinih tipova letjelica. Njezine su, dakako, glavne uloge one koje su

Prototip mornaričke inačice borbenog zrakoplova Rafale tijekom testiranja slijetanja na nosač zrakoplova Foch



povezane s planiranjem za budućnost i managementom programa.

Organizacija i kapaciteti

Da bi ispunila svoje zadatke na polju planiranja za budućnost i managementa programa, DCAé ima dva tehnička servisa - Tehnički servis zrakoplovnih programa (franc., Service Technique des Programmes Aéronautiques, STPA) i Tehnički servis za telekomunikacije i zrakoplovnu opremu (franc., Service Technique des Télécommunications et des Équipements Aéronautiques, STTE), tri središta za testiranje - Središte za testiranje u letu (franc., Centre d'Essais en Vol, CEV), Središte za testiranje motora (franc., Centre d'Essais des Propulseurs, CEPr) i Zrakoplovno središte za testiranje u Toulouseu (franc., Centre d'Essais Aéronautiques de Toulouse, CEAT). Industrijske

zadace dodjeljuju se aeronautičkim industrijskim radionicama (franc., Ateliers Industriels de l'Aéronautiques, AIAs) u Clermont Ferrandu (Bordeaux) i Cuers Pierrefeu (pokraj Toulne).

U siječnju 1995. DCAé je imala oko 9200 uposlenih od kojih je nešto više od 1000 djelatnika bilo uposleno u središnjoj administraciji i tehničkim servisima, 4000 u središtima za testiranje te, u odnosu na naprijed navedene cjeline, manji broj djelatnika u industrijskim radionicama. Djelatnika koji rade u management struktura i tehničara ima po 45 posto od ukupnog broja uposlenih. Financijski gledano, ukupni budžet DCAé za management različitih programa te druge potrebe iznosi oko 33 milijarde francuskih franaka (FF).

Tehnički servisi, koji predstavljaju jezgru DCAé, prije svega su odgovorni za programe koji za cilj imaju razvoj i proizvodnju zrakoplova i mlaznih motora (STPA) te za programe koji za



Zrakoplov Mirage 2000-5 razvijen je za izvoz, no francuske će zračne snage također dobiti te zrakoplove konverzijom starih zrakoplova Mirage 2000 na standard 2000-5

cilj imaju razvoj i proizvodnju elektroničke opreme, oružanih sustava i zapovjednih sustava (STTE). Njihova odgovornost pokriva sve faze programa, od konstrukcije, preko proizvodnje do pružanja potpore tijekom operativne uporabe svakog pojedinog sustava.

Jedna od glavnih uloga tehničkih servisa je da osiguraju mišljenje za nacionalne autoritete tijekom procesa donošenja odluke o budućnosti određenog programa. Ugovorni odnosi s industrijom druga je vrlo važna aktivnost ovih servisa. Od ovih servisa također se zahtijeva da odgovore bez kašnjenja na zahtjeve za novim i žurnim operativnim potrebama te da osiguraju siguran let letjelice. Te aktivnosti, provedene u uskoj suradnji s korisnicima, također obuhvaćaju i sudjelovanje središta za testiranje.

Tri DCAé središta za testiranje te ostala središta koja ne pripadaju DCAé, kao što je CELAR, osiguravaju potporu tehničkim servisima. Preciznije rečeno, aktivnosti središta za testiranje mogu biti podijeljene u dvije kategorije:

- aktivnosti podređene vladinim zahtjevima, u okviru kojih se provode testovi oficijelne procjene, certifikacije, ili prihvatanja opreme, na zahtjev tehničkih servisa;

- aktivnosti podređene zahtjevima glede industrijske potpore kroz participaciju u razvoju opreme od strane industrije. U potpori ovih programa središta za testiranje koriste svoje jedinstvene kapacitete, instalacije i specijaliste.

Kapaciteti dostupni u središtima za testiranje također istima omogućavaju pružanje usluga i drugim zemljama.

Središta za testiranje u letu (CEV)

Uloga središta za testiranja u letu je verifikacija "skladnosti" vojnog zrakoplova i svih tipova zrakoplovne opreme prema njihovim specifikacijama, dok se za civilne zrakoplove provjerava ispunjenost svih zahtjeva koje mora zadovoljiti civilni zrakoplov glede sigurnosti i pouzdanosti.

CEV koristi tri test poligona i to u Brétigny, Cazauxu i Istresu. Ovo središte ima glavne kapacitete za zemaljski nadzor zračnog prometa (testiranja i prihvatanja pravila zračnog prometa), za mjerenja, za praćenje i trajektografiju (uporabom optičke, laserske, radarske

i telemetrijske opreme), te za raščlambu podataka ishoda testiranja (računalski kapaciteti). On koristi specijalizirane leteće platforme za testiranje pogodne za instaliranje opreme koja se testira. Ta je flota učinjena dostupnom proizvođačima za razvoj njihovih sustava i opreme.

CEV je također odgovoran za prihvatanje ishoda testiranja u zraku zrakoplova koji idu u serijsku proizvodnju u ime Uprave za nadzor kakvoće, a isto tako djeluje kao vodeća organizacija na polju konstrukcije i razvoja opreme za testiranja u letu.

U školi za test pilote (École des Personel Navigant d'Essais et de Reception, EPNER) u Istresu, CEV izučava letače specijaliste koji su mu potrebni za ispunjenje vlastitih zadataka kao i zadataka koje se pred njega postavljaju od strane vojne industrije Francuske te stranih zemalja. U Istresu CEV ima kapacitete koji omogućavaju simulaciju letenja, koji zajedno s proizvođačima trupova zrakoplova i drugim tvrtkama, igra glavnu ulogu na polju specifikiranja i razvoja zrakoplovnih oružanih sustava. U Brétigny također ima laboratorij za zrakoplovnu medicinu koji se specijalizirao za područje zaštite posade zrakoplova.

Zahvaljujući njegovoj tehničkoj ekspertizi, CEV igra važnu ulogu na polju nadzornih zadataka za koje su odgovorni tehnički servisi DCAé i to prije početka i tijekom samog programa kao i na polju regulatorskih aktivnosti glede određivanja sposobnosti civilnih zrakoplova za letenje. CEV,

koji ima pristup nekim od najboljih poligona u Europi, često radi za potrebe stranih zemalja, uglavnom europskih.

CEV ima ukupno 2260 uposlenih, od kojih 56 posto uposlenih otpada na tehničare i management strukturu.

Središte za testiranje motora (CEPr)

Zadaća Središta za testiranje motora (smještenog u Saclayu kraj Pariza) je provedba testiranja svih tipova motora za zrakoplove, uključujući i njihove podsklopove, opremu, pomoćne sustave ili druge komponente kroz simulaciju uvjeta kakvi vladaju u motoru i okolišu tijekom leta zrakoplova.

CEPr ima instalacije koje su jedinstvene u Europi, a koje posebice omogućavaju reprodukciju operativnih uvjeta (visina, brzina) u kojima se može naći motor tijekom leta. Ove instalacije za testiranje namijenjene za simulaciju leta, za kompletne motore ili za njihove podsklopove (kompresore, turbine, komore za izgaranje), uglavnom su izgrađene u razdoblju od 1950. do 1965. tako da je sada u tijeku program koji ima za cilj modifikaciju i modernizaciju tih kapaciteta.

CEPr također ima brojne test kapacitete za testiranje motora u zemaljskim uvjetima, kao i specijalizirane laboratorijske kapacitete za testiranje opreme za motore te goriva i maziva. Ti se kapaciteti također koriste i za preglede koje provode eksperti ukoliko se od središta zatraži da sudjeluje u istrazi zrakoplovnih incidenata ili nesreća. To središte ima također i određene učinkovite test kapacitete za ispitivanje djelovanja zaleđivanja na zrakoplove ili njihove komponente.

CEPr ima ukupno 890 uposlenih, od kojih je ukupno 42 posto tehničara ili management osoblja.

Zrakoplovno središte za testiranje u Toulouseu

Zadaća Zrakoplovnog središta za testiranje u Toulouseu (CEAT) je provođenje aerodinamičkih i strukturnih testiranja (provjera tvoriva) na zrakoplovnim trupovima svih tipova, kao i zrakoplovne opreme i sustava.



Na slici je prikazan novi radar za nadzor paljbe pod nazivom RDY s novom skenirajućom antenom

Njegove instalacije, jedinstvene u Europi, omogućavaju mu simulaciju operativnih i okolišnih uvjeta za zrakoplovna tvoriva, strukture i s njima povezanu opremu, što posebice uključuje:

- Kolekciju strojeva koji omogućavaju procjenu osobina metalnih i kompozitnih tvoriva, uključujući i onih na polju "stealth" tehnologije;
- Instalacije za testiranje strukturalnog otpora za kompletne zrakoplove ili vrtolete ili njihove elemente;
- Kapacitete za testiranje prijenosa za statne trapove zrakoplova, gume, kotače i kočnice;
- Kompresijske komore za testiranje "air-conditioning" uvjeta, subsonične zračne tunele za procjenu performansi pri malim brzinama, aero/hidrodinamički tunel za testiranje;
- Specijalizirane laboratorije za provjeru opreme za let i navigaciju, AC ili DC (izmjenične ili istosmjerne) generatorske opreme, hidrauličke opreme i elektrooptičke i izvidničke opreme;
- Laboratorij za proučavanje učinaka gromova i elektrostatskih naboja na strukture i opremu.

CEAT je razvio sposobnost na polju operativne sigurnosti zrakoplovnog softwera tako da njegova ekipa specijalista pruža potporu tehničkim servisima na tom polju. Nadalje, CEAT "udomljuje" i tehničko središte za tvoriva i strukture gdje se svi rezultati ekspertiza na tom polju ujediniuju.

CEAT ima 840 uposlenih od kojih je oko 50 posto tehničara ili management osoblja.

Programi uprave DCAé

Program Rafale

Program Rafale ima za cilj razvoj i proizvodnju višenamjenskog borbenog zrakoplova kojim bi trebale biti naoružane francuske zračne snage i mornaričko zrakoplovstvo.



Na slici je prikazana priprema mlaznog motora za testiranje u CEPr-u

Planirane su tri inačice ovog zrakoplova:

- Jednosjedna inačica za mornaričko zrakoplovstvo,
- Jednosjedne i dvosjedne inačice za francuske zrakoplovne snage.

Dvomotorni Rafale ujedinjavat će najnovije tehnologije na mnogim područjima, i imat će mogućnost djelovanja s oružjima zrak-zrak i oružjima zrak-zemlja. Nosit će nove Mica (zrak-zrak) i Apache (zrak-zemlja) rakete.

Program razvoja pokrenut je u travnju 1988. Prototipovi i mehanički trup za testiranje proizvela je tvrtka Dassault Aviation, dok je za razvojni posao na motoru M88 odgovornost preuzela tvrtka SNECMA. Razvoj elektronskog skanirajućeg radara pod nazivom RBE2 i samozaštitne opreme dodijeljen je ugovorom godine 1989. tvrtkama Thomson-CSF i Dassault Electronique GIE te godine 1990. tvrtkama Thomson-CSF, Dassault Electronique GIE i Matra kao zajedničkim potpisnicima ugovora.

Produkcijska faza počela je u prosincu 1992. Isporuka prvih proizvedenih zrakoplova planirana je za kraj 1997., kako bi prva mornarička eskadrila mogla ući u operativnu uporabu sredinom 1999.

Programi Mirage 2000

Programi Mirage 2000 koji su trenutačno u tijeku pokrivaju četiri inačice:

- Inačicu Mirage 2000DA koja predstavlja lovac zračne obrane. Od 1. veljače 1995. naručeno je 153 zrakoplova u ovoj inačici za potrebe francuskih zrakoplovnih snaga uz 150 dosad isporučenih, plus daljnjih 157 prodanih i već isporučenih za izvoz;

- Inačicu Mirage 2000N - zrakoplov namijenjen za proboje i nuklearne udare, sposoban za lansiranje ASMP raketa s nuklearnom bojnom glavom. Naručeno je 75 zrakoplova u ovoj inačici i svi su isporučeni;

- Inačicu Mirage 2000D - zrakoplov namijenjen za napadaje na zemaljske ciljeve u svim vremenskim uvjetima. Ta je inačica izvedena iz inačice 2000N (čije nuklearne "sposobnosti" zadržava), a oružja za djelovanje u

dnevno-noćnim uvjetima te sustav za "isporuku" novih oružja, nudi kompatibilnost sa sadašnjim i budućim oružjima zrak-zemlja (laserski vođena oružja, rakete Apache, bombe s digitalnim "data linkovima"). Prvi je zrakoplov isporučen u travnju 1993., dok je do 1. veljače 1995. isporučeno 24 zrakoplova francuskim zračnim snagama;

- Inačicu Mirage 2000-5, početno razvijenu za izvoz. Francuske zračne snage dobit će Mirage 2000-5 pretvaranjem postojećih 37 zrakoplova Mirage 2000DA u novu konfiguraciju, uz isporuke između prosinca 1997. i veljače 2000. Ta inačica uključuje oružničke sustave nove generacije zasnovane na RDY radaru za praćenje više ciljeva koji je razvila i proizvela tvrtka Thomson-CSF te na ICMS sustavu za kon-



Simulacija na kokpitu mornaričkog zrakoplova Rafale M u CEV središtu za testiranje

tramjere koji su zajednički razvile i proizvele tvrtke Thomson-CSF, Dassault Electronique i Matra, s kokpitom koji sadrži pet harmoniziranih displeja. Ti će zrakoplovi biti naoružavani s raketama Mica (zrak-zrak).

Svi ti zrakoplovi proizvedeni su od strane tvrtke Dassault Aviation, a pokretani su mlaznim motorima M53 koje je proizvela tvrtka SNECMA.

Borbeni vrtolet Tigre

Program Tigre provodi se u suradnji s Njemačkom. Program obuhvaća dvije inačice tog vrtoleta:

- Francusku inačicu za pružanje potpore/zaštite, dizajniranu za protuvrtoletnu borbu te potporu postrojbama na zemlji (rakete Mistral, top, nevođene rakete, na krovu instaliran optički blok);

- Protuoklopnu inačicu namijenjenu za naoružavanje vojski obaju zemalja, opskrbljenu optičkim blokom montiranim iznad glavnog rotora vrtoleta kompatibilnim i s PO vođenim raketama Trigat-LR (francuski naziv je AC3G-LR) i s PO vođenim raketama HOT uz mogućnost instaliranja raketa zrak-zrak (Mistral ili Stinger). Njemačka je nedavno inkorporirala u tu inačicu i funkcije za potporu/zaštitu.

- Tigre je moderna letjelica u koju su ugrađena najnovija tehnološka postignuća što



Program transportnog FLA zrakoplova trenutno je u fazi definiranja

ovoj letjelici daje mnoge prednosti u zračnoj borbi kao i u PO borbi i to u uvjetima slabe vidljivosti, kao i na polju održavanja s obzirom na iskorištene nove tehnike i tehnologije.

Razvoj teče zadovoljavajuće, a prvi je let četvrtog prototipa obavljen 16. prosinca 1994. Ulazak u operativnu uporabu planiran je godine 2001., no bit će pomaknut na 1999. Pokretanje faze industrijalizacije je u tijeku, dvije su vlade potpisale odgovarajući Memorandum o razumijevanju (engl., MoU) u lipnju 1995.

Vrtolet NH90

Program NH90 obuhvaća proizvodnju srednjeg vrtoleta kako bi se zadovoljile potrebe vojski i mornarica nekoliko europskih zemalja do godine 2000. NH90 je namijenjen je za taktički transport, logistički transport i ASW/ASV (protupodmornička borba).

Pripremni poslovi koji traju još od godine 1983. od strane Francuske, Italije, Njemačke i Nizozemske napokon su dostigli vrhunac potpisivanjem dva MoU-a (jedan "opći" MoU i MoU za "konstrukciju i razvoj") od strane četiri zemlje. Pod nadzorom NATO-a, program se provodi od strane tvrtke NH Industries, pri čemu ona predstavlja interese svih četiriju industrijskih partnera (Eurocopter France, Eurocopter Deutschland, Agusta i Fokker).

Vrtolet NH90 karakterizira nekoliko tehničkih inovacija; kompozitna struktura, "spheriflex" rotor, novi elementi za nadzor leta, visokokvalitetni kolor displeji itd.

Trupovi za prve prototipove završeni su godine 1995. Prvi let prvog prototipa

planirano je proveden potkraj prošle godine, dok je drugi prototip poletio potkraj prve polovice ove godine. Dva sljedeća prototipa poletjet će u početku 1998.

Sustav SCCOA

Program SCCOA (engl., Command i Control System for Air Operations - Zapovjedni i nadzorni sustav za zračne operacije) ima za cilj opskrbljivanje francuskih zračnih snaga modernim i učinkovitim zapovjednim kapacitetima. Program, koji je pokrenut godine 1993., kreiran je kako bi se dalje razvijao već postojeći glavni sustav, modernizirajući ga, te uvodeći veću koherenciju i interoperabilnost. Sustav će osigurati osam važnih funkcija: nadzor zračne slike; management zračnim prostorom; supernadzor zapovjednih i nadzornih kapaciteta; planiranje za zračne operacije; nadzor misija i prometa; praćenje zračne prijetnje; i napokon obavještajnu funkciju koja bi trebala producirati informacije od interesa za zračne snage.

Prvih šest funkcija odgovaraju onima koje zahtijeva NATO za ACCS (engl., Air Command and Control System), sustav s kojim se SCCOA povezuje.

Za vođenje ovog programa DCA se oslanja na tvrtku Aerospatiale kao industrijskog projekt-lidera. Primarni ugovarači za različite elemente SCCOA sustava su tvrtke Thomson CSF i Alcatel ISR. Prva faza projekta SCCOA je završena, a tijekom godine 1995. pokrenuta je i druga faza.

Budući transportni zrakoplov

Francuska, Njemačka, Italija, Španjola

ska, Turska i Portugal postavile su zajednički vojni zahtjev za taktičkim transportnim zrakoplovom. Taj zrakoplov treba zamijeniti postojeće Transall i Hercules transportne zrakoplove, a trebao bi korisnicima dati važne operativne prednosti što se tiče korisnog tereta, polumjera djelovanja, manevriranja u neprijateljskom okruženju itd. Uz navedenih šest zemalja u projektu status promatrača imaju Belgija i Velika Britanija.

Budući transportni zrakoplov trenutno je objekt mnogih definicijskih studija koje provode vojne industrije u različitim zemljama. Takve studije usmjerene su na definiranje izgleda i konstrukcijskog koncepta same letjelice.

Metoda managementa programa koja će biti slična onoj koja se koristi za razvoj i proizvodnju komercijalnih zrakoplova, s ciljem da se nadziru troškovi, trenutno se proučava zbog nastavka programa.



"Crne kutije" u CEV-u

AEW zrakoplov za nosač zrakoplova

AEW (engl., Airborne Early Warning - rano zračno uzbunjivanje) zrakoplovi kojima se namjeravaju opremiti nosači zrakoplova namijenjeni su za prikupljanje taktičkih informacija i njihovo prosljeđivanje zapovjedniku.

Program je pokrenut godine 1992., a prvi rezultati polučeni su 1994. kad je izbor pao na zrakoplov Hawkeye, koji je inače razvijen od strane američke tvrtke Northrop-Grumman kako bi se ispunili zahtjevi američke mornarice. Francuska planira kupnju četiri zrakoplova u posljednjoj inačici i to na dva puta. Isporuka prva dva zrakoplova trebala bi prema planu biti provedena potkraj godine 1997.; godina 1998. bit će posvećena izobrazbi posada i osoblja za održavanje u SAD-u, dok će zrakoplovi biti prevezeni u Francusku u početku 1999. Oni će stoga biti dostupni francuskoj mornarici u trenutku kad nosač zrakoplova *Charles De Gaulle* uđe u operativnu uporabu. Posljednja dva zrakoplova bit će dopremljena u Francusku potkraj godine 2003., odnosno u početku 2004.



Certifikacijski testovi za Airbus A340 u CEAT-u

MiG-23 Flogger (I. dio)

Glavni lovački zrakoplov u sastavu zračnih snaga bivšeg SSSR-a, kao i zrakoplovstava njegovih saveznika, tijekom sedamdesetih i osamdesetih bio je lovac MiG-23, koji je poslužio i kao temelj za jurišni zrakoplov MiG-27

Tomislav HUHA



ako nije toliko poznat i raširen kao njegov prethodnik MiG-21, lovac **MiG-23** (NATO oznaka **Flogger**) napravljen je u velikom broju, i dosta izvožen - od 5047 napravljenih primjeraka svih inačica, oko 2000 je izvezeno. Taj lovac je i jedan od prvih borbenih zrakoplova koji su se pojavili potkraj šezdesetih, na kojima je primijenjeno krilo promjenjivog kuta strijele.

i 50-1389. Letne karakteristike X-5 bile su očajne: jednom je prigodom probnom pilotu Joeu Walkeru trebalo 6000 m visine da izvuče letjelicu iz kovita. Sreća u nesreći je bila da je u kovit upao na visini od 12.000 m. Drugi je zrakoplov uništen, a pilot Raymond Popsen poginuo, u nesreći 14. listopada 1953. Unatoč lošim letnim osobinama, X-5 je pružio iznimno vrijedne spoznaje o aerodinamici krila promjenjive geometri-

jski lovac-bombarder klasičnog fiksnog krila), međutim velika konstrukcijska, tehnološka i tehnička složenost takvog rješenja nije dopuštala išta više od prototipskog ispitivanja.

Druga je solucija bila postavljanje okretnih zglobova izvan trupa letjelice i time velikog smanjivanja veličine pomaka središta potiska krila u odnosu na centar težišta zrakoplova. Takvim rješenjem letjelica je ipak dobila manji



MiG-23MF iz sastava indijskih zračnih snaga; to je najbrojnija verzija ovog lovca

Prve teorijske razradbe problematike krila promjenjivog kuta strijele (u daljem tekstu VG, od engleskog izraza Variable Geometry, odnosno promjenjiva geometrija) koje su doživjele kakvo-takvo praktično ostvarenje javljaju se pred kraj II. svjetskog rata u Njemačkoj, u tvrtci Messerschmidt u obliku prototipa lovca P.1101.

Na njemu je VG koncept primijenjen u najrudimentarnijem obliku: krilo je imalo samo tri položaja kuta strijele, a promjena se mogla izvoditi samo na zemlji. P.1101 nije nikada poletio. Nakon kapitulacije Njemačke zaplijenjen je od Amerikanaca i prebačen u SAD. Tamo završava u posjedu zrakoplovne tvrtke Bell. Robert Woods, jedan od osnivača tvrtke i njezin glavni inženjer, uskoro je uspio isposlovati dobivanje ugovora za gradnju dvaju ispitnih zrakoplova na temelju njemačke konstrukcije, ali s mogućnošću mijenjanja strijele krila u zraku. Rezultat je bio zrakoplov Bell X-5, koji je 20. srpnja 1951. postao i prvi zrakoplov s promjenjivom geometrijom krila što je poletio. Bila su izgrađena dva prototipa s USAF-ovim serijskim brojevima 50-1838

je. Najveća je prepreka bila pomicanje središta potiska krila pri promjeni strijele u odnosu na težište zrakoplova. Promjena ritma zrakoplova nije u potpunosti mogla riješiti taj problem, a povrh toga otpor zbog trimanja je štetno utjecao na brzinu i dolet zrakoplova. Teorijsko rješenje tog problema nađeno je u obliku mehanizma

dio krila fiksni, a veći dio pomičan. Zbog tehničke jednostavnosti, a dobre učinkovitosti, to je rješenje postalo standardnim za zrakoplove s VG krilima.

U Sovjetskom Savezu najveći je dio posla na istraživanju VG koncepcije zrakoplova obavljen u Središnjem aero- i hidrodinamičkom insti-

tutu (CAGI). Saznanja i rezultati prosljeđeni su najprokušnijima i najpouzdanijima: OKB MiG, OKB Suhoj i OKB Tupoljev. Ishod su bili lovac MiG-23, jurišnici MiG-27 i Su-17, lovac-bombarder Su-24 te strateški bombarderi Tu-22M i Tu-160.

Početak razvoja



Model 23-01, pokušaj kombiniranja VG-a s STOVL-om

koji bi sinkronizirano pomicali zglobove krila s promjenom strijele krila. Pri povećanju strijele krila zglobovi su se u trupu pomicali prema naprijed i obratno. U praksi je ovo rješenje promijenjeno na Grumannovom zrakoplovu XF10F-1 (u stvari odgovarajuće modificirani ser-

U početku šezdesetih godina u OKB MiG su počeli raditi na definiranju koncepcije novog zrakoplova koji bi zamijenio MiG-21. Budući da je zrakoplov morao ispunjavati manje-više uobičajene zahtjeve većeg doleta, bolje pokretljivosti, mogućnosti nošenja većeg ubojnog tereta, imati bolju paljbenu moć, veću brz-

inu i bolje ubrzanje te, naravno, napredniju avioniku kako bi se smanjila ovisnost o zemaljskim radarima i navođenju pilota sa zemlje prema cilju (uobičajen postupak za lovac MiG-21, čiji je radar imao premali domet da bi mogao otkriti zrakoplov na većim udaljenostima i služio je samo u završnoj fazi presretanja). Novi je

ska kabina. Uvodnici zraka u glavni motor bili su polukružni, promjenjivog presjeka s pomičnim polukonusom, vrlo nalik onima na francuskom lovcu Dassault Mirage III. Krila su, osim što su bila proporcionalno uvećana, bila ista kao na lovcu MiG-21, a zadržan je i sustav SPS čija je uloga uklanjanje graničnog sloja na zakrilcima.

stražnjem dijelu trupa, dok su pomoćni motori bili ugrađeni okomito, na sredini dužine trupa, jedan iza drugog, s usisnicima na gornjoj strani trupa i mlaznicima na donjoj. S gornje strane trupa nalazila su se vratašca/poklopac koja su u otvorenom položaju omogućavala dovod zraka do pomoćnih motora, a s donje strane trupa nalazili su se mlaznici koji su imali ograničenu mogućnost vektoriranja potiska pomoćnih motora. Naoružanje se sastojalo od dvocijevnog topa GŠ-23 kalibra 23 mm koji je bio postavljen s donje strane trupa, ispred mlaznika pomoćnih motora, te dviju vođenih raketa zrak-zrak R-23 na nosačima ispod krila. Izgradnja prototipa trajala je od 1965. do 1967., a prvi je let izveo pilot P.M. Ostapenko 3. travnja 1967.

Model 23-11

Zrakoplov konkurentske koncepcije nosio je tvorničku oznaku **23-11**. Nos zrakoplova i pilotska kabina bili su isti kao na 23-01, dok su bočni uvodnici bili pravokutnog oblika, promjenjivog presjeka i nesumnjivo inspirirani onima s američkog lovca McDonnell Douglas F-4 Phantom II. Iza uvodnika se, prvi vrhu trupa (za razliku od 23-01 koji je bio srednjekrilac), nalazio fiksni centropolan s pomičnim vanjskim dijelovima krila. Motor je bio **R-27F-300** sa 50/75 kN potiska. Na zadnjem dijelu trupa nalazile su se četiri zračne kočnice, a ispod zadnjeg dijela trupa nalazio se u desno sklopivi stabilizator, koji je svojstven za sve kasnije inačice MiG-23 i MiG-27. Prvi je let obavio pilot A. V. Fedotov 10. travnja 1967. Tijekom drugog leta isproban je mehanizam promjene strijele krila, a pri trećem letu postignuta je brzina od 1.2 Macha.

Letna ispitivanja zrakoplova 23-01 trajala su vrlo kratko. Već nakon četrnaest ispitnih letova bilo je jasno kako je koncepcija s jednim glavnim i dva pomoćna motora, unatoč tome što su postignute duljine slijetanja odnosno polijetanja od 180 odnosno 250 m, promašena. Razlozi za to su bili višestruki: pomoćni motori bitno povećavaju masu zrakoplova i, osim što

Podatci za MiG-23PD (23-01), 23-11 i MiG-23S

	MiG-23PD	23-11	MiG-23S
duljina (m)	16,8	15,795	15,65
visina (m)	5,15	-	-
raspon krila (m)	7,72	7,779 (72°) 13,965 (16°)	7,779 (72°) 13,965 (16°)
površina krila (m ²)	40	29,89 (72°) 32,1 (16°)	29,89 (72°) 32,1 (16°)
uzletna masa (kg)	16.000	12,860 (1), 13,300 (2)	
opterećenje krila (kg/m ²) -		424,2-445 (72°), 400,6-414,3 (16°)	
nosivost (kg)	2500	-	-
najveća uzletna masa (kg)	18.500	-	-

PERFORMANSE

najveća brzina (km/h)	-	2240 (3), 2255 (4) 2025 (5)	2405 (6), 2100 (7)
najveća visina leta (m)	-	17.200	18.000 (8), 16.500 (9)
brzina slijetanja (km/h)	-	230	-
brzina pri uzletu (km/h)	-	270	-
doleť (km)	-	2045 (10)	2090 (11), 1800 (12)- 2500 (13)
duljina PSS potrebna pri uzletu (m)	180-200 m (14)	320	550-700
duljina PSS potrebna pri slijetanju (m)	250 m (15)	440 (16), 750 (17)	450-600

1) bez nošenja podvješene ubojnog tereta; 2) s četiri projektila K-23; 3) na 13.600 m bez podvjesnog tereta, strijela krila 72°; 4) na 13.400 m, s dva K-23; 5) s četiri K-23 na 12.800 m; 6) na 12.800 m, bez podvjesnog tereta, strijela krila 72°; 7) s četiri projektila R-3S, strijela krila 72°; 8) bez vanjskog tereta; 9) s četiri R-3S; 10) prelet s dva K-23 i strijelom krila od 16°; 11) prelet bez nošenja vanjskog tereta; 12) s četiri projektila R-3S12 projektila R-3S; 13) s punskim spremnikom goriva od 800 l; 14) s SPS-om i podiznim motorima bez nošenja tereta; 15) SPS, podizni motori i padobran za kočenje; 16) s padobranom za kočenje; 17) bez padobrana za kočenje

zrakoplov trebao biti veći i teži od MiG-21, a to je s dotadašnjom tehnologijom neizbježno značilo povećanje dužine polijetanja i slijetanja, te brzine polijetanja i slijetanja. Postojeće koncepcije nisu mogle osigurati zadovoljavanje svih postavljenih zahtjeva, pa je bilo potrebno neko novo rješenje.

Nakon mnogih teorijskih razmatranja, koncepcija novog zrakoplova nije mogla biti jednoznačno utvrđena te je stoga bilo odlučeno da se izgrade dva različita, ali konceptijski najperspektivnija zrakoplova i u praksi utvrde prednosti i mane svakog dizajna.

Model 23-01

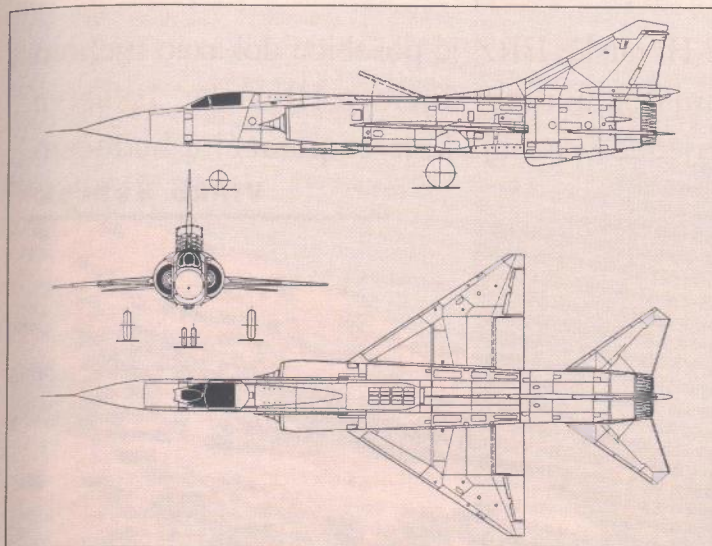
Prvi zrakoplov nosio je tvorničku oznaku **Model 23-01**, i na prvi pogled je izgledao dosta uobičajeno. U nosu zrakoplova predviđeno je mjesto za ugradnju radara, a iza toga je bila pilot-

Okomite repne površine su bile jednodijelne, dakle bez stabilizatora i kormila. U korijenu se nalazio kontejner s padobranom za kočenje.

Posebnost tog zrakoplova bio je njegov pogonski sustav, koji se sastojao od tri motora: jednog glavnog letnog i dva pomoćna, koja su se koristila samo prigodom polijetanja i slijetanja. Glavni motor bio je Tumanskij R-27-300 s potiskom od 51 kN bez dodatnog sagorijevanja i 76,5 kN s dodatnim sagorijevanjem. Pomoćni su motori bili turbomlazni tipa Kolesov RD-36-35 sa potiskom od 22,5 kN, bez mogućnosti dodatnog sagorijevanja. Glavni je motor bio smješten standardno, u



23-11 s maksimalnom strijelom krila od 72°



MiG-23PD (23-01)

sami troše gorivo, bitno smanjuju raspoloživi prostor unutar trupa koji bi se inače mogao iskoristiti za nošenje više goriva i/ili elektronike. Nisu zanemarivi ni problemi održavanja: mehaničari moraju održavati tri motora i pripadajuća sustava umjesto samo jedan. Do istih su zaključaka došli i u OKB Suhoj, čiji je Su-24 u početnim fazama razvoja imao istu koncepciju kao i Model 23-01. U javnosti je 23-01 prikazan prigodom proslave oktobarske revolucije 9. srpnja 1967. na aerodromu Domodjedovo (od tada nosi NATO oznaku Faithless), a to je ujedno bio i jedan od njegovih zadnjih letova.

jih inačica), R-27 je imao 25 posto manju specifičnu potrošnju goriva uz veći potisak. U usporedbi s američkim motorom J-79 koji ima približno istu masu kao R-27, ruski je motor imao 25 posto veći potisak uz četiri kompresijske stupnja manje (11 prema 15). Zanimljiv je podatak da su prvi

27 je konstruiran kao turbomlazni motor, što zbog postizanja boljeg ubrzanja i veće brzine, što zbog konstrukcijske jednostavnosti i uporabe tehnološki manje zahtjevnih tvoriva u njegovoj konstrukciji. U usporedbi sa turbomlaznim motorom R11F2S-300 (ugrađenim na lovci- ma MiG-21 kasni-

MiG-23S

Prva serijska inačica dobila je oznaku MiG-23S (NATO oznaka Flogger A). Prvi let izveo je pilot A. V. Fedotov 28. svibnja 1969. zrakoplovom koji nije imao ugrađenu nikakvu "vojnu" opremu. Za ugradnju je bio predviđen radar **Safir S-23**, (NATO oznaka High Lark), ali su radovi na njegovom razvoju napredovali vrlo sporo i radar nije bio spreman na vrijeme. Umjesto njega, na MiG-23S su bili ugrađivani stariji radari **Safir S-21** (NATO oznaka Jay Bird), koji su rabljeni na MiG-21PF. Time je inačici S oduzeto njezino glavno oružje, tj. vođena raketa zrak-zrak srednjeg dometa **R-23** (NATO oznaka **AA-7 Apex**) dometa 25 km, pa se arsenal naoružanja ubojnih sredstava zrak-zrak sastojao samo od starih raketa **R-3S**, **R-3R** i **R-13M**

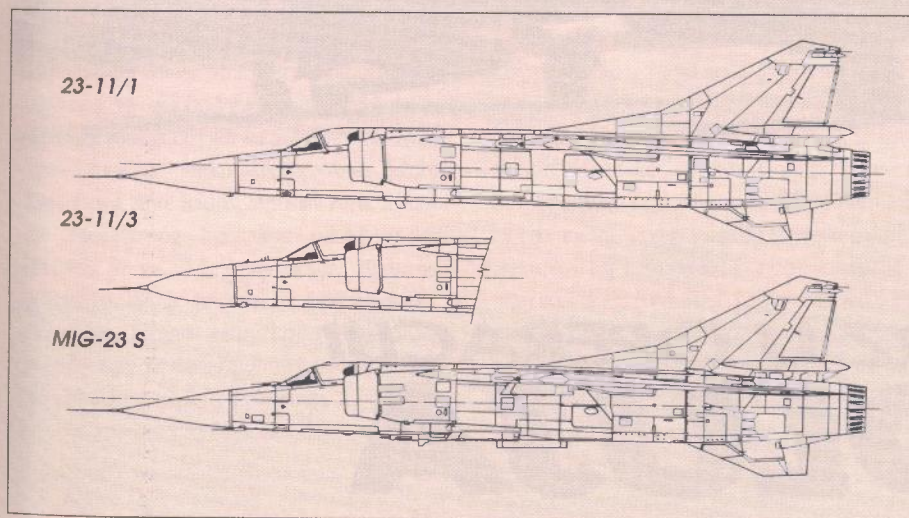


Prototip 23-11/3 izložen na Moninu

(NATO oznaka **AA-2 Atoll**), koje je bilo moguće postaviti na dva nosača ispod fiksnog dijela krila, i dva ispod trupa. Ispod trupa je bio ugrađen i standardni top GŠ-23L, a motor je bio F-27F2M-300 potiska 67.6kN bez i 98.6kN s forsazhom. Kao i na 23-01 i 23-11, katapultno sjedalo je bilo tipa KM-1. Borbena vrijednost MiG-23S bila je možda tek malo veća od lovca MiG-21, ali je barem poslužilo uhodavanju pilota i zemaljskog osoblja. Proizvodnja je trajala od 1969. do kraja 1970., a izrađeno je 50 komada.

MiG-23S imao je problema i s mehanizmom za promjenu strijele krila; tijekom promijenjene strijele dolazilo je do zaglavljivanja krila, kao i njihovog pucanja. Ti problemi bit će riješeni tek s idućom verzijom, MiG-23M (NATO naziv Flogger B).

(nastavit će se)



Bočni crtež prototipova 23-11/1 i 23-11/3, te MiG-23S

Model 23-11 prikazan je javnosti istoga dana (dobiva NATO oznaku **Flogger**), a nakon toga nastavlja se s tvorničkim ispitivanjima. Iako je imao stazu polijetanja odnosno slijetanja dulju od 23-01 (320/440 m), 23-11 je bio daleko uspješnija konstrukcija. Nakon ukupno 98 tvorničkih ispitnih letova, 23-11 je zajedno s dva nova prototipa (**23-11/2** i **23-11/3**) predan sovjetskim zračnim snagama na daljnja ispitivanja.

Jedan od malo konstrukcijskih elemenata koji su bili zajednički za 23-01 i 23-11 bio je motor R-27. Od početka predviđen za MiG-23 bez obzira na krajnju koncepciju zrakoplova, R-

proizvedeni motori R-27 imali vijek trajanja od samo 25 sati rada. Razlog tome bila su loša tvoriva od kojih je motor izrađen, ali je taj nedostatak kasnije ispravljen. Tijekom ispitivanja u prototipske zrakoplove ugrađene su poboljšane inačice motora R-27F2S-300.



MiG-23S Flogger A, prva serijski pravljena verzija

Svoju važnost u sustavu obrane Republike Hrvatske HRZ je posebice dokazao tijekom prošlogodišnje operacije Oluja, oslobađanja okupiranih dijelova Hrvatske. Iskustva stečena tijekom te akcije predstavljaju vrijedne spoznaje koje će pomoći u budućem razvoju HRZ-a

Vinko Šebrek



HRZ U OPERACIJI OLUJA

U Domovinskom ratu, uloga i važnost Hrvatskog ratnog zrakoplovstva stalno su rasli, da bi u prošlogodišnjim bojnim djelovanjima Hrvatske vojske s ciljem oslobađanja okupiranih dijelova Republike Hrvatske zračne snage postale važan čimbenik, a posebno u borbenim djelovanjima tijekom vojno redarstvene operacije Oluja.

Tijekom Domovinskog rata Hrvatsko ratno zrakoplovstvo, kao izrazito tehnička grana Hrvatske vojske, stalno se i uspješno prilagođavalo zahtjevima vrhovništva RH i složenim uvjetima života i djelovanja, i osloncem na

ljudski potencijal (vrhunski osposobljene zrakoplovne i tehničke kadrove) izraslo je u snažnu i respektabilnu granu Hrvatske vojske

Dosadašnji razvoj

Predeni put, od prvih borbenih djelovanja i pružanja sanitetske pomoći iz zraka opkoljenom Vukovaru pa do danas, nije bio lak ni jednostavan. Na tom putu, posebno u najtežim danima Domovinskog rata, trebalo je svladati pored ostalog i veoma složene tehničke i kadrovske teškoće. Počelo se je sa zrakoplovnim skupinama, osnovanim pri Zapovjedništvu

ZNG, zapovjedništvima i pojedinim postrojbama Operativnih zona, koje su radili na ustroju prvih zrakoplovnih postrojbi i prikupljanju zrakoplovnih i drugih sredstava kao temelju budućeg HRZ i PZO. Već početkom listopada i do kraja 1991. stvaraju se prve zrakoplovne postrojbe u vidu zrakoplovnih odjeljenja, vodova i eskadrila, prve postrojbe i postaje za zračno motrenje i navođenje i prve postrojbe protuzračne obrane. Stara, od kojih mnoga već tada i otpisana borbena sredstva, a posebno športski i poljoprivredni zrakoplovi, stavljeni su u borbenu funkciju u obrani i zaštiti hrvatskog neba i hrvatske domovine.

Prva djelovanja zrakoplova i pilota Hrvatskog ratnog zrakoplovstva bila su kratka i po efektu skromna, ali moralno i psihološki iznimno važna. Vijest kako je zrakoplov dostavio humanitarnu pomoć opkoljenom Vukovaru brzo se pročula ne samo u tom napaćenom gradu, nego i u cijeloj domovini i snažno je djelovala na jačanje povjerenja u Hrvatsku vojsku i na jačanje bojnog morala postrojbi, a izazivala je strah i nesigurnost kod protivnika.

Zarobljavanje prvog vrtolota bivše jugovojске krajem rujna i prebjeg pilota Rudolfa Perešina sa zrakoplovom bivše JA krajem listopada 1991. bili su znaci raspada bivšeg jugoslavenskog ratnog zrakoplovstva, i prvi vjesnici stvaranja Hrvatskog ratnog zrakoplovstva, koje početkom 1992. postaje posebna grana Hrvatske vojske.

Stvaranjem Zapovjedništva HRZ i PZO stvoreni su uvjeti za osnivanje većih postrojbi, kao što su zrakoplovne baze, bojne i brigada za zračno motrenje i navođenje (ZMIN), brigade PZO, njihovo opremanje, izučavanje i njihovo ugrađivanje u sustav obrane Republike Hrvatske.

Put u koncipiranju i stvaranju Hrvatskog ratnog zrakoplovstva ubrzo se pokazao ispravnim, posebice u vojnoj uporabi u akciji Maslenica, na južnom bojištvu, te u svim kasnijim akcijama i operacijama Hrvatske vojske, naročito u operacijama Južni potez, Maestral, Ljeto 95, Bljesak i Oluja. Piloti HRZ-a su u tim akcijama pored svoje vrhunske osposobljenosti pokazali iznimnu odvažnost, hrabrost i domoljublje. U borbama za oslobođenje okupiranih dijelova Hrvatske mnogi od njih su položili svoje živote: Marko Živković, Mirko Vukušić, Ante Plazibat, Rade Griva, Ante Radoš, Miroslav Peris, a sudbina legendarnog hrvatskog pilota Rudolfa Perešina je još uvijek neizvjesna. Hrabrost i odvažnost pilota su poticali svojim radom i odnosom brojno tehničko i zrakoplovno osoblje, koje je staru opremu i tehniku i pored teških uvjeta uspjelo pripremiti za izvođenje



U prvim danima Domovinskog rata važnu ulogu su odigrali transportni zrakoplovi An-2, koji su se osim za zračni prevoz sredstava rabili i u borbenim akcijama

složenih i opasnih borbenih akcija.

Za snagu i borbenu moć Hrvatskog ratnog zrakoplovstva od iznimnog značaja bila je nabava transportnih zrakoplova Mi-8 MTV, zatim opremanje zrakoplovnih postrojbi zrakoplovima MiG-21 bis i borbenim vrtolovima Mi-24, ove godine i školskim zrakoplovima tipa Pilatus PC-9, a ne može se zaobići ni sustavna izobrazba zrakoplovnog i tehničkog kadra raznim oblicima osposobljavanja u postrojbama i Zrakoplovnom vojnom učilištu u Zadru, te školovanje novog pilotskog kadra na Fakultetu prometnih znanosti u Zagrebu.

Tako je, najkraće rečeno, postupno raslo i razvijalo se naše ratno zrakoplovstvo, koje je u vojno-redarstvenoj operaciji Oluja prošle godine pokazalo kako je postalo respektabilna snaga u sklopu Hrvatske vojske. Godina dana je dovoljno dugo razdoblje da se iznese potpunija ocjena mjesta, uloge i važnosti Hrvatskog ratnog zrakoplovstva u toj velikoj operaciji. Iako je o njoj već dosta rečeno i napisano, vjerujemo kako će ona još dugo biti predmetom stručnih rasprava i raščlambi. Razlog tome su način i osobine priprema, početak i izvođenje napadnih

djelovanja, odlučnost, intezitet i brzina akcija te svestrano sudjelovanje kopnenih i zrakoplovnih snaga Republike Hrvatske i napose brzi završetak operacije.

Zajedničko djelovanje svih kopnenih snaga svih Zbornih područja Hrvatske vojske, Hrvatskog ratnog zrakoplovstva i redarstvenih snaga Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske, bilo je u pravom smislu te riječi skupnost paljbe, manevra i udara, usklađena po objektima i po vremenu djelovanja. To je omogućilo brzu pobjedu u kratkom vremenu uz minimalne gubitke.

Osječko zbornu područje i manji dio Hrvatskog ratnog zrakoplovstva imalo je zadaće obrambenog karaktera, s ciljem odvratanja i spiječavanja mogućih djelovanja srpskih paravojnih snaga na tom području.

HRZ u operaciji Oluja 95

Hrvatsko ratno zrakoplovstvo je u vojno redarstvenoj operaciji Oluja 95 sudjelovalo prvi put sa svim svojim ljutstvom i sredstvima. Djelovalo se skoro sa svih zrakoplovnih i vrtoletnih baza bez gubitaka, i u cjelosti su ispunjene postavljene zadaće i ciljevi. Svojim neposrednim i posrednim djelovanjem HRZ je znatno pridonjelo uspješnom početku operacije, snažnim i iznenadnim udarima po sjedištima vojnog i političkog vodstva tzv. RSK te uništenju i neutraliziranju najvažnijih vojnih objekata i formacija pobunjenih Srba. U daljem tijeku operacije, snage HRZ-a su u planiranom vremenu uništile i neutralizirale najvažnije objekte u taktičkoj i operativnoj dubini protivnika, te ostvarile neprekidan i visok intezitet paljbenih udara.

Bio je to veliki doprinos brzom slamanju neprijateljske vojne sile i završetku operacije. Važno je napomenuti kako je pobjeda nad protivničkim snagama postignuta munjevitom akcijom, u početku usmjerenom ne primarno prema potpunom razbijanju njihovih postrojbi



Dolaskom prvih lovaca MiG-21 u sastav HRZ-a 1992. stvoreni su uvjeti za intenzivnije i učinkovitije izvođenje borbenih djelovanja

(odnosno njihovom faktičkom uništenju ili zarobljavanju) već probijanju crte bojišnice na više od trideset smjerova i oslobađanju važnijih gradova i područja; time je izazvana potpuni raspad njihove vojne organizacije u iznimno kratkom vremenskom roku.

No, i pored brojnih ocjena s dostatnim brojem detalja, javnosti još nije predstavljena cjelovita uloga HRZ i PZO tijekom te akcije. Normalno je kako zbog osjetljivosti teme i složenosti trenutka još uvijek ne postoje uvjeti za prezentiranje svih taktičkih postupaka i radnji HRZ i PZO, no nadamo se kako će ovaj napis dati donekle cjelovitu sliku bonih djelovanja i ostalih aktivnosti vođenih iz zračnog i u zračnom prostoru Republike Hrvatske.

Uloga i zadaće snaga HRZ i PZO

HRZ i PZO je u operaciji Oluja 95 obavljala gotovo sve zadaće koje proističu iz njezine uloge i namjene a to su:

a) protuzračna obrana teritorije i skupina Oružane sile HV;

b) zrakoplovna potpora vojno redarstvenim snagama.

Prvu zadaću HRZ i PZO obavljalo je kroz obranu i zaštitu skupina Oružane sile RH i objekata na teritoriji u zoni mogućeg djelovanja i izviđanja neprijatelja iz zračnog prostora. Pružana je lovačka zaštita bojnog djelovanja jurišnog zrakoplovstva, radarsko praćenje i obavješćavanje o situaciji u zračnom prostoru te navođenje lovaca na otkrivene neprijateljske zrakoplove. Te su zadaće obavljali lovački zrakoplovi MiG-21 bis, raketno topničke postrojbe PZO i postrojbe sustava zračnog motrenja i navođenja sa svojim motriteljskim radarima, radarima za mjerenje visine, te računarsko informativnim i komunikacijskim sustavima.

Svoje obveze u potpori i zaštiti vojno redarstvenih snaga HRZ i PZO je obavljala kroz posrednu i neposrednu paljbenu potporu kopnenim snagama borbenim zrakoplovima, izviđanjem iz zraka, elektronskim djelovanjem zrakoplovima posebno pripremljenim za tu namjenu, prevoženjem postrojbi i opreme zračnim putem i evakuacijom ranjenika. Za izvođenje ovih zadaća HRZ i PZO je imalo na raspolaganju borbene zrakoplove tipa MiG-21 bis osposobljene za jurišne zadaće, transportne zrakoplove An-2 i vrtolete Mi-8 i Mi-24 koji su rabljeni za izvlačenje ranjenika iz dubine neprijateljskog teritorija.

Sušтина i smisao zrakoplovno paljbene potpore, koja je bila temeljna zadaća HRZ i PZO, bila je ojačavanje paljbene moći postrojbi vojnoredarstvenih snaga, slamanje, neutralizacija ili uništenje neprijateljskih snaga i time stvaranje uvjeta za obavljanje svih zadaća HV uz minimalne vlastite gubitke.

Zrakoplov MiG-21 bis, koji je konstruiran i napravljen kao nadzvučni lovac presretač malog dometa, u ovoj je operaciji (kao i u ranijim akcijama) uporabljen kao jurišnik. Stoga je u izobrazbi pilota i opremanju prilagođen toj namjeni. Efikasna uporaba tog zrakoplova kao jurišnika zahtijevala je i visoku bojnu spremnost pilota eskadrila u sastavu zrakoplovnih baza u Plesu i Puli, koje su bile okosnica zračne paljbene potpore u operaciji, te plansku i ciljanu izobrazbu na poznatom prostoru.

Planiranje i priprema borbenih djelovanja

Planiranje sudjelovanja Hrvatskog ratnog zrakoplovstva u operaciji Oluja 95 otpočelo je donošenjem Zapovjedi za izobrazbu i odgoj

manje postrojbi zrakoplovnom tehnikom i naoružanjem. Pritom je trebalo voditi računa o usklađenosti s razvojem ostalih dijelova Hrvatske vojske, uzimajući u obzir ljudski čimbenik, tehničku opremljenost i mogućnosti države u situaciji embarga na uvoz oružja. Zrakoplovstvo se kao izrazito tehnički vid brzo prilagodilo situaciji, oslanjajući se ponajprije na ljudski čimbenik i potencijal u vidu vrhunski osposobljenih zrakoplovnih i tehničkih kadrova. Pređeni put, od prvih bojnih djelovanja i pružanja sanitetske pomoći zračnim putem zrakoplovima An-2 opkoljenom Vukovaru 1991. godine do danas nije bio ni lak ni jednostavan. Trebalo je svladati brojne tehničke i kadrovske teškoće. Prva djelovanja zrakoplova i pilota bila su kratka i po učinku skromna, ali moralno i psihološki iznimno važna. Kasnijom nabavom većeg broja letjelica, posebice zrakoplova MiG-21 i vrtoleta Mi-8 i Mi-24, sustavnom izobrazbom zrakoplovnog i tehničkog kadra, integracijom izobrazbe sa ostalim postrojbama HV kroz međuvidovske i zajedničke taktičke vježbe te zajedničke skupne trenaze, stvarali su se uvjeti i mogućnosti za potpunu uporabu HRZ u okviru njegove uloge i namjene. Pritom je i važan stav našeg najvišeg vojnog i političkog vrha kako nam je potrebno snažno ratno zrakoplovstvo, koje će po ustroju biti malo, a po namjeni višenamjensko.

Usporedo s radom na oblikovanju, razvoju i snaženju hrvatskih zračnih snaga, poduzimane su mjere za teorijsku razradbu stavova o uporabi zračnih snaga zrakoplovstva i protuzračne obrane kako u oslobađanju okupiranih dijelova RH tako i u obrani, dakle u svim oblicima oružane borbe i bojnih djelovanja.

Važno je pritom izdvojiti dvije temeljne pretpostavke.

Prvo, opći odnos snaga na bojišnici bit će uvjetovan pored ostalog i situacijom u zračnom prostoru. Stoga je bitna sposobnost HRZ i PZO da uspješno nadzire zračni prostor, a djelovanja u njemu i iz njega su sastavni dio bojnih djelovanja ostalih dijelova HV.

Na temelju takvog saznanja, HRZ i PZO dodjeljena je prva namjenska zadaća - protuzračna obrana teritorije i skupina snaga. Tu zadaću obavljaju postrojbe lovačkog zrakoplovstva, postrojbe za zračno motrenje i navođenje i postrojbe PZO.

Drugo, odlučujuća bojna djelovanja protiv neprijatelja vode se na kopnu i s kopnenim snagama, Stoga svi dijelovi Oružane sile, pa time i Hrvatsko ratno zrakoplovstvo, surađuju s kopnenim snagama. Iz tog razloga HRZ i PZO je dana i druga namjenska zadaća - zrakoplovna



Borbeni vrtolet Mil Mi-24V iz sastava HRZ-a

Zapovjedništva i postrojbi HRZ i PZO u 1995., a završeno je izradom niza dokumenata o uporabi HRZ i PZO u sklopu zrakoplovne potpore napadajne operacije Hrvatske vojske. U pripremi zadaća zrakoplovne potpore sudjelovali su najviši dužnosnici HRZ i PZO iz Zapovjedništva i postrojbi, Glavnog stožera HV i Ministarstva obrane, pri čemu je ostvarena najveća integracija znanja i stručnih sposobnosti svih sudionika procesa planiranja. Kada se govori o pripremi za sudjelovanje u operaciji, može se govoriti o općoj i neposrednoj pripremi.

Opća priprema za tu zadaću započela je od samog stvaranja HRZ i PZO, kao posebnog vida Oružanih snaga, čiju je okosnicu činio ustroj i organizacija HRZ, usavršavanje funkcija vođenja i zapovjedanja te izobrazba kao i opre-



Uzlet lovaca MiG-21 bis opremljenih lanserima nevođenih raketa zrak-zemlja na borbenu zadaću tijekom operacije Oluja

potpora kopnenim snagama i ratnoj mornarici. Snage zrakoplovne potpore čine postrojbe lovačkog zrakoplovstva sa zrakoplovom MiG-21 bis opremljenim borbenim sredstvima za pružanje paljbene potpore kopnenim postrojbama (bombe, rakete zrak-zemlja), postrojbe transportnih zrakoplova, postrojbe transportnih vrtolota i borbenih vrtolota, izvidnički zrakoplovi i vrtoleti.

U dosadašnjim bojnim djelovanjima snage HRZ i PZO se nisu angažirale na zadaćama koje mogu izvoditi drugi dijelovi Oružane sile. Na taj način se postiže neophodna učinkovitost i racionalnost pri uporabi HRZ i PZO, ali i maksimalna efikasnost vojnih snaga u cjelini. Od postrojbi HRZ i PZO se je zahtijevala visoka efikasnost i operativnost, što se postizalo vrhunskom izobrazbom, visokom razinom ispravnosti postojećih sredstava borbene tehnike i naoružanja, visokom stupnju urednosti zrakoplovnih baza i radarskih položaja. Polazeći od činjenice da suvremena bojna djelovanja obilježava integracija uporabe oružanih sustava svih vidova Oružane sile, HRZ i PZO je kroz dosadašnju izobrazbu baš toj činjenici pridavala veliku pozornost.

U pripremama za operaciju Oluja 95 znalo se kako će se cijeli prostor okupiranog područja istodobno biti pod udarom oružanih sustava svih, ili najvećeg dijela Oružane sile RH i kako se operacija mora završiti u što kraćem mogućem roku, uz što manje gubitke. U takvoj situaciji posebnu važnost imaju snage HRZ i PZO, jer su sposobne nanositi udare odmah u početku po važnim strateškim objektima, posebno objektima i sredstvima sustava veze i zapovijedanja, odnosno po dubini okupirane teritoriji.

Neposredna priprema HRZ i PZO za vojno-redarstvenu operaciju počela je desetak dana ranije, a odnosila se na konkretne zadaće i

obuhvaćala sve funkcije zapovijedanja-planiranja, organizacije, izdavanja zapovijedi na svim razinama zapovijedanja, kordinaciju i nadzor, odnosno ophodnju zapovjednika HRZ i PZO i najviših dužnosnika zapovjedništva i postrojbi, odnosno svih elemenata postroja HRZ i PZO. Važno mjesto u neposrednim pripremama za realizaciju zadaća imala je i priprema skupina časnika pilota zaduženih za koordinaciju djelovanja sa zapovjedništvima zbornih područja, koji su kasnije na terenu učinkovito rješavali problematiku uporabe snaga zrakoplovstva.

Treba istaknuti kako je zapovjedništvo HRZ i PZO pri planiranju i organizaciji bojnih djelovanja obavilo kvalitetnu prosudbu situacije i oblikovalo prijedlog Glavnom stožeru HV, odnosno njezinom operativnom timu za pravodobno donošenje odluke o uporabi snaga

HRZ i PZO, te osiguralo razradbu odluke i izdavanje potpunih i jasnih zadaća svojim postrojbama. Tijekom neposredne pripreme izvršene su i potpune prosudbe naših zrakoplovnih snaga, odnosno određivanje minimalnih i maksimalnih snaga za ostvarivanje traženih učinaka po određenim objektima djelovanja.

Zapovjedništvo HRZ i PZO izdalo je pripremne zapovijedi s ciljem osiguravanja paralelnog rada Zapovjedništva i podređenih postrojbi. Pripremne zapovijedi su u sebi sadržavale neophodne podatke o neprijatelju, kratak sadržaj predstojećih zadaća, orijentirne objekte djelovanja odnosno područja djelovanja, koje pripreme treba sprovести do dobivanja konkretne zadaće i slično. Planom uporabe su bili definirani objekti djelovanja HRZ i PZO i to prema vidu obavljanja zadaće - po planu ili po pozivu.

U odnosu na cilj bojnih djelovanja zrakoplovstva određeni su i objekti djelovanja snaga HRZ i PZO. Za sve te objekte HRZ je imalo potpune obavještajne podatke i aerofotosnimke, što je omogućilo potpunu pripremu posada. Po tim objektima se je djelovalo temeljem plana uporabe.

Piloti, odnosno posade zrakoplova su bili uvježbani i za djelovanja u svim uvjetima, a to uključuje let na ekstremno malim visinama, primjena manevra za izbjegavanje neprijateljske PZO, radnje i postupke za brzo i sigurno uočavanje objekata djelovanja, odabiranje optimalnog manevra napadaja i slično. Zato su piloti u kasnijim bojnim djelovanjima u glavnom tijeku operacije mogli učinkovito djelovati po pozivu po tankovskim i oklopno-mehanimiziranim kolonama, topničkim položajima, područjima okupljanja neprijatelja i slično.

(nastaviti će se)

HA



Uspješno izvođenje borbenih djelovanja HRZ-a omogućeno je zahvaljujući detaljnom planiranju utemeljenom na podatcima prikupljenim iz različitih izvora. U prikupljanju potrebnih podataka uspješno su uporabljene i bespilotne letjelice (prikazan je snimak ceste Karlovac-Tušilović, napravljen iz bespilotne letjelice)

Skupina zračnih snaga na Pacifiku (**PACAF, Pacific Air Forces**) ima svoje korijene u zapovjedništvu USAAF-a koje je nastalo na Dalekom istoku još tijekom II. svjetskog rata: to je bio FEAF (**Far East Air Forces**, Skupina zračnih snaga na Dalekom istoku), stvoren spajanjem 5th AF i 13th AF (njima je kasnije dodijeljen i 7th AF). Po nastanku FEAF je postao zračna komponenta Mc Arthurovog Dalekoistočnog zapovjedništva. Pred kraj rata u njegov sastav ulazi i 20th AF (s bombarderima Boeing B-29), a nakon poraza Japana glavni stožer FEAF-

Nagoye, u Fuchu pored Tokija).

Kao posljedica korejskog rata, PACAF je u trenutku nastanka imao na raspolaganju velike snage - 89.679 ljudi i 959 zrakoplova, no otvorenim ulaskom SAD u vijetnamski rat sedam godina kasnije njegova snaga spala je na 65.155 ljudi i 582 zrakoplova: To stanje se ubrzo promijenilo - kako je sukob eskalirao, brojno stanje se povećavalo, posebice nakon otpočinjanja operacije Rolling Thunder (bombardiranje Sjevernog Vijetnama): u trenutku završetka te operacije 1968. u njegovom sastavu bilo je oko 170.000 ljudi i 2100 zrakoplova. Ponovno je

34.111 ljudi i 255 zrakoplova.

Tijekom osamdesetih snaga PACAF-a je nešto pojačana, ali početkom devedesetih to zapovjedništvo i dalje je bilo samo sjenka onih snaga koje su bile u njegovu sastavu tijekom vijetnamskog rata. Sastav PACAF-a pred reorganizaciju USAF-a bio je sljedeći:

- glavni stožer u Hickam AFB, Havaji;

- **5th AF**, Yokota AB, Japan. Svako od četiri AF u sastavu PACAF-a odgovorno je za aktivnosti u jednom geografskom području - u slučaju 5th AF, to je Japan i otok Okinawa. U sastavu 5th AF nalazili su se 432nd TFW, Misawa AB (13th,

USAF (IV. dio)

Preostala zapovjedništva



Završetak hladnog rata prisilio je USAF da korijenito promijeni do sad opisanu hladnoratovsku strukturu, kako bi se mogao prilagoditi novim okolnostima i zadaćama u razdoblju nakon raspada SSSR-a

Robert BARIĆ

PACAF je najveću snagu dostigao tijekom vijetnamskog rata (na slici je KC-135A tijekom opskrbe gorivom F-4E iz sastava 388th TFW i tri A-7 iz sastava 354th TFW, za vrijeme vijetnamskog rata). Po završetku sukoba u Vijetnamu, snaga PACAF-a znatno je smanjena

a se premješta u Tokio. Tijekom korejskog rata FEAF je bio zrakoplovna komponenta međunarodnih snaga UN-a u Koreji.

FEAF je preimenovan u PACAF 1. srpnja 1957. i tim činom postaje jedinstveno zapovjedništvo USAF-a za područje Pacifika. U sastavu PACAF-a našla su se dva AF - 5th AF u Japanu i 13th na Filipinima, dok su druga dva (7th AF na Havajima i 12th AF na Okinawi) raspuštena. Ostale promjene bile su u premještanje glavnog stožera na Havaje (u Hickam AFB), te premještanje stožera 5th AF (iz Moriyame pored

aktiviran i 7th AF, a borbene misije su se izvodile iz 18 baza u jugoistočnoj Aziji (10 u Južnom Vijetnamu, 7 u Tajlandu i jedne na Tajvanu). No, nakon 1968. počelo je postupno povlačenje američkih snaga iz Južnog Vijetnama, a taktičke postrojbe dodijeljene PACAF-u polako su se vraćale u sastav TAC-a. Ubrzo se snaga PACAF-a spustila na razinu prije američkog angažiranja u vijetnamskom ratu, a 1975. deaktiviran je i 7th AF. Godinu dana kasnije, zadnje baze koje je PACAF koristio u Tajlandu predane su Tajlandanima, a snaga PACAF-a smanjena je na

14th TFS - F-16C/D) i 313th AD, Kadena AB (12th, 44th, 67th TFS - F-15C/D);

- **7th AF**, Osan AB, Južna Koreja: 8th TFW, Kunsan AB (35th, 80th TFS - F-16C/D), 51st TFW, Osan AB (36th TFS - F-16C/D);

- **11th AF**, Elmendorf AFB, Alaska. Ova formacija je sve što je ostalo od Zračnog zapovjedništva za Aljasku (**Alaskan Air Command, AAC**), od 1990. samostalnog zapovjedništva u rangu PACAF-a i USAF-a. Tijekom hladnog rata to zapovjedništvo imalo je važnu ulogu, zbog činjenice što je Aljaska jedino mjesto gdje su

SAD i bivši SSSR imali zajedničku granicu.

AAC je stvoren 18. prosinca 1945. preimenovanjem 11th AF. Osnovna zadaća AAC-a bila je davanje rane uzbune u slučaju sovjetskog zračnog napadaja preko Sjevernog pola. Stoga su u sastavu AAC-a stalno bile zrakoplovne postrojbe opremljene lovcima-presretačima. No znatno veću važnost ima radarska mreža izgrađena na Aljasci. Godine 1947. dana je preporuka za gradnju mreže radarskih stanica na Aljasci, koja bi imala ulogu sustava za rano uzbunjivanje u slučaju sovjetskog napadaja. Prvotni ambiciozni planovi predviđali su izgradnju između 22 i 58 AC&W (Aircraft Control and Warning System) postaja, no budžetska ograničenja na kraju su 1949. dovela do autorizacije izgradnje 10 postaja (pet na obali i pet u unutrašnjosti Aljaske) i dva nadzorna središta. Izgradnja je započela 1950. ali je korejski rat doveo do toga da je uspostavljeno pet privremenih postaja, koje su počele raditi 27. lipnja 1950. uspostavivši 24-satno dežurstvo AAC-a. Korejski rat doveo je do odobravanja sredstava za još šest dodatnih postaja, a sve su

6 postaja sustava DEW) radio je u prvotnom obliku do 1964., kad su zbog ekonomskih razloga zatvorene tri postaje, a 1969. dodatne četiri. Tijekom sedamdesetih, deaktivirane su postrojbe opremljene SAM sustavom Nike Hercules, a AAC je počeo postupno uz tradicionalnu zračnoobrambenu ulogu preuzimati i ulogu

15C/D; ti Eagleovi su bili u stanju stalne pripravnosti u Elmendorfu, i u bazama King Salmon Airport i Galena Airport), 343rd TFW, Eielson AFB (18th TFS - A/OA-10A);

- **13th AF**, Clark AB, Filipini. To je po snazi bila najmanja komponenta PACAF-a, s osnovnom misijom neutraliziranja protivničkog

sustava PZO. U njegovom sastavu nalazili su se 3rd TFW, Clark AB (3rd TFS s F-4E i 90th TFS s F-4E/G) i dvije pomoćne postrojbe;

- kontigenti iz sastava TAC-a, MAC-a i drugih zapovjedništva USAF-a. Sve ove postrojbe, iako su

se nalazile na području PACAF-a, bile su pod nadzorom svojih matičnih zapovjedništava. MAC je na ovom području imao 834th Airlift Division (Hickam AFB; u njezinom sastavu bio je 374th Tactical Air Wing, Yokota AB, s zrakoplovima C-130 Hercules), te zemaljske instalacije u bazama Kadena, Osan, Andersen i Clark. TAC je u Kadeni, Okinawi i Elmendorfu smještio AWAC zrakoplove Boeing E-3 Sentry iz sastava 55nd



Transportni zrakoplovi Fairchild C-119 Flying Boxcar iz sastava MATS-a u Koreji 1952.

taktičke zračne potpore. U tom razdoblju počela je i modernizacija sad već zastarjelih radarskih postaja AC&W sustava na Aljasci, a od 1979. do 1984. u sklopu programa Seek Igloo napravljeno je 11 automatiziranih radarskih postaja (bez ljudske posade) opremljenih radarima AN/FPS-117). Važnost AAC-a porasla je kad je SSSR u naoružanje uveo krstareće projektele na bombarderima Tu-95 (koji bi u slučaju rata morali



Lockheed C-5B Galaxy, najveći transportni zrakoplov koji je ušao u sastav MATS-a; u pozadini se vidi Lockheed C-141B Starlifter, strateški transportni zrakoplov koji je tijekom šezdesetih zamijenio prijašnje klipne transportne zrakoplove MATS-a

izgrađene do 1958. Uspostavljanjem NORAD-a 12. rujna 1957. (zajedničko Sjevernoameričko zračnoobrambeno zapovjedništvo Kanade i SAD-a) dvije postaje postale su NORAD-ova nadzorna središta, a 1957. odobreno je proširenje radarske DEW crte i na Aljasku (šest postaja sagrađeno je do 1959. i sve su stavljene pod nadzor AAC-a). No, cijeli sustav (18 AC&W postaja i

preletjeti preko Aljaske i Kanade kako bi mogli lansirati krstareće projektele na ciljeve u kontinentalnom dijelu SAD). No, kraj hladnog rata značio je i kraj AAC-a: u ljeto 1990. AAC je službeno raspušten, a na njegovo mjesto dolazi 11th AF, u čijem su se sastavu 1991. nalazili 11th TCW, Elmendorf AFB (13 radarskih postaja), 21st TFW, Elmendorf AFB (43rd i 54th TFS - F-

AW&CW, Tinker AFB, Oklahoma. SAC je 1990. povukao zadnje B-52 (iz sastava 43rd BW) i njegovo prisutnost bilo je svedeno na pružanje opskrbe gorivom u letu pomoću zrakoplova-tankera (KC-135 iz sastava 376th Strategic Wing, Kadena AB), te zadržavanje manjeg broja izvidničkih RC-135 na Aljasci (6th Strategic reconnaissance Wing). Napokon, Zapovjedništvo

za specijalne operacije (SOCOM) je u Clark AB imalo 353rd Special Operations Wing.



HC-130 iz sastava kalifornijskog ANG-a priprema se za opskrbu gorivom vrtloža HH-3 iznad pacifičke obale

Ostala zapovjedništva

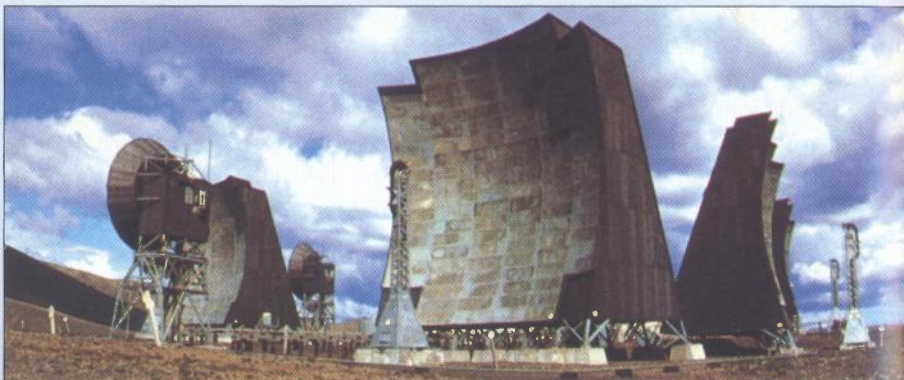
Prikaz hladnoratovske strukture USAF-a završit ću kraćim opisom ostalih zapovjedništava u sastavu USAF-a. Na prvom mjestu treba spomenuti **Zapovjedništvo za vojni zračni transport (Military Airlift Command, MAC)**. Korijeni MAC-a nalaze se u II. svjetskom ratu: 29. svibnja 1941. stvoreno je zapovjedništvo (**Air Corps Ferrying Command**) koje je zaduženo za slanje zrakoplova Velikoj Britaniji u sklopu programa Lend Lease zračnom rutom (od istočne Kanade do Škotske). Vrlo brzo novo zapovjedništvo postaje zrakoplovna transportna služba, i 20. lipnja 1942. preimenovano je u Zapovjedništvo za zračni transport (**Air Transport Command, ATC**). Do kraja te godine ATC je preuzeo odgovornost za transportiranje ljudi i opreme u bilo koji dio svijeta gdje su djelovale američke snage, a u njegovom sastavu se tad nalazilo osam transportnih wingova (svaki zadužen za djelovanje u određenom dijelu svijeta).

Jedna od najtežih zadaća tijekom rata bila je opskrba kineskih i američkih snaga u Kini preko Himalaja. Nakon što je 1942. presječena opskrba kopnenim i pomorskim putem, jedini način dopreme potrebnih sredstava bio je zračnim putem. Usprkos velikim problemima, do kraja rata ATC je prebacio 650.000 tona tvoriva.

U kolovozu 1945. u sastavu ATC-a bilo je 209.201 vojnika i 104.667 civila, dok je najveća brojnost transportnih zrakoplova dosegnuta u prosincu 1944. (10.456 transportnih zrakoplova, od toga 1278 Curtiss C-46, 4901 Douglasa C-47 i C-53, 356 Douglasa C-54). Poslijeratno smanjenje snaga pogodilo je i ATC: 1946. u njegovu sastavu bilo je 42.090 vojnika, 17.590 civila i 4310 transportnih zrakoplova. Nakon stvaranja USAF-a odlučeno je sve transportne zrakoplove iz sastava ATC-a i mornaričkog NATS-a (Naval Air Transport Service) staviti pod jedinstveno zapovjedništvo u okviru USAF-a: 15. siječnja 1948. tako nastaje Vojna služba za zračni trans-

port (**Military Air Transport Service, MATS**). Praktično odmah po nastanku, pred MATS je

postavljena teška zadaća: zračna opskrba Zapadnog Berlina nakon što su Rusi u srpnju 1948. uveli blokadu zatvarajući kopnene koridore preko teritorija istočne Njemačke. Usprkos velikim početnim teškoćama, MATS je do svibnja 1949. (kad je blokada ukinuta) izveo 150.000



Jedna od zadaća AFCC-a bila je održavanje radarskih sustava, poput postaje Sparrevohn na Aljasci

letova (često u teškim vremenskim uvjetima), prenijevši 2.325.000 t hrane, goriva i drugih zaliha, uz gubitak 12 zrakoplova. I u korejskom ratu MATS je imao važnu ulogu, prevezavši 214.000 vojnika i 80.000 t tereta u Koreju. Iz korejskog rata izvučeno je nekoliko važnih pouka, najvažnije su bile o potrebi angažiranja MATS-a na samom početku krize, te davanje prednosti većim umjesto manjim transportnim zrakoplovima (u tom trenutku od velikih transportnih zrakoplova rabili su se C-97 i C-124). Ipak, bez obzira na stečena iskustva, razdoblje od završetka korejskog rata pa do 1958. bilo je za MATS razdoblje stagnacije: jedini novi tip transportnog zrakoplova koji je od završetka II. svjetskog rata pa do kraja pedesetih uvršten u njegov sastav bio je Douglas C-124 (1951.). Promjena je nastupila 1958. kad je zapovjedništvo nad MATS-om preuzeo general William Turner (koji je organizirao berlinski zračni most, i kasnije zračni transport u Koreji). Turner je poduzeo niz akcija kojima je prikazao važnost zračnog transporta i MATS-a (opskrba američkih snaga u Libanonu 1958.; pružanje potpore Tajvanu tijekom krize s

NR Kinom 1958.; akcije u središnjoj Africi /Belgijski Kongo/ 1960. i 1964.). Na poticaj MATS-a, u suradnji s američkom kopnenom vojskom izvedene su i dvije velike vježbe prebacivanja velikog broja vojnika i opreme zračnim putem. Vježba **Big Slam/Puerto Pinte** održana 1960. sastojala se u prebacivanju 20.000 vojnika s opremom iz SAD-a u Puerto Rico i natrag, u roku od dva tjedna. Ta vježba potaknula je američki Kongres da autorizira nabavu dodatnih transportnih zrakoplova C-130 i C-135 za potrebe MATS-a, te da odobri razvoj nove generacije strateških transportnih zrakoplova - Lockheeda C-141 Starliftera (1965.) i Lockheeda C-5 Galaxy (1968). Druga vježba, operacija **Big Lift**, održana u listopadu 1963., sastojala se u prebacivanju 15.000 ljudi i 450 t opreme iz sastava 2. oklopne divizije u Njemačku (u bazu Ramstein AB); u roku od samo 60 sati od dolaska, svo dovedeno ljudstvo i oprema bili su spremni za borbeno djelovanje. Sve te djelatnosti na kraju su potaknule Kongres da donese odluku o širenju MATS-a: tako 1. siječnja 1966. MATS prerasta u MAC.

Tek što je počela reorganizacija, MAC je stavljen pred veliki izazov: sudjelovanje u vijetnamskom ratu. Tijekom tog sukoba (1965.-1975.), MAC je prevezao više od dva milijuna putnika i oko dva milijuna tona tereta, a njegovi pripadnici iz sastava Službe za zračno spašavanje (Air Rescue Service; ARS je nastao u prosincu 1946. s glavnom zadaćom traženja i spašavanja oborenih pilota; 8. siječnja 1966. preimenovan je u Aerospace Rescue and Recovery Service) spasili su 4120 života. Po završetku rata glavna zadaća MAC-a je ostala globalni zračni transport, kako za potrebe USAF-a, tako i za potrebe američkih oružanih snaga u cjelini. Organizacija MAC-a potkraj 1990. bila je sljedeća:

- glavni stožer u Scott AFB, Illinois;
- **21st AF**, McGuire AFB, New Jersey. Ovoj

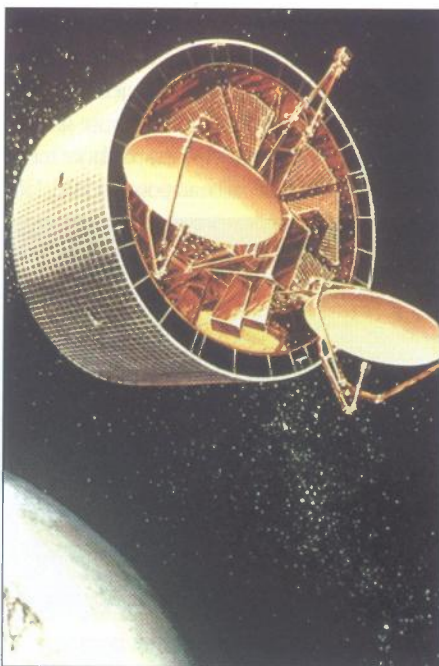
formaciji bile su podređeni sve transportne postrojbe na području istočno od Mississippija. Za strateški zračni transport bila su zadužena tri winga (436th Military Air Wing, Dover AFB, Delaware, opremljen s C-5A/B; 437th MAW, Charleston AFB, South Carolina i 438th MAW, McGuire AFB, New Jersey s C-141B), jedan

rakitički wing zadužen je za suradnju s 82. zračnodesantnom divizijom smještenom u Fort Bragg (317th Tactical Airlift Wing, Pope AFB, North Carolina, C-130E), a u Andrews AFB, Md smješten je wing za VIP transport (89th MAW). Osim tih snaga u SAD, 21st AF je upravljao i formacijom smještenom izvan teritorija SAD, i to 322nd Airlift Division, Ramstein AB (dijelovi divizije u Velikoj Britaniji i Njemačkoj);

- **22nd AF**, Travis AFB, California. U okviru ove formacije nalazile su se sve transportne zrakoplovne postrojbe zapadno od Mississippija. Za strateški transport su bila zadužena tri winga (60th MAW, Travis AFB, mješoviti sastav C-5A/B i C-141B; 62nd MAW, McChord AFB, Washington, C-141B; 63rd MAW, Norton AFB, California, C-141B), za taktički dva (314th TAW, Little Rock AFB, Arizona, C-130E; 463rd TAW, Dyess AFB, Texas, C-130E); ostale komponente bile su snage na Aljasci (616th Military Airlift Group, Elmendorf AFB, C-130H, C-12F) i Havajima (834th Airlift Division, Hickam AFB; dijelovi ove postrojbe bili su smješteni u Japanu i Filipinima), te trenažna postrojba u Altus AFB, Oklahoma.

U sastavu MAC-a bile su i specijalizirane službe, i to meteorološka služba (Air Weather Service, stožer u Scott AFB, McClellan AFB, California, zrakoplovi WC-135B) i Air Rescue Service (stožer McClellan AFB, California).

Logističko zapovjedništvo (Air Force Logistic Command, AFLC) bilo je zaduženo za osiguravanje svih logističkih potreba dijelova USAF-a, kako bi ovi mogli izvršavati svoje



Zadaca AFSPC-a je i nadzor američkih vojnih satelita, poput ovog satelita iz komunikacijske mreže DSCS II

nove logističke sekcije (koja je 1924. preimenovana u **Field Service Section**), a nastankom USAAC-a 1926. spaja se s odjelom za istraživanje (**Aeroplane Engineering Division**) u zajedničko zapovjedništvo (**Materiel Division**). Logistika i istraživanje ostat će u sklopu istog zapovjedništva (osim kraćeg razdvajanja između od ožujka 1941. do kolovoza 1944. na **Materiel Command** i **Air Service Command**, koji su ponovno ujedinjeni u jedinstveno zapovjedništvo - **Air Technical Service Command**,

ništvo (**Air Research and Development Command, ARDC**). Air Materiel Command preimenovan je u AFLC 1. travnja 1961.

Glavni stožer AFLC-a bio je u Wright-Patterson AFB, a njemu je bilo podređeno pet Zračnih logističkih središta (Air Logistic Center) na području SAD. Svaki ALC je specijaliziran za održavanje određenih tipova zrakoplova i opreme (na primjer, Ogden ALC u Hill AFB, Utah, specijalizirao se za održavanje lovaca F-4 i F-16, a Sacramento ALC u McClellan AFB za A-10A i F-111). AFLC je upošljavao i veliki broj civilnih ugovarača (na jednog pripadnika vojnog osoblja AFLC-a dolazilo je sedam civila). Ostale zadaće AFLC-a bile su sudjelovanje u procesu nabave nove opreme, slanje doknadnih dijelova u postrojbe USAF-a smještene u i izvan SAD, te čuvanje konzerviranih letjelica iz sastava USAF-a ali i drugih dijelova američkih oružanih snaga (u središtu /Aerospace Maintenance and Regeneration Center/ smještenom u Davis-Monthan AFB, Arizona).

Zapovjedništvo za borbene sustave (Air Force Systems Command, AFSC). Ovo zapovjedništvo bilo je zaduženo za usavršavanje aeronautičke tehnologije te njezin prijenos u operativne sustave i opremu. Početak razvoja AFSC-a bio je u davnoj 1917., osnutkom odjela za razvoj zrakoplova (**Airplane Engineering Department, AED**) u sklopu Odjela za opremu Signalističkog korpusa (Signal Corps Equipment Division) 4. prosinca 1917. Po nastanku USAAS-a, ALD prerasta u odjel (**Aircraft Engineering Division**), a prerastanjem USAAC-a spaja se s



USAF-ovo zapovjedništvo za specijalne operacije u svom sastavu ima posebno modificirane zrakoplove i vrtotele. Na slici je jedna od specijalnih verzija transportnog zrakoplova Hercules, MC-130E Combat Talon

zadaće. Prva logistička organizacija u američkim zračnim snagama bila je logistički depo (**Fairfield Aviation General Supply Depot**) koji je nastao u tadašnjoj Zrakoplovnoj sekciji Signalističkog korpusa u siječnju 1918. Nakon završetka I. svjetskog rata depo postaje dio

ATSC), sve do 2. travnja 1951. kad je iz sastava **Air Materiel Commanda** (novi naziv ATSC-a od 9. ožujka 1946.) kao zasebno zapovjedništvo izdvojena Savjetnička znanstvena skupina (Scientific Advisory Group) koja je preimenovana u Zračno istraživačko i razvojno zapovjed-

njevom logističkom komponentom u Materiel Division. Nakon osamostaljivanja 1951. ARDC preuzima sve istraživačke aktivnosti vezane uz USAF. Zapovjedništvo je preimenovano u AFSC 1. travnja 1961.

Glavni stožer AFSC-a je bio smješten u

Andrews AFB, Maryland, a njemu su podređena ispitna središta koja se bave raznim istraživanjima. Od tih ispitnih središta koja su bila u sastavu AFSC-a svakako je najpoznatije ispitno letno središte u Edwards AFB u Kaliforniji, gdje se provodi detaljno ispitivanje svakog tipa nove



Northrop T-38 Talon je, zajedno s Cessnom T-37, od šezdesetih do danas primarni trenajni zrakoplov USAF-a

opreme prije ulaska u službu. U Edwardsu se također nalazi i škola za ispitne pilote USAF-a. Razvoj sustava za taktičko ratovanje i izvidničkih sustava odvijao se u ispitnom središtu u Wright-Patterson AFB, dok je za razvoj oružja (ali ne i nuklearnog oružja) bio zadužen Odjel za streljivo (Munitions System Division) u Eglin AFB.

Zapovjedništvo za komunikacije (Air Force Communications Command, AFCC), bilo je zaduženo za sve komunikacijske sustave koje koristi USAF, od telefonskih pa do satelitskih komunikacijskih sustava. Organizacija AFCC-a sastojala se od odjela (Division); svaki je odjel bio odgovoran za specifično područje aktivnosti ili zadužen za pružanje komunikacijske potpore određenoj postrojbi/službi USAF-a (često su odjeli bili pod administrativnim nadzorom glavnog stožera AFCC-a smještenog u Scott AFB, no operacijski nadzor bio je pod postrojbom kojoj je odjel bio dodijeljen). Do kasnih osamdesetih AFCC je rabio manji broj zrakoplova C-140 JetStar i T-39 Sabreliner (za kalibraciju i provjeru navigacijske opreme), a zatim su ti zrakoplovi prebačeni u sastav MAC-a.

Većina svih dosada nabrojanih zapovjedništva (uz izuzetak USAFE-a i PACAF-a) "nestala" je nakon reorganizacije USAF-a 1992., dok su preostala koja ču nabrojati našla svoje mjesto u novoj organizacijskoj strukturi.

Zapovjedništvo za specijalne operacije (Air Force Special Operations Command, AFSOC). AFSOC pod svojim nadzorom ima specijalne snage USAF-a (i zadužen je za izvođenje sljedećih misija: nekonvencionalno ratovanje, izravne akcije, izvidanje, protuteroristička borba); uz to, njegove zadaće su i borbeno spašavanje, te mirnodopske SAR akcije, pružanje humanitarne pomoći, po potrebi i borba protiv krijumčara droga. Glavni stožer je u Hurlburt Fieldu, Florida. U sastav AFSOC-a sredinom 1990. ušao je 23rd AF (koji je izdvojen

iz sastava MAC-a), s tri winga (1st SOE, Hurlburt Field; 39th SOE, Rhein-Main AB, Njemačka; 353rd SOE, Clark AB, Filipini) i jednom trenajnom postrojbom. Od letjelica, koriste se specijalne verzije C-130 (HC-130 za spasilačke misije, AC-130 Spectre za paljbenu potporu i MC-130

za specijalne zadaće), te brojni specijalno modificirani vrtoleti (poput MH-53J i MH-60G).

Svemirsko zapovjedništvo (Air Force Space Command, AFSPC), nastalo je 1. rujna 1982., s stožerom u Peterson AFB, Colorado, i njegovo područje rada su sve izvanatmosferske aktivnosti USAF-a. AFSPC od samog nastanka najuže surađuje s NORAD-om, ali NORAD ipak nije isključivi korisnik usluga tog zapovjedništva. AFSPC pod svojim zapovjedništvom ima mrežu postaja za motrenje svemirskog prostora razasu-



Jurišni zrakoplovi A-7 Corsair II iz sastava ANG-a; danas su u potpunosti zamijenjeni s F-16 Fighting Falconom

tu po cijelom svijetu, radara za upozoravanje na napadaj interkontinentalnim projektilima, postaje za praćenje i nadzor satelita. Svi ti elementi razmješteni su u sastav tri winga: 1st Space Support Wing, Peterson AFB, Colorado; 2nd SSW, Falcon AFB, Colorado; 3rd SSW, Peterson AFB. Od zrakoplova, ovo zapovjedništvo je koristilo 1991. samo jedan Boeing C-135E za prijevoz zapovjednika i starijih časnika.

Zračno trenajno zapovjedništvo (Air Training Command, ATC). Osnovano je 7.

srpnja 1943. kao Army Air Forces Training Command, a preimenovan je u ATC 15. travnja 1946. Sve do 1943. nije postojala jedinstvena služba za izobrazbu pilota: tijekom I. svjetskog rata potencijalni piloti slani su na izobrazbu u Francusku i Veliku Britaniju, a ni tijekom dvadesetih i tridesetih nije postojao zahtjev za izobrazbom većeg broja pilota (tako je 1939. tražena godišnja izobrazba samo 300 pilota). Međutim, II. svjetski rat korijenito je promijenio situaciju: 1942. tražena je godišnja izobrazba 30.000 novih pilota. U kratkom roku napravljeno je 609 trenajnih baza (375 za pilotsku izobrazbu i 234 za izobrazbu tehničkog osoblja); nakon završetka rata, većina tih baza predana je drugim zapovjedništvima USAF-a kao i civilnim službama, a ATC je postupno sveo preostalu brojnost na nekoliko baza koje i danas rabi. Stožer ATC-a je u Randolph AFB, Texas, a u sastavu tog zapovjedništva 1991. nalazile su se sljedeće postrojbe: 12th Flying Training Wing, Randolph AFB; 14th FTW, Columbus AFB, Ms; 47th FTW, Laughlin AFB, Texas; 64th FTW, Reese AFB, Texas; 71st FTW, Vance AFB, Oklahoma; 80th FTW, Sheppard AFB, Texas; 82nd FTW, Williams AFB, Arizona; 323rd FTW, Mather AFB; časnička škola, Lackland AFB, Texas; 557th Flying Training Squadron, Colorado Springs (postrojba za potporu USAF-ove akademije).

Pričuva zračnih snaga (Air Forces Reserve, AFRES). Glavna zadaća AFRES-a je uvježbavanje pričuvnog sastava USAF-a i pripre-

manje njegove mobilizacije. Do 1983. AFRES je imao status postrojbe podređene USAF-u, a od te godine dobiva status odvojene operative službe. U slučaju međunarodnih napetosti ili rata, elementi AFRES-a se mobiliziraju i šalju pod nadzor pojedinim zapovjedništvima, kojima su namijenjeni. Godine 1991. u sastavu AFRES-a većina letjelica bili su transportni zrakoplovi (namijenjeni MAC-u), ali u njegovom sastavu nalazila se i taktička komponenta (lovci, jurišni zrakoplovi). Organizacijski, AFRES ima istu

strukturu kao i ostala borbeni zapovjedništva USAF-a, tj. podjelu na wingove, no zbog razasutosti pojedinih komponenti, događalo se da pojedini wingovi nadziru squadrone smještene u dvije do tri federalne države. Sastav je pred reorganizaciju bio sljedeći: 4th AF, McClellan AFB; California, u čijem se sastavu nalazilo više od 20 squadrona (raspoređenih u sedam wingova, dvije skupine /jedna za zračno spašavanje a druga za specijalne operacije/, i dva squadrona za zračno spašavanje i jedan za specijalne operacije), namijenjenih za pojačavanje MAC-a; 10th AF, Bergstrom AFB, Texas, s lovačkim i jurišnim zrakoplovima (F-4E, F-16A/ B/ C/D, A-10A), te zrakoplovima tankerima KC-10A u sastavu sedam wingova; i 14th AF s transportnim zrakoplovima za MAC (C-130E/H, C-141B, C-5A/B, C-9A), u sastavu šest wingova i jedne zrakoplovne skupine.

Zračna nacionalna garda (Air National Guard, ANG).

Kaže se kako zajedno s AFRES-om, ANG predstavlja "zračne snage u sjeni". U mirnodopskom razdoblju postrojbe ANG-a su pod nadzorom američkih država u kojima se nalaze, ali u slučaju rata prelaze u djelokrug federalne vlade, i mogu se poslati u akciju u prve borbenne crte. Ovakav koncept ANG-a zahtijeva konstantno uvježbavanje s redovnim postrojbama USAF-a (i ima iste kriterije kao i redovne postrojbe USAF-a). Organizacija postrojbi ANG-a je ista kao i kod ostalih zapovjedništva USAF-a, ali zbog veće geografske raspršenosti postrojbi (npr. u mnogim bazama je smješten jedan squadron), uz wingove ima i dosta skupina (group) zrakoplova; ako se squadron nalazi u istoj zračnoj bazi kao i wing kojem pripada, onda je pod njegovom izravnim nadzorom, no ako je geografski odvojen od svog matičnog winga onda se stavlja pod nadzor najbliže skupine koja služi kao posrednik u zapovjednom lancu između winga i squadrona (ovo se nije promijenilo ni nakon reorganizacije). Kao i u slučaju AFRES-a, i kod ANG-a je prisutna filozofija "zadobivanja" zapovjedništva (tj. da se različite postrojbe ANG-a u slučaju potrebe stavljaju pod nadzor različitih USAF-ovih zapovjedništava). Tako je za TAC (prema podacima iz 1990.) bilo predviđeno slanje i do 53 (od ukupno 93) letачke postrojbe, za MAC 22 squadrona, a za SAC 13 squadrona. No, osim pojačavanja snaga drugih zapovjedništva USAF-a, ANG je preuzeo veću odgov-

ornost za izvršavanje određenih vrsta misija, na primjer 90 posto lovačkih zrakoplova (F-15, F-16) namijenjenih za zračnu obranu kontinentalnog dijela SAD dolazi iz redova ANG-a. Gledeopremanja ANG-a zrakoplovima, dugogodišnja praksa je bila da je USAF u sastav ANG-a slao zrakoplove koji su se povlačili iz sastava zapovjedništva USAF-a, obično jednu do dvije generacije iza najnovijih letjelica. Tako je za vrijeme korejskog rata ANG rabio klipne lovce F-51, dok su redovne USAF-ove postrojbe imale mlazne borbeni zrakoplove; ili, presrećati F-106



Raspad SSSR-a i kraj hladnog rata, zajedno s iskustvima stečenim tijekom Zaljevskog rata 1991. (na slici su F-117, snimljeni pred odlazak u Saudijsku Arabiju 1990.; ovaj zrakoplov odigrao je veliku ulogu u onesposobljavanju iračkog PZO sustava), bili su glavni razlozi reorganizacije USAF-a do koje je došlo 1992

počeli su dolaziti u sastav ANG-a tek onda kad je USAF imao dovoljan broj F-4. No, početkom osamdesetih ta se praksa počela napuštati (ako se željelo uporabiti postrojbe ANG-a u prvim borbenim crtama zajedno s USAF-ovim regularnim postrojbama, mora ih se opremiti i istom opremom), i pred reorganizaciju u sastavu ANG-a uz stare F-4 i A-7 našle su se najmodernije borbeni letjelice USAF-a - F-15, F-16 i A-10A.

Uz ova glavna zapovjedništva, u USAF-u se nalaze i specijalizirane agencije, službe i središta (npr. obavještajna služba, agencija za sigurnost i sl.).

Razlozi za reorganizaciju

Opisana struktura USAF-a bila je zadovoljavajuća za razdoblje hladnog rata, kad je glavni cilj bio odvrćanje SSSR-a od mogućeg napada, ali to nije automatski značilo kako je bila najbolja moguća. Za početak, stalno su se vodile žestoke borbe za prvenstvo i sredstva između USAF-a i američkog mornaričkog zrakoplovstva (ukoliko program Joint Strike Fighter uspije, to će biti prvi put da su i USAF i USN zajedno razvili i nabavili jedan borbeni zrakoplov. Dosadašnji pokušaji nisu bili uspješni - program TFX/F-111/neslavno je propao a USN je odbila u prvoj polovini sedamdesetih svaku pomisao o nabavi F-16, što je bila želja Kongresa. Istina, USAF je

šezdesetih nabavio F-4 Phantom i A-7 Corsair II, koji su nastali kao mornarički zrakoplovi, ali samo zato što su mu hitno trebali takvi borbeni zrakoplovi pa se stoga morala progutati ta gorka tableta uzimanja mornaričkih zrakoplova), a konflikti su izbijali i unutar samog USAF-a. Tijekom hladnog rata unutar USAF-a neprekidno su se sukobljavali SAC i TAC, a obje strane su često prezirno zvale pripadnike MAC-a "prijevoznicima smeća"

No, interne nesuglasice nisu bile pokretač reorganizacije provedene 1992.: glavni raz-

log bio je nestanak glavnog protivnika, SSSR-a, 1991; novonastala Rusija nije više predstavljala takvu prijetnju zbog koje bi bilo opravdano zadržavanje dotadašnje preskupe i prevelike strukture USAF-a, pogotovo kad je administracija predsjednika Georga Busha najavila znatna smanjenja izdvajanja budžetskih sredstava za oružane snage. Posebice je postala upitna daljnja budućnost SAC-a, nakon što se naglasak počeo stavljati s strateških i taktičkih nuk-

learnih misija na izvođenje konvencionalnih taktičkih udara (što je otpočelo u drugoj polovini osamdesetih).

Uz to, trebalo je primijeniti i iskustva stečena tijekom borbenih akcija u Zaljevskom ratu protiv Iraka. Pokazalo se kako je jedan od razloga za pobjedu u tom sukobu bila sposobnost brzog transporta ljudi i opreme u područje Perzijskog zaljeva, i njihovo brzo razmještanje po dolasku. Istodobno je uočena potreba za većom operativnom fleksibilnošću. USAF je trebalo prilagoditi za ostvarenje navedenih ciljeva.

U devedesetim je trebalo očuvati, usprkos smanjivanju vojnog budžeta, sposobnost USAF-a da po potrebi izvodi globalna djelovanja. Ovo je bilo tim važnije jer umjesto borbe protiv jednog protivnika (tj. SSSR-a) sad su se pojavile mogućnosti izbijanja brojnih manjih sukoba u svijetu. Restrukturiranjem je trebalo očuvati ključne sposobnosti zračnih snaga (praćenje sposobnosti potencijalnih protivnika, dovoljna zračna moć za paraliziranje borbenih sposobnosti potencijalnog protivnika, obrana protiv napada balističkih projektila, održavanje zračne nadmoći). Kao odgovor na postavljene zahtjeve, odlučeno je ukinuti podjelu na taktičku i stratešku komponentu zračne moći, što je ostvareno integriranjem SAC-a, TAC-a i MAC-a.

(nastavit će se)

HZ

Proslavljena ŠILKA

Protuzrakoplovni samovozni topnički sustav ZSU-23-4 Šilka¹⁾ najproslavljenoiji je sustav ove kategorije koji je, s različitim uspjehom, sudjelovao u većem broju ratnih sukoba od bilo kojeg drugog sustava slične namjene, ali i sustav koji je proizveden u najvećem broju primjeraka. Premda je to i danas sustav koji je s najvećim brojem paljbenih jedinica u operativnoj uporabi mnogih zemalja, njegovo vrijeme je na zalazu, a proizvođač već nekoliko godina nudi svjetskom tržištu noviji i napredniji sustav iste namjene, hibridni topničko-raketni sustav 2S6 Tunguska

Vladimir SUPERINA



Razvoj PZ sustava Šilka započinje krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina kada je i u zrakoplovstvu došlo do krupnih promjena širokom uporabom mlaznih motora i intenzivnijim povratkom na razvoj jurišnih i lovačko bombarderskih zrakoplova. Uporaba nuklearnog i kemijskog oružja u mogućem širem sukobu bila je predviđena u strategiji vodećih zemalja suprotstavljenih vojnopoličkih saveza. Samovozni sustavi **ZSU-57-2** s topovima 57 mm i oklopjaci **BTR-40** i **BTR-152A** s topovima **ZU-23-2** ili teškim strojnicama **ZU-14,4-4** ili 2 koje je Istočni blok rabio za

zaštitu oklopnih i oklopnomehaniziranih snaga, postajali su sve neprikladniji za ovu namjenu radi zastarjelih i novim uvjetima neprimjerenih ciljaničkih naprava, nepostojanja tehničkih sustava za otkrivanje zrakoplova, male brzine paljbe topova 57 mm, te nezaštićenosti sustava od djelovanja nuklearnim, kemijskim i biološkim oružjem. Logično je bilo konstruirati novi PZ samovozni sustav koji će odgovoriti novim zahtjevima, te je započet projekat razvoja Šilke. Prototip sustava Šilka bio je kompletiran početkom šezdesetih godina i nekoliko je godina ispitivan na poligonima. Isporuke predserijskih primjeraka novog sustava vojsci tadašnjeg

SSSR-a započele su 1963/64. godinu. Šilka je prvi put javno prikazana na paradi u studenom 1965. u Moskvi. Na zapadu se smatra kako je puna serijska proizvodnja sustava ipak započela tijekom sljedeće godine, a uvođenje u operativnu uporabu tijekom sljedeće godine. Serijska proizvodnja Šilke trajala je, istina različitim intenzitetom, sve do 1983. godine u tvornicama tadašnjeg SSSR-a, ali licencno i u tadašnjoj Čehoslovačkoj. Tijekom dvadesetogodišnje proizvodnje proizvedeno je ukupno oko 6500 komada sustava ZSU-23-4 Šilka, što je znatno više od bilo kojeg drugog sličnog sustava bilo gdje u svijetu²⁾. S obzirom na nove okolnosti u

današnjem svijetu mali su izgledi brzog rušenja Šilkinog rekorda u broju proizvedenih sustava.

No, tijekom te proizvodnje Šilka se i mijenjala i poboljšavala sukladno uočenim mogućnostima poboljšanja i razvoju nove tehnike



Snimak predserijskog primjerka Šilke; ispitivanja u postrojbama s predserijskim vozilima izvođena su 1964.

uporabljive i na njoj. Tako su poznate četiri inačice ovog sustava, i to **ZSU-23-4V** iz 1965., **ZSU-23-4** iz 1968., **ZSU-23-4V1** iz 1972. i najnoviji **ZSU-23-4M** iz 1977. Najveće izmjene i poboljšanja rađena su upravo na elektronici s kojom je bilo i najviše problema, poglavito s hlađenjem. U početku elektronički su sklopovi bili potpuno utemeljeni na cijevnoj tehnici, a kasnije su djelomično modernizirani poluprovodničkom. Najveća razlika od prethodnih modela bila je na posljednjem modelu ZSU-23-4M, kojeg se čak nastojalo isporučivati pod novim imenom Birjuza, ali bezuspješno. Korisnici sustava su očito zavoljeli Šilku i novo ime nije prihvaćeno.

Tijekom vremena, a posebno poslije njenog uspjeha u IV arapsko-izraelskom ratu Šilka je zainteresirala mnoge kupce. Prodano je oko 2000 komada ovog sustava, uglavnom modela ZSU-23-4 V1, nešto manje je ZSU-23-4M, a nabavilo ju je ukupno 25 zemalja tadašnjeg svijeta³⁾. Osim zemalja koje su je kupile, rabio ju je i Izrael (oko 200 komada), te i razne milicije i vojne skupine, uglavnom na Bliskom istoku, koje su do njih dolazile ratnim plijenom.

Konstrukcija sustava ZSU-23-4 Šilka

PZ samovozni topnički sustav u osnovi se sastoji iz tijela vozila (šasijske) i kupole s borbenim sustavom.

Za šasiju sustava uporabljeno je gusjeničarsko vozilo **GM 575** izvedeno iz osnovne šasijske lakog plivajućeg tanka **PT-76**. Za uporabu kod sustava Šilka i još nekih drugih borbenih sustava, vozilo nema mogućnost pli-

vanja, ali može svladavati vodene prepreke gaženjem do dubine vode od oko 1 metar. Šasija je, uvjetno rečeno, podijeljena u tri odjeljka: motorni na stražnjem dijelu vozila, borbeni koji prima u sebe kupolu u sredini vozila i odjeljak za upravljanje vozilom na prednjem dijelu vozila.

Vozač Šilke sjedi s prednje lijeve strane vozila, a na svoje mjesto ulazi kroz čelna vrata. Čelna vrata su dvostruki poklopac; potpuno otvorena prema gore su vrata za ulazak i izlazak vozača, a otvoreno samo manjim pok-



Primjerak Šilke s početka proizvodnje u sastavu poljskih oružanih snaga. Na ovoj verziji vidi se pokrivalo otvora za hlađenje na desnoj strani kupole, koji je manji u usporedbi s otvorom na kasnijim vozilima

lopcem, također prema gore, vozačevo je veliko vjetrobransko staklo. Pored tog vjetrobranskog stakla vozaču je na raspolaganju i manje bočno vjetrobransko staklo lijevo i desno od glavnog na vratima, te gornje periskopsko iznad vozačevih vrata. Lijevo od vozača je vozačeva ploča s instrumenti-

ma za upravljanje sustavom i za indicaciju stanja vozila, a ispod ploče je boca komprimiranog zraka za startanje motora zrakom. Ručica mjenjača brzina je između vozačevih nogu, a ručice za upravljanje vozilom kočeći lijevu ili desnu

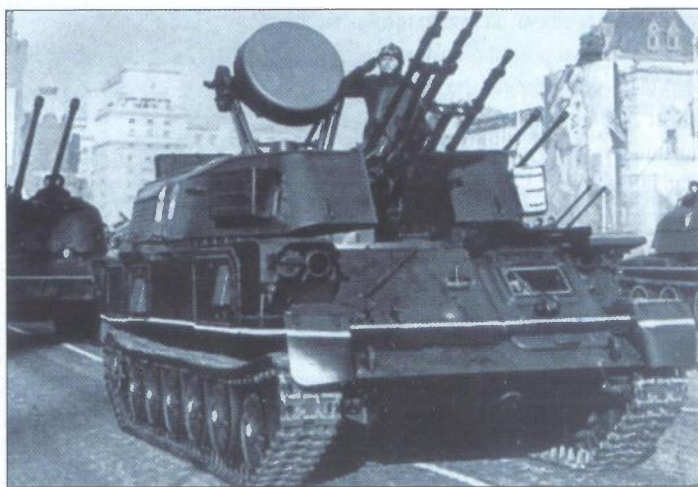
gusjenicu su lijevo i desno od sjediala. Desno od vozača je prostor za akumulatore vozila kojim se prilazi kroz prednji čelni poklopac šasijske i s vozačevog mjesta nakon skidanja poklopca. Potpuno desno u tijelu vozila iznad gusjenica je elektropretvarač za napajanje borbenog sustava kojim se prilazi kroz vanjska bočna vrata.

Vozilo pokreće dizelski motor tipa **V-6R** sa šest cilindara i vodenim hlađenjem koji razvija najveću snagu od 205 kW (280 KS) pri 1800 okretaja u minuti a smješten je u stražnjem, motornom dijelu vozila. Transmisija je također u stražnjem, motornom dijelu vozila. Mjenjač je klasični s nožnom spojkom i 5 brzina za vožnju naprijed i 1 brzinom za vožnju nazad. Pogon na gusjenice prenosi se preko pogonskog zupčastog kotača na stražnjem kraju vozila. Kotač, zatezač gusjenica je naprijed, a gusjenice se oslanjaju na šest potpornih kotača. Vozilo razvija najveću brzinu od oko 45 km/h uz

autonomiju kretanja do oko 450 km. U motornom dijelu smješten je s desne strane i pomoćni generator za elektronapajanje sustava kad glavni motor vozila nije u pogonu.

Oružani dio sustava smješten je u kupoli mase od oko 8 tona usađenoj u središnji dio vozila. Kupola se sastoji iz dva međusobno potpuno odvojena dijela, kako bi se spriječio prodor plinova u odjel za posadu kad top puca. Na sredini prednje strane kupole je smješten sustav topova, a lijevo i desno od njega su prostori za streljivo.

Sustav topova sastoji se od četiri međusobno povezana



Prva masovno proizvedena verzija Šilke bio je ZSU-23-4 model 1965

i paralelna topovska automata tipa **2A7** kalibra 23 mm. Cijevi automata su hlađene tekućinom koja opstrujava u za to predviđenom prostoru između tijela cijevi i njene obloge. Zahvaljujući hlađenju cijevi tekućinom omogućena je



Prednji pogled na ZSU-23-4V model 1968; najčešća verzija ranih primjeraka Šilke, ima znatno povećano pokrivalo otvora za hlađenje na lijevom boku kupole. Mijenjanje veličine otvora za hlađenje na ranim primjercima Šilke proizišlo je iz problema s intenzivnim nastajanjem topline u elektronskim cijevima

povećana brzina paljbe topom koja iznosi oko 850 granata/minuti/cijevi. Automati topova rade na principu odvođenja dijela plinova nastalih opaljenjem prethodnog naboja za povratak zatvarača u zadnji položaj. Hrane se nabojnjačama koje se pune, po običaju u tadašnjem SSSR-u, naizmjenično trima rasprskavajućim projektilima s kontaktnim upaljačem i samolikvidatorom i jednim protuoklopnim probojnim projektilom. Takvom kombinacijom projektila u nabojnjači gađani su i ciljevi u zraku i ciljevi na zemlji. Zbog toga na samim automatima topova nije bilo potrebe za često kompliciranim sustavom mehanizma za izbor vrste streljiva kod gađanja različitih vrsta ciljeva, ali je zato utrošak streljiva veći. Na sustavu postoji regulator režima paljbe te posada može izabrati broj cijevi iz kojih će gađati (jednu i koju, dvije, ili sve četiri), te dužinu trajanja paljboveda od 3 do 5 granata/cijevi, 5-10 granata po cijevi ili neograničen paljboved. Izbor režima rada topova bira se u zavisnosti od svojstava gađanog cilja. Za izbacivanje praznih čahura postoje 4 žljeba, ispod svakog automata po jedan, preko kojih se čahure ispućanih naboja izbacuju naprijed bočno. Sustav topova je s gornje strane zaštićen pomičnim poklopcem koji ih štiti od štetnih atmosferskih utjecaja.

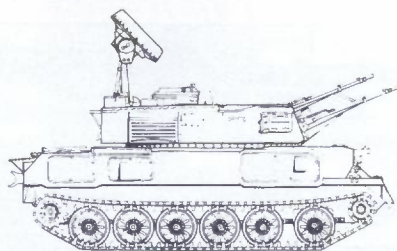
Spremišta streljiva su bočno od topova tako smještena da se iz lijevog hrane lijevi topovi, a iz desnog desni topovi sustava.

Streljivo je u posebnim kutijama nanizano u nabojnjaču i spremno za uporabu. U vozilu je ukupno 2000 naboja. Spremištu streljiva prilazi se otvaranjem gornjih trokutastih poklopaca.

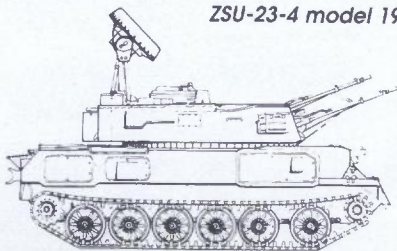
U drugom dijelu kupole smješteni su svi

pod sustavi za motrenje situacije u zraku, internu vezu u vozilu i s izvanjskim sugovornicima, indikatorski sustavi i sustavi za upravljanje radom topa i ostalih pod sustava. Tu je i mjesto za još tri člana posade Šilke. Premda se kupola, gledana izvana doima velikom, njezina posada se ne može pohvaliti naročitim komforom u njoj. Članovi posade Šilke sjede jedan do drugog okrenuti u smjeru topova. Sasvim lijevo je zapovjednik Šilke, u sredini je operator-ciljač, a sasvim desno operator za određivanje daljine. Ispred zapovjednika je prednja ploča računala sustava, lijevo je zapovjednikova ploča s instrumentima i prednja ploča radiouređaja R-123M, a iza su blokovi elektronapajanja svekolikog sustava. Desno od zapovjednika sjedi operator-ciljač. Između zapovjednikovog i ciljačevog sjedala je ručica izbora rada sustava za pokretanje kupole (ručno ili električno) i kotačić za ručno pokre-

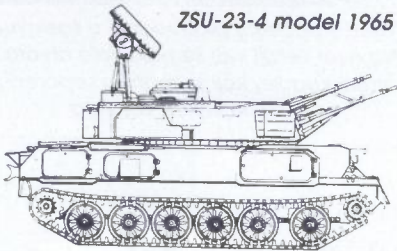
Prikaz razvoja ZSU-23-3 Šilke



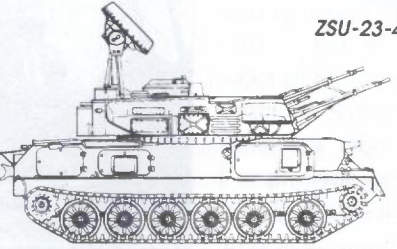
ZSU-23-4 model 1965 (predserijski model)



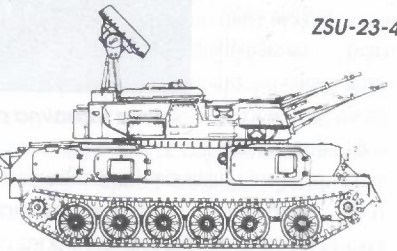
ZSU-23-4 model 1965 (početni proizvodni model)



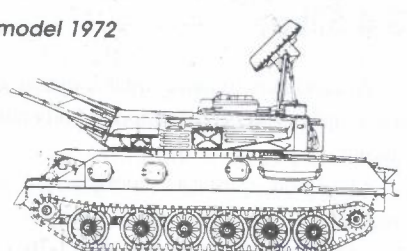
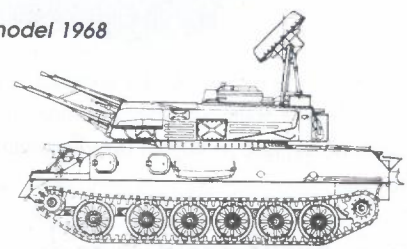
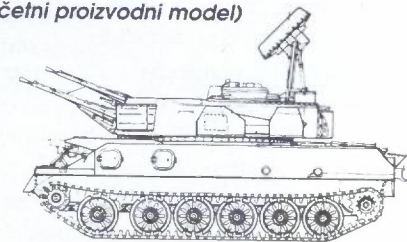
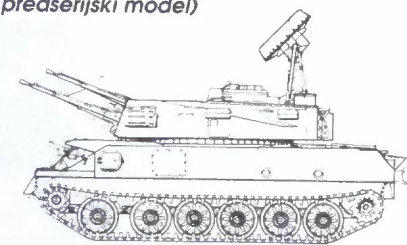
ZSU-23-4V model 1968



ZSU-23-4V1 model 1972



ZSU-23-4M model 1977



tanje kupole po azimutu, kojima mogu rukovati oba člana posade. Ispred ciljačevog sjedišta je prednja ploča radarskog pokazivača, iznad nje okular optičkog ciljnika, ispod ručice za električno pokretanje kupole po azimutu i topova po elevaciji, a sasvim na podu pedala za otvaranje paljbe iz topova. Ručica za ručno pokretanje topova po elevaciji je bočno desno. Sasvim ispod sjedala ciljača u bazi kupole smješten je sustav stabilizacije kupole, koji pored ostalog osigurava gađanje ciljeva u zraku i dok se vozilo kreće. Naravno, tada mu je vjerojatnoća pogađanja i učinkovitost nešto manja. Iza ciljačevih leđa smješteni su blokovi radarskog sustava RPK-2. Sasvim desno u kupoli mjesto je operatora za određivanje daljine. Ispred njega je prednja ploča sustava za određivanje daljine radarom, a desno bočno je blok upravljanja položajem antene. I iza operatora za određivanje daljine su blokovi radara i blokovi podsustava za filtriranje zraka sustava NKB zaštite.

Posada kupole ulazi na svoja mjesta kroz krovne otvore, a s vozačem nema fizičkog kontakta; postoji samo interfonska veza. Ciljač i operator za određivanje daljine ulaze u kupolu

kroz veći, središnje smješten zajednički krovni otvor, a zapovjednik kroz drugi smješten na lijevoj strani kupole iznad zapovjednikove glave. Na zapovjednikovom poklopcu postoji i pomoćna optička ciljnička naprava kojom zapovjednik može ciljati na izabrani cilj kroz podignuti poklopac ili pak nadzirati rad ciljača kad on cilja preko optičkih ciljnika. Na istom mjestu moguće je postavljanje i strojopuške i

zbog bolje zaštite od mehaničkih oštećenja.

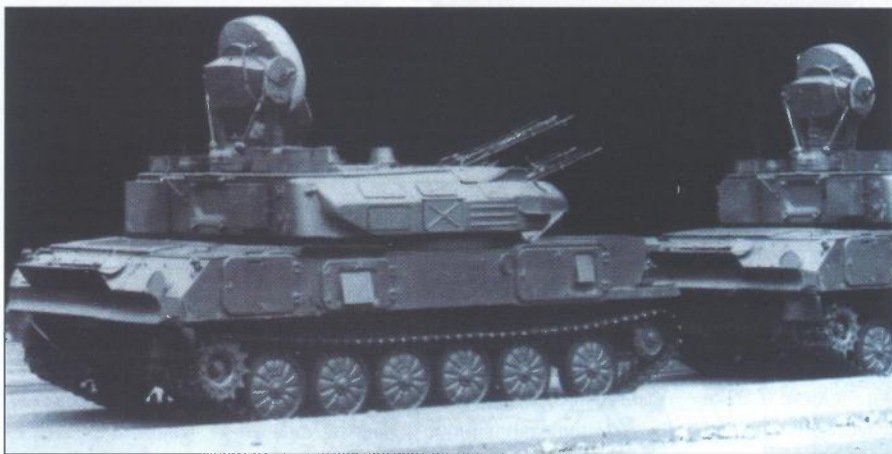
Radar sustava ima izvornu oznaku **RPK-2**, a na zapadu ga označavaju kao **"Gun Dish"**. Radi u J valnom području, a zavisno o uključenom režimu rada može motriti zračni prostor, automatski pratiti izabrani cilj i određivati mu azimut, elevaciju i daljinu, te temeljem tih podataka usmjeravati topove u cilj i ustanoviti pripadnost cilja. Učinkovit domet za

ciljeve tipa lovca bombardera mu je oko 20 km u otkrivanju i oko 16 km u automatskom praćenju.

Temeljne značajke sustava

Šilka ima dužinu 6,54 m, širinu 2,95 m i visinu 2,25 m sa spuštenom ili 3,8 m s podignutom antenom radara. Ukupna borbe-

na masa joj je 19,6 tona. Svekoliko tijelo je izrađeno od oklopnih čeličnih ploča debelih 9 do 15 mm što unutrašnjosti sustava osigurava zaštitu od izravnih pogodaka streljiva do kalibra 7,62 mm i od krhotina granata. Sustav ima klirens^{*)} od 0,4 m, pritisak na podlogu od 0,69 kg/cm², gazi vodu duboku do 1 m, svladava okomite prepreke visoke do 1,1 m, rovove široke do 2,8 m, uspon zemljišta do 60 posto i



ZSU-23-4V1 Model 1972 iz sastava bivše istočnonjemačke NVA

reflektora kojima rukuje zapovjednik, također uz otvoren svoj poklopac.

Ispred otvora za ulazak posade nalaze se objektivni optičkog ciljnika koji su kad se ne rabe zaštićeni metalnim stožastim poklopcima.

Radarska antena smještena je iza otvora za ulazak posade potpuno na kraju kupole. U borbenom radu je podignuta, a u hodnji spuštena iza kupole i okrenuta licem prema tijelu vozila



Ruska ZSU-23-4V1 tijekom zimskih manevara u bivšem SSSR-u sedamdesetih



Šilka na amfibijskom pontonu tijekom desantiranja rijeke

nagib do 30 posto. Posjeduje IC sustav za noćnu vožnju i motrenje, tankovsku navigacijsku aparaturu i sustav NKB zaštite. Ciljeve u zraku može gađati s mjesta, iz zastanka i iz pokreta pri brzini do 25 km/h i nagibu zemljišta do 100. Učinkovit domet joj je po visini do 1500 m, a po daljini do 2500 m. Brzina paljbe joj je do 3400 granata/minuti iz svih cijevi.

Proces gađanja cilja

Uobičajeni proces gađanja cilja u zraku sustavom ZSU-23-4 Šilka teče po sljedećem redoslijedu.

Posada sustava preko radio veza prati situaciju u zraku i podatke o potencijalnim ciljevima uočenim nekim izvanjskim radarskim ili optoelektroničkim sredstvima. Zbog toga je posada Šilke uvijek u radio vezi s bitničkim (vodnim) zapovjednim mjestom. Kad je potencijalni cilj na udaljenosti na kojoj se može otkriti Šilkinim radarom, uključuje radar **RPK-2** i zavisno od situacije bira kružno ili sektorsko motrenje okolnog područja. Kad uoči cilj radar se usmjerava na njega, identificira ga i ako je neprijateljski uključuje se automatsko praćenje cilja. Temeljem podataka dobijenih od radara računalo određuje podatke za gađanje i usmjerava topove u točku pretjecanja, te kad je cilj u dometu učinkovite paljbe signalizira to zapovjedniku i ciljaču. Paljbu otvara ciljač na zapovijed zapovjednika.

U slučaju da su iz bilo kojih razloga podatci dobiveni radarom nepotpuni, moguće je prijeći i na optičko praćenje cilja, a računalo proračunava točku susreta temeljem ručno uvedenih veličina i parametara praćenja cilja.

Ako je pak radar neispravan ili ga posada mora isključiti zbog uporabe proturadarskih samonavodnih raketa moguće je prijeći potpuno na optički način praćenja cilja. Najteža situacija je kad je i sustav za električno pokretanje kupole i topova neispravan pa se cilj mora

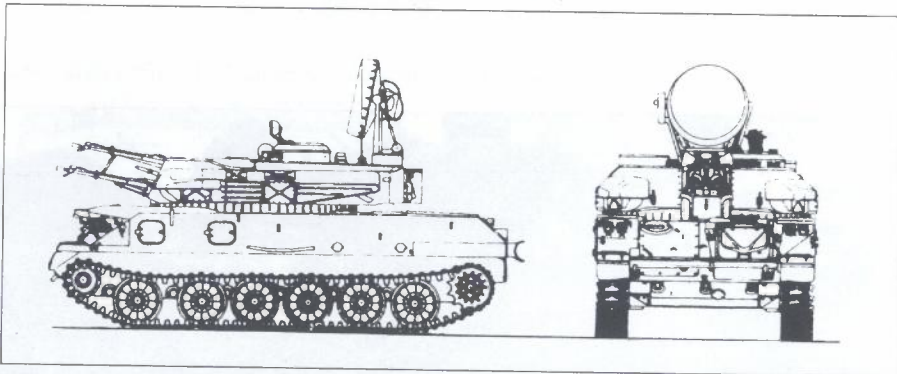
pratiti optički uz ručno pokretanje kupole i topova. Učinkovitost sustava je tada znatno manja, ali je gađanje još uvijek moguće.

U temeljnom modu radarskog rada vrijeme reagiranja sustava⁵⁾ je oko 20 sekundi.

Organizacija postrojbi naoružanih sustavom Šilka

Kao što je rečeno, Šilka je PZ sustav kojem svako vozilo može biti zasebna paljbena jedinica, no ona se redovno organizira u veće postrojbe.

bitnica u cijelosti, posjedovali su i svoje zapovjedno vozilo. Vodovi su posjedovali i opskrbljena vozila za dovoz doknadnog streljiva i raketa do paljbenih jedinica kad one istroše vlastiti bojni komplet. Doknadna vozila su bila također izrađena na oklopnim gusjeničarskim šasijama, a kretala su se u borbi na oko 1,5 km iza borbenih sustava. Ovako ustrojeni vodovi Šilke mogli su osiguravati podatke o bliskim ciljevima u zraku i raketnim sustavima Strijela-1 ili Strijela-10 koji nemaju vlastite radare za motrenje zračne situacije, ali i timovima slabih prijenosnih raket-

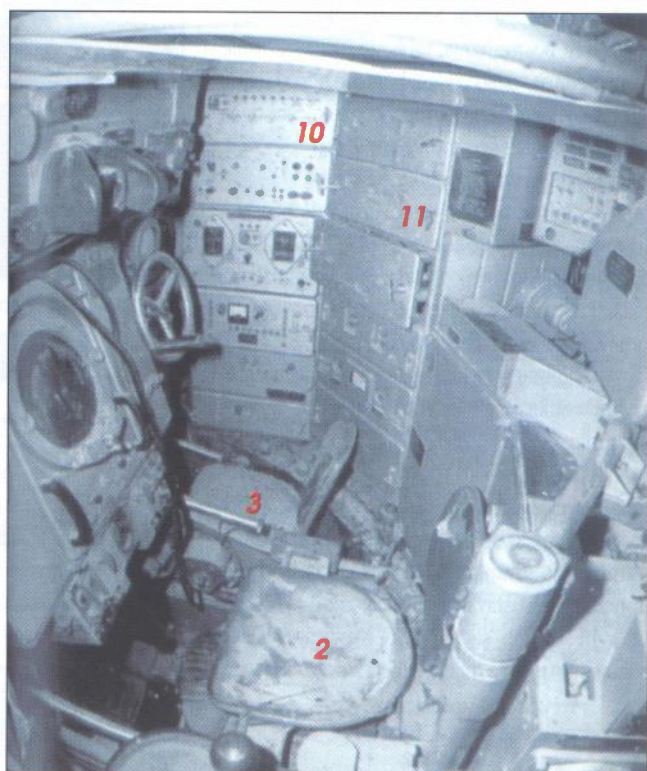
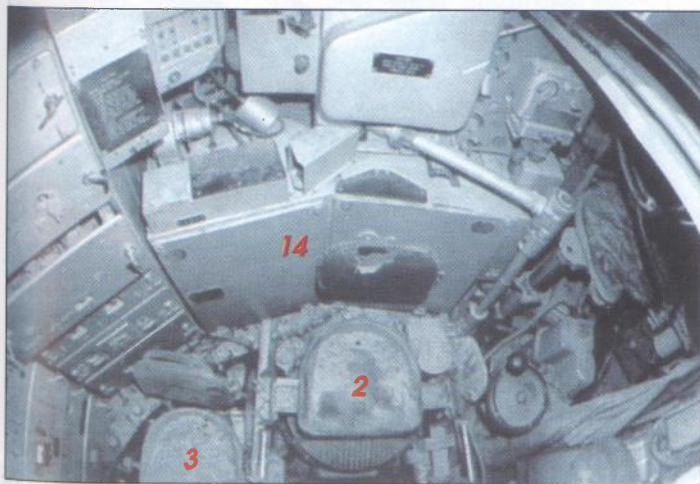
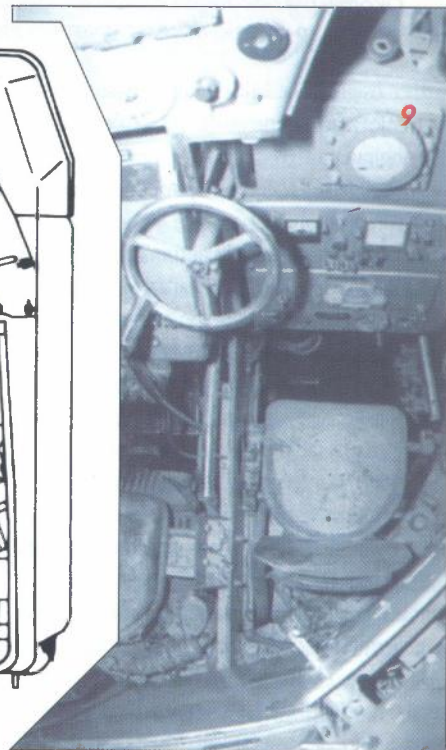
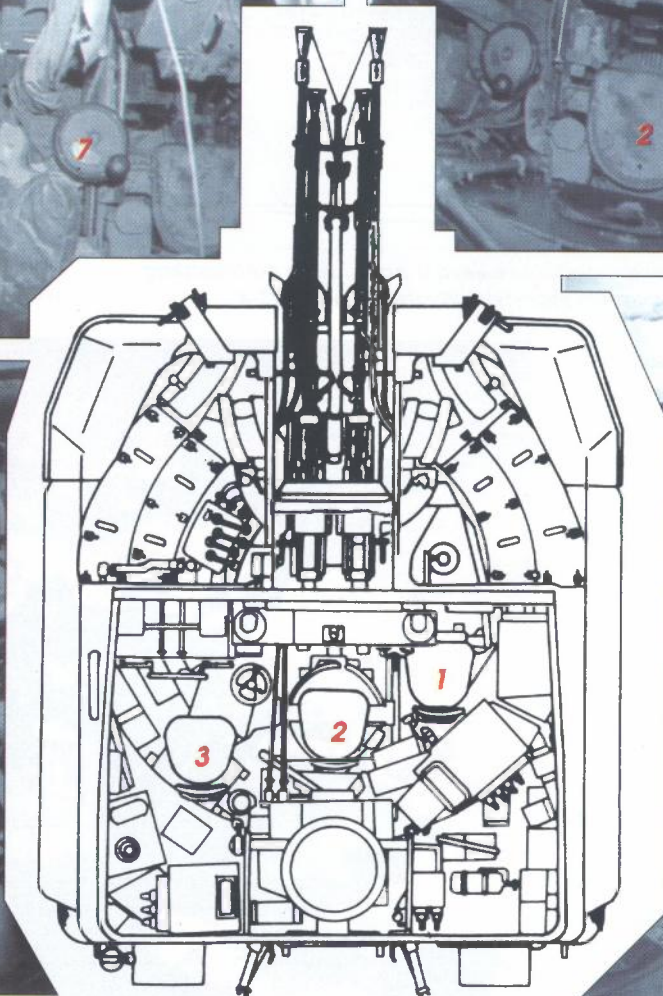
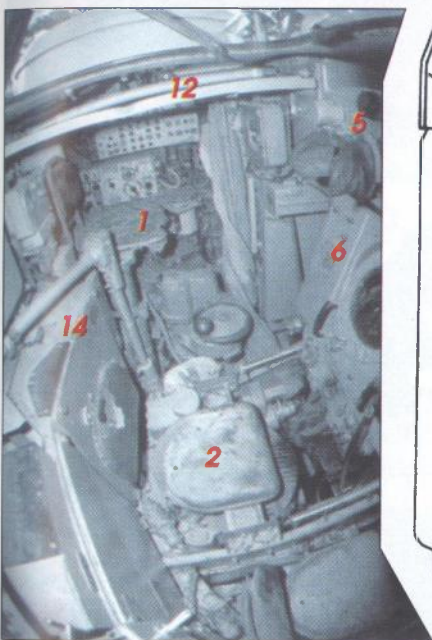
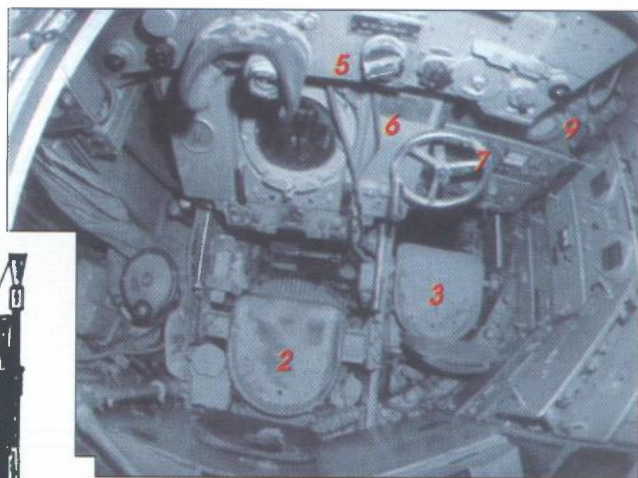
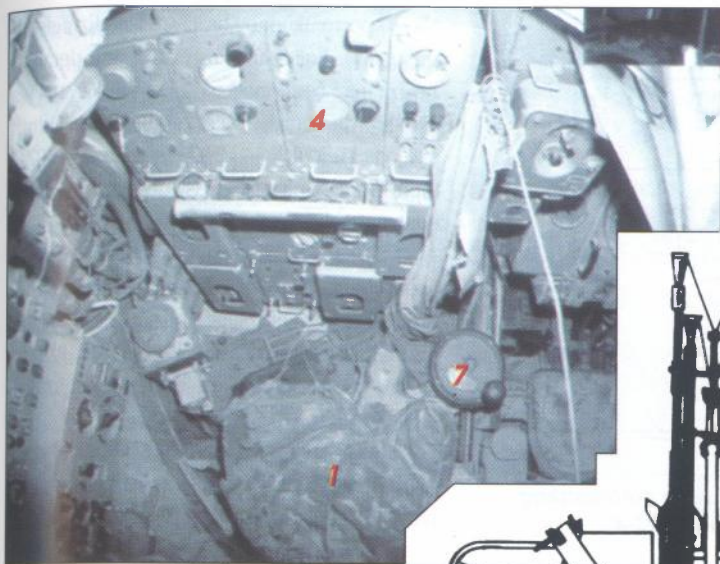


TEMELJNI PODATCI O SUSTAVU

Posada: 4 člana - zapovjednik, ciljač, operator po daljini, vozač; **borbena masa** 19.600 kg; **pritisak na podlogu** 0,69 kg/cm²; **protežnosti:** dužina 6,54 m, širina 2,95 m, visina (sa spuštrenom antenom radara 2,25 m), s podignutom antenom radara 3,8 m; **kirens:** 0,4 m; **Savladavanje prepreka:** visokih 1,1 m, rovove širine 2,8 m, vodu gazi 1 m, **nagib zemljišta** 30%, **uspon zemljišta** 60%; **najveća brzina** 45 km/h; **najveća brzina vozila pri kojoj je gađanje ciljeva moguće** 25 km/h; **Autonomija kretanja vozila s jednim rezervoarom** 450 km, **pokretanje kupole** 360° brzinom do 70°/s, **pokretanje topova** -4° do +85° brzinom do 60°/s; **daljina radarskog otkrivanja ciljeva** do 20 km; **daljina automatskog praćenja radarom** do 16 km; **daljina učinkovitog djelovanja, po daljini** 2500 m, **po visini** 1500; **m brzina paljbe** do 3400 granata u minuti iz svih cijevi; **izbor režima paljbe** paljbored kratki 3 do 5 granata/cijevi, paljbored 5 do 10 granata/cijevi, **neograničen rafal** broj granata određuje računalo; **izbor cijevi koje pucaju:** sve četiri, dvije, jedna; **borbeni komplet streljiva** 2000 granata

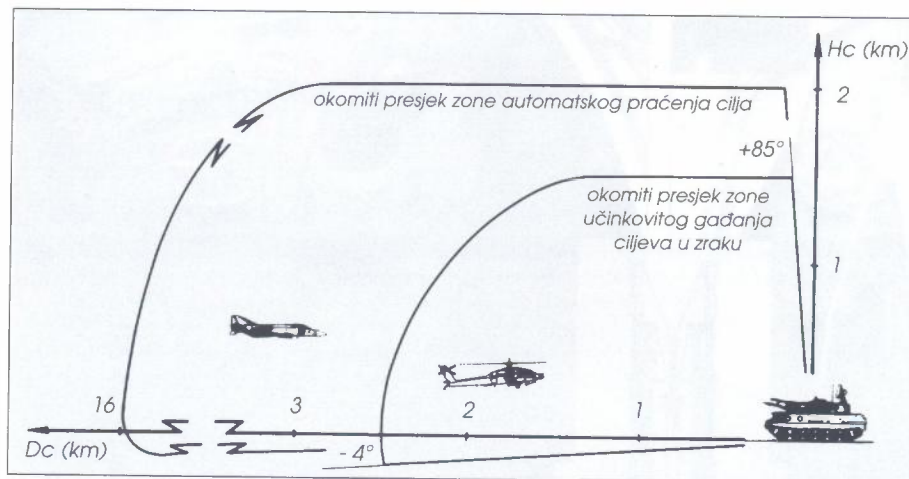
Najniži sklop u koji se Šilka povezivala je topnički vod s četiri vozila. Takav vod bio je u sastavu mješovite topničko raketne bitnice PZO, sklopno u sastavu tankovske ili motostreljačke pukovnije sovjetske vojske. Drugi vod te bitnice bio je raketni s četiri vozila raketnog sustava Strijela-1, a u novije doba Strijela-10. Svaki vod i

nih sustava Strijela-2, kasnije Strijele-3 ili Igla, kojih je bilo po tri u svakoj mostreljačkoj i tankovskoj bojni. Uz sve to, Šilke su mogle zračni prostor motriti naizmjenično, po jedna, čime se osiguravao dugotrajan neprekidan rad uz malo zamaranje ljudstva i tehnike. Svakako, početne podatke o situaciji u zraku bilo je



Smještaj posade i uređaja u kupoli topničkog samovoznog PZ sustava ZSU-23-4

1 mjesto zapovjednika, 2 mjesto operatora-ciljača, 3 mjesto operatora za mjerenje daljine, 4 računalo sustava, 5 blok optičkog sustava, 6 blok radarskog indikatora, 7 ručica za ručno okretanje kupole, 8 ručica za ručno pokretanje topova po visini, 9 blok operatora za određivanje daljine, 10 blok upravljanja radarskom antenom, 11 blok radarskog uređaja, 12 indikatorski blok, 13 zapovjedna ploča zapovjednika, 14 blokovi radarskog uređaja i elektronapajanja



Okomiti presjek zone učinkovitog gađanja ciljeva u zraku i zone automatskog praćenja cilja samovoznim topničkim PZ sustavom ZSU-23-4

nužno osigurati s kakvog drugog sustava za motrenje zračnog prostora većeg dometa od Šilkinog radara.

Vod Šilke, načelno zapovjedno djelujući, štiti točkasti objekat zaštite koncentrirajući paljbu svih 16 topničkih automata u cilj koji nailazi. Ako je cilj skupni ili nailazi skupina ciljeva, vod prenosi paljbu s prvog na naredni cilj, ili ako je gustina naleta veća od vremena potrebitog za prijenos paljbe, zapovjednik određuje koje će vozilo gađati koji cilj, te o tome zapovijeda posadama Šilki radio vezom.

Radarsko osiguranje raketnih sustava tipa Strijela 1, Strijela 10, Strijela 2, Strijela 3 ili Igla sa Šilke definira se za svaku konkretnu situaciju. Načelno se radio vezom dojavljuju podatci o azimutu i daljini cilja, a posluge raketnih sustava temeljem tih podataka vizualno uočavaju cilj.

I pored velikog broja Šilki koje su istočne zemlje posjedovale, u tako ustrojenoj vojsci, neprekidno se osjećao nedostatak borbenih sredstava. Stoga su Šilke u nekim, manje značajnim postrojbama, rabljene i kao središnje (zapovjedno) vozilo voda u kome je pored jedne Šilke bilo i nekoliko oklopnih transportera na kojima je bio fiksno montiran PZ top ZSU-23-2. Šilka je osiguravala podatke o situaciji u zraku; zapovjednik je iz Šilke radiovezom davao svim sustavima podatak o tome, a cilj je gađao zajedničkom paljbom cijelog voda. Šilka je gađala uz radarsko ili optičko ciljanje, a ostali topovi uz ciljanje svojim kalimatorskim ciljnicima.

U Egiptu i nekim drugim zemljama sustavom Šilka su izravno štice bitnice pokretljivog PZ raketnog sustava **2K12 Kub**. Za tu ulogu formirani su vodovi od po tri Šilke i tri tima Strijele-2 kojima je izravno štice bitnica sustava Kub. To se pokazalo vrlo učinkovitim u ratnim djelovanjima. Iskustva iz borbene uporabe tog sustava iznimno su značajna i radi uporabe drugih sličnih PZO sustava, a samu Šilku su proslavila diljem svijeta.



ZSU-23-4 iz sastava libanonskih zemaljskih snaga vodi oklopnu kolonu na jugu Libanona 1989.

Borbena uporaba sustava

Poučeni lošim iskustvom u sukobu s Izraelcima 1967. Arapi su šestogodišnje razdoblje do novog sukoba iskoristili za temeljitu reorganizaciju svojih vojski, njihovu modernizaciju i opremanje tada najmodernijim borbenim sustavima istočnog podrijetla. Sustavu PZO poklonjena je zadivljujuća pozornost, te su nabavljeni mnogobrojni raketni i topnički sustavi među kojima je bio sustav ZSU-23-4 Šilka. U kratkotrajnom IV. arapsko-izraelskom ratu, 1973., topnički sustav ZSU-23-4 Šilka srušio je

oko 30 posto ukupnog broja srušenih izraelskih zrakoplova. Kako su iskustva tog rata detaljno analizirana i često rabljena u razvoju PZ sustava gotovo svih zemalja svijeta, a imala su vidnih posljedica na daljnji razvoj samovoznog PZO topništva, zanimljivo je podsjetiti se kako je Šilka u njemu rabljena.

Sustav ZSU-23-4 Šilka rabljena je u PZ postrojbama tankovskih i oklopnomehaniziranih postrojbi, zatim za izravnu zaštitu bitnica PZ raketnog sustava 2K12 Kub, te u PZ zasjedama pod koridorima preleta izraelskog zrakoplovstva.

Svaka tankovska i/ili motostreljačka brigada te divizija arapske vojske rabila je mješovite bitnice PZO u svom sustavu. Te bitnice sastojale

su se od voda po četiri Šilke i voda od raketnih PZO sustava i bile su uključene u jedinstven sustav motrenja zračnog prostora i zapovijedanja snagama PZO. Šilke iz ovih bitnica djelovale su u borbenom rasporedu tankovskih bojni prvog ešalona na svega 400 do 500 metara od prednjeg dijela vlastitih snaga. Zahvaljujući izvrsnoj pokretljivosti djelovanja i iz pokreta osiguravale su neprekidnu PZ zaštitu vlastitom prednjem dijelu od djelovanja dolazećih zrakoplova, te osiguravale informaciju o cilju poslugama lakih prijenosnih PZ raketnih sustava Strijela-2 koje su

ciljeve gađale nakon preleta iznad njih samih.

Bitnice PZO raketnog sustava 2K12 Kub, premda i same namijenjene i rabljene za zaštitu PZO snaga na bojištu, izravno su štićene topničkim vodom s tri sustava ZSU-23-4 Šilka i vodom lakih prijenosnih PZ sustava Strijela-2. Šilke su se načelno raspoređivale na udaljenosti 1,5 do 2 km od štićene bitnice i na međusobnoj udaljenosti od oko 3 km. U međuprostoru rasporeda Šilki razmještale su se, na udaljenosti 4 do 7 km od štićene bitnice Kub-a, desetine sustava Strijela-2. Informacija o cilju, radiovezom je dostavljena svakom od sustava s pukovnijskog ili bitničkog radara sustava Kub, ili radarom sustava ZSU-23-4 ili s vizualnih motriteljskih postaja. Premda je protok informacija bio neautomatiziran, sustav je dobro funkcionirao.

Bez obzira koga su štitile, Šilke su se najčešće raspoređivale u svojevrsne PZ zasjede uzduž dolina. Naime, izraelski su zrakoplovi letjeli na vrlo malim visinama, a na brdovitom i planinskom zemljištu takav let po pravilu je kanaliziran uzduž dolina. PZ zaprečavanje je najpovoljnije zaprečavanje upravo tih dolina i to sustavima za borbu protiv ciljeva na malim visinama, a to su Arapi, tada izvršno radili. Kad god i gdje god je bilo moguće, na izlaze iz dolina postavljene su po dvije vizualne motriteljske postaje, a iza njih, na dostatnoj, proračunatoj udaljenosti, sustavi Šilka. U jednoj od takvih "zasjeda" od 16 zrakoplova koji su tuda naišli u poretku kolone, srušeno ih je 8 djelovanjem jednog voda Šilke.

Pored nedvojbenih uspjeha sustava Šilka



ZSU-23-4M iz sastava bivše NVA

već tada je uočen strah dijela posada Šilki od djelovanja protivnika proturadarskim samonavedenim raketama ispaljivanim s borbenih zrakoplova (AGM-45 Shrike, Standard ARM). Dio posada zbog toga straha nije uključivao radar i sustav veze pa su ostajali i bez informacija o ciljevima. Oslanjajući se samo na gađanje ciljeva koje sami otkriju motrenjem iz kupole i gađanjem optičkim ciljnikom rezultati djelovanja tih Šilki bili su jako mali, uz veliki broj gađanja vlastitih zrakoplova.

Radi brzog i masovnog uvođenja u naoružanje raznih modernih borbenih sustava problem dostatno izučenog ljudstva bio je u svim arapskim mjestima akutan. Skromna

izučenost ljudstva uz nedostatnu osposobljenost u otklanjanju kvarova i podešavanju uređaja dovela je dio Šilki u poluispravno stanje. Najčešća neispravnost bila je na radarskom podsustavu, te se i u tom slučaju najčešće prelazilo na gađanje ciljeva optičkim ciljnicima. Nedovoljna izučenost ljudstva u uporabi sustava, a posebice strah od proturadarskih samonavedenja raketa, i kasnije će u svim ratovima u kojima je Šilka sudjelovala utjecati na učinkovitost uporabe sustava.

Ipak, učinkovitost sustava ZSU-23-4 Šilka u IV arapsko-izraelskom ratu donijet će ovom sustavu nezapamćenu reputaciju i uvažavanje, čak i među zrakoplovcima suprotne strane.

I pored priznanja sustavu Šilka nedvojbenih uspjeha u ovom ratu, valja uočiti kako su izraelske zrakoplovce drugi PZ sustavi (SA-2, SA-3 i SA-6) natjerali na male visine, na cijevi Šilki i omogućili joj tako velik uspjeh. Bez raketnih sustava za srednje visine Izraelci bi jednostavno preskakali ili zaobilazili relativno malu zonu gađanja

Uobičajena shema mješovite topničko-raketne PZ bitnice sovjetske tankovske i motostreljačke pukovnije s jednim vodom od četiri PZ topnička raketna sustava ZSU-23-4 i još jednim vodom od četiri PZ raketna sustava Strijela-1. Osamdesetih godina raketni vod je sve češće bio opremljen novim raketnim sustavom Strijela-10

Protuzrakoplovna topničko-raketna bitnica



topnički PZ vod



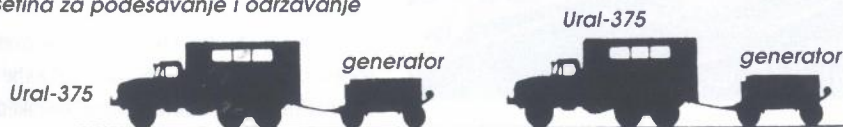
raketni PZ vod



transportna desetina



desetina za podešavanje i održavanje



sustavom Šilka. Osim toga valja uočiti kako su u tom ratu masovno rabljeni različiti sustavi PZO s različitim principima rada što je Izraelcima otežavalo istodobno provođenje mjera za savladavanje složene, slojevite i guste protuzračne obrane.

Uz to, Šilka je u tom ratu rabljena prvi put, te je Izraelcima, a i zapadnim vojnim stručnjacima, bila potpuno nepoznata. I to je povećalo njezinu borbenu vrijednost.

Šilka je rabljena i u svim slijedećim bliskistočnim ratovima, ali nikada više tako učinkovito kao 1973.. Poslije prve uporabe Šilka je bila intenzivno proučavana i ispitivana od zapadnih vojnih stručnjaka, pa su otkrivene i njezine slabosti. No, i opće značajke narednih ratova na tom terenu bile su znatno drugačije.

Neki zapadni izvori spominju mogućnost kako je Šilka bila rabljena i u vijetnamskom ratu, ali o tome nema čvrstih dokaza, niti nedvojbenih potvrda.

Zanimljiva je uporaba Šilke u afganistan-skom ratu. U tom ratu ona se našla zajedno s postrojbama sovjetske vojske u čijem je sklopu bila. Kako je zrakoplovstvo posjedovala samo strana u čijem je sastavu bila i Šilka, za nju u početku rata nije bilo namjenskih zadaća. Vremenom su mudžahedinske snage uočile kako napadom na opskrbe konvoje sovjetske vojske ukupnim sovjetskim snagama nanose osjetne gubitke. Taktika tih napadaja postajala je sve učinkovitija, a omiljena mjesta za napadaje postale su uske riječne doline i planinski prijevoji. Snage u zasjedi smještale su se na strmim obroncima okolnih brda i napadnutom konvoju nanosili sve veće gubitke, kako u ljud-

stvu tako i u prevoženom tvorivu i vozilima. Sovjetskim snagama su gubici postajali neizdrživi, pa su konvoje štitili iz zraka naoružanim vrtoletima i zrakoplovima, a sa zemlje tankovima i oklopnim vozilima. Najmoderniji tankovi iz zaštitne pratnje zbog ograničenog najvećeg kuta

elevacije cijevi topa često nisu mogli otvarati paljbu po strmim padinama visokih brda, a pojedinačna paljba nije bila dostatno učinkovita. Šilke su se pokazale mnogo boljim. Brzometna paljba velike gustine i velik kut elevacije topova koju je stvarala Šilka, osiguravao je znatno bolju



U Afganistanu su Šilke upotrebljavane za pružanje paljbene potpore kopnenim postrojbama pri obrani konvoja; kako im u ovoj ulozi nije trebao radar, on je uklonjen (na njegovo mjesto smješteno je dodatno streljivo za topove)



Posada Šilke iz sastava bivše NVA pri redovnom održavanju

učinkovitost. Stoga je Šilka dobila sasvim novu namjenu - praćenje opskrbenih kolona koje su se iz južnog dijela SSSR-a kretale prema afganistan-skom glavnom gradu.

U akcijama čišćenja terena od mudžahedina, najčešće su uništavana sela mještana koja su u stvari i bila cilj napadaja. I u ovim zadaćama intenzivno se rabila Šilka koja je jednostavno, velikom gustom paljbe, razarala seoske kuće. I u uličnim borbama u naseljenim mjestima bila je bolja od deblje oklopljenih vozila sa sporijim topom većeg kalibra. Kako joj za ove akcije nije bio potreban radar, stvorena je i lokalna inačica Šilke bez radara. U praznu izbu radarskog uređaja u kupoli smješteno je dodatno streljivo, te je tako udvostručena količina nošenog doknadnog streljiva. Radi svoje ubojitosti i u tim, za Šilku sporednim i neslavnim zadaćama, mudžahedini su je nazvali Šejtan-Arba ili Vražja kola.

Zaključak

Nakon dvadesetak godina proizvodnje i tridesetak godina operativne uporabe Šilku mijenja Tunguska, hibridni topničko-raketni sustav, moderniji i ubojitiji, s topovima većeg kali-



Iračka Šilka zarobljena tijekom Zaljevskog rata 1991.

bra od Šilkinih.

Premda je Šilkino vrijeme, bar s epitetom jednog od boljih svjetskih sustava, na zalazu, možemo očekivati njezinu uporabu u manje bogatim državama još desetljeće, a možda i duže. Unatoč topovima koji se danas smatraju

naprava, što je izvodivo, operativni vijek u vrhunskoj klasi produžio bi joj se za petnaestak i više godina7). Je li to i isplativo upitno je.

NOTICE:

- 1) Oznaka ZSU znači: zenitnaja samohodnaja ustanovka - samovozni protuzrakoplovni top; 23 označava kalibar topova u mm; 4 označava broj topovskih automata u sustavu; Šilka je ime sibirске rijeke, pritoke Amura. U bivšem SSSR-u su PZO sustavi često dobivali imena po njihovim rijekama.

2)

Usporedbe radi, njemački sustav slične namjene Gepard proizveden je u 570 primjeraka tijekom 4 godine proizvodnje, američki sustav

Vulkan u manje od 1000 primjeraka, francuski sustav AMX-13 DCA u 60 primjeraka, a AMX-30 DCA u 53 primjerka.

- 3) Zemlje korisnice sustava Šilka su:

Alžir, Angola, Avganistan, Bugarska, Češka, Egipat, Etiopija, Indija, Iran, Irak, Izrael, Jemen, Jordan, Kongo, Koreja (sjeverna), Kuba, Laos, Libija, Mađarska, Nigerija, Peru, Poljska, Sirija, Slovačka, Somalija, Vijetnam i sve zemlje nastale raspadom bivšeg SSSR-a.

- 4) Klirens - najmanji razmak između ceste i najniže točke donjeg postroja vozila.

5) Vrijeme reagiranja sustava - vrijeme koje protekne od trenutka pokazivanja cilja do početka otvaranja paljbe, a utroši se na uočavanje cilja, praćenje, zaokretanje oružja u smjeru cilja, izračunavanje podataka za gađanje i pripreme oružja.

- 6) Danas se optimalnim smatraju topovi kalibra između 30 i 40 mm.

7) Slična modifikacija upravo se izvodi na njemačkim Gepardima.

LITERATURA:

1. Originalni promidžbeni prospekti
2. G. Hertwing: 23 mm Vierlingflak - SFL - ein Ausgezeichnete, Waffe unserer Truppen ABWEHR; Militartechnik 5/75
4. Christopher F. Foss: The Illustrated Encyclopedia of the Tanks and Fighting Vehicles, London 1977.
5. Jane's Land Based Air Defence 1994/95, 1995/96.
6. ZSU-23-4 Shilka & Sovijet Air Defense Gun Vehicles by Steven J. Zaloga, Concord Publications 1993



Vod Šilke na paljbenom položaju u isčekivanju protivničkih zrakoplova

premalog kalibra6) ugradnjom novog modernijeg radara otpornijeg na ometanje i preciznijeg, novog sustava veza, digitalnog računala i modernijih optoelektroničkih motrilačkih i ciljničkih

Fregate klase

BRANDENBURG i F 124

U službi Bundesmarine razarače klase *Hamburg* naslijedile su fregate klase *Brandenburg*, a iz njih izvedene fregate tipa 124 zamijenit će razarače klase *Lütjens*



Mönch Archive

Na vrhu prednjeg jarbola fregate *Brandenburg* nalazi se antena motrilačkog rada-
ra SMART, ispod nje su an-
tene sustava za elektronička
djelovanja FL 1800S, ciljnič-
kog radara STIR 180, sustava
SCOT, navigacijskog radara
Raypath, te razne komuni-
kacijske antene. Na pram-
čanoj palubi su lanser susta-
va RAM i višenamjenski top
OTO Breda kalibra 76 mm

Zvonimir FREIVOGL

Brodograđevna industrija Savezne Republike Njemačke prvih godina nakon II. svjetskog rata zbog uništenih kapaciteta, prekida kontinuiteta brodogradnje i ograničenja koja su postavile okupacijske snage nije bila u stanju graditi veće ratne brodove. Prvih sedam rabljenih fregata kupljeno je u Velikoj Britaniji, slijedilo je šest američkih razarača, a početkom šezdesetih godina u Njemačkoj su bili sagrađeni razarači klase *Hamburg*, fregate klase *Köln* i korvete klase *Thetis*.

Njemačka je mornarica (Bundesmarine) od svog osnutka bila integrirana u strukture NATO saveza. Njezini su brodovi bili projektirani za uporabu u sklopu te međunarodne organizacije,

kao i za obranu njemačke pomorske granice. Razarači i fregate služe naizmjenice u sklopu Stalnih pomorskih snaga na Atlantiku (STANAVFORLANT), sudjeluju u svim većim pomorskim vježbama NATO saveza, te za izobrazbu posada u većim pomorskim središtima Velike Britanije i SAD.

Prvi njemački razarači vlastite konstrukcije, klasa *Hamburg*, trebali su istiskivati samo 2500 tona. Na tako maloj istisnini nije bilo moguće ostvariti dostatno snažne ni otporne jedinice. Stoga su planovi preinačeni, a prva četiri od predviđenih 12 brodova naručena su u kolovozu 1957. Nakon odobrenog povećanja istisnine za njemačke ratne brodove na 6000 tona, bilo je moguće sagrađiti i školski brod *Deutschland*, jedinicu naoružanu

poput klase *Hamburg* (4 topa kalibra 100 mm, 8 kalibra 40 mm, 4 protupodmorničke torpedne cijevi i dva četverocijevna protupodmornička bacača). Zbog štednje su sagrađena samo četiri razarača klase *Hamburg* pune istisnine 4330 tona i najveće brzine 36 čvorova. Glavna se paluba protezala u jednoj ravlini od pramca do krme ("flush deck"), a poput većine njemačkih plovih jedinica tog prijelaznog razdoblja i on je imao glomazno nadgrađe. Klasa *Hamburg* modernizirana je od godine 1974. do 1977., nakon čega su parni kotlovi loženi lakim plinskim uljem, skinut je veliki rešetkasti glavni jarbol, a umjesto jednog od četiri topa kalibra 100 mm postavljena su četiri protubrodski projektila Exocet. Brodovi su u još nekoliko navrata ograničeno modernizirani, ali je zbog starosti njihovo održavanje bilo sve skuplje a bojna moć sve manja, te ih je trebalo zamijeniti novim jedinicama.

Fregate klase *Köln* su tijekom osamdesetih i devedesetih godina zamijenjene fregatama klase *Bremen* (F 122). Klasa *Bremen* (Hrvatski vojnik br. 12) trebala je zamijeniti razarače klase *Fletcher* i *Hamburg* te fregate klase *Köln*, ali su tri *Kölna* i sva četiri *Hamburga* ostala u službi do početka devedesetih godina. Njemačka socijaldemokratska vlada nije bila zainteresirana za gradnju novih ratnih brodova (iako se početak gradnje klase *Bremen* zbio baš u tom razdoblju), a nova je demokrišćanska vlada zbog privredne recesije morala štedjeti na svakom koraku. Tako je sagrađeno samo šest fregata prve skupine (1. Los), a od prvotno otkazane druge skupine (2. Los), zbog istrošenosti fregata klase *Köln* i odgode gradnje fregata NFR 90, konačno su ipak sagrađene dvije dodatne fregate klase *Bremen*. Tako je osam novijih brodova zamijenilo šest starih razarača i pet fregata, dok su razarači klase *Hamburg* ostali u službi.

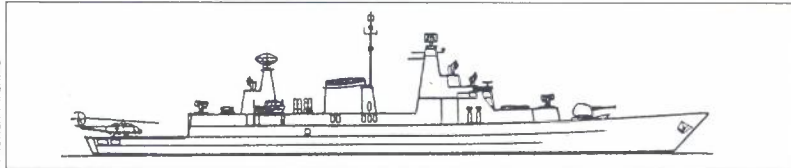
Pokušaj gradnje zajedničke fregate za NATO

Fregate **NFR 90** (NATO Frigate Replacement for the 90's = Zamjena fregata NATO-a za devedesete godine) bile su jedan od pokušaja zemalja NATO-a za gradnju brodova sličnih svojstava za sve mornarice. Tijekom osamdesetih godina niz država NATO saveza planirao je zamijeniti stare ratne brodove te je stvoren zajednički program u kojem su sudjelovale Francuska, Italija, Kanada, Nizozemska, Njemačka, SAD, Španjolska i Velika Britanija.

Njemačka inačica Fregate 90 dobila je naziv **Fregata 124 (F 124)**. Bundesmarine je htjela naručiti pet do osam novih fregata za zamjenu razarača klase *Hamburg* i zadnjih fregata klase *Köln*. Zajednički je koncept stvoren do godine 1987., a novi su brodovi trebali imati niz jednakih svojstava (trup, pogon, naoružanje, elektroniku), što bi snizilo cijenu pojedinačnog broda i omogućilo gradnju više jedinica za istu svotu

(zbog uštede troškova razvoja za svaku mornaricu zasebno). Tijekom planiranja NRF 90 još su tri mornarice izrazile želju pridružiti se tom programu (vjerojatno je bila riječ o Grčkoj, Turskoj i Belgiji), pa se trebalo graditi čak 50 jedinica! Tijekom ispitivanja raznih mogućnosti izrađene su studije osam različito opremljenih inačica, kako bi se ustanovilo u kojoj su mjeri moguća odstupanja pojedinih mornarica od zajedničkog "nazivnika". Za ta istraživanja i koordinaciju razvoja stvorena je u Hamburgu međunarodna tvrtka International Joint Venture Company (IJVC). Njemačku je industriju zastupala Udruga za definiranje fregata (Fregatten-Definitions-Gesellschaft/FDG), gdje su sudjelovale tvrtke AEG, Blohm + Voss, Bremer Vulkan, HDW i Siemens. Francusku je zastupala tvrtka Thomson-CSF uz sudjelovanje tvrtki Aérospatiale, Alsthom, CSEE, Matra, SAGEM, SFENA i TRT. Konzorcij brodogradilišta Cantieri

Neostvoreni projekt NFR 90 za zajedničku fregatu zemalja NATO saveza



Navali Italiani i Fincantieri predstavljao je Italiju, a tvrtka Acres Kanadu. Nizozemska je osnovala udrugu Nederlandse Fregatten Combinatie u kojoj su sudjelovale tvrtke NEVESBU, Royal Schelde, Signaal i druge. Sa španjolske je strane u IJVC ušlo brodogradilište Empresa Nacional Bazan, a s američke tvrtka Westinghouse. U Velikoj Britaniji kao dio IJVC stvorena je udruga Supermarine Consortium Ltd., kojoj su pripadale tvrtke British Aerospace, Ferranti, Marconi, Plessey, Rolls-Royce, Thorn-EMI, Vosper Thornycroft i Yarrow.

Zemlje koje su sudjelovale u tom programu konačno su tijekom 1987. sklopile sporazum, kojim su potvrdile svoje zahtjeve i namjeru gradnje NRF 90 po zajedničkom projektu. Brodove je trebalo "definirati" počevši od godine 1990., pokusne vožnje prve jedinice predviđene su za 1985., kako bi novi brodovi potkraj stoljeća ušli u službu, zamijenili stare jedinice ili povećali brojno stanje flota. Vojna i tehnička svojstva novih fregata bila su određena potrebama glavnog stožera NATO-a, prema čijim je zahtjevima trebalo napraviti studije i zatim planirati brodove zadanih svojstava.

Nedugo nakon svečanog sklapanja sporazuma o razumijevanju došlo je do prvih odstupanja

Prva objavljena skica F 123

od standardnih zahtjeva, kao i do prvih zastoja u zajedničkom programu. Stoga je Njemačka godine

Tvrtka AEG je konačno sklopila sporazum s brodogradilištem Vulkan, dok su se druga dva brodogradilišta priključila Blohm+Vossu. Kad je njemačka vlada raspisala natječaj za gradnju novih fregata, pet se spomenutih tvrtki međusobno natjecalo čiji će projekt biti izabran. Riječ je bila pretežito o organizaciji gradnje, jer bi brodovi u stvari bili međusobno identični. Konačno je pobijedio savez brodogradilišta Blohm+Voss, HDW i Thyssen, ali je iz političkih razloga (i zbog održavanja radnih mjesta) jedna od četiri fregate naručena kod Bremer Vulkan.

Glavni poduzetnik

Njemačko načelo odabira glavnog poduzetnika, odgovornog za planiranje i gradnju brodova uz održavanje čvrstih cijena, potječe iz sedamdesetih godina. Prije tog razdoblja vladala je podjela odgovornosti između mornarice i privatnih tvrtki. Zbog nedostatne suradnje isporuke su često kasnile, cijene nekontrolirano rasle. Stoga je njemačko ministarstvo obrane preinacilo planiranje i kupnju obrambenih tvoriva (brodova, zrakoplova, tankova, oružja, streljiva, te drugih sustava i podsustava). Veliki projekti izvode se u tri stupnja: 1) ministarstvo obrane (i mornarica) postavlja zahtjeve i okvir za njihovu provedbu, 2) industrija i istraživački instituti izrađuju i podnose projekte, 3) najpovoljniji glavni poduzetnik počinje razvoj i gradnju oružnog sustava (u ovom slučaju fregate F 123). Generalni poduzetnik odgovoran je za cijenu i kakvoću dijelova, organizaciju gradnje, pokusa i isporuke mornarici. Kod proračuna cijene broda rabe se u velikoj mjeri već postojeći dijelovi i njihova znana cijena. Potpuno novi proizvodi predstavljaju određeni čimbenik rizika, posebice ako je riječ o novim oružnim ili elektroničkim sustavima ili sustavima u razvoju. Čvrsta cijena bi zbog neočekivanih promjena na tržištu ili zakašnjenja isporuke dijelova previše koštala glavnog poduzetnika. Stoga su u ugovore ugrađeni i klizni zaglavlci (klauzule), koji omogućuju neznatno povećanje cijena, čija se potreba ipak mora dokazati naručitelju (ministarstvu obrane ili čak parlamentu).

Tri su brodogradilišta stoga osnovala "Društvo F 123", na čelu s brodogradilištem Blohm+Voss, što je znatno smanjilo pojedinačni rizik. Svako brodogradilište zasebno ne bi bilo u

van Ginderen Collection



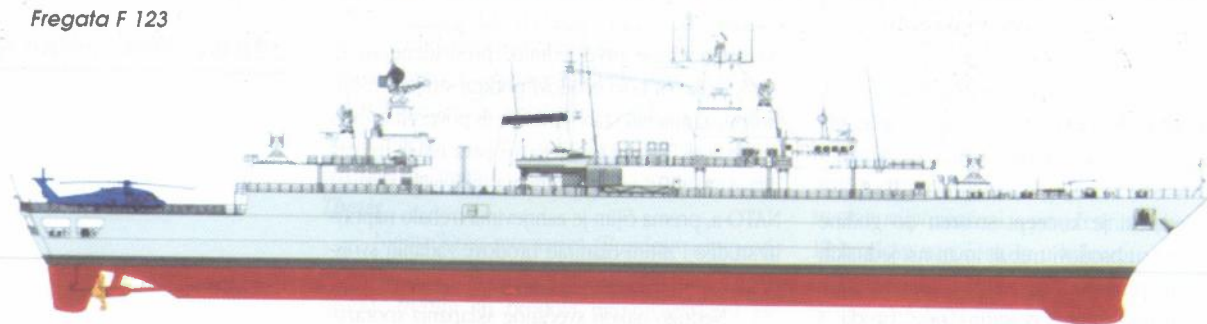
Veliko iskustvo koje je brodogradilište Blohm + Voss steklo u gradnji brodova po načelu MEKO omogućilo je brzu gradnju i opremanje fregata 123

1988. naručila četiri fregate preinačene klase F 124, kako bi zamijenila već istrošene razarače klase Hamburg. Novi je međuprojekt dobio interni naziv Fregata F94, a po njemačkoj mornaričkoj terminologiji nazvan je **Fregata klase 123 (F 123)**.

Projekt NFR 90 ušao je u stupanj završnog planiranja u siječnju 1989., no u rujnu iste godine Velika Britanija istupa iz programa. Nekoliko dana kasnije od NRF 90 odustaju Francuska i Italija, Njemačka i Španjolska se povlače u prosincu 1989., a Nizozemska u siječnju 1990., pa se projekt definitivno raspao.

Njemačka brodogradilišta koja su gradila fregate klase 122 (Blohm+Voss, Bremer Vulkan, Howaldtswerke Deutsche Werft i Thyssen Nordseewerke) osnovala su udrugu (konzorcij), koja je po zamisli brodogradilišta Blohm+Voss i pod nadzorom tzv. glavnog poduzetnika, tvrtke AEG, trebala projektirati brodove slične modularno građenim fregatama projekta MEKO. Tvrtka AEG je kao glavni poduzetnik tijekom osamdesetih godina organizirala i gradnju nove klase brzih jurišnih brodova (**143A**) i preinaku postojećih brzih jurišnih brodova klase **143** u klasu **143B**. Na istom je načelu trebalo graditi i klasu F 123, ali je između pojedinih brodogradilišta vladala oštra konkurencija. Bremer Vulkan se pozivao na svoje iskustvo i uspješnu organizaciju gradnje klase F 122, a Blohm+Voss je sam razvio projekt modularno naoružanih i opremljenih brodova i gradio čak 90 posto dijelova dvaju fregata klase F 122.

Fregata F 123

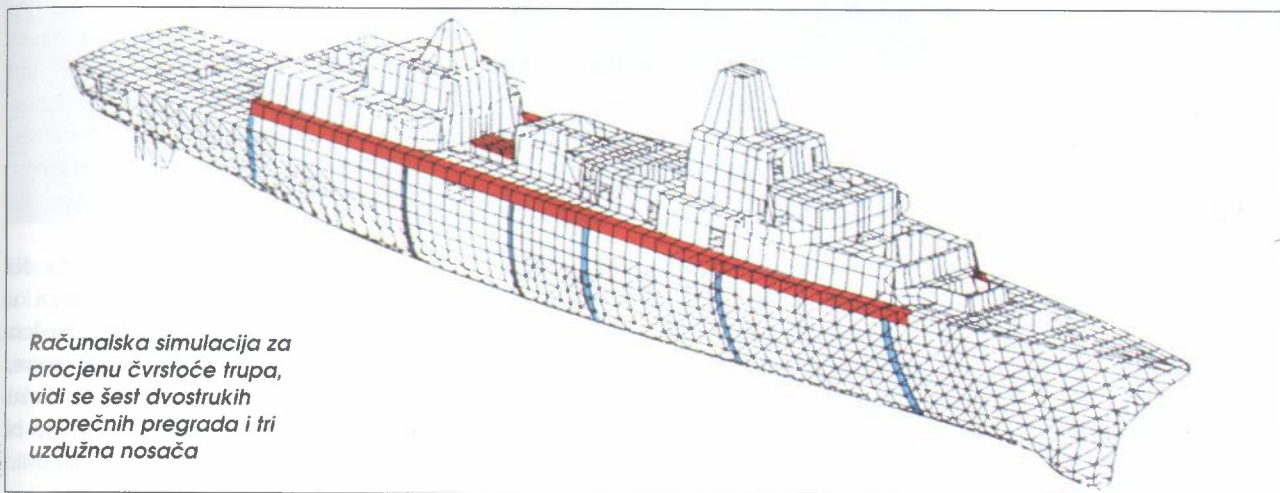


HDW

stanju održavati čvrstu cijenu, posebice ako bi tvrtke međusobno konkurirale i spuštale cijenu ispod isplative granice.

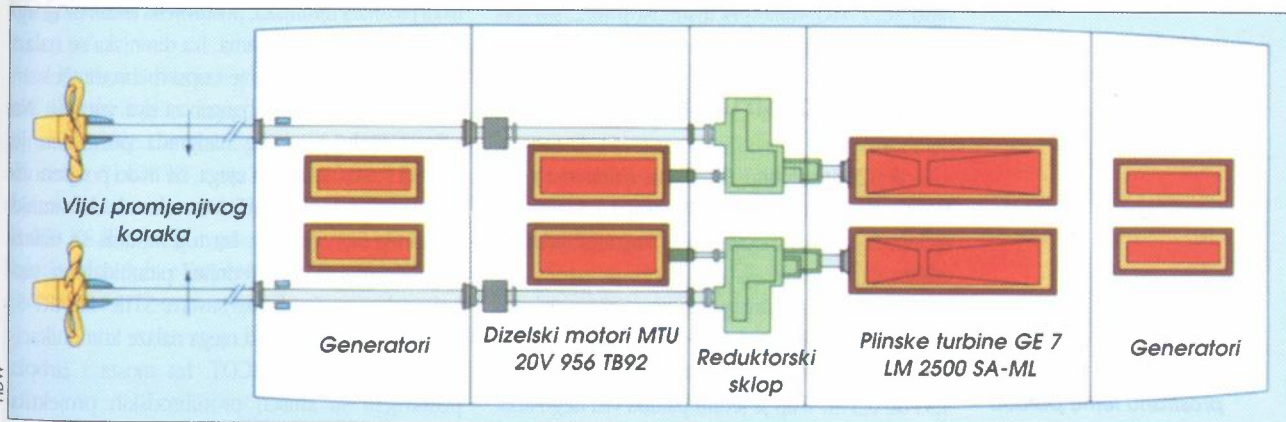
"Društvo F 123" godine 1989. sklopilo je ugovor sa Saveznim uredom za nabavu vojne opreme (BWB) o gradnji četiri fregate, a brodovi su naručeni 28. lipnja 1989. Klasa se po prvom brodu trebala zvati *Deutschland*, jer je istodobno s razaračima klase *Hamburg* službu trebao napustiti i istoimeni školski brod, a njegovo se ime htjelo sačuvati zbog tradicije. Potkraj 1989. došlo je do velikih političkih promjena u Njemačkoj, Berlinski je zid srušen, a dvije su se Njemačke opet uje-

cept ratne brodogradnje. Znano je kako neki od podsustava ratnog broda zastarijevaju brže od drugih. Trup i pogon broda mogu u službi ostati dulje od oružnih, ciljničkih i elektroničkih sustava. Stoga nakon određenog razdoblja brodove treba temeljito preinačiti, kako bi mogli odgovoriti na nove prijetnje i držati korak s razvojem pomorske tehnologije. Prigodom modernizacije često treba preinačiti ne samo oružje i opremu, nego i sam trup i nadgrade broda. Načelo **MEKO** (Mehrzweck-Kontainer - Višenamjenski kontejneri) predstavljalo je radikalno novo rješenje: brod više nije građen oko planiranog oružja, nego predstavlja



dinile. Stoga je prvi brod nove klase nazvan **Brandenburg**, po jednoj od "novih" saveznih država. Ime *Deutschland* bi vjerojatno imalo loš prizvuk i kod susjednih država izazivalo strah od velike Njemačke.

platformu, koja može nositi razne sustave, uz niju jednostavnu zamjenu istrošenih ili zastarjelih modula. Za svako je oružje predviđen normirani prostor, s pripravljenim priključcima struje, komunikacijskih veza, hidrauličke te cijevi za vodu i zrak. U



Načelo MEKO i modularno građeni ratni brodovi

Brodogradilište Blohm+Voss ima dugotrajnu tradiciju gradnje ratnih brodova. Od 1892. do 1918. sagradilo je 9 bojnih brodova i krstaša, 4 lake krstarice, 6 torpiljarki i 100 podmornica. Od 1918. do 1945. dovršen je jedan bojni brod (*Bismarck*), jedna teška krstarica (*Hipper*), 6 razarača, 3 školska jedrenjaka i 230 podmornica.

Tvrtka Blohm+Voss je nakon II. svjetskog rata sudjelovala u gradnji razarača klase *Hamburg* i fregate klase *Köln*, te drugih ratnih brodova. Tijekom sedamdesetih godina razvila je novi kon-

module je moguć pristup kako bi se punili spremnici ili obavljali popravci. Isti je osnovni trup broda moguće za razne naručitelje opremiti različitim sustavima, a svaki sustav odgovara normiranom prostoru na svakom brodu. Postoje veći i manji kontejneri za oružje, modularno sagrađane strojarnice za razne vrste pogona (CODOG, GOGOG, CODAD itd.), modularni jarboli za radarske i druge antene...

Tvrtka Blohm+Voss je od 1982. po načelu MEKO sagradila fregate tipa **MEKO 360** za nigerijsku i argentinsku mornaricu (za Argentinu su građene i korvete **MEKO 140**). Slijedile su fregate tipa **MEKO 200** za Tursku, Grčku i Portugal, a

Shema pogona F 123



Porinuće fregate F 215 u Hamburgu 28. kolovoza 1992.

Australija je otkupila licencu. Kontejneriziranje je omogućilo brzu gradnju i naoružanje broda po individualnoj narudžbi, pa tako primjerice turske i grčke fregate nose američke topove kalibra 127 mm, dok je portugalska mornarica izabrala francuske automatske topove kalibra 100 mm. Ugrađeni su i različiti protubrodski projektili (Otomat ili Exocet ili Harpoon) i CIWS sustavi. Protuzrakoplovni projektili su tipa Sea Sparrow, ali stariji brodovi imaju osmostruke okretne lansere, dok su novije fregate naoružane osmostrukim i šesnaestostrukim sustavima za okomito lansiranje.

Klasa *Brandenburg* nešto je većih protežnosti od klase *Bremen*, a moderniji projekt omogućuje veću čvrstoću i otpornost broda te održavanje bojne pripravnosti i nakon oštećenja. Primjena modularnog načina gradnje smanjila je troškove i ubrzala gradnju. Kod Fregate 123 planirano je i 160 tona pričuvne istisnine, što će omogućiti kasniju ugradnju novih sustava.

Izgled i konstrukcija brodova

F 123 istodobno sliče klasi *Bremen* i tipu MEKO. Sve su okomite plohe trupa i nadgrađe djelomice zakošene, kako bi se smanjio radarski odraz.

Fregate klase *Brandenburg* imaju standardnu istisninu 3600, punu 4490 tona, duljinu 138,85 m (126,9 m na vodnoj crti), širinu 16,7 m i gaz od 4,35 do 6,3 m. Trup je jednu palubu viši nego kod

klase *Bremen*. Glavna se paluba (povišena prednja paluba) proteže sve do stražnjeg kraja hangara, dok se krmena (letna) paluba nalazi jednu razinu niže. Visoki trup poboljšava plovna svojstva i pojačava uzdužnu čvrstoću broda.

Trup je poprečnim pregradama podijeljen na 15 sekcija i pojačan sa šest dvostrukih poprečnih pregrada te tri uzdužna nosača kvadratnog presjeka, koji se u visini gornje palube protežu od prednjeg kraja pramčanog do stražnjeg kraja krmenog nadgrađa. Dvostruke pregrade zatvaraju središnju citadelu broda: četiri se pregrade nalaze ispod prednjeg nadgrađa i dvije ispod hangara. Taj sustav dodatno povećava čvrstoću trupa i ograničava štetu u slučaju pogotka. Plinovi i krhotine nakon eksplozije ne mogu se širiti cijelom dužinom i širinom broda. Brodsko zapovjedno središte, komunikacijsko središte i računsko središte dodatno su zaštićeni od djelovanja krhotina. Nadgrađe predstavlja sastavni dio trupa, što dodatno povećava otpornost.

Pramčana je statva konkavnog oblika. Na donjem dijelu ispod razine vode prelazi u zaobljeno kućište aktivnog sonara. Od dva prednja sidra jedno se nalazi u sklopu pramčane statve, dok je drugo postavljeno na desnom boku neposredno iza nje, kako pri spuštanju ne bi oštetilo sonar. Kobilica je ravna, brod ima dvije bočne balansne kobilice, dva podvodna pomična krilca za stabilizaciju (koja se ne mogu uvući u trup, ali u slučaju gubitka pogona ostaju zakočena u nultom položaju) i jedno polubalansno kormilo.

Na pramčanoj se palubi nalazi top, zatim slijedi prednje nadgrađe koje se proteže sve do dva uska plosnata dimnjaka, postavljena jedan uz drugi i nagnuta prema bokovima. Iza dimnjaka se nalazi palubni prostor namijenjen opskrbi broda tijekom plovidbe, iza kojeg je hangar za dva vrtoleta. Na nižem dijelu prednjeg nadgrađa postavljen je prednji sustav RAM. Iza njega, na malo povišenom dijelu nadgrađa slijedi sustav za okomito lansiranje projektila Sea Sparrow. Iza tog modula se nalazi zapovjedni most s prednjim piramidalnim jarbolom, koji nosi radarske sustave STIR i SMART-S, dok se lijevo i desno od njega nalaze komunikacijske antene sustava SCOT. Iza mosta i jarbola postavljeni su lanseri protubrodskih projektila

Fregate F 123 imaju prostranu letnu palubu





Fregata Brandenburg ušla je u službu 14. listopada 1994.

Exocet. Na prednjem dijelu hangara nalazi se jarbol s radarom LW 08 i drugim sustavom STIR. Na stražnjem dijelu krovu hangara postavljen je krmeni lanser sustava RAM. Protupodmorničke torpedne cijevi nalaze se ispred hangara. Njihovi se vanjski otvori naziru ispod dijela palube namijenjenog opskrbi broda.

Središnja je brodska citadela zaštićena od nuklearnih, bioloških i kemijskih bojnih sredstava. Pojedine brodske sekcije međusobno su nezavisne, svaka ima svoj vlastiti modul za ventilaciju i pročišćavanje zraka.

Pogonski sustav

Pogonska skupina je u CODOG (kombinirani dizelski ili plinski pogon) konfiguraciji s dvije plinske turbine General Electric GE 7 LM2500 SA-ML snage 51.680 KS i dva četverotaktna 12-cilindrična dizelska motora MTU 20V 956 TB92 snage 11.070 KS koji preko vijaka promjenljivog nagiba lopatica tipa Sulzer-Escher-Wyss daju najveću brz-

inu 29 čv, dok se uz brzinu krstarenja 18 čv može prepliviti 4000 NM.

Iskustva stečena s klasom *Bremen* i drugim brodovima opremljenim plinskim turbinama pokazala su kako fregata tih protežnosti može u roku jedne minute prijeći iz stanja mirovanja u stanje najveće brzine. Prijelaz s dizelskog na turbinski pogon isto je moguće izvršiti automatski u vrlo kratkom vremenu, sustav prijenosa pripada tipu SSS.

Brodski se strojevi (zatvoreni u posebne izolirane module za smanjenje buke) nalaze u pet međusobno odvojenih strojarnica. U prvoj su smještene dva dizelska generatora (svaki snage 750 kW), u drugoj su dvije plinske turbine, a u trećoj dvije sklopke tipa Renck-Tacke, gdje se pogon može prekopčati s turbinama na dizelske motore i obratno. U četvrtoj su strojarnici smještene dva pogonska dizelska motora, dok se u petoj nalaze treći i četvrti generator koji se automatski uključuju prema potrebi.

Smještaj strojeva (s daljinskim upravljanjem)



Na drugoj fregati tipa 123, Schleswig-Holstein, na stražnjem jarbolu uočljiva je velika antena motrilačkog radara LW 08

u izoliranim modulima znatno smanjuje mogućnost otkrivanja broda pasivnim sonarom i poboljšava životne uvjete posade. U sam modul može se ući, kako bi se obavljali nužni pregledi ili manji popravci, dok se cijeli modul može izvaditi i promijeniti u vrlo kratkom roku.



Olof Rehardt

Gradnja F 217 u suhom doku
brodogradilišta Thyssen
Nordseewerke

Naoružanje i oprema

Fregate klase *Brandenburg* trebale su poput fregate klase *Bremen* biti naoružane protubrodskim projektilima Harpoon, no zbog štednje su dobile projekte Aérospatiale MM 38 Exocet dometa 42 km, skinute s raspoređenih razarača klase *Hamburg*. Planira se da se tijekom kasnije modernizacije MM 38 zamjene Harpoonima, iako

opremljena radarom Sea Spray Mk 1 i sonarom AN/AQS-18D. Vrtoleti Sea Lynx kasnije će biti zamijenjeni novim vrtoletima NH-90.

Antena radara za motrenje zračnog prostora Signaal LW 08, koji radi u D-području, smještena je na stražnjem piramidalnom jarbolu, dok se na prednjem nalazi 3D antena za motrenje zračnog prostora i morske površine radara Signaal SMART-S koji radi u F-području. Brodovi nose i po dva ciljnička radara Signaal STIR 180 i dva navigacijska radara tipa Raypath (rade u I-području).

Za otkrivanje podmornica i drugih podvodnih ciljeva služi sonar Atlas Elektronik DSQS 23BZ (serije ASO 90), koji je istodobno aktivni i pasivni sonar, a radi na srednjoj valnoj dužini. Počevši od godine 1997. fregate F 123 trebaju biti opremljene i tegljenim pasivnim sonarom ETBF TAS 6-3.

Među brodskim elektroničkim sustavima su i integrirani ciljnički sustav Signaal MWCS, zapovjedni sustav Atlas Elektronik/Paramax SATIR II (poboljšana inačica sustava SATIR I ugrađenog na klase *Lütjens* i *Bremen*). Sustav veze dopunjava Link 11, taktički sustav obrade podataka i veze s drugim plovnim jedinicama opremljenim tim sustavom, a tu su i dvije satelitske komunikacijske antene sustava SCOT 1A. Integrirani sustav FüWes (Führungs-und Waffeneinsatz-System - Sustav vođenja broda i upravljanja oružnim sustavima) predstavlja "mozak" i "srce" broda. Preko računala Unisys UYK 43 provodi se stalna obrada primljenih podataka i njihovo uključivanje u postojeće banke podataka, kako bi zapovjednik broda i časnici u bojnom informacijskom središtu u svakom trenutku mogli odgovoriti na moguću prijetnju na najučinkovitiji način.

Na krovu hangara bočno od krmenog jarbola nalaze se i dva lansera lažnih ciljeva Breda sustava SCLAR, a za elektroničke protumjere služi i sustav TST FL 1800S Stage II, koji prepoznaje i automatski ometa protivničke radarske signale.

Na F 123 velika je pozornost posvećena poboljšanim životnim uvjetima 219 članova posade (22 pripada letačkom osoblju), jer danas visoko školovane profesionalne pomorce nije lako zadržati u službi u lošim životnim uvjetima. Na brod se može ukrcati do 230 ljudi, tj. postoji pričuva za slučaj kad fregate dobiju nove oružne sustave ili služe kao zapovjedni brodovi. Prostorije za posadu znatno su udobnije od onih u starijih brodova, pa tako časnici raspolažu jedno- i dvokrevetnim, dočasnici dvo- i četverokrevetnim, a mornari kabinama s 5 do 12 ležajeva. Sve su prostorije za posadu izrađene po sustavu "kutije u kutiji", kako bi se smanjile vibracije i poboljšala toplotna izolacija. Klimatizacija (u odjelima od br. II do br. XIII) stalno radi, kako bi se postigao nadtlak i smanjila opasnost u slučaju kontaminacije.

Imena i služba

Kobilica za prvu fregatu tipa F 123, označenu kao **F 215 *Brandenburg***, položena je 11. veljače

Značajke fregate klase *Brandenburg*

Standardna istisnina	3600 tona
Puna istisnina	4490 t
Duljina	138,85 m
Širina	16,7 m
Gaz	4,35 m
Brzina	29 čv
Doplov	4000 Nm uz 18 čv
Posada	197 + 22 letački sastav

su se prvotno trebali postaviti novi projektili ANS.

Za protubrodsku i protuzrakoplovnu borbu služi top OTO Breda 76 mm/62 SR (Super Rapido) i dva jednocijevna topa Rheinmetall kalibra 20 mm.

Okomito lansirani projektili Raytheon NATO Sea Sparrow iz lansera Martin Marietta VLS Mk 41 Mod 3 služe za protuzrakoplovnu obranu na daljinama do 15 km, a za blisku obranu (do 9,6 km) od letjelica i protubrodskih projektila služe dva lansera Mk 49 sustava RAM za po 21 projektil RIM-116A, smještena na pramčanom i krmenom dijelu nadgrađa.

Uz četiri torpedne cijevi Mk 32 Mod 9 kalibra 324 mm s torpedima Honeywell Mk 46, za protupodmorničku borbu služe i dva vrtoleta Westland Sea Lynx Mk 88 naoružana Mk 46,

1992., a brod je porinut 28. kolovoza iste godine, da bi nakon niza pokusa i vježbovnih vožnji 14. listopada 1994. ušao u flotu. Njemačka carska mornarica posjedovala je bojni brod *Brandenburg*, jedan od prva četiri predreadnoughta naoružana sa šest topova glavnog kalibra (za razliku od većine tadašnjih bojnih brodova, koji su imali samo po četiri glavna topa).

Fregata **F 216 Schleswig-Holstein** porinuta je 8. lipnja 1994., a stupila je u službu 24. studenog 1995. *Schleswig-Holstein* je bio bojni brod stare klase *Deutschland* iz 1905., služio je u dva svjetska rata, a paljbom na poljsku utvrdu Westerplatte označio je početak II. svjetskog rata. Poslije rata isto ime nosio je razarač klase *Hamburg*.

Fregata **F 217 Bayern** porinuta je u more dva tjedna poslije F 216, a stupila je u službu tijekom lipnja 1996. Isto ime nosilo je nekoliko

(klase *Wittelsbach*) i bojni broda *Pommern* (klase *Deutschland*) potopljenog 1. lipnja 1916. u bitci kod Jylland.

Od brodova klase *Brandenburg* formirana je 6. eskadra fregata (6. Fregattengeschwader), koja predstavlja dio 2. flotile razarača (2. Zerstörerflottille).

Fregate F 124

Unatoč istupanju iz zajedničkog programa NRF 90, Njemačka i druge članice NATO-a i dalje trebaju nove fregate za iduće stoljeće. Četiri su fregate tipa F 124 morale zamijeniti tri razarača klase *Lütjens* i jednu već raspoređenu fregatu tipa 120, tako da su napravljeni planovi i studije za fregatu 124, poboljšanu inačicu F 123.

Njemačkoj su se opet pridružile neke od



TNSW

njemačkih bojnih brodova, a najveći je bio super-dreadnought iz 1915., naoružan s 8 topova kalibra 380 mm, kojeg je 1919. u Scapa Flowu potopila vlastita posada. Kasniji razarač *Bayern* (klase *Hamburg*) bio je prvi brod Bundesmarine koji je poslan na Jadran u sklopu operacije Maritime Monitor.

Četvrta je fregata **F 218 Mecklenburg-Vorpommern** porinuta je 8. srpnja 1995. Tijekom opremanja u plovećem doku brodogradilišta Bremer Vulkan 18. siječnja 1996. brod se srušio s blokova na kojima je stajao, nagnuo se pod kutem od 15 stupnjeva i otklizao prema desnom boku doka. Cijeli se dok stoga nagnuo na stranu i počeo puniti vodom, no pravodobnom intervencijom dok i fregata spašeni su od potonuća. Fregata je odvučena u brodogradilište Thyssen u Emdenu, gdje je ustanovljeno oštećenje desnog vijka i desnog krilca stabilizatora. Thyssen će otkloniti štetu i u potpunosti opremiti fregatu, koja bi trebala stupiti u službu potkraj ove godine. Fregata F 218 nasljednik je tradicije nekoliko bojnih brodova, poput oklopnjake *Mecklenburg* iz 1901.

država NATO-a koje imaju potrebu za sličnim brodovima, kako bi se zajedničkim planiranjem smanjili troškove razvoja i uporabile postojeće studije. Nizozemska mornarica namjerava početkom idućeg stoljeća zamijeniti fregate (ili razarače) klase *Tromp* novim protuzrakoplovnim i zapovjednim fregatama tipa LCF. Tamošnja je industrija uspješno surađivala u gradnji i opremanju fregata F 122, dok je većina oružanih i elektroničkih sustava fregata klase *Karel Doormann* nalik sustavima F 123.

Tom se programu priključila i Španjolska, koja je ranije gradila fregate po američkom uzoru (klase *Knox* i *O.H.Perry*). SAD u dogledno vrijeme ne planiraju nove fregate, postojeći brodovi u velikom broju napuštaju djelatnu službu, prelaze u pričuvu ili se prodaju savezničkim mornaricama. Stoga je Španjolska, koja je zajedno s Nizozemskom gradila i flotne opskrbe brodove, odlučila pristupiti njemačko-nizozemskoj udruzi za gradnju novih fregata. Španjolska je inačica nove fregate dobila naziv **F 100**. Istodobno, Velika

Ispitina plovidba fregate Bayern u svibnju 1994.

Britanija i Francuska planiraju zajedničku fregatu u sklopu projekta **Horizon**, a njima se kao "promatrač" priključila i Italija. U Britaniji fregate **Horizon** morale bi zamijeniti razarače **Tipa 42**, dok Francuska traži zamjenu za protuzrakoplovne fregate klase **Suffren**. Postojao je i naziv Anglo-Fench Future Frigate (**AFF** ili **A3F**). Nakon talijanskog

elektronički sustav (FüWes tipa F 124). Temelj protuzrakoplovnog sustava fregate NRF 90 trebao je činiti višenamjenski radar novog naraštaja tzv. dvostrukog lica (Twin face radar). Makete novih njemačkih, nizozemskih i španjolskih fregata prikazane su sa složenim radarom APAR istovjetnim američkom sustavu AEGIS.

Razmišlja se kako bi se za blisku proturaketnu obranu uz RAM postavio i novi četverocijevni CIWS sustav MIDAS (dok bi nizozemska mornarica zadržala već iskušani sustav Goalkeeper, a španjolska sustav Meroka. Pogon će biti nalik pogonu fregate F 123 (2 plinske turbine i 2 dizelska motora), brzina ista ili nešto manja. Veća bi automatizacija omogućila novo smanjenje broja članova posade, čime bi se opet uštedjeli tekući troškovi održavanja.

Njemačka mornarica raspolaže planom Flote za 2005. godinu, prema kojem bi tada trebala posjedovati 16 fregata (8 F 122, 4 F 123 i 4 F 124). Najnovije promjene programa (štednja!) već su taj zadani minimum smanjile na 15 brodova. Obveze njemačke mornarice u sklopu NATO-a i UN-a u novije su doba narasle. Stvorene su nove zadaće, za koje mornarica u slučaju istupanja iz programa F 124 neće imati dostatnih kapaciteta. Stoga i Bundesmarine i njemačka industrija teže što skorijem početku gradnje novih fregata. Dvije su nizozemske fregate naručene tijekom ljeta 1995., a gradnja bi trebala otpočeti 1998., brodovi ući u flotu između godine 2001. i 2003. Razarači klase **Lütjens** još su uporabivi, ali bi nove fregate uskoro trebale biti naručene, ako Njemačka želi ostati pouzdan partner NATO saveza.

Literatura:

1. Marine-Rundschau 1979. - 1989.
2. Wehrtechnik 1979. - 1996.
3. Naval Forces 1984. - 1996.
4. Marine-Forum 1990. - 1996.
5. "Les Flottes de Combat", 1994-1996
6. "Jane's Fighting Ships Recognition Handbook", 1994.
8. "Weyers Flottentaschenbuch 1994/96", Bonn 1994.
9. Promidžbeno tvorivo brodogradilišta Bremer Vulkan i HDW



Značajke fregate F 124

Puna istisnina	4700 t
Duljina	140 m
Širina	17 m
Gaz	4,4 m
Brzina	oko 30 čv
Posada	oko 200

pristupanja projektu i potpisivanja stožernih zahtjeva 18. prosinca 1992. zajednički je plan nazvan **Common New Generation Frigate** (Zajednička fregata novog naraštaja). Taj je program još u razvoju, ali je zbog konkurencije između brodogradilišta triju država i nacionalnih proizvođača vojne tehnike moguće kako će slijediti istovjetne zajedničke programe budućih višenamjenskih fregata. Njemačka je zbog štednje prisiljena graditi samo tri nove fregate tipa 124. Kao kod svih takvih programa, ušteda će biti veća grade li se npr. četiri umjesto tri broda. Najskuplji dio programa predstavlja projektiranje nove klase, nakon čega sa svakim brodom cijena pojedine jedinice sve više pada.

Izgled i svojstva fregate 124

Fregate F 124 bit će općim izgledom vrlo nalik fregatama 123. Brodovi bi trebali biti uporabivi za protuzrakoplovnu obranu, borbu protiv površinskih ciljeva i protupodmorničku borbu. Nosit će iste ili poboljšane sonare (ASO 90 i tegljeni TAS 6-3), vrtolete NH 90, poboljšanu protuzrakoplovnu obranu temeljenu na projektilima RAM, lanser VLS Mk 41 za projekte Evolved Sea Sparrow i Standard SM-2 (četiri modula) višenamjenske radare, protubrodске projekte Harpoon, top kalibra 76 ili 127 mm (Nizozemska želi upotrijebiti dvocijevne topovske kule kalibra 120 mm skinute s klase **Tromp**), bolji zapovjedni i klinički

Maketa projektirane fregate
F 124



Mönch Archive



MALEZIJSKA RATNA MORNARICA

Malezijska ratna mornarica posljednjih nekoliko godina preobražava se u snagu koja može učinkovito nadzirati svoje more, uz ambiciozne planove izgradnje novih brodova

Boris ŠVEL



Na Malajskom poluotoku te regijama Sabah i Sarawak na sjevernom dijelu otoka Bornea smještena je **Malezijska Federacija (Persekutuan Tanah Malaysia)**. Pokriva površinu 329.758

km², obalna crta joj je duga 4675 km, uz 12 nautičkih milja teritorijalnog mora i 200 nautičkih milja gospodarskog pojasa. Malezija ima 18.600.000 žitelja, od čega 61 posto Malajaca, 30 posto Kineza te 9 posto Indijaca i ostalih. Službeni je jezik malajski, a govore se hindu, tamil i kineski uz engleski kao jezik vanjskog komuniciranja, a dominantna je religija islam. Članicom je UN, Commonwealtha, ASEAN-a, Sporazuma pet sila (Australija, Novi Zeland, Malezija, Singapur, Velika Britanija) i drugih međunarodnih organizacija. BNP je godine 1994. iznosio 69,9 milijardi USD, uz snažnu usmjerenost gospodarstva prema izvozu.

Svojim ustavnim uređenjem Malezija je federalna izborna monarhija koju čini devet sulatanata i četiri države kojima upravljaju imenovani guverneri. Na Malajskom poluotoku smješteno je devet sulatanata, države Penang i Melaka te federalni teritorij Kuala Lumpur (glavni grad federacije), dok je sjeverni Borneo ustrojen u države Sabah i Sarawak te jedan federalni teritorij. Sultani među sobom izabiru

zapovijeda preko Savjeta oružanih snaga i Odpora Stožera oružanih snaga, dok vlada obavlja politički nadzor. Doktrina je preusmjerena od protuterilskih djelovanja prema konvencionalnim snagama, što zahtijeva izmjene i povećanje udjela sofisticirane opreme, kao i ustrojavanje brojne pričuve koja bi trebala narasti do 100.000

godine prešao na islam. U početku 16. stoljeća pristižu Portugalci koji drže nekoliko uporišta na obali, dok u unutrašnjosti nastaje niz malih državica. Utjecaj Portugalaca traje do sredine sljedećeg stoljeća, kada ih istiskuju Nizozemci. Pokraj 18. i početkom 19. stoljeća na Malajskom se poluotoku osvajanjima i kupovinom

Singapura (od države Johore) učvršćuju Britanci, koji se šire istiskujući Nizozemce i susjednu kraljevinu Sijam. Singapur i vrh poluotoka postaju 1867. krunskom kolonijom Straits Settlements. Britanci sklapaju između 1874. 1930. godine niz ugovora kojima malajske države priznaju britanski protektorat, a Malezijska federacija nastaje 1896. ujedinjavanjem

devet sultanata pod britanskim vrhovništvom. U tom razdoblju počinje industrijalizacija utemeljena na izrabljivanju prirodnih bogatstava Malajskog poluotoka, ponajprije kaučuka i kositra.

Malajske države pred prvi svjetski rat su jedan od gospodarski najnaprednijih dijelova Britanskog Imperija te priskrbljuju novac za bojni brod **HMS Malaya** (2.945.709 funti sterlinga), koji je izgrađen kao dodatna (peta) jedinica razreda (klase) **Queen Elisabeth**. Dvadesetih godina krunska kolonija Singapur snažno je utvrđena, no drugi svjetski rat Malaja dočekuje bez jačih kopnenih, zračnih i



ljudi. Oružane snage sudjeluju u brojnim mirovnim operacijama diljem svijeta, a razvijaju se kroz petogodišnje planove (trenutačno se provodi sedmi plan, 1996.-2000.). Izdvajanja za obrambenu silu iznosila su (primjerice) tijekom 1993. godine 2,6 milijardi USD.

Povijesni pregled

Malajci nastaju u predpovijesti miješanjem melanezijskih urođenika s nadolazećim kavkaskim i mongolskim plemenima, a prema narodnoj predaji došli su "s mora". Prve domaće države su od prapočetaka usmjerene moru, a s



jednog koji uz pomoć vlade izabrane na općim izborima upravlja svekolikom državom na rok od pet godina i postavlja guvernera na rok od četiri godine.

Oružane snage broje oko 114.000 profesionalaca uz oko 40.000 pričuvnika, a nominalni vrhovni zapovjednik je izabrani monarh, koji

promjenjivim uspjehom bore se za opstojnost s Kinezima i Indijcima koji povremeno provaljuju, kasnije i s Arapima te Sijamom. Područje današnje Malezije bilo je tijekom 15. stoljeća obuhvaćeno moćnom Malačkom kraljevinom koja je nadzirala plovne putove i pomorsku trgovinu u regiji, a njezin je suveren 1414.

pomorskih snaga. Britanski Admiralitet kanio je poslati na Daleki istok četiri stara bojna broda razreda **Revenge** i nosač zrakoplova, a kasnije pojačati odred bojnim brodovima **HMS Nelson** i **Rodney** te jednim razreda **Queen Elisabeth**. Prevladala je ipak koncepcija Winstona Churchilla i konačno, početkom prosinca 1941.,

u Singapur stiže brzi odred koji se sastojao od bojnog broda **HMS Prince of Wales** i bojnog krstaša **HMS Repulse**. Nasukavanje nosača **HMS Indomitable** kod Sri Lanke ostavilo je međutim odred bez zračne zaštite. Japan napada odmah zatim, a 10. prosinca japanski zrakoplovi potopili su britanske kapitalne brodove. Istodobno napadaj kopnenih snaga dolazi s mora i iz Tajlanda (v. Hrvatski vojnik br. 10), a invazija je dovršena padom Singapura 15. veljače 1942. U Malaji se razvija protujapanski gerilski pokret, a operacije koje je za ponovno zauzimanje Malaje pred kraj rata trebala izvesti britanska Istočnoindijska flota otkazane su zbog predaje Japana.

Godine 1946. Britanci uspostavljaju Malajsku Uniju koja je dvije godine kasnije

samostalna grana (vid) oružanih snaga i broji oko 12.700 profesionalnog osoblja, uz još oko tisuću časnika i mornara Dragovoljačke pričuve Kraljevske Malezijske ratne mornarice. Na čelu mornarice je imenovani zapovjednik (trenutačno je to viceadmiral Dato Seri Mohd Shariff Bin Ishak), koji ima zamjenika, a upravlja snagama preko zapovjednika flote. Ovome su pak podređeni zapovjednici Mornaričkih područja I. (poluotok) i II. (Sabah i Sarawak, kao i prijepono otočje Spratly). Baze obuhvaćaju Perak na zapadnoj obali koji je središte prvog područja, Lumut koji je baza za izobrazbu, Kuantan, Kota Kinabalu, Labuan koji je središte drugog Mornaričkog područja, te vojarne Woodlands za izobrazbu i potporu u Singapuru. Mornarica namjerava izgraditi novu zračnu bazu, kao i urediti

o aktiviranju jedne utvrđene obalne bitnice iz razdoblja drugog svjetskog rata nije potvrđena.

Zadaće ratne mornarice u miru obuhvaćaju ponajprije djelovanja protiv pirata koji se često pojavljuju u malezijskim vodama i zaštitu ribarenja u područjima nad kojima traje prijepon sa susjednim zemljama. Napomenimo kako brodovi imaju predmetak **KD** (**Kapal DiRaja**, Kraljev brod) i nose broj na pramcu.

Fregate i korvete

Fregate **KD Lekiu** (30) i **Jebat** (29) građene su u škotskom brodogradilištu Yarrow u Glasgowu prema projektu poduzeća GEC Naval Systems **Frigate 2000**, i najnovija su plovila malezijske mornarice. Kobilica za **Lekiu**



Ispitivanja fregate KD Lekiu

ponovno preustrojena u Malajsku federaciju, koja sada obuhvaća i bivše kolonije, osim Singapura. Istodobno nastaje protubritanska komunistička gerila, koja se osobito razmahuje početkom pedesetih godina. Gerilski pokret uspješno je ugušen preseljavanjem oko pola milijuna ljudi iz krajeva zahvaćenih ustankom, kao i zadobivanjem "sr-daca i umova" pučanstva, a dana 31. kolovoza 1957. Malezija je proglašena neovisnom. Godine 1965. Singapur (s pretežitom kineskim pučanstvom) istupa iz

federacije, a povremeni etnički sukobi i komunistički ustanci traju do kraja osamdesetih godina. Od tada je malezijski razvitak obilježen unutarnjom i vanjskom stabilnošću te zamjetnim gospodarskim napretkom.

Ustroj i zadaće Kraljevske malezijske ratne mornarice

Ustroj i zadaće Kraljevske malezijske ratne mornarice

Kraljevska malezijska ratna mornarica (**Tentera Laut, Royal Malaysian Navy**) je

petnaest malih sidrišta diljem zemlje, o kojima bi se brinuli pripadnici pričuvnog sastava.

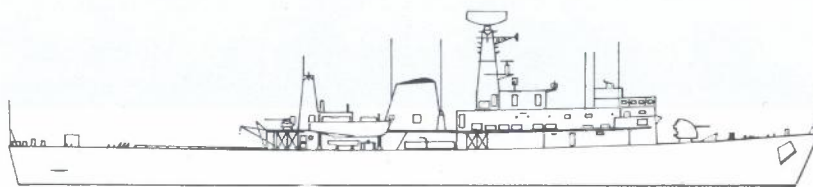
Trenutačno je u uporabi šesnaest vrtoleta Westland Wasp HAS.1 nabavljenih potkraj osamdesetih i početkom devedesetih godina, koje bi međutim trebalo nadomjestiti suvremenijim let-

je položena u ožujku 1994., brod je porinut šest mjeseci kasnije, a primljen je u flotu početkom ove godine. Za **Jebat** (koji ipak nosi niži redni broj, jer je namijenjen za zapovjedni brod) kobilica je položena u studenom 1994. godine, u svibnju sljedeće godine je porinut, a primanje u

flotu se očekuje ove jeseni. Brodovi su zamišljeni kao lake višenamjenske fregate (izvorno su bili klasificirani kao korvete) standardne istisnine 1845 tona, odnosno 2270 tona puni, duljine 105,5 m, širine 12,8 m,

gaza 3,6 m, dok posada broji 146 ljudi, od čega 18 časnika. Automatizirana je pogonska skupina izvedena u CODAD konfiguraciji i sastoji se od četiri dizelska motora MTU 20V 1163 TB93 snage 24,5 MW koji preko dvije osovine i dva vijka KaMeWa s prekretnim krilcima pokreću brodove vršnom brzinom 28 čvorova, uz doplov 5000 nautičkih milja pri 14 čvorova. Na pramcu je top Bofors SAK Mk 2 kalibra 57/70 mm, a iza njega je 16 zdenaca za okomito lansiranje PZ raketnih projektila British Aerospace VLS

Školska fregata KD Hang Tuah



jelicama. Tri zrakoplova Lockheed C-130HP Hercules s posadama zračnih snaga djelovala su tijekom 1993. godine kao mornaričke ophodne letjelice, no ubrzo su vraćene u svoju izvornu transportnu ulogu, što ukazuje na potrebu nabave pravih ophodnih zrakoplova, vjerojatno neke inačice Lockheed P-3 Orion. Mornarica nema ni vlastitog pješaštva, već bi desantne operacije izvodila kopnena vojska koja raspolaže sa 165 malih jurišnih plovila, u najboljem slučaju podobnih samo za nasilni prijelazak rijeka. Vijest

Seawolf. Na sredini brodova je osam protubrodskih projektila Aérospatiale MM 40 Exocet Block II, a iza njih su na bokovima dva PZ topa MSI Defence Systems DS 30B kalibra 30 mm. Na krmi su sa strana vrtoletnog hangara trocijevni uređaji za lansiranje protupodmorničkih torpeda Whitehead B 515 kalibra 324 mm i bacači mamaca Super Barricade. Za nadzor paljbe služe optoelektronički sustavi Radamec Series 2000, Thomson-CSF ITL 70 (za Exocet), kao i termovizijski sustav GEC-Marconi Type V 3901. Za motrenje zračnog prostora služi radar Signaal DA 08, za pretraživanje površine rabi se radar Ericsson Sea Giraffe 150 HC, a za nadzor paljbe dva radara Marconi 1802. Na brodove je ugrađen aktivni sonar Thomson Sintra Spherion, elektroničku opremu dopunjavaju ometači i mali navigacijski radar, dok za prijenos podataka služi sustav GEC-Marconi Nautis-F. Lekiu i Jebat predstavljaju primjer suvremenih fregata, koje su smišljeno projektirane kako bi se troškovi gradnje i održavanja brodova kao i izobrazbe osoblja održali razmjerno niskima (manjak CIWS sustava, tegljenog sonara i tsl.), a zadržavaju zamjetne borbene sposobnosti. Razred *Lekiu* smatra se inače usporedivim s brazilskim razredom *Inbauma*, južnokorejskim *Ulsan* ili ruskim razredom *Gepard*.

Fregata **KD Rabmat** (24, bivša *Hang Jebat*) naručena je početkom 1966. godine, kada je i položena kobilica u brodogradilištu Yarrow u Glasgowu. Porinuta je krajem sljedeće godine, a 1971. stupa u službu. Standardno istiskuje 1250 tona, tj. 1600 puna, duga je 93,8 m, široka 10,4 m, gazi 4,5 m, a posada broji 140 ljudi. Pogon CODOG konfiguracije na dvije osovine i dva vijka s prekretnim krilcima sastoji se od jedne plinske turbine Bristol Siddeley Olympus TM1B snage 15,4 MW koja brodu daje vršnu brzinu 26 čv (doplov 1000 Nm) i jednog dizelskog motora Crossley Pielstick PC2.2 V snage 3,94 MW kojim se postiže 16 čv (doplov 6000 Nm). Na pramcu je jedan ručno punjeni top Vickers Mk 5 kalibra 115/45 mm, a na bokovima i krmi su tri topa Bofors kalibra 40/70 mm. Na krmi je protupodmornički trocijevni

bacač Limbo Mk 10 i mala letna paluba. Za nadzor zračnog prostora služi radar Signaal IW 02 smješten na krmenom nadgrađu, za motrenje površine radar Decca 626, a za upravljanje paljbom radar Signaal M 22 u kupoli na vrhu jarbola. Oprema obuhvaća i uređaje za elektroničku borbu, navigacijski radar Kelvin Hughes MS 32, sonare Graseby tip 170B i tip 174, te sustav za prijenos podataka Signaal Sewaco-MA. Raketni PZ sustav Seacat bio je skinut u doba preuređenja broda 1982. - 83. godine

1968. godine, tek 1973. ulazi u sastav britanske flote (kao **HMS Mermaid**) koja je smješta u Singapur, 1976. bila je vraćena u metropolu, a sljedeće je godine obnovljena i prodana Maleziji. Fregata je pregrađena tijekom 1991. i 1992. godine u školski brod, koji sada standardno istiskuje 2300 tona, odnosno 2520 tona nakrcan. Duljina broda je 103,5 m, širina 12,2 m, gaz 4,9 m, a osam dizelskih motora VVS ASR ukupne snage 9,2 MW pokreću brod preko dvije osovine i dva vijka s prekretnim krilcima vršnom brzi-

nom 24 čvora. Doplov broda je 4800 Nm pri 15 čvorova, a posada broji 210 ljudi. Topničko se naoružanje sastoji od dvojnog pramčanog topa Vickers Mk 19 kalibra 102/45 mm i dva topa Bofors kalibra 40/70 mm na krmi. Na krmi je i protupodmornički bacač Limbo Mk 10 te široka letna paluba. Elektronička oprema obuhvaća radar Plessey AWS 1 za nadzor zračnog prostora i površine, navigacijski radar Racal Decca 45 te sonare Graseby tip 170B i tip 174. Za ciljanje pramčanim topom rabi se ciljnička naprava STD Mk 1, a može se primijetiti kako brodu općenito nedostaje sofisticirano naoružanje i oprema.

Korvete **KD Kasturi** (25) i **Lekir** (26) pripadaju tipu **FS 1500** i nalik su brodovima kolumbijskog razreda **Almirante Padilla**. Građene su 1983. i 1984. godine u njemačkom brodogradilištu Howaldtswerke u Kielu. *Kasturi* i *Lekir* su unatoč svojoj veličini kla-



Korveta KD Kasturi izgrađena je u Njemačkoj

i nadomješten topom Bofors kalibra 40/70 mm, a četvrti Boforsov top bio je početkom devedesetih privremeno postavljen na letnoj palubi. Postoje planovi za modernizaciju broda, koji do danas još nisu provedeni.

Fregata **KD Hang Tuah** (76) (tip 41/61, nalik razredima *Leopard* i *Salisbury*) ima neobičnu povijest: izvorno je građena za Ganu, kobilica broda vrijednog pet milijuna funti položena je u brodogradilištu Yarrow u Glasgowu 1965. godine, no odlaskom ganskog predsjednika Nkrumah s vlasti fregata je tiho i bez obreda porinuta potkraj prosinca sljedeće godine te ponudena na prodaju. Dovršena je

sificirani kao korvete, što predstavlja stanovitu nepravilnost jer je fregata *KD Rabmat* manja od njih. Ti brodovi standardno istiskuju 1500 tona, tj. 1850 tona puni, dugi su 97,3 m, široki 11,3 m, gaze 3,5 m, doplov iznosi 5000 Nm pri 14 čv, a posada broji 124 čovjeka. Četiri dizelska motora MTU 20 V 1163 TB92 snage 17,2 MW pokreću ih vršnom brzinom 28 čv, odnosno 18 čv pri dva uključena motora (doplov 3000 Nm). Na pramcu su top Creuseot-Loire Compact kalibra 100/55 mm i dvocijevni protupodmornički bacač Bofors kalibra 375 mm, a u sredini broda četiri lansera za protubrodске projekte MM 38 Exocet. Na krmi su iznad letne palube dva dvoj-

na topa Emerson Electric kalibra 30 mm, a ispod nje je top Bofors Mk 1 kalibra 57/70 mm. Za nadzor zračnog prostora i površine služi radar Signaal DA 08, a za nadzor paljbe rabe se radar Signaal WM 22 i dva optoelektronička sustava Signaal LIOD. Oprema obuhvaća i dva bacača mamaca CSEE Dagaie, aktivni sonar Atlas Elektronik DSQS 21C, navigacijski radar Decca TM1226C te uređaje za elektroničku borbu Rapids i Scimitar. Kako bi se povećale mogućnosti brodova, u budućnosti bi mogli dobiti teleskopski vrtoletni hangar.

Potkraj rujna prošle godine malezijska vlada sklopila je sporazum s talijanskim brodogradilištem Fincantieri o kupovini dviju korveta razreda **Assad** građenih u Italiji za Irak. Brodovi su dovršeni još 1987., no isporuka je zapela zbog teškoća s plaćanjem, a konačno je bila odgođena na neodređeno razdoblje embargom UN-a. Imena brodova, kao i vrijednost kupoprodaje nisu za sada poznati, a brodovi bi trebali stići u Maleziju u travnju iduće godine.

Korvete pune istiskuju 705 tona, duge su 62,3 m, posada je izvorno trebala brojiti 47 ljudi, a četiri dizelska motora MTU 20V 956 TB92 snage 14,8 MW na četiri osovine daju im brzinu do 37 čv, uz doplov 4000 Nm pri 18 čv. Na pramcu je top OTO Melara (današnji OTO Breda) Compact kalibra 76/62 mm, na stražnjoj strani nadgrada smješten je četverostruki lanser za PZ projektele Aspide (sustav Albatros), slijedi dvocijevni top Breda (današnji OTO Breda) kalibra 40/70 mm, na krmi je šest protubrodskih projektila Otomat Teseo Mk 2, a na bokovima su dva trocijevna uređaja ILAS 3 za torpeda Whitehead A244S kalibra 324 mm. Elektronička oprema obuhvaća motrilački radar Selenia RAN 12L/X, navigacijski radar SMA SPN 703 (3 RM 20), te dva radara za nadzor paljbe Selenia RTN 10X, uređaje za elek-

troničku borbu, aktivni sonar Atlas Elektronik ASO 84-41, te sustav za prijenos podataka Selenia IPN 10. Čini se kako je malezijska vlada obavila kupnju bez savjetovanja s Kraljevskom malezijskom ratnom mornaricom, koja drži kako bi uključivanjem tih korveta u sastav flote mogle nastati teškoće u izobrazbi i logistici zbog različitosti naoružanja i opreme u odnosu na postojeće tvorivo.

Ophodna i brza napadajna plovila

Najveći su ophodni brodovi **KD Musytari** (160) i **Marikb** (161) koji pripadaju izvanobalnim ophodnim plovilima (Offshore Patrol



Časnici Kraljevske malezijske ratne mornarice na zapovjednom mostu korvete **KD Kasturi**

vrtoleta Sikorsky S-61 Nuri kopnene vojske.

Devetnaest malih ophodnih plovila razvrstano je u razrede **Kedab** (izvorno šest brodova, danas samo jedan), **Sabah** (četiri plovila) i **Kris** (četnaest plovila), koji su međusobno vrlo nalik. Razred **Kris** ima motore MTU umjesto Bristol Siddeley, povećani doplov,

bolji radar i komunikacijski sustav, kao i još neke manje izmjene. Brodovi svih razreda građeni su od unaprijed pripremljenih gotovih konstrukcijskih elemenata u brodogradilištu Vosper Thornycroft u Portsmouthu, između 1963. i 1968.



Izvanobalno ophodno plovilo **KD Musytari** građeno je u Republici Koreji

Vessel, OPV), a razmjerno su teško naoružani radi pružanja potpore kopnenim snagama. **KD Musytari** je građen u južnokorejskom brodogradilištu Korea Shipbuilders u Pusanu tijekom godine 1984. i 1985., a **KD Marikb** u domaćem Malaysia SB & Co. u Johoreu u razdoblju od 1985. do 1987. Puni istiskuju 1300 tona, dugi su 75 m, široki 10,8 m, gaze 3,7 m, posada broji 76 ljudi, a dizelski pogon snage 9,35 MW ih pokreće najvećom brzinom 22 čvora uz doplov 5000 Nm pri 15 čv. Naoružanje se sasto-

ji od pramčanog topa Creuseot-Loire Compact kalibra 100/55 mm i dvojnog topa Emerson Electric kalibra 30 mm na krmenom nadgrađu. Za nadzor paljbe služi optoelektronički sustav PEAB 9LV 230 i radar Philips 9LV, dok za zračno i površinsko motrenje služi radar Signaal DA 05, a za navigaciju radar Racal Decca TM 1226. Letna je paluba prilagođena za primanje

godine, puni istiskuju 109 tona, dugi su 31,4 m, posada broji 22 čovjeka, a dva dizelska motora Bristol Siddeley ili MTU MD 655/18 snage 2,57 MW pokreću ih vršnom brzinom 27 čv, uz doplov 1400 Nm pri 14 čv (razred **Kris** 1660 Nm). Naoružani su s dva topa Bofors kalibra 40/60 mm (skinuti s plovila razreda **Kedab**), a za navigaciju služi radar Racal Decca 616 (odnosno Racal Decca 707). Sve su jedinice klimatizirane i opremljene Vosperovim uređajima za smanjivanje valjanja broda, a prošle su kroz generalni remont kako bi im se produljio vijek trajanja.

Četiri brza napadajna plovila razreda **Handalan** pripadaju tipu **Spica-M** i građeni su potkraj sedamdesetih godina (primljeni su u flotu 1979.) u brodogradilištu Karlskronavarvet u Švedskoj. Puni istiskuju 240 tona, dugi su 43,6 m, posada broji 40 ljudi, a tri diesel motora MTU 16V 538 TB 91 snage 6,75 MW na tri osovine pokreću ih brzinom 34,5 čv uz doplov od 1850 Nm pri 14 čv. Glavno naoružanje su četiri protubrodski projektila MM 38. Na pramcu je top Bofors Mk 1 kalibra 57/70 mm (s lanserima osvjetljavajućih projektila na kupoli), a na krmi Bofors kalibra 40/70 mm. Uz radar za motrenje površine Philips 9GR 600 i navigaciju Decca 616, tu je i oprema za elektroničku borbu, dok za

KD Sri Selangor (3139) i Sri Trengganu (3143) razreda **Kedah** na vezu



**Brzo napadajno
plovilo KD Handalan**

BMN



nadzor paljbe služi radar Philips 9LV 212 i optoelektronički sustav PEAB 9LV212 Mk 2. Razred *Handalan* se od švedskih plovila razlikuje po zapovjednom mostu koji je pomaknut prema pramcu kako bi iza njega stali projektili Exocet, a planovi o dodavanju protupodmorničke opreme su poništeni.

Razred *Perdana* čine četiri jedinice tipa **La Combattante IID**, građene početkom sedamdesetih godina (1972. i 1973. godine stižu u Maleziju) u brodogradilištu Constructions Mécaniques de Normandie u Cherbourgu. Puni istiskuju 265 tona, dugi su 47 m, posada broji 30 ljudi, četiri dizelska motora MTU MB 870 snage 10,3 MW na četiri osovine pokreću ih brzinama do 36,5 čv, a doplov iznosi 1800 Nm pri 15 čv. Naoružanje se sastoji od pramčanog topa Bofors Mk 1 kalibra 57/70 mm, dva projektila MM 38 koji nisu stalno ugrađeni, te krmenog topa Bofors kalibra 40/70 mm. Elektronička oprema se sastoji od motrilačkog radara Thomson-CSF TH-D 1040 Triton, navigacijskog radara Racal Decca 616 i radara za nadzor paljbe Thomson-CSF Pollux. Za upravljanje topničkom paljbom služi i optički uređaj Thomson-CSF Vega, a za ispaljivanje mamaca se rabe četiri lansera kalibra 57 mm.

Plovila razreda *Jerong* su naoružana isključivo topničkim naoružanjem (topovnjače), pripadaju tipu **Lürssen 45**, a šest jedinica građeno je u brodogradilištu Hong Leong-Lürssen u Butterworthu tijekom 1976. i 1977. godine. Puni istiskuju 244 tone, duge su 44,9 m, posada broji 36 ljudi, tri dizelska motora MTU MB 16V 538 TB90 snage 6,6 MW pokreću ih

vršnom brzinom 32 čv. Naoružanje se sastoji od dva boforsova topa, pramčanog Mk 1 kalibra 57/70 mm i krmenog kalibra 40/70 mm, a elektronička oprema obuhvaća radar za motrenje površine Racal Decca 626, navigacijski radar Kelvin Hughes MS 32 te radar za nadzor paljbe Signaal WM 28 i optoelektronički uređaj CSEE Naja. Na oba su topa postavljeni lanseri projektila za osvijetljavanje.

Protuminske snage

Malezijske su protuminske snage doduše skromne brojem no razmjerno suvremeno opremljene. četiri lovca mina razreda **Mahamir** pripadaju tipu *Lerici*, a građeni su u tali-

tona, duljina 51 m, posada broji 45 ljudi, pogonska je skupina sastavljena od dva dizelska motora MTU 12 V 396 TC82 snage 1,91 MW na dvije osovine s vijcima KaMeWa s prekretnim krilcima, kao i tri dizelska motora Isotta Fraschini ID 36 SS 6V snage 1,09 MW te dva propulzora Riva Calzoni. Vršna brzina iznosi 16 čv na vijcima, odnosno 7 čv na propulzorima, doplov iznosi 2000 Nm pri 12 čv, a izdržljivost brodova pri operacijama je 14 dana. Naoružanje obuhvaća samo pramčani top Bofors kalibra 40/70 mm, a za navigaciju služe radari Racal Decca 1226 i Thomson-CSF Tripartite III. Protuminsku opremu čini sonar Thomson Sintra TSM 2022, dvije ronilice PAP 104 te mehaničke minolovke Oropesa 'O' MIS-4, a sve to povezuje sustav Thomson-CSF IBIS II. Ugrađena je i dekomprisijska komora Dräger Duocom za protuminske ronioce. Brodovi su nešto dulji od talijanskih izvornika, a postoji namjera dogradnje taktičkog sustava za prijenos podataka. Planovi za nabavu još lovaca mina tipa *Lerici* su poništeni, a izražena je namjera nabave manjih obalnih minolovaca u dogledno vrijeme.

Desantni i pomoćni brodovi

Najbitniji desantni brod je veliki tankonosac **KD Sri Inderapura** (1505, bivši 1192), sagrađen kao **USS Spartanburg County** razreda **Newport** godine 1971. u brodogradilištu National Steel u San Diegu, a prodan je i isporučan Maleziji na prijelomu 1994., odnosno 1995. godine. Brod prazan istiskuje 4975 tona, a pun 8450 tona, dug je 159,2 m, posada broji 257 ljudi, šest dizelskih motora ALCO 16-251 snage 12,3 MW daju brodu najveću brzinu 20 čv, uz doplov od 2500 Nm pri 14 čv. Nosivost



Razred Jerong naoružan je topovskim naoružanjem, na slici je KD Yu (3508)

janskom brodogradilištu Intermarine u razdoblju od 1983. do 1985. Kako bi potanko opisanje tih zanimljivih brodova prešlo zadane okvire ovog napisa, autor se ograničava na temeljne podatke. Puna istisnina iznosi 610

nosno 1995. godine. Brod prazan istiskuje 4975 tona, a pun 8450 tona, dug je 159,2 m, posada broji 257 ljudi, šest dizelskih motora ALCO 16-251 snage 12,3 MW daju brodu najveću brzinu 20 čv, uz doplov od 2500 Nm pri 14 čv. Nosivost

Lovci mina razreda Mahamir



Monch Archive

iznosi 400 ukrcanih vojnika i 500 tona tereta, a brod na samaricama nosi četiri manja desantna plovila i ima letnu palubu. Trenutačno naoružanje je upitno, jer su topovi vjerojatno skinuti prije isporuke, a elektronička oprema obuhvaća motrilački radar Raytheon SPS 67 i navigacijski radar LN 66.



Američkom razredu Newport pripada najveće desantno plovilo u floti, KD Sri Inderapura

Dva tankonosca pune istisnine 4080 tona, **KD Sri Banggi** (1501) i **KD Raja Jarom** (1502), su američki brodovi iz razdoblja potkraj drugog svjetskog rata, a stupili su u malezijsku službu 1974. (prodaja tek dvije godine kasnije), djeluju kao matice ophodnih plovila, uglavnom su usidreni u luci i rijetko plove. Kako im vjerojatno predstoji skori otpis i nadomještanje suvremenijim plovilima, ne ćemo se upuštati u njihov potanki opis. Mornarica raspolaže još s 28 desantnih jurišnih plovila građenih u Australiji u drugoj polovini šezdesetih godina, odnosno u Maleziji od 1974. do 1984. godine. Izražena je želja za nabavom desantnih lebdjelica, no to će po svemu sudeći pričekati dok se ne ostvare prioritetniji programi.

Dva broda za logističku potporu, **KD Sri Indera Sakti** (1503) i **KD Mahawangsa** (1504), služe za transport, potporu ophodnim i protuminskim snagama, kao školski brodovi te kao zapovjedni brodovi. **Sri Indera Sakti** je građen u brodogradilištu Bremer Vulkan godine 1980. i istiskuje 4300 tona, dočim je **Mahawangsa** građen u brodogradilištu Korea Tacoma 1983. te istiskuje 4900 tona. Posada brodova broji 136 ljudi (plus smještaj za još 215 ljudi), pogonska skupina obuhvaća dva diesel motora KHD SBV6M540 snage 4,31 MW, brzina iznosi 16,5 čv, a doplov 4000 Nm pri 14 čv. Naoružanje se sastoji od dva topa Bofors Mk 1 kalibra 57/70 mm i dva topa Oerlikon kalibra 20 mm (izvorno su bila predviđena po dva topa Creuseot-Loire Compact kalibra 100/55 mm, ali su ovi ugrađeni u OPV), a postoji letna paluba za vrtolet Sikorsky S-61 Nari kopnene vojske. Nosivost

brodova je 17 tankova i 600 vojnika ili 1300 tona nafte i 200 tona pitke vode, a imaju čitav niz opreme za pretovar zaliha i opreme te prekrcaj osoblja na druge brodove ili obalu, dekompresijsku komoru te prostore za zapovjedno osoblje. Ostatak pomoćnog brodovlja obuhvaća uobičajeni niz tegljača te obalnih transportnih

brodova i tankera, hidrografske brod **KD Mutiara** i školski jedrenjak (brik) **KD Tunas Samudera** koji služi za izobrazbu osoblja i ratne i trgovačke mornarice, a napomenimo kako redarstvo i carina djeluju na moru velikim brojem svojih brzih brodica.

Budućnost

Najvažniji je program izgradnje 27 izvanobalnih ophodnih plovila pod nazivom New Generation Patrol Vessel (**NGPV**), za koje je međunarodni natječaj raspisan potkraj 1994. godine. Specifikacija obuhvaća slijedeće značajke: puna istisnina 1300 tona, duljina 80 m, posada 80 ljudi, dva dizelska motora na dvije osovine, vršna brzina 25 čv, a doplov 6000 Nm pri 12 čv. Naoružanje bi se sastojalo od pramčanog topa kalibra 57 mm (vjerojatno Bofors SAK Mk 2 kalibra 57/70 mm) i dva topa kalibra 30 mm, uz mjesta za protubrodске i PZ projekte koji normalno ne bi bili ugrađeni. Brodovi bi nosili jedan vrtolet i odgovarajuću elektroničku opremu, koja bi obuhvaćala motrilačke i navigacijske radare, radarske i optoelektroničke uređaje za nadzor paljbe, sustave za elektroničku borbu i tegljeni aktivni sonarni niz. Na natječaj je odgovorio čitav niz proizvođača,

među kojima udruženi kandski WCMG i čileanski ASMAR, German Naval Group, Danyard, Vosper Thornycroft, australski Transfield Shipbuilding i drugi. Sve su ponude upućene na novoosnovano malezijsko poduzeće Penang Shipbuilding Corporation (PSC) koje vodi konzorcij što je preuzeo djelatnost bivšeg poduzeća Lumut Naval Dockyard. PSC će graditi nova plovila u razdoblju 20 godina, a ukupna vrijednost svekolikog posla je procijenjena na 2,2 milijarde USD.

Već niz godina govori se o malezijskom podmorničkom programu: početkom devedesetih najavljivana je kupnja dviju rabljenih kao i izgradnja dviju novih podmornica u Švedskoj. Program je međutim bio odgođen na neodređeni rok, dok se buduće malezijske podmorničke posade školuju u Pakistanu, Indiji te Australiji.

Malezijska ratna mornarica je u razdoblju preobrazbe u silu koja može učinkovito nadzirati mora oko Malajskog poluotoka i sjevernog Bornea. Potpora prekomorskim mirovnim operacijama, zaštita ribarenja te borba protiv piratstva ostat će prioritetne zadaće, uz upućivanje ratnih brodova u okolicu priepornog otočja Spratly, što će biti olakšano zahvaljujući novim fregatama, odnosno OPV-ima u doglednoj budućnosti.

Literatura:

1. Naval Forces, travanj 1986., A Special Supplement HDW, U. K. Petersen, "Corvettes for the Royal Malaysian Navy"
2. Military Technology, travanj 1992., Prasun Sengupta, "The Malaysian Navy In Transition"
3. International Defense Review, veljača 1994., David Boey, "Malaysia's defense: long on borders but short on funds"
4. Military Technology, travanj 1994., Massimo Annati, "Low intensity frigates"
5. Naval Forces, lipanj 1995., "Malaysian NGPV Taking Shape"
6. Asian Defence Journal, listopad 1995., "ASEAN OPV Projects Take Shape"
7. Jane's Defence Weekly, 25. studeni 1995., "Country Briefing: Malaysia"
8. Asian Defence Journal, siječanj 1996., "LIMA '95 Showcases New Naval Equipment for ASEAN"
9. Naval Forces, siječanj 1996., "Submarines in Southeast Asia"
10. Pomorska Enciklopedija, sv. 5, Leksikografski zavod, Zagreb, 1958.
11. "Jane's Fighting Ships of World War II", Studio Editions, London 1989.
12. "Jane's Fighting Ships of World War I", Studio Editions, London 1990.
13. R. Sharpe (ured.) "Jane's Fighting Ships 1994-95", Jane's Information Group, Coudsdon 1994.
14. R. Sharpe (ured.) "Jane's Fighting Ships 1995-96", Jane's Information Group, Coudsdon 1995.
15. (skupina autora) "The Military Balance 1995/96, Oxford - IISS, London 1995.
16. "World Defence Almanac 1994/95", Monch, siječanj 1996.



Brod za logističku potporu KD Sri Indera Sakti

Na vječnom putu borbe i opstojnosti

HRVATSKA VOJSKA KROZ POVIJEST (K. dio)

Dugotrajno ratovanje protiv kralja Sigismunda imalo je za Hrvatsku teške i nesagledive posljedice. Tijekom ratovanja Mlečani su se opet domogli Dalmacije i jadranskih otoka, dok su s istoka nezadrživo prodirali Turci i širili granice Osmanlijskog Carstva

Marijan PAVIČIĆ

Nestajanjem s povijesne pozornice dinastije Arpadovića na njezino mjesto stupa sredinom XIV. stoljeća dinastija Anžuvina čijim dolaskom dolazi do prijelomnog položaja hrvatskog kraljevstva na istočnom Jadranu. Nakon dužeg rata s Mlecima za Dalmaciju Ludovik (1342.-1382.) primorava Republiku na sklapanje mira u Zadru 18. veljače 1358. Odredbom tog mira Venecija je morala prepustiti Ludoviku sav svoj posjed na istočnom Jadranu "od sredine Kvarnera sve do granica Drača". Čitavo to razdoblje vladavine Ludovika Hrvatskoj donosi nove borbe ali i napredak.

Za vrijeme Arpadovića hrvatska vojska uglavnom je imala plemensko obilježje.

Veliki vojvoda Hrvoje Vukčić-Hrvatinić. U borbama za hrvatsko-ugarsko prijestolje bio je na strani Ladislava Napuljskog protiv kralja Sigismunda. Ladislav ga je 1391. imenovao hrvatsko-dalmatinskim banom (crtež Velimir Vukšić)

Okupljala se ustankom koji je bio opći ili djelomični u zavisnosti od situacije. Obrana je podrazumijevala dodjelu dotičnom plemenu pojedinih krajeva koje je taj morao braniti i obraniti.

Potkraj XII. stoljeća dolazi do feudalnog vojnog uređenja. Pojedini knezovi i velikaši morali su pomagati kraljevima sa svojom posebnom vojskom, a dalmatinski hrvatski gradovi na moru mornaricom. I grad Gradec morao je dati svoj doprinos u određenom broju vojnika u slučaju kraljeve potrebe.

Za vrijeme Anžuvina u XIV. stoljeću uvodi se na temelju feudalnih odnosa banderij-

jalni sustav. Jedan banderij sastojao se od 500 vojnika, a dijelio se u polovine, četvrtine i osmine. U Hrvatskoj je kralj sam raspolagao kraljevskim banderijem, kojeg je on i uzdržavao, a uz njega je postojao banderij bana hrvatsko-dalmatinskog, banderij knezova Frankopana, banderij

plemenitih Hrvata županije lučke, kninske, ličke i svi Vlasi, koji su živjeli u Hrvatskoj. U Slavoniji, u koju je spadala i cijela sjeverozapadna Hrvatska do Velike Kapele, ban Slavonije postavljao bi jedan banderij, drugi knezovi Blagajski (Babonići), treći biskup zagrebački, a četvrti vranski prior. Osim toga postojala je i županijska vojska (zagrebačka, križevačka,

varaždinska, virovitička i požeška) Toj županijskoj vojsci pridolazili su viši i niži plemići sa svojim postrojbama. Uz njih postojali su i plaćenici koji su bili u službi kod najbogatijih knezova i velikaša.

Turci na vratima Europe

Također, u tom razdoblju započinju Turci hvatati čvrste korijene u Europi, prilazeći sve bliže Bosporskom tjesnacu. Sultan Sulejman ulazi u borbu protiv Bizanta i zauzima Galipolje, ključ Carigrada i cijele Europe. Zavladaвши najjužnijim tjesnacom na jugu Europe počinje pripremati napadaj na Carigrad nakon čijeg pada logični slijed bi bio put u srce Europe i dalje na zapad. Godine 1363. sultan Murat I. zauzima Drinoplje i još neke gradove u Bugarskoj. Uvidjevši opasnost za zapadnu civilizaciju papa Gregorije XI. pokušava pokrenuti križarski rat protiv

cetinjskih knezova Nelipića i banderij krbavskih knezova Kurjakovića. Tim banderijima pridružile bi se i postrojbe



Turaka, no bez uspjeha

Do tada, od propasti Rimskog carstva, srednjovjekovne europske države razvijale su se u formi dviju kulturnih sfera koje su znatno razlikovale jedna od druge po svom obilježju. Taj razvoj imao je dva smjera: s jedne strane zapadno-rimski, a s druge strane istočno-rimski ili bizantski. Padom Carigrada pod turskom najezdom, u život Europe ući će i treći element - islam. Sve do tog trenutka biće Europe bit će prožetom tim kulturnim dualizmom. Taj dualitet čvrsto je podrazumijevao i podvojenost u mnogim područjima društvenog života, osobito po pitanjima religije i politike. I dok je s vrhuncem Rimskog carstva život Europe (jednog njezinog dijela) bio obilježen koncentracijom i ujedinjenjem (na sva tri kontinenta) s konačnim rezultatom stvaranja jedinstvenog državnog organizma (rimske države) iz zemalja koje su u širokom pojasu obrubljivale Sredozemno more. U takvoj državi su, pojedine i prije samostalne političke cjeline i pojedini narodi sa svojim kulturama i religijama stvorili jedinstvenu, sinkretističku, izmiješanu i kozmopolitsku univerzalnu kulturu - svjetsku rimsku državu, kojom su jedinstveno vladali njezini carevi.

Sasvim drugi smjer bilo je obilježje života srednjovjekovne Europe. Mjesto jedinstvene, univerzalne rimske države dolazi do stvaranja niza državnih tvorevina narodnog obilježja. Umjesto rimskih građana, koji su potčinjeni po načelu i po pravu jednakim obvezama, koji uživaju jednaka prava i koji se na jednaki način pokoravaju sve-mogućoj središnjoj vlasti, počinju se pojavljivati staleži kao nositelji i predstavnici države i njezinih interesa. Oni se razlikuju po svojim beneficijama, privilegijama i dužnostima i u tom početnom stupnju raspada Rimskog carstva, počinju se suprotstavljati dominaciji središnje vlasti, koja je u svom konceptu svjetske države težila k unifikaciji i asimilaciji. U srednjem vijeku Europe također su postojale težnje i struje koje inzistiraju na dijeljenju i razlikovanju, tj. diferencijaciji

protiv integracije, centrifugalnost protiv koncentriranja. Razdoblje druge polovine XIV. stoljeća predstavljalo je svojevrsnu ravnotežu svih tih nastojanja kao i uravnoteženost zapadno-rimske i bizantske kulture i sfere interesa. Pojava Turaka na tlu Europe, te padom Carigrada u njihove ruke, ta ravnoteža bit će narušena s dubokim

savaju se teške borbe kao rezultat nastojanja da suzi moć starohrvatskog kneževskog roda na račun nižeg plemstva.

Tako za vladavine kćeri Ljudevita I. Marije, dolazi do ustanka i teških ustaničkih borbi u cijeloj Hrvatskoj. U Hrvatskoj i Dalmaciji ban je bio Emerik Bubek, a u Slavoniji Stjepan Banić od

Lendave. Stvarnu vlast u Ugarskoj imala je kraljica Elizabeta koja je vladala uz pomoć palatina Nikole Gorjanskog. Jedan dio hrvatskog plemstva obvezao se na vjernost novoj kraljici, a drugi se dio pod braćom Horvat digao na ustanak stvarajući ligu hrvatskih velikaša godine 1384. čija će glavna zadaća biti borba protiv kraljevske vlasti. Uz njih je stao i vranski prior Ivan Paližna, bosanski kralj Stjepan Tvrtko i njegov vojvoda Hrvoje Vukčić-Hrvatinić. Pokret se širio punom žestinom tako da su mu počeli pristupati i drugi velikaši kao što su bili Stjepan Lacković, Nikola Seč i mnogi drugi. Velikaši su se protivili ženskoj vladavini, osjećali su mržnju prema njezinom sve-moćnom palatinu Nikoli Gorjanskom, no možda su se ipak najviše bojali njezinog zaručnika Sigismunda koji će kasnije postati kraljem. Nastojeći preduhitriti taj slijed događanja hrvatski velikaši za kralja će izabrati Karla Dračkog.

Kraljica se ipak htjela nagoditi s hrvatskim urotnicima, ali je tu namjeru pomrsio njezin zaručnik markgrof Sigismund, koji s vojskom provaljuje u Ugarsku, sve do grada Požuna. Iz tog razloga propast će kraljčina inicijativa gdje je preko nagodbe s urotnicima htjela ugušiti ustanak i na taj način razoriti ligu hrvatskih velikaša. Već 12. rujna 1385. hrvatski velikaši dovode Karla Dračkog u

Hrvatsku, a 31. prosinca iste godine u Stolnom Biogradu okrunjen je za hrvatsko-ugarskog kralja. Time će hrvatski velikaši na prijestolje dovesti Karla Dračkog. S tim su se pomirile i Marija i Elizabeta jer su osjetile da je strana Karla Dračkog ipak snažnija. Na čelu s hrvatskom vojskom novookrunjeni kralj Karlo Drački ulazi ravno u Budim. No već 7. veljače 1386. Karlo Drački će uz lukavstvo kraljice Elizabete biti

Glasnik KARLA DRAČKOG, 1371.

S dolaskom na hrvatsko-ugarsko prijestolje Karla Roberta I. (kralj 1301.-1342.) iz roda Anžuvinaca koji su vladali Italijom i imali posjede u Francuskoj i Grčkoj, Hrvatsku je zahvatio val pretvorbe u pravu srednjovjekovnu europsku zemlju. S kraljem je stigla francuska gotika i talijanska renesansa. Dvor sa svojom hijerarhijom, protokolima i intrigama postaje jednak svojem europskom uzoru. Osnivanjem viteškog reda sv. Jurja plemstvo prožima viteštvo i kavaljerstvo, a viteški turniri održavaju se u svakoj važnijoj prigodi.

Na slici je glasnik hercega Karla Dračkog (herceg 1369.-1376.) bliskog rođaka kralja Ludovika I. u odori sa znakovljem iz grba sačuvanom na jednom dokumentu iz 1371. godine u kojem se naziva banom čitave Slavonije (S. KAROLI. DE. DVRACIO. DVCIS. TOCIUS. SCLAVONIE).

Karlo Drački je sa svojim plaćenicima i slavonskim postrojbama mačvanskog bana Ivaniša Horvata sudjelovao u ratu na jugu Italije u francusko-španjolskom ratu 1382.-1385.

Na plavoj podlozi, odnosno štitu, nalaze se zlatni ljljani roda Anžuvinaca i kao dodatak crvena "turnirska ograda". Na viteškim turnirima su ogradom, visine od oko jednog metra, razdvajane staze na kojima su vitezovi jurili jedan na drugog. U heraldici se takva ograda prikazuje kao što je na slici i predstavlja dodatak grbu koji ukazuje na viteške časti nositelja.

Heraldi, glasnici, oglašivači ili najavljiivači bili su na feudalnom dvoru odgovorni za dvorski ceremonijal i organizaciju viteških nadmetanja, dvoboja i turnira. Zajedno sa svećenstvom heraldi su pripadali malom broju dvorskih ljudi koji su znali pisati. Živeći na dvoru bili su svjedocima raznih događaja iz povijesti gospodareve obitelji tako da su s vremenom postali bilježnici obiteljskih biografija. Pojavom prvih grbova u početku 13. stoljeća heraldi su otkrili da bi sistematizacijom tih raznih dekorativnih oznaka i simbola mogli točno znati tko je tko. Uskoro su heraldi dobili novo zaduženje, a time i viši dvorski status - kontrola, izrada i bilježenje grbova, a cijeli taj posao nazvan je - heraldikom.

Velimir VUKŠIĆ



posljedicama za budućnost. To će predstavljati i jedan od razloga angažiranja pape Gregorija XI. na pokretanju križarskog rata. Činjenica da do njega nije došlo samo je govorilo o prirodi Europe i ako bismo mogli reći i njezine obrambene politike. Već tada bila je to Europa "dviju brzina".

Nakon smrti kralja Ludovika, 11. rujna 1382., u hrvatsko-ugarskom kraljevstvu rasplam-

smrtno ranjen od strane prvog peharnika Blaža Forgača. Urotu je organizirao palatin Nikola Gorjanski koji nakon tog događaja Mariju proglašava kraljicom, a Karlo Drački 24. veljače 1386. umire u Višegradu, najvjerojatnije od posljedice trovanja. Ti događaji ne će zaustaviti val krvavih sukoba prožetih težnjom za osvajanjem prijestolja. Iste godine, 25. srpnja dolazi do novog krvavog pokolja prigodom borbe hrvatskih urotnika s pratnjom kraljice Marije kod Gorjana gdje su pobijeni gotovo svi članovi kraljičine pratnje, a među njima gotovo sav rod knezova Gorjanskih kao i ubojica Blaž Forgač. Kraljica će biti odvedena u zatočeništvo u Novigrad na moru. Prije tog sukoba ustanička vojska pod vodstvom Ladislava Horvata doživjela je poraz u Slavoniji, no on time ne će posustati već će još više dobiti na zamahu. Nakon Gorjana čitava Hrvatska, Slavonija i Dalmacija dolazi pod vlast Ivaniša Horvata i njegovih pristaša, a vlast se protezala i na Mačvu, pa čak i na Severinsku banovinu.

Snage vjerne kraljici Mariji pod zapovjedništvom Sigismunda ulaze u Hrvatsku. On će se 31. ožujka 1387. okruniti za ugarskog kralja. No to nimalo ne će pokolebati ustanak koji je sve više uzimao maha diljem hrvatskog kraljevstva. Iste te godine ustanici zauzimaju i Zagreb. Kraljeva nastojanja da uguši ustanak nisu davala nikakve rezultate, sve dok mu se u svibnju 1387. nisu pridružili Ivan Frankopan te krbavski i lički knezovi Kurjakovići uz čiju je pomoć osvojio Počitelj u Lici kojeg je branio Ivan Paližna. I bez obzira na hrabri otpor koji je Paližna pružio morao se predati zbog nedostatka hrane. Predavši u ruke grad Počitelj Kurjakovićima bježi na jug u Novigrad. No Frankopan ga je slijedio te ga i tu prisilio na predaju čime je bila oslobođena i kraljica Marija koja se u Novigradu nalazila u sužanjstvu.

Borbe u Lici predstavljale su samo jedno od bojišta na kojima su se hrvatski ustanici borili protiv ugarskog kralja i njegovih pristalica. U ljeto 1387. borbe se vode u istočnoj Slavoniji i Mačvi. Tu se uz Ivaniša Horvata i Ladislava bore i drugi slavonski velikaši, kao Ladislav od Zuglake, Stjepan od Hedervara, Ivan i Ladislav od Korpada i drugi. Ipak svi ti naponi ne donose prevagu, osobito nakon pada Počitelja i Novigrada kad kraljevska vojska prelazi Dravu i potiskuje ustanike preko Save i Bosne. U tim borbama zarobljeni su glavne vođe pokreta, dok se ban Ivaniš Horvat branio u Cerniku kod Nove Gradiške. U tim borbama pobijedili su ga Nikola Gorjanski, Stjepan od Lučenca i Ivan Morović. Ban Ivaniš ipak uspijeva pobjeći i utvrditi se u Požegi. No i tu dolazi do borbi i ban Ivaniš se napokon morao predati. Stjecajem okolnosti uz pomoć jednog simpatizera ban Ivaniš uspijeva pobjeći preko Save u Bosnu, našavši utočište kod svog saveznika, kralja Stjepana Tvrtka. Tim događajem konačno je od strane Ugara bio

ugušen ustanički pokret u istočnoj Savoniji. U Dalmaciji ustanak je bio ugušen od strane Mletaka zauzimanjem Skradina u kojem su ustanici pružili oružani otpor. Kralju Sigismundu i kraljici Mariji predao se i Gradec i Zagreb, dok je knez Ivan Frankopan osvojio Medvedgrad. U isto vrijeme bio je osvojen i Čakovec, sjedište Stjepana Lackovića. Time je Sigismund uspio ugušiti ustanički val koji se može smatrati jednim od najvećih pokreta u hrvatskoj povijesti koji je potresao temelje ugarskog kraljevstva.

Bez obzira na pobjedu, Sigismundu nije bilo lako vladati Hrvatskom, a osobito na jugu države gdje se javljaju mnogi protukraljevi. U istočnoj Slavoniji i Mačvi u razdoblju 1387. do 1389. i dalje se vode borbe protiv kraljeve vlasti. Ban Ivaniš Horvat sa svojim sljedbenicima provlađuje iz Bosne u istočnu Slavoniju.

Za to vrijeme, na Balkanu Osmanlije su korak po korak prodirali prema sjeveru duž dolina Vardara, Marice i Morave. Petnaestog lipnja 1389. dolazi do bitke na Kosovu u kojoj su

IVAN OD PALIŽNE, vranski prior, oko 1380.

Za odmor i dobrotvornu pomoć hodočasnici, u Jeruzalemu, oko godine 1070., skupina trgovaca sagradila je konačište sv. Ivana kojim su upravljali svećenici benediktinskog reda (bratstva). Nakon križarskog osvajanja grada 1099. konačište postaje bolnica. Zahvaljujući zaslugama u zbrinjavanju (hospitalizaciji) ranjenih i bolesnih svećenici dobivaju deset posto od ratnog plijena križarskih vojni. Godine 1113. papinskom bulom Benediktinci u Jeruzalemu postaju posebni crkveni red sv. Ivana s pravom da oružjem brane svoje bolnice. Godine 1130. papa Ivanovicima, koji se još nazivaju i Hospitalcima, dodjeljuje crvenu zastavu s bijelim križem. Od 1142. red u svojem posjedu ima četiri velike tvrđave u jeruzalemskoj kraljevini među kojima je najpoznatija i najveća Krak des Chevaliers. Od polovice 12. stoljeća Ivanovci sve više sudjeluju u ratnim zbivanjima uzimajući oružje u ruke. Poznato je, da je za pohod u Egipat 1168. red osigurao 500 vitezova. Od godine 1206. Ivanovci su papinskom odredbom postali crkveni vojnički red.



Na čelu reda nalazio se Veliki zapovjednik reda (bratstva). Red je bio podijeljen na sedam velikih jedinica - "učilišta". Svaka od tih jedinica sastojala se od nekoliko priorija ili redovničkih pokrajina. Svaka pokrajina, kojom je upravljao prior, imala je nekoliko "domova" odnosno dobara, samostana i kasnije utvrđenja. U utvrđenjima posade su bili "braća" odnosno vitezovi i seržani. Svaki vitez imao je pravo na četiri konja i dva paža. Jedan paž je vodio pričuvnog konja, a drugi je nosio teško koplje. Seržan (ratnik bez viteških ostruga) mogao je imati dva konja i jednog paža. Krak de Chevaliers najsnažnija utvrda reda imala je posadu od 200 vitezova i seržana.

Nakon gubitka tvrđava u Siriji i Palestini red se 1291. povlači na Cipar pa zatim 1310. na Rodos. Ivanovci s Rodosa postaju glavni nositelji borbe protiv arapskih gusara u istočnom Mediteranu. Pod pritiskom Osmanlija red se 1530. povlači na Maltu te se naziva malteškim viteškim redom. Red postoji i danas ali kao svjetska humanitarna udruga koja od 1991. djeluje u pomoći zbrinjavanja izbjeglica i u Hrvatskoj.

U Hrvatsku je Ivanovce doveo herceg Andrija (herceg 1274.-1278.), brat hrvatsko-ugarskog kralja. Nakon ukidanja Templarskog reda 1312. Ivanovci dolaze u posjed njihovih dobara i samostana i sele svoje sjedište u tvrdi grad Vranu, jugoistočno od Zadra. U 15. stoljeću red se seli u utvrđenje Bijela Stijena nedaleko Pakraca. Oko 1650. red nestaje. Najpoznatiji hrvatski priori bili su ban Ivan od Paližne (ban 1386.-1391.) i ban-biskup Petar Berislavić (ban 1513.-1520.).

U početku postojanja reda svećenici su nosili tamne mantije od grubog platna s bijelim platnenim križem na prsima kao znakom pripadnosti redu. Od godine 1148. velike nespretne mantije zamijenjene su crnim tunikama. Godine 1278. papa je odredio da svi pripadnici reda moraju nositi crvene tunike s velikim bijelim križem.

Velimir Vukšić

sudjelovale i hrvatske postrojbe (oko 20.000 ljudi) koje je bosanski kralj Stjepan Tvrtko pod zapovjedništvom vojvode Vladka Vukovića poslao u pomoć knezu Lazaru. U njoj se borio i nekadašnji ban Ivaniš Horvat. Nakon turske pobjede na Kosovu polju Turci su zavladao velikim dijelom Srbije.

U razdoblju 1390.-91. bosanski kralj Stjepan Tvrtko vlada Hrvatskom i Dalmacijom. U bosanskoj vojsci sudjelovao je i Ivan Paližna. Tijekom borbi bila je pobijedena kraljevska i zadarska vojska. Ivaniš Horvat imenovan je namjesnikom bosanskog kralja u Hrvatskoj, a Pavao Klešić vojvodom bosanskih postrojbi. Čitavo to vrijeme bilo je okarakterizirano međusobnom borbom pri čemu je jedan veliki dio hrvatskih velmoža radije pristajao i služio tuđinskog kralja, nego kralja svoje krvi - Stjepana Tvrtka. I uz nadmoćnost ugarskog kralja kralj Tvrtko je uspio smanjiti utjecaj ugarske krune. Umire 23. ožujka 1391., a prije njega umro je i hrvatski velikaš Ivan Paližna, njegov najvjerniji pristaša.

Ti događaji omogućit će da Sigismund ponovno dođe u posjed Hrvatske i Dalmacije i da postupno zauzme i Slavoniju. Ustanički pokret time nije bio ugušen, već je prijetio da se ponovno razbukti svom žestinom. Hrvatski ustanici pod vodstvom Ivaniša Horvata i njegova brata ne mogu se pomiriti s tim da im kralj bude tuđinac. Njih dvojica u Usori skupljaju snažnu vojsku s kojom namjeravaju provaliti u Slavoniju i obnoviti hrvatski ustanički pokret. S druge strane kraljevsku vojsku je vodio hrvatski ban Nikola Gorjanski koji s njom provaljuje u Bosnu i počinje s napadajima na grad Dobor. Na čelu same vojske bio je kralj Sigismund. Konačno nakon teških borbi grad je bio osvojen i po kraljevoj zapovijedi spaljen do temelja. Braća, Ivaniš i Pavao Horvat bili su zarobljeni i po kraljevoj zapovijedi osuđeni na smrt. Ivan Horvat bio je ubijen na krajnje okrutan način, po želji Sigismundove žene, kraljice Marije, tako što su ga svezali za konjske repove i vukli ulicama Pečuha. Nakon toga mučili su ga usijanim klijestima, a na kraju su mu tijelo rasjekli na četiri dijela te pribili na gradska vrata kako bi zastrešili narod i u njemu ubili svaku želju za otporom. I ostale zarobljenike Sigismund je u Budimu dao pogubiti. Ni jedan od zatočenika nije htio kad je došao pred kralja zamoliti za milost, niti mu se pokloniti. Hrvatski ustanici nisu se bojali smrti. I pred sigurnom smrću ostali su vjerni svojoj zamisli i nisu se htjeli pokloniti tuđinskom kralju.

Nakon tolikih borbi i toliko krvi samo na trenutak se smirio ustanički duh hrvatstva koji se nije želio pokoriti i pokloniti tuđincu bez obzira s koje strane on dolazio. Ni iskrvavljenost ni iscrpljenost nikada ne će pokolebati taj ustanički duh koji se nikada ne će htjeti pokoriti ni jednom obliku tiranije, ugnjetavanja ni kolonijalizma bez obzira na bujicu hvalospjevnih

Mletački ratnik sa samostrelom, druga polovica 14. stoljeća

Vojska Venecije kao i ostalih gradova i vojvodstava sjeverne Italije sastojala se od plaćeničkih kompanija, feudalnih kontingenata lokalnog plemstva i naoružanih slobodnih građana. Od druge polovice 13. stoljeća teritorij republike Venecije podijeljen je na šest vojnih okruga. Svaki okrug davao je 500 ljudi sestrieri za stalnu ophodnu, vojnu i vatrogasnu službu. U slučaju izravne ratne pogibelji svi građani između 17 i 60 godina morali su stupiti u obranu. Prema jednom sačuvanom registru iz 1338. Venecija je mogla podići oko 30.000 naoružanih ljudi. Oko godine 1400. mletačka kopnena vojska brojala je 3000 konjanika i 1000 pješaka, a kontingent poslan 1426. u pomoć Firenci sastojao se od 8000 konjanika i 3000 pješaka.



Temeljna jedinica u konjaništvu, pješaštvu i mornarici doudene imala je 12 ljudi - zapovjednik, dozapovjednik i deset boraca. Samostrel (balestra) bio je najbrojnije naoružanje pješaštva i posebno gradskih milicija. Za njegovu uporabu nije bila potrebna velika snaga i dugogodišnje vježbanje kao za luk. Gradske uprave policale su pučanstvo u vježbanju samostrelom izmišljajući razna natjecanja s bogatim nagradama. U Veneciji su godišnje organizirana tri velika natjecanja. Građani su se organizirali u natjecateljske klubove i lige od kojih neki postoje i danas. Samostrel je bio u širokoj uporabi pogodan za obranu gradova u kojima su svi muški građani uzimali oružje za obranu. Najbolji mletački pješaci naoružani samostrelom arsenalotti, koji su ujedno bili garda duždeve palače, podizani su u arsenalu - brodogradilištu i oružarnici, odnosno prvoj tvornici na svijetu. Godine 1314. u arsenalu je bio pohranjen 1131 samostrel. Svaki manji trgovački brod koji je napuštao navoz kao dio opreme imao je pet, a veći brod osam samostrela. Ratne galije su u svojoj opremi imale najmanje 30 samostrela.

Samostrel je mogao izbaciti strjelicu na udaljenost 300-350 metara i to brzinom od dvije u jednoj minuti. Veliki i teški samostreli imali su domet i do 500 metara. Na 50 metara strjelica je mogla probiti prsni oklop, a na 150 metara i pješačku kacigu. Tetiva na samostrelu zapinjala se uz pomoć mehanizma (sličnog dizalici za automobil) ili poluge. Za razliku od samostrela, dobro izvežbani strijelac mogao je iz luka izbaciti deset strijela za jednu minutu i to na najveću udaljenost od oko 150 metara.

Velimir Vukšić

riječi te sjaj i moć osvajačeva oružja.

Pokolj na križevačkom saboru

Primjer uplitanja stranaca u hrvatske prilike, odnosno politiku, s krvavim posljedicama je i krvavi sabor u Križevcima 27. veljače 1937.

Potkraj XIV. stoljeća (1392.) Sigismund je poveo vojnu na Srbiju kako bi odvratio srpskog kneza Stjepana od Turaka. No to će sultana Bajazida samo potaknuti na odlučnije ratovanje. On prodire sve dublje u Bugarsku nastojeći iskoristiti neslogu koja je vladala među kršćanima, koristeći nered i nemire u njihovim zemljama. Na poziv pape u Francuskoj i ostalim kršćanskim zemljama skupljaju se križarske postrojbe koje su se trebale suprotstaviti Turcima. Francuskoj vojsci su se pridružili Nijemci, Englezi, te češki i

poljski vitezovi. U tom sudbonosnom pohodu za obranu Europe sudjelovala je i hrvatska vojska pod svojim banom Nikolom Gorjanskim i Ivanom Gorjanskim. Uz njih su bili Ivan Morović, nekadašnji ban Stjepan Lacković. Hrvatska je dala i svoju mornaricu. Sigismund se nadao uspjehu jer je u prijašnjim bitkama (kod Malog Nikopolja) pobijedio Turke.

Kraljevska vojska zauzima na juriš grad Vidin i 12. rujna 1395. izbija na veliko Nikopolje (Nikjup blizu Trnova) u istočnoj Bugarskoj. Križari ne uspijevaju na juriš osvojiti grad kojeg je branio Toghanbeg. U pomoć turskoj vojsci sultan Bajazid šalje pomoć preko Drinopolja i gorja Balkana. Do bitke s turskom vojskom koja je imala 100.000 vojnika dolazi 28. rujna. Križarska vojska brojčano je bila slabija i činilo ju je 60.000 konjanika. No po kakvoći je bila znatno ispred turske vojske. U bitci koja je trajala cijeli dan,

konačno su pobijedili Turci i to krivnjom francuskih vitezova, koji su prvi, usprkos opomena kralja Sigismunda napali Turke.

U bitci su sudjelovali i hrvatski vojnici pod zapovjedništvom Stjepana Lackovića i to na desnom krilu kršćanske vojske. Na lijevom krilu bio je vojvoda Mirča s Rumunjima, a u sredini kralj Sigismund s Nikolom Gorjanskim koji je također pod sobom imao drugi dio hrvatske vojske. U bitci su sudjelovale i postrojbe celjskog grofa Hermanna.

Francuski konjanici probivši prvi bojni red Turaka (pješaštvo i janičari) potiskuju i drugi bojni red u kojem je bilo 30.000 turskih konjanika. U daljnjem prodiranju sukobljavaju se s jezgrom turske vojske, kojom je zapovijedao sam sultan Bajazid. Bajazid je stajao s jakom konjaničkom pričuvom na povoljnom položaju zaklonjen iza brežuljaka. U presudnom trenutku, svom silinom na Bajazidov znak tursko konjaništvo je jurnulo na Francuze. Vještim manevrom Bajazid zaokružuje i uništava francusku vojsku od koje se jedan dio uspijeva spasiti bijegom. Ta solo akcija francuskih vitezova i njihov poraz demoralizirajuće je djelovao i na ostale dijelove kršćanske vojske koja je u neredu počela uzmicati. No u pravom trenutku u bitku ulazi kralj Sigismund s jezgrom križarske vojske. Pobjeda je već bila nadohvat križarima, ali u tijeku te odlučne borbe u pomoć Turcima priteže srpski knez Stjepan Lazarević s 5000 konjanika što će u konačnici dati prevagu Turcima, koji će iznijeti pobjedu nad već teško iscrpljenim Sigismundovim postrojbama. Veliki dio vojske bio je pobijen i zarobljen, dok se manji dio uspio spasiti bijegom na sjever prema Dunavu na kojem su se nalazile lađe koje će ih prebaciti na drugu obalu. No i njih nije bilo dovoljno pa se jedan dio utopio u valovima Dunava. Kršćanski gubici su iznosili 12.000 mrtvih i najmanje toliko zarobljenih. Na turskoj strani gubici su iznosili između 20 i 30.000 ljudi. Poraz će biti sudbonosan za središnju Europu i cijelo kršćanstvo - Turčin je prijetio samoj Europi. Malo je nedostajalo da se ostvari Bajazidov san koji je namjeravao pokoriti Ugarsku, Njemačku i Italiju.

Nakon pobjede kod Nikopolja Bajazit provaljuje u istočnu Slavoniju, a s konjaničkim prethodnicama prodire čak kroz Slavoniju u Štajersku te dolazi i do Ptuja. Kralj Sigismund spas pronalazi bijegom preko Crnog mora, dalje kroz Bospor, a preko Jadranskog mora pomoću mletačkog brodovlja stiže u Dubrovnik gdje će i božićevati.

Poraz kralja Sigismunda kod Nikopolja i pretpostavka da se ne će vratiti u svoju domovinu potaknuo je hrvatske velikaše na razmišljanje komu da povjere sudbinu svoje domovine. Izbor, kao jedini mogući tog trenutka, pada na napuljskog kralja Ladislava. U Bosnu se nisu mogli pouzdati jer je njom vladala kraljica Jelena sa svojim nedoraslim sinom, a prijetila joj je i

opasnost od turske najezde. Također su je razdirali i sukobi velikaša: Hrvoja Vukčića, Sandalja Hranića, Pavla Radinovića i drugih koji su se međusobno borili za vlast. Iz tog razloga, izbor kralja Ladislava kao zakonitog nasljednika Anžuvina u Ugarskoj i Hrvatskoj činio se jedini mogućim. No i Ladislav nije bio od velike pomoći jer je bio zaokupljen borbom sa svojim suparnikom, francuskim kraljevićem Lujom koji je držao glavni grad Napuljske kraljevine. Ladislav će se na poziv svojih pristaša iz Hrvatske, Slavonije i Dalmacije odazvati tako što će Stjepana Lackovića i Stjepana Šimontornja imenovati za svoje namjesnike u Ugarskoj i Hrvatskoj.

Nakon ovlasti kralja Ladislava Stjepan Lacković s pristašama počinje raditi na tome da mu osigura put do prijestolja. Najzgodnije im se činilo da se nagode s Turcima i sultanom Bajazidom koji je baš u to vrijeme provalio u istočnu Slavoniju i spalio grad Mitrovicu. Pogodba je trebala biti slična onoj koja je bila utanačena između Bajazida i srpskog despota Stjepana Lazarevića. Nadalje, prihvaćaju misao koju je još prije nekoliko godina iznio Ivan Horvat kad je predlagao i radio da se dogovori savez između turskog sultana i napuljskog kralja i da se taj savez utvrdi tim da napuljski kralj uzme za ženu neku od kćerki turskog cara Bajazida. Ostvarenjem tog nauma kojeg je Stjepan Lacković s ustanicima namjeravao provesti u djelo mogao je biti zaista poguban za Sigismunda jer su njime hrvatski ustanici prvi put došli u prigodu da izravno zatraže pomoć od Turaka. U sklopu tih događanja dolazi i do borbe između kaptolskog grada Zagreba i slobodne općine na Gradecu 17. prosinca 1396. Još se nisu smirile te borbe kad se proširio glas kraljevstvom da se Sigismund vraća u svoju državu nakon duljeg boravka u Kninu. Po njegovu nalogu ban Detrik Bubek saziva sabor u Križevcima na koji će biti pozvan i Stjepan Lacković sa svojim pristašama s jamstvima da mu se ništa ne će dogoditi. Pretpostavlja se da mu se nudilo izmirenje te mu je bilo dopušteno da na sabor dođe sa svojim postrojbama. Lacković, povjerovavši kraljevoj riječi dolazi u Križevce sa svojim pristašama i postrojbama. Na saboru koji je prvih dana svog trajanja proticao u miru ipak je bilo više Sigismundovih pristaša. Bili su tu braća Kaniški, celjski grof Herman i mnogi drugi. Nakon određenog vremena dolazi do prepirke između Sigismundovih i Lackovićevih pristaša. Kako je Lacković svoje postrojbe ostavio izvan grada kraljevi ljudi su postajali sve smjeliji i bezobzirniji. Lackovića počinju nazivati izdajicom jer je Turke domamio u svoju domovinu, kao da to Turci ne bi i sami učinili nakon poraza kršćanske vojske u bitci kod Nikopolja. Prepirka je na poslijetku prerasla u tučnjavu šakama, nakon čega su kraljeve pristaše potegnule mačeve i na očigled kralja sasjekli Stjepana

Lackovića i njegovog sinovca Andriju. Lackovićeve pristaše koje su došle na sabor, nakon tog sramnog pokolja izlaze iz utvrđenog grada razglasivši tužnu i naivnu smrt svog vođe, okrivljujući Sigismunda da je pogazio zadanu vjeru i svoje slobodno pismo. Kad su to čule Lackovićeve postrojbe koje su bile utaborene ispred grada krenuše jurišati na Križevce. No Sigismundovi ljudi pred njih s gradske kule baciše truplo ubijenog Lackovića te stadoše dovikivati Lackovićevim postrojbama: "Manite se bijednici, što uludo ginete; zar ne vidite da se s dušom rastavio onaj za koga bi morali pograbit i oružje!" Nakon toga Lackovićeve postrojbe prestaju s napadajem i razilaze se kući.

No time borba hrvatskih ustanika nije bila završena. Nastavit će se i u početku idućeg stoljeća. Jedan dio hrvatskih velikaša i dalje ostaje vjeran Sigismundu. Najvjerniji među njima bili su knezovi Kurjakovići, u zapadnoj Slavoniji Pavao Zrinski, knezovi Blagaji, a u istočnoj Slavoniji Ivan Morović, Berislavić i neki drugi plemići. Dalmatinska vlastela, a osobito Hrvoje Vukčić, bili su protiv Sigismunda, a na strani napuljskog kralja Ladislava koji je svoje pristaše imao i u Ugarskoj. Krunidbom Ladislava 5. kolovoza 1403. u Zadru za hrvatsko-ugarskog kralja kraljevstvo će imati dva kralja čija će se međusobna borba nastaviti do konačne pobjede jednog ili drugog. Kao pobjednik iz te borbe na kraju će izaći kralj Sigismund, a Ladislav će napustiti Dalmaciju i vratiti se u Napulj, gdje je 1409. prodao Mlečanima cijelu Dalmaciju za 100.000 zlatnika.

Na stranu nepomirljivih protivnika kralja Sigismunda stao je 1398. i bosanski veliki vojvoda Hrvoje Vukčić Hrvatinić koji je bio u srodstvu sa Šubićima, i po uzoru na bana Pavla kovao vlastiti srebrni novac. Unatoč vojnim porazima bosanske vojske kralj Sigismund nije mogao slomiti vojvodu Hrvoja niti učvrstiti svoju vlast u sjevernom dijelu Bosne pokraj Save. Štoviše, kraljev okrutan postupak prema zarobljenom banu Ivanu Horvatu, kojeg je dao rastrgati vezana za konjske repove, učvrstio je u vojvodi Hrvoju vjeru da sa Sigismundom nema mira. Kad je 1415. Sigismund poslao dobro opremljenu vojsku u Bosnu, tu je vojsku vojvoda Hrvoje uz pomoć turskog vojskovođe i krajišnika Isa-bega Isahkovića strahovito potukao. Od mnoštva zarobljenih velikaša Hrvoje je zadržao samo slavonskog bana Nikolu Čopa i zbog osobne osvete dao ga živu zašiti u volovsku kožu i baciti u rijeku.

Dugotrajno ratovanje protiv kralja Sigismunda imalo je za Hrvatsku teške i nesagledive posljedice. Tijekom njih Mlečani su se opet domogli Dalmacije i jadranskih otoka, dok su s istoka nezadrživo prodirali Turci i širili granice Osmanlijskog Carstva.

(nastavit će se)

KRALJEVSKA ORUŽARNICA - ROYAL ARMOURIES MUSEUM

Novi muzej Kraljevske oružarnice građen je za 21. stoljeće. Korišteno je najbolje iz tradicionalnog koncepta muzeja kombinirano s najmodernijom tehnologijom. Sama zgrada je, literarno rečeno, građena oko zbirke. Sve u njoj je podređeno jednoj jedinoj svrsi da se sama zbirka što je najbolje moguće prezentira i dočara posjetitelju. Namjena izloženog je da zabavi i potakne želju za učenjem

Vladimir BRNARDIĆ

Novi muzej Kraljevske oružarnice i događanja oko njega



Kraljevska oružarnica (The Royal Armouries) najstariji je britanski nacionalni muzej i jedan od najstarijih u svijetu. Muzej vuče svoje korijene iz glavnog kraljevskog, a kasnije i nacionalnog arsenala smještenog u londonskoj utvrdi (The Tower of London). Ondje je čuvano oružje, oklopi i vojna oprema, otkada postoji i sama utvrda. Do 15. stoljeća nije bio dopušten ulaz u oružarnicu stranim osobama, a kasnije bi ih se onamo vodilo samo s ciljem da ih se impresionira snagom i moći zemlje, te sjajem njezinog oružja. Tijekom stoljeća, posebice u razdoblju renesanse te kasnije razvitkom industrije i masovne proizvodnje oružja, oružarnica se sve više proširivala. Izgradnjom britanskog svjetskog kolonijalnog imperija popunjavana je prim-

jercima iz svih krajeva svijeta postupno se pretvarajući u muzej. Tijekom tog razdoblja trofeji svih vrsta neprekidno su stizali i izlagani su kao dokaz stalnih britanskih vojnih uspjeha. U početku 19. stoljeća svrha i namjena muzeja počela se radikalno mijenjati. Koncept izloženog postupno je prelazio od početnog izlaganja kurioziteta prema "povijesno" točnoj i logički organiziranoj izložbi napravljenoj tako da posjetitelju prikaže prošlost. Kao dio promjene i zbirka se počela popunjavati na nove načine, darovima i otkupom. Tako je zbirka enormno narasla te spada u jednu od najvećih kolekcija takve vrste u svijetu.

S vremenom prostor Towera postao je premalen. Godine 1988. u nekadašnjoj velikoj topničkoj utvrdi iz 19. stoljeća, Fort Nelsonu

blizu Portsmoutha, premještena je i izložena zbirka topova Kraljevske oružarnice. Dvije godine nakon toga i jednako dugih preliminarnih istraživanja, 1990. odlučeno je da se napravi nova zgrada muzeja, gdje bi se mogla izložiti cijela zbirka. Za lokaciju novog muzeja određen je Leeds, grad na sjeveru Engleske. Nedavno, 30. ožujka 1996., sama kraljica otvorila je, 42,5 milijuna funti vrijednu, verziju najstarijeg muzeja u zemlji.

Novi muzej posebno je projektiran i napravljen tako da na najbolji mogući način prikaže zbirku Kraljevske oružarnice u odnosu na svijet i vrijeme u kojem živimo. Oko 90 posto svekolikog izloženog postava nikada prije nije bilo nigdje izloženo, a neki od predmeta se po prvi put uopće predstavljaju javnosti. Iako se



Oružje i oklopi 15., 16. i 17. stoljeća, ratna galerija

radi o oružarnici, u novom muzeju, nije predstavljena samo vojna i ratna povijest, nego i teme kao što su lov i sport. Pet velikih galerija osvjetljavaju tematiku vezanu uz srednjovjekovni viteški turnir, samoobranu, rat, lov i civilizacije Orijenta.

Rat

Rat je jedna od aktivnosti koja razlikuje čovjeka od drugih živih bića, postajući na taj način i jedna od civilizacijskih stečevina istog tog razumnog bića - čovjeka. No ipak je svima njima duboko usaden nagon za preživljavanjem koji se kroz povijest manifestirao kroz razne oblike i sadržaje. Tijekom stoljeća ljudska društva (države) su posvećivala velik dio energije, genijalnosti i snage društva za sustavno ostvarivanje svojih političkih i gospodarskih interesa i putem ratova. Osigurati tržište za svoje proizvode, ali i ideje u konačnici značilo je preživjeti i dominirati. Ta vječna utrka traje sve do današnjih dana i trenutačno joj se ne nazire kraj. Danas su pojedine države, zahvaljujući znanstvenom napretku i tehnološkom razvoju i na taj način ovladavši moći samog "mikrokozmosa", tj. atoma, sposobna radi zaštite i realizacije vlastitih državnih interesa provoditi znatno suptilniju dominaciju nego što je to ikada bilo moguće u povijesti. Baš zahvaljujući ljudskoj spoznaji očit je povijesni skok od drevne bitke "prsa u prsa" do interpersonalnosti gdje pritiskom na gumb (računala ili lansera interkontinentalnih balističkih raketa s nuklearnim bojnim glavama) paradigmatički označava daljnji civilizacijski napredak koji predstavlja suštinu i samo stremljenje ljudskog bića i civilizacije - znati više i imati više. U svojoj neizvjesnosti, ta želja ostaje jedino izvjesna.

Naizgled dogodile su se silne promjene u izgledu i naličju bitaka. Od krvavih borbi prsa o prsa, s kojom galerija započinje, sve do modernog sofisticiranog, tehnološkog ratovanja osvjedočenog u nedavnom Zaljevskom ratu. Ipak sam rat u svojoj biti je ostao isti, predstavljajući

jedini način da se ostvari svoj interes kad se iscrpe ostala politička i diplomatska sredstva. Usprkos tome tijekom stoljeća ljudi su često pokazivali veliku hrabrost i smionost, ali i humanost i poštivnost. Ova galerija priča njihovu priču.

Galerija započinje istraživanjem mitova, legendi i činjenica o herojima. S realnošću rata, praktički lice u lice, moguće se susresti u kinu sa 150 sjedala. Počevši od surovosti moderne bitke sve do krvavih, bliskih borbi posjetitelji mogu audiovizualno djelomice doživjeti prirodu rata.

Glavna galerija priča priču o oružju i zaštitoj opremljenoj u ratovima tijekom stoljeća. Kronološki se objašnjava neprekidna utrka tehnologija u izradi napadačkog oružja i obrambenih protumjera, te utjecaj koji se odražavao na

likama oklopa demantiraju ukorijenjeno mišljenje o nespretnosti i nepokretljivosti oklopljenih vitezova. Priče o korištenju dizalica za zajahivanje ili nemogućnosti ustajanja poslije pada s konja zahvaljujemo Marku Twainu i Hollywoodu.

Oklope je ubrzo zamijenilo vatreno oružje koje je svojim razvojem još više promijenilo vođenje ratova. Video projekcije prikazuju način zapinjanja samostrijela, tehniku punjenja i opaljivanja pušaka na fitilj, kremen ili prekusiju, kao i taktike korištene u uporabi pojedinog oružja od linijske do rasutog stroja. Uz pomoć računalskih simulacija moguće se uživjeti u ulogu pojedinih vojskovođa. Primjerice posjetitelj se može uživjeti u lik Vilima Osvajača te pokušati osvojiti Englesku ili biti kralj Harold te kod Hastingsa godine 1066. pokušati potući normansku vojsku. Nakon svake simulacije računalno detaljno analizira bitku objašnjavajući svaki potez u kontekstu stvarnih događaja.

Turnir

Priča o turniru je priča o tome kako se jedna od ranosrednjovjekovnih vježbi za rat razvila u, vjerojatno, jednu od najvećih renesansnih dvorskih zabava kojima su vladari pokazivali svoju moć, bogatstvo i viteške ideale. Od nekontroliranih početaka turnir se razvio u strogo reguliran i sofisticiran šport s mnogo različitih inačica. Od 15. stoljeća nadalje različite vrste posebno izrađenog oružja i oklopa bilo je potrebno za različite tipove turnira. Kraljevska oružarnica posjeduje lijepu zbirku ovakvih prim-



Rekonstrukcija bitke kod Pavije 1525., ratna galerija

naličje bitke. Prati se razvoj oružja i oklopa od klasičnog razdoblja kroz srednji vijek nadalje. Zanimljiv je primjerice razvoj oklopa, koji je s vremenom pokazao zavidnu mogućnost zaštite od mača, koplja i strijela. Projekcije kratkih filmova te demonstracije uživo s originalima i rep-

jeraka. Oni su izloženi kako bi interpretirali razvoj tri glavna tipa turnira: borbu konjanika, pojedinačnu borbu konjanika i borbu pješice.

Središnji prostor galerije namijenjen je demonstraciji turnirske borbe pješice koju izvode interpretatori obučeni u replike oklopa iz



Demonstracija turnirske pješačke borbe iz 15. stoljeća

godine 1500. Tu je također dopušteno posjetiteljima da obuku, te rukuju nekim replikama i uz pomoć interpretatora nauče iz prve ruke kako je to bilo nositi i rabiti ih. Kao dodatak tome je glavna izložba o procvatu turnira u doba Tudora, uključujući i najveći turnirski događaj od svih, Polje zlata organiziran od Henrika VIII. Tu su i panoji na kojima se na duhovit i zabavan način govori o razvoju heraldike. Kasnije svoje znanje o heraldici i turnirskim oklopima moguće je provjeriti na zanimljivim interaktivnim računalskim kvizovima i simulacijama.

Civilizacije Orijenta

Ova galerija usredotočena je na velike civilizacije Orijenta i svrha joj je da pokaže kako oružje i oklopi mogu dati ključ za razumijevanje povijesti Azije. Kulture Azije su mnogo različite od europskih, pa je tako i galerija podijeljena u nekoliko zona: središnja Azija, kulture Islama, indijski podkontinent, Kina, Japan i jugoistočna Azija. Ipak ima jedna zajednička vojna tematika koja ujedinjuje sve te različite kulture i javlja se u njihovoj ratnoj prošlosti sve do 19. stoljeća: stri-

jelac na konju. Konjaničke vojske kultura koje su izgradile carstva središnje Azije; Skita, Huna, manje poznatih Xianbeia, Turaka i možda najpoznatijih Mongola, bile su sastavljene od strijelaca na konjima. Dio galerije posvećen je tim konjanicima gdje su prikazani njihovo oružje i oprema kao i rekonstruirane figure konjanika i konja u prirodnoj veličini.

Oružje Indije čini najveći dio azijske zbirke Kraljevske oružarnice. Iz Indije dolazi i najveći oklop oružarnice, jedini sačuvani oklop za slona. Vjerojatno potječe iz oružarnice Mogula sjeverne Indije, iz vremena kasnog 16. i početka 17. stoljeća, a dopremljen je u Britaniju godine 1801. Oklop je izrađen od žice i metalnih ploča te u sadašnjem stanju teži 142 kg; nedostaju mu tri bočne ploče. Originalno bi težio 170 kg.

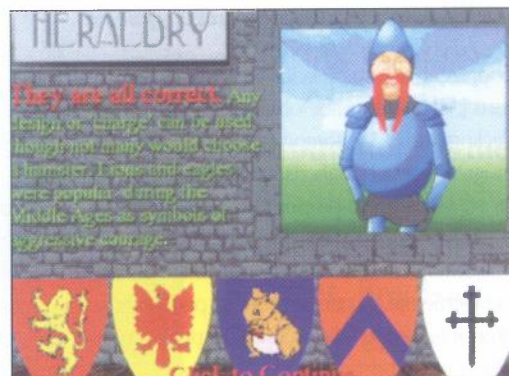
Iz Kine potječu mnoge inovacije koje su utjecale na povijest. Najvažniji od svih bio je barut. Još jedan od kineskih izuma, vrlo prihvaćen na Zapadu, bio je samostrijel.

U Japanu oružje i oklopi imaju

najprestižniju povijest. Shinto religija ohrabri- vala je čuvanje oklopa i oružja velikih ratnika pa ih je stoga i mnogo sačuvano do danas. Neki od najljepših primjeraka kao i dva primjerka poklonjena kralju Jamesu I. godine 1613. izloženi su u izložbenom prostoru japanskog kulturnog kruga. Yabusame, umijeće gađanja lukom i strijelom u galopu, vještina je koja se i danas njeguje u Japanu. To kao i procesi kovanja poznate japanske sablje katane te ostale zanimljivosti mogu se vidjeti na kratkim videoprojkcijama.

Lov

Ljudska se vrst rano okupljala u skupine lovaca. Odonda pa sve do danas muškarci i žene širom svijeta love radi preživljavanja, zarade ili športa. Lovci su oduvijek različito predstavljani i opisivani. Galerija nam kroz svoje izložke govori o raznim tipovima lovaca, lova i njihova oružja. U tradicionalnom stilu izloženo oružje i lovačke trofeje prate, u prirodnoj veličini izrađene

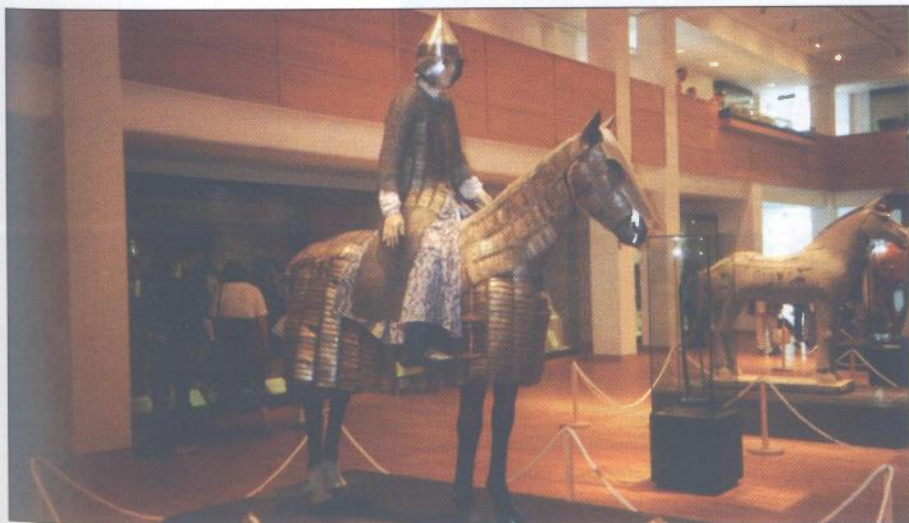


Scena iz jednog od mnogih interaktivnih računalskih programa muzeja, kviz heraldike, turnirska galerija

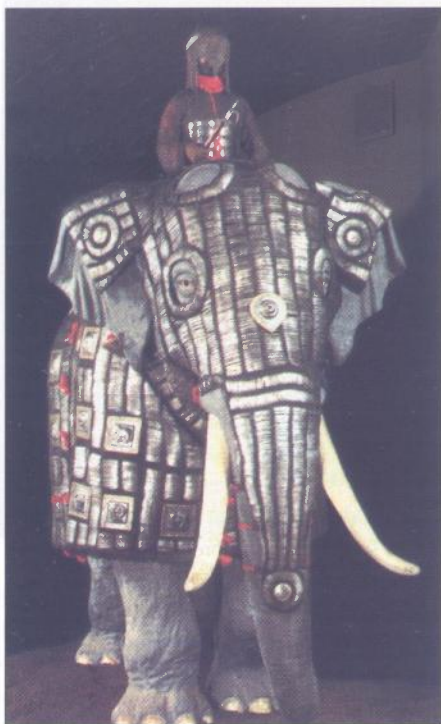
rekonstrukcije lova na tuljane, divlje svinje, te neobičan lov na divlje patke uz pomoć čamca s ugrađenom velikom puškom. Također moguće se uz pomoć topa za ispaljivanje harpuna i zaobljenog TV zaslona (ekrana) uživjeti u ulogu lovca na kitove.

Samoobrana

Od vremena pećinskog čovjeka sve do danas ljudi su se naoružavali protiv prijetnje nasilja drugih. Oduvijek su se ljudi sami morali štititi od razbojnika, napadača ili divljih životinja. Ali također brzo bi potezali oružje u bijesu i svadama. Potpuna kontrola posjedovanja oružja, ni kasnijim razvojem policije, nikada nije u potpunosti uspostavljena. Razvojem masovne proizvodnje oružja, istraživanjima i kolonizacijom, te osvajanjem Divljeg zapada ljudi su se još više naoružavali. Ali oružje je držano i nošeno i iz drugih razloga osim samoobrane ili provođenja zakona: zbog športa kao npr. streličastva i mačevanja, radi dvoboja zbog obrane plemićke časti, te kao modni detalj ili simbol vlasti i društvenog statusa. Gotovo svi izlošci su



Rekonstrukcija turskog konjanika iz 16. stoljeća



Oklop za slona, Indija oko 1600., galerija Orijenta

popraćeni videoprojekcijama o vremenu, prostoru i načinu uporabe obrambenog, ali i napadačkog oružja. Uz pomoć računalskih programa mogu se saznati karakteristike i načela rada oružja, od samostrijela do popularnog kalašnjikova. U sklopu galerije nalaze se dva strjelista gdje posjetitelji mogu iskušati vještinu gađanja samostrijelom, te samokresom uz pomoć videoprojiciranih meta kakvima se služi policija u izobrazbi svojih pripadnika.

Prostorija za vijesti

Sve teme koje obrađuje muzej prikazuju se kompletno i u prostoriji za vijesti gdje posjetitelji mogu vidjeti muzejske vijesti relevantnih događaja širom svijeta. Moderne tehnike prikupljanja vijesti i tehnologije upotrabljeni su da osiguraju neposrednost multimedijske prezentacije koja je usmjerena na veliki 15-zaslonski televizijski zid. Povremeno se upriličuju posebne sesije na kojima stručnjaci diskutiraju i objašnjavaju posjetiteljima događaje koji su povezani s muzejem i koji se odnose na njega. Cilj ovoga je da svaki posjetitelj razumije relevantnost muzeja u svijetu u kojem živimo.

Vanjski prostori: trkalište, radionice i zvjerinjak

Nova Kraljevska oružarnica je više nego samo muzej u zgradi. Izložci kolekcije uglavnom su namijenjeni uporabi u vanjskom prostoru. Zbog toga se oko muzeja nalaze veliki vanjski prostori za demon-

straciju, da bi se predmeti bolje smjestili u kontekst, jednostavnije objasnili i lakše demonstrirao način njihove uporabe. Pokraj glavne zgrade nalazi se i prostor s radionicama gdje posebno odabrani majstori prikazuju tradicionalne načine izrade oružja, oklopa, odjeće, obuće i ostale opreme. Tu su smješteni mačari, oklopari, puškari, kožari, obućari, a svi oni i prodaju svoje proizvode, replike izložaka iz muzeja.

Prostore za demonstraciju čine trkalište i zvjerinjak. Na trkalištu gotovo svakodnevno mogu se vidjeti demonstracije srednjovjekovnih turnira, različitih vrsta borbi na konju, vještine jahanja i uporabe raznih vrsta oružja, vojnička izobrazba i manevri, kao i vještine lova te dresure životinja. Namjera je trkališta prikazati način uporabe izloženih predmeta i pružiti posjetiteljima dojam o tome, što bi bilo nemoguće unutar muzeja. Uglavnom se koriste replike oružja i oklopa koje muzej redovito nabavlja i naručuje prema originalima iz svoje zbirke.

Ostali sadržaji

Za posjet i boravak u muzeju potrebno je najmanje tri do pet sati, ali uz vanjske sadržaje boravak može potrajati i cijeli dan. Stoga se u muzeju nalaze i popratni sadržaji, restorani, kavane, kao i prodavaonica sa suvenirima. Potpuno opremljeni edukativni odjel stoji na raspolaganju skupinama posjetitelja svih uzrasta s objektima kojima se može rukovati, pa je tako npr. moguće navući viteški oklop te rukovati mačem ili vikinškom sjekirom. Akademski služba uključuje prvoklasnu biblioteku, studijske zbirke, fotoarhiv, posebne konzervatorske i analitičke službe, kao i tim eksperata kuratora.



Koncept muzeja, svojim logičkim slijedom prikazuje prošlost (objašnjavajući neprekidnu utrku tehnologije u izradbi napadačkog oružja i obrambenih protumjera), ali ukazuje i na moguću budućnost



Demonstracije uživo Viteški turnir

Novi muzej Kraljevske oružarnice građen je za 21. stoljeće. Korišteno je najbolje iz tradicionalnog koncepta muzeja kombinirano s najmodernijom tehnologijom. Sama zgrada je, literarno rečeno, građena oko zbirke. Sve u njoj je podređeno jednoj jedinoj svrsi, da se sama zbirka što je najbolje moguće prezentira i dočara posjetitelju. Namjena izloženog je da zabavi i potakne želju za učenjem. Uspostavljena je ravnoteža između stajanja i sjedenja, gledanja i aktivnog sudjelovanja. Ova ravnoteža sprječava bol u nogama i zivanje od dosade, što je s vremena na vrijeme moguće doživjeti u klasičnim muzejima. Svaka galerija sadrži prikladan omjer izmiješanosti izložaka i komunikacijskih tehnika. Izmiješanost varira od tradicionalnih muzejskih izložaka smještenih u vitrine preko videoprojekcija i računalskih simulacija do demonstracija uživo uporabe pojedinih predmeta. Izložci su smješteni u kontekst uz pomoć tematski dizajniranih interijera, vodiča i interpretatora, te filmova i drugih audiovizualnih pomagala. Posjetitelji mogu tako istinski osjetiti i doživjeti, te na taj način i razumjeti, zbirku osobnim kontaktom s predmetima ili njihovim replikama, kao i uz pomoć interaktivnih računalskih programa. Cilj je pružiti što raznovrsnija iskustva posjetiteljima različitih interesa i razina zainteresiranosti.

SELF-PROPELLED ROCKET LAUNCHER

LOV RAK 24/128 mm, 4x4



The LOV RAK 24/128 Self-Propelled Rocket Launcher on a light armored wheel vehicle facilitates tactical changes in the firing position.

Automatic assumption of the position towards the elements of the target, precision, effectiveness and the armored protection of the crew are the main qualities of this system.

Specifications

- caliber: 128 mm
- number of barrels: 24
- barrel length: 1300 mm
- panoramic telescope: PC-1
- handheld computer
- traverse: 0°-360°
- elevation/depression: -5°/45°
- fire: single and rapid fire
- range:
 - classical rocket 8550 m
 - rocket with increased range 13,500 m
- combat movement:
 - automatic levelling of launcher on vehicle,
 - automatic assumption of the position towards the elements of the target, corrective elements and control of fire with a handheld computer, from the vehicle or at a distance.

- combat set: 24 + 24 rockets
- operating temperature: -30°C to 50°C
- Light Armored Vehicle 4x4
- max. speed: 100 km/h
- combat weight: 8500 kg
- power-to-weight ratio: 15 to 20 hp/t
- diesel engine developing 130 hp/2650 rpm
- cross-country ability-pressure: 0.7-4.5 bars
- "run flat" - driving ability: 50 km
- max. road range: 500 to 700 km
- electrical system: 24 V/12 V
- armored protection:
 - from 7.62 x 51 API caliber
 - HE shell fragments

Crew: 3-4, swift entry and exit, 3 doors

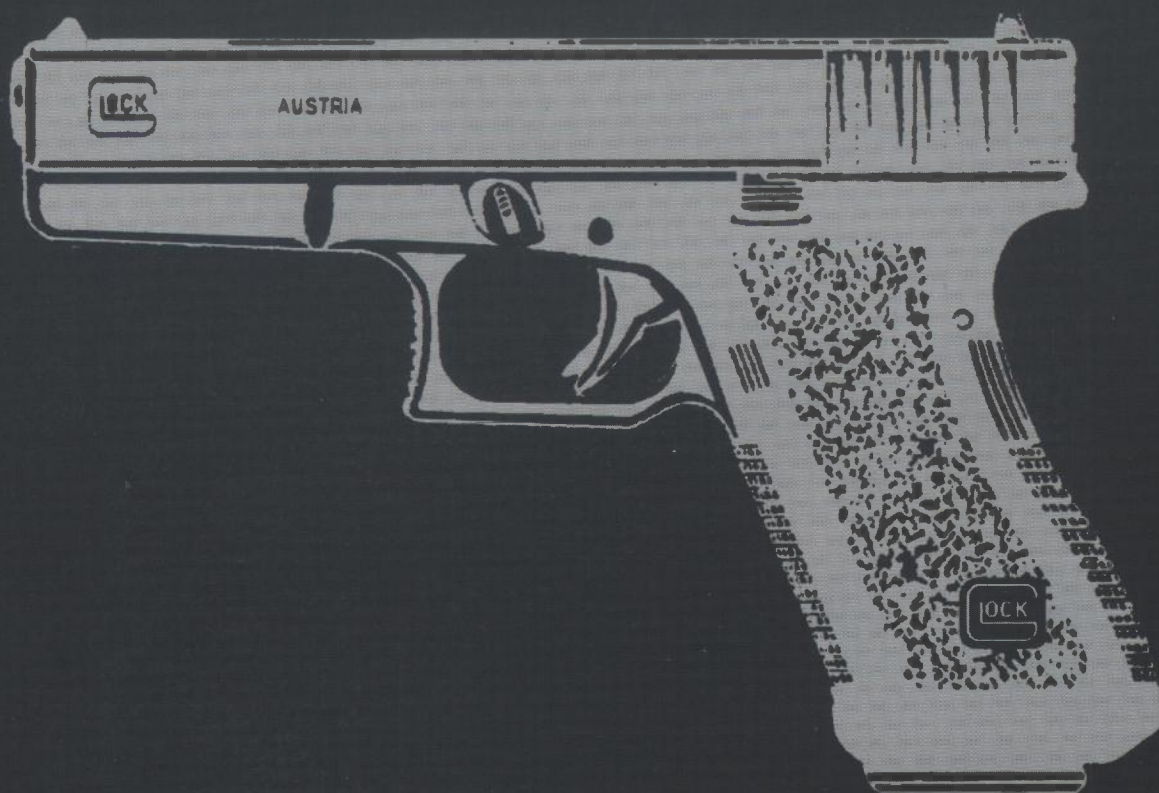
Logistics: high reliability, ease of maintenance, durability



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



LOCK
PERFECTION

- 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

MALOPRODAJA

Zagreb, 01/481 18 51
Split, 021/58 70 88
Osijek, 031/41 309

10000 ZAGREB

Varšavska ulica 4

telefon: 01/42 23 44

telex: 01/42 23 45

LOVAC d.o.o.