

ISSN 1330-500X

HRVATSKI VOJNIK



BROJ 6. GODINA V.

PROSINAC 1995. BESPLATNI PRIMJERAK

NOVI HRVATSKI SAMOKRES



OH-58D KIOWA WARRIOR
Obrnuta strijela krila



Hrvatska Vojna GLASILA

POSEBNI PRILOG U NASTAVCIMA **OPERACIJA OLUJA**

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

PALJIBENA MOĆ

TOP KALIBRA 125mm
S GLATKOM CIJEVI

BORBENA SPOSOBNOST

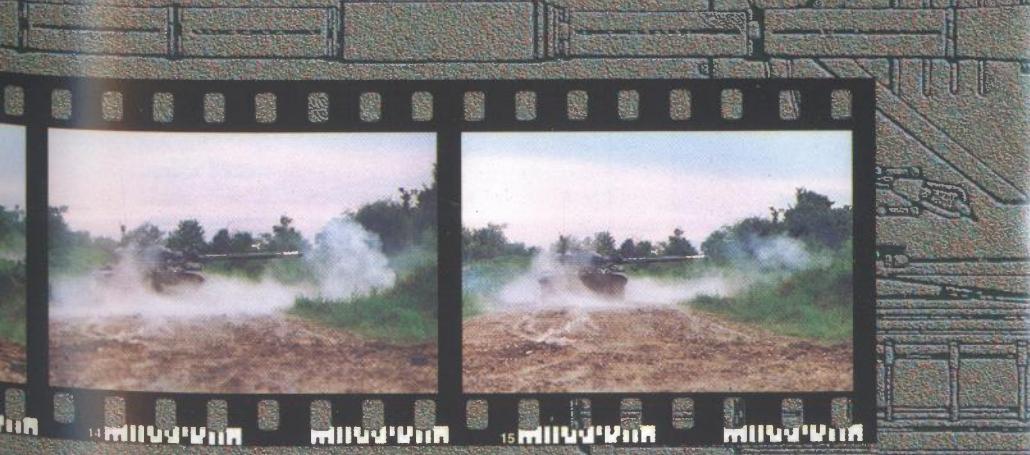
KOMPјUTORIZIRANI SUSTAV
NADZORA PALJBE

POKRETLJIVOST

MOTOR SNAGE 1000 KS

SPOSOBNOST PREŽIVLJAVANJA

VISOK STUPANJ BALISTIČKE
ZAŠTITE
SUSTAV ZAŠTITE POSADE



RH-ALAN d.o.o.

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

REPUBLIKA HRVATSKA



6

Novi hrvatski samokres

Nepostojanje klasične kočnice za blokiranje udarača, osigurana udarna igla, mehanizam dvostrukog djelovanja, te spremnik velikog kapaciteta, samo su neke od odlika novog hrvatskog samokresa u kalibru 9mm Para

46

Vrtoleti i protuoklopna borba

Važnost uloge borbenih vrtoleta u okviru procesa vođenja protuoklopne borbe dokazuje se još od 50-ih godina, a definitivno je dokazana tijekom zadnjih sukoba većeg intenziteta kao što je bio rat u Perzijskom zaljevu



56

Krilo obrnute strijеле

Iako već dugo poznat, koncept krila obrnute strijеле počeo se ozbiljnije razmatrati tek pojmom tehnoloških rješenja koja omogućuju njegovu primjenu na modernim borbenim zrakoplovima



66

Korvete

Korvete doživljavaju svoj preporod i ulaskom u mnoge mornarice diljem svijeta postaju sve bitnija klasa brodova, potiskujući brze jurišne brodove te preuzimajući njihove zadaće, istodobno imajući dodatne mogućnosti

Nakladnik:

Ministarstvo obrane Republike Hrvatske

Glavni i odgovorni urednik
general bojnik Ivan Tolj

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

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

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

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

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

Marketing
Ivan Babić
Tajnica uredništva
Zorica Gelman

Kompjuterski prijelom i priprema
HRVATSKA VOJNA GLASILA

Lay out
Svebor Labura
Tisk
Hrvatska tiskara d.d., Zagreb

Naslov uredništva
Zvonimirova 12, Zagreb,
Republika Hrvatska

Brzoglaši
385 1/456 80 41, 456 88 11

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

- 6** Novi hrvatski samokres *M. Kukolj, V. Aranjoš*
- 12** VSEL AS90 *Josip Martinčević Mikić*
- 24** Tacnav *Josip Pajk*
- 26** Stohastička rezonancija *Dubravko Risović*
- 34** Samoizgradjujuća tvoriva *Josip Pajk*

RATNO ZRAKOPLOVSTVO

- 46** Vrtoleti i protuoklopna borba *Berislav Šipicki*
- 50** Borbeni izvidnički zrakoplovi *Ivan Marić*
- 56** Krilo obrnute strijele *Klaudije Radanović*

RATNA MORNARICA

- 66** Korvete *Mislav Brlić*
- 76** Tarantul *Dario Barbalic*



FOTO: Davor Kirin

Strijela 10 CRO tijekom
bojevog djelovanja



Samokres HS u kalibru 9 x 19 mm Para

NOVI HRVATSKI SAMOKRES

Nepostojanje klasične kočnice za blokiranje udarača, osigurana udarna igla, mehanizam dvostrukog djelovanja, te spremnik velikog kapaciteta, samo su neke od odlika novog hrvatskog samokresa u kalibru 9 mm Para

Kad smo prije dvije godine pisali o prvom hrvatskom samokresu nazvanom skraćeno PHP naveli smo njegove dobre osobine ali i neke nedostatke koji su bili nužna posljedica ratnih uvjeta proizvodnje, te nepostojanja iskustva u serijskoj proizvodnji oružja. Na kraju članka najavili smo razvoj novog samokresa u istom kalibru na kojem će biti uklonjeni uočeni nedostatci. Prototip tog novog samokresa nazvanog skraćno HS (od hrvatski samokres) prvi je put prikazan na izložbi naoružanja i vojne opreme Hrvatske vojske koja je u lipnju ove godine održana u Zagrebu. Budući da su nedavno uspješno završena sva potrebna ispitivanja, odlučili smo vas podrobnije upoznati s njegovom konstrukcijom, te ugrađenim poboljšanjima.

Suvremena konstrukcija

Tijekom razvoja samokresa HS nastojalo se zadovoljiti što veći broj zahtjeva koji se postavljuju

pred suvremene vojničke samokrese. Prema načinu na koji se iskorištava energija barutnih plinova stvorena nakon opaljenja metka, ovaj se samokres svrstava u skupinu **poluautomatskog** oružja, budući da se energija barutnih plinova rabi za izbacivanje projektila iz cijevi i punjenje oružja, dok je za svako opaljenje potrebno ponovno povući okidač.

Cijev je dugačka 102 mm što je malo manje nego što je duljina cijevi većine suvremenih vojničkih samokresa. Početna brzina zrna ispaljenog iz ove cijevi iznosi oko 340 m/s. Radi usporedbe navodimo da je cijev talijanske Berette M92 FS dugačka 125 mm, švicarskog SIG P226 126 mm, a češke Zbrojovke M75 115 mm. Spomenimo da je i najveći broj samokresa PHP izrađivan u tzv. "compact" izvedbi (dužina cijevi 103 mm), jer su prednosti dobivene sa cijevima duljine 134 mm i 140 mm bile gotovo zanemarive u odnosu na negativne posljedice. Naime, bez obzira na malo veću početnu brzinu zrna i mogućnost preciznijeg gađanja, takvi su samokresi bili nespretniji za ruko-

**Mirko KUKOLJ
i Vinko ARANJOS**



Pogled na samokres s desne strane

snimio T. Bošnjak

vanje, a zahtijevali su nešto duže navlake za nošenje.

Cijev samokresa HS nije izrađena iz jednog komada već se zapravo sastoji iz cilindričnog dijela na koji je "navučen" stražnji zadebljani nosač s ispustom za bravljjenje. Na kućištu se uočavaju dvije poluge. Prednja, bliže cijevi, služi za rasklapanje samokresa, a stražnja (dostupna i s lijeve i s desne strane) služi istodobno za zadržavanje zatvarača u zapetom položaju, te za otpuštanje zapetog udarača.

Rukohvat samokresa je ergonomski oblikovan, s dobrim kutom zakočenosti koji omogućuje brzo i precizno instiktivno gadanje. Korice su izrađene od plastične mase. Oblik i tvorivo iz kojih su izrađene dobro je izabran tako da je mala mogućnost njihova loma u slučaju pada samokresa na tvrdnu podlogu.

Ciljnici su izvedeni s bijelim točkama radi lakšeg ciljanja u uvjetima smanjene vidljivosti. Prednji cilnik je širok 3 mm i ima jednu, a stražnji takve dvije bijele točke. Osim toga, stražnji cilnik se može pomicati po pravcu i visini kako bi se samokres mogao pravilno "upucati". Duljina cilničke crte iznosi 145 mm.

početku povlačenja napinjanje udarača, a na kraju povlačenja njegovo oslobađanje. Ovakav način okidanja (engl. Double action ili skraćeno DA) primijenjen je kod svih suvremenih samokresa. Spomenimo da se kod mehanizma "jednostrukog djelovanja" zapinjanje udarača postiže ili povlačenjem navlake ili tako da se udarač zapne palcem, a da se okidanje obavlja povlačenjem okidača. Naravno, svi mehanizmi dvostrukog djelovanja mogu raditi i u načinu jednostrukog djelovanja.

Postupak okidanja odvija se na sljedeći način. Povlačenjem okidača unazad, poluga okidača kreće se prema naprijed i time preko zuba na udaraču zapinje udarač. Dalnjim povlačenjem okidača, poluga okidača zakreće polugu osigurača

PREGLED NAJPOZNATIJIH SAMOKRESA U KALIBRU 9x19 mm Para

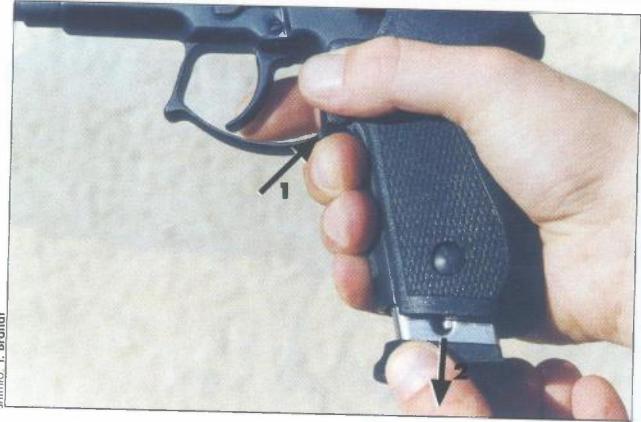
Oznaka samokresa	HS 95	92 FS	P226	CZ M75	GLOCK 19	WALTHER P88	Star 30M
Proizvođač (zemlja)	IMP Hrvatska	BERETTA Italija	SIG Švicarska	CZ Češka	GLOCK Austrija	WALTHER Njemačka	Španjolska
Ukupna dužina (mm)	180	217	196	205	185	186	205
Dužina cijevi (mm)	102	125	112	115	101	104	110
Visina oružja (mm)	140	137	139	137	123	141	135
Debljina oružja (mm)	35	39	37	33	30	37,5	33
Kapacitet spremnika	15	15	15	15	15	15	15
Masa oružja s praznim spremnikom (g)	1032	975	885	1000	635	900	1140

Tablica R. Orlovač

Mehanizam za okidanje

Sustav okidanja samokresa HS je izведен na načelu "dvostrukog djelovanja". To znači da se povlačenjem okidača obavljaju dvije radnje: u

udarne igle i zapinjač. Pritom poluga osigurača podiže osigurač udarne igle, kako bi se oslobođila udarna igla. Na kraju povlačenja poluga okidača nailazi na osovinu udarača koja je prisiljava na razdvajanje od zuba na udaraču. Time je udarač



Pritisnuti utvrđivač spremnika i izvući spremnik iz rukohvata

snimio: T. Brandt

osloboden tako da, pod djelovanjem svoje opruge, može udariti u oslobođenu udarnu iglu i obaviti opaljenje metka.

Konstrukcija mehanizma za okidanje omogućuje "mekano" okidanje. Pri okidanju zapetog udarača sila okidanja iznosi oko 20 N, a kod dvostrukog djelovanja oko 55 N.

Povući navlaku u stražnji položaj i potisnuti naviješ zadražac navlake. Zakrenuti polugu za rastavljanje za četvrtinu kruga u smjeru kazaljke na satu

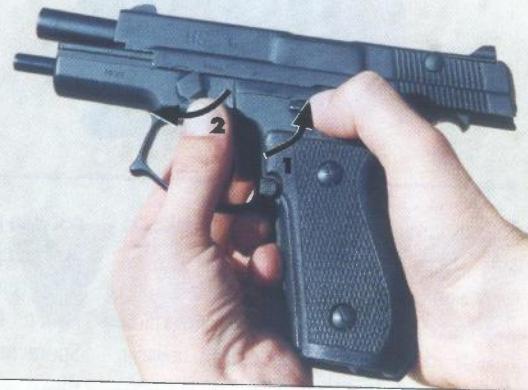
Puna pozornost posvećena je i sigurnosti uporabe i izbjegavanju mogućnosti da vojnik u stresnoj situaciji ili žurbi učini nešto nepravilno. Zbog toga HS uopće nema klasične kočnice za blokiranje udarnog mehanizma kakvu viđamo kod vojničkih samokresa prethodne generacije.

snimio: T. Brandt

Ugrađena automatska kočnica (blokirana udarna igla), zajedno s okidačem dvostrukog djelovanja značajno skraćuju vrijeme potrebno za opaljenje prvog metka. Na taj je način također one-mogućeno slučajno opaljenje i kad je

Osim toga, ako se navlaka nije u potpunosti vratila u prednji položaj tada i osigurač udarne igle nije u svezi s polugom osigurača, te je automatski onemogućeno podizanje osigurača odnosno kretanje udarne igle. Naiče, u tom položaju navlaka potiskuje naniže polugu okidača onemogućavajući bilo kakvu funkciju udarača i prijevremeno opaljenje metka.

Novina u odnosu na samokres PHP je i **poluga za otpuštanje zapetog udarača** koja ima takav oblik da je dostupna pri uporabi samokresa i iz lijeve ruke, budući da se ergonomski oblikovani krajevi ove poluge nalaze i s lijeve i s desne strane kućišta samokresa. Kad je obloga sa zatvaračem u zapetom položaju, a želimo li je sigurno vratiti u prednji položaj, potrebno je samo potisnuti ovu polugu naniže. Njezinim potiskivanjem



Odvojiti navlaku od kućišta povlačenjem prema naprijed. Iz navlake izvaditi povratnu oprugu s vodilicom

snimio: T. Brandt

metak u cijevi, u slučaju da napunjen samokres padne na podlogu bilo sa zapetim bilo sa otpuštenim udaračem.

zub zapi-njača izlazi iz zahvata s udaračem koji pod djelovanjem svoje opruge počinje rotirati prema naprijed tako da Zub zapinjaca sada uskače u sigurnosni zasjek na udaraču, a što je ujedno i položaj pri kojem opruga udarača nije napeta. Nakon otpuštanja udarača poluga se, pod djelovanjem svoje opruge, vraća u gornji položaj, tako da je oružje spremno za trenutačno otvaranje paljbe. Budući da pri ovoj radnji udarač ne dolazi u kontakt s udarnom iglom (ona je osim toga blokirana već spomenutim osiguračem udarne igle), otpuštanje zapetog udarača podjednako je sigurno i kad je metak u cijevi. Podsećamo da udarač često ostaje u zapetom položaju (npr. kod ručnog povlačenja navlake ili pri prekidu paljbe), tako da je sigurno vraćanje udarača vrlo važan zahtjev kojeg konstruktori oružja moraju ispuniti.



Podizanjem navješ odvojiti cijev od navlake

snimio: T. Brandt

Spremnik velikog kapaciteta

Jedna od zamjerkica, koja je često upućivana vojničkim samokresima prethodne generacije, bila je mali kapacitet spremnika. Prekidajući ovaj trend, konstruktori su na HS-u ugradili spremnik kapaciteta 15 metaka. To je svakako dobra osobina, osobito ako to usporedimo s većinom



samokresa koji su bili na uporabi na području bivše Jugoslavije (npr. 7,62 mm M57 ili 7,65 m M70) kod kojih u spremnik stane upola manje metaka. Metci su u spremniku smješteni u dva reda, ali je gornji dio spremnika sužen tako da je omogućeno njihovo pravilno postavljanje pred celo zatvarača.

Spremnik je izrađen iz kvalitetnog čeličnog lima, i po kakvoći izradbe daleko nadmašuje spremnik na samokresu PHP. Time je smanjena mogućnost zastoja, zbog "pobadanja" metaka prigodom njihova unošenja u cijev, do kojih dolazi uslijed slabe izvedbe donosača metaka ili nepravilnog oblikovanja usana spremnika.

Trenutačno napunjeno spremnika s metcima može se utvrditi pomoću izbušenih rupica na bočnim stranama spremnika. Ima ih tri i označene su brojevima 5, 10 i 15. Novina kod samokresa HS je i utvrđivač spremnika koji je, za razliku od PHP, sada podjednako dostupan i ljevacima. Smješten jeiza okidača i uskače u zasjek na spremniku koji je sada usječen na njegovoj prednjoj strani što omogućuje bolje utvrđivanje spremnika u rukohvatu.

Rad dijelova

Samokres radi na načelu kratkog trzanja cijevi. Bravljenje cijevi sa zatvaračem izvodi se podizanjem stražnjeg kraja cijevi. Ovakav način bravljjenja, poznat kao Colt-Browningov sustav, već je dugo u primjeni i potvrdio je svoje dobre značajke na mnogim konstrukcijama samokresa. Samo kretanje cijevi gore-dolje omogućuje čelični umetak koji je smješten u kućištu. Spomenimo da je sličan način bravljjenja oscilacijom cijevi primi-

jenjen na samokresu 7,62 mm M57, s tim da pomicanje stražnjeg dijela cijevi regulira spojnica pomoću koje je cijev "vezana" za kućište. Međutim, umjesto rebara na cijevi i žlebova na navlaci, kod samokresa HS bravljjenje se obavlja pomoću gornje rubne površine na stražnjem kraju cijevi. Taj se dio u zabravljenom položaju oslanja o stijenu navlake u otvoru za izbacivanje čahura, što pojednostavljuje izradbu navlake i cijevi.

Nakon opaljenja, navlaka se, uslijed djelovanja barutnih plinova, zajedno s cijevi trza unazad. Ovaj zajednički put iznosi nekoliko milimetara što je dovoljno da se cijev spusti naniže tj. odbravi. Nakon toga, navlaka sa zatvaračem sama nastavlja daljnje kretanje sbijajući pritom povratnu oprugu i izvlači čahuru. Kad u tom kretanju navlaka sa zatvaračem čahura naleti na

izbacivač, dolazi do njezinog izbacivanja na desnu stranu samokresa. Kod vraćanja u prednji položaj zatvarač unosi novi metak u cijev i cijeli se ciklus ponavlja. Treba napomenuti da je poluga okidača u svezi s udaračem tek kad se završi bravljjenje cijevi i zatvarača što daje dodatnu sigurnost strijelcu jer je onemogućeno bilo kakvo prijevremeno opaljenje.

Nakon ispaljenja posljednjeg metka iz spremnika navlaka sa zatvaračem ostaje u stražnjem položaju i to na taj način što donosač metaka podiže polugu zadržaća zatvarača (nalazi se na lijevoj strani kućišta) koja uskoči u žlijeb navlake i sprijeći daljnje kretanje navlake.

Rasklapanje i sklapanje

Rasklapanje samokresa HS vrlo je jednostavno. Nakon pritiskivanja na utvrđivač spremnika s lijeve ili desne strane iz rukohvata se vadi spremnik. Zatim se navlaka povlači u stražnji položaj i podiže poluga za

Samokres rasklopljen na glavne sklopove

Izgled samokesa PHP (gore) i novog samokresa HS (dolje). Uočljive su razlike i u vanjskom izgledu



*Tehnologija izrade
prilagođena je serijskoj
proizvodnji. Na fotografiji su
prikazani kućište i navlaka
samokresa koji se izrađuju iz
mikrolijeva. Odjlevci u vosku
su smeđe boje*



unaprijed i podizanjem iz ležista. Nakon toga moguće je iz navlake izvući cijev laganim potiskom na plohu za bravljene. Time je postupak rasklapanja za potrebe čišćenja završen.

Sličnosti s ostalim konstrukcijama

Bolji poznavatelji oružja za osobnu obranu

njezinozadržavanje. Slijedi zakretanje poluge za rastavljanje za četvrtinu kruga u smjeru kretanja kazaljke na satu, te skidanje navlake sa cijevi i povratnim mehanizmom povlačenjem prema naprijed. Vađenje povratnog mehanizma (opruge i vodilice) obavlja se njegovim blagim potiskivanjem

znaju da je razvoj samokresa u većini zemalja dospio na takvu razinu da su njihove međusobne razlike u konstrukciji vrlo malene. Tako većina vojnih samokresa ima velik kapacitet metaka (najčešće 15 komada), mehanizam za okidanje dvostrukog djelovanja, sigurnosnu kočnicu, te poluge koje

omogućuju podjedanko uspješno gađanje i ljevacima i dešnjacima. Sličnost s vojničkim samokresima najpoznatijih svjetskih proizvođača ogleda se i u tehnologiji izrade. Naime, dok su prvi primjeri samokresa PHP izrađivani iz čeličnih ploča postupkom glodanja i bušenja, velik broj pozicija samokresa HS izrađuje za iz mikrolijeva što je tehnologija koja se danas najviše primjenjuje u proizvodnji ručnog oružja. Tako se od mikrolijeva izrađuje kućište samokresa, navlaka sa zatvaračem, okidač i njegova poluga, udarač, te još desetak manjih pozicija. Na taj se način jamči bolja kakvoća proizvoda i jeftinija proizvodnja.

Uspješno ispitivanje

Rezultati provedenih ispitivanja



*Ispitivanje je uključivalo i
testiranje pod ekstremnim
uvjetima. Na fotografijama
je prikazano gađanje na
niskim temperaturama*



potvrđuju da se radi o dobro osmišljenoj konstrukciji.

Pouzdanost samokresa HS provjerena je ispaljivanjem 10.000 metaka iz nasumice odabranog primjera. Pritom je broj dopuštenih zastoja, te pad preciznosti i početne brzine zrna bio u granicama koje zahtijevaju najstroži vojni standardi zapadnih zemalja.

Uspješno su prošli i testovi u otežanim uvjetima eksploatacije kao što su ekstremne temperature (-30°C i $+50^{\circ}\text{C}$), prašina, blato, te "vodenii test". Posebice treba istaknuti test sigurnosti, koji je zadovoljio sve slučaje ispadanja i pada, kako praznog tako i napunjenog samokresa i s metkom u cijevi.

Zaglavak

Razvoj i uvođenje u naoružanje nekog novog streljačkog oružja traje od tri do pet godina, i to u zemljama s velikom tradicijom u proizvodnji oružja. Hrvatska je u početku rata oskudjevala i u specijalnim strojevima i u iskusnim stručnjacima iz ovog područja, a neprekidna opasnost imperativno je zahtijevala skraćivanje vremena razvoja. Danas više nije tako i primjer samokresa HS potvrđuje da se uz dobru organizaciju može napraviti kvalitetno ručno oružje.



Može se zaključiti da samokres HS u kalibru 9 mm Para ispunjava sve najvažnije zahtjeve koji se postavljaju pred suvremene samokrese: ima konstrukciju koja omogućava pouzdan rad dijelova i brzo otklanjanje zastoja, spremnik velikog kapaciteta, jednostavno rasklapanje i sklapanje, te pogodan raspored mehanizama koji omogućava da oružjem podjednako dobro barataju i dešnaci i ljevaci.

Osim toga, automatska kočnica udarne igle znatno skraćuje vrijeme pripreme za otvaranje paljbe, te sigurnu uporabu. Sve te dobre osobine daju jamstvo da je Hrvatska vojska dobila suvremenii vojnički samokres.

Jedna od odlika suvremenih vojničkih samokresa je veliki kapacitet spremnika. Spremnik samokresa HS puni se s petnaest metaka





Ispitivanje početnog modela AS90 tijekom ispitivanja borbenih značajki

mehanog terena i pristupa mostovima kojima površinski pritisak to nije dozvoljavao.

VSEL-ov marketing se tada dao na istraživanja budućih najvažnijih čimbenika u području poboljšanja samovoznog topništva za njihov eventualni plasman oružja izvan granica Velike Britanije. Osnovno je načelo bilo ugradnja motora s prednje strane vozila pored vozača, omogućivši tako povećanje prostora za smještaj streljiva.

Studija izvodljivosti započinje 1982. godine uz promišljanje koje su mogućnosti korištenja različitih tipova podvozja borbenih tankova. Cilj je bio zadržati obilježja tanka uz što je moguće veće smanjenje mase kupole, povećavši maksimalno prostor za posluži i pogonsku skupinu, u prednjem dijelu vozila.

Od samog početka razvoj topničkog sustava AS90 poprimao je obilježja konstrukcije

Britanska samovozna haubica 155mm

VSEL AS90

Projekt VSEL AS90 potvrđuje nastojanja modernih vojski za svojim vlastitim topničkim sustavom koji se temelji na specifičnostima logističke potpore svakog od njegovih korisnika. Ta nastojanja najbolje potvrđuju nacionalni projekti: Amerike (M109 Paladin), Njemačke (PzH 2000), Francuske (GCT 155), Italije (OTO Palmaria), Izraela (Rascal-Slammer), Južne Afrike (G6), Rusije (MSTA-S) i drugi

Tijekom proizvodnje vučne haubice 155 mm FH-70, britanski je VSEL (Vickers Shipbuilding and Engineering Limited) uočio svjetske zahtjeve i potrebe za poboljšanjem samovoznog topništva. Napravljena je studija isplativosti rješenja GBT 155, čija je kupola bila temeljena na cijevi oružja FH-70 155 mm, dužine 39 kalibara i podvozja tanka.

Sustav s kupolom GBT 155 naoružan s istim topničkim oružjem kalibra 155 mm kao što je sadašnji samovozni topnički sustav AS90, oficijelno je prikazan na izložbi naoružanja i vojne opreme (British Army Equipment Exhibition) 1982. godine. Međutim, takvo je borbeno vozilo imalo niz neprihvatljivih rješenja kao što su npr. smještaj motora u zadnjem dijelu vozila, neriješen sustav zatvarača i neadekvatni smještaj streljiva. Povrh toga teški oklop tanka činio je ovom vozilu velike zapreke glede svladavanja

modernog oružja za topničko ratovanje u 21. stoljeću. AS90 koristi modernu, ali dobro provjerenu i potvrđenu tehnologiju, čime se od samog početka nastojalo produžiti životni vijek ovog oružja preko 25 godina, što nije slučaj s ostalim oružničkim sustavima te vrste.

Tri su načelna čimbenika u konceptu sustava AS90 bila odlučujuća za njegove dobre perfor-

**Josip
MARTINČEVIĆ MIKIĆ**

*Svladavanje mekog terena
vožnjom unazad*



manse: povećanje paljbe moći, poboljšanje oklopne zaštite i ugradnja elektronskih uređaja nuklearno-biološko-kemijske zaštite na budućoj bojišnici. Treba istaći i druga obilježja kao što su visoka pouzdanost sustava i modularna konstrukcija koja osigurava mogućnost prilagodbe različitim zahtjevima korisnika.

Projekt opojmljen (definiran) kao AS90 bio je kompletiran u ožujku 1985. godine, a prvi prototip je bio prikazan na izložbi naoružanja u Velikoj Britaniji 1986. godine. Nakon izložbe započela su opsežna ispitivanja oružja i komponenti vozila na izdržljivost i pouzdanost. Tijekom ispitivanja, topnički sustav AS90 je prešao 3000 kilometara i uspješno ispalio preko 1500 projektila. Ta su ispit-

TEHNIČKI PODATCI SUSTAVA VSEL AS90

• Borbeni masa:	45.000 kg
• Specifična snaga:	14,66 KS/t
• Duljina s topom naprijed:	9900 mm
• Dužina tijela vozila:	7200 mm
• Širina:	3400 mm
• Visina s PZ strojnicom:	3000 mm
• Opererećenje fla:	0,9 kg/cm²
• Klirens:	410 mm
• Dužina gusjenica:	4590 mm
• Širina gusjenice:	550 mm
• Maksimalna brzina:	55 km/h
• Spremnik goriva:	750 litara
• Akcijski radijus sa p/s:	370 km pri 45 km/h
• Vodenе zaprijeke:	1500 mm
• Nagib:	60 %
• Kosina:	25 %
• Visina zapreke:	880 mm
• Širina prokopa:	2800 mm
• Motor:	Cummins VTA 903T - 660 V-8 diesel 660 KS pri 2800 o/min.
• Transmisijska:	ZF LSG 2000 automatski
• Ovis:	Anaprijed, 2 nazad hidropneumatski
• Električni sustav:	24 V i 48 V
• Baterije:	vozilo 4x12 V, 100 Ah, kupola 4 x 12 V, 100 Ah
• Naoružanje:	-haubica (155 mm 39 kalibara), -PZ strojnica (12,7 mm ili 7,62 mm) MG, -bacači dimnih kutija (2x5)
• Streljivo:	-155 mm (48 projektila i barutnih punjenja), -PZO (1000)
• Područje elevacije:	-5 stupnjeva / +70 stupnjeva
• Područje azimuta:	360 stupnjeva
• Nadzor kupole i topa:	električno/ručno
• Debljina oklopa:	17 mm
• Broj članova posluge:	5

vanja trajala do lipnja 1987. godine i bila su pokrivena svim aspektima vojne uporabe.

Nakon povlačenja Velike Britanije iz međunarodnog projekta 155 mm SP70 krajem 1986. godine, izbor novog projekta nije bilo teško utemeljiti. Godine 1989. VSEL je zadovoljio sve zahtjeve britanske vojske pa je ugovoren posao vrijedan 300 milijuna funti. Ugovorom je određen završetak razvoja AS90 i proizvodnja 179 oružja zajedno s inicijalnim kompletom rezervnih dijelova.

Projekt je bio prihvatljiv za korištenje u britanskoj vojsci 1992. godine, a oružja su trebala biti raspodijeljena po pukovnjima. Svaka bi pukovnija imala 32 oružja u 4 bitnice (svaka po 8 oružja). Prva je pukovnija doživjela svoju operativnost 1993. godine.



AS90 tijekom paljbenog djelovanja

Čitave dvije godine, 1989. i 1990., AS90 je bila podvrнутa punom programu ispitivanja pouzdanosti u britanskoj vojsci. S proljeća 1991. godine, dva su prototipa vozila ukupno prošla 28.630 kilometara i ispalila 6170 projektila što odgovara ekivalentu 3380 maksimalnih barutnih punjenja.

Naredni razvoj sustava uključuje ugradnju cijevi dužine 52 kalibra za postizanje dometa do 40 kilometara, potpuno automatizirano postupanje (manipulaciju) streljivom, povećanu balističku zaštitu, hladjenje cijevi, kompjutorizaciju balističkih komponenata i povećanje snage motora.

Opis

Oklopno tijelo

Čelično oklopna konstrukcija tijela vozila (najveća debljina je 17 mm) u cijelosti je izradena postupkom zavarivanja. Čelik

je dobio prednost pred aluminijem jer je povoljniji za proizvodnju, kao i za popravke na terenu pri čemu ne zahtijeva specijalne postupke zavarivanja.

Mjesto vozača je s prednje lijeve strane vozila, a motor mu je s desna. On normalno ulazi kroz jednodjelni poklopac-vrata iznad svojeg sjedala tako da ih otvara u lijevu stranu. Vrata mogu biti blokirana u otvorenom položaju za mogućnost položaja vozača za vožnju s glavom vani. Praćenje prostora ispred vozila omogućeno je

Ispitivanje oružja pri maksimalnoj elevaciji



AS90 na paljbenom položaju



jednodjeljnim periskopom s blendom za zamračenje i laserskim filterom. Periskop može brzo biti zamijenjen uredajem za noćnu vožnju. Vozac ima potpuno prilagodljivo sjedište, a za izlaz također može koristiti otvor s lijeve strane borbenog odjeljka.

Pogon se sastoji od motora Cummins VTA 9035 - 660, 14,8 litara V-8 diesel 660 KS pri 2800 o/min, transmisijske i rashladnog sustava, a može se promijeniti kao kompletan sklop-jedinica za manje od jednog sata. Motor je spojen s njemačkim automatskim mjenjačem ZF Model LSG 2000 koji ima 4 stupnja prijenosa za vožnju naprijed i 2 stupnja za vožnju unazad. Motorni odjeljak je opskrbljen detektorima požara i protupožarnim sustavom kojim se može upravljati automatski i ručno.

Kopča cijevi je smještena na prednjem dijelu vozila i omogućuje blokadu cijevi tijekom vožnje. Radom kopče upravlja se iz vozila pa vozač ili

poslužnik ne mora napuštati svoja mesta pri iznenadnoj uporabi oružja. Uredaj pomoćnog pogona je pokretan dieselovim pogonom i smješten je u prednjem dijelu borbenog odjeljka tako da glavni motor ne mora biti u pogonu za operativni rad kupole.

U područjuiza motornog odjeljka, u zadnjem dijelu tijela vozila smješten je borbeni odjeljak. Tu su velika vrata koja se otvaraju prema otvaraču za potrebe utovara streljiva. Sa svake strane vratiju s vanjske strane ugrađena su dva oklopljena integralna spremnika koji mogu koristiti za smještaj dodatne opreme. Pored toga na vanjskoj strani kupole ugrađeno je 5 spremnika koje koriste članovi posluge svaki za sebe.

Vozilo se oslanja na 12 dvodjelnih potpornih kotača s neovisnim hidropneumatskim ovjesom tanka Challengera 1 s pogonskim nazubljenim kotačem sprijeda, a ljenjivcem straga. Korištenje hidropneumatskog ovjesa s integralnim hidrauličnim amortizerom doprinosi povećanju prostora za više od 0,5 kubičnih metara u borbenom odjeljku jer je otklonjen lažni pod potreban za smještaj i ugradnju ovjesa s torzijskim polugama, što sustavu AS90 daje niski profil i manju masu. Tom konstrukcijskom rješenju se pristupilo kako bi se vozilu omogućio velik hod potpornih kotača a time i progresivni omjer vješanja i veliku mogućnost ublažavanja udaraca na svakom pojedinom potpornom

Jedan od prvih modela AS90 prikazanih na izložbi naoružanja i vojne opreme



kotaču. Kada se kotač podiže zbog nailaska na neravnji teren, podiže se i osovina kotača zbog čega rotira koljenasta poluga i preko klopničice pokreće klip. Klip svojim kretanjem istiskuje ulje kroz ventil amortizera i pokreće međuklip koji uzrokuje zbijanje zraka iza međuklipa koji proizvodi opružnu silu vraćanja sustava u prvobitni položaj. Plin ima progresivnu brzinu vraćanja što mu daje prednost pred linearnim vraćanjem klasičnih opruga kao što su naprimjer torzijske ili zavojne opruge. Sve to omogućuje vozilu pružanje odgovarajuće udobnosti posluži pri kretanju relativno velikim brzinama i pri svladavanju ispresijecanog zemljišta.

Pored Cummins Engines glavni podugovaratelji prema VSEL-u su Air Log i Avimo.

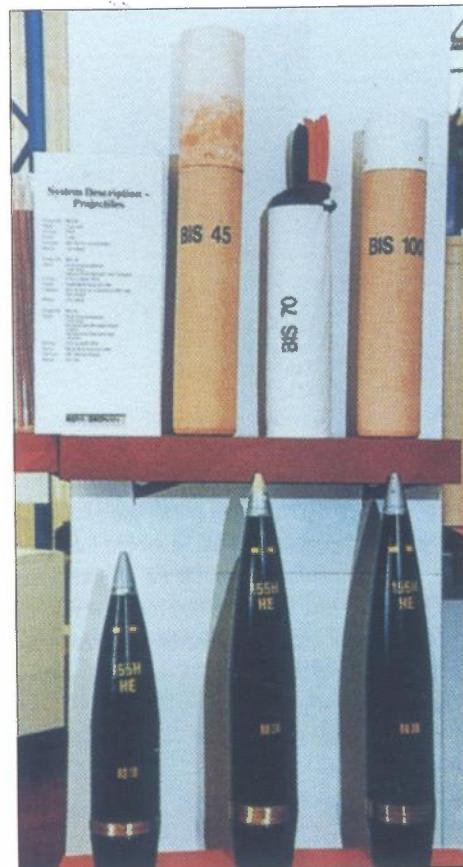
Air Log opskrbljuje kompletanim zupčaničkim uređajima sustav AS90, gdje je uključen i poboljšani hidropneumatski sustav ovjesa. Tu su još dvoosovinski članci gusjenica Diehl Type 640, pogonski zupčasti kotač, GLS gornji kotači nosači gusjenica Leoparda 1 i potporni kotači Leoparda 2. Air Log je razvio i proizvodi uređaj ljenjivca, hidraulični natezač gusjenica i druge zaštitne uređaje. Uporabom dvoosovinskih članaka gusjenica s gumenim umetkom povećan je životni vijek gusjenice za 5 do 6 puta u odnosu na jednodjelne članake gusjenica korištene do sada u britanskoj vojsci.

U nadležnosti Avima je konstrukcija i razvoj noćno-dnevнog teleskopskog uređaja i ostala nadzorna oprema.

Kupola

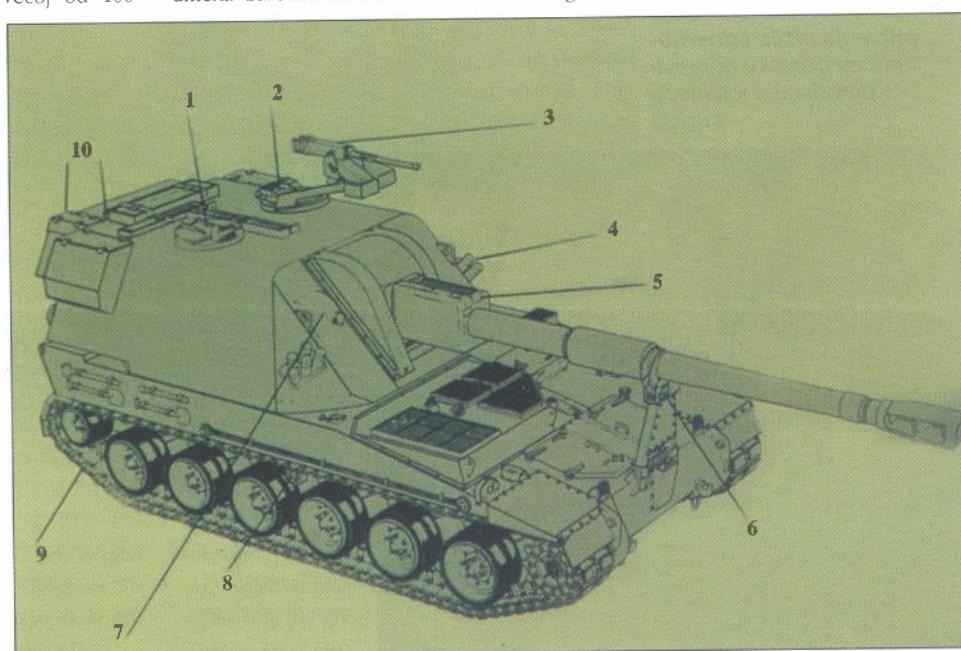
Kupola je također čelične konstrukcije, izrađena postupkom zavarivanja s maksimalnom debljinom čeličnih ploča od 17 mm. Promjer turele je 2,7 metra. Ukupna masa kupole je 13,5 tona. Debljina čelika omogućuje zaštitu od izravne paljbe pancirnim zrnom 7,62 mm, pancirnim zrnom 14,5 mm na udaljenosti većoj od 100 metara i fragmenata granate 152 mm na udaljenosti većoj od 15 metara. Zapovjednikova je kupolica na desnoj strani krova kupole, a vrata za nadzor zračnog prostora su smještena s lijeve strane kupole i imaju ugrađeno postolje protuzrakoplovnog oružja. Pored toga tu su još i velika vrata na lijevoj bočnoj strani kupole.

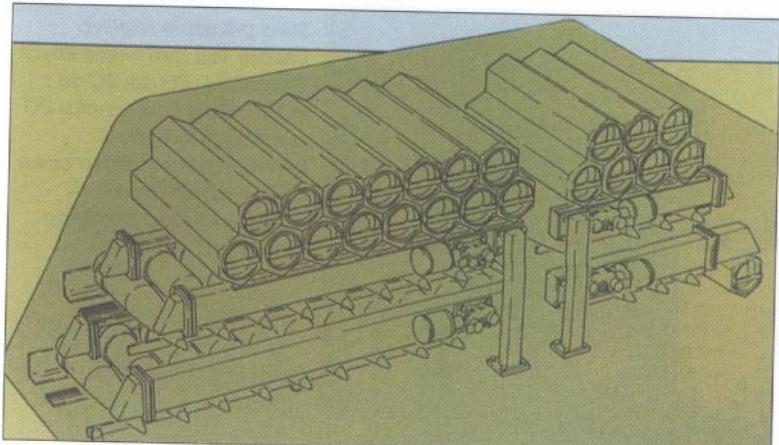
Položaj zapovjednika je iza punitelja na desnoj strani kupole i oboje su opskrbljeni sa sjedalima koja rotiraju i mogu se udešavati po visini. Pokretanje kupole po smjeru (azimutu) je kroz punih 360 stupnjeva, a elevacija oružja je od -5 do +70 stupnjeva. Elevacija i smjer su



Slika prikazuje streljivo kalibra 155 mm tvrtke Royal Ordnance: RO 18; RO 24 i RO 30. Brojke uz oznaku RO označuju domet u kilometrima iz sustava cijevi dužine 39 kalibara i odgovarajućeg barutnog punjenja

Najvažnije modifikacije temeljnog modela AS90A nakon čega je nastao sadašnji model AS90B.
1-Kupolica zapovjednika; 2-otvor za praćenje zračnog prostora; 3-strojnica kalibra .50 M2; 4-bacači dimnih kušnja; 5-poklopac protutrzajućeg sustava; 6-automatska kopča cijevi; 7-mjesto ugradnje uređaja DRU; 8-nosači slobodnog dijela gusjenice; 9-članci gusjenica Diehl; 10-oprema za NBK zaštitu

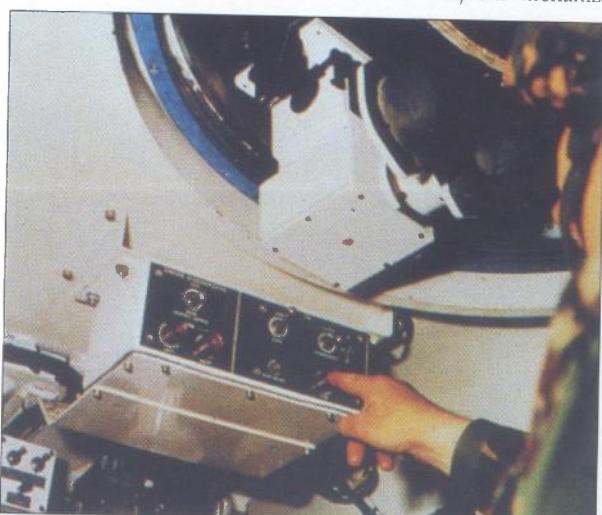




Spremniči streljiva s uslužnim servo motorima za brzo postupanje (manipulaciju) sa streljivom

Dio uređaja za prijenos projektila STA koji prenosi projektile iz spremnika do položaja za punjenje. Sa jednim projektilom u cijevi, drugim u brzom punjaču, a trećim u kolicima STA, sustav može odraditi brzu paljbju u vremenu od 10 sekundi.
1-Hidraulični razvodnik; 2-uređaj za izbor streljiva; 3-kolica projektila; 4-uredaj prijenosa; 5- "ruka" za prijenos; 6-hidropogon; 7-automatski amortizer; 8-upravljački cilindar

Zapovjednikova postaja prikazuje ploču i dnevno-noćnu ciljničku napravu ugrađenu u rotirajuću kupolu



kvadrilateralnom balističkom sporazumu. Trzajući sustav ima dvije dijametralno postavljene kočnice trzanja i jedan povratnik, svaki sa svojim integralnim spremnikom hidraulične tekućine. Maksimalna dužina trzanja je 800 mm. Cijev se u procesu remonta vadi kroz otvor na prednjem dijelu kupole u vremenu manjem od jednog sata. Uklanjanje kompletne elevacijske mase je jednostavno zahvaljujući konstrukciji iz dva dijela i stoga se može lako skidati iz ramena postolja.

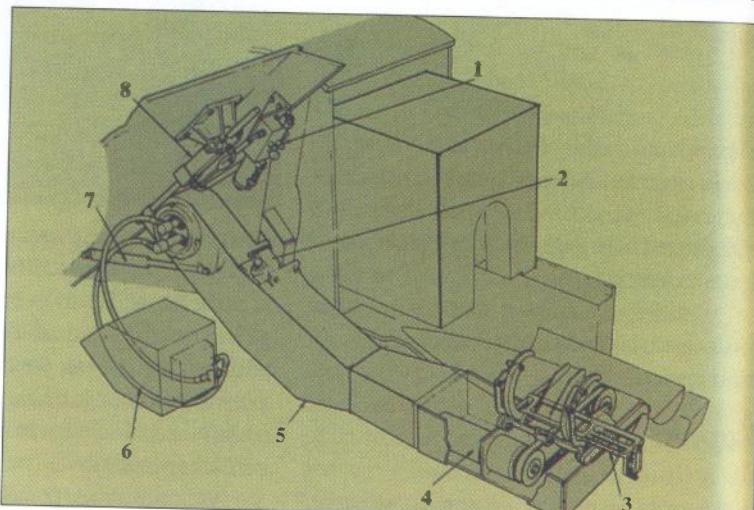
Na usta cijevi je ugrađena dvokomorna plinska kočnica, ekstraktor barutnih plinova je u donjem dijelu cijevi, a sustav se zatvara razdvojivim blok zatvaračem. Zatvarač omogućuje veliku brzinu rada jer radi na načelu klizanja, a brtveni sustav je riješen Crossley jastukom i ima ugrađeni spremnik za 12 topovskih kapsula. AS90 može ispaljivati tri projektila za manje od 10 sekundi, a za intenzivnu paljbju 6 metaka u minuti u trajanju od 3 minute, dok s konstantnom paljbom ima režim 2 metka u minuti. Paljbeni mehanizam je integriran za

mogućnost korištenja električnih kapsula korištenjem standardnog mehanizma DM 191A1 ili američkog M282.

U kupolu i oklopno tijelo vozila moguće je smjestiti ukupno 48 projektila i barutnih punjenja standardnog NATO streljivo uključujući HE M107,

kao i streljivo povećanog dometa. Od 48 projektila, 31 su smješteni u spremnike unutar kupole u spremnička modula od kojih svaki ima svoj motor za pokretanje projektila na odgovarajuće mjesto, a 17 ih je smješteno izvan kupole. To omogućuje transport projektila ispred poluge za ubacivanje u cijev (STA - Shell Transfer Arm), nakon čega funkciju preuzima automatski punjač (flick rammer). Ovim je minimiziran napor posluge u procesu punjenja streljiva i njegovog donošenja u uredaj za punjenje. STA je ugraden na lijevom ramenu koljevke, a njegovo pokretanje je riješeno pomoću hidrauličnog cilindra. Uredaj omogućuje punjenje streljivom u svim položajima cijevi.

Korištenjem standardnog streljiva i punjenja, oružje u standardu 39 kalibara omogućuje domete od 24.700 metara. Korištenjem projektila ERFB-BB dometi se penju na 30.000 metara. Sustav AS90 omogućuje i ugradnju cijevi čak od 52 kalibara pa tada ostvaruje domete do 30 kilometara standard-



nim streljivom, a 40 kilometara s projektilima ERFB-BB.

Sustav za upravljanje paljbom

U oružje je ugrađena navigacijska oprema AGLS (Autonomous navigation and Gun Laying System) omogućujući mu djelovanje neovisno od vanjskih utjecaja. Središnji dio sustava je uredaj za unošenje dinamičkih referenci DRU (Dynamic Reference Unit) preuzet iz američkog MAPS sustava (Modular Azimuth Positioning System) temeljenog na laserskoj žiro-tehnologiji Honeywell i Singer. Kućište za DRU je izvedeno na prednjem desnom dijelu kupole formirajući izrazito ispuštenje. Središnje mjesto elektronike u kupoli je nadzorno računalo TCC (Turret Control Computer) koje upravlja glavnim funkcijama kupole uključujući punjenje topa, nadzor spremnika streljiva, distribuciju snage i testiranje sustava.

TCC je temeljen na vojnoj izvedenici MIL Intel 80286 procesoru, sa numeričkim koprocesorom 80287. Na prednju ploču, u oblogu od silikonske gume ugrađen je ekran (40x6 znakova) s 6 funkcionalnih tipki za brzo prikazivanje menija

kao i namjenske tipke za upravljanje topom i kopčom cijevi.

Zapovjednik je opskrbljen svojim panelom za nadzor topničke paljbe i jednog ili oba od petocijevnih bacača dimnih kutija. On ima posebni panel za aktiviranje hidraulike kupole i upravljanje pogonom. Pored punitelja je displej mjernog uredaja početne brzine projektila (Marconi Marcal) čija je radarska antena u prednjem dijelu vozila i zaštićena na odgovarajući način.

Mjerač početne brzine projektila, ugrađeni klima uredaji i NBK uredaji standardni su dio opreme.

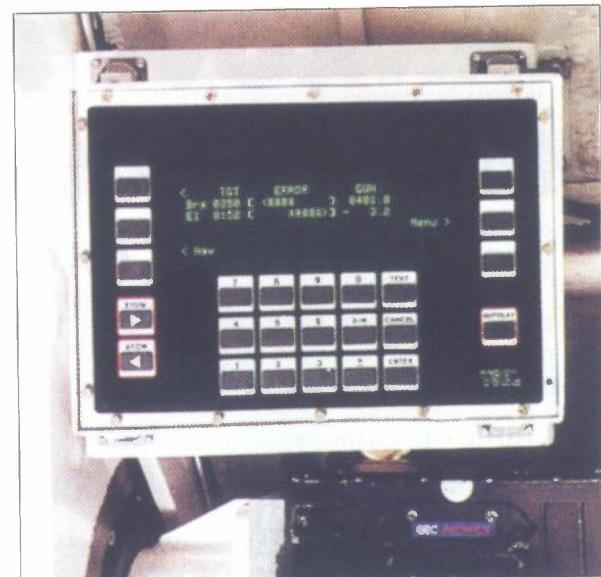
Zaglavak

Projekt VSEL AS90 potvrđuje nastojanja modernih vojski za svojim vlastitim topničkim sustavom koji se temelji na specifičnostima logističke potpore svakog od njegovih korisnika. Ta nastojanja najbolje potvrđuju nacionalni projekti: Amerike (M109 Paladin), Njemačke (PzH 2000), Francuske (GCT 155), Italije (OTO Palmaria), Izraela (Rascal-Slammer), Južne Afrike (G6), Rusije (MSTA-S) i drugi. Mnoge se zemlje, koje nisu u mogućnosti voditi vlastiti razvoj, odlučuju za neko od razvijenih rješenja koje najviše odgовара njihovim taktičko-tehničkim i komercijalnim zahtjevima. Nije rijedak slučaj da se neke vojske odlučuju za ispitivanja različitih kombinacija, kao što je to slučaj sa podvozem ruskog tanka T-72 i već provjerenih kupola oružanih sustava 155 mm. Tako je i VSEL obavio odgovarajuća ispitivanja svoje kupole 155 mm na tenku T-72.

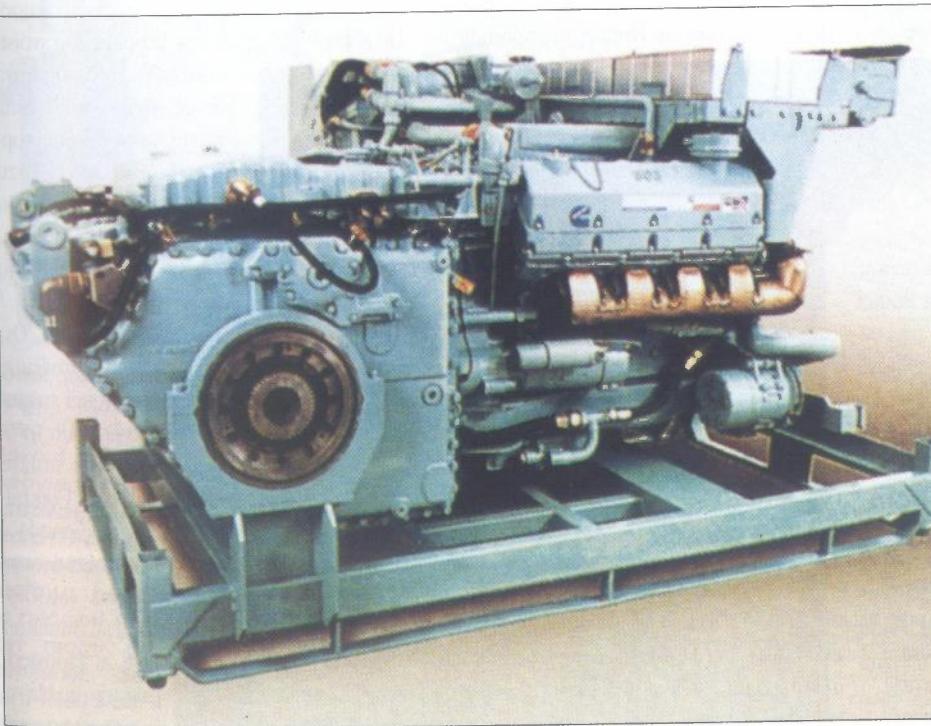
Indija obavila ispitivanja kupole južnofričke kombinacije G6 na podvozju T-72 (T-6), kao i francuske kupole GCT 155 također na podvozju tanka T-72, kako bi mogla donijeti konačnu odluku za ispunjenjem zahtjeva svoje vojske za 600 samovoznih sustava kalibra 155 mm.

Velika Britanija je sve prisutnija na američkom kontinentu, kako sa svojim lakin i ultralakin vučnim oružanim sustavima 155 mm, tako i sa samovoznim topničkim sustavom AS90.

Početkom 1993. godine, obavljena su ispitivanja AS90 pod nadzorom US Arm Research Laboratory Aberdeen Proving Ground. Za ta ispitivanja AS90 je bila opskrbljena oružjem dužine 52 kalibra i upotpunjena s Megnavox Howitzer Fire Control Computerom (HFCC) koji je bio integriran u postojeći sustav upravljanja paljbom, navigacijski i pozicijski sustav. Sustav je sposoban primiti digitalne i zvučne informacije od sustava za rano otkrivanje ciljeva skraćujući tako vrijeme odziva do realizacije paljbe. Na taj je način AS90 potpuno autonomni sustav na bojišnici. Ispitivanje



VSEL je razvio višefunkcijski displej koji služi kao LDU (Layer's Display Unit). Na ekranu su prikazani podatci o cilju (lijevo), podatci o položaju topa (desno) i vrijednosti pogreške u središtu. Ispod njega je DRU nabavljen od GEC Avionicsa



Modularna konstrukcija pogona osigurava reparaturu sustava u cjelini. Na slici je pogonska skupina MILPAC 660 sastavljena od motora Cummins VTA 903T i automatskog mjenjača LSG 2000

Sredinom 1993. godine kompletna kupola AS90 je bila ugrađena u Velikoj Britaniji na podvozje tanka T-72, prema posebnim zahtjevima indijske vojske. Tu kombinaciju su ispitivali indijski stručnjaci krajem 1993. godine. Treba istaći da je

oružja obavljeno je s modularnim sustavom barutnih punjenja MCS (Modular Charge System) koja s dužinom cijevi 52 kalibra i ERFB-BB streljivom ostvaruju domete do 40 kilometara.



TANKOVSKI SUSTAVI ZA UPRAVLJANJE PALJBOM

Prednosti i nedostatci korištenja termovizijske slike

(III. dio)

U početku osamdesetih godina veći broj vojski zemalja Zapada počeo je široke programe opremanja svojih bojnih vozila modernim sustavima za upravljanje paljbom sa ciljničkim spravama za dobivanje termovizijske slike. U usporedbi s prethodnim aktivnim infracrvenim uređajima, toplinski uređaji pružaju veće sposobnosti borbe noću na veću daljinu, pa je to za dulji niz godina dalo značajnu prednost snagama Zapada nad protivnikom s Istoka. No, korištenje termovizijskih sprava (posebice opreme prve generacije), pred korisnike postavlja neke praktične probleme kao i određene zahtjeve uvježbanosti za posadu, o čemu je ovdje riječ

Dinko MIKULIĆ

G

eneracije sustava za upravljanje paljbom.

Prvih 20 godina nakon II. svjetskog rata metodologija upravljanja paljbom kod tankova uglavnom se nije mijenjala i oslanjala se na mehaničke sustave kontrole ciljnika, oružja i kupole. No, tijekom sljedećih 20 godina došlo je do dramatičnih poboljšanja na polju brzine i preciznosti, ponajprije zahvaljujući napretku u optoelektronici i računalskoj tehnologiji.

Prva velika novost bio je laserski uredaj za određivanje udaljenosti cilja, uveden u uporabu potkraj šezdesetih godina, a odmah su slijedila analogna i digitalna računala, u početku sedamdesetih. Nakon toga došlo je do razvoja različitih sustava kupola, uvođenja pasivnih sustava noćnog motrenja, sustava za samopunjenje i stabilizaciju oružja, i drugo.

U praksi postoji određena granica do koje se može ići u pojedinačnom dodavanju novih procesora i osjetila, a bez da se odgovarajuća pozornost posveti složenosti korištenja takvih integriranih sustava i ergonomskim promišljanjima. Britanci su, primjerice, konačno bili prisiljeni prihvatići tu istinu nakon negativnih rezultata svojeg tanka **Challenger 1** na natječaju koji je kanadska vojska raspisala 1987. godine.

Ovom neuspjehu prethodili su slični neuspjesi 1983. i 1985. godine. Na spomenutom natječaju, prosječno vrijeme koje je potrebno da se uništi cilj bilo je kod američkog tanka **M1 Abrams** 10,2 sekundi. Pobjednički M1 tank postigao je rezultat od 6,2 sekunde, dok je moderniziranom britanskom tanku **Chieftain Mk5** bilo potrebno 13 sekundi. I postotak pogodaka je kod tanka Abrams bio 12-15 posto bolji nego kod Chieftaina. Očito ove nedostatke niti Challenger 1 nije uspio riješiti. Prigodom jednog neslužbenog ispitovanja na poligonu Hohne, nepripremljene

benosti" najnovijih ruskih tankova.

Na tržištu se danas može dobiti veliki broj računalskih sustava za upravljanje paljbom tzv. "prve generacije", a svi oni ovise o središnjem računalu, s namjenskim podsustavima koji koriste mehaničke veze. To predstavlja srazmjerne skupi način povećanja paljbe moći starijih tankova. No, kod nove generacije tankova uglavnom se koriste sustavi za upravljanje paljbom "1.5 generacije", tipa "pronađi cilj i uništi". Sljedeća nova generacija ovih uređaja najprije je postavljena na tank Leopard 2, a svojst-

va su joj da omogućava komuniciranje podatcima između zapovjednika i topnika-ciljatelja, kao i brzu predaju ciljeva između njih. Verzije koje imaju takvu opremu uključuju korejski tank **Type 88** i brazilski tank **Osorio**. Ovi sustavi za upravljanje paljbom postavljeni su oko središnjih balističkih procesora, a nadzorne sustave isporučuju tvrtke Computer Devices of Canada i Marconi Command and Control Systems (MCCS).

Ključni sastavni dio ovih sustava su primarno (neovisno) stabilizirane sprave za zapovjednika i topnika. Za tu je prigodu značajna **SFIM VS580** sprava, koja se mnogo prodaje i pruža iznimno visok standard preciznosti paljbe (posebice tanka u kretanju), značajno više nego kod sekundarno stabiliziranih ciljnika, povezanih sa sustavom za stabiliziranje topa. Dvije tehnološke novosti otvo-



Abrams M1, prosječno vrijeme uništenja cilja iznosi 10.2 sekunde.

nizozemske i britanske posade u standardnim tankovima **Leopard 2** i novim tankovima Chieftain postigle su još poraznije rezultate po novi tank. Bivši Sovjetski konstruktori tankova izgleda da su nastavili s politikom dodavanja novih uređaja, bez vidljivih problema, premda se ništa sa sigurnošću ne može reći jer nedostaje podataka o preciznosti paljbe, vremenu reagiranja i "bor-

rile su put za još radikalnije preoblikovanje uređaja za motrenje i držanje cilja. Prvi je razvoj sustava za neizravno motrenje, posebice toplinskih vizora. Oni su uvedeni kao samostalni ciljnici, kao što je to slučaj kod **Bart 8 Stroud TOGS**, ili integrirani u postojeće optičke ciljničke sprave, kao kod panoramskog vizora za zapovjednika **SP-T-694** tvrtke Officine Galileo.

Kako ti sustavi daju izlaz kompatibilan s TV, slika se u pravilu može prenijeti u svaki dio vozila. To konstruktorima i operaterima omogućava fleksibilniji smještaj posade i veću mogućnost raspodjele zadaća. Nadalje, generacija malih, snažnih i jeftinjih procesora omogućila je obradbu i klasificiranje podataka s takvih osjetila, a to je dovelo do predstavljanja sustava za automatsko uočavanje i praćenje cilja. Slijedi obradba slike na automatskom toplinskom uočavanju cilja, te mogućnosti brzog pogadanja više odabralih ciljeva.



Leclerc, sustav za upravljanje paljbom 3 generacije, integracija sustava u vetrovičkom konceptu

Treba očekivati poboljšanje mogućnosti pronaalaženja cilja uz pomoć milimetarskih radara, poput onog ugradenog u **MTAS 1** model tvrtke Rockwell International, višeosjetilnog sustava pronaalaženja cilja, odnosno akustičkih i laserskih senzora. Akustički sustavi su posebno zanimljivi, jer upozoravaju posadu na cilj koji je izvan vidika, primjerice na lebdeći vrtolet, čija se zvučna svojstva mogu koristiti za jasnu identifikaciju. Laserski radari, s iznimno visokom rezolucijom, također se mogu koristiti za identifikaciju kopnenih i zračnih ciljeva, na vidiku ili izvan njega, preko raščlambe vibracijskih svojstava motora cilja. Bez obzira

na mogućnosti tanka i umještost njegove posade, njegovo preživljavanje u bitki uvelike će ovisiti o učinkovitosti pripremnog izviđanja i mogućnostima taktičkog nadzora koje ima lokalni zapovjednik. Dakle, treba očekivati da će autonomnost tanka biti djelomično ugrožena naglaskom na korištenju vanjskih podataka o cilju (koji će se dobiti od strane drugih borbenih vozila u operaciji, ili viših zapovjedništava), a zapovjednik tanka trebat će voditi više računa o taktičkom i logističkom kontekstu borbe u kojem se nalazi.

Integrirani sustavi

Želja da se poboljša taktički uvid zapovjednika tanka dovele je do razvoja **CDC ISUPIM** (integriranog sustava za upravljanje paljbom i izvođenje manevra), te **GLDS SRPUV** (sustava za razmjenu podataka unutar vozila). Ovi sustavi mogu se nazvati sustavima **"2 generacije"**. Isprobani su na tankovima Abrams M1, a radi se o složenim sustavima koji su nadređeni postojećim sustavima za upravljanje paljbe na tankovima i pružaju posadi dodatne mogućnosti dolaženja do navigacijskih, taktičkih i logističkih podataka. Ključni novi elementi uključuju 1553B sabirnicu podataka (data bus) koja povezuje najvažnije zaslone s računalom i navigacijskim sustavom tanka, a poboljšano je i komuniciranje podatcima s vanjskim subjektima.

Računalska oprema manje je revolucionarna od elektronskog sustava nadzora kupole kojeg je Francuska razvila za svoj tank Leclerc. Ovaj sustav **"3 generacije"** prvi je primjer integrirane elektronike vozila, odnosno primjene **vetrovičkog** koncepta u praksi. Ti se sustavi proučavaju s obje strane Atlantika još od ranih osamdesetih godina. Leclerc sustav zasniva se na **Digibus** digitalnom višestrukom uređaju, francuskoj verziji MILSTD-1553B uređaja, i ima udvostručene središnje procesore za balističke proračune i upravljanje kupolom, sa standardiziranim interaktivnim prikazivačima i mikroprocesorima koji nadziru cilnjik zapovjednika i topnika, sustav kretanja cijevi, samopunjjenje oružja i nadzornu ploču vozača tanka. Leclerc vetrovički sustav nesumnjivo je najdalje otisao na ovom polju razvoja, no smatra se da je to samo prva stepenica. Zbog ograničenja glede cijene i kapaciteta, samo je



Model konfiguracije kupole tanka Leclerc. Istaknut položaj zapovjednikova panoramskog vizora (1) čini ga ranjivim na oštećenja u borbi, no pričuvni sustavi mogu ga zamjeniti. Sašem HL60 stabilizirani topnikov cilnjik (2), posebno izrađen za Leclerc tenk, ima kanal za korištenje po danjem svjetlu kao i SAT Athos toplinski vizor (termovizijska kamera/desno), te ugrađen Avimo laserski uređaj za određivanje udaljenosti. Toplinski vizor Athos (3) ugrađen u HL60

osam elemenata sustava upravljanja paljicom tanka povezano na sabirnicu podataka, a kod ostalih segmenata sačuvana je sklopovska (hardware) veza. Upravljanje paljicom je samo jedna od upravljačkih funkcija koje se vrše u kupoli tenka i njegovom kućištu. Kako su Digibus i 1553B poludupleks sustavi, pogodni samo za funkcije prijenosa podataka, a brzina od 1Mbit/s je nedovoljna da se opsluže svi potencijalni korisnički elementi, istražuju se alternativna tehnologija za prijenos podataka, koja bi se trebala primijeniti u tankovima nakon 2000-te godine.

Ovdje svakako treba spomenuti **kommunikacijsku mrežu preko optičkih vlakana**, koju za britansku vojsku razvija tvrtka Hunting Communication Technology. To je potpuni dupleks sustav koji može radići s glasom i podatcima i podržati veći broj vrsta osjetila, uključujući automatske sustave za prepoznavanje cilja, računala, displeje i opremu za nadzor nad funkcijama vozila, uz sustave veza unutar vozila i izvan njega.

Iskustva uporabe optičke i toplinske slike - prednosti i nedostaci

Osim relativno visoke nabavne cijene, termovizijske sprave odnosno toplinski vizori široko se primjenjuju u mnogim vojskama zemalja Zapada, kako za izviđanje tako i za gadanje (a u ponešto drukčijem obliku i kao osjetila za inteligentno streljivo u sustavu navođenja projektila). Toplinski vizori se posebno koriste kao sustavi za motrenje noću, a temeljne prednosti takve uporabe su:

- **pasivni** (bez odašiljanja ikakvih signala) *način rada*, dakle, neprijatelj ih ne može otkriti niti locirati;
- **veliki domet** (za motrenje bojišnice i pronaalaženje ciljeva);
- **mala ovisnost o atmosferskim pri-**

• **sposobnost da se vidi** kroz konvencionalne maskirne dimne zajese.

Nadalje, maskiranje protiv ovakvog pasivnog infracrvenog motrenja daleko je složenije od mjeru koje treba poduzeti za

mreža, lišća ili granja na vozilo. Nadalje, vanjski izgled vozila može se značajno promjeniti za vrijeme djelovanja vozila, tako da se s vanjske strane vozila postave transportni sanduci i druga vanjska oprema.



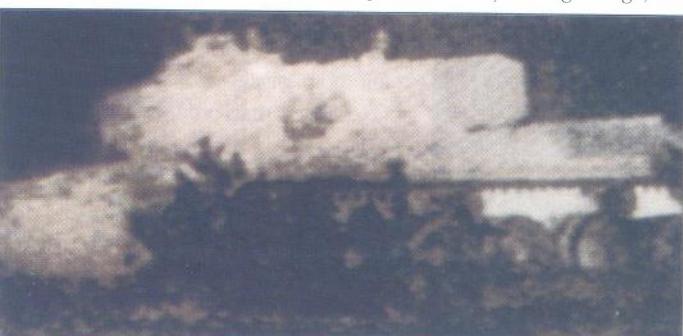
Potpuno maskirani tank Leopard 1 izlazi iz pripremljenog položaja. Čak i u vidljivom spektru ovako potpuno maskiranje onemogućava identifikaciju tipa vozila

sprječavanje uočavanja od strane neprijatelja pri vidljivoj svjetlosti. Naime, ne radi se samo o tome da se prikrije "površina" nekog objekta, a takvo temeljito maskiranje zahtijeva značajni trud i vrijeme. Slijedom navedenog, operator s toplinskim vizorom ne bi u normalnim okolnostima trebao imati poteškoća u uočavanju vojnih ciljeva. Pod povoljnim uvjetima ni udaljenosti do osam kilometara ne pretstavljaju zapreku za **uočavanje** ciljeva. No, dosta je teže *prepoznati* i sa sigurnošću *identificirati* takve ciljeve samo po njihovim toplinskim signalima.

Optički izgled oklopnih vozila

Optički izgled određenog oklopljenog borbenog vozila je jednak stvarnom - pod uvjetom da vozilo nije poduzelo neke mjeru protiv motrenja - i isključivo ovisi o kutu iz kojeg ga se promatra. Isto tako, radno stanje vozila ne utječe na njegov optički izgled. Na temelju svega toga, nastojanja da se

učinkovito maskira vozilo (tj. da se smanji šansa za njegovo uočavanje) uglavnom su usmjerana na izobličavanje njegove siluete i obrisa, odnosno na uklapanje tog obriša u okoliš u kojem se vozilo nalazi. Dobro



Termovizijska slika tanka s "hladnim" voznim sustavom. Visoka temperatura stranice iza koje se nalazi odjeljak s motorom navodi na zaključak da motor već izvjesno vrijeme radi. Borbeni tank (radi se o Leopardu 2) obično ima pokrovce sa strane koji prikrivaju zagrijane dijelove kućišta

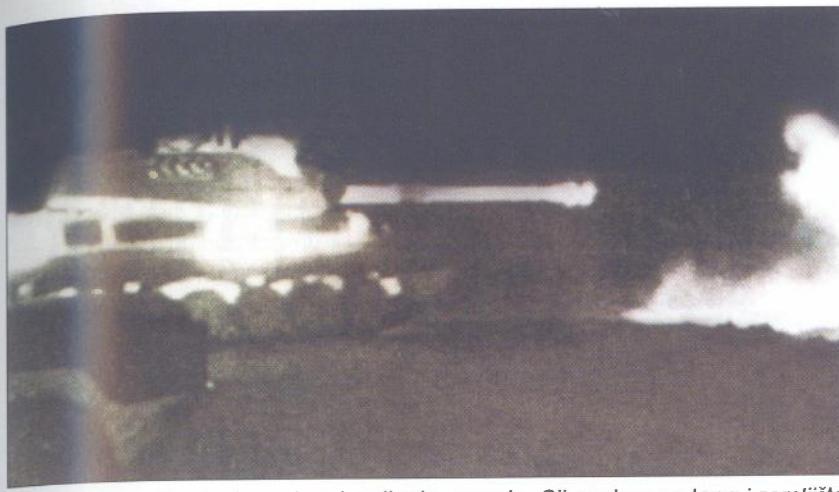
likama, u odnosu npr. na uređaje s pojačanjem osvjetljenja (LLL-TV), te stalna razina djelotvornosti;

Posada koja je dobro uvježbana za uočavanje tankova najčešće će lako identificirati vozilo u vidljivom spektru svjetlosti, čak i kad se radi o srazmerno velikim udaljenostima, posebice ako može koristiti dalekozore ili neku drugu opremu za poboljšanje vidljivosti. Sve to, naravno, pod uvjetom da nisu poduzete nikakve posebne mjeru za maskiranje vozila i prikrivanje njegove prirode. Ali, precizna identifikacija je pod taktičkim uvjetima prilično teška, čak i onda kad je vozilo opremljeno samo maskirnim sredstvima koja se koriste kod kretanja, dok se odgovarajuće maskirano vozilo na pripremljenom položaju uopće ne može identificirati. Ukoliko je situacija daljnje zakomplificirana nepovoljnim vremenskim uvjetima (sumaglica ili smanjena vidljivost), ne može se očekivati da će se na većoj udaljenosti izvršiti identifikacija, čak i kad se koristi oprema za poboljšanje vidljivosti, pojačalom slike druge generacije. Uzrok tome je pomanjkanje kontrasta između cilja i pozadine, što se ne može kompenzirati nikakvim čimbenikom povećanja slike.

Termovizijski izgled oklopnih vozila

Mnogo je teže identificirati oklopno vozilo prema njegovom infra izgledu nego prema izgledu u vidljivom spektru svjetlosti. To ovisi o određenim svojstvima termovizijskog izgleda cilja, kao i o kakvoći toplinskog vizora koji se koristi (tj. o rezoluciji, odnosno načinu reproduciranja slike). Pasivni infracrveni izgled oklopnog vozila proizvod je topline koju isjavaju njegove unutarne površine. Područje zračenja 8-14 μm omogućava otkrivanje objekata čija se temperatura malo razlikuje od okoline (oklopnjaci, vozila, ljudi). Ovdje je odlučujući čimbenik

poznati primjer takve metode je korištenje isprekidanog uzorka maskirne boje ili pričvršćivanje maskirnog tvoriva poput



Termovizijska slika tanka nakon ispaljenja granate. Cijev glavnog topa i zemljiste ispred otvora cijevi značajno su zagrijani. Djelići prašine i pijeska koje je podignuo bljesak s vrućeg otvora cijevi također daju kratkotrajnu toplinsku sliku. Slika govori da motor već radi određeno vrijeme na mjestu i da radi grijač u odjeljku za posadu. Uočava se zaštitni učinak dodatnog oklopa kupole i vanjskih transportnih sanduka

količina isijavane topline (energije), a koja je sa svoje strane funkcija apsolutne temperature vozila i brzine kojom toplina isijava. U pravilu, oprema za toplinsko motrenje ne može "vidjeti" vruće plinove ukoliko oni ne sadrže djeliće tvari ugrijane na visoku temperaturu, kao što je čada u ispušnim plinovima dizel motora. Vanjske se površine kućišta oklopljenog vozila mogu zagrijavati, u pravilu, uslijed dva moguća uzroka:

- samozagrijavanja kao posljedice rada i/ili mehaničkog opterećenja nekih dijelova;
- vanjskog zagrijavanja (insolacija - izloženost suncu).

Samozagrijavanje

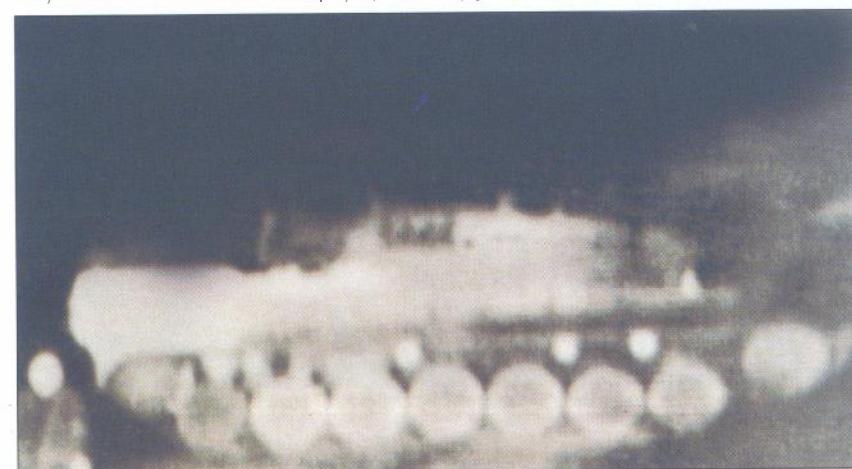
Infracrveni izgled koji proizlazi iz samozagrijavanja u značajnoj je mjeri ovisan o operativnom stanju i dizajnu vozila. Karakteristična operativna/radna stanja su:

Vozilo stoji a motor radi. Kućište se zagrijava oko odjeljka s motorom, oko ispušnih otvora, otvora za hlađenje zraka i ventilacijskih otvora za izlaz onečišćenog zraka iz odjeljka s motorom. Kao posljedica toga, ulazne rešetke za ulaz zraka za izgaranje, ulaz zraka za hlađenje i izlaz onečišćenog zraka hlađe se konveksijom.

Vozilo u kretanju. Dok se vozilo kreće cestom, gore spomenuti dijelovi još se intenzivnije zagrijavaju. Uz to, dolazi i do zagrijavanja radnih dijelova - posebice svih gumenih i gumiranih dijelova koji se zagrijavaju zahvaljujući mehaničkom opterećenju prouzrokovanim kretanjem. To se posebice tiče gumenih uložaka u gusjenicama i drugih gumenih elemenata u njima. Nakon dulje vožnje po cesti, područje oko prijenosne osovine također daje zamjetnu infracrvenu sliku kao rezultat nagomilavanja topline u prijenosnom mehanizmu. Uza sve to, za vrijeme vožnje po neravnom zemljишtu zagri-

javaju se i amortizeri u voznom sustavu.

Korištenje naoružanja. Kod nekih su borbenih vozila čak i same mjere kojima se vozilo dovodi u stanje borbene gotovosti dovoljne da se promijeni infracrvena slika vozila. To je slučaj situacije kad je dovod energije sustavu za stabiliziranje i postavljanje oružja stalno u pogonu pa dolazi do dovoljno gubitka topline. Nakon ispaljenja projektila cijevi su oružja jasno vidljive toplinskim vizorima. Uprkos izolacijskom učinku toplinskih obloga, tankovski top velikog kalibra daje karakterističnu infracrvenu sliku nakon samo tri do pet ispaljenih granata. U postupku ispaljenja posebno su osjetljivi otvor cijevi i uredaj za ispuš plinova, jer se visoke temperature koje se ovdje stvaraju izravno prenose na dijelove koji su vidljivi izvana. Kad vozilo vrši ispaljenje sa



Termovizijska slika tanka nakon brze vožnje po tvrdoj cesti. Područja oko kupole, odjeljka s motorom i, posebice, ispušni plinovi i njihovi otvori pokazuju značajno zagrijavanje. Pokretni dijelovi vozognog sustava također su zagrijani. Gusjenice su se vjerojatno ohladile za vrijeme vožnje po vlažnom zemljisu

spuštenom cijevi, moguće je čak, korištenjem termalnog vizora, uočiti zagrijavanje zemljista oko otvora cijevi, kao rezultat zagrijavanja od strane vrućih plinova koji izlaze kroz otvor cijevi. Ovaj je podatak posebno

važan s taktičke točke gledišta, jer je toplinski vizor moguće koristiti da se uoči tank u borbi nakon što se pomaknuo na drugi položaj, čak i prije nego što je s njega ispalio granatu, zahvaljujući zagrijanom otvoru cijevi od prethodnog ispaljenja.

Drugi radni uvjeti. Korištenje pomoćnih grijaca za predgrijanje motora ili za zagrijavanje odjeljka za posadu može imati velikog utjecaja na infracrvenu sliku oklopljenog vozila, ovisno o dizajnu opreme za zagrijavanje. Ovdje su kritični kanali za odvođenje ispušnog zraka i same točke ispusta. Ako grijac odjeljka za posadu radi dulje vrijeme on će iznutra zagrijati svekoliko kućište vozila. Dijelovi koji imaju tanji oklop zagrijavat će se brže i intenzivnije nego oni s debljim oklopom. Nasuprot tome, odvojeni ili posebno dodani oklop, odnosno unutrašnje obloge, imat će izolacijski učinak i mogu djelatno spriječiti zagrijavanje vanjskih površina. Transportni sanduci i druga oprema koja se priključuje na vanjsku stranu vozila mogu onemogućiti da neprijatelj uoči zagrijane dijelove kućišta. U drugim situacijama, dijelovi vozila s manjim toplinskim kapacitetom od drugih ohladit će se noću brže nego njihova okolina. Uz to, površine koje stoje pod određenim uglom u odnosu na toplinski vizor mogu reflektirati "hladno" nebesko isijavanje i tako opet dati određenu infracrvenu sliku.

Vanjsko zagrijavanje (insolacija)

Insolacija daje potpuno drukčiju infracrvenu sliku. Dijelovi koji se brzo i intenzivno zagrijavaju, ovisno o intenzitetu i trajanju insolacije, su:

- dijelovi malog toplinskog kapaciteta (npr. metalni dijelovi od tankog lima),

sliku sljedećih elemenata:

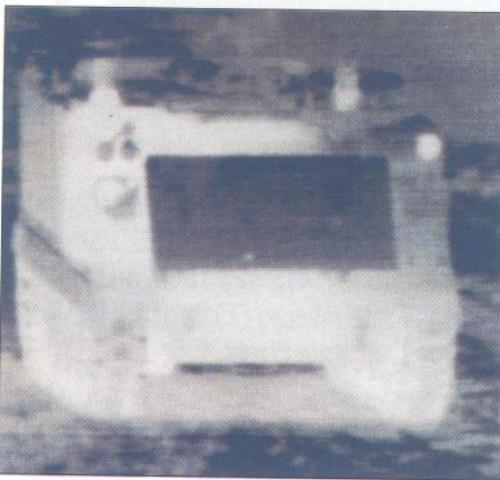
- obloga cijevi,
- tekstilnih pokrivala topa,
- vanjskih transportnih sanduka izrađenih od tankog metalnog lima,
- gumenih zavjesica i gumenih obloga za gusjenice,
- gumenih dijelova oklopa (ako ih ima).

Posada tanka samo djelomice može utjecati na infracrvenu sliku svog vozila, a sa ciljem smanjenja šansi da se vozilo uoči od strane neprijatelja, odnosno da ga pronade sustav za navođenje projektila. Kad je vozilo u pokretu, nemoguće je spriječiti zagrijavanje odjeljka za motor i pokretnih dijelova. No, ako je moguće treba izbjegavati korištenje grijajuća odjeljka za posadu zimi i tako spriječiti stvaranje jasne infracrvene slike. To će značajno poboljšati šanse vozila za preživljavanje (u situaciji kad se koristi stacionarno). Posada može više utjecati na infracrvenu sliku koja se stvara vanjskim zagrijavanjem, i to tako da zaklon potraži na sjenovitom mjestu.

Zaglavak

Ova raščlamba ukazuje na to da slika oklopног vozila, kako ju vidi motritelj kroz toplinski vizor, nije stalna. Nasuprot tome, slika se dinamički mijenja kad vozilo djeluje. Određena vrsta vozila može u praksi dati sasvim različite infracrvene slike. Za razliku od toga kako vozilo izgleda u vidljivom spektru, njegova infracrvena slika ovisi o većem

ti mogu utjecati na infracrvenu sliku. Na primjer, slika se mijenja ako su gusjenice ohlađene prolaskom kroz veću količinu blata ili vode.

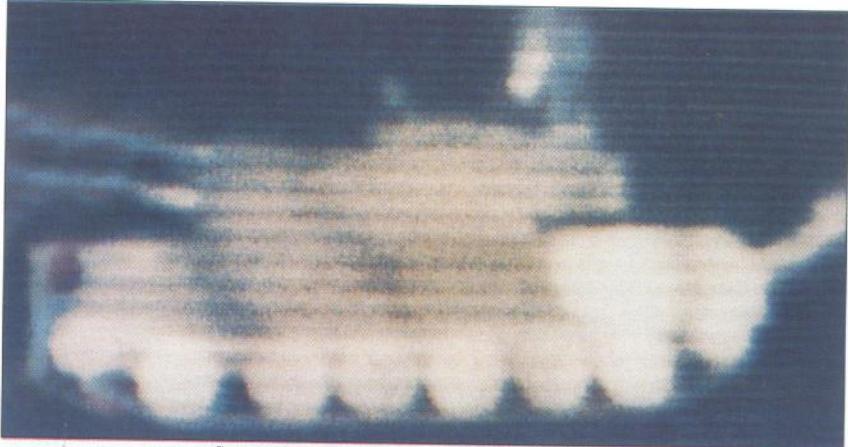


Okoljni transporter M113 u vožnji preko otvorenog zemljišta. Zagrijani su odjeljak s motorom i dijelovi vozognog sustava. Prednja ploča učinkovito maskira zagrijana područja na tom dijelu. No, ta će se ploča brže zagrijati za vrijeme izloženosti sunčevom svjetlu

- Prirodno maskirno tvorivo (granje itd.), koje se postavlja na vozilo, promijenit će infracrvenu sliku vozila samo ako je svježe i ako se koristi u dovoljnim količinama.

- Napokon, zrak koji prelazi preko vozila u pokretu (posebno vozila s kotačima) isto tako može utjecati na infracrvenu sliku nakon duljeg vremena vožnje po cesti. To, između ostalog, ovisi o temperaturi vanjskog zraka i brzini vožnje po cesti.

Ova promišljanja vode do jasnog zaključka da identificiranje vrste vozila korištenjem toplinskog vizora pred



Toplinska slika samovoznog PZO sustava

broju utjecajnih čimbenika:

- Način na koji je vozilo djelovalo u vrijeme prije promatranja, odnosno činjenica da je bilo izloženo vanjskom zagrijavanju, ima značajnog utjecaja na njegovu infracrvenu sliku (na primjer: pod kojim je opterećenjem motor radio prethodnih nekoliko minuta? Odnosno: koliko je vremena vozilo stajalo na suncu ili u blatu?).

- Priroda zemljišta i stupanj utvrđenos-

ciljatelja postavlja daleko veće zahtjeve nego dosadašnji način, zasnovan na optičkoj slici. Takav zaključak potvrđuje i iskustvo iz Zaljevskog rata. Većina nesretnih slučajeva ispaljenja na vlastita vozila dogodila su se noću ili u uvjetima slabe vidljivosti, baš onda kad su se koristili toplinski vizori.

Sigurno je da korištenje toplinskih vizora kod oklopnih vozila pred-

stavlja značajan korak naprijed u tehničkom i taktičkom smislu. No, jasno je da korištenje ovih uređaja u uvjetima noćne borbe zahtijeva visoku uvježbanost posade.

Kako bi se dobro protumačila infracrvena termovizionska slika, topnik-ciljatelj mora znati tipične obrise vozila, kao i obrise njegove unutarnje strukture, posebice položaj uređaja koji stvaraju toplinu (motor, ispust i ventilacijski otvor, smještaj grijajuća i sl.). Sustavno pripremljen materijal za izobrazbu i intenzivno vježbanje su potrebni da se upozna s mnoštvom oblika maskiranja infracrvene slike vozila. Ovo je dalje otežano pomanjkanjem potrebnih podataka o vojnoj opremi neprijatelja, pa se najčešće koriste slike koje predstavljaju demonstracijske modele. Na bazi onoga što je pokazao Zaljevski rat, izgleda da još štošta treba učiniti glede uvježbanja posade i topnika u tome kako identificirati vrstu vozila na temelju njegove infracrvene slike.

Koliko god pristupi konstruktora elektronici u vozilu i upravljanje paljbom bili "sustavni" i "koherentni", tijekom bitke će doći i do situacije gdje će slučaj, priroda neprijatelja ili ljudski čimbenik odigrati najvažniju ulogu. Stoga treba imati na umu da u tanku i drugom borbenom vozilu uvijek treba ostaviti mogućnost korištenja **pričuvnog sustava** koji nije ovisan o posljednjoj tehnološkoj generaciji, elektronici, ili toplinskoj slici. Sustavi neizravnog motrenja mogu biti ključni kad se posadu želi zaštititi od oštećenja vida uslijed djelovanja laserskih oružja, no potrebno je još dosta napora da se smanji fizička istaknutost takve opreme, jer, kako sada stvari stoje, sustav za upravljanje paljbom može se onemogućiti i uništiti snajperskom ili topničkom paljbom. Neizravni sustavi motrenja mogu ponekad dezorientirati posadu, a mogu i prouzrokovati mučninu kod onih koji ih koriste. Zbog svih tih razloga, a i zbog potrebe jednostavnog udvostručavanja sustava u cilju osiguranja pouzdanosti sustava tanka, sasvim je sigurno da će se i nadalje koristiti izravna optička sredstva za motrenje.

Literatura:

1. R. Pengelley: Tank fire control an entity no more?, IDR 9/88.
2. R. Hilmes: AFVs And Thermal Imagers, MILTECH 10/94.
3. B. Šipicki: Tankovski noćni ciljnici, Hrvatski vojnik br. 48/93.

Minobacač Mortar

LMB 82mm M93

Minobacač LMB 82mm M93 je pješačko podržavajuće oružje.

Služi za uništavanje pješaštva i tehničkih sredstava. Minobacač LMB 82mm M93 razvijen je iz minobacača LMB 82mm M69 s mogućnošću pojedinačnog okidanja.

Lako se rastavlja u tri dijela (cijev, postolje i dvo-nožac), te zbog toga omogućava brzu promjenu položaja.

Light mortar LMB 82mm M93 is a light-weight infantry support weapon. It is used for destruction of manpower and firing points. This model is developed from light mortar LMB 82mm M69 with single-shooting capabilities.

It can be dismantled in three sections: barrel with breech piece, bipod and base plate, what adds to maneuverability when changing the firing position.

TEHNIČKE OSOBINE

kalibar	82,14 mm
dužina cijevi	1.200 mm
težina minobacača	45 kg
elevacija	45° - 85°
horizontalno polje djelovanja	360°
brzina ciljanja	20-25 mina/min
min. domet	84 m
max. domet	6.225 m
max. tlak u cijevi	630 bara

TECHNICAL DATA

barrel caliber	82,14 mm
barrel length	1.200 mm
mortar mass	45 kg
elevation	45° - 85°
horizontal field of action	360°
Rate of fire	20-25 shells/min
min. range	84 m
max. range	6.225 m
max. bore pressure	630 bar



TACNAV

Američka tvrtka KVH Industries razvila je novi elektronički sustav namijenjen određivanju smjera i vođenju navigacije za OBV (oklopljena borbena vozila, engl. AFV-Armoured Fighting Vehicles), tj. borbena vozila pješaštva, oklopljene transportere, oklopljene automobile i izvidnička vozila. Prema tvrdnjama KVH, sustavi sličnih mogućnosti i značajki drugih proizvođača su i do deset puta skuplji od njihovog

Josip PAJK

Američko vozilo pješaštva Bradley s prikazanim razmještajom pokazivača vozača i zapovjednika.

1. **Pokazivač vozača kombinira magnetni azimut vozila s položajem i podatcima o orientacijskoj točki s GPS-a kako bi se dobili optimalni podatci za upravljanje za brze sinhronizirane manevre.**
2. **Pokazivač zapovjednika prikazuje sve podatke kao i pokazivač vozača uz azimut kupole radi lokalizacije cilja, za ponovne automatske akvizicije i orientacije na bojištu (što pomaže da se izbjegne pogodanje borbenih vozila iz svoje postrojbe)**



Sustav TACNAV (od TACtical NAVigation) koristi podatke o položaju vozila izmjerene satelitskim sustavom globalnog pozicioniranja PLGR (Precision Lightweight GPS Receiver), u kombinaciji s podatcima o kursu vožnje dobivenih iz elektroničkog kompasa vlastite proizvodnje, kako bi posadu opskrbio pouzdanim i točnim informacijama potrebnim za vožnju i navigaciju.

Sustav TACNAV sastoji se od pet podsustava:

- izdvojenog senzorskog podsustava (GPS i kompas),
- procesne elektronike,
- kutije s enkoderima za mjerjenje položaja kupole i
- upravljačko-prikazivačkih pultera zapovjednika i vozača.

Antena elektroničkog kompasa se obično postavlja na mjesto gdje je magnetska interferencija metalnih površina vozila najmanja (na vrhu kupole 1, npr.). Podaci o azimutu izmjereni magnetnim kompasom dovode se na procesnu elektroniku gdje se kombiniraju s podatcima o trenutačnom položaju kupole i podatcima s GPS-a. Na sklop za procesiranje se dovode i podatci s hodometra (sklopa za mjerjenje prijeđenog puta na temelju mjerena broja

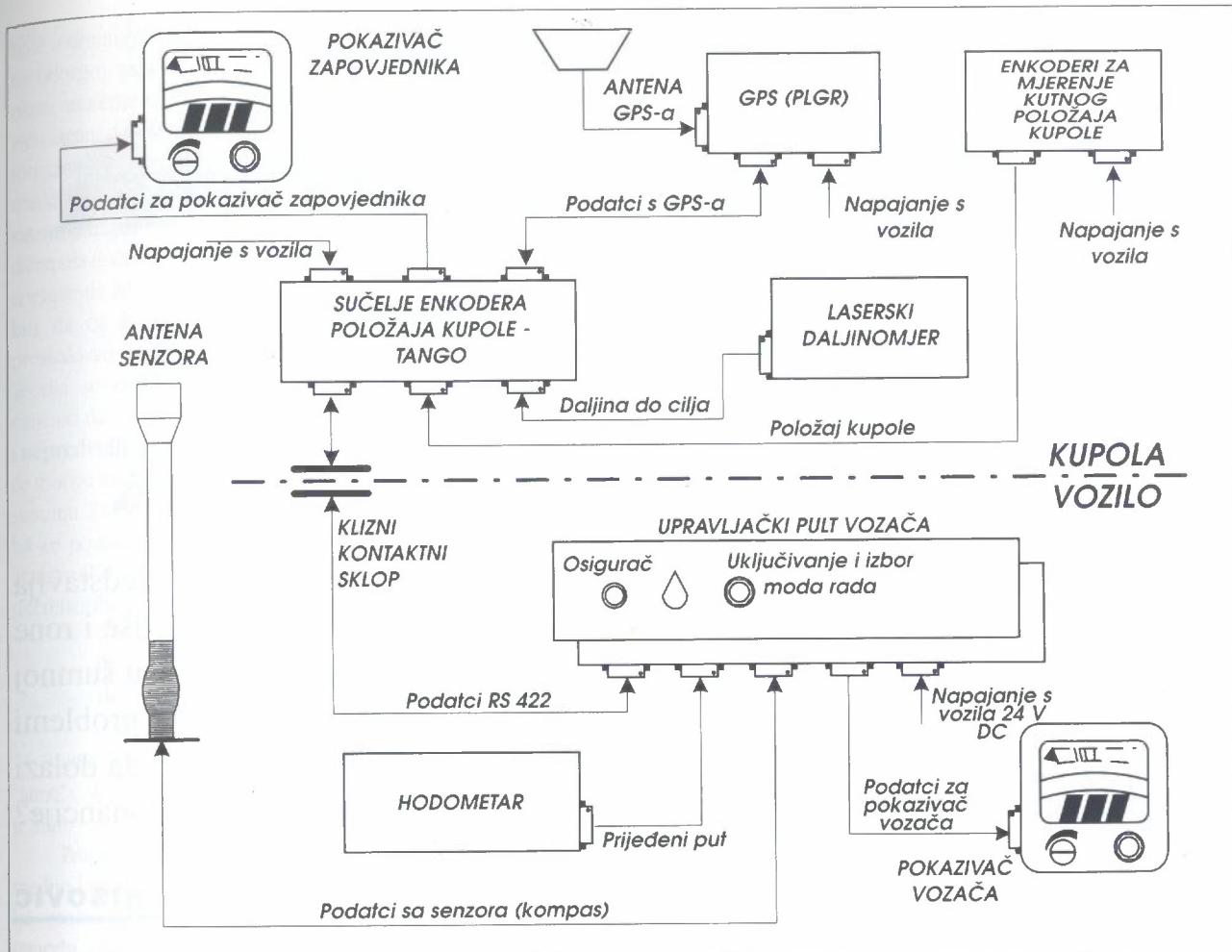
okreta kotača ili gusjenice).

Navigacija se sustavom TACNAV pojednostavljuje već i u modu rada samo s kompasom pomoću prikaza razlike između namještenog i stvarnog kursa (off-course display). U GPS modu je navigacija još jednostavnija jer se potreban kurs za dolazak u određenu točku stalno proračunava i prikazuje vozaču (steer-to display). Položaj i orientacija vozila mogu se očitati i tijekom mirovanja vozila. U slučaju da podatci s GPS sustava iz bilo kojeg razloga nisu dostupni, TACNAV ipak na temelju podataka s hodometra i magnetskog kompasa uspješno može omogućiti posadi kontinuirano praćenje vlastita položaja na temelju zbrojene navigacije. Prijelaz iz GPS u mod zbrojene navigacije je automatski i jedina promjena je pojava na pokazivačima označe "DR" (dead-reckoning).

U isto vrijeme prikazuju se dva podatka o azimutu: za kupolu i za vozilo, jer se enkoderima kontinuirano mjeri kutni položaj kupole u odnosu na uzdužnicu vozila.

Prema riječima proizvođača, ovakav kontinuirani dotok podataka o smjeru vozila i kupole omogućuje posadama više OBV obavljanje sinkroniziranih manevara. Budući da sustav radi u sprezi s ugradenim laserskim daljinomjerom, zapovjednik jednostavno može, na temelju podataka o azimutu i daljini do cilja te podataka o vlastitom položaju, dobiti proračunate koordinate cilja u mrežnom (georeferentnom) koordinatnom sustavu zemljovida. Sustavom TACNAV se, nadalje, zadnji izmjereni položaj cilja pamti, tako da se može vrlo jednostavno obaviti ponovni zahvat istog cilja ukoliko je on izgubljen npr. tijekom oštrog manevra vozilom.

Ostale značajke sustava su i jednostavan postupak samokalibracije sustava (vozač jednostavno napravi puni krug vozilom). Ovim se postupkom točnost mjerjenja elektroničkog toroidalnog "fluxgate" kompasa periodički (bez zastajanja i vanjske reference) dovodi na potrebnu razinu jer se time kompenzira najveći broj utjecaja koji su izvor



pogreški u mjerenjima magnetnim kompasom na oklopljenim vozilima.

Upravljačka kutija vozača sadrži sve potrebne elektroničke sklopove za obradbu signala s GPS-a, digitalno sklopovlje za kalibraciju sustava, obradbu ulaznih podataka s korisničkih panela, te jedan RS 422 full-duplex port za razmjenu podataka s drugim dijelovima sustava u okretnoj kupoli. U njemu se nalazi i sučelje za hodometar te modul zbrojene navigacije (dead-reckoning).

Na kutiju sa sučeljem za mjerjenje kutnog položaja kupole (turret-angle interface box, TANGO) dovode se direktno signali s PLGR prijamnika, enkodera relativnog položaja kupole i laserskog mjerača daljine, te obavlja obradbu i konverziju ovih podataka u podatke o pravom azimu-tu (kutnom položaju u odnosu na sjever) kako uzdužnice vozila, tako i kupole. Ovi se podatci ispisuju na pokazivaču zapovjednika. U sklopu TANGO obraduju se i podaci s laserskog mjerača daljine na temelju kojih se proračunavaju i prikazuju na pultu zapovjednika i podaci o smjeru i daljini, te mrežne koordinate cilja. TANGO je preko RS 422 povezana s pokazivačem vozača.

Samim pokazivačima vozača i zapovjednika su upravljeni od strane ugrađenog mikrokontrolera koji komunicira s ostalim dijelovima sustava preko RS422 serijske komunikacije. Pokazivači su oblikom isti i na njima se nalazi samo tropoložajna sklopka za izbor vrste prikaza i gumb za prilagođavanje stražnjeg osvjetljenja zaslona (back-

light). Na oba se pokazivača prikazuju isti podatci s time da se na pokazivaču zapovjednika ne prikazuje kazalo sa smjerom pogreške upravljanja (cross-track error) kojeg koristi samo vozač, no zato se na zaslonu koji koristi zapovjednik mogu prikazati trenutačni položaj vozila i položaj sljedeće točke u koju treba stići (waypoint), azimut kupole i podaci o ciljevima.

Američki Marinci (USMC) koriste digitalni kompas MV103 tvrtke KVH na svojim amfibijskim vozilima United Defense LP AAV7A1 još od 1988. godine. USMC su kasnije u uporabu uveli senzor MV103LAV iste tvrtke za svoja laka oklopljena vozila (8x8) kanadskog General Motorsa u sklopu svoje tzv. "Diesel Division" koja je sudjelovala i u Zaljevskom ratu.

Prije dvije godine tvrtka KVH je dobila ugovor za proizvodnju preciznih digitalnih kompasa s novom tehnologijom kompenzacije pogreške mjerjenja, namijenjenih za ugradnju na američka oklopljena vozila pješaštva tipa Bradley.

Tvrтku KVH je u novije vrijeme i švedska vojska odabrala kao proizvođača kompasa i navigacijskih sustava koji se ugrađuju na oklopljena vozila CV 90 Bofors/Hägglund.

1. Prema strukturi sustava na shemi isпадa da se antena ne može postaviti na kupolu, jer je spojena na upravljačku kutiju vozača koja se nalazi u vozilu, pa bi se signali trebali voditi preko kliznog kontaktne sklopke, što na shemi nije prikazano.

Blok shema sustava TACNAV

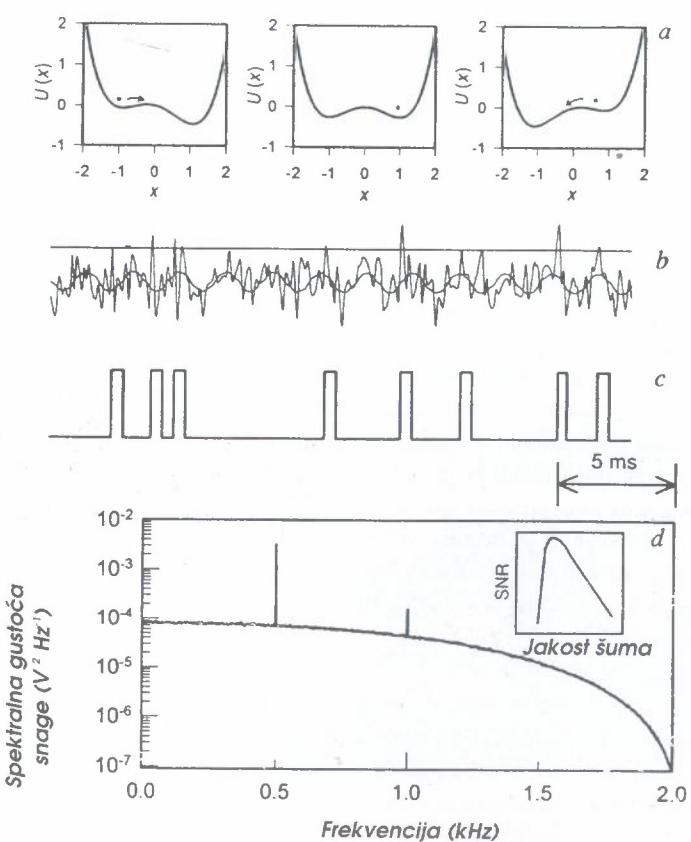
U SVIJETU ŠUMA

STOHAŠTIČKA REZONANCIJA

Problem otkrivanja cilja ili prijetnje pravodobno i s velike udaljenosti predstavlja jedan od ključnih problema vojne tehnologije. Podmornice se gibaju sve tiše i rone sve dublje, a ciljevi na kopnu i u zraku su sve manje uočljivi i utapaju se u šumnoj pozadini. Komunikacije su sve suptilnije i teško se presretaju. Ovi se problemi pokušavaju riješiti sa sve više sofisticirane elektronike i računala ali čini se da dolazi do zasićenja. Da li se rješenja ovih problema naziru u vidu stohastičke rezonancije?

Dubravko RISOVIĆ

Slika 1. a) bistabilni potencijal slabo moduliran s periodičnim signalom. b) najjednostavniji slučaj stohastičke rezonancije: prag (prikazan ravnom crtom), slab sinusoidalni signal čija je jakost ispod praga, i dodani Gaussov šum. Svaki put kad signal+šum nadidu prag javlja se izlazni signal prikazan na c) sa spektrom snage pokazanim na d) i umetnutom krivuljom odnosa S/N



elektronici je u većini slučajeva šum nepoželjna riječ, premda se javlja i u najpažljivije dizajniranim komponentama. Promjene u razini zračenja ili temperaturi okoline prouzrokuju slučajno, nepredvidivo gibanje elektrona koje rezultira u promjenama napona koje se općenito nazivaju "šum". Naziv se udomaćio u svim domenama elektronike, iako je izvorno povezan s početcima radiodifuzije kad su se stohastičke promjene napona doista manifestirale kao šuštanje, zviždanje i šumovi u eteru. Novija su istraživanja pokazala da šum može biti koristan, dapače imati konstruktivnu ulogu u detekciji slabih periodičnih signala te tako biti kritičan za prijenos informacija. U suštini on može pojačati inače vrlo slabi signal iznad praga otkrivanja. Ovaj fenomen, poznat kao *stohastička rezonanca* postao je tijekom proteklih godina predmetom intenzivnih istraživanja, a pokazalo se da igra značajnu ulogu u mnogim različitim pojavama počevši od periodične pojave ledenog doba pa do neuronske komunikacije.

Stohastičku rezonanciju možemo najlakše shvatiti ako se poslužimo jednostavnom mehaničkom analogijom: npr. kuglicom smještenom u karton za jaja. Kuglica se nalazi u jednoj udubini i ako karton lagano ritmički ljuljamo naprijed-natrag ona će se kotrljati po udubini. Ovo ritmičko ljuljanje možemo shvatiti kao slabi periodični signal. Ako se gibanje kuglice može otkriti samo kad ona preskoči iz jedne udubi-

bine u drugu (npr. ako gledamo karton sa strane a ne odozgo), tada će slaba periodična sila (signal) ostati neotkrivena. Dodamo li ovom sustavu šum u vidu laganog trešenja kartona gore-dolje očekujemo samo još nepravilnije gibanje kuglice i u biti maskiranje "signala". U stvarnosti će učinak biti sasvim drukčiji: povremeno će "šum" i slaba periodična sila doći u rezonanciju i dati kuglici dovoljno energije da iskoči iz udubine. Ukupni rezultat će biti da će kuglica naizgled posve **slučajno** preskakivati iz udubine u udubinu. (Slika 1a) Teorija se stohastičke rezonancije temelji na činjenici da ovo preskakanje nije sasvim **slučajno** i **nepredvidljivo**: vjerojatnost da kuglica iskoči bit će mnogo veća ako je periodična sila u svom maksimumu. Dakle vremensko ponašanje preskakanja bit će povezano s periodom slabe sile (signala). Matematički se to ponašanje može modelirati s diferencijalnom jednadžbom:

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{dU}{dx} + F(t) + A \sin(\omega t) \quad (1)$$

gdje je U potencijal (dubina udubine ili "jame"), $A \sin(\omega t)$ je slab periodični signal a $F(t)$ je šum.

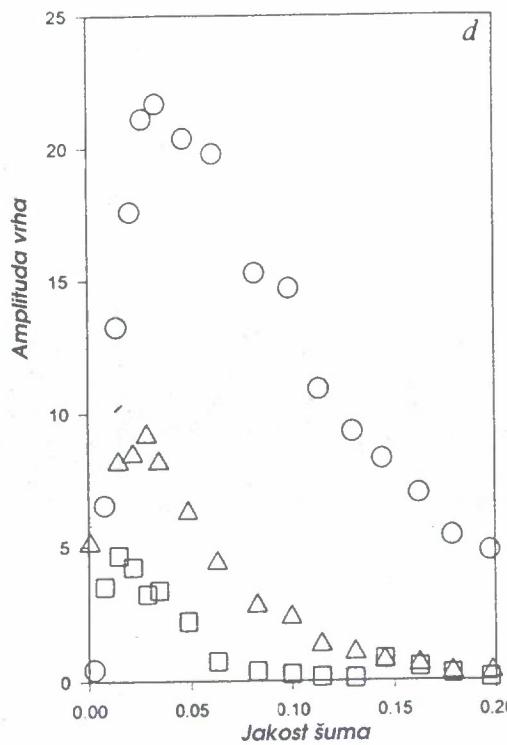
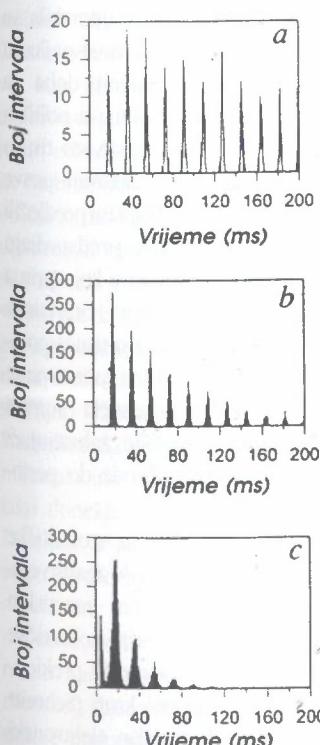
Pritom je temeljna značajka sustava (koja je ujedno i zajednička za sve sustave u kojima se javlja stohastička rezonancija) nelinearna veza između ulaza (slaba periodična sila) i izlaza (preskakanje kuglice). To znači da za razliku od linijskih sustava koji uvijek daju izlaz proporcionalan ulazu, ovi sustavi ne daju nikakav izlaz kad ulazni signal padne ispod neke razine - praga. U takvim nelinearnim sustavima slučajni šum preko fenomena stohastičke rezonancije može pojačati vrlo slabe signale i izdici ih iznad praga detekcije. Pritom stohastičku rezonanciju ne treba

pomiješati s tehnikom "dithering" u kojoj se nekom samoregulirajućem sustavu (npr. žiroskopu) namjerno nameće periodična prisila kako bi se nadišlo "mrtvu zonu" u dinamičkom ponašanju.

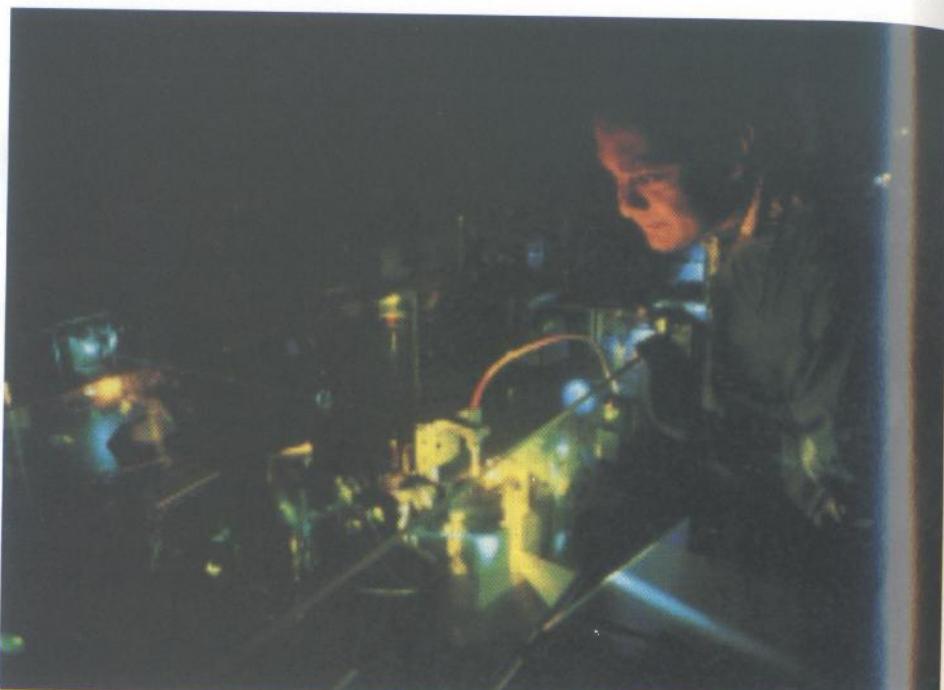
Fenomen stohastičke rezonancije se javlja i u biološkim sustavima kod modela neuronske veze. U tom se modelu stalni ulazni signal (stimulans) integrira sve dok se ne dosegne određeni prag nakon čega se neuron aktivira ("okine") i resetira "integrator" na nulu.

Najjednostavniji sustav koji pokazuje fenomen stohastičke rezonancije se sastoji od praga, signala koji je ispod praga i dodanog šuma (Slika 1b). Kad god signal + šum priđu prag u jednom smjeru javlja se uski signal na izlazu (Slika 1c). Stupanj korisnosti u pojačanju signala ovisi kako o količini slučajnog šuma: ako je premašilo šuma signal se dovoljno ne pojačava, a ako šuma ima previše on nadjačava i pojačani signal. Poboljšanje se naravno mjeri odnosom signal/šum. Dakle postoji optimalna razina šuma koja prenosi maksimum korisne informacije (signala). Odnos signal/šum se dobiva iz spektra snage koji u suštini predstavlja zastupljenost pojedine frekvencije u vremenskom slijedu. Tipičan rezultat pokazan je na slici 1d, koja pokazuje spektar snage dobiven iz numeričke simulacije opisanog sustava. Signal se vidi kao jasan vrh na širokopojasnoj pozadini šuma. Odnos signal/šum (S/N) predstavlja odnos jakosti tog vrha u odnosu na razinu pozadine. Sve teorije stohastičke rezonancije (model bistabilnog potencijala, model pobude neurona i jednostavni model praga) daju istu opću formulu za odnos signal/šum pri stohastičkoj rezonanciji:

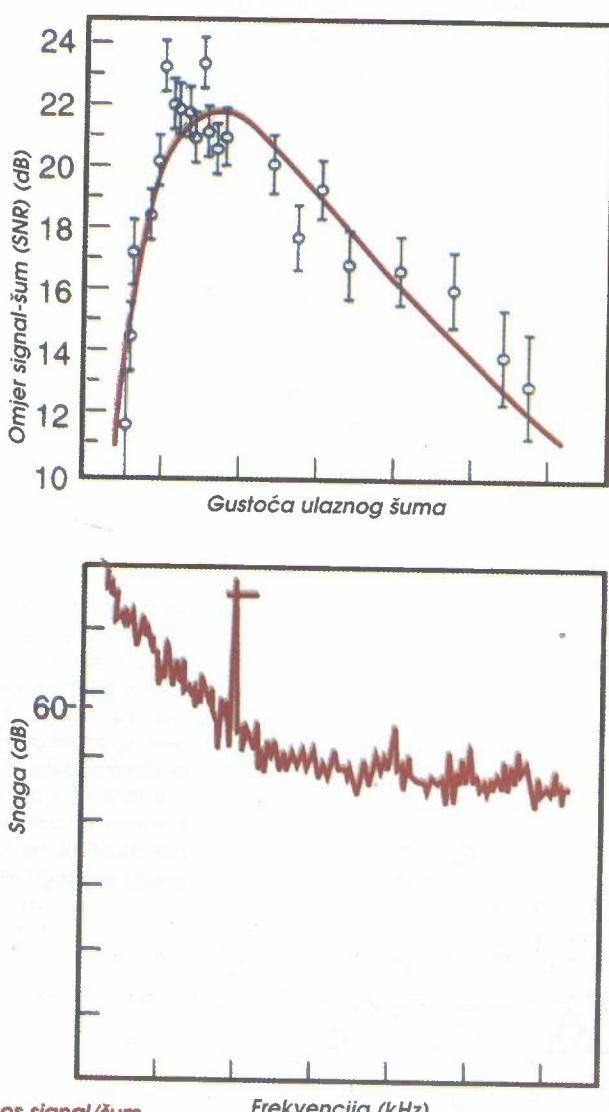
$$\frac{S}{N} \propto \left(\frac{\epsilon \Delta U}{D} \right)^2 e^{-\Delta U/D} \quad (2)$$



Slika 2. a)-c) Intervalni histogrami izmjereni na elektronskom Fitzhugh-Nagumo neuronskom modelu u ovisnosti o porastu šuma. d) ponašanje amplituda vrhova višeg reda s porastom jakosti šuma za bistabilan sustav. Kružići, trokutići i kvadratići predstavljaju podatke za vrh prvog, drugog i trećeg reda



Slika 3. Spektar snage izlaza prstenastog lasera



Slika 4. Odnos signal/šum jasno pokazuje pojavu stohastičke rezonancije

ϵ je jakost ulaznog signala, D je jakost ulaznog šuma a ΔU je konstanta povezana s visinom barijere odnosno praga.

Značajka stohastičke rezonancije je da je odnos S/N jednak nuli bez dodatog šuma (tj. bez

šuma nema prelaska praga i nema izlaznog signala) zatim se naglo diže do maksimuma za neku optimalnu jakost šuma te zatim pada (umetnuta slika na sl.1d). Detaljni oblik ove krivulje ovisi o frekvenciji signala i nekim drugim parametrima.

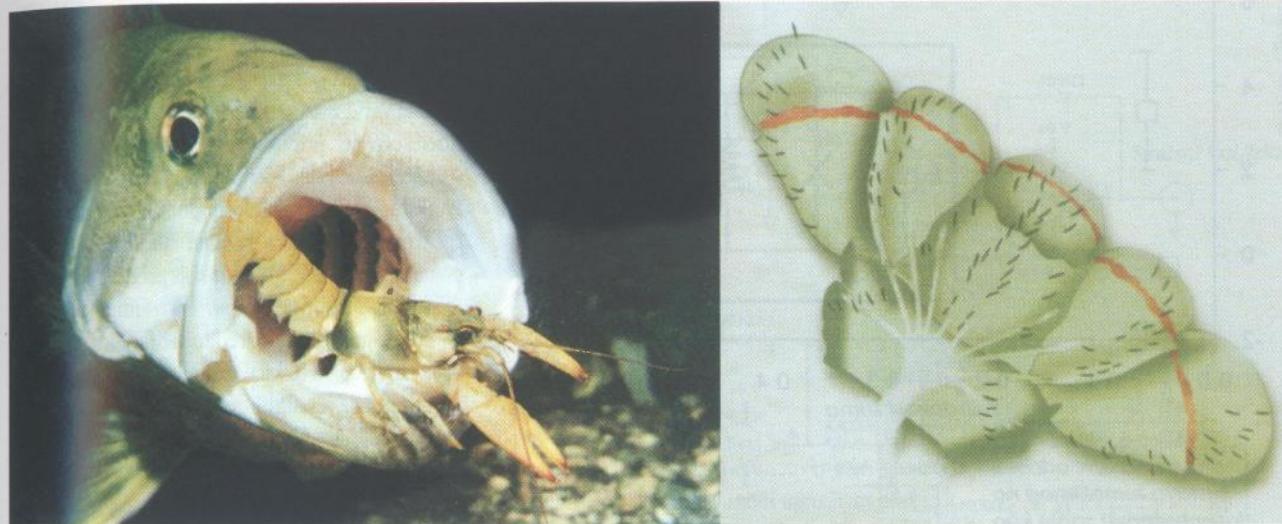
Iako je spektar snage najraširenja mjeru koherencije, nije i jedina moguća. Alternativa je raspodjela vjerojatnosti rezidentnog vremena pokazana na slici 2a-c koja je u eksperimentalnoj biologiji poznata kao "interspike interval histogram". U slučaju malog šuma vrhovi su jako razmaknuti a zgušnjavaju se za slučaj jačeg šuma. Ovakva kvalitativna slika histograma je vrlo česta, ali sama po sebi nije znak stohastičke rezonancije, koja se može povezati s drukčijim ponašanjem prikazanim na slici 2d, gdje se vidi da amplitude vrhova nižeg reda s pojačavanjem šuma prolaze kroz pojedinačne maksimume.

Pojam stohastičke rezonancije uporabila su prvi put 1981. godine tri talijanska znanstvenika za objašnjenje periodične pojave ledenih doba na Zemlji. Iako se ledena doba pojavljuju u prilično pravilnim razmacima (približno svakih sto tisuća godina) izgleda da njihovu pojavu izazivaju posve slučajni događaji. Benzi, Sutera i Volpiani predložili su teoriju po kojoj "šum" koji predstavlja godišnje fluktuacije u količini topline koju prima Zemlja može pojačati učinke orbitalnih poremećaja koji se javljaju svakih sto tisuća godina, a koji sami po sebi nisu dovoljni za izazivanje ledenog doba. Dakle snažan stohastički "šum" i slabi periodični poremećaji orbite zahvaljujući pojavi stohastičke rezonancije dovode do periodične pojave ledenog doba.

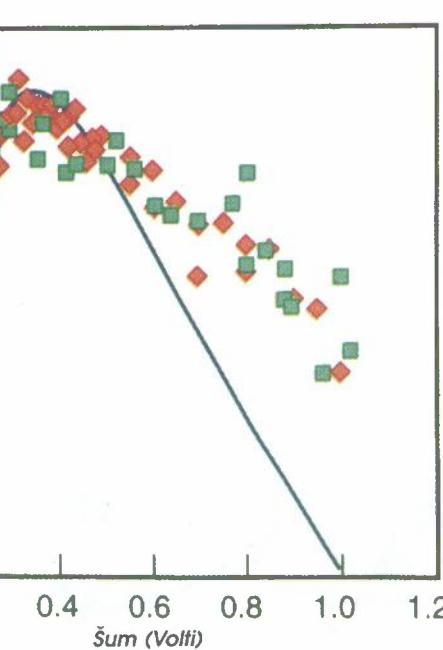
Nakon ove teorije koncepcija stohastičke rezonancije počela je zanimati sve više znanstvenika i samo dvije godine kasnije tim francuskih istraživača potvrdio je temeljnju teoriju stohastičke rezonancije koristeći šumni elektronski preklopnik poznat kao Schmittov okidni krug (Schmitt trigger). Oni su pokazali da slučajan elektronski

šum doista pojačava slabe periodične okidne signale u krugu. No koliko god ovaj eksperiment bio poseban, predmet stohastičke rezonancije je tijekom idućih pet godina zanemaren. Ponovno je otkriven u svezi s prstenastim laserom 1988. godine. U ovom laseru zrcala reflektiraju laserski snop tako da se on kreće u krugu, odnosno zatvorenoj petlji. Laserski se snop može kretati u smjeru kazaljki na satu ili u suprotnom smjeru. Pri uključenju lasera jednako su vjerojatna oba smjera. Matematički sustav sliči jednostavnom primjeru s

grafičkom prikazu frekventnog spektra pravilna se komponenta vidi kao vrh na frekvenciji signala, dok slučajan šum prekriva široko područje frekvencija. (Slika 3) Odnos signal/šum je i u ovom slučaju omjer visine vrha signala i pozadine. Promatranjem odnosa signal/šum pri promjeni gustoće ulaznog šuma jasno se uočava stohastička rezonancija: odnos signal/šum je maksimalan za određenu gustoću šuma. Prema tome povećanje šuma u danom području povećava odnos signal/šum! (Slika 4)

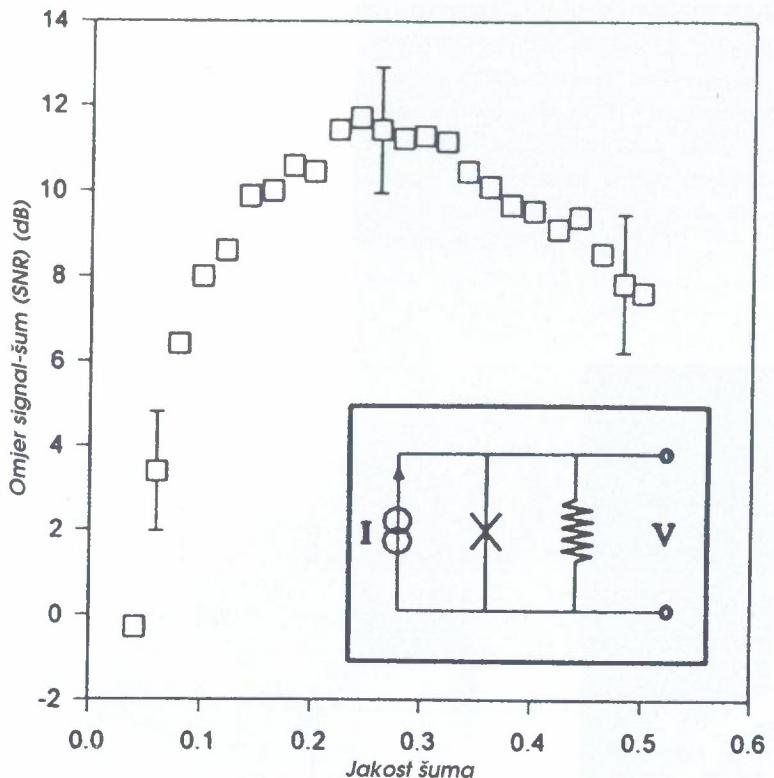


početku priče: lasersko svjetlo predstavlja kuglicu, a mogući smjerovi kretanja snopa potencijalne jame. Jednom kad laser radi slučajne perturbacije mogu dovesti do promjene smjera vrtnje laserskog snopa. Promjena smjera laserskog snopa se može ostvariti tzv. akusto-optičkim modulatorom, uređajem koji stvara stojne akustičke valove. Ovisno o frekvenciji ovih valova, koja se može nadzirati elektronski, svjetlo preferira jedan određeni smjer kretanja. Da bi se dobio signal, periodični je modulirana frekvencija stojnih valova, no pritom se pazilo da je taj signal nedovoljno jak da sam po sebi izazove promjene u smjeru laserskog snopa. Zatim je na taj slab signal dodan šum, koji dodatno posve slučajno modulira frekvenciju stojnog vala. Posljedica takvog aranžmana bila je da je svjetlo mijenjalo smjer kruženja više-manje nepredvidivo iako donekle u skladu s periodičnim signalom. Detektor izvan prstenastog lasera registrirao je smjer kruženja suprotno od kazaljke na satu, dajući time vremenski slijed prekapčanja koji je uključivao kako pravilnu tako i slučajnu komponentu. Kao što smo vidjeli spektar snage ovog vremenskog slijeda daje dobru mjeru sadržaja informacije prekapčanja u odnosu na vlastiti šum. U



Ovo je otkriće rezultiralo pravom eksplozijom interesa za fenomen stohastičke rezonancije, pa je ona otkrivena u cijelom nizu fizikalnih sustava, uključujući elektronske krugove, lasere, supervodljive uređaje s kvantnom interferencijom (SQUID) i druge. Najnovija istraživanja ukazuju da stohastička rezonanca igra ključnu ulogu u biološkim osjetilnim sustavima. To i nije tako neočekivano ako znamo da je glavna zadaća osjetila upravo otkriti pravi signal u moru šuma. Jedan od najjednostavnijih a istodobno i najdjelotvornijih sustava bioloških osjetila su mehanoreceptorske stanice koje se nalaze u repnoj lepezi

Slika 5. Rezultati pokusa s mehanoreceptorma raka (puni kvadratići) u usporedbi s elektronskom Fitzhugh-Nagumo simulacijom (prazni kvadratići) i jednadžbom (2) (puna crta). Vječita raspodjela u konfliktnoj situaciji - onaj koji napada i onaj koji je napadnut. Ono što vrijedi u biološkim sustavima (a time i u tehničkim) je pravodobno rano upozorenje na nadolazeću prijetnju. Da je riječ o učinkovitom sustavu za rano upozorenje (obrambenom sustavu) dokazuje i podatak da su spomenute vrste rakova široko rasprostranjene u moru i spadaju u jednu od najstarijih vrsti



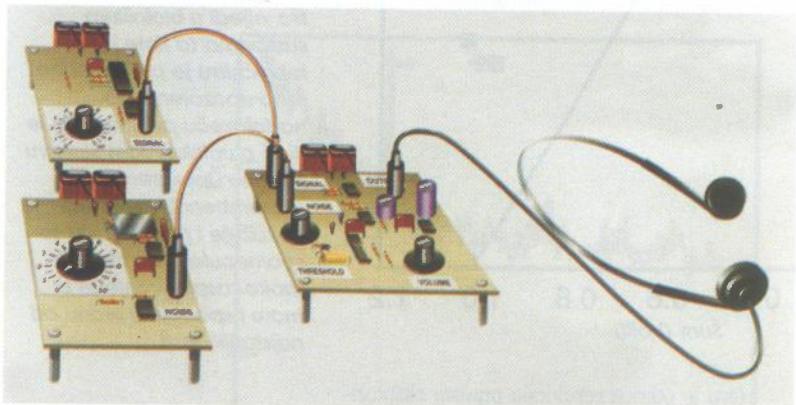
Slika 6. Numerička simulacija S/N odnosa sustava temeljenog na Josephsonovu spoju kao nelinearnom elementu

običnog raka (*Procambarus clarikii*). Ove stanice, koje završavaju finim dlačicama dugačkim 25–100 mikrometara, služe za otkrivanje slabih i vjerojatno periodičnih vodenih gibanja kakve generira mahanje repa ribe grabežljivca. Ove stanice služe kao sustav za rano upozoravanje po svojoj funkciji identičan onima kakvi se nalaze na suvremenim zrakoplovima. A da je taj sustav i učinkovit dokazuje da su spomenute vrste rakova široko rasprostranjene u moru i jedna od najstarijih vrsti. Sustav djeluje vrlo jednostavno: kad se dlačice pomaknu generiraju živčani impuls koji traje oko 200

dlačica, tako da nema drugih potencijalno vrlo složenih neuroloških signala. Nadalje čini se da osjetilni neuroni djeluju kao detektori praga; ispod stanovite razine gibanja dlačice ne daju živčane impulse. U pokusu koji je izveden na sveučilištu u St. Luisu, Missouri, znanstvenici su izdvjajali repnu lepezu raka s brojnim dlačicama, živce i ganglion i postavili ih na pomican nosač u spremniku s slanom vodom. Postavljanjem mikroelektroda pomno su pomicanjem pojedinih dlačica točno utvrdili koja dlačica aktivira koji neuron. Nakon toga elektromehanički su pomicali cijeli sklop s repnom lepezom kroz vodu. Pri periodičnom gibanju naprijed-natrag (koje simulira gibanje vode izazvano periodičnim gibanjem repa ribe koja se približava) izmjerena je naizgled slučajan uzorak oštih signala u neuronu. Pretvaranje u pravokutne impulse i izračunavanje spektra snage dalo je rezultat sličan onome kod prstenastog lasera: uski vrh koji predstavlja periodični signal superponiran na šum pozadine. Odnos signal/šum određen iz spektra snage pokazao je da su dlačice iznimno osjetljive. Većina stanica mogla je otkriti periodična gibanja koja su imala amplitudu od samo 10 nanometara (tj. stotisuci dio milimetra)! U pokusu je zatim gibanje naprijed natrag toliko usporeno da je imitiralo samo po sebi nezamjetljivo prikradanje grabežljivca, pa je onda na to dodan slučajan šum kojem je imitirao šum okoline u kome rakovi normalno žive (ispod stijena uz protjecanje vode). Razina šuma je pojačavana uz bilježenje odnosa signal/šum. Rezultat koji je pokazan na slici 5 pokazuje tipično počinjanje stohastičke rezonancije. Ti se rezultati poklapaju s elektronskom simulacijom Fitzhugh-Nagumo neuronskog modela. Razlike koje se javljuju daju se protumačiti s razlikama u biološkom i simuliranom električnom sustavu.

Posev je lako moguće da je stohastička rezonancija uobičajena pojava u senzornoj biologiji. Praktički svi senzorski sustavi djeluju kao detektori praga, a baš opisani mehanizam u rakova demonstrira da se učinkovitost detekcije slabih signala može pojačati dodatkom vanjskog šuma. To je očita prednost u šumovitom okruženju, ali može biti od koristi i tamo gdje nema vanjskog šuma ili je on minimalan. Neuroni, naime, mogu imati i visoku razinu internog generiranog šuma, i nije nelogično pomisliti da takav sustav s na prvi pogled neželenim izvorom šuma ima zapravo svršishodnu namjenu. No do danas je to još otvoreno pitanje: pokusi još nisu doveli do konačnog zaključka o ulozi internog generiranog šuma u pojačanju slabih signala.

Danas se glavnina istraživanja vezanih uz stohastičku rezonanciju provodi u biološkim znanostima. No ni fizika nije još rekla posljednju riječ o tom fenomenu. Posebice je interesantno pitanje da li se stohastička rezonancija javlja i na kvantnoj razini. Novija istraživanja indiciraju da je tome doista tako, iako razumljivo pod drukčijim uvjetima nego u makroskopskom svijetu kakav npr.



Slika 7. Crtić elektronskog sklopovlja za simulaciju stohastičke rezonancije

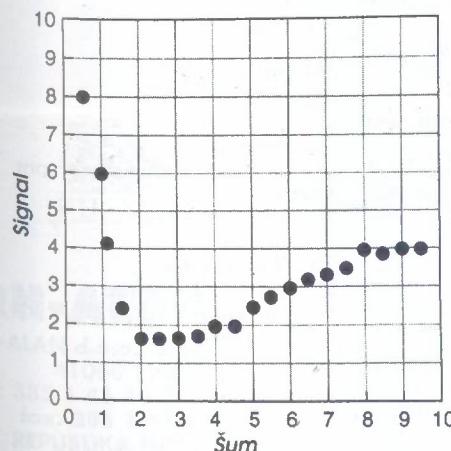
mikrosekundi i ima amplitudu od oko 100 mV. Taj impuls putuje živčanim vlaknem do ganglijskog čvora pri vrhu repne lepeze. Ovaj ganglijski čvor je prava sabirnica: u njemu se sastaje više od 200 neurona zajedno s njihovim vezama, a predstavlja prvi stupanj u obradi informacija prikupljenih od dlačica, te služi za donošenje temeljne odluke – aktiviranje refleksa bijega.

Ovakav sustav je vrlo pogodan za proučavanje: neurološka anatomija sugerira da sustav samo prenosi živčane impulse koje proizvodi micanje

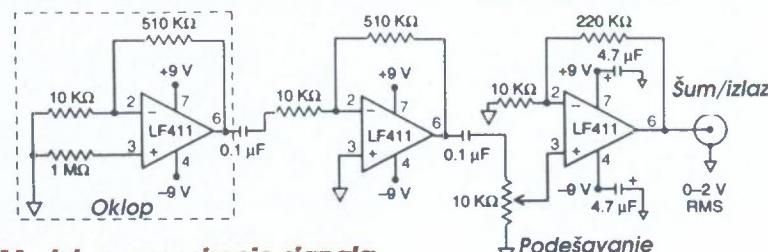
predstavlja opisani prstenasti laser. I ovdje se problem može vizualizirati s dvjema potencijalnim jamama (to npr. mogu biti dva stabilna položaja unutar kristalne rešetke). No u kvantnom sustavu se može pojavit u prijelaz preko barijere koja razdvaja te dvije potencijalne jame i još jedan isključivo kvantno-mehanički učinak, a to je tzv. "tuneliranje" pri kojem je moguće prolaz kroz barijeru koja odvaja dvije potencijalne jame. Pojave tuneliranja se obično ispituju na ekstremno niskim temperaturama bliskim apsolutnoj nuli (-273.16°C), a ulogu periodičnog signala igra vrlo slabo elektromagnetsko polje. Rezultati koji se pritom dobivaju upućuju na pojavu stohastičke rezonancije.

Zanemarimo li male razlike zapanjujuće je kako jedan relativno jednostavan stohastički proces prožima različita područja znanosti: lasersku tehnologiju, osjetilnu biologiju, geofiziku i kvantu mehaniku. Osim znanstvenog interesa u mnogim se područjima nalaze tehničke primjene. Jedna od primjena je i optimiranje stohastičke rezonancije sa ciljem otkrivanja vrlo slabih periodičnih magnetskih polja u (magnetski) šumnoj okolini. Posebni potencijal za primjenu stohastička rezonacija ima u području medicine, gdje su brojne fiziološke funkcije karakterizirane sa slučajnim fluktuacijama šuma, a mogu opisati modelom osjetilnog praga. Mnogi su poremećaji živčanog sustava karakterizirani s povećanim osjetilnim pragovima, što rezultira sa smanjenim neuronskim djelovanjem. Tako je npr. kod starijih ljudi čest poremećaj u hodu i održavanju ravnoteže, uzrokovani baš povećanjem praga osjetljivosti u odgovarajućim receptorima - neuronima koji detektiraju pomak, kut i brzinu pojedinih udova. Dodavanje stohastičkog šuma slabim neuronskim signalima koji leže ispod praga, odnosno razine potrebne za aktiviranje receptora moglo bi pojačati te signale i uspostaviti normalnu funkciju. Na taj bi način možda bilo moguće, putem "neuralnog šuma" poboljšati pacijentovu lokomotornost i osjećaj ravnoteže.

Osjetljivost sinusoidalnog signala frekvencije 660 Hz je najoptimalnija kad je razina šuma na bročaniku postavljena između 2 i 5, pri čemu signal nemora biti velike jakosti kako bi se mogao čuti

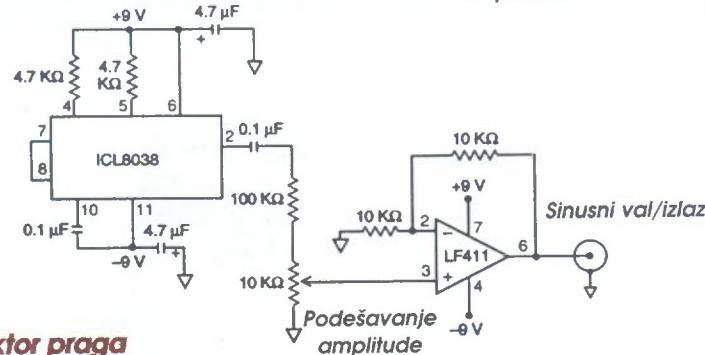


Modul za generiranje šuma

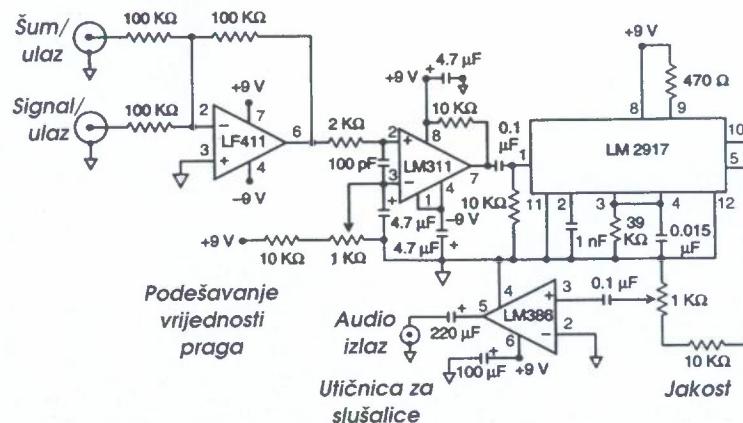


Spojna shema

Modul za generiranje signala



Detektor praga



Slika 9. Spojna shema elektronskog sklopovlja za simulaciju stohastičke rezonancije

Fizičari Georgia Institute of Technology ispituju mogućnosti koje bi stohastička rezonanca mogla imati u poboljšanju svojstava detektora s okidnim pragom. U praksi svi detektori imaju minimalan prag osjetljivosti: ulazi manji od praga su "nevidiljivi". Zato je tradicionalan pristup dizajnu detektora maksimalno smanjiti ovaj prag. No u jednom trenutku ovaj cilj postaje ili nepraktičan ili preskup. Ekonomična bi alternativa bila da se za danu vrijednost praga doda dovoljno šuma da bi detektor radio na optimalnom dijelu krivulje odnosa S/N. Primjer stohastičke rezonancije u takvom uređaju s pragom pokazan je na slici 6. Odnos S/N generiran je numeričkom simulacijom uređaja koji koristi supervodljivi Josephsonov spoj kao nelinearan element.

Uzmemo li u obzir potencijal koji stohastička rezonanca daje u vojnom pogledu, počevši od detekcije slabo izraženih ciljeva u optičkoj odnosno infracrvenoj domeni, preko detekcije slabih elektromagnetskih i akustičkih signala u šumnoj okolini, jasno nam je da će u godinama koje dolaze stohastička rezonanca sasvim sigurno zauzeti važno mjesto ne samo u raznim područjima znanosti, medicine i tehnologije, nego ponajprije baš u domeni vojne tehnologije.



FUZE UT M93



UPALJAC UT M93

1. Kratak opis

Upaljač UT M93 je udarnog, trenutačnog djelovanja, mehaničkog tipa. Upaljač djeluje samo pri udaru u prepreku.

Brief description

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

2. Namjena

Upaljač UT M93 namijenjen je za kompletiranje svih trenutačnih mina kalibra 60 mm i 82 mm.

Purpose

Fuze UT M93 completes all HE mortar bombs 60 mm and 82 mm.

3. Sigurnost

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

Safety

Safety is ensured by discontinued initiating charge. Main safety system is ball constructed.

4. Vrste djelovanja

Trenutačno

Nature

Impact

5. Zahtjevi armiranja

Obavlja se inercijskom silom na udaljenosti 1.5 m ispred usta cijevi.

Arming requirements

Arming is based on inertial force, at a distance of 1.5 m in front of the muzzle.

6. Sigurnost pri padu

Safe height of falling
1.5 m

7. Sigurnost ispred usta cijevi

min. 1.5 m
Muzzle safety distance
min. 1.5 m

8. Temperaturno područje rada

od -30°C do +50°C

Operational temperature range
-30°C to +50°C

9. Hermetičnost

Upaljač je hermetičan u vodi do 0.2 m dubine.

Impermeability

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

10. Sigurnost pri transportu

Upaljač je siguran pri svim vrstama transporta.

Safety during transportation
Completely safe.

11. Masa

190 g

Weight

190 g

12. Remont

Upaljač je pogodan za remont.
Repair
Fuze is repairable.

13. Skladištenje

10 godina minimalno.
Safe-keeping
10 years min.



RH-ALAN d.o.o.

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

1. Kratak opis

Upaljač UTIU M72B1 je gornji, mehanički upaljač, trenutačnog, inercijalnog i usporenog djelovanja. Izbor djelovanja vrši se okretanjem slavine i skidanjem kapice.

Brief description

Fuze UTIU M72B1 is upper, mechanical fuze, instantaneous, inertial and delayed-activated. The delay can be set by the usual turn screw of the side of the fuze and by taking off the safety nose-cap.

2. Namjena

Upaljač UTIU M72B1 namijenjen je za kompletiranje trenutačno-fugasnih granata kalibra 76, 85, 100, 122, 130, 152 mm.

Purpose

Fuze UTIU M72B1 completes the 76, 85, 100, 122, 130, and 152 mm HE shells.

3. Sigurnost

Zadovoljava uvjete standarda MIL - STD - 1316 B

Safety

According to MIL - STD - 1316 B

4. Vrste djelovanja

Trenutačno, inercijsko, usporeno (0.02 - 0.05 s)

Nature

Instantaneous, inertial and delayed (0.02 - 0.05 s)

5. Zahtjevi arimiranja

Minimalno ubrzanje 2500 g i rotacija 3000 okretaja/min.

Arming requirements

Acceleration 2500 g and rotation 3000 turns per minute.

6. Sigurnost pri padu

3 m

Safe height of falling

3 m

7. Sigurnost ispred usta cijevi

min. 10 m

Muzzle safety distance

min. 10 m

8. Temperaturno područje rada

od -30°C do +50°C

Operational temperature range

-30°C to +50°C

9. Hermetičnost

Upaljač je hermetičan

Impermeability

Fuze is impermeable.

10. Sigurnost pri transportu

Upaljač je siguran pri svim vrstama transporta.

Safety during transportation

Completely safe.

11. Masa 420 g

Weight 420 g

12. Uvjeti okoline

Ispitivanje prema MIL - STD - 331 A

Environmental conditions

Testing according to MIL - STD 331 A

13. Skladištenje

15 godina minimalno.

Safe-keeping

15 years min.

14. Ostale mogućnosti

Upaljač s dodatkom adaptera može se koristiti na streljivu kalibra 105 i 155 mm sa standardima NATO navojem 2"

Miscellaneous

Fuze with additional adapter can be used for ammunition 105 mm and 155 mm with standard NATO thread 2"

UPALJAČ UTIU M72B1



FUZE UTIU M72B1



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

Naš je svijet naseljen velikim brojem strojeva, neživih jedinki koje čovjek sastavlja od komponenti koje je također sam izgradio. Naši automobili, računala, telefoni, tosteri i izvijači su daleko brojniji od nas samih. No strojevi, iako brojniji, nisu sposobni reproducirati se bez utjecaja čovjeka. Do sada.

U 21. stoljeću znanstvenici će vjerojatno promovirati novu proizvodnu strategiju temeljenu na strojevima i tvorivima koji će doslovce sami sebe

nakomjerno ravna i glatka. Ovakav postupak je jefтинiji od ravnjanja i poliranja stakla dobivenog drugim tehnološkim postupcima, kojima je nemoguće postići kakvoču površine kao kod plitajućeg stakla. Na sličan se način klasičnim metodama proizvodnje ne može točno specificirati položaj atoma silicija i primjesa u strukturi poluvodičkih kristala. Konstrukcija kristala iz rastopljene silicijске smjese diktirana je termodinamičkim načelima, a ne čovjekovim utjecajima.

Ovi primjeri prikazuju potencijalne

Tehnologije 21. stoljeća

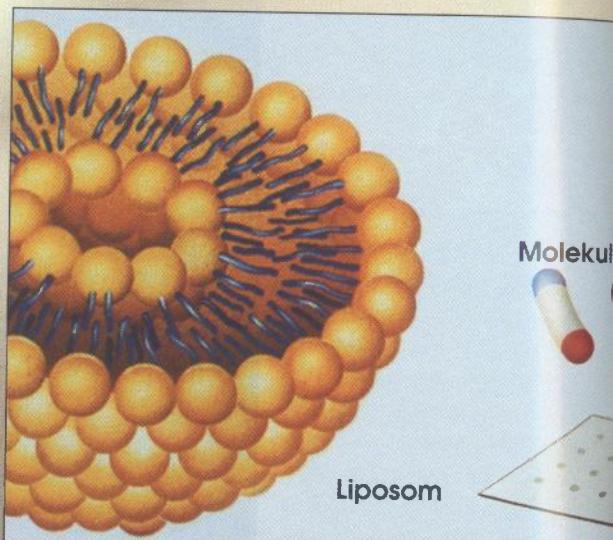
SAMOIZGRAĐUJUĆA

Složeni minijaturni strojevi budućnosti ne će se više moći izgraditi istim tehnologijama i metodama koje se danas primjenjuju: oni će se izgradivati uglavnom samostalno

Josip PAJK

izgradivati. Pojam samoizgradnja (self-assembly) možda je lakše opisati onim što nije. Proces samoizgradnje je onaj u kojem čovjek nije aktivno uključen, u kojem se atomi, molekule, skupine molekule i komponente same sastavljaju u uređene funkcionalne cjeline bez ljudskog utjecaja. Suprotno tome, većina poznatih metoda proizvodnje uključuje značajan stupanj ljudskog upravljanja. Mi, ili strojevi kojima upravljamo, nadziremo velik broj ključnih čimbenika u proizvodnji i sastavljanju strojeva. Samoizgradnja pak isključuje ljudski utjecaj iz procesa izgradnje. Ljudi mogu dizajnirati proces, i pokrenuti ga, no jednom započet on se samostalno razvija prema unutarnjem planu, ili prema nekom energetski stabilnom stanju, ili prema sustavu čiji su oblik i funkcija već upisani (kodirani) u njegovim dijelovima.

Koncepcija samoizgradnje nije nova. Inspirirana je prirodom, gdje se jedinke jednostavne kao npr. kišne kapi, ili složene kao stanice živih organizama, izgrađuju prema fizikalnim zakonima ili prema instrukcijama uključenim u njihovim čimbenicima (vidjeti tekst u okviru). Samoizgradnja se, u određenom obliku, primjenjuje i u svakodnevnoj proizvodnji. Većina stakala za prozore proizvodi se postupkom u kojem otopljeni staklo puta na površini otopljeni metal. Površinski sloj tekućeg metala, pod utjecajem termodinamičkih zakonitosti, nastoji minimizirati svoju površinu postajući tako ravan i gladak, čime i površina stakla koji na njemu puta postaje jed-



mogućnosti procesa samoizgradnje. Do opisanih se procesa došlo gotovo slučajno, no znanost se ubrzano priprema da u sljedeća dva desetljeća pripremi tehnološku osnovu za izgradnju strojeva i proizvodnih sustava koji će se temeljiti na načelima samoizgradnje. Ovakav pristup ima višestruke prednosti: omogućiti će izgradnju tvoriva potpuno novih značajki; njime će se smanjiti troškovi i škart prouzrokovani utjecajem ljudskog rada, a osim toga minijaturni strojevi čiju izgradnju predviđaju entuzijasti tzv. nanotehnologije neće se ni moći izgraditi bez samoizgrađujućih metoda.

Od tvoriva do strojeva

Racionalni dizajn samoizgrađujućih strojeva započinje s racionilnim dizajnom samoizgrađujućih tvoriva. Mikroskopske kapsule u obliku kugle, poznate kao liposomi jedan su od najranijih uspjeha tehnologije samoizgradnje. Još '60-tih godina su biomedicinski istraživači eksperimentirali s liposomima kao prijenosnicima lijekovitih supstanci u tijelu bolesnika. Ovakve kapsule zaštituju teret u svojoj unutarnjosti od štetnog

utjecaja enzima, tako da se njegova ljekovita svojstva degradiraju sporije i lijek duže ostaje aktivan u tijelu no što bi to bio slučaj da nije zaštićen kapulom liposoma.

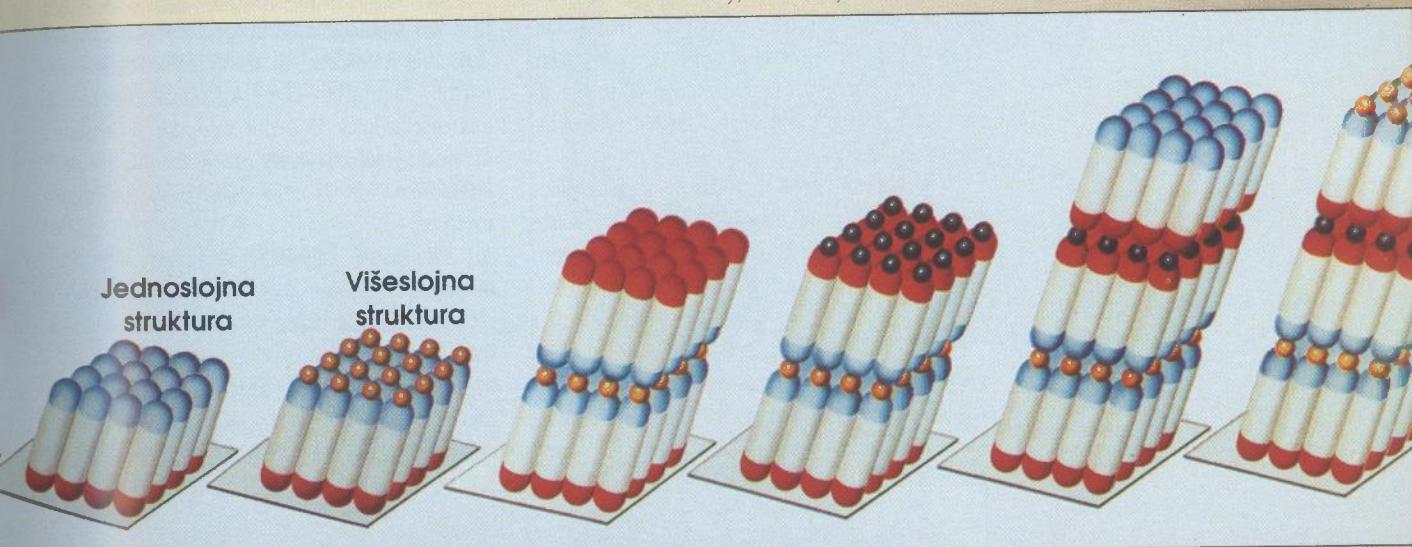
Liposomi su modelirani po uzoru na membrane stanica koje su jedan od najboljih primjera samoizgradnje u prirodi. One su sastavljene u najvećoj mjeri od molekula nazvanih fosfolipidi koje se ispoljavaju dvojako: jednu stranu fosfolipida privlači voda, dok drugu odbija. Kad se nađu u vodenoj sredini, molekule spontano stvaraju dvostruki sloj (bilayer) u kojem su hidrofilni krajevi okrenuti prema van (vodi), a hidrofobni okrenuti prema unutra jedan prema drugome.

nom kraju molekule je atom ili skupina atoma koji čvrsto prianjaju za podlogu, a na drugoj strani molekule mogu biti različite vrste nakupina atoma koje određuju značajke novonastale površine SAM.

Najintenzivnija istraživanja se obavljaju na molekulama nazvanima alkanski tioli (alkane-thiol¹), dugačkim lancima ugljikovodika s atomom sumpora na jednom kraju. Sumpor se vrlo dobro prima za podlogu od zlata ili srebra. Kad se, recimo, staklena pozlaćena podloga uroni u otopinu alkanskih tiola, atomi sumpora spajaju se sa zlatom. Razmak između pojedinih atoma sumpora koji je podloga upila, gotovo je jednak poprečnom presjeku ostatka molekule (kobasice).

Tako se molekule slažu u pravilne nakupine stvarajući u suštini dvoprotežni kristal. Debljina kristala može se mijenjati promjenom duljine molekula (lanaca ugljikovodika), a svojstva izložene

TVORIVA



Znanstvenici koriste ove fosfolipide za stvaranje liposoma. Ako u rastvoru postoji dovoljan broj molekula fosfolipida, oni će stvoriti dvoslojnug kuglu s dovoljno unutarnjeg prostora da se smjeste molekule lijeka. Takvi liposomi se ubrizgavaju u tijelo, a lijek se ispušta ili postupnim curenjem iz kugle ili njezinim razbijanjem. Ovakav način uzimanja lijekova je trenutačno u fazi kliničkih ispitivanja.

Jednoslojna samoizgradnja (SAM)

Primjeri iz prirode su pomogli u razvoju liposoma, no mnoga istraživanja procesa samoizgradnje moraju se započeti od nule. Samoizgradujući sloj, kojeg istraživači iz milja zovu SAM (Self-assembled monolayer) je jednostavni prototip na kojem se mogu prikazati primjeri tekućih istraživanja na području samoizgradnje. SAM je film debljine jedan do dva nanometra (10^{-9} m) sačinjen od organskih molekula koje na upijajućoj podlozi stvaraju dvoprotežne kristale. Molekule SAM imaju oblik kobasice (veće duljine od presjeka). Na jed-

površine SAM se također mogu mijenjati s velikom preciznošću. Spajanjem različitih atomskih nakupina na ovom kraju molekula, površina može odbijati ili privlačiti vodu, što kao krajnju posljedicu ima različita svojstva adhezije, utjecaja na koroziju, podmazivanje, itd. Ako se molekule alkanskih tiola slažu na zlatnu podlogu točnog formata mogu se koristiti za ispitivanje rasta stanica na različitim organskim substratima, ili za konstrukciju difrakcijskih rešetki za optičke instrumente. U odnosu na danas poznate metode izmjene površina, ovakav način njihove samoizgradnje je jeftin i jednostavan, te ne zahtijeva ni opremu za stvaranje visokog podtlaka (vakuma), ni opremu za litografiju.

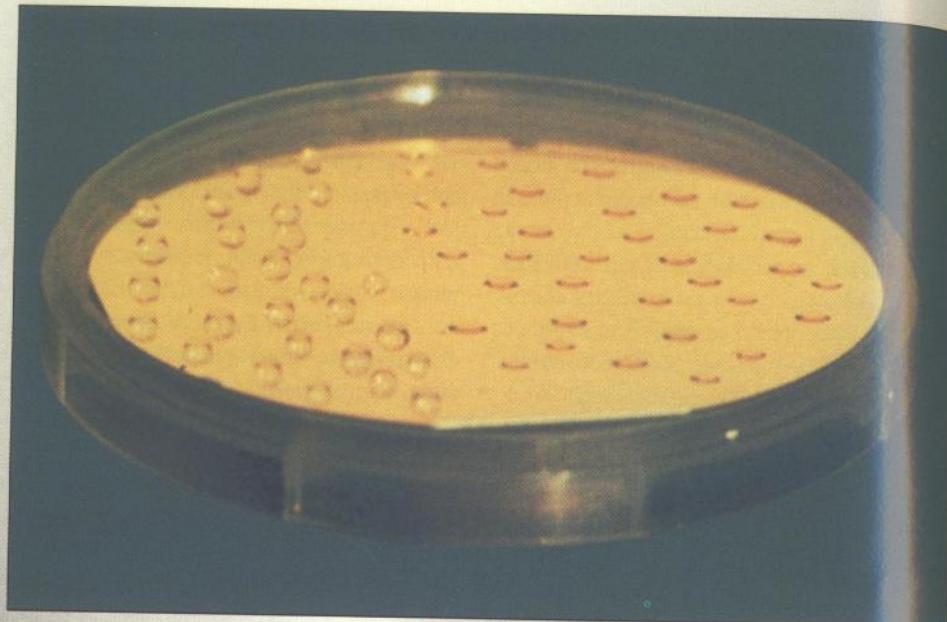
"Bucky" cijevi

Samoizgradnjom su proizvedene i tanke grafitne cijevčice koje su jedan od najmanjih električnih vodiča ikad konstruirani. Ove cijevčice su nazvane "buckytubes" jer su izgledom slične ugljičnim kuglama "buckyballs" nazvanim tako jer izgledom podsjećaju na geodetske kupole zgrade

samoizgradjuća tvoriva kao što je liposom na lijevoj strani su izvor sve većeg zanimanja. Liposom je jedan od prvih uspjeha na ovom području: mikroskopske kapsule su na kliničkom ispitivanju kao sustav za dostavu lijekova unutar tijela bolesnika. Nova istraživanja usmjerena su na samoizgradjuće slojeve izgrađene od molekula u obliku kobasice. Na jednom kraju svake od molekula je atom koji vrlo jako reagira s površinom podloge, a na drugom kraju različite skupine atoma. Ove se molekule mogu organizirati na površini stvarajući tako na drugom kraju površinu različitih značajki. Ovakve jednoslojne strukture koriste se za upravljanje razvojem živih stanica, ispitivanju podmazivanja, adhezije i frikcije, te za stvaranje mikrostruktura. Na prvom sloju mogu se izgraditi novi slojevi; ovakve se višeslojne strukture ispituju kao nanosi koji upravljaju refleksijom u uređajima koji koriste svjetlost za komunikaciju.

Silikonska pozlaćena ispitna pločica se često koristi kod ispitivanja samoizgrađujućih jednoslojnih struktura (SAM). U ovom je eksperimentu lijeva polovica pločice prekrivena SAM s hidrofobičnom površinom, a desna polovica sa slojem koji ima hidrofiličnu površinu.

Kapljice vode su spljoštene na hidrofiličnoj površini i okrugle na hidrofobičnoj kako bi stvorile što manju površinu koja je u kontaktu s hidrofobičnom površinom. Ovaj primjer prikazuje kako vanjska nakupina atoma na molekulama SAM određuje ponašanje njegove površine u kontaktu s vodom. Na isti se način može upravljati adhezijom, frikcijom i korozijom



Buckminster Fuller. Ove cijevčice sastavljene su od nekoliko slojeva koncentričnih grafitnih cilindara nanometarskog promjera. Grafit je najstabilniji oblik ugljika na normalnom atmosferskom tlaku, pa ove cijevčice nastaju zbog njegove težne da ponovno postigne stanje narušene termodinamičke ravnoteže.

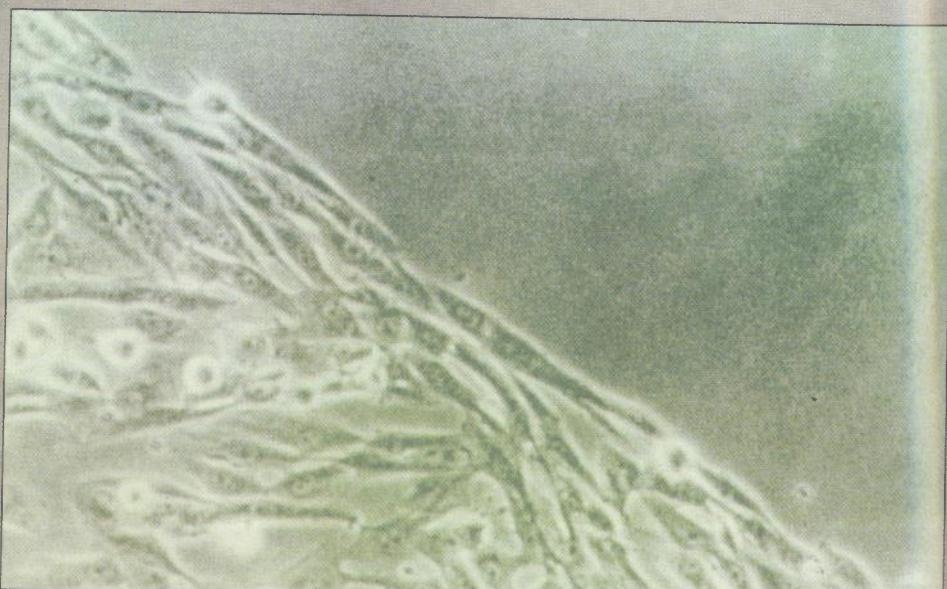
U jedinstvenom procesu se mala kapljica tekućeg metalra na visokoj temperaturi izlaze izvoru ugljika (benzen). Ugljik se otapa na jednom kraju kapljice, te, iz razloga koji još nisu otkriveni, propada na drugi kraj kapljice. Kao rezultat propadanja ugljik stvara pravilan cilindrični oblik (grafitnu cijev) čiji promjer određuje veličinu kapljice. Cijevčica kontinuirano raste ako se nastavi s dodavanjem ugljika. Kako je podlogu s mili-

od njih stvarati strujne krugove.

Bucky cijevi bi mogle biti dio ambicioznijeg projekta samoizgradnje kojeg istraživači nazivaju "kristalna memorija" tj. troprotežna inačica plarnarnih memorija koje se danas koriste u mikroelektronici. U ovom trenutku je kristalna memorija samo koncept: ni jedna od njezinih komponenti nije stvorena, čak ni u laboratorijskim uvjetima.

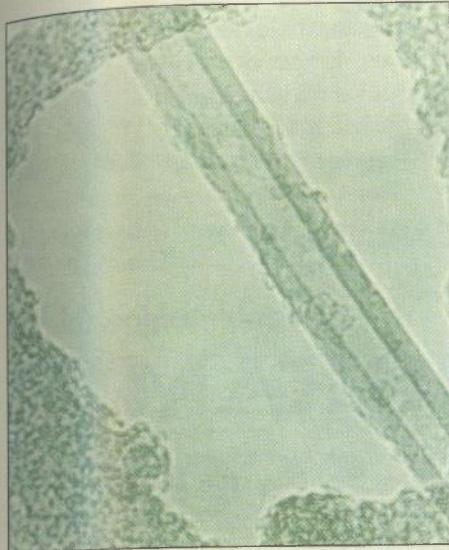
Najmanji čimbenik kristalne memorije mogao bi biti silikonski čip ili neko drugo poluvodičko tvorivo koje bi bilo sposobno izvesti različite mikroelektroničke operacije, i koje bi u sebi nosilo podatke o tome kako se ponašati kad ga aktiviraju signali iz sličnih čipova. Ovakve bi se jedinke spontano spajale ili kristalizirale u jedinstvenu

Položaj stanica otkriva granicu između dva različita tipa SAM. Jedna je strana bila dizajnirana da podržava, a druga da spriječava spajanje (adheziju) sa stanicama sisavaca. Sposobnost da se upravlja spajanjem živih stanica koristi se zbog razumijevanja kako stanice reagiraju s umjetnim površinama dijelova koji se ugrađuju u ljudski organizam, te za poboljšanje značajki umjetnih dijelova koji će se ugrađivati u čovječe tijelo



junima kapljica tekućeg metalra vrlo lako konstruirati, milijuni se ovih cijevčica može proizvesti odjednom u istom reaktoru. Cijevi su dobar vodič elektriciteta. Iako još nije jasno kako bi se ove cijevčice mogle spajati u koherentne strukture, kemičari se nadaju da će ih moći iskoristiti kao dodatak za povećanje električne vodljivosti u polimerima i drugim nevodjicima te jednog dana

veću jedinicu sličnu liposomu ili SAM. U novoj bi se konfiguraciji ovakvi čipovi međusobno stimulirali i električni povezivali. Signali koji bi se ovim vezama prenosili između takо "samoizgradenih" čipova mogli bi ih potaknuti na proces diferencijacije u skladu s programima (genetskim kodom) upisanim u temeljnim komponentama iz kojih su se izgradili. Na taj bi način nastajali minijurni



Buckytubes su jedne od najmanjih "žica" ikad stvorenih. Snimak pomoću elektronskog mikroskopa prikazuje u presjeku više slojeva grafita koji stvaraju cijev. Cijevčice nanometarskih protežnosti su dobar vodič elektriciteta i mogu se koristiti kao primjesa koja će povećati vodljivost polimera te poboljšati značajke baterija

specijalizirani sklopoli: ulazne ili izlazne jedinice, sklopke, memorijske stanice, itd. tj. samoizgrađeni mikrokontroleri ili stroj.

Ako se takav način samoizgradnje čini nemogućim, dovoljno se sjetiti da u prirodi on već postoji. Svi oblici života začeti su iz vrlo jednostavnih (da li?) čimbenika koji međusobno komuniciraju. Mikroelektronička memorijska naprava mogla bi jednoga dana biti sposobna izgraditi samu sebe kristalizacijom manjih dijelova, najsavljajući tako novu tehnološku eru.

Literatura:

George M. Whitesides, "Self-Assembling Materials", SCIENTIFIC AMERICAN, rujan 1995.

1 Alkani (alkane)-zasiđeni alifatski ugljikovodici op je formule C_nH_{2n+2} (parafin)

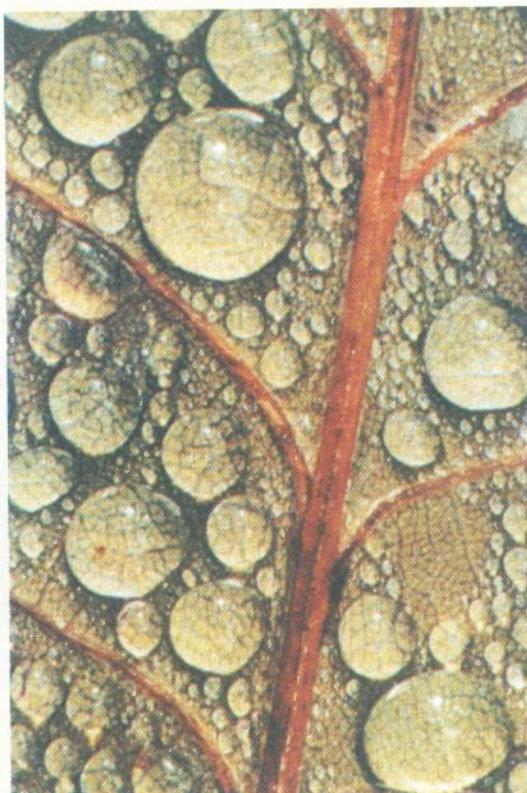
tiol (thiol)-organski kemijski spoj koji sadrži sumpor i vodik op je formule RSH gdje je R organska skupina

2 (prim. prev.)

DVIJE VRSTE SAMOIZGRADNJE

Priroda je prepuna primjera samoizgradnje. Pogledajte samo kapljicu kiše na listu. Kapljica ima glatku zakrivljenu površinu oblika točno takvog kakav je potreban za optičku leću. Izrezati staklenu leću tih protežnosti bio bi stvarno pothvat. No, tekućina zauzima takav oblik spontano, zato što su molekule na spoju tekućine i zraka manje stabilne nego one u unutrašnjosti kapljice. Zakoni termodinamike nalažu da kapljica zauzme oblik koji će joj maksimalno povećati energetsku stabilnost. Glatki zakrivljeni oblik to omogućuje smanjenjem područja nestabilne površine.

Ovaj oblik samoizgradnje naziva se termodinamička samoizgradnja i vrijedi za izgradnju samo najjednostavnijih struktura. Živi organizmi su, s druge strane, krajnji domet složenosti. I oni su samoizgrađeni: stanice se reproduciraju nakon svake diobe. Kompleksne molekule unutar stanice upravljaju ovim procesom. Složene podkomponente pomažu u održanju stanice. Termodinamička se ravnoteža stanice u izgradnji održava strukturama koje disipiraju (zrače) energiju, a za izgradnju su nužno potrebne složene molekule kao što je to ATP¹. Embrio, taj vjerojatni novi život, može biti stvoren spajanjem dviju stanica, bilo da tom procesu čovjek asistira ili ne.



Kišne kapi na listu primjer su termodinamičke samoizgradnje

1 Adenozintrifosfat - tvar koja se nalazi u svim biljnim i životinjskim stanicama, najveći izvor energije za održavanje stanišnih reakcija

SATELIT-tbm
d.o.o.

OVLAŠTENI DISTRIBUTER

ODRANSKA 1-A, 41000 ZAGREB, HRVATSKA,

Tel.: +385 (01) 6113 199 • Fax: 385 (01) 530 688

PANORAMSKI CILJNIK



UPORABA

Panoramski ciljnik kao periskopski optički instrument omogućuje kružno (panoramsko) promatranje zemljišta. Kako pri takvom načinu promatranja okular panorame ostaje nepokretan, to ciljatelj u odnosu na oružje zauzima točno određeno mjesto pri bilo kojem položaju ciljničke točke. Koristi se na haubici odnosno topu. Panoramski se ciljnik isporučuje u kompletu s kolimatorom K-1 i direktnim ciljnikom DC-1.



Optičke značajke:

- povećanje: 3,7x
- vidno polje: 10°25'
- promjer izlazne pupile: 4 mm
- udaljenost izlazne pupile od zadnje leće okulara: 20 mm
- raspon dioptrija okulara: -0,5 do -1,5 dptr.
- podjele u funkciji vrijednosti kuta: 60-00
- podjeljak na bubenju kutomjera: 1-00
- podjeljak na ploči kutomjera: 0-01
- podjeljak na visinskem bubenju: 1-00
- podjeljak na visinskoj ploči: 0-01

PANORAMIC TELESCOPE

DESCRIPTION:

Panoramic telescope provides means for circular (panoramic) observation of the area. During the observation the eyepiece and thus the observer remains stationary regardless of aiming point. The panoramic telescope is delivered in a set with the collimator K-1 and direct fire sigh DC-1.

• magnification:	3,7x
• field of view:	10°25'
• exit pupil diameter:	4 mm
• eye relief:	20 mm
• eyepiece adjustment:	-0,5 do -1,5 dptr.
• angular division:	60-00
• azimuth drum division:	1-00
• azimuth plate division:	0-01
• elevation drum division:	1-00
• elevation plate division:	0-01



RH-ALAN d.o.o.

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

Na izložbi su prikazana oružja i oprema iz različitih područja: pješačko naoružanje i streljivo, oklopna vozila, aeronautika, sustavi za komunikaciju, sigurnosni sustavi, obrazovanje vojnih kadrova, nuklearno-kemijsko-biološka zaštita, te održavanje i popravak vojne tehnike.

Turska vojna industrija

Na sajmu je prikazana turska raketa TR-122 namijenjena ispaljivanju iz višecijevnog bacača raketa u kalibru 122 mm kao što je npr. ruski BM-21 Grad. Raketa je dugačka 2,9 m, a ima masu od 65 kg. U odnosu na standardnu raketu čiji je domet oko 20 km, raketa TR-122 ima domet veći od 30 km.

Na području topništva turske vojske zamićena je tendencija unifikacije koja se sastoji u zamjeni cijevi kalibra 105 mm na samovoznim oružjima M44 sa cijevima kalibra 155 mm. Radi se o cijevima dužine 39 kalibara kakve se već



TURKISH ARMED FORCES FOUNDATION



**İDEF
TURKEY
1995**

2nd INTERNATIONAL DEFENCE INDUSTRY AND CIVIL AVIATION FAIR

September 20-23, 1995

Međunarodna izložba vojne tehnike

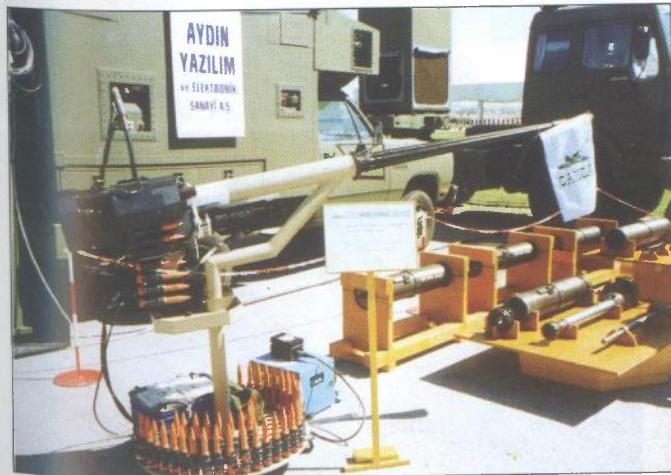


U glavnom gradu Turske - Ankari održana je od 20.-23. rujna druga međunarodna izložba vojne tehnike IDEF 95. Naravno, najveći broj izlagača bio je iz zemlje domaćina, ali je poziv organizatora prihvatio i 195 izlagača iz dvadeset i dvije strane zemlje. Na prostorima oko izložbenih paviljona bila su postavljena brojna borbena sredstva, a svakodnevno su organizirane i različite prezentacije

ugrađuju na standardne NATO haubice FH-70. Na taj će način biti moguće ispaljivati standarne projektille na daljinama do 24.700 metara, a projektille povećanog dometa na daljinama do 30.000 metara.

Turska tvrtka OTOKAR koja se bavi proizvodnjom različitih vrsta borbenih vozila predstavila je na sajmu prototip svojeg najnovijeg oklopног vozilo za prijevoz pješaštva nazvano "Cobra". Radi se o vozilu na četiri kotača (sva četiri pogonska)

pri čemu u vozilo može stati 11 vojnika uključujući vozača i zapovjednika. Od naoružanja vozilo je opremljeno teškom strojnicom Browning u kalibru 12,7 mm koja je smještena na krovu vozila, dok se streljivo za njezino punjenje doprema iz unutrašnjosti. Oklop vozila pruža zaštitu od streljačkog oružja u kalibru 7,62 mm i 5,56 mm, ali se mogu isporučivati i vozila s većom razinom balističke



Mirko KUKOLJ

Automatski top u kalibru 25 mm namijenjen je postavljanju na različite vrste borbenih vozila



Višecijevni bacači raket standardno su oružje gotovo svake vojske. Na slici je prikazan dvanaestocijevni bacač turske proizvodnje

zaštite. Ukupna masa vozila iznosi oko šest tona. Turska planira da na temelju Cobrina podvozja razvije i ostale vrste vozila kao što su ambulantno, protuoklopno, zapovjedno vozilo, te vozilo



Od specijalnog oružja pozornost je privukao raketni bacač DP64 (crno obojen) namijenjen zaštiti plovila od ronilaca. Ispaljuje projektille (na slici se vide dva tipa) u kalibru 45 mm na daljinama do 400 m

opremljeno minobacačem kalibra 82 mm ili topom kalibra 25 mm.

Druga turska tvrtka FMC-Nurol prikazala je po prvi put svoje gusjenično borbeno vozilo pješaštva razvijeno u suradnji s francuskim GIAT-om od kojeg je preuzeta kupola opremljena topom kalibra 25 mm i suošno spojenom strojnicom u kalibru 7,62 mm.

Strani proizvođači

Od stranih zemalja bili su nazočni izlagaci iz Francuske, Njemačke, Nizozemske, Ruske federacije, Turske, SAD, Velike Britanije, Švicarske, Švedske, Španjolske, Kanade, te još desetak drugih zemalja. Od zemalja

nekadašnjeg Varšavskog ugovora došli su proizvođači iz Rusije, Bugarske, Mađarske, Poljske i Rumunjske.

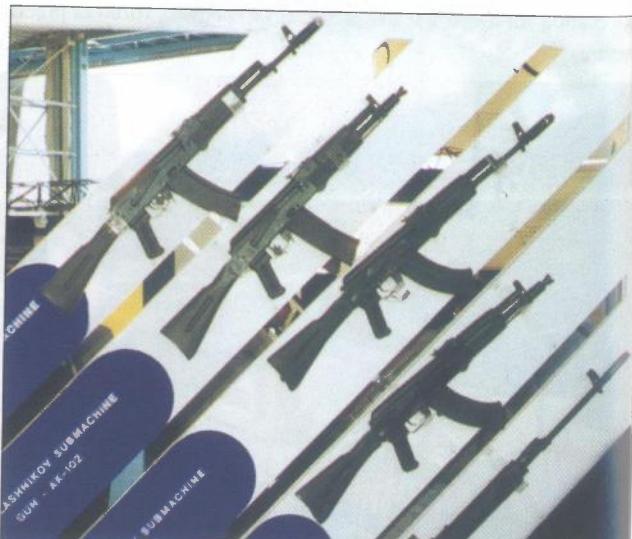
Rusi su došli u vrlo jakom sastavu vjerojatno smatrajući da bi Turska mogla postati vrlo profitabilno tržište. Pozornost je privuklo njihovo oklopno borbeno vozilo BTR-80A naoružano s automatskim topom kalibra 30 mm, te strojnicom u kalibru 7,62 mm koja je postavljena suošno sa cijevi topa. Konstrukcija postolja topa omogućuje gađanje i ciljeva u zraku. Prema dostupnim informacijama razvijen je i prototip borbenog vozila BTR-90 koji je duži u odnosu na BTR-80A, a naoružan je istim tipom oružja.

Rusi su po prvi put prikazali subprojekte za svoj dvanaestocijevni raketni bacač SMERCH kalibra 300 mm. Svaka raketa nosi pet takvih subprojektila (označeni kao MOTIV-3M) koji se nakon izbacivanja spuštaju na zemlju s padobranima. Nakon registriranja cilja, dolazi do aktiviranja bojne glave koja može probiti čelični oklop debljine 70 mm.

Rumunjska je također prikazala cijelu paletu oružja različitih kalibara. Od pješačkog naoružanja pozornost su privukli automatski bacač granata u kalibru 40 mm, te ručni bacač granata istog kalibra koji se postavlja ispod cijevi puške Kalašnjikov.

Ostali sadržaji

Osim samih proizvođača oružja i opreme na izložbi su bili nazočni i svi oni koji su indirektno vezani za ovu tematiku. Tako su bile nazočne različite izdavačke kuće koje su predstavile veliki broj knjiga i časopisa. Najveću pažnju privukla je Jane's čije publikacije izlaze na nekoliko svjetskih jezika.



Borba za mjesto na svjetskom tržištu prisilila je Rusiju da razvije obitelj pušaka Kalašnjikov i u kalibru 5,56 mm



Dva protuzrakoplovna sustava Igla postavljena na zajedničku platformu. Sustavom upravlja jedan poslužitelj

Zaglavak

Izložba IDEF 95 je u ove dvije godine postala velika internacionalna izložba, što za nekoga može predstavljati iznenadenje budući da je organizirana tek po drugi put. Međutim, u ove dvije godine vidljiv je velik napredak kako po broju izlagača, tako i po kakvoći popratnih sadržaja.

Spomenimo i to da većina zemalja NATO pakta već dugi niz godina organiziraju izložbe sličnog sadržaja, te da su im se prije nekoliko godina počele pridruživati i zemlje nekadašnjeg Varšavskog ugovora. Tako je ove godine u Brnu održana izložba IDET95, a u studenom će u Budimpešti biti organizirana izložba C+D '95.

Na kraju možemo zaključiti da je organizator izložbe uložio veliki trud kako bi što uspešnije



prezentirao trenutačne dosege svoje vojne industrije. Ono što se u četiri dana, koliko je izložba trajala, moglo vidjeti potvrđuje tvrdnju da Turska ima vrlo razvijenu vojnu industriju, te da se oprema i organizacija turske vojske temelji na standardima NATO saveza što samo po sebi dovoljno govori.

Izgled rakete povećanog dometa TR-122 namijenjene ispaljenju iz višecijevnog bacača raketa kalibra 122 mm. U odnosu na standardnu raketu koja ima domet oko 20 km, domet raket TR-122 iznosi više od 30 km



TR - 122	
Azanlı Menzil	20 km
Aşırı Menzil	18 km
Cap	122 mm
Uzunluk	2.90 m
Roket Ağırlığı	65 kg
Harp Başlığı Ağırlığı	18.5 kg
Harp Başlığı Tipi	Türkçe
Colt Başlığı	Türkçe İngilizce

OH-58D Kiowa Warrior

Zadnja inačica lakog američkog izvidničkog vrtočeta, OH-58D Kiowa Warrior, ne samo da ima znatno bolje izvidničke sposobnosti od prijašnjih inačica, već može nositi vođena i nevođena oružja, čime je postignuta velika fleksibilnost u operativnoj uporabi ovog vrtačeta



Odine 1961. američka je kopnena vojska (U.S. Army) raspisala natječaj za LOH (Light Observation Helicopter), odnosno laki izvidnički vrtlovec, namijenjen za uvođenje u sastav zrakoplovstva KoV. Za pobjednika je bio proglašen Hughesov OH-6 Cayuse, međutim, nakon mnogo trvanja, natječaj je 1967. ponovljen, a tada je (definitivni) pobjednik bio OH-58 Kiowa (postoji i civilna inačica ovog vrtačeta, koja ima oznaku Bell Model 206 Jet Ranger). Usljedila je narudžba za 2200 primjeraka, za potrebe zrakoplovstva KoV američke vojske. Nešto kasnije, nastale su dvije nove inačice: OH-58B koji je izvezan u Austriju, te OH-58C s jačim motorom (osim Austrije i SAD, treći korisnik OH-58 je Kanada gdje je ovaj vrtlovec dobio naziv CH-136); civilne inačice Jet Ranger mogu se naći u mnogim zemljama svijeta.

Glavna je uloga OH-58A/C bila izvidanje neprijateljskih položaja, navođenje jurišnih vrtačeta, zrakoplova i pješačkih postrojbi na otkrivene ciljeve, te korekcija topničke paljbe. Pritom se posada oslanjala najviše na svoje oči. To je, naravno, za sobom povlačilo mnoge

nedostatke: da bi se uočio neprijatelj bilo je potrebno prići blizu i izložiti se paljbi njegove PZO; mogućnosti izviđanja noću i u lošim vremenskim uvjetima bile su praktički nikakve; nemogućnost navođenja laserski vođenih topničkih granata (na primjer Copperheada, koji se ispaljuje iz američkih samovoznih haubica M109 kalibra 155 mm) i vođenih oružja zrakzemlja uvelike je smanjivala taktičku fleksibilnost, te kao posljedica nenošenja naoružanja,

Tomislav HUHA

Helicopter Improvement Programme, odnosno program poboljšanja vrtačeta kopnene vojske). U natječaju koji je uslijedio, sučelila su se dva stara-nova protivnika: Hughesov modernizirani OH-6A Cayuse i Bellov modernizirani 206, sada označen 406. Dana 21. rujna 1981. godine donesena je odluka u korist Bellovog vrtačeta, a letjelica dobiva oznaku i ime OH-58 Aeroscout (naziv Kiowa ostao je za OH-58A/C).

Dvije su najuočljivije razlike u odnosu na staru inačicu bile novi, četverokraki glavni rotor te **MMS (Mast-Mounted Sight**, što u slobodnjem prijevodu znači optronički uređaj za pronaalaženje, praćenje i označavanje ciljeva postavljen na jarbolu iznad glave rotora). Ostale, manje uočljive razlike su bile ugradnja jačeg motora (turbovratilni Allison T703-A-720 od 650 KS/485 kW snage; međutim ne postoji mogućnost iskorištavanja pune snage motora, pošto je sustav transmisije ograničen na 550 KS/410 kW), novi rep te nova transmisija. Svi su budući OH-58D Aeroscoutovi trebali biti konverzije postojećih letjelica inačica A i C. Prvi od pet prototipa OH-58D (svi prototipovi dobiveni su konverzijom OH-58A) je poletio 1. rujna 1983., dok je prvi serijski proizveden OH-58D isporučen u ožujku 1986. godine.

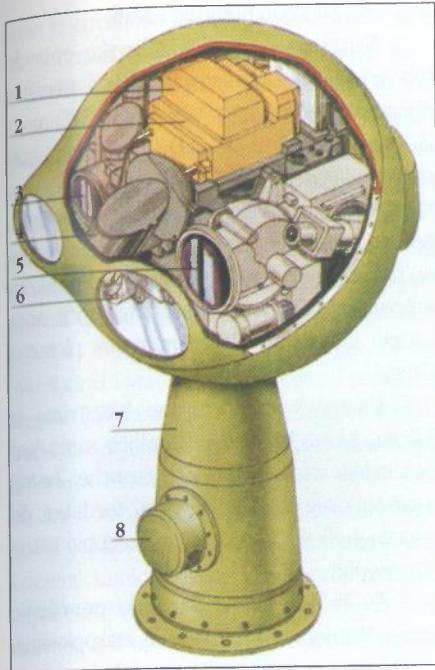
OH-58D

Nastanak OH-58D iz onoga što je nekada bio OH-58A/C svakako je nemoguće opisati



Treći prototip OH-58D, modificirani OH-58A (69-16139), na kome je ugrađen prvi MMS nemogućnost napadanja odnosno branjenja. Sve su te činjenice dovele do toga da je 1979. godine pokrenut program AHIP (Army

rečju "modifikacija". Zbog kompleksnosti postupka prikladniji bi naziv bio pregradnja. Postupak u glavnim crtama izgleda ovako: sa



Presjek MMS-a (1 - laserski daljinomjer/designator; 2 - stabilizirana platforma; 3 - TV kamera; 4 - ciljnički sklop; 5 - termovizijski senzor; 6 - električni sustavi ciljnika; 7 - kompozitni nosač; 8 - izmjenjivač toplice)

stare letjelice inačice A ili C skinu se svi dijelovi dok ne ostane samo goli kostur. Zatim se odreže postojeći rep i dogradi novi. Nakon toga stavljuju se nova transmisija, motor, oba rotora te elektronika. Dobivena je letjelica praktički 90% nova te zbog toga OH-58D ne zadržavaju svoje stare serijske brojeve nego dobivaju nove.

Najvažniji dio nove letjelice je MMS. To je u stvari sklop više uredaja smještenih u kuglastom kućištu iznad glave rotora. Sastoji se od TV kamere s povećanjem od 12x (vidno polje TV kamere je 8 stupnjeva pri osmatranju, 2 stupnja pri identifikaciji ciljeva), zatim FLIR senzora (IC senzor s vidnim poljem od 10 stupnjeva pri osmatranju, odnosno 3 stupnja pri identifikaciji cilja) te laserskog daljinomjera, odnosno označivača s mogućnošću automatskog praćenja cilja. Kućište ima promjer od 65 cm, a vidno polje je 190 stupnjeva lijevo i desno od osi let-



Naoružani OH-58D tijekom uzleta s fregate

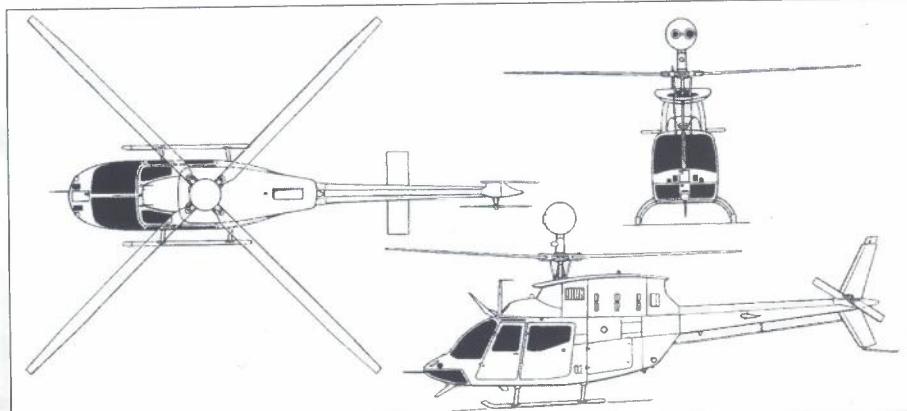
jelice, te +/- 30 stupnjeva po elevaciji (da bi se dobilo to vidno polje, sferično kućište u kojem su smješteni svi motrički sustavi ima sposobnost rotacije). Izuzetna taktička prednost ovakvog smještaja optroničkih senzora je ta da vrtloot svojim najvećim dijelom može ostati zaklonjen iza nekog objekta (kuće i sl.) te tako uvelike smanjiti mogućnost da bude otkriven i napadnut. Prvi funkcionalni MMS instaliran je na treći OH-58D prototip, a u letu je isprobana 6. listopada 1983. godine. Proizvodnja MMS-a počela je 1984. godine, a do danas je isporučeno preko 300 kompletova za opremanje OH-58D (MMS se može ugraditi i na još neke tipove vrtoleta, poput McDonnel Douglas Helicopters 500 Series, Sikorsky S-76, Bell 406, Agusta A129 i Eurocopter BK 117, što pruža zanimljive mogućnosti poboljšanja borbenih sposobnosti navedenih letjelica).

Kokpit novog vrtoleta također nije prošao

radarskog zračenja APR-44(V)3, sustav za detekciju lasera AVR-2, upozoravački sustav APR-39(V)1 te sustave za izbacivanje IC i radarskih mamac (ugrađen je i impulsni ometač ALQ-144).

Daljnji razvoj

Ispočetka, OH-58D je zamišljen i izведен kao nenaoružani izviđački vrtoljet. Unatoč tome, Bellovi su stručnjaci razradili i naoružanu inačicu. Kako je ta letjelica, označena **Bell 406CS Combat Scout**, ponajprije bila namijenjena za izvoz, a MMS i ostala hi-tech oprema nisu imali odobrenje za izvoz, Combat Scout ima klasičan kokpit i cilnik ugrađen na krov kabine. Prvi je Combat Scout poletio u srpnju 1984., a 1987. godine je Saudijska Arabija naručila 15 CS-ova s Emersonovim ciljničkim uredajima (vrijednost ugovora bila je 86 milijuna USD), od kojih



OH-58D Kiowa Warrior

Protežnosti: promjer glavnog rotora 10.67 m; promjer repnog rotora 1.65 m; duljina 12.85 m; širina 1.97 m (s preklopjenim kracima rotora); visina 3.93 m

Masa: (svi podaci su za naoružani Kiowa Warrior): prazan 1492 kg; najveći korisni teret 907 kg; najveća količina goriva 341 kg; masa vrtoleta spremnog za borbenu misiju 2359 kg; najveća uzletna/sletna masa 2495 kg

Performanse: najveća dozvoljena brzina 241 km/h; najveća brzina na visini od 1220 m 237 km/h; najveća krstareća brzina 211 km/h; ekonomična brzina krstarenja na visini od 1220 m 204 km/h; najveća brzina penjanja 469 m

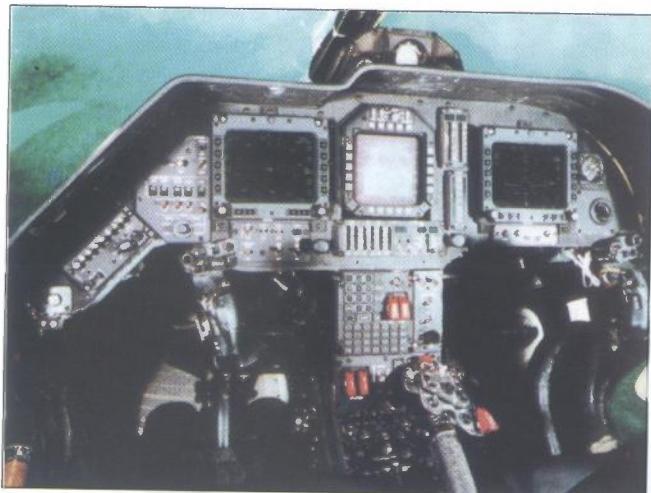
bez izmjena. Ugrađena su dva visokorezolucijska MFD-a (Multi Function Display, eng. višenamjenski display), po jedan za pilota odnosno osmatrača, a cijeli je kokpit napravljen tako da

bude kompatibilan sa NVG-ima (Night Vision Goggles, eng. naočale za noćno osmatranje). Od ostalih elektronskih sustava treba spomenuti sustav **ATHS (Airborne Target Handoff System)** čija je namjena predavanje koordinata uočenog cilja jurišnim zrakoplovima, sustave za detekciju radarskog i laserskog zračenja (sustav za detekciju

je pet konfiguirirano za nošenje protuoklopnih vodenih raketa TOW. Prvi let saudijskog Bell 406CS izведен je 2. veljače 1990. godine u SAD.

Situacija s iranskim napadajima na američke tankere u Perzijskom zaljevu zaoštrela se 1987. godine (te godine američka mornarica je u okviru operacije **Earnest Will** počela eskortirati američke tankere u vodama Perzijskog zaleda), i praktički preko noći se ukazala potreba za lakinom naoružanim vrtoljetom, koji bi bio najpodesniji za zadatke borbe protiv iranskih glijera koji su napadali tankere i polagali mine u zaledske vode. U okviru operacije **Prime Chance** prvo su korišteni vrtoljeti **AH-6**, no kako su oni uskoro morali biti poslati na nove zadaće, zatražena je zamjena.

Dana 5. rujna 1987. u Bellu počinju, kao tajni tzv. "crni" program, ubitačnim tempom radovi (radilo se 24 sata dnevno!) na projektiranju nove verzije pod imenom **OH-58D (Armed)** (naoružan), te konverziji 15 letjelica



Kokpit Kiowe Warrior-a

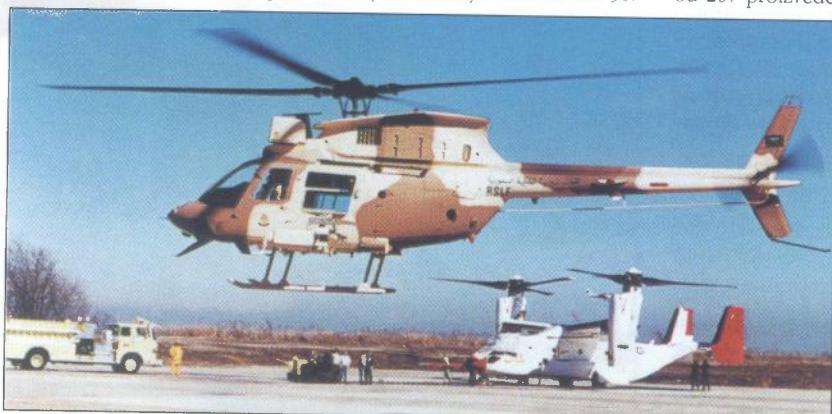
namijenjenih za Zaljev. Prvi OH-58D (Armed) dovršen je u prosincu iste godine, 98 dana nakon početka radova. Arsenal naoružanja sastojao se od laserski vođenih protuoklopnih raket **AGM-114 Hellfire**, IC samovodenih raket zrak-zrak **FIM-92**

Stinger (oboje po četiri komada, po dva sa svake strane trupa), sedmerostruktih sačastih lansera za NRZ **Hydra 70** te raznih kombinacija strojnica (dva spremnika sa strojnicama Minigun kal. 7,62 mm, ili dva **Browninga M2/M2AC** kalibra 12,7 mm). Još su jedna novina bile i dvoje 4,5 m duge planinarske ljestve koje su se složene nalazile s donje strane trupa, a služile su za spasilačke misije. Ukupna masa se povećala za 22 posto, na 2495 kg, međutim bez bitnijih utjecaja na letne performanse. Prvih sedam vrtoleta bilo je spremno za uporabu u siječnju 1988. godine, a ostalih osam u travnju iste godine.

Nakon neizbjegnog, ali vrlo intenzivnog

razdoblja ispitivanja i uhođavanja, OH-58D (Armed) bivaju transportirani u Perzijski zaljev u srpnju 1988. Tu su piloti i njihove letjelice stavljeni u krajnje izazovne situacije kao polijetanje i slijetanje na zamraćene palube, noćni borbeni letovi na visinama manjim od 15 m, ili dnevne temperature od 40 °C. OH-58D (Armed) su uvijek u paru polijetali s razarača i fregata američke mornarice (vrtoletima

nisu upravljali pripadnici mornarice već ljudstvo iz sastava XVIII Airborne Corps-a iz Fort Bragga) i operirali u suradnji sa vrtoletom SH-60B Seahawk, čija je uloga bila da pomoći svog radara pronađe ciljeve i na njih navede OH-58.



Za sada jedini strani korisnik OH-58D je Saudijska Arabija, koja je nabavila inačicu Bell 406CS Combat Scout

Najčešće je jedan OH-58 bio naoružan s dva Hellfirea i strojnicom, dok bi drugi nosio dva Stinger i sačasti lanser. Podatci o samim borbenim djelovanjima za sada su tajna: dosad je jedino jedan neimenovan Pentagonov stručnjak izjavio da se pojedinačni sukobi broje stotinama, a ne desetinama. Javno je objavljeno da je izve-

deno oko 8000 sati borbenih letova.

Najvažnija posljedica Zaljevske epizode bila je odluka tadašnjeg američkog ministra obrane Michaela Stonea da se svi OH-58D modifciraju na standard OH-58D (Armed); ovi kasnije modifcirani OH-58D se po određenim modifikacijama (poboljšani sustav transmisije, postavljanje IC difuzora na ispušne otvore motora) razlikuju od OH-58D korištenih u Perzijskom zaljevu. Osim toga, za naoružanu je varijantu izabrao ime **Kiowa Warrior**, ratnik plemena Kiowa.

Unatoč svim pozitivnim iskustvima iz Zaljeva, Kiowa Warrior je zamišljen samo kao prethodnik vrtoleta RAH-66 Comanche. Zastoju u razvoju ovog potonjeg doveli su, međutim, do toga da je Kiowa Warrior iznenada dobio izuzetan prioritet.

Da bi se olakšalo i ubrzalo prevoženje Kiowa Warrior-a u transportnim zrakoplovima, od 207 proizvedenih primjeraka uveden je tzv.

komplet za zračni transport (air transportability kit). Sastoje se od posebnog postolja na koje se tijekom transporta stavlja MMS, zatim sklopivih skija koje omogućuju da trup letjelice za vrijeme prijevoza bude svega nekoliko centimetara od poda, sklopivih krakova glavnog rotora, sklopivih horizontalnog i vertikalnog stabilizatora te sklopivog prednjeg donjeg rezača kabela. Cilj je ovih

modifikacija da se protežnosti vrtoleta svedu na minimum, tako da u C-130 Hercules stanu dva Kiowa Warrior-a, u C-141 Starlifter četiri, a u C-5 Galaxy čak 12 letjelica. Ispitivanja provedena od američke vojske su pokazala da je nakon slijetanja transportnog zrakoplova bilo potrebno, noću, s baterijskim lampama i standardnim alatom, samo 10,5 minuta da se završi sklapanje i Kiowa Warrior poleti. Ekipi Bellovih mehaničara i pilota su ovo vrijeme uspijele svesti na nevjerojatnih 5 min i 46 sec.

Rat u Perzijskom zaljevu

I opet je Perzijski zaljev bio mjesto borbenog djelovanja Kiowa i Kiowa Warrior-a, ali ovaj put je protivnik bio Irak. Dana 17. siječnja 1991., prvog dana (ustvari noći) rata dva su Kiowa Warrior-a otkrila i identificirala dva manja iračka broda, ispalila dva Hellfirea te dovršila posao topovima i nevodenim raketama zrak-zemlja. Sljedeće su noći Kiowa Warriori pružali potporu specijalnim snagama američke vojske koje su izvršile napadaj na naoružane naftne platforme. Noću 26. siječnja ovi vrtoleti su sudjelovali u oslobođanju jednog otočića u Zaljevu,



"Nevidljivi" OH-58 Optimized Aircraft

gdje je zarobljeno 29 Iračana. Za većinu se akcija nije znalo, tako da su u javnost izlazile samo najbitnije činjenice: tri su nenaoružana OH-58D Scouta igrala ključnu ulogu u čišćenju minskih polja u Kuvajtu; dva su Kiowa Warriora (koji su pripadali seriji od 15 vrtoleta modifciranih za sudjelovanje u operaciji Prime Chance; svih 15 vrtoleta ove serije ostalo je i nakon završetka praćenja tankera u Perzijskom zaljevu, te su sudjelovali u ratu protiv Iraka, da bi po završetku sukoba bili zamijenjeni s novijim Kiowa Warriorima i vraćeni u SAD), koji su poletjeli s fregate USS Jarrett (FFG 63), napala i uništila irački lanser kineskih protubrodskih raketa tipa Silkworm. Ni Saudičici nisu stajali po strani - tako su dva Combat Scouta napala oklopnu kolonu iračke vojske i uništila jedan oklopni transporter i desetak kamiona. Prema kraju rata dim i čada iz zapaljenih kuvajtskih izvora naftne su onemogućili uporabu NVG-ova, međutim FLIR senzor u MMS-u je i dalje bio operativan. U cijelom je ratu korišteno preko 200 MMS-ova sa spremnošću većom od 90 posto.

Tijekom upotrebe, na Kiowa Warriorima je uočena potreba za prijevozom ljudi i manjih tereta zbog mogućnosti izvođenja misija SAR (Search And Rescue, eng. traženje i spašavanje) i evakuacije ranjenika. Prijevoz ljudi odnosno tereta u trupu bio je nemoguć zbog pretrpanosti trupa elektronikom. U Bellu su problem riješili pomoću kompletta **MPLH (Multi Purpose Light Helicopter**, eng. laki višenamjenski vrtoljet) koji se sastoji od vitla/dizalice nosivosti 907 kg te ili dva bočna modula sa po tri sjedala okrenuta prema van, ili dva modula sa po dvoja nosila.

"Nevidljivi" OH-58D

1987. godine u Bellu su projektirali i sagradili prototip Kiowe sa smanjenim radarskim odrazom. Najčešće upotrebljavani naziv nove letjelice je **Stealth Kiowa** (nevidljivi Kiowa), iako je službeni naziv **Optimized Aircraft (OA)**, odnosno prilagođeni zrakoplov. U odnosu na standardnu Kiowu, na OA-u nos je šiljat, na prozore je nanesen zaštitni sloj koji onemogućuje oštećenje očiju posade laserom, glava rotora dobila je oplatu, modifirana je oblik kučista motora i transmisije, postavljena su nova kompozitna vrata odjeljka za elektroniku te izvršen niz manjih preinaka trupa, a sve to u svrhu smanjenja radarskog odraza. Kao što je to već uobičajeno, korištena je i boja koja apsorbira radarske zrake. Prvi let OA-a izvršen je



Inačica OH - 58D Variant koja je dobila neslužbeni naziv OH-58X

OH-58D (LUH)

8. kolovoza 1990. godine. Kasnija su ispitivanja, pri kojima su korišteni zarobljeni ruski radari, pokazala da je OA teže otkriti radarom nego standardni OH-58D, iako se ne navodi koliko teže. Proizvedeno je 18 OA-ova i svi su predani postrojbi 1st Sqn, 17th Cav, 82nd Combat Aviation Brigade (ova je postrojba u sastavu 82. zračnodesantne divizije). U Bellu ne planiraju daljnji razvoj ove inačice, iako su za potrebe postojećih 18 letjelica izvršene neke manje modifikacije da bi se olakšalo održavanje i eksploracija.

OH-58D Variant

U suradnji s kompanijom Honeywell, koja proizvodi elektroniku za OH-58D, Bell je napravio novu inačicu službene oznake **OH-58D Variant** (neslužbeno se koristi **OH-58X**). Na novoj letjelici problem nedostatka prostora riješen je produljenjem nosa i premještanjem elektronike u dobiveni prostor, tako da je u trupu moguće ugraditi dva sjedala. Stakla su dobila zaštitu od lasera, a ugraden je i ciljnik spregnut s pilotovom kacigom. Prvo je polije-



Kiowa Warrior osim izvidničkih ima i dobre borbene sposobnosti (na slici je jedan od ovih vrtoleta prigodom lansiranja Hellfirea)

tanje izvršeno 19. ožujka 1992. godine, a za tu je priliku vrtoljet bio obojen blistavo crno s crtežom poglavice Kiowa na trup (naknadno je vraćena standardna zelena boja).

Ova je inačica zamišljena da se odgovori na potrebe zrakoplovstva američke KoV za novim lakin višenamjenskim vrtolatom. KoV SAD je provela studiju **UTARS (Utility Aircraft Requirements Study)** kojom je identificirala potrebu za nabavom 1279 lakinih vrtoleta zbog zamjene Bell UH-1 Hueya. Međutim, činjenica da će KoV još dugo koristiti UH-1 Huey (koji iako neekonomični, imaju još mnogo sati resursa), te da su nakon Pustinjske oluje uslijedila značajna smanjenja vojnog budžeta, odgodili su UH-X zahtjev za bolja vremena. Suparnik ovoj inačici Kiowe bio bi Eurocopter/Vought Panther 800, koji je u stvari preradeni SA365N Dauphin.

Na **OH-58D (LUH)** predviđeno je uklanjanje MMS-a i nemogućnost nošenja naoružanja. Time bi se dobila mogućnost prevoženja troje ljudi na sjedalima u trupu te mogućnost nošenja dvaju nosila sa strane trupa. Avionika bi se sastojala od FLIR-a, GPS-a, digitalizirane mape tereina, visokofrekventnog radio uređaja, sustava za noćno motrenje te HMD-a (Hel-met Mounted Display, eng. prikazivač podataka spregnut s kacigom pilota). Pro-totip ove inačice prikazan je 5. travnja 1993. godine u Fort Worthu.

Što reći za kraj? Budućnost OH-58D u američkoj vojsci je osigurana, s obzirom da su zaključno sa fiskalnom godinom 1995. osigurana sredstva za izgradnju 351 letjelice (sadašnji planovi traže ukupno isporuku 507 OH-58D). Što se izvoza tiče, Tajvan je izrazio želju za nabavkom 26 Kiowa Warriora. Da li će se i ako da do kada ovaj posao realizirati (s obzirom na već

spomenutu zabranu izvoza hi-tech opreme ugradene u Kiowa Warrior), ostaje tek da se vidi.



Važnost uloge borbenih vrtoleta u okviru procesa vođenja protuoklopne borbe dokazuje se još od 50-ih godina, a definitivno je dokazana tijekom zadnjih sukoba većeg intenziteta kao što je bio rat u Perzijskom zaljevu. Tijekom svih tih godina vrtoleti su se, kao sredstva namijenjena za vođenje PO borbe, razvijali, naravno, usporedno s protuoklopnim vođenim raketnim sustavima - temeljnim (glavnim) elementima oružničkog sustava kakav je PO borbeni (jurišni) vrtolet

VRTOLETI

i protuoklopna borba

Berislav ŠIPICKI

Od sredine 70-ih godina ni jedan novi jurišni ili naoružani izvidnički vrtoljet nije razvijen a da nije kombiniran s novim protuoklopnim vođenim raketnim sustavom. čak štoviše, mnogi su novi vrtoleti konstruirani specijalno kao platforme za nove PO vođene raketne sustave jer sposobnost novih PO vođenih raketa i zahtjevi postavljeni pred sustave za vođenje uvjetuju razvoj i potpuno novih vrtoletnih konstrukcija.

Borbeni vrtoleti američke vojske

Povijest borbenih (naoružanih) vrtoleta američke vojske započinje još tijekom II. svjetskog rata, kad je proučavana mogućnost montiranja 20 mm topa u nos vrtoleta **Sikorsky R-5**. Kad je 1947. godine vrtoljet postao sastavnim dijelom zrakoplovnih postrojbi američke vojske (US Army Aviation), vojni su planeri počeli u taktičku uporabu uvoditi rakete zrak-površina malog/srednjeg dometa koje se lansiraju s vrtoleta. Pukovnik Charles W. Mathey, zamjenik direktora Odjela taktike i kombiniranih

oružničkih sustava u školi za topništvo i vođene raketne sustave, je 1956. godine predlagao uporabu vrtoleta kao lansirne platforme za 508 mm vođene topničke raketu kao i za raketu Honest John sposobne za nošenje i nuklearnih bojnih glava. U isto vrijeme, američka je vojska počela s razvojem jurišnog vrtoleta **Doman YH-31** naoružanog vođenim raketama. Ovaj je vrtoljet pokazao da će PO vrtoljet biti važna PO snaga u svim budućim bitkama protiv oklopa.

Potkraj 50-ih i u početku 60-ih godina, američka vojska je koristila vrtolete Sikorsky **H-19 Chichasaw** i **Sikorsky H-34** kao platforme prigodom testiranja velikog broja raketa zrak-površina, od kojih je najveća bila raka Bullpup. Također su proučavana i svojstva brojnih tipova nevodenih raketa, no jedino su 70 mm rakete sa sklopivim krilima te 127 mm raketa Zuni imale šansu da uđu u operativnu uporabu. Nadalje, na vrtolete su montirane i testirane i strojnice i topovi kalibra od 7,62 mm do 20 mm.

Prateći primjer Francuza, zrakoplovstvo američke vojske usvojilo je prijedlog da se vrtoleti američke vojske naoružaju protuoklopnim vođenim raketama (POVR) **SS-10** koje je proizvodila tvrtka Nord-Aviation (danasa Aerospatiale). Počevši od 1961. godine američka je vojska na svoje vrtolete

instalirala PO vođene raketne sustave za raketu **SS-10** te **SS-11** (vrtoleti **UH-1 Huey**) te nešto kasnije i **POVRS-e** (**POVRS** - protuoklopno vođeni raketni sustav) za PO vođenu raketu M56 TOW tvrtke Hughes (također na vrtolete **UH-1**). Sposobnost zauzavljanja oklopa vrtoleti **UH-1 Huey** naoružani PO vođenim raketnim sustavom TOW pokazali su 2. svibnja 1972. godine prigodom borbe s postrojbama Sjevernog Vijetnama kod Kontuma.

Nakon rata u Vijetnamu, **POVRS M65 TOW** instaliran je na vrtoljet **AH-1G Cobra** tvrtke Bell-Textron, koji je postao **AH-1Q** da bi kasnije bila razvijena i proizvedena učinkovita S serija platformi za PO vođene raketne sustave. Vrtoljeti **Cobra** naoružani sustavima TOW uporabljeni su protiv sirijskih tankova T-62 i T-72 tijekom ulaska Izraela u Južni Libanon 1982. godine, te od strane iranskih oružanih snaga tijekom osmogodišnjeg rata s Irakom. Posljednja inačica vrtoljeta **Cobra** naoružanog **POVRS-om TOW** pod nazivom **AH-1W Super-COBRA** učinkovito je korištena od strane postrojbi Marinskog korpusa tijekom operacije "Pustinjska oluja" u Perzijskom zaljevu.

Isto tako ovdje ne možemo a da ne spomenemo i dobro poznati vrtoljet

američke vojske **AH-64 Apache** koji sa svojim vrlo učinkovitim PO vodenim raketama Hellfire, topom kalibra 30 mm, PZ raketama Stinger, novim akvizicijskim sustavom te sustavom vođenja kao i kontejnerima s nevodenim raketama predstavlja vrlo opasnog protivnika koji iznenada i s daljine od čak 10.000 metara može zadati smrtonosne udarce neprijateljskim oklopnim postrojbama, a isto tako i velike gubitke u tehniči i ljudstvu tijekom jurišnih napadaja na bliskim udaljenostima. Vrijednost ovog vrtoleta dokazana je tijekom rata u Perzijskom zaljevu kada je jedna eskadrila vrtoleta AH-64 Apache u jednom napadaju uništila više od sto iračkih tankova i 40 oklopnih transporterata, gdje su u jednom dijelu te operacije od 107 ispaljenih raketa 102 pogodile cilj.

Francuska iskustva

Tijekom alžirskog rata (1954-1962.) zrakoplovstvo francuske kopnene vojske (Aviation Legére de l'Armée de Terre, skraćeno ALAT) trebalo je naoružane vrtolete za pružanje potpore kopnenim snagama tijekom njihovog iskrcajanja. Stoga su na vrtolete H-21 i Alouette montirani topovi i rakete. Istodobno, francuska vojska je eksperimentirala s lakisim protuoklopnim raketnim sustavima koje je bilo moguće instalirati na vrtolete i koji su ubrzano bili usvajani od strane mnogih zemalja članica NATO-a kao

odgovor na golemu rusku superiornost u oklopnim sredstvima.

Rezultat ovih aktivnosti bila je naprijed spomenuta raka SS-10 tvrtke Nord-Aviation. To je bio prvi vođeni raketni sustav koji je montiran na vrtoljet (bio je to vrtoljet **SA-315 Alouette** tvrtke Sud-Aviation). Ti su

sustavi prvotno bili konstruirani za uništavanje manjih bunkera, klasičnih vozila te lakše oklopljenih vozila. Kasnije poboljšane inačice, kao što je SS-11, mogle su se suprotstaviti i 35-tonskim glavnim bojnim tankovima. Kasnije je napravljeno još nekoliko lakših vrtoleta,

među kojima je **Gazella**, koji je još i danas u operativnoj uporabi i na koji su montirani sustavi 1. generacije kao što je POVRS **Maljutka** i sustavi 2. generacije kao što je POVRS **HOT**.

Nadopuna ili zamjena MBT-a?

Sa stajališta zapadnih zemalja, razvoj protuoklopnih jurišnih vrtoleta započeo je usporedno s razvojem ruskih glavnih bojnih tankova. Kao što je već naprijed spomenuto,

oklopne snage bivšeg Varšavskog pakta višestruko su brojem tankova i drugih oklopnih vozila nadmašivale oklopne snage NATO-a; da bi se ovakav nesrazmjer po broju i paljbenoj moći što više umanjio, na Zapadu se moralo krenuti na razvoj, dogradnju i modernizaciju PO vrtoleta. Kad je riječ o potpori razvoja ovakvih vrtoleta treba reći da oni koji su podržavali razvoj PO vrtoleta nikada nisu imali namjeru isticati ideju po kojoj bi PO vrtoljeti trebali, odnosno, mogli zamijeniti MBT-e (engl., Main Battle Tank - glavni bojni tank). S druge strane opet, unutar američke vojske oklopnštvo je bilo među vjernijim pobornicima razvoja PO vrtoleta. Naime, često puta je dokazano da određeni

oružnički sustavi ne traže samo ciljeve za čije su uništavanje ponajprije namijenjeni, već djeluju kao odlično sredstvo u borbi sa sličnim sustavima. To znači, da su američki oklopnjaci i te kako zainteresirani za razvoj jurišnih PO vrtoleta jer oni vode borbu ne samo protiv oklopnih snaga neprijatelja nego



Jedan od prvih raketnih PO sustava namijenjenih za opremanje vrtoleta bio je francuski sustav SS-11, postavljen na vrtoljetima Alouette III

i vrtoljet **SA-342(M)**

Gazella, koji je još i danas u operativnoj uporabi i na koji su montirani sustavi 1. generacije kao što je POVRS **Maljutka** i sustavi 2. generacije kao što je POVRS **HOT**.

i protiv neprijateljskih PO vrtoleta koji njih ugrožavaju na bojištu, i to uspješnije od bilo kojeg drugog oružničkog sustava.

Kad su Rusi izašli na vojnu scenu s novim tankovima koji su imali ubojitije topove većeg dometa te pojačanu prednju oklopnu zaštitu, moralo se krenuti s razvojem novih i razornijih PO vodenih raket. Drugi vrlo značajan čimbenik koji je utjecao na razvoj zapadnih PO vodenih raketnih sustava bio je uvođenje mobilnih kombiniranih topničko-raketnih PZO sustava u operativnu uporabu postrojbi bivšeg SSSR-a. Naime, ti su mobilni PZO sustavi ubaćeni u operativnu uporabu u okviru oklopnih snaga sovjetske vojske kako bi pratili i štitili oklopne snage tijekom njihovih napadajnih djelovanja. Kako su ti sustavi, kao što je ZSU-23-4 Šilka, postajali sve ubojitiji na sve većim daljinama, maksimalno se udaljenosti s koje su PO vrtoljeti mogli djelovati po oklopnim ciljevima počelo pridavati sve više važnosti i sa strane taktičkih nositelja i sa strane razvojnih timova koji su radili na razvoju novih PO vodenih raket i PO vrtoleta.

Razvoj komponenti PO vrtoleta

Bojne glave. Postoji samo nekoliko metoda za uništenje MBT-a koje omogućavaju uporabu sustava koji je dovoljno lagan da bi mogao biti instaliran na vrtoljetu, a sve one se zasnivaju na uporabi kumulativnih bojnih glava. Kumulativno punjenje (engl., **High-Explosive Anti-Tank - HEAT**) prvotno je razvijeno za pješačka oružja kao što je njemački Panzerfaust ili američka Bazooka, no njegova prikladnost za primjenu u vrtoletskim oružjima bila je



PO vrtoljet Mil Mi-24V iz sastava HRZ-a naoružan lanserima za PO vodene raketne 9M114 Kokon

sasvim očigledna; američka je vojska u početku 1950. godine eksperimentirala s instalacijom Bazooke na vrtloet Bell H-13.

Tijekom vremena konstruktori kumu-

strojnicama te montiranje ležišta za lansere raketa. Ova ležišta su kasnije doživjela određena unapredjenja. Naime, ta su ležišta tako napravljena da su omogućavala monti-

gleda cilj s oba oka pri čemu je s jednim istodobno i ciljao (smještanjem križića na cilj) nakon čega bi ispuštao teret.

Kad je konstruiran vrtloet AH-1G Cobra on je imao ciljnici M73 s kulminatorom te okretni gumb s kojim je ciljatelj podizao ili spuštao križić s obzirom na to da li gada ciljeve na većim ili manjim daljinama. Tada nije postojala mogućnost za prilagođavanje konstrukcije vrtloeta ili oružja za internu ili eksternu balistiku. Da bi se omogućilo balističko prilagođavanje jurišni vrtloeti su morali dobiti kompjutor za nadzor paljbe.

Kompjutori za nadzor paljbe.

Kad je vrtloet AH-1 Cobra poboljšan i kad je nastala serija S, paket poboljšanja obuhvaćao je dva elementa za povećanje preciznosti oružja. To su bili tzv. Head-Up Display (HUD) - displej ispred ciljatelja, odnosno pilota, i Teledyne TDY-43 kompjutor za nadzor paljbe (engl., Fire Control Computer - FCC). TDY-43 FCC izračunavao je podatke za većinu podataka ako ne i sve vezane uz eksterne balističke uvjete te neke podatke za interne balističke uvjete. Podaci o ciljanju, unaprijedeni glede preciznosti pomoći senzora montiranih na vrtloetu, proslijedu se od FCC-a do ciljatelja preko HUD-a. HUD simbolički prikazanim informacijama informira pilota o stanju letjelice (usmjerenost, brzina zraka, snaga motora itd.) i što je još važnije o završnim elementima za gađanje (završni podaci o cilju) kako bi ubojni teret mogao biti isporučen sa što većom preciznošću.

Još od tada, kompjutori za nadzor paljbe također prolaze svoj vlastiti razvojni ciklus da bi se danas došlo do najnovijeg kompjutera tvrtke Teledyne pod nazivom MECA-43 koji je instaliran u vrtloet AH-64 Apache. MECA-43 je glavni kompjutor ovog vrtloeta, koji vodi "elektronski show"

povezujući sve "black boxove" preko sabirnice podataka pod nazivom Mil-STD-1550.

Jednom kad su balistička rješenja smještена u FCC, konstruktori oružja počeli su tražiti metode kako bi dobili za boj na distanci sve



Prvi specijalizirani američki borbeni vrtloet bio je Bell AH-1 Cobra, naoružan POVRS s TOW. Zadnja inačica ovog vrtloeta je AH-1W SuperCobra, koja je u konfiguraciji Venom bila jedan od sudionika natječaja za novi borbeni vrtloet zrakoplovstva KoV Velike Britanije

lativnih punjenja, odnosno bojnih glava, poboljšali su učinkovitost bojnih glava s obzirom na poboljšanje kakvoće oklopa MBT-a. Kako su na tankove dodavani dodatni slojevi hladno valjanog homogenog čelika da bi se smanjila učinkovitost prvih PO oružja, tako se povećavala i veličina PO raketa (probojnost kumulativne bojne glave proporcionalna je promjeru bojne glave) kako bi se moglo što učinkovitije i sigurnije probiti novi oklop. Kad je oklop na prednjem dijelu kupole i tijela tanka postao ekstremno debeo i prilično "polegnut" te ojačan novim modernim kompozitnim i ERA oklopom počelo se raditi na poboljšanju učinkovitosti kumulativnih bojnih glava dalnjim povećavanjem promjera kao i drugim unaprednjima, kao što je poboljšanje konstrukcije kumulativnog lijevka te kakvoće eksplozivnog punjenja. Isto tako redizajniran je i klasični sustav vođenja PO raketa pa je dobiven tzv. "top-attack" profil napadaju kojim se napada manje zaštićen krov kupole tanka ili drugog oklopног vozila.

Razvoj konstrukcije vrtoleta.

Konstruktori vrtoleta nisu bili prvi koji su došli do ideje da se napravi jurišni vrtloet; u stvari, piloti i tehničari prvi su na svoje vrtlete montirali naoružanje. Prvi korak u kreiranju jurišnog vrtoleta bio je naoružavanje transportnih ili lakih izvidničkih vrtoleta

ranje višestrukih nosača raketa. Današnji jurišni vrtloeti imaju namjenski konstruirana bočna krila s potpuno prilagođenim višestrukim nosačima na koje se mogu montirati "grozdovi" različitog oružja (PO vođene rakete, sačasti lanseri za nevodene rakete, rakete zrak-zrak, bombe, dodatni spremnici za gorivo itd.).

Ciljnički sustavi. Jednom kad je vrtloet dobio svoje sačaste lansere, topove i vođene rakete sljedeći logički korak bio je opskrbljivanje posade nekim od ciljničkih sustava. Prvi ciljnici za nevodene rakete i topove, odnosno strojnice bili su obični mehanički ciljnici u obliku križića koji su zaista i funkcionalni kod oružja kraćeg dometa, iako je posada morala primijeniti tzv. Kentucky windage (manevar zbog neu-

USPOREDNI PRIKAZ OSOBINA POV-a					
Raketa	Domet (m)	Brzina (m/s)	Bojna glava	Vođenje	Vrtloet
9M17 Škorpion	300-4000	150	HEAT	SACLOS(RF)	Mi-24 Hind-B
9M14	300-3000	120	HEAT	SACLOS(žica)	Mi-24 Hind-D
HOT 2	400-4000	280	HEAT	SACLOS(žica)	SA-342 Gazelle
BGM-71 TOW 2B	500-6000	280	HEAT	SACLOS(žica)	AH-1F Cobra
9M114 Šturm - V	400-5000	280	HEAT	SACLOS(RF)	Mi-24 Hind-E
9M114 M1/M2	400-7000	400	DPHE HEAT	SACLOS(RF)	Mi-28 Havoc
9M120 Vikhr	500-8000	400	DPHE HEAT	Laser(BR)	Ka-50 Hokum
AGM-114F Hellfire	500-7000	400	DPHE HEAT	Laser	AH-64A Apache
Brimstone	500-10.000	400	DPHE HEAT	MWV radar	Cobra Venom?
Longbow-Hellfire	500-10.000	400	DPHE HEAT	MWV radar	AH-64D Apache
TRIGAT/LR	500-6000	400	HEAT	termovizija	Gefaut/Tiger
ZT3 Swift	500-4000	400	HEAT	SACLOS(laser)	CSH-2 Rooivalk

traliziranja utjecaja vjetra prigodom izbacivanja ubojnog tereta) kako bi svoj ubojni teret istreslina cilj. Prvi dodatci ciljnici bili su tzv. panagrafički tipovi uređaja koji su se montirali na krov vrtoleta ili ispod nosa vrtoleta. Ti su ciljnici, naime, imali jednostavan kulminator koji je dopuštao ciljatelju da

važne elemente. Da bi se to moglo postići bilo je potrebno konstruirati ciljničke sustave većeg dometa koji bi mogli podržati vođene rakete većeg dometa, kao i modernije topove i nevodene rakete koje su u međuvremenu razvijene i ubačene u operativnu uporabu. Prvi ciljnički sustavi koji su



PO rakete druge generacije kao što je HOT imaju poluautomatski sustav vođenja poznat još i pod nazivom SACLOS (engl. Semi Automatic Command to Line Of Sight); na slici je njemački vrtloot Bo 105 naoružan sa četiri lansera raketa HOT (u njegovoj prati je OH-58)

mogli poslužiti za gađanje na većim daljinama bile su optičke teleskopske naprave; na primjer, ciljnički sustav za POVRS M65 TOW imao je refraktorski tip teleskopa s povećanjem 2x i 13x. Podatci o upravljanju vođenom raketom kao i druge informacije projiciraju se u polje okulara kroz koji operator prati cilj; osim praćenja cilja i držanja knjižića ciljnika na njemu, operator može također u obzir uzeti i druge podatke o raketni kako bi što uspešnije vodio oružje do cilja.

Kao i posade zrakoplova-lovaca i posade vrtoleta moraju točno znati da li se cilj koji žele gađati nalazi unutar maksimalnog dometa raket s kojom žele djelovati. Da bi se operatoru u vrtoletu pomoglo da što preciznije odredi daljinu do cilja koristile su se različite formule, no s pojmom oružja koja mogu djelovati na velikim daljinama bilo je nužno uvođenje brzih i preciznih sustava za mjerjenje daljine do cilja. Sljedeći korak je bio ostvarivanje mogućnosti označavanja određenih ciljeva laserom kako bi ga druga platforma mogla uništiti.

Noćne operacije. S razvojem vojne tehnike i tehnologije došlo je do produžavanja "radnog dana" modernog vojnika čija se bojna uporaba, potpomognuta modernim borbenim sredstvima sve više planira i provodi po noći. Ideja je u stvari slijedeća: ako se vaše snage mogu boriti duže i snažnije, pokrenuti više napadaja, zauzeti više uzvisina i uništiti više tankova, onda je svaka bitka s vaše strane dobivena. Da bi se protuoklopni vrtoljeti mogli uporabiti u ovakvim tipovima bitki, oni moraju imati sposobnost funkcioniranja u uvjetima slabe vidljivosti te u lošim vremenskim uvjetima danju, kao i u noćnim uvjetima.

Noćne naočale (engl. **Night Vision Goggles - NVG**) učinkovit su noćni pilotski

i jurišni "alat"; posade ih mogu koristiti za dolazak na i odlazak s bojišnice kao i za gađanje ciljeva (no, za ovo posljednje s dosta manjim učinkom). No, ovdje se javlja i jedan problem. "Zasljepljivanje" naočala (jako svjetlo ulazi u NVG, preoptereće ih te u nekim slučajevima trenutačno isključuje cijev-pojačalo svjetlosti) do kojeg dolazi uslijed pojave eksplozije ili ispaljenja, postao je značajan problem na bojištu. Naime, temelj noćnih naočala čine dvije cijevi (po jedna za svako oko) koje su u stvari pojačala svjetlosti koja svjetlost mjeseca i zvijezda pojačavaju nekoliko desetaka tisuća puta te tako omogućavaju stvaranje slike terena u okularu naočala koje vojnik koristi. Što je nebo "zvjezdani" to će i slika u okularu biti jasni-



Britanski borbeni vrtloot Lynx AH.7 naoružan je s američkim POVRS TOW

ja. No, kad u objektiv tih naočala udje (pre)velika količina svjetlosti, koja može nastati npr. lansiranjem raket s vrtoleta, dolazi do preopterećenja cijevi te zaštitni elektronički sklop trenutačno isključuje cijevi kako ne bi došlo do njihovog oštećenja ili uništenja. Osim toga, učinkovito dugo korištenje NVG-a ovisi, kako je gore

spomenuto, o svjetlosti mjeseca i zvijezda, što znači da ovakav tip pomagala može biti učinkovito korišten tek nekoliko noći tijekom mjeseca.

Da bi se riješio ovaj problem započelo se s razvojem tzv. televizijskog sustava koji radi s niskom razinom svjetlosti (engl., low-light level television -LLTV) te IC sustava za "motrenje područja prednje polusfere" (engl., Forward-Looking InfraRed -FLIR). Ti su sustavi razvijani za primjenu na jurišnim vrtoljetima. Uredaj koji se danas uglavnom najviše koristi je FLIR. Vrtolot AH-64A Apache tvrtke McDonnell-Douglas bio je prvi jurišni vrtolot koji je razvijan da bi poslužio kao platforma za novo razvijeni FLIR sustav - sustav koji je namijenjen za noćni let vrtoleta te praćenje ciljeva kako bi mogli biti uništeni jednim od ugrađenih oružničkih sustava. Danas se u svaki novo razvijeni borbeni vrtolot ugrađuju slični uređaji.

Dok su noćne naočale bile uglavnom namijenjene za opremanje pilota tijekom noćnih letova, FLIR sustav dodaje novu dinamičku protežnost - omogućava i letenje i vođenje borbi po noći. Sustav za praćenje i obilježavanje cilja (engl., Target Acquisition and Designation System - **TADS**) te pilotov "night-vision" sustav (engl., Pilot Night Vision System - **PNVS**) vodi jurišne vrtolete u novu generaciju. I kod POVRS-a M65 TOW laserski mjerac daljine povezan je s TADS-om, ali uz korištenje jednog trika; laserski mjerac daljine ne će samo odašiljati lasersku zraku za mjerjenje daljine do cilja nego će odašiljati i kodirane podatke za praćenje cilja. Ovim se prvi put potpuno integrira

jurišni vrtolot, njegovo naoružanje, ciljnički sustav/sustav za praćenje i protuoklopno oružje. Ta je kombinacija prvi put uporabljena sa vrtolotom **AH-64A Apache** i njegovom protuoklopnom vođenom raketom **AGM-114 Hellfire**.

(nastavit će se)



Sve do osamdesetih,
uobičajna praksa stvaranja
borbenih izvidničkih
zrakoplova sastojala se u
modificiranju osnovnih
lovačkih zrakoplova, najčešće
uklanjanjem radara iz nosa i
njegovom zamjenom s foto
kamerama (što je npr. slučaj
kod RF-84F /na slici/, koji je
nastao iz F-84F)

Ivan MARIĆ

BORBENI izvidnički zrakoplovi

Opcije za taktičke borbene izvidničke zrakoplove danas se mijenjaju. Izbacivanje iz uporabe mnogih specijaliziranih borbenih izvidničkih zrakoplova dalo je planerima mogućnost odabira mnogih novih sustava, uključujući i odabir između zrakoplova specijaliziranih za izviđanje i spremnika s izvidničkom opremom koje nose standardni borbeni zrakoplovi

Nakon II. svjetskog rata niskoletеći izvidnički zrakoplovi bili su zasnovani na konstrukcijama lovačkih zrakoplova, mijenjajući oružje za senzore i zadržavajući visoku manevrabilnost da bi izbjegli detekciju i neprijateljsku protuzračnu obranu. Optičke kamere velike brzine snimanja, namijenjene snimanju na malim visinama, progresivno su nadopunjavane LOROP-om (**long-range oblique photography**, dalekodometsno koso fotografiranje), IRLS-om (**infra-red line-scanner**, IC linijski skaner) i SLAR-om (**side-looking airborne radar**, bočno motrički zračni radar), ali tijekom 70-tih većina izvidničkih verzija borbenih mlaznih zrakoplova bila je i dalje konstruirana tako da su se senzori stavljavali unutar trupa a vršile su se zbog toga značajne prepravke zmaja zrakoplova.

Dassault Mirage IIIRS i **F1CR-200**, **Lockheed RF-104G**, **Northrop RF-5**, **McDonnel Douglas RF-4B/C/E**, **Saab Viggen SF37** i **SH37**, **Mikojan MiG-25R** i **Suhov Su-24MR** su primjeri ovog pristupa, i mnogi od njih su još u službi. Svi ti specijalizirani izvidnički zrakoplovi imaju modificirani nos u kojem je nekoliko optičkih kamera (za prednje koso snimanje, za bočno koso snimanje, panoramske, i/ili LOROP) koje često zamjenjuju radarsku

antenu velikog diametra prisutnu kod lovačke verzije. Različite kombinacije IRLS-a, SLAR-a, i rekordera za bilježenje elektroničkih signala (ELINT) su instalirane u donjem dijelu trupa.

Izgrađen je veliki broj specijaliziranih izvidničkih zrakoplova. Za primjer, ukupno je isporučeno 503 **RF-4C** američkim zračnim snagama od 1963. godine nadalje, i, ovaj tip uporabljen je u Zaljevskom ratu 1990.-91. a kasniji model **RF-4E** i dalje se rabi od strane mnogih zemalja. Zrakoplovi serije RF-4 imaju instrumente potrebne za letenje samo u prednjem kokpitu, dopuštajući članu posade u stražnjem kokpitu punu koncentraciju na upravljanje senzorskim sustavima. Najveći dio tereta zrakoplova sastoji se od optičkih kamera s "mokrim" razvijanjem snimljenog filma još u letu i smještanjem razvijenog filma u mali spremnik koji se izbacuje i može se odmah uporabiti kad se pokupi sa zemlje. SLAR radar sa sintetičkom aperturom UPD-4 može se prilagoditi na veći broj radnih modova (npr. bilježenje podataka samo o nepokretnim objektima, ili "miješano" bilježenje podataka i o pokretnim i o nepokretnim objektima). SLAR snima široko područje terena lijevo i desno od smjera leta, na filmu koji se razvija nakon slijetanja. Instalirani su i FLIR senzor i ELINT rekorderi.

GR.1A, taktička izvidnička verzija jurišnog zrakoplova tornado IDS, namijenjena za dnevno/noćno izviđanje u svim vremenskim uvjetima, je zadnji izvidnički specijalizirani zrakoplov koji se pojavio na Zapadu. Izvidnička inačica Tornada, koja će uskoro biti poboljšana na standard GR.4A, razvijena je za britanske zračne snage (RAF) i poletjela je prvi put 1985. godine. Potkraj 80-tih ukupno je 16 konvertirano iz GR.1 i dodatnih 14 je proizvedeno i nabavljeno između 1989. i 1990. godine. Izvidnički Tornadoi zadržali su svoje jurišne sposobnosti (od naoružanja uklonjen je samo 27 mm top), ali su usprkos tome u potpunosti namijenjeni za obavljanje izvidničkih misija.

GR.1A ima Vinten **SLIR** senzor (**side-ways-looking infra-red**, bočno motrički IC senzor) i IRLS Vinten Linescan 4000. Sustav je instaliran unutar trupa zrakoplova, i u letu omogućava pokrivanje prednje polusfere od obzora do obzora. Sustav za obradbu signala i video snimanje (s mogućnošću pregleda dobivenih snimaka) Computing Devices Company RMS 3000 nudi sposobnosti za prijenos skupljenih podataka u realnom vremenu. To je prvi kompletan izvidnički sustav za obradbu i razvrstavanje izvidničkih podataka u letu koji kombinira konverziju skaniranih podataka i obradbu slika dobivenih elektrooptičkim sen-

zorima s prikazom terena iznad kojeg se leti. Termovizijske slike visoke definicije mogu se povećati ili poboljšati od strane člana posade smještenog u stražnjem kokpitu. GR.1A može se prepoznati po transparentnim bočnim panelima za SLIR i malim podtrupnim izbočenjem smještenim odmah iza spremnika s laserskim daljinomjerom.

Prva operativna misija RAF-ovog GR.1A bila je u siječnju 1991. godine tijekom Zaljevskog rata. I Kraljevske saudijske zračne snage koristile su 6 GR.1A tijekom tog sukoba.

Tornado ECR, verzija za elektronsko izvidanje i borbu ima još bolje sposobnosti nego GR.1A. Ova verzija odabrana je od Luftwaffe (njemačke zračne snage). Prvi proizvedeni zrakoplov poletio je 1989. godine i isporuka 35 zrakoplova kompletirana je 1992. godine (iako kompletna senzorska oprema nije bila dostupna do 1993. godine, kad je napokon ugraden sustav ELS /Emitter Location System, sustav za određivanje pozicije odašiljača elektromagnetskog zračenja/ američke kompanije Texas Instruments). Italija isto završava konverziju 16 Tornada IDS u ECR konfiguraciju, dok njemačko ministarstvo obrane razmatra sličan program konverzije kojim bi bilo obuhvaćeno još 40 Tornada radi zamjene RF-4E koje trenutačno koriste Nijemci.

Obitelj platformi

Od 80-tih, sve veći broj izvidničkih zrakoplova nije se dobivao modifikacijom lovačkih zrakoplova, već opremanjem lovaca i jurišnika senzorskim sustavima smještenim u podvjesnim spremnicima, s minimumom ostalih modifikacija. Sofisticirana elektronika je danas dovela do razmatranja osnovnih borbenih zrakoplova kao primarnih sredstava za taktičko izviđanje. **F/A-18D(RC)** američke mornarice, koji je prvi put poletio 1984. godine, ima optičke i IC senzore smještene u trupu, na mjestu u nosu gdje je prije bio postavljen 20 mm top, ali **ATARS** spremnik za izvidničku opremu (Advanced Tactical Airborne Reconnaissance System) koji je trebao biti nošen na središnjem podtrupnom nosaču trebao je upotpuniti komplet senzorske opreme. ATARS je kasnije otkazan od strane američke mornarice, ali Marinski korpus odlučio je kupiti 31 modificiran (i manje sposoban) spremnik ATARS za svoje F/A-18D (ova verzija ATARS-a opremljena je elektrooptičkim digitalnim senzorima za snimanje s malih i srednjih visina, LOROP-om i modificiranim radarem Hughes APG-73 sposobnim za pravljanje radarskih zemljovidova visoke rezolucije).

Danas postoji veliki izbor spremnika s izvidničkim senzorima jednostrukog namjene (samo spremnici s foto-opremom, ili samo s IRLS-om), a postoje i spremnici s kombiniranim izvidničkim sustavima. Jedan primjer spremnika

sa samo jednim sustavom je **LOROP** kamera **Thomson-TRT AA-3-38-100** (postavljena u spremnik kompanije Dassault) koja nudi automatsko ili manualno usmjeravanje s rezolucijom od 1 m na udaljenosti 100 km. Thomson-TRT nudi i spremnik s kamerom Irolid i sprem-

specijaliziranih izvidničkih zrakoplova. S druge strane to je izazvalo i interes za korištenjem jefтинijih lakih jurišnih zrakoplova za taktičke izvidničke misije: na primjer, i britanski Hawk 100/200 i ruski Jak-130 (koji je u razvoju) mogu se opremiti kamerama, ILRS-om i drugim izvid-

RF-4C zasnovan je na zmaju inačice F-4C, iako je postavljanje dodatne opreme smanjilo kapacitet spremnika goriva. Svo naoružanje je uklonjeno, ali je zadržana mogućnost nošenja 12 bombi Mk 82 na potkrilnim ili jedne nuklearne bombe na podtrupnom nosaču. Originalni radar AN/APQ-72 s F-4C zamijenjen je radarem AN/APQ-99 (namijenjenim za kartografiranje terena; kasnije je ovaj model zamijenjen usavršenim APQ-172). Oprema za fotoizviđanje sastoji se od kamere KS-87 (s fokusnom duljinom od 76 mm ili 150 mm), panoramske 76 mm kamere KA-56 (umjesto nje moguće je nošenje i drugih kombinacija kamera (npr. vertikalna kamera KA-1 ili tri kamere za koso snimanje KS-87) i panoramske kamere za visinsko snimanje KA-55A ili KA-91 (umjesto nje moguće je nošenje različitih kamera za kartografiranje) i fotofleš lansera. Snimljeni filmovi mogu se, u posebnoj kaseti, pomoću padobrana izbaciti čime je uklonjena potreba za slijetanjem zrakoplova i ubrzan postupak prikupljanja podataka. Na vanjskim nosačima moguće je nošenje sprem-



nika s kamerama (poput LOROP kamere HIAC-1 u spremniku G-139). Osim fotokamera, RF-4C opremljen je i drugim vrstama senzora: npr. laserskim izvidničkim kompletom AN/AVD-2 (kasnije zamijenjenim s AN/AVQ-9), IC sustavom za detekciju AN/AAD-5 ili AN/AAS-18, radarskim sustavom za kartografiranje terena AN/APQ-102. Nekolicina RF-4C opremljena je sustavom AN/ALQ-125 namijenjenim za detekciju, identifikaciju i lociranje položaja protivničkih radara.

Isporuka RF-4C USAF-u počela je 1965. godine, a do 1973. godine (dokad je trajala produkcija) isporučeno je 503 primjerka. Osim SAD, korisnici RF-4C su Španjolska i Južna Koreja, a koristio ih je privremeno i Izrael (dok nije nabavio RF-4E).

nik s laserskim designatorom Atlis II koji ima i izvidnički mod rada i kojeg koriste francuski jurišnici Jaguar.

Kombinirani višefunkcijski izvidnički spremnici postaju svakodnevni, mnogi su upotrebi i u razvoju. Modularni izvidnički spremnik kompanije DASA uključuje dvije kamere Zeiss i IRLS RS-710: u stražnjem modulu nalazi se izvidnički interface sustav (RIS, Reconnaissance Interface System) Litef koji automatski nadzire cijeli sustav i koordinira prikupljanje podataka dobivenih od zrakoplova i od samog spremnika što znači da je ovaj sustav samodovoljna cjelina koja ne ovisi o nekim drugim vanjskim sustavima. Takvi su i već spomenuti Lockheed ATARS i MDS 610 Tactical Stand-Off Air Reconnaissance System kompanije Thomson-TRS.

Širenje izvidničkih spremnika dovelo je u mnogim zračnim snagama do preispitivanja planova kupnje mnogo skupljih ali i sposobnijih

njihovih spremnica, dok talijansko-brazilski AMX ima zanimljivu novost, sekциju u trupu u koju se može smjestiti jedan modularni senzorski sustav (bilo koji od tri gore navedena) bez degradacije borbenih sposobnosti zrakoplova).

Opcije borbenog zračnog izviđanja

Kad razmatraju brojne opcije vezane uz borbeno izviđanje, planeri brojnih zrakoplovstava suočeni su s važnim odlukama. Specijalizirani borbeni izvidnički zrakoplovi se polako povlače iz službe, a razvija se nova generacija lovaca kod kojih nije predviđeno pravljenje posebne izvidničke verzije zrakoplova. I Dassaultov Rafale i švedski JAS-39 Gripen će biti opremljeni s izvidničkim spremnicima za vršenje taktičkih izvidničkih misija, a ne planira se ni izvidnička verzija Lockheed Martina F-22, ni Eurofighter 2000.

Nova generacija lovaca sastoji se od man-

RF-4E predstavlja spoj izvidničkih sustava s RF-4C, i zmaja i motora F-4E. Ova inačica razvijena je za izvoz (USAF je zadovoljio svoje potrebe za izvidničkim zrakoplovom s RF-4C). Prototip RF-4E poletio je 1970. godine. Prvi i najveći korisnik je Njemačka koja je nabavila 88 primjeraka i koristila ih od 1971. do 1992. godine nakon čega su povućeni iz uporabe. RF-4E dobili su kamere KS-87B i KS-56D, ILRS AAS-18A, SLAR UPD-4 (ovaj SLAR ugrađen je samo na njemačke RF-4E); opremljeni su i sustavom za prijenos podataka zemaljskim stanicama, a snimljene fotografije razvijaju se u letu i u posebnoj kapsuli izbacuju i spuštaju s padobranom. Godine 1978. njemački RF-4E dobili su i sposobnost napadaja na zemaljske ciljeve (na potkrilnim nosačima mogli su nositi šest kasetnih bombi BL755 ili do 2270 kg borbenog tereta).

Osim Njemačke, RF-4E kupili su i Iran (27 primjeraka, bilo je naručeno još 11 ali nakon pada šaha Reze Pahlavija 1979. godine nisu isporučeni), Izrael (6), Turska (8), Grčka (6).



jeg broja zrakoplova koji su višenamjenski i mnogo sposobniji od njihovih prethodnika. U kasnim 70-tim neka zemlja koja je tražila zapadni borbeni zrakoplov mogla je birati između više modela (A-4, A-7, F-4, F-5, F-14, F-15, F-16, Harrier, Jaguar, Kfir, Mirage III/V, Mirage F1, Tornado, Viggen). Iza 2000. godine kupci će imati suženi izbor, s brojem tipova koji se nude smanjenim otprilike za pola u odnosu na prijašnju situaciju (F/A-18E, F-22, Rafale, Gripen, Eurofighter 2000, možda zadnje serije F-15 i F-

16). Isto tako će se suziti izbor u pogledu sposobnosti: novi zrakoplovi su svi odreda višenamjenski što znači da se polako napuštaju uskospesjalizirani borbeni zrakoplovi sposobni za izvršavanje samo jedne vrste misija.

Sukobi vođeni zadnje desetljeće i pol pokazuju važnost izvidničkih zrakoplova koji su bili konstantno zanemarivani. U Falklandskom ratu, nedostatak borbenog zrakoplova s izvidničkim sposobnostima doveo je RAF do stvaranja brze improvizacije konverzijom zrakoplova-

tankera Victor. Zaljevski rat isto je pokazao nedostatak izvidničkih zrakoplova, posebice kod procjene šteta nastalih bombardiranjem (BDA, bombing damage assesment), ali i kod praćenja pokreta iračkih snaga.

Prema izvješću danom američkom Kongresu o Zaljevskom ratu iz travnja 1992. (Conduct of the Persian Gulf War: Final Report to Congress), "rat je postavio velike zahtjeve pred nacionalne, operativne i taktičke sustave, koji nisu mogli biti zadovoljeni". U kolovozu 1993. godine Komitet za službe oružanih snaga (Armed Service Committee) zabilježio je "nedostatak progresa u zračnom izviđanju i sadašnje stanje pometnje između raznih programa razvoja izvidničkih platforma sa i bez posade, senzora i sustava za obradbu prikupljenih podataka".

Zašto je došlo do takvog nedostatka kod izviđanja? Djelomično, to je zbog novih prioriteta. Sa stajališta zračnih snaga, u novim uvjetima ograničenih vojnih budžeta ne može se nabaviti puno novih lovačkih zrakoplova; mnogi časnici zračnih snaga vjeruju da je primarna uloga ovog vida vojske uništenje protivničkih zrakoplova. Kad su dostupni dodatni zrakoplovi, oni su korišteni za misije koje su po važnosti na drugom mjestu, udare po zemaljskim ciljevima, i elektronsko ratovanje kojim se eliminira zračna i zemaljska prijetnja vlastitim zračnim snagama. Tek tada dolazi na red borbeno izviđanje, kod kojeg dobivene podatke češće koriste zapovjednici kopnenih snaga nego zrakoplovstvo.

Ovakvo razmišljanje karakteristično je i za manje zemlje, poput npr. Tajlanda koji svoje izvidničke zrakoplove RF-5A koristi više za

Jedan od najraširenijih lovačkih zrakoplova u svijetu je F-5, zato nije čudno da među verzijama ovog zrakoplova postoje i izvidničke verzije. Sredinom 60-tih razvijena je prva inačica, RF-5A (na slici). Kod ovog zrakoplova u nosu su smještene četiri kamere KS-92. Ukupno je napravljeno oko 80 RF-5A, koji su isporučeni Turskoj, Grčkoj, Iranu, Tajlandu, Južnoj Koreji i bivšem Južnom Vijetnamu.

Znatno usavršenija je sljedeća verzija RF-5E TigerEye predstavljena 1978. godine. Kao i kod RF-5A, modificiran je nos zrakoplova (produžen je za 20,3 cm): u prednjem odjeljku je smještena kamera KS-87D1, aiza nje je prostor u koji se smješta izvidnička oprema smještena u posebne palete. TigerEye može koristiti tri takve izmjenjive palete čime mu je povećana operativna fleksibilnost. Paleta 1 sastoji se od panoramskih kamera KA-95B i KA-56E i IC linijskog skenera RS-710E; paleta 2 sadrži panoramske kamere KA-56E i KA-93B6; paleta 3 nosi jednu 1680 mm LOROP kameru KS-147. Zadržana je mogućnost nošenja standardnog naoružanja na potkrilnim nosačima koje koristi F-5E. Jedini korisnici ovog zrakoplova su Malezija i Saudijska Arabija.





Su-24MR (NATO kodni naziv Fencer-E) predstavlja izvidničku verziju istoimenog jurišnog zrakoplova, koju koristi rusko taktičko i mornaričko zrakoplovstvo. Izvidnička oprema sastoji se od SLAR radara Štik smještenog u nosu zrakoplova, IC izvidničkog sustava Zima, TV izvidničkog sustava Aist-M, panoramske i kamere za koso snimanje u podtrupnom kućištu. Na vanjskim nosačima može se nositi spremnik Špil-2M s laserskim daljinomjerom, na potkrilnom nosaču ispod lijevog krila spremnik Tangaž (za ELINT) ili Efir 1-M (namijenjen za detektiranje emisija protivničkih radara), dok se ispod desnog krila postavljaju dva vodena projektila R-60 (AA-8 Aphid) koja služe za samoobranu. Moguće je i nošenje dva dodatna rezervoara goriva (svaki volumena 3000 litara), te opskrba tijekom leta zahvaljujući ugradenom priključku. Svi prikupljeni podatci mogu se radio-vezom poslati zemaljskoj stanici.

napadaje na zemaljske ciljeve nego li za izviđanje; za srednje velike sile poput Njemačke, koja svoje F-4F koristi kao presretače (Njemačka je zbog smanjivanja sastava svoje vojske povukla svoje izvidničke RF-4F; jedina predviđena zamjena je višak Tornada iz sastava mornaričkog zrakoplovstva); pa i za supersilu poput SAD. Američki USAF još uvijek koristi RF-4 za borbene izvidničke misije, nakon što je odbio prijedlog modifciranog Eaglea (RF-15), odustao od izvidničkog RF-16 1993. godine, i obustavio razvoj ATARS-a. Kao što je već rečeno, američki Marinski korpus nastavio je s razvojem manje sposobne verzije ATARS-a, ali USAF je još uvijek nesiguran oko budućnosti misija borbenog izviđanja; trenutačno se traži samo alternativa za izvidničke spremnike koje nose lovci F-16.

Zbog očite potrebe za borbenim izvidničkim zrakoplovima, važno je razmotriti prednosti i nedostatke dvije glavne opcije. Na jednoj strani je samo opremanje borbenih zrakoplova spremnicima s izvidničkom opremom; na drugoj strani su specijalizirane izvidničke inačice borbenih zrakoplova s integriranim kamerama i senzorima.

Naravno, ova distinkcija nije uvijek pot-

puno jasna. Na primjer, u ranim 80-tim američka mornarica nabavila je 49 lovaca **F-14 Tomcat** modifciranih za nošenje izvidničkog spremnika **TARPS (Tactical Aircraft Reconnaissance Pod System)** s nadzornim panelom smještenim u stražnjem kokpitu. Iako je TARPS vanjski spremnik, on se ne može nositi od strane ostalih F-14 u sastavu mornaričkog zrakoplovstva. Ipak u većini slučajeva moguće je povući jasnu crtu između specijaliziranih izvidničkih zrakoplova i borbenih zrakoplova opremljenih s izvidničkim spremnicima.

Spremniči: svestrani, fleksibilni, jeftini

Oslanjanje na flotu zrakoplova s spremnicima s izvidničkom opremom je atraktivna opcija, uz nekoliko uvjeta. Prije svega, moguće je (barem u teoriji) odabrati odgovarajuće spremnike (a s time i najpogodniju izvidničku opremu) za bilo koju danu misiju. Na primjer na

taj način Mirage 2000 može se opremiti sa SLAR sustavom Thomson-CSF Rafael, Dassaultovom kamerom COR2, ili Dassaultovim LOROP-om AA-3-38 Harold.

Druge, moguće je odabrati različit zrakoplov za različite izviđničke misije (naravno, ako su ti zrakoplovi opremljeni instalacijama koje im omogućavaju nošenje odgovarajućih spremnika). Na primjer, Harrier II iz sastava RAF-a tijekom ophodnji iznad sjevernog Iraka 1993. godine nosili su LOROP spremnik Vinten VICON 18 Srs 603 i spremnik s optičkim senzorima preuzet s Harriera GR.3, a jurišnik Jaguar GR.1 isto je nosio spremnik VICON. Ovakav stupanj fleksibilnosti je važan, jer neke misije zahtijevaju supersonični zrakoplov, dok se druge savršeno dobro mogu izvesti s platformom nižih performansi, a treće zahtijevaju veliki domet zrakoplova. Na primjer, USAF je koristio ograničen broj izvidničkih spremnika AVQ-26 Pave Tack na floti svojih RF-4C/F-111F smještenoj u Velikoj Britaniji.

Relativno je jednostavno prilagoditi lovački zrakoplov za nošenje različitih spremnika s izvidničkim sustavima. U letu su uspješno isporbana četiri europska izvidnička spremnika na lovcu F-16 nakon minornih modifikacija električnih instalacija, a ATARS spremnik originalno razvijen za F-16R i F/A-18(RC) uspješno je testiran i na F-15.

Spremniči s izvidničkom opremom su relativno laki (najlakši modeli imaju masu od 35 kilograma) i ne zahtijevaju nikakvu vanjsku modifikaciju zrakoplova. Oni su i jeftiniji od specijal-

Isim u presretačkoj ulozi, ruski MiG-25 koristi se i kao izviđač. Godine 1964. pojavila se verzija MiG-25R, koja ulazi u produkciju pet godina kasnije. MiG-25 nije dobio nikakvo naoružanje, od izviđačke opreme nosi jednu vertikalnu kameru s fokusom duljinom od 650 mm i dvije 1300 mm kamere za koso snimanje. Nova izvidničko-bombarderska inačica MiG-25RB pojавila se 1970. godine i svi raniji MiG-25R dovedeni su na njezin standard (ova inačica ima mogućnost nošenja do šest bombi mase 500 kg). MiG-25R



bio je izvožen u Bugarsku, Alžir, Siriju, Indiju i Irak. Na temelju MiG-25R nastalo je nekoliko podtipova opremljenih usavršenim senzorskim sustavima, koji su u službu ušli istodobno s MiG-25RB. Inačice su bile MiG-25RBK (koja je dobila SLAR radar, pravila se od 1971. do 1980. godine) i MiG-25RBS (pravljena od 1971. do 1978. godine). U početku 80-tih napravljeni su usavršeni izvidnički sustavi za MiG-25RBS. Nakon modernizacije 1981. ova verzija dobiva naziv MiG-25RBŠ (prikazana je na slici). Slično su modernizirani i MiG-25RB u verziju MiG-25RBF (ali ipak nisu dobili posve identičnu opremu kao i MiG-25RBŠ).

Radi zadovoljavanja zahtjeva RAF-a za izvidničkom verzijom jurišnog zrakoplova Tornado, modifiran je standardni Tornado GR.1. Dva topa Mauser kalibra 27 mm su uklonjena i zamjenjena panoramskim IC linijskim skanerom i SLIR senzorom. Rekonfigurirani zrakoplov dobio je naziv Tornado GR.1A (po vanjskom izgledu se od jurišne inačice razlikuje po tome što su na mjesto otvora topovskih cijevi stavljeni prozori za SLIR, a na donjem dijelu nosa zrakoplova nalazi se mali spremnik s lećama linijskog skanera). Tornado GR.1A je prvi izvidnički zrakoplov koji ne nosi foto kamere, već se za bilježenje prikupljenih podataka oslanja isključivo na video recordere (moguće je pregledavanje skupljenih podataka tijekom leta od strane drugog člana posade). Izvidnička oprema sastoji se od SLIR senzora Vinten, ILRS-a Vinten Linescan 4000. Prototip je poletio 1985. godine, a u sastav RAF-a uvedeno je 30 zrakoplova.



iziranih izvidničkih zrakoplova, i moguće je zadržavanje iste opreme bez obzira kad ulogu borbenog izviđanja preuzeće novi tip zrakoplova. Izvidničke spremnike lako je i modernizirati s novim sustavima kad dođe do promjene tehnologije. U ekstremnim situacijama zračne snage neke zemlje suočene s takvim prijetnjama da su im potrebiti svi borbeni zrakoplovi do kojih mogu doći, mogu jednostavno skinuti izvidničke spremnike i ostaviti ih na zemlji.

Kod negativnih strana ovog pristupa, neki ili čak većina prikupljenih podataka nije dostupna posadi zrakoplova koji vrši izviđanje. Loralov spremnički SLAR UPD-8 uključuje sustav za prijenos podataka zemaljskim postajama u realnom vremenu, ali podatci prikupljeni SLAR-om i prikazani na displayu u zadnjem kokpitu F/A-

18(RC) nisu dostupni kod nekih jednosjednih zrakoplova koji mogu biti opremljeni ovim spremnikom. Ipak, multifunkcionalni digitalni kokpit displayi, poput onog na F-22, eventualno mogu dozvoliti puni pristup prikupljenim podatcima tijekom leta.

Specijalizirani izvidnički zrakoplov: skupo rješenje

Borbeni izvidnički zrakoplov opremljen s integriranim senzorima i kamerama normalno ne može biti u uporabi fleksibilan kao borbeni zrakoplov opremljen spremnikom s izvidničkom opremom, ali i on ima neke svoje prednosti. Očito, zrakoplov specijaliziran za borbeno izviđanje imat će motore, konstrukciju i druge

osobine dizajnirane ili barem modificirane za tu ulogu. Display u kokpitu, kontrole i ergonomija također će biti odredene zahtjevima misije.

Ali i specijalizirani borbeni izvidnički zrakoplov zapravo može biti gotovo fleksibilan kao i borbeni zrakoplov opremljen s spremnicima. RAF-ov Tornado GR.1A ima kompletan senzorski sustav za izviđanje, ali je i dalje zadržao pune sposobnosti za napadaj na ciljeve na zemlji (osim što je uklonjen top). Ipak treba spomenuti da je Tornado vrlo velik zrakoplov u koji može stati dosta opreme.

Druga prednost izvidničkih zrakoplova s integriranim senzorima i kamerama je da su aerodinamički "čisci" nego borbeni zrakoplovi opremljeni spremnicima s opremom za izviđanje, što donosi prednost zbog zadržavanja visokih performansi i (što je važno za moderne lovce) "stealth" osobine. Aerodinamički otpor stvoren od strane spremnika posebno se zapaža na manjim visinama, točno gdje se uobičajeno odvijaju izvidničke misije i gdje se mogu prikupiti najbolje informacije. Problem je manje ozbiljan na velikim visinama, ali to je područje visoko specijaliziranih izvidničkih zrakoplova poput U-2/TR-1 i SR-71.

Možda najbolji argument u korist specijaliziranih borbenih izvidničkih zrakoplova, sa staljalaštima ljudi koji traže informacije koje ovi zrakoplovi skupljaju, je taj da oni predstavljaju jamstvo da će ih zračne snage koristiti u ulozi za koju su namijenjeni. Izvidnički zrakoplovi obično (uz

Z bog zamjene izvidničkih Miragea IIIR, francuske zračne snage 1979. godine odlučuju nabaviti izvidničku verziju lovca Mirage F1, nazvanu Mirage F1CR-200. Prvi prototip poletio je 1981. godine, prvi serijski napravljen pojavio se potkraj 1982. godine, a uvođenje u službu počelo je u srpnju 1983. godine. Od senzora u F1CR-200 ugrađen je radar Cyrano IVM-R namijenjen za kartografiranje tereina, vertikalna kamera za snimanje sa srednjih visina OMERA 33, panoramska kamera OMERA 40, recoder za bilježenje podataka OMERA 400, fotofleš instalacija, IRLS Super Cyclope WCM 2400, SLAR Thomson-CSF Raphael. Ova oprema smještena je u trupu zrakoplova, a na vanjskim nosačima nose se kontejneri s dodatnom izvidničkom opremom (spremnik s novim SLAR-om, Nora spremnik s optroničkim senzorima, Syrel spremnik s opremom za ELINT misijom). S F1CR-200 uklonjeno je streljačko naoružanje, a za samoobranu se nose projektilli zrak-zrak Magic. Operativni domet povećan je stavljanjem priključka za opskrbu gorivom u zraku. Francuske zračne snage su jedini korisnik (nabavile su 64 zrakoplova)



određene iznimke) imaju ograničene borbene sposobnosti jer potrebni senzori zauzimaju prostor gdje su normalno smješteni radari; na primjer RF-4C nema nikakvo naoružanje, dok RF-5E nosi projektile zrak-zrak AIM-9 Sidewinder za samoobranu ali nema radar APQ-153 koji ima F-5E. Bilo bi neučinkovito, ili potpuno nemoguće koristiti takav zrakoplov u bilo kojoj drugoj ulozi osim one za koju je namijenjen, bez obzira koliko žarko željni zapovjednici nekih zračnih snaga koristiti te zrakoplove u lovačkoj borbi ili za napadaj na ciljeve na zemlji.

Ova situacija je analogna trenutačnoj debati o bliskoj zračnoj potpori (CAS, Close Air Support) koja se trenutačno vodi u SAD, gdje se kopnena vojska snažno protivi namjeri USAF-a da CAS misije prebací s A-10 na F-16. A-10 konstruiran je isključivo za CAS i ne može izvršavati nikakvu drugu ulogu, dok zračne snage mogu višenamjenski lovac F-16 lako poslati na izvršavanje misija zračne borbe, ostavljajući tako kopnene snage bez zračne potpore.

Je li specijalizirani izvidnički zrakoplov osuđen

Danas je očito da se u većini svjetskih zračnih snaga ide na zrakoplovne flote sastavljene od jednog tipa višenamjenskog zrakoplova. Zbog toga, kao i zbog činjenice da se proizvodnja borbenih zrakoplova sve više produžuje, teško je zamisliti nabavu i uvodenje specijaliziranih borbenih izvidničkih zrakoplova.

Njemačka, na primjer, planira kupiti 140 EF 2000, dok francuske zračne snage namjeravaju nabaviti samo 235 Rafalea. Godine 2015. to će biti jedini borbeni zrakoplovi u prvoj borbenoj crti u naoružanju ovih zemalja. USAF će biti sreтан ako tada bude imao u službi tri tipa zrakoplova, ali i F-15 i F-16 bit će pred odlaskom iz

Borbeni izvidnički zrakoplov je vjerojatno najbolje, ali i najskuplje rješenje za izvidničke misije. Stoga u zadnje vrijeme ovu vrstu zrakoplova sve više potiskuju spremnici s izvidničkom opremom koje mogu ponjeti i "obični" lovački i jurišni zrakoplovi (na slici je američki presretač F-14 Tomcat opremljen s ATARS spremnikom)



službe; tako će F-22 biti jedini lovac u produkciji (naravno, samo ako JAST program propadne do tada). Slično, i američko zrakoplovstvo imat će samo F/A-18E/F.

Jedno od pravila dizajna zrakoplova je da kad se jednom počne s ekspanzijom avionike u zrakoplovu, taj proces se nastavlja dalje. To je posebno slučaj kod višenamjenskih zrakoplova; tako ti zrakoplovi ne će imati mjesta za smještanje izvidničkih senzora i kamera u trupu.

Čak i ako bude moguće nabaviti različite inačice borbenih zrakoplova, i tu će postojati prioriteti. Zračne snage dat će prioritet jurišnim zrakoplovima, mornarička zrakoplovstva tražit će mornaričku verziju tog jurišnika (poput Tornada njemačke mornarice ili francuskog Rafalea M), a zatim bi prioritet vjerojatno dobili zrakoplovi specijalizirani za elektronsko ratovanje. Ovi zadnji zrakoplovi imat će određene izvidničke sposobnosti, ali će ponajprije biti osposobljeni za tradicionalne uloge u elektronskom ratovanju (ometanje neprijateljskih radara, uništavanje postaja protuzrakoplovnih raketnih sustava) i bit će suviše značajni da bi se dopustio njihov gutitak u običnoj izvidničkoj misiji.

Da razjasnimo situaciju, zamislimo da je lovac F-15 jedini USAF-ov zrakoplov ove namjene u naoružanju. Temeljni F-15 bio bi dizajn za izvođanje zračne nadmoći; nakon toga bi slijedio F-15E za jurišne misije, dok bi verzija za elektronsko ratovanje/Wild Weasel misije najvjerojatnije bila zadnja na redu. Izvidnički RF-15 ne bi se ni pojavio.

Koristeći taj obrazac, Tornado GR.1A predstavlja iznimku, vjerojatno kao rezultat Tornadovog jedinstvenog podrijetla. Tri zemlje koje sačinjavaju Panavia konzorcij željele su Tornado za izvršavanje tri različite misije, i prema tome su dizajnirali zrakoplov da bude

Na temelju švedskog borbenog zrakoplova Viggen nastale su dvije izvidačke verzije, SF37 (na slici) i SH37. Razvoj izvidničkih verzija počeo je 1971. godine, a prvi se pojavio SF37 (Spaning Foto) namijenjen za foto izviđanje, i koji je zamijenio izvidačke S 35E Drakene u izviđanju iznad kopna. Prvi prototip je poletio u svibnju 1973. godine. U nosu SF37, iz kojeg je uklonjen radar, nalazi se sedam kamera s kojima se može snimati s malih (tri SKA 24C kamere sa 120 mm objektivima su fiksirane prema dolje i usmjerene prema naprijed; plus jedna vertikalna VKA 702 IC kamera i još jedna SKA 24C) i srednjih/velikih visina



na (dvije SKA 31 kamere sa 600 mm objektivima i jedna SKA 24 kamera s 57 mm objektivom). Ove kamere dopunjene su izvidničkim foto spremnicima za noćno izviđanje Mörkerspan-ingskapsel (tri SKA 34 kamere s 75 mm objektivima, nosi se na lijevom podtrupnom nosaču) i Blixtkapsel (za osvjetljivanje potrebno za noćno snimanje na visinama do 500 metara).

Druga izvidnička verzija SH37 (Havsövervakning, obalno izviđanje) poletjela je potkraj 1973. godine. U nosu se nalazi radar PS-371/A prilagođen za pomorske operacije. Mogu se nositi isti kontejneri za noćno snimanje koje nosi SF 37, plus kontejner sa 600 mm SKA 24D kamerom.

dovoljno velik da dobije opremu za bilo koju od tih uloga. Zato je GR.1A jedan od nekoliko specijaliziranih izvidničkih zrakoplova ikad izgrađenih, kod kojeg nije trebalo praviti modifikaciju nosne sekcije.

U svakom slučaju budućnost ne izgleda "ružičasto" za specijalizirani borbeni izvidnički zrakoplov. Vojne snage sve će se više oslanjati na bespilotne letjelice, dalekometne senzore na letećim platformama i naravno borbene zrakoplove opremljene s spremnicima s izvidničkom opremom. Ti spremnici koristit će se na višenamjenskim borbenim zrakoplovima (kad su dostupni i/ili potrebni), ili na borbenim zrakoplovima slabijih performansi (poput BAe Hawka 100/200), nakon što izvrše svoju primarnu misiju.



Krilo obrnute

STRIJELJE

Iako već dugo poznat, koncept krila obrnute strijele počeo se ozbiljnije razmatrati tek pojavom tehnoloških rješenja koja omogućuju njegovu primjenu na modernim borbenim zrakoplovima



Koncept krila obrnute strijele (u daljem tekstu **FSW - Forward-Swept Wing**) nije toliko nov kako bi se moglo pomisliti. Već tijekom II. svjetskog rata su se pojavile neke zamisli o upotrebi ove konfiguracije krila u sprezi s novim mlaznim motorima. Jedna od njih je i realizirana, barem u vidu eksperimentalnog prototipa koji je poletio, ali nije uspio ući u serijsku proizvodnju. Naravno, kao i kod većine tehnološki naprednih oružanih sustava tijekom ovog povijesnog perioda, njemački konstruktori i znanstvenici su i ovdje bili ispred ostatka svijeta.

Dizajnerska ekipa sa dipl.inž. Hans Wockeom na čelu na vrijeme je shvatila potencijal turbomlaznih motora i odlučila konstruirati teški bombarder velikog doleta, nosivosti i brzine koji bi mogao donijeti njemačkoj zrakoplovnoj sili potrebnu udarnu snagu. Od 1935. godine je temeljito proučavao, za razliku od zapadnih konstruktori, prednosti strelastog krila, koje je omogućavalo postizanje većih brzina u odnosu na tada konvencionalnu koncepciju ravnog krila. Bit se nalazila u kasnijem pojavitivanju sile povlačenja koja se javlja kako se aeroprofil približava brzini zvuka. Prvotno je bilo planirano da strijela bude pod

kutem od 25°. Ali pokazala su se neka od inherentnih negativnih svojstava ove konfiguracije krila. Ponašanje je pri velikim brzinama bilo dobro, ali su se javljali problemi kada zrakoplov leti malim brzinama. Tada letjelica postaje nestabilna, a moguć je gubitak kontrole zbog nestanka uzgonske sile (stall-efekt) na samim vrhovima krila, koji bi potpuno onemogućio upotrebu ailerona u tim trenutcima. Ovo bi se, prema njegovom mišljenju, moglo prevladati korištenjem krila obrnute strijele.

Letjelica koja se pojavila kao rezultat ovih studija bila je svakako revolucionarna. Četveromotorni mlazni bombarder velike brzine i dometa, s krilom vrlo neobičnog izgleda za tadašnje konstrukcije. **Junkers Ju 287 V1**, kako je nazvan ovaj zrakoplov, posjedovao je FSW krilo s kutom strijele 18° i izlaznim kutom od 30°. Glede smanjenja materijalnih troškova, ali i kraćeg vremena izrade, iskoristeni su dijelovi s već postojećih zrakoplova poput Heinkel He-177 Greif, Junkers Ju 388 i Junkers Ju 352, te oborenog američkog bombardera B-24 Liberator. Podvozje je bilo neuvlačivo, dok su pogonsku snagu osiguravala četiri turbomlazna motora Jumo 0004B s po 8.83 kN potiska svaki. Ovo je zapravo trebao biti samo pokušni prototip za veći Ju 287 V2, odnosno krajnji

Klaudije RADANOVIĆ

V3 koji je trebao biti pokretan sa šest turbomlaznih motora He 011A, ali kako oni nikada nisu bili proizvedeni, bilo je odlučeno da se iskoriste BMW 003A grupirani po tri u dvije gondole, smještenim što je moguće više prema vrhu krila te ispred napadnog ruba krila. Ovakva konfiguracija pogonske skupine odabrana je sa svrhom smanjivanja opterećenja krila i minimiziranja negativnih strana o kojima će biti riječi u kasnijem dijelu teksta.

Sagrađena su samo dva prototipa prve inačice. Prvi je prototip poletio dvaput: pri prvom letu je pokušni pilot Siegfried Holzbauer postigao brzinu od 650 km/h u poniranju kada su se javila opasna aerolastična naprezanja, a nakon drugog leta pri kojem je zrakoplov preletio u Rechlin, tadašnji glavni letni centar u Njemačkoj, letjelica je uništena u savezničkom bombardiranju. Drugi primjerak nije niti dospio u letnu fazu.

Nakon relativnog početnog uspjeha, ali i nemogućnosti da nastavi s već započetim razvojem mlaznog FSW bombardera, Wocke ipak na kraju trijumfira u polju zrakoplovnog dizajna 1964. godine s poslovnim mlaznim FSW zrakoplovom **MBB HBF 320 Hansa** koji se i danas koristi.

Ovo nisu jedini zrakoplovi koji su temeljeni na naprednim karakteristikama koje posjeduje FSW. Američka kompanija Convair bila je krajem 40-tih i početkom 50-tih godina među vodećim tvrtkama na polju aerodizajna. Prisjetimo li se njihovih sjajnih civilnih zrakoplova, ili borbenih zrakoplova poput bombardera B-58 Hustler, uočavamo da su oduvijek bili spremni prihvati dobre ideje, ali i hrabro zakoračiti u do tada nedovoljno poznatu problematiku. Iz konstruktorskih biroa ove kompanije dolazi možda najkontroverzniji FSW projekt u relativno kratkoj povijesti zrakoplova na mlazni pogon, Convair **XA-44/XB-53**. Ovaj veliki

zrakoplov trebao je biti dvojne namjene: u prvoj inačici obavljao bi jurišne zadaće (osnovno naoružanje mu je tada trebalo biti 20 teških strojnica od 12.7 mm), dok bi u drugoj morao obavljati bombarderske zadaće (nosio bi 12 bombi od po 1000 libri tj. 454 kg i 40 raketa promjera 127 mm).

Krilo ovog zrakoplova trebalo je posjedovati kut strijele od 30° uz dihedral od 8° . Nije bilo predviđeno postavljanje horizontalne repne površine, a bio bi pokretan s tri turbomlazna motora General Electric J35 smještena u trupu zrakoplova. Ovaj zrakoplov nikad nije sagrađen, ali bitno ga je spomenuti kao jedan od načina razmišljanja konstruktora i njihovog viđenja primjene FSW-a na napredne zrakoplovne konstrukcije.

Fizikalni temelji FSW-a

Prednost koju nam daje FSW u odnosu na klasično krilo je velika. Primijenimo li zakon površina, koji je jedan od najznačajnijih fizikalnih zakona u primjeni

borbeni zrakoplovi visokih performansi posjeduju krila s kutom strijele koje osigurava izuzetne letne sposobnosti pri velikim brzinama, ali njihovo ponašanje u podzvučnom području nije zadovoljavajuće. Uzmemo li eksponencijalno povećanje mase prigodom povećavanja raspona nosećih površina zbog ostvarivanja dobrih letnih osobina pri malim brzinama, a sa svrhom postizanja dovoljne čvrstoće na aeroplastične deformacije, dolazimo do konstrukcije koja ne zadovoljava nekoliko temeljnih principa kao što su: niska cijena proizvodnje i održavanja, jednostavnost i izdržljivost konstrukcije i sl. Izlaz je pronaden u kompozitnim tvorivima na temelju karbonskih vlakana odnosno mješavini karbonskih i kevlarskih tvoriva. Ovim je prevladano i ograničenje na veličinu FSW konstrukcije, koja za potpuno metalno krilo ne smije prijeći kut strijele od 15° , što uz primjenu aeroplastičnog dizajna omogućava stvaranje zrakoplova superiornih letnih osobina,

su na napadni rub krila, a ujedno izaziva i pojačane aeroplastične deformacije. One dovode do jakog nekontroliranog vrtložnog strujanja preko krila koje bitno smanjuje uzgon i upravljivost zrakoplova. Kao posljedica se javlja tzv. stall odnosno propadanje uz nagli gubitak brzine, što nerijetko završava katastrofom uz gubitak ljudskih života i letjelice. Smanjimo li volumen prostora u kojem se javlja negativni tlak iznad krila istodobno ćemo znatno otkloniti utjecaj udarnog vala na letne karakteristike. Uspijemo li istodobno povećati volumen povišenog tlaka ispod krila tj. održati uzgonsku silu na jednakom iznosu kao i za ref-

Drugi X-29
snimljen tijekom
ispitnog
programa VFC
tehnologije 1992.
godine



jenoj aerodinamici¹, dolazimo do sljedećih činjenica: povećanje zapremine trupa u neposrednoj blizini centra mase, pri danom Machovom broju tijekom brišućeg leta ukoliko pretpostavimo da je mjesto stvaranja soničnog udarnog vala na istoj širinskoj točki za oba tipa krila, kut nagiba istog u odnosu na smjer leta će za FSW biti manji nego li za ASW (Aft Swept Wing - krilo normalne strijele tj. klasično strelasto krilo), što će uvelike smanjiti silu potezanja (drag).

Temeljni rezultat primjene FSW konstrukcije je ostvarivanje zrakoplova manjih protežnosti koji će posjedovati karakteristike identične znatno većoj letjelici klasične konstrukcije, odnosno postizanje boljih performansi za jednakе protežnosti. Današnji

posebice

izuzetne pokretljivosti i agilnosti, koje su odlučujuće za blisku zračnu borbu.

No promotrimo pobliže fizikalne razloge takve superiornosti FSW u odnosu na ASW krilo u području podvičnih brzina. Tijekom povećavanja brzine i približavanja probijanju zvučnog zida značajno se povećava otpor zraka u odnosu na aeroprofil. Podrijetlo otpora je u stvaranju udarnog vala koji je okomit na površinu krila. Brzina pri kojoj će doći do njegovog pojавljivanja je veća za tanki superkritični aeroprofil u odnosu na klasičnu konstrukciju. Do udarnog vala dolazi zbog različitih brzina i smjerova strujanja zraka preko gornje površine krila. Generalno strujanje možemo gledati preko dvije komponente: jedna je paralelna smjeru leta odnosno uzdužnoj osi zrakoplova, a druga izlaznom rubu krila. Smanjenjem kuta mjesto nastanka udarnog vala se pomiče prema izlaznom rubu krila smanjujući učinkovitost zapovjednih površina zbog manje brzine prelaska udarnog vala u odno-

erenčni aeroprofil, tada dobivamo krilo naprednih sposobnosti. Primijenimo li na ovakav tanki superkritični aeroprofil FSW konstrukciju, dobili smo smanjenje kuta napadnog ruba krila, dobre karakteristike samog aeroprofila i svojstvo proklizavanja kontroliranog vrtložnog toka fluida prema trupu zrakoplova, a ne prema vrhu krila, čime smanjujemo silu na taj kritično osjetljiv dio konstrukcije. Ovim smanjujemo aeroplastične deformacije i ne umanjujemo djelotvornost zapovjednih površina. Nadalje kod ASW je krajnji udarni val gotovo okomit na strujanje fluida oko aeroprofila, a kod FSW konstrukcije je zakrivljen čime se odlaže trenutak odvajanja toka od površine tj. povećava se kritični Machov broj². Ograničenja na kuteve strijele od 15° za metalna krila (zbog eksponencijalnog povećavanja mase sa svrhom postizanja mehaničke čvrstoće na aeroplastične deformacije), odnosno na 45° za krila od kompozitnih tvoriva povećava se podsisanje fluida čime se odvajanje laminarnog toka fluida događa kasnije u odnosu na klasičnu konstrukciju sa strijelom krila prema nazad.

Odvajanje struje fluida se kod FSW-a

javlja pri korijenu krila, tj. uz spoj krila i trupa, ujedno je to i mjesto koje je vrlo blisko središtu mase (ukoliko zrakoplov definiramo kao kruto tijelo), a zbog još uvijek relativno laminarnog (neturbulentnog tj. glatkog) toka zraka preko krajeva krila moguće je učinkovito kontrolirati zrakoplova oko sve tri osi tj. povećana je manevrabilnost letjelice i pri kritičnim brzinama.

Zbog klizanja fluida prema trupu centar potiska se pomiče prema uzdužnoj osi simetrije zrakoplova, čime se smanjuje torzionalni moment u korijenu krila, a kao posljedica ovoga su i znatno smanjene aeroplastične deformacije na vrhovima krila.

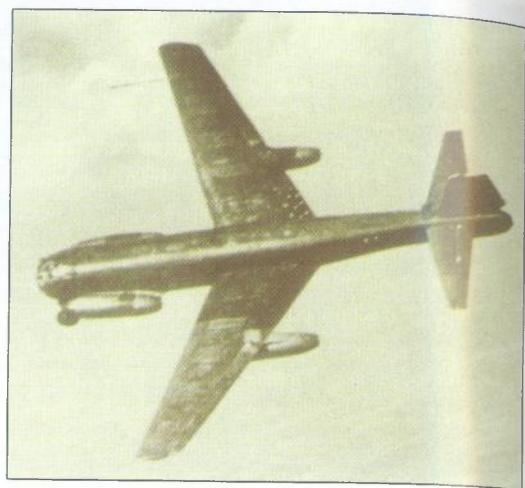
Sumiramo li sve do sada rečeno u jedan zaključak možemo ustvrditi da FSW posjeduje superiorne karakteristike pri brzinama manjim od $M=1$, dok je pri većim brzinama bolje normalno ASW krilo. Ovo dakako vrijedi za krila jednakog raspona i identičnih površina. Smanjimo li raspon FSW-a poboljšavamo njegove karakteristike i pri nadzvučnim brzinama tako da nestaje i ova minorna prednost koju posjeduje klasično strelasto krilo.

No FSW konstrukcija posjeduje, uz mnoštvo dobrih i neke loše osobine. Odvajanje strujanja fluida (ovdje je to zrak) u korijenu krila bitno umanjuje učinkovitost horizontalnih i vertikalnih repnih zapovjednih površina. Ujedno znatno povećava složenost aerodinamičkog oblikovanja spoja krila i trupa. Jedini načini na koji je za sada moguće umanjiti ove negativne strane su zamjena vodoravnih repnih površina kanard konfiguracijom ili zakošavanje korijena krila unazad kako bi se pojačalo opstrujavanje repnih površina i

Prvi zrakoplov na kojem je bio isprobani FSW koncept, bio je njemački Junkers Ju 287 V1 (na slici je Ju 287 V1 tijekom probnog leta)

povećala njihova učinkovitost, odnosno kombinacija ovih dvaju rješenja.

Veliki korak naprijed u procesu stvaranja učinkovitog FSW-a je zapravo napravljen pro-nalaskom kompozitnih tvoriva i njihovom primjenom u zrakoplovnoj industriji. Ovime je postalo moguće u potpunosti ili barem djelomično zamijeniti metale u procesu proizvodnje pojedinih konstrukcijskih sklo-pova. Zbog svojih dobrih mehaničkih, termičkih i elektromagnetskih svojstava nova tvoriva temeljena na karbonskim vlaknima su svoju najčešću primjenu doživjela u proizvodnji uzgonskih i kontrolnih površina zrakoplova. Manja gustoća uz jednaku



opterećenje na krilu tj. ovakva konstrukcija je strukturalno stabilna jer ublažava povećano opterećenje. Kod FSW-a se dogada obrnut slučaj: povećava se opterećenje samog krila, konstrukcija je strukturno nestabilna jer povećava opterećenje krila. U početku je ovo ograničavalo kut strijele kod ovog tipa krila na već spomenutih 15° .

Povećanjem kuta dobivamo superiorne letne karakteristike, ali moramo, ukoliko koristimo klasične materijale, znatno ojačati konstrukciju kako bi se strukturalna divergencija javila tek pri brzinama koje su znatno izvan područja letnih karakteristika. Ovim

povećanjem mase krila u potpunosti negramo sve njegove dobre strane.

Rješenje kontroliranja aerolastičnih deformacija i strukturne divergencije pomoći primjene kompozitnih tvoriva pronađeno je 1975. godine. Ukoliko se primjeni tvorivo temeljeno na karbonskim vlaknima tada postavljanjem slojeva pod negativnim kutom u odnosu na os deformacije,

povećavamo otpornost krila na iste i održavamo strukturu kako bi odgodili pojavi divergencije. Princip na kojem djeluje ovo tzv. aerolastično oblikovanje krila temelji se na pomicanju vlakana u određenom smjeru. FSW pokazuje tendenciju ka podizanju napadnog ruba krila. Da bi se to umanjilo kompozitno tvorivo je formirano tako da se na gornjoj površini krila vlakna pomiču, zbog kompresije, prema naprijed, dok se doljni slojevi zbog istezanja povlače prema nazad, spuštajući tako prednji rub krila.

Aerolastično oblikovanje krila ujedno smanjuje neugodnu i potencijalno izuzetno opasnu pojавu osciliiranja krila zbog suprotstavljanja struj



Vjerojatni izgled Ju 287 V2

čvrstoći i otpornost novih tvoriva omogućili su izgradnju učinkovitog krila obrnute strijele.

Veliki problem kod obje temeljne konstrukcije glavnih uzgonskih površina je pojavljivanje strukturalnih divergencija, koje dovode do savijanja napadnog ruba krila prema dolje (kod ASW) odnosno gore (kod FSW). U prvom slučaju se povećava

Neostvareni Convairov projekt zrakoplova XB-53





Grummanov prijedlog višenamjenskog lovca za ATF program; bila je predviđena primjena vektorskog potiska (ugradnja četvrtastih mlaznica), a najveća brzina zrakoplova trebala je iznositi oko 1.5 Macha

fluida (flutter). Ova pojava dolazi do izražaja pri većim brzinama i predstavlja glavni problem kod konstruiranja zrakoplova koji lete brzinama iznad $M=2.5$. Za FSW je brzina ove pojave veća i od brzine divergencije (kod ASW-a to nije slučaj), pa je tako primjenom aerolastičnog dizajna (prvi puta je primjenjen na HiMAT zrakoplovu) otklonjen i ovaj problem.

X-29

Dugo vremena nakon početnih projekata FSW nije bio primijenjen u konstrukciji zrakoplova. Razlog tome je relativno nedavno proglašenje pogodnih tehnologija kojima se rješavaju temeljni problemi kod ovog tipa konstrukcije, kao što su kompozitna tvoriva i aerolastični dizajn. Nakon ovih dostignuća bilo je pitanje vremena kada će se pojavit prva letjelica koja će ih iskoristiti.

Američka kompanija Grumman, koja je poznata po svojim mornaričkim zrakoplovima počevši od II. svjetskog rata naovamo, stvorila je pod vodstvom DARPA-e vrlo uspješan eksperimentalni zrakoplov **X-29** (originalna oznaka je **Grumman G-712**). Kod njega su spojene sve napredne tehnološko-konstrukcijske novine: tanki, superkritičan aeroprofil krila, aerolastično oblikovanje, primjena kompozitnih tvoriva, FSW, direktno vezane kanard zapovjedne površine (tzv. patka konfiguracija), statička nestabilnost zrakoplova, višekanalni FBW sustav za prenošenje zapovjedi upravljačkim površinama.

Prigodom izgradnje ove letjelice Grumman se poslužio dijelovima već posto-

jećih zrakoplova. Prednji dio s pilotskom kabinom preuzet je od Northropovog F-5A Freedom Fighter-a; podvozje, aktuatori letnih sustava, pogonski sustav za pokretanje motora te generalno

gleđano stražnji dio trupa preuzeti su s Lockheedovog (tada General Dynamicsovog) F-16A; turboventilatorski motor sa sustavom za dodatno sagorijevanje goriva



Drugi Grummanov prijedlog predviđao je gradnju znatno većeg lovačkog zrakoplova, sposobnog za superkrstarenje

General Electric F404-GE-400 s McDonnel

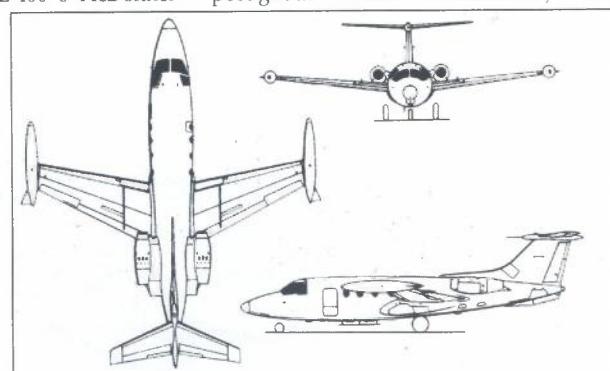
Douglasa F/A-18A
Horneta.

Krilo X-29 je FSW tipa s nagibom strijele $33^{\circ}44'$ na 25% širine krila. Aerolastičnost je postignuta postavljanjem kompozitnih tvoriva pod kutom od 9° u odnosu na napadni rub krila. Superkritičnost je postignuta debljinom profila od samo 4.9% debljine, no, unatoč ovoj činjenici krilo je u potpunosti otporno na strukturnu divergenciju, jer je povijanje vrhova bez uvijanja.

Kompletna konstrukcija krila je postavljena pod malim kutem u odnosu na bočnu uzdužnu os zrakoplova kako bi se minimizirao negativan utjecaj odvajanja stuje fluida uz spoj krila i trupa. S jednakom svrhom su na zrakoplov postavljeni i kanardi. Konstrukcija krila je pretežito od aluminija, uz primjenu titana na pojedinim mjestima. Oplata krila je u potpunosti izrađena od karbonsko-epoksidnog tvoriva.

Zrakoplov je dizajniran s inherentnom statičkom nestabilnošću, što je praksa kod svih naprednih konstrukcija lovačkih zrakoplova zadnjih dvadesetak godina, poput F-16, Mirage 2000, Grippena ... Ovim je moguće postići dvije stvari: zrakoplov će biti manjih protežnosti i njegove letne karakteristike će biti izrazito bolje u odnosu na klasično konstruirane letjelice iste namjene. No ovakva konstrukcija zahtijeva konstantan rad zapovjednih površina. Kod X-29 centar

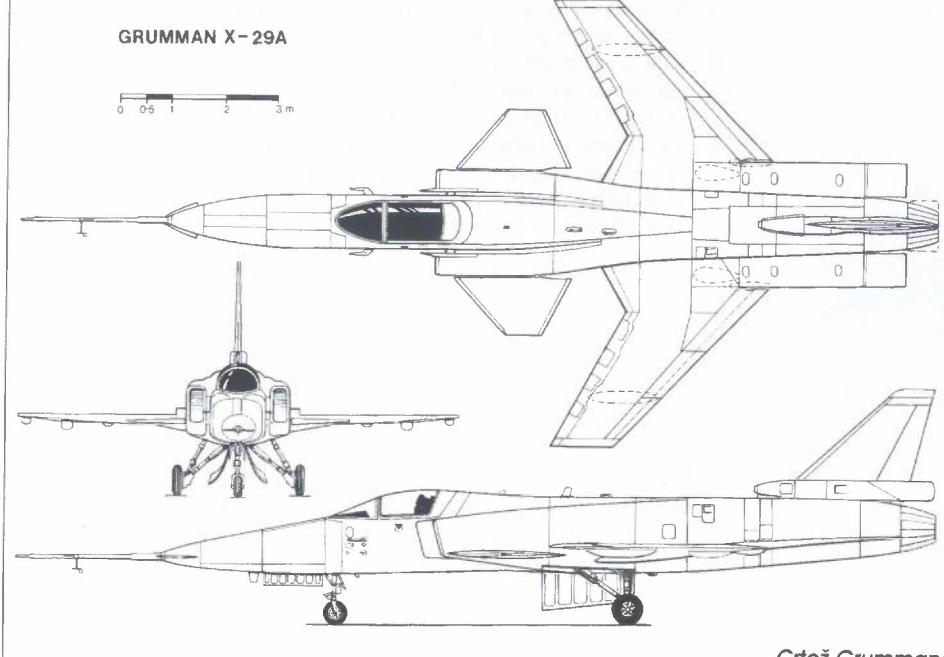
mase je pomaknut u odnosu na aerodinamički centar uzgona za 35%. Da bi se postigla potrebna stabilnost bilo je nužno na krila postaviti nove zapovjedne površine. Rješenje je pronađeno u vidu flaperona koji istodobno rade i kao zakrilca (flapsovi) i kao aileroni. Uz klasično repno kormilo, održavanju stabilnosti pomažu i kanardi kojima je područje otklona između $+30/-60^{\circ}$. Prvotno je bilo predviđeno da njihova površina iznosi 15% površine krila i da nestabilnost ne prijeđe 20%, ali se ovo pokazalo nedovoljnim pa su kanardi povećani na 20%, a nestabilnost na 35%. Bez njih je zrakoplov neutralno stabilan, a njihovim postavljanjem je velika nestabilnost, bez



Jedini zrakoplov s FSW krilom koji je danas u uporabi je HFB 320 Hansa (njemačke zračne snage koriste ovaj zrakoplov za elektronsko ratovanje)

mogućnosti postizanja iste pomoću balasta. Ovaj problem je moguće riješiti jedino

GRUMMAN X-29A



Crtanje Grummana X-29

širokom primjenom FBW sustava. Ovdje je primijenjen trokanalni sustav sa zalihošću. Svaki kanal posjeduje svoj dualni procesor Honeywell HDP 5301 koji služi kao računalo za letne kontrole. Unutar svakog računala jedan procesor nadzire cijelokupni ulaz i izlaz te se brine za dovoljnju zalihosti, dok drugi procesor isključivo vrši proračune letnih uvjeta i shodno njima reagira. Svaki procesor posjeduje po 8kB memorije proširivo na 16kB. Zajedničko sučelje s 1kB memorije otvoreno za oba procesora omogućava vrlo brzu medusobnu komunikaciju istih. Uz dualni digitalni procesor svako računalo posjeduje dodatni analogni procesor koji se uključuje u slučaju potpunog otkazivanja digitalne komponente. U slučaju nekritične pogreške u digitalnom sustavu poput višestruke pogreške senzorskog očitavanja podataka postoji mogućnost digitalne reverzije kada je siguran povratak, ali neke od mogućnosti zrakoplova nisu dostupne.

Za opskrbljivanje digitalnog sustava podatcima nadležan je referentni sustav za dojavu visinskih i smjerovnih podataka Litton LR80, dok žiroskopsko-akceleratorski senzori F-14 djeluju kao senzori u sastavu sustava za kontrolu leta.

U programskoj podršci sustavu za upravljanje zrakoplovom postoje četiri

temeljna režima leta ovog zrakoplova kako bi se prilagodili brzina i AoA uvjetima leta: 1.

manevarska putanja leta - bez ograničenja oba spomenuta čimbenika (gotovo identičan klasičnom g-zapovjednom načinu upravljanja zrakoplovom); 2. **rezim stabilnosti mane-varske brzine**

- računarski upravljeni i unaprijedeni prethodno navedeni režim leta, postoji ravnotežna točka na koju su i brzina i AoA konjuktivno ograničeni (sličan klasičnim AoA zapovjednim sustavima); 3. **prilazak pri slijetanju** - omogućava precizno slijeta-nje upotrebom zapovjedi potiska i zakretanja oko poprečne osi zrakoplova (pitch); 4. **upravljanje na zemlji** - omogućava direktnu vezu između pilota i zapovjednih površina tijekom svih operacija na tlu (prije polijetanja i nakon slijetanja).

Letni testovi samo su potvrdili teorijske vrijednosti ove konstrukcije. X-29 je prvi put poletio 14. prosinca 1984. godine, a sljedeća polijetanja su bila 4. i 22. veljače, te 1. ožujka iduće godine. Prve letne testove izvršio je Grummanov glavni test-pilot Chuck Sewell u AFB Edwards, koja je i glavno pokusno središte USAF-a. Prigodom jednog od letova izvršen je prilaz slijetanju s podignutim nosom

nalogije, ispitivanje 1992. godine korištenjem drugog X-29).

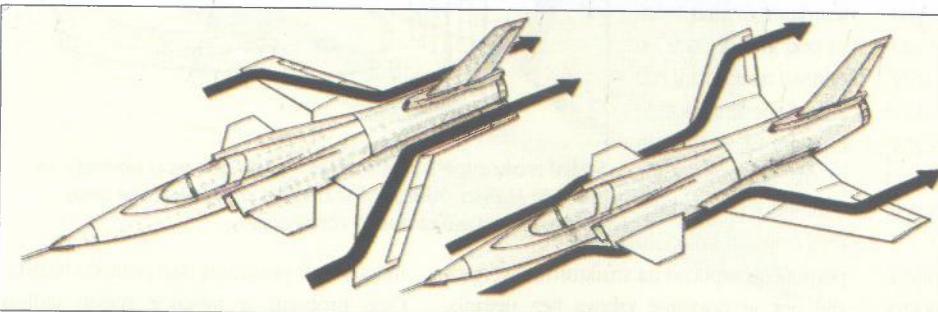
Sposobnost zadržavanja stabilnosti oko sve tri osi i prigodom visokih vrijednosti AoA



Model X-29 (ili G-712, kako je još ovaj zrakoplov poznat) tijekom ispitivanja u zračnom tunelu

(čak do kutova od 67°) daje mu veliku prednost u možebitnoj zračnoj borbi. Iako se ovo čini zanemarivo u usporedbi s manevrom kobra kojeg može izvesti ruski lovac Su-27, upitna je ukupna stabilnost koju može zadržati ruska

Prednost FSW-a pred klasičnom strijelom krila:
zračno strujanje se usmjerava prema trupu, a ne prema vrhovima krila, čime se smanjuje opterećenje vrhova krila, kao i mogućnost javljanja deformacija



letjelica oko sve tri osi. Kobra daje prednost jednom u zračnoj borbi, ali stabilnost i agilnost inherentne FSW-u su konstantno prisutna i neizbjegna činjenica koja je stalno upotrebljiva.

No u SAD X-29 nije opće popularan dizajn. U određenim krugovima svi zrakoplovi koji su mali ili nisu vrlo brzi smatraju se nepodobnjima za opremanje ame-ričkih postrojbi. Postoji prilično dugačka povijest takvih garagantuaskih letjelica planiranih za potrebe USAF-a poput XF-103, XF-108 te F-111 u ulozi lovačkog zrakoplova. No nešto se i promjenilo jer uvođenjem u upotrebu lovca GD/Lockheed F-16 su manji, ali pokretljiviji i sposobniji zrakoplovi napokon našli svoje mjesto u vojnom ustroju SAD-a. Primjenom tehnologija i koncepata viđenih na X-29 moguće je proizvesti dominantan zrakoplov za ostvarivanje nadmoći u zračnom prostoru i ujedno zadržati visoku razinu tehnološkog razvoja.

Budućnost FSW-a

Korištenje ove konstrukcije krila u mnogome će ovisiti o dalnjem razvoju koncepta ratnih zrakoplovstava koje bi ih uvele u svoj sastav. Znatno bolje ponašanje u transsoničnom području kao i dominacija u području brzina manjih od $M=1$ daju naslutiti mogućnost upotrebe pri CAS i BAI zadatcima (CAS - Close Air Support - bliska zračna podrška; BAI- Battlefield Air Interdiction - napad na udaljene ciljeve na bojištu) koji zahtijevaju podzvučne brzine, veliku agilnost, a u svrhu preživljavanja nad bojištem i veliku pokretljivost. Drugo polje primjene je kod zrakoplova koji bi započimali zračne borbe. Bliska zračna borba, popularno zvani dogfight, uvijek se vodi pri brzinama koje su u podzvučnom području (najčešći raspon je između 600 i 950 km/h). Ovdje ponovno do izražaja dolaze prednosti FSW-a.

Uvidajući prednosti ovog koncepta Grumman je nastavio, barem u svojim kon-



Završno sklapanje X-29 krajem 1983. godine

struktorskim uredima, razvijati borbene letjelice koje koriste saznanja dobivena sa X-29. Tako su u prošlom desetljeću javnosti prikazana dva koncepta njihovih FSW zrakoplova, predloženi za američki program ATF, u vidu umjetničkih impresija. Oba projekta su lovački zrakoplovi opremljeni sustavima za vektorizaciju potiska čime bi se nadalje povećala pokretljivost i agilnost u tom polju ionako kvalitetne FSW konstrukcije. Prvi projekt je nešto manjih dimenzija i predstavljen je kao višenamjenski zrakoplov, dok je drugi projekt čistokrvni lovački zrakoplov superkrstareće klase, znači namijenjen presretačko-lovačkim zadaćama. Uz Grumman, i General Dynamics je razmišljao o uporabi FSW-a.

Prijedlog inačice lovca F-16 Fighting Falcon, **F-16 SFW**, bio je zasnovan na zmaju F-16A Block 10 i razvijan kao tehnološki demonstrator za agenciju DARPA potkraj 70-tih. Od projekta se odustalo nakon što je DARPA za ispitivanje koncepta obrnute strijeline krila odabrala X-29. Stvarna daljnja primjena FSW-a ovisi o velikom broju faktora i nije moguće dati točan odgovor kako će se dalje ovaj koncept razvijati, no kao i kod svih novih tehnologija bit će zanimljivo pratiti

razvoj FSW-a i njegovu moguću primjenu.

Napomene

¹ Zakon površina primijenjen u aerodinamici govori da unutar ograničenja na male perturbacije pri danom transsoničnom Machovom broju zrakoplov koji posjeduje jednaku uzdužnu raspodjelu površina presjeka, uzimajući u obzir trup, krila i sve ostale dodatke i izbočine, posjeduje pri nultom uzgonu silu povlačenja (drag) jednaku nuli.

² Podzvučni kritični Machov broj definiramo kao Machov broj vanjskog toka pri kojem lokalni Machov broj u nekoj točki površine dostiže vrijednost jedan.

Literatura:

-Flight International 16/8/84, 5/1/85, 9/3/85

-Joachim Dressel i Martin Greihl: Bombers Of Luftwaffe, Arms Press, 1994.

-Bill Gunston: Future Fighters and Combat Aircrafts, Salamander Books Ltd, 1984.

-Bill Gunston i Peter Glichrist: Jet Bombers, Osprey Aerospace, 1994.

-Michael J.H. Taylor: Jet Warplanes, Bissoon Books Ltd, 1985

-Michael J.H. Taylor ed.: Jane's Encyclopedia Of Aviation, Studio Edition, 1993.

-Arnold M.Kuethe i Chuen-Yen Chow: Bases Of Aerodynamic Design, J.Wiley&Sons, 1986.

-Mike Spick: Designed for the Kill, Airlife Publishing Ltd, 1995



Prvi X-29 poletio je 14. prosinca 1984. godine



HAWK

(II. dio)



Predložene modernizacije HAWK-a omogućit će ovom sustavu ostanak u naoružanju i poslije 2000. godine

Vozilo za postavljanje raket na lanser M-192 snimljeno prigodom uvježbavanja posluge

Vladimir SUPERINA

Na istoj prikolici i istom okretnom antenskom stožeru radara za ozračavanje cilja nalazi se i TV sustav za pasivno otkrivanje i praćenje cilja. Sustav je ugrađen na I-HAWK u cilju osposobljavanja sustava za pasivni rad, a radi povećanja vjerojatnoće preživljavanja u uvjetima intenzivnog ometanja i uporabe proturadarskih samonavodjenih raketa. TV sustav ima mogućnost učinkovitog rada samo danju u povoljnim vremenskim uvjetima. TV kamera se u odnosu na antene radara za ozračavanje cilja može dodatno pomicati u vodoravnoj ravnini lijevo i desno za po 25 stupnjeva, a u okomitoj ravnini od -30 do +25 stupnjeva. Optika kamere posjeduje dva vidna polja: šire, s fokusnom daljinom 25 cm, i uže, s fokusnom daljinom 155 cm. Usko vidno polje ima povećanje deset puta i rabi se za otkrivanje, praćenje i gađanje ciljeva na većim daljinama i pojedinačnih ciljeva, a šire vidno polje za ciljeve na manjim daljinama i skupne ciljeve. Monitori sustava nalaze se u bitničkom ili vodnom

zapovjednom mjestu. U odnosu na radarske antene radara za ozračavanje cilja TV kamera može biti spregnuti, nezavisna od antene radara, radar može biti spregnut s TV sustavom ili pak jedan i drugi sustav mogu raditi potpuno nezavisno jedan od drugoga. Prelaženje s jednog načina rada na drugi moguć je svakog trenutka, a sam sustav TV praćenja cilja može biti u ručnom ili automatskom režimu rada. Potkraj osamdesetih godina razvijan je novi termovizijski sustav koji bi trebao imati dnevne i noćne mogućnosti praćenja i gađanja ciljeva. Sustav je završen potkraj 1991. godine, a nije u eksperimentalna uporaba je u tijeku.

Uz sustav HAWK razvijena je i trenažna aparatura koja služi za izobrazbu posluge i održavanje trenaža bez stvarnog letenja zrakoplova, te gađanje stvarnih zrakoplova bez lansiranja rakete. Trenažna aparatura sposobna je stvoriti kompjutorsku sliku situacije u zraku koju bi motrili radari sustava. Tako stvorena situacija posluži HAWK-u omogućava rješavanje raznih taktičkih zadaća. O svakom postupku posluge aparatura bilježi



podatke radi kasnije raščlambe. Borbena sredstva sustava HAWK vuku vučna vozila, obično kamioni



nosivosti oko pet tona, premda je moguća vuča i laksim terenskim vozilima.

Organizacija paljbenih jedinica

Iz opisa sastavnih podsustava raketnog PZ sustava HAWK uočljiva je mogućnost kombiniranja različite strukture paljbenih jedinica, odnosno rad sustava čak i bez nekih elemenata, naravno smanjenim mogućnostima. Stoga je i organizacija paljbenih jedinica HAWK, kod raznih korisnika sustava različita.

Najstarija paljbeni organizacija sustava HAWK bila je organizacija u **bitnicu HAWK**. Takva bitnica imala je naziv poljska bitnica HAWK i sastojala se od zapovjednog voda i dva raketna voda, te tehničkog voda. Nakon modifikacije sustava na razinu I-HAWK-a zapovjedni vod poljske bitnice je posjedovao sljedeću tehniku: bitničko zapovjedno mjesto **AN/TSW-8**, informacijsko-koordinacijsku centralu **AN/MSQ-95**, motričko-akvizicijski radar

Usavršeni MSRS radar kompanije Raytheon, koji se može transportirati zrakoplovom C-130 bez potrebe rasklapanja tijekom prijevoza. Nakon iskrcavanja radar je operativan u roku od pet minuta



Mobilni lanser HAWK-a mehanički je poboljšan, a njegova bolja mobilnost dozvoljava obranu i takvih objekata kao što su prednja zapovjedna mjesto, područja za naoružavanje i opskrbu gorivom postrojbi, logističke postaje i područja prikupljanja

AN/MPQ-48 i radarski daljinomjer **AN/MPQ-51**. Raketni vodovi bili su identični, a od tehnike su posjedovali: po jedan radar za ozračavanje cilja **AN/MPQ-46**, po tri lansirne rampe tipa **AN/M-192** i po dever raketa **MIM-23B**, te kablovsku i ostalu opremu za međusobno povezivanje tehnike.

paljbe postrojbe za njih logično je bilo izbaciti iz uporabe motričko akvizicijski radar za srednje i velike visine **AN/MPQ-50** i preuređiti zapovjedno mjesto kako bi bilo lakše i manje. Tako je stvoren **jurišni paljbeni vod HAWK Marinskog korpusa** koji je u svom sastavu imao sljedeću tehniku:

zapovjedno vodno mjesto **AN/MPQ-11** motričko akvizicijskog radara **AN/MPQ-48**, radara za ozračavanje cilja **AN/MPQ-46** i tri trostrukе lansirne rampe **M-192**. Svekolika tehnika ovog voda je u procesu modificiranja i poboljšavanja, a kad se modifikacije potpuno završe zapovjedno mjesto ima oznaku **MSW-18**, motrički radar **MPQ-55** i radar za ozračavanje cilja **MPQ-57**.

Tijekom prijašnje uporabe ovog PZ sustava u zaštiti značajnih objekata na teritoriju rabile su se i bitnice sa četiri paljbeni voda koje su imale četiri radara za ozračavanje cilja i dvanaest lansera, te su mogle istodobno gađati do četiri zrakoplova.

Danas se kao treća

mogućnost pojavljuje i tzv. **TRIAD bitnica** koja bi sadržavala svekoliku motričko akvizicijsku tehniku uz vezivanje na sebe dva uobičajena bitnička raketna voda i još dva jurišno paljbeni voda. Ovakva bi se bitnica rabilo za PZO objekata na teritoriju s težištem na obrani od napadaja s malih i vrlo malih visina.

Promatrajući razvojni put sustava HAWK uočljive su njegove brojne modifikacije, dogradnje i poboljšanja. One su bile moguće zahvaljujući njegovoj iznimno modernoj konstrukciji u vremenu kad je nastao, izabranoj logici samonavođenja rakete i modernoj izvedbi podsustava koji ga čine. Osim toga sustav je široko prihvaćen u brojnim zapadnim zemljama. Samo u Europi ima više od stotinu bitnica HAWK. Stoga je sustav HAWK neprekidno prilagođavan novim oblicima prijetnji iz zračnog prostora i to uglavnom učinkovito. Taj proces traje i danas, a u tijeku je zajednička europska studija o mogućim poboljšanjima sustava HAWK za kojeg se predviđa da će u Europi ostati u operativnoj uporabi još desetak godina, a možda i duže, naravno bitno poboljšan.

Moguća poboljšanja

Trenutačno modifikacije HAWK-a teku u nekoliko smjerova. Nastoje se mnogobrojna motričko-akvizicijska i kontrolno zapovjedna tehnika znatno smanjiti uporabom samo jednog radara. Za to mjesto postoji nekoliko 3D radara sa svojim zapovjednim mjestom. Jedna od opcija je 3D radar **LASR (Low Altitude Surveillance Radar)** - motrički radar za male visine) izведен iz stan-

HMCWAR, jedan od dva prototipa za ispitivanje CWAR radara namijenjenog nadzoru zračnog prostora na manjim visinama

Tehnički vod je posjedovao uređaje za pregled i dopremu raket u lansirne rampe. Ovako ustrojena poljska bitnica HAWK sposobna je istodobno gađati do dva cilja u zračnom prostoru s tri raket. Poljska bitnica HAWK prevoziva je zračnim transportom i za jednovremenim prijevoz svake bitnice potrebno je 29 zrakoplova C-130 Hercules. Uobičajeno je da tri ili četiri poljske bitnica sačinjavaju diviziju HAWK. Diviziju HAWK s tri poljske bitnica u sebi, bio je dio brigade PZO istaknutog korpusa vojske SAD. Ovu brigadu sačinjavala su još dva diviziona PZO sustava Chaparral s ukupno 36 lansirnih vozila, te jedan mješoviti divizion sa 36 PZ topova Vulcan i 45 lansera tipa Stinger. PZ diviziju HAWK sa četiri poljske bitnica u sebi bio je dio mješovite brigade PZO jedne armije vojske SAD. Armijsku brigadu PZO sačinjava i diviziju Patriot s pet bitnica PZ sustava Patriot.

Većina ostalih zemalja koje rabe PZ sustav HAWK organizirale su svoje paljbe jedinice po uzoru na ovaj američki original, nezavisno je li im sustav HAWK u sastavu kopnene vojske ili zrakoplovstva.

HAWK-ove modifikacije

Zbog potreba brze pokretljivosti u okviru snaga za brzo djelovanje, Marinski korpus SAD zahtijeva je lakšu paljbu jedinicu sustava HAWK koju bi bilo lakše i brže prevoziti zračnim transportom i koja u svom sastavu ne bi imala toliko sredstava. Kako se procjenjivalo da postrojbe Marinskog korpusa vjerojatno ne bi bile ugrožene sa srednjih i velikih visina, u kreiranju



dardnog američkog radara AN/TPQ-36, koji nudi u nekoliko izvedbi američka tvrtka Hughes. U vučenoj inačici AN/TPQ-36A već je isporučen Norveškoj za njezine HAWK sustave.

Druga opcija je također 3D radar **MRSR** (**Multi Role Survivable Radar** - višefunkcionalni motrički radar) koji nudi tvrtka Raytheon.

Istodobno se nastoji povećati pokretljivost svekolikog sustava, pa se s nekoliko paljbenih postrojbi eksperimentira postavljanjem radara i ostale tehnike na vozila. Kako su svi uređaji bili zaista malih protežnosti to je i višenamjensko vozilo **HMMWV**, na kojem je i PZ sustav Avenger, bilo uporabljivo za nošenje motričkog radara za nadzor malih visina.

Lanseri se osposobljavaju za nošenje triju raket i u pohodnji, te njihovoj pripremi za borbeni rad dok su rakete na lanserima. Ovim se postiže smanjenje vremena potrebnog za pripremu lansera, pa i cijele paljbe jedinice za pohodnju i za borbenu uporabu izbjegavanjem radnje postavljanja i skidanja raket s/nam lansere, ali se znatno smanjuje i broj potrebnih vozila za transport raket. Lanseri se i u europskoj inačici modifiraju za primanje raket Sparrow, ali za razliku od američke modifikacije ovde za osam raket. U inačici s devet raket pet ih se moralo skidati s lansera u pohodnji, dok se u inačici s osam raketama sve prevoze na lanseru i u pohodnji. Raketa

sustava za pohodnju ili za borbeni rad.

Eksperimentira se s bežičnim sustavom medusobne veze unutar paljbenih jedinica, čime bi se vrijeme pripreme za borbeni rad dodatno skratio, jer se kabelovi ne bi razvlačili ili bi se mogli naknadno razvlačiti kad je paljbeni jedinica već borbeno spremna.

U okviru spomenutih programa poboljšanja eksperimentira se s mogućnošću izdvajanja raketnih vodova sustava HAWK na veće udaljenosti, od više stotina metara do nekoliko kilometara, od zapovjednog voda, ali uz zadržavanje mogućnosti centraliziranog upravljanja svim raketnim vodovima bežičnim vezama.

I pokraj zajedničkoga europskog projekta poboljšanja sustava HAWK svaka zemlja sudionica ima, i koristi dodatna poboljšanja i nadogradnje sukladno svojim zamislima uporabe ovog sustava i drugih usporednih i nadopunjujućih sustava.

Sve to upućuje na zaključak kako će se o sustavu HAWK, istina, bitno drukčijem od početnog, izvornog, još dugo pisati i pričati u vojnim krugovima. Zahvaljujući njegovim vrijednostima, modifikacijama, razvoju opće vojne situacije potkraj ovog stoljeća i interesima zemalja proizvođača i korisnika, ovaj sustav pretendira postići rekord u dužini operativne uporabe, ali i u broju modifikacija.

Očito da zemlje koje su ga kupile prije



Sparrow koje su već bile modifcirane za gađanje i takvih ciljeva kao što su krstareći projektili povećava se sposobnost sustava HAWK u suprostavljanju i ovoj prijetnji, ali se i smanjuje nebranjeni prostor oko lansera približavanjem bliže granice zone uništenja lanserima.

Pojednostavljenjem pojedinih radnji nužnih u pripremi paljbenih jedinica za borbeni rad ili za pohodnju, automatiziranjem tih radnji i uporabom hidrauličke za pola je skraćeno vrijeme pripreve

dvadesetak i više godina nisu pogriješile, no, upitna je vrijednost njegove kupovine danas. Podsjetimo se, i SAD ga povlače iz operativne uporabe u kopnenoj vojsci radi činjenice da im raketni diviziju od četiri bitnice HAWK-a zapošjava oko 500 ljudi, a diviziju Patriota od pet bitnica oko 400 ljudi. Osim toga, HAWK-u predstaje brojne modifikacije da bi se nosio s modernim prijetnjama iz zraka, a one se ne uključuju u cijenu nabavljanja sustava.

Ispaljivanje HAWK-a s moderniziranog lansera M-192



Korveta je vrsta ratnog broda koja se u zadnje vrijeme nameće svojim osobitošću, te tako danas sve više ratnih mornarica u svijetu daje prednost korvetama pred brzim jurišnim brodovima (Fast Attack Craft), brodovima koji su dosada dominirali ratnim mornaricama u klasama plovila istisnine od 300 - 600 tona.

Razlog tomu je jednostavan. Izgradnja korvete u usporedbi s brzim jurišnim brodom iziskuje manje troškove, a istodobno se na nju može ugraditi respektabilno naoružanje. Stoga postaje razumljiv sve učestalija odluka za korvetu, koja osim prednosti bolje vatrenе moći uz prikladnu cijenu nudi i bolje manevarske karakteristike (bolja svojstva pomorstvenosti), dok se brzi jurišni brodovi ipak drže priobalja i čine okosnicu obalnih snaga. Brodovi pod nazivom korvete pojavljuju se danas u širokom rasponu forme; od super brzog jurišnog broda do lake fregate (od 350 tona istisnine do 1100 tona), tako da ih možemo podijeliti u dva podtipa; **tip I** (super brzi jurišni brod) i **tip II** (laka fregata). Iako su ta dva tipa poprilično slična u većini svojih značajki, uslijed uočenih razlika ipak se ukazala potreba za svrstavanjem korveta u dvije skupine.

Spoj učinkovitosti i borbenih značajki, daje korvetama temelj za popularnost kod mnogih ratnih mornarica u svijetu, a to je osobito važno kod zemalja u razvoju koje imaju potrebu za jačanjem svoje prisutnosti na moru. Dobro naoružane, u stanju su razviti veliku brzinu s akcionim radijusom vrijednim pažnje, koji im omogućuje obavljanje operacija u "dubokom moru", korvete očito uživaju atributte koji su privlačni ratnim mornaricama. Troškovi gradnje i opremanja nisu toliko zastrašujući da bi odvratili od ugovaranja a osim toga ograničeni zahtjevi koji su prisutni kod korveta u troškovima održavanja čine ih od početka pa do kraja njihovog životnog ciklusa (od ugovaranja do raspreme) izuzetno prikladnim za zemlje s "rastegnutim" državnim proračunom. Ukratko, korvete nude jednostavnu, umjerenu i štedljivu opciju. Naravno, sve se to može reći i za brze jurišne brodove koji se također, zbog ograničenog proračuna, nude kao prihvatljivo i razumno rješenje. Međutim, ono što razlikuje korvete od brzih jurišnih brodova je mnogostranost. Ograničenja brzih jurišnih brodova (nepouzdanost pri obavljanju izvanobalnih operacija, nemogućnost ugradnje protuzračnih i protupodmorničkih funkcija, ostaje jedino protubrodska) uspješno su prevladana na korvetama, koje osim

KORVETE

- zamjena za brzi jurišni brod

Korvete doživljavaju svoj preporod i ulaskom u mnoge mornarice diljem svijeta postaju sve bitnija klasa brodova, potiskujući brze jurišne brodove te preuzimajući njihove zadaće, istodobno imajući dodatne mogućnosti

toga imaju sposobnost djelovanja kao nezavisne jedinice.

Korveta tipa II vuče svoje korijene iz II. svjetskog rata pa je većini i dalje jedina namjena protupodmornička borba. Suprotno tome, korvete tipa I koje su uže specijalizirane izrasle su iz brzog jurišnog broda. Dok oba tipa korveta imaju visoki omjer paljbenе moći prema istisnini, tip I ipak teži većem spomenutom omjeru nego tip II. Da bi se razumjela takva tipizacija korveta potrebno je ukratko razmotriti razvoj korvete kao vrste ratnog broda.

Razvoj korvete

Korveta se prvi put spominje u Francuskoj tijekom 15. stoljeća kao mali brod na vesla s jarbolom. Naziv korveta duguje ili rimskim brodovima znanim pod imenom "corbita" (neki autori tvrde da su se korvete razvile od njih), ili imenu nizozemskog podrijetla, jer su prve korvete nalikovale na flandrijske ribarske brodove "cobre", koje su kasnije zvali "corve". U 17. stoljeću korveta ulazi u red ratnih brodova zahvaljujući svojoj dugoj, uskoj formi. Korvete su bile pod upravom luka gdje su vršile kurirsку službu između linijskih brodova i fregata. U tijeku većih pokreta su ih teglili ili prenosili na palubi. No tijekom stoljeća korvete su se postupno povećavale, sve dok u drugoj polovini 18. stoljeća nisu prerasle u trojarbolni brod po obliku trupa i jedrilja sličan fregati, ali manjih protežnosti, koji je britanska kraljevska ratna mornarica prilagodila za ophodnje u tropskim područjima. Korvete su se vremenom osuvenimile (parni pogon, propeler, čelični kostur) sve dok krajem 19. stoljeća korveta nije prerasla u novu klasu ratnog broda - krstaricu. Naziv se gotovo izgubio sve do početka II. svjetskog rata kada je pomovno oživljena za obavljanje potpuno drugačije, razumljivo osvremenjene, zadaće malog protupodmorničkog broda. Primjerice, u razdoblju od 1939. do 1941. godine Velika Britanija je izgradila 151 brod klase **Flower** istisnine 900 tona, brzine 16 čvorova, akcionog radijusa 7000 Nm. Naoružanje im je činio jedan top kalibra 102 mm, te dva do tri topa kalibra 40 i 57 mm, četiri do šest protupodmorničkih bacača i dva protupodmornička klizača dubinskih bombi. Od Britanskog Admiraliteta dobile su naziv korvete, a isti naziv postupno su usvojile i druge tadašnje ratne

mornarice. Prvotno su određene za protupodmorničku borbu u obalnom području, a kasnije se počinju koristiti kao pratnja brodskim konvojima preko Atlanskog oceana. Početkom 1941. godine, kada su njemačke podmornice pojačale svoje operacije na Atlantiku i počele primjenjivati takтиku napadaja u čoporima brzinom od 17 čvorova, savezničke korvete nisu više mogle osigurati pratnju konvojima zbog manje brzine u odnosu na podmornice, jakog ljudstva na otvorenom moru što je smanjivalo učinkovitost sonara, i zbog parnih stupnih strojeva nepodesnih za brze i nagle promjene brzine koje je zahtijevala protupodmornička taktika. Ovi nedostaci navode Veliku Britaniju na gradnju većih brodova, veće brzine i naoružanja. To je krajem II. svjetskog rata dovelo do gradnje korveta klase **Castle** koje su bile u poptunosti protupodmornički brodovi, a po veličini su graničili s fregatama, no ostale značajke su bile manjkave u odnosu na brže fregate.

Njihov nedostatak u brzini i svojstvima pomorstvenosti, u usporedbi s drugim eskortnim tipovima brodova toga doba, razotkriva zašto korveta nije kao tip broda nazočna u poslijeratnim protupodmorničkim snagama vodećih svjetskih

Mislav BRLIĆ

Britanska korveta klase Flower iz II. svjetskog rata





*Korveta tipa Vesper
Thornycroft Mk 9 Erinomi
gradena za Nigeriju
predstavljala je uravnotežen
brod istisnine 850 tona*

Raspodjela korveta 1995. godine

DRŽAVA	Korveta tip II	Korveta tip I
Alžir	-	3 Djebel
Bahrein	-	3 Nanuchka II
Bugarska	2 Pauk I 4 Poti	2 Al Manama (FPB 62) 1 Tarantul II
Ekvador	-	6 Esmeraldas
Finska	2 Turunmaa	-
Grčka	5 Theris	-
Indija	5 Kukri 4 Pauk II 16 Parchim I 2 Bayandor (PF 103)	9 Tarantul I 3 Nanuchka II
Indonezija	-	-
Iran	1 Eithne	-
Irska	8 Minerva	-
Italija	-	3 Eliat (Sa'ar 5)
Izrael	-	2 Tarantul I
Jemen	-	-
Južna Koreja	18 Po Hang 4 Dong Hae 1 Pauk II	6 Po Hang
Kuba	-	-
Libija	-	3 Nanuchka II
Malezija	2 Kasturi	4 Assad
Nigerija	2 Vesper Mk 9	2 Assad (modif.)
Oman	2 Qahir	-
Peru	-	6 Velarde
Poljska	1 Kaszub	4 Tarantul I
Rumunjska	3 Poti	3 Orkan
Rusija	12 Parchim II 2 Dergach 21 Grisha V 1 Grisha IV 28 Grisha III 12 Grisha II 11 Grisha I 4 Petya II 1 Petya I 2 Pauk II 32 Pauk I	29 Tarantul III 18 Tarantul II 2 Tarantul I 1 Nanuchka IV 18 Nanuchka III 14 Nanuchka I
Saud. Arabija	-	-
Singapur	-	4 Bodr
Sirijska	2 Petya III	6 Victory (MGB 62)
Sjeverna Koreja	3 Sariwon	-
Svedska	-	4 Göteborg
Tajland	3 Khamrosin	2 Stockholm
UAE	-	2 Rattanakosin
Ukrajina	1 Grisha V 1 Petya II 2 Petya III	2 Muray Jip (FPB 62)
Vijetnam	3 Petya II	-

ratnih flota. Nakon II. svjetskog rata dolazi do polaganje stagnacije u gradnji korveta koje su nekako preživljavale kao protupodmorničke platforme, koje su često gurane u službu za izvarene ophodnje. Ta preinaka protupodmorničke platforme u ophodni brod priziva oblike i podrijetlo originalne korvete i u tom smislu kasnije se ophodnim korvetama ukazuje veće povjerenje kada se novoizgrađenim brodovima proisteklim iz projekta povećanog brzog jurišnog broda ponovo pridaje naziv korveta (tip I).

Za razliku od tipa I, korveta specijaliziranim za protupodmorničku borbu (tip II) udahnjuje se novi život u nekim dobro profiliranim mornaricama, koje su željele posjedovati značajnije pomorske snage ali su bile sprječene ograničenim proračunom. Tako je sredinom 60-tih godina snažan razvoj ratnih mornarica krčio put ponovnom interesu za luke ratne brodove. Bilo je više razloga tomu, prvo, fregate, brodovi koji su do tada dominirali kao lakša i srednja klasa brodova, porasle su i po veličini sustigle su razarače, a temeljna razlika između fregata i razarača bio je način označavanja kojem je bila naklonjena pojedina zemlja. Usپoredo s porastom veličine fregate/razarača došlo je do povećanja količine i sofisticiranosti sustava naoružanja i elektronike, što je dovelo do izuzetno velikog skoka u cijeni pojedinog broda. Drugo, tehnološkim razvojem došlo je do proizvodnje brojnog laganog ali učinkovitog oružja (topovi OTO Melara i projektili brod-brod), elektronskih sustava manjih izmjera, te kompaktnih i snažnih diesel-turbinskih pogonskih postrojenja koja su bila u stanju nositi se s pogonom većih ratnih brodova. Treće, u 60-tim je došlo do nastanka novih ratnih mornarica u zemljama "Trećeg svijeta" koje su ponajprije pokazale zanimanje za jeftinim, novim brodovima, kojima su mogle osigurati djelotvorno odvraćanje neprijateljskih pomorskih snaga. S početka u središtu pozornosti proizvodnje lakih ratnih brodova bili su brzi jurišni brodovi. Međutim, početkom 70-tih, raste zanimanje za platformama srednje veličine koje bi popunile jaz između brzih jurišnih čamaca i fregata, te mogле djelotvorno provoditi manje značajne zadatke fregata. Rezultat je bio povratak korveta. Šest brodova klase **Altrevida** građenih u Španjolskoj početkom 50-tih godina i klase **Albatros** građenih u Italiji od 1954. godine (tri za Italiju, četiri za Dansku, dva za Indoneziju i jedan za Nizozemsku) pokazali su se pogodnim prototipovima za takav način razmišljanja, a u 60-tim godinama talijanska klasa **De Cristofaro** postala je referentna klasa korveta tipa II.

Ti brodovi, istinski prethodnici današnjih korveta tipa II, uzdigli su korvete kao okosnicu pomorskih snaga mornarica "Trećeg svijeta", nadomeštajući skuplje fregate u protupod-

morničkoj borbi i ophodnoj službi. Istinske značajke tipa II, uglavnom projektiranog u zemljama s dugom pomorskom tradicijom, radije za izvoz nego za vlastitu flotu, sažete su u projektima dvije klase, nastale u SAD i Velikoj Britaniji. Prvi primjer je klasa **PF 103** građena u brodogradilištu Levingstone (Texas) za Iran (klasa **Bayandor**, od 1964. do 1969. godine isporučena su četiri objekta) i za Tajland u brodogradilištima American Shipbuilding i Norshipco (po jedan objekt) od 1970. do 1974. godine. Opremljeni s dva topa Mk 34 kalibra 76 mm i jednim Bofors kalibra 40 mm, standardne istisnine 900 tona, ti brodovi pokretani Diesel motorima snage 6000 KS postizali su brzinu od 20 čvorova te su imali aktioni radijus od 3000 Nm pri brzini od 15 čvorova.

Drugi primjer je korveta **Mk 1** istisnine 440 tona, britanskog brodogradilišta Vosper, prvi brod od niza fregata i korveta posebno projektiranih za izvoz. Značajke su mu bile naglašena vatrena moć i brzina uz niske operativne troškove. Četiri objekta (dva za Ganu, te po jedan za Liberiju i Libiju), građena su od 1963. do 1966. godine, a naoružanje su im činili topovi Vickers Mk 52 kalibra 4 in (102 mm) i Bofors kalibra 40 mm, sredstva za protupodmorničku borbu, sonar i radar za pretraživanje zraka i mora. Ganski brodovi, (**Kromantse**, **Keta**) s ugradenim Diesel motorima snage 7100 KS, mogli su postići brzinu od 20 čvorova, dok im je aktioni radijus bio 2900 Nm pri brzini od 14 čvorova. Njihovi nasljednici, brodovi tipa Vosper Thornycroft **Mk 3** istisnine 650 tona (**Dorina**, **Otobo**) i **Mk 9** istisnine 780 tona (**Erinomi**, **Enyimiri**) građeni za Nigeriju između 1970. i 1980. godine, nastali su progresivnim povećanjem standardne istisnine tipa Mk 1. Razvijali su snagu od 17.600 KS s kojom su mogli postići najveću brzinu od 28 čvorova. No, konačno, s modelom Mk 9 dolazi do pojave plovila koje sadrži sustave za protuzračnu obranu (Seacat). Značajno je međutim da se i dalje koristi protubrodsko naoružanje, trajni zaštitni znak korveta tip II. U osamdesetim godinama u funkciji protupodmorničke borbe korvete su došle u sjenu lakih fregata, iako je nekoliko mornarica ustrajalo na plovilima koja prema svim svojim značajkama ostaju korvete tipa II.

Razvoj korveta iz brzog jurišnog broda

U isto vrijeme korvete su doživjele ponovni povratak na pomorsku scenu zahvaljujući tipu I, ogranku korveta proizašlom iz brzog jurišnog broda. Tijekom II. svjetskog rata među plovnim jedinicama manjih izmjera dominirali su torpedni čamci. No u to doba najveći učinkoviti domet torpeda bio je ograničen. Stoga su se tor-

pedni čamci morali što više približiti svoje cilju, ako je moguće neotkriveni pod zaštitom mračka, magle ili slabe vidljivosti, ispaliti torpedo i nestati, nadajući se da će ostati neoštećeni, koristeći svoju brzinu i upravlјivost.

Razvojem i uvođenjem radara tijekom zadnjih nekoliko godina rata ta je taktika postajala sve nedjelotvornija. Torpedni čamci su često bili otkriveni i potopljeni prije nego što su mogli prići neprijateljskom brodu dovoljno blizu za vršenje uspješnog torpednog napada. Nedostatan domet torpeda naveo je na gradnju brodova koji bi s drugom vrstom naoružanja mogli uspješno preuzeti zadaće torpednih čamaca.

Prethodnik brzog jurišnog broda mučio se s ograničenim prostorom za naoružanje, problema propulzionog postrojenja i malom čvrstoćom trupa. Jedan od ranih pokušaja suočenja s navedenim nedostacima bio je brod **SGB** iz 1941. godine s parnim postrojenjem snage 8000 KS smještenim u čelični trup, naoružan topom kalibra 76 mm i raznim drugim manjim naoružanjem. No, SGB se pokazao sporijim i manje pouzdanim nego njegovi suparnici, tako da višak naoružanja nije doprinio superiornosti toga tipa. Svaki od ovih naglašenih nedostataka zahtijevao je određena poboljšanja. Na području propulzionog postrojenja, plinske turbine zdržane s malim Diesel motorima prvi put su primjenili Britanci kod klase **Bold** od 1950. do 1953. godine. S vremenom ta je



*Brod Salvatore Todaro
talijanske klase
De Cristofaro*

Brzi jurišni brodovi poput klase Osa II su stubokom promijenili pomorsko ratovanje





CMN

Klasa Combattante III M predstavlja tipične brze jurišne brodove poboljšanih mogućnosti u odnosu na prve klase takvih brodova.

Na slici je tuniski brod La Galité

kombinacija zamijenjena čistom dizelskom propulzijom. Poboljšani kompaktni Diesel motor položen u deplasmanski tip čeličnog trupa dovodi do konačne odrednice brzog jurišnog broda, a time mu je omogućeno i daljnje povećanje protežnosti.

U svakom slučaju, kasnije se pokazalo da su protubrodski projektili idealno oružje brzih jurišnih brodova, tako da je stvarni njihov nastanak vezan uz pojavu prvih uporabljivih protubrodskih projektila, koji se zbog još uvjek nedovoljne opremljenosti nisu ugradivali na postojeće ratne brodove. Prvi protubrodski projektili taktičke namjene, P-15 (SS-N-2A Styx) razvijeni su u bivšem SSSR, a prvi brodovi naoružani njima bili su raketni čamci klase **Komar**, a od 1959. godine i klase **Osa**.

Zapad nije pridavao veći značaj brzim jurišnim brodovim ponajprije stoga, što su ga

šte u Karachiju i do kraja tog sukoba u potpunosti uspjeli paralizirati Pakistansku flotu. Njihovi kasniji relativni neuspjesi u četvrtom Izraelsko-arapskom ratu 1973. godine nastaju zbog nedovoljne opremljenosti klase **Komar** i **Osa** za ostale oblike borbenog djelovanja (motrenje, elektroničko rato-



Nigerijska korveta Dorina tipa Vosper Mk 3, naoružana isključivo topničkim naoružanjem

vanje). Tada je dvostruko manji broj izraelskih brzih jurišnih brodova klase **Sa'ar** francuske proizvodnje, naoružanih izraelskim protubrodskim raketama Gabriel I, uspješno onesposobio velik broj egipatskih i sirijskih brzih jurišnih brodova, prije svega zahvaljujući boljoj opremljenosti sustavima za elektronička i protuelektronička djelovanja na moru i boljoj taktičkoj uporabi. Uspješna uporaba brzih jurišnih brodova u navedenim sukobima pokazala je da su uvođenjem te nove klase borbenih brodova ratne mornarice dobile jake udarne pomorske snage i bez posjeđovanja plovila velike tonaze.

Krajem sedamdesetih, tipični brzi jurišni brodovi bili su tip **FPB 57** njemačkog brodogradilišta Lürssen s oko 400 tona istisnine, **Il Combattante III** francuskog brodogradilišta CMN s 385 tona i **Sa'ar 4 (Reshef)** izraelskog brodogradilišta Israel Shipyards istisnine 415 tona. Povećanje broja članova posade bilo je proporcionalno povećanju istisnine. Posada od 11 ljudi 80-tonskog **Komara** ili 33 člana posade 160-tonskog njemačkog **Jaguara** blijedi u odnosu na 40 članova posade brzog jurišnog broda FPB 57, 42 člana francuskog ili 45 izraelskog brzog jurišnog broda. Na taj način, slijedeći takvu tendenciju

Temeljne razlikovne značajke korveta i brzih jurišnih brodova

Značajke	Korveta tip II	Korveta tip I	Brzi jurišni brod
Istinsnina (t)	500 - 1000	350 - 1000	500
Tip pogon.postr.	CODAG	CODAG	CODAG
Brzina	20 - 30	31 - 37	35 - 41
Broj posade	80 - 125	40 - 60	25 - 45
Elektronika	radari, sonar	radari, upravljanje naoružanjem, EW, TDS, sonar	radari, ograničeni EW, neki imaju sonar i upravljanje naoružanjem
Operativne mogućnosti: protubrodskе	top 76 ili 57 mm	protubr. projektili, top 76 mm top kod većine PZO sustav	protubr. projektili, 76 ili 57 mm pojedini imaju protuzrač. projektili
protuzračne	protuzračni top, projektili		
protupodmorničke	protupod. torpeda i rakete	protupod. torp. kod nekih	-
Autonomnost (dani)	10 - 21	10 - 15	1 - 2 max.
Akcioni radijus (Nm/15 čv.)	3000 - 4000	3000 - 4000	2000

povećanja, dolazi do nastanka korvete tipa I zasnovane na respektirajućem naoružanju brzog jurišnog broda istodobno nudeći bolju

brodovima **TNC 45** istog proizvođača. Oman je 1992. godine ugovorio s brodogradilištem Vosper Thornycroft gradnju dvije korvete klase **Qabir**



pomorstvenost, veći aktioni radijus, ali i bolje zapovijedno-upravljačke sustave. Među tipične primjere korveta toga tipa možemo svrstati klasu **Assad al Bibar** (bivša **Wadi M'ragh**) koje je gradila talijanska tvrtka Fincantieri potkraj sedamdesetih godina za Libiju (četiri broda), a vrlo slične brodove nabavili su i Ekvador kao klasu **Esmeraldas** (šest brodova) i Irak (šest modificiranih brodova koji zbog embarga nisu isporučeni, pa je dva kupila Malezija), te francuski tip **PR-72-569** građen za Peru kao klasa **Velarde** između 1977. i 1981. godine. Oba tipa su duljine 61,7 do 64 metra, pokretani Diesel motorima koji im omogućuju najveću brzinu od 34 do 37 čvorova. Opremljeni su projektilima more-more i topom OTO Melara kalibra 76 mm, a imali su znatno različit aktioni radijus (prvi 3900 Nm pri brzini od 16 čvorova i drugi 2500 Nm pri istoj brzini) i članova posade (58 prema 36). S tim brodovima korvete su se kristalizirale u tip ne samo različit od brzih jurišnih brodova nego i puno nadmoćniji u nekoliko pogleda, što ćemo vidjeti u sljedećem poglavljju.

Prednosti korveta nad brzim jurišnim brodovima

Činjenice govore same za sebe: od 1980. godine neprestano se povećava broj ratnih mornarica koje kupuju ili grade korvete. Taj trend je najzapaženiji na Srednjem Istoku, gdje su korvete (tipa I) usurpirale položaj dugo prisutnog brzog jurišnog broda kao temeljnog borbenog broda. Led je probila Saudijska Arabija naručivanjem četiri korvete klase **Badr** u američkom brodogradilištu Tacoma, koje su isporučene između 1980. i 1983. godine. Bahrein i Ujedinjeni Arapski Emirati su u brodogradilištu Lürssen naručili korvete tipa **FPB 62** koje su trebale biti nadopuna već kupljenim brzim jurišnim

(britanski projekt **Vigilalnce**) pune istisnine 1420 tona (razmatra se nabavka još četiri broda), a u floti već ima brze jurišne brodove klase **Dhofar** (**Province**) istog proizvođača. Izrael, jedan od najvećih svjetskih korisnika brzih jurišnih brodova, također je krenuo u gradnju korveta kao zamjenu brzim jurišnim brodovima klase **Sa'ar 2**. Posljedica toga je ugovor iz 1989. godine o gradnji tri korvete klase **Sa'ar 5** tipa I, pune istisnine 1227 tona i iznimno velike borbene moći. Jemen je početkom 90-tih godina u bivšem SSSR-u kupio dvije korvete klase **Tarantul I**, davši podstrek i drugim naručiteljima njihovih ratnih brodova (poglavitno Indiji).

Opći trend zamjene brzih jurišnih brodova korvetama vidljiv je i drugdje. Tajland sredinom 80-tih godina u SAD kupuje dvije korvete klase **Rattanakosin** (tipa **PFMM Mk 16**) slične saudijskoj klasi **Badr**. Singapur je izabrao Lürssenov tip **MGB 62** (inačicu **FPB 62**) kao temelj za svoju klasu **Victory** čijih je šest brodova ušlo u flotu tijekom 1990. i 1991. godine. Švedska, začetnik u projektiranju i gradnji brzih jurišnih brodova, krenula je u 80-tim u izgradnju malih korveta

Ekvadorska inačica klase **Assad**, klasa **Esmeraldas**

Brzi jurišni brodovi Lürssen
FPB 57 građeni za Tursku
kao klasa **Dogan**, te za
Nigeriju i Kuwait



Lürssen

(klase **Stockholm** i **Göteborg**) koje su sadržavale većinu strukturalnih i tehničkih prednosti svojih većih imenjaka.

U namjeri da ojača svoju ratnu mornaricu u području neprestanih nemira, a sa željom da to učini uz što manje troškove, Indonezija je sklopila ugovor s Njemačkom s kojim je dogovorena prodaja 39 ratnih brodova bivšeg DDR-a, a koji se više nisu uklapali u profil Njemačke ratne mornarice. Tim ugovorom Indonezija je dobila značajnu dopunska snagu, a valja napomenuti da su 16 od tih brodova bile korvete klase **Parchim**, brodovi cijenjeni stoga što pored ekonomičnosti posjedu-

Kako su brzi jurišni brodovi postali plovila s jedinom namjenom za djelovanje protubrodskim projekttilima, oni nisu mogli udovoljiti novim zahtjevima. Sa svojim prednostima, korvete tipa I imaju znatno šire mogućnosti.

Temeljna prednost je veći trup, svojstvo koje osigurava viši stupanj stabiliteta nego onaj koji je prisutan kod brzih jurišnih brodova, čime su omogućena i bolja svojstva pomorske vještine (valjanje, poniranje, posrtanje, zalijetanje, zaošijanje i zanošenje), odnosno veću sigurnost na lošijem stanju mora. Povećanje trupa također je pribavilo korvetama povećanje u kapacitetu goriva (veći



Bahrein i Ujedinjeni Arapski Emirati koriste korvete tipa Lürssen FPB 62

ju i značajnu vatrenu moć.

Dakako, sve te mornarice nude neke svoje "racionalne" razloge koji su prevagnuli za izbor korveta. Opravdanje, zajedničko mnogima, je golemo povećanje udjela odgovornosti i obveza uvjetovano pojmom **isključivog gospodarskog pojasa** tijekom osamdesetih godina (Exclusive Economic Zone, EEZ) - pojasa kojeg obalna država može proglašiti u širini 200 nautičkih milja mjereno od polaznih crta, te u kojem ima suverena prava istraživanja, iskorištavanja, očuvanja i gospodarenja morem i podmorjem. Time su se ratne mornarice, čije su se obveze do tada protezale neposredno uz njihove obalne vode, suočile sa zadaćom provođenja operacija ophodnje i zaštite na mnogo većim udaljenostima od svojih obala. Ulazak u područje gdje vlada gusarstvo, krijevarenje, ilegalno useljavanje, te novi zadaci na zaštiti podmorja (riba, nafta, rudače) usložnjuju dotadašnje zadatke ophodnje i zaštite.

akcioni radijus), komotniji smještaj posade i dodatne prostore za streljivo. Povećani trup dao je korvetama daljnju prednost u izgradnji povećanog nadgrađa, a time i veći prostor za ugradnju radarske i navigacijske opreme. Kod većih jurišnih brodova područje rada i karakteristike sustava za motrenje značajno su umanjeni jer je radarska antena ugrađena preblizu morskoj površini. Ne samo da veće nadgrade omogućava bolje otkrivanje cilja i njegovo praćenje, a pogotovo poboljšanje elektroničkih protumjera, već je stvoreno i više unutarnjeg prostora za borbeno upravljačko središte (taktički sustavi, sustavi upravljanja i komunikacije). Posljedica svega navedenog je da korveta može djelovati i kao predvodnica eskadre, osiguravajući pratećim brodovima sve potrebite taktičke podatke.

Konačno, povećanje veličine omogućava opremanje korveta naoružanjem većeg dometa nego što je to bilo kod brzih jurišnih brodova.

Većina korveta bez obzira da li su tip I ili II može borbeno djelovati u najmanje dva od tri pomorska borbenih okoliša (protuzračni, protubrodski i protupodmornički) s mogućnošću korištenja sredstava izvan palube (tegljeni sonar, vrtoljet). Ranije spomenuti švedski brodovi sadrže u sebi najizravniji primjer razvoja višenamjenske korvete, kombinirajući protubrodsko značajke tipa I s protupodmorničkim značajkama tipa II.

Tip I je tipični brod naoružan protubrodskim projektilima more-more, topom kalibra 76 mm, samoodbrambenim protuzračnim sustavom i protupodmorničkim torpedima. One su također projektirane tako da je omogućen smještaj sustava za upravljanje paljicom i sonarne opreme. Može se reći da je mogućnost ugradnje sustava protuzračne obrane ona kritična prednost koju korvete toga tipa (tip I) imaju nad brzim jurišnim brodovima. Kod suvremenih korveta susreću se sljedeći projektni kriteriji:

- pomorstvene značajke koje omogućavaju preživljavanje u očekivanim vremenskim uvjetima u području djelovanja;
- dovoljna autonomost za provođenje zadataka u području oko 500 nautičkih milja od vlastite obale;
- potpuna i odgovarajuća komunikacijska oprema;
- sposobnost otkrivanja podmornica i vršenje napadaja na udaljenosti od najmanje 5-10 nautičkih milja, a po mogućnosti i više;
- kombinirani laki protubrodski i protuzračni rakitetni sustavi srednjeg dometa (područje djelovanja 20-30 nautičkih milja);
- top manjeg kalibra;
- dovoljne mјere za protutelektroničku obranu;
- diesel-turbinski pogonski sustav.

Suvremeni projekti korveta

Takve značajke, ponešto apstraktne, dobit će veće značenje kada ih se potkrijevi stvarnim projektima korveta. U tablici je prikazano šest klasa korveta, dvije izgrađene u bivšem SSSR-u i četiri zapadne, a sve one predstavljaju izvozne inačice tipa I. Sovjetski primjeri



(*Nanuchka* i *Tarantul*) pod nazivom mali raketni brod imaju kao bitnu karakteristiku, značajno protubrodsko naoružanje. Kod zapadnih klasa, osim svih značajki vezanih za korvete, primjećuje se težnja ka sofisticiranosti, što uključuje mogućnost obavljanja operacija vrtoleta s platformi smještenih na brodovima (klase *Assad*, *Sa'ar 5* i *Qahir*). Modernije klase *Sa'ar 5* i *Qahir* koje utjelovljuju sva temeljna svojstava korveta tipa I posebno se ističu svojom širokom primjenom.

Prvi od projekata korveta prikazanih u tablici je projekt bivšeg SSSR-a ***Nanuchka II*** koji je izvozna inačica projekta MK1-1234E. Taj brod građen je od 1977. godine za Alžir, Indiju, Libiju i bivši SSSR. Dobro naoružani, brodovi te klase imali su problema s propulzijom ali i s pomorstvenošću. Tu je klasu slijedio uspješniji projekt klase *Tarantul*, pa su ovi brodovi prodani u više zemalja nego *Nanuchke*, a uz to građeni su u Indiji. Njihova prednost u odnosu na klasu *Nanuchka* je znatno pouzdanije propulzijsko postrojenje, ali i mnogo bolje naoružanje te izglađenija forma trupa.

Korvete klase *Assad* građene su u Italiji u velikom broju. Brodovi građeni za Ekvador imali su Diesel motore puno veće snage nego brodovi prodani Libiji, ali i ugrađeni su sustavi protubrodskih projektila Exocet umjesto sustava Otomat.

Njemačka klasa korveta FPB 62 ponajprije plijeni pozornost zbog činjenice da je građena u brodogradilištu Lürssen, poznatom po gradnji

Korvete klase Parchim
kraće su vrijeme služile u
njemačkoj Bundesmarine

Libijska korveta Ean El Gazala ruske klase Nanuchka II





Izraelska korveta Sa'ar 5 predstavlja trenutni vrhunac ratne brodogradnje

posebno kvalitetnih brzih jurišnih brodova. Ta klasa ima platformu za vrtlojet, a zanimljivo je spomenuti da je kod prepravljenih inačica, Singapurskih brodova klase *Victory*, žrtvovana ta značajka da bi se dobile veće mogućnosti upravljanja i motrenja. Na nesreću, veći jarbol iznad nadgrađa povećao je probleme stabilitetu unatoč ugradnji posebnog stabilizatorskog sustava. No, vidljivo je da bi nova inačica, klasa **MGM 62**, mogla imati poboljšanu pomorstvenost. Tu je prisutna težnja za ugradnjom što je moguće više funkcija na relativno malom trupu.

Želja za vraćanjem malog tipa I sa što svestranim opremom može se uočiti kod britanske korvete klase *Huwar* (*Vita*) gradene za Katar na koju su ugrađeni protubrodske i protuzrakoplovne sustave naoružanja zajedno s borbenim

američkom brodogradilištu Ingalls predstavlja sam vrh svjetske ratne brodogradnje po složenosti borbenih sustava i naoružanja ugrađenih u nju. Vjerovatno će taj brod i u daljoj budućnosti predstavljati ogledni primjer korvete iznimne borbene moći. Slično možemo reći za korvete klase *Qahir* gradene u britanskom brodogradilištu Vosper Thornycroft za Oman, koje će služiti za ophodnje i čuvanja širokog izvanobalnog područja koje se proteže duboko u Arapsko more.

Izgradnja korveta

Za vrijeme i nakon II. svjetskog rata, ono što je omogućavalo jednostavnu i brzu izgradnju korveta bio je prihvatljiv trošak gradnje i za brodogradilišta prilagođena komercijalnim stan-

ZNAČAJNIJE KORVETE TIPO I.

Značajka	Nanuchka II	Tarantul I	Esmeraldas	FPB 62	Sa'ar 5	Qahir
Puna istisnina (t)	850	450	685	630	1227	1420
Dužina (m)	59,3	56,1	62,3	63	86,4	83,7
Širina (m)	11,8	11,5	9,3	9,3	11,9	11,5
Gaz (m)	2,6	2,5	2,5	2,5	3,2	3,3
Pogon	3 Diesel 30.000 KS	COGAG 32.000 KS	4 Diesel m. 24.400 KS	4 Diesel m. 15.600 KS	CODOG 30.000 KS	4 Diesel m. 32.000 KS
Brzina (čv)	34	36	37	32	33	25
Posada	60	34	51	43	64	76
Naoružanje:						
Lanser projektila more-more	4 x P-21	4 x P-21	6 x MM 40	4 x MM 40	8 x Harpoon 8 x Gabriel IV	8 x MM 40 Exocet
Lanser PZO projek.	1 x 9M33	1 x 9M39	1 x Aspide	1 x Crotale	2 Barak I	1 x Crotale NG
CIWS sustav	-	-	-	1 x 30 mm Goalkeeper	1 x 25 mm Sea Vulcan	-
Topovi	2 x 57 mm	1 x 76mm 2 x 20 mm	1 x 76 mm 1 x 40 mm 6 x 324 mm	1 x 76mm	1 x 76 mm	2 x 20 mm
Protupodmornička torpeda	-	-	-	-	6 x 324 mm	-
Vrtoleti	-	-	1 x Bell 206B	1 x SA 316	1 x SA 366G	1 x srednji

upravljačkim sustavom na brodu istisnine manje od 500 tona.

Kao što je već spomenuto, namjera da se uskladi pomorstvenost broda s ugradnjom što više opreme (što svestraniji brod) rezultirala je gradnjom dviju korveta klase *Sa'ar 5* i *Qahir* koje svojom veličinom dosežu protežnosti lakih fregata (obje istisnine preko 1100 tona i duljine preko 80 metara). Izraelska korveta *Sa'ar 5* gradena u

dardima (trgovačkoj brodogradnji). Čak više od toga, gradila su ih i privatna brodogradilišta privučena projektom korveta lišenog bespotrebne složenosti. Međutim, vremena se mijenjaju, tako da danas korvete grade usko specijalizirana suvremenja ratna brodogradilišta, no koja i dalje imaju oštru konkureniju u sposobnoj, lako priлагodljivoj trgovackoj brodogradnji, koja često poseže za poslovima ratne brodogradnje. Oprema

korvete, od opreme za propulzijsko postrojenje do naoružanja, motrilačkih sustava, navigacije, i elektronike, proizvod je visoko specijaliziranih proizvođača iz visoko industrijaliziranih zemalja (SAD, države Zapadne Europe i Rusija). Ta dominacija tvrtki iz visoko razvijenih zemalja prisiljava zemlje u razvoju da uvoze hardware i software, dok se njima nudi samo gradnja trupa. To je i razumljivo jer je samo raznolika, u potpunosti opremljena brodograđevna industrija u zemljama visoke tehnologije u stanju razviti vlastitu ratnu brodogradnju, a time i gradnju korveta. To je svakako razlog što se korvete poglavito projektiraju i grade jedino u zemljama s dugom brodogradevnom tradicijom. No, ipak možemo razlikovati dvije vrste brodogradilišta koja se bave gradnjom korveta; specijalizirana s vlastitim projektom, smještena u razvijenim industrijskim zemljama i okrenuta ka izvozu (SAD, Njemačka, Velika

ja. Taj zaokret u zbivanjima prikazao je njihove pomorske snage u novom svjetlu, prije toga znatno manje pouzdane zbog oslonca jedino na brze jurišne brodove.

Iako posjeduju visoki omjer vatrene moći prema istisnini, brzi jurišni brodovi ipak zbog slabije pomorstvenosti i manjeg akcionog radiusa, zacijelo ne mogu u potpunosti zadovoljiti prije navedene zahtjeve čuvanja proširenog akvatorija. Time korvete sa svojim značajkama izbjiju u prvi plan osiguravajući sigurnu "platformu" svestranim ratnom brodu na "dubokom moru".

Kako je već naglašeno, prednosti korveta proizlaze iz povećanja protežnosti koje u nekim primjerima uvelike prelaze protežnosti njihovih suvremenika, brzih jurišnih brodova. Povećanje forme trupa, je na prvi pogled skromno, još je ujek dovoljno veliko za prevladavanje ograničenja brzih jurišnih brodova i uzrokuje radikalno



Britanija, Francuska, Italija, Švedska i Rusija) i novonastala brodogradilišta, većina njih u zemljama u razvoju, s tradicijom u trgovackoj brodogradnji (Indija, Singapur, Južna Koreja, Indonezija, Tajland i Turska).

Zaglavak

Promjene koje su se pojavile početkom 80-tih godina doprinijele su da su zemlje u razvoju ne samo postale svjesnije prednosti aktivnog djelovanja na moru, nego više od toga, nagnale su ih da poduzmu nešto što bi povećalo učinkovitost njihovih već postojećih pomorskih snaga. Djelomično, pojava isključivog gospodarskog pojasa i stoga potreba za proširenjem izvanobalnog suvereniteta, dali su vladama dostatno opravdanje za investiranjem u svoje ratne mornarice, odsada s novim zaduženjem koje obuhvaća daleko šire područje izvođenja operaci-

poboljšanje akcionog radiusa i pomorstvenosti. Međutim ostaje činjenica da je korveta brod umjerene veličine. To je ipak određeno ograničenje stupnja mnogostranosti, te zbog toga korvete u velikoj većini sadrže dva od tri postojeća borbena sustava (protuzračni, protupodmornički i protubrodski). U praksi su potvrđena dva tipa korveta; tip I ili super brzi jurišni brod zasnovan na protubrodskoj borbi, i tip II specijaliziran za protupodmorničku borbu, a oba tipa preklapaju se u svojim ophodnim dužnostima. Zanimljivo je spomenuti kako se danas susreće samo jedna forma trupa koja je prilagođena objemu skupine korveta; južnokorejska klasa korveta **Po Heng**. No, veliki broj već izgrađenih korveta navodi da će i ubuduće dva različita tipa korveta nastaviti svojim odvojenim putovima razvoja i tako i nadalje potiskivati brze jurišne brodove.

Korvete klase Qahir grade se za Oman prema britanskom projektu Vigilance



TARANTUL



Korvete klase *Tarantul* pokazale su se kao provjerena konstrukcija i pouzdana platforma za protubrodske projektile različitih generacija, a polučile su i izvozni uspjeh

Korvete klase *Molnija*, poznatije po zapadnoj oznaci *Tarantul* su jedna od najuspjelijih ruskih konstrukcija manjih ratnih brodova, a prihvatile su ih mnoge manje ratne mornarice.

Citateljstvo treba upozoriti kako je izvoz malih ratnih brodova područje trgovine naoružanjem gdje je bivši Sovjetski Savez, a danas Rusija, polučavao gotovo jednak uspjeh kao i njegovi zapadni takmaci. Za to su postojala dva razloga, od kojih je jedan bio političke, a drugi tehničke naravi. Riječ je o upućenosti zemalja članica bivšeg Varšavskog ugovora na nabavku vojne opreme i naoružanja u tadašnjem SSSR-u, pa su sve mornarice ovog vojnog saveza, ali i pojedine

zemlje "trećeg svijeta" okrenute istoku, onde nabavljale male ratne brodove. Drugi je razlog bio taj što je tijekom pedesetih i šezdesetih godina bivši Sovjetski Savez otisao najdalje u razvoju projektila brod-brod, a što je bila posljedica njegove tadašnje pomorske strategije. Tijekom pedesetih godina razvijeno je nekoliko tipova ovih projektila, a istraživanja su se vršila u dva instituta. Institut NII-642 pod rukovodstvom M. V. Orlova, i kasnije ispitno-projektni ured OKB-52 na čijem je čelu bio V. N. Čelomej, bavili su se razvojem projektila brod-brod označenim kao **KSS**, koji je trebao biti ugrađivan na brodove veličine razarača. Uspoređno je tekao projekt razvoja "krilate rakete" (originalni ruski izvori kao krilatu, tj. krstareću raketu označavaju svaku raketu

Dario BARBALIĆ

koja ima predprogramiran dio putanje, obično visinu, te se ne radi o krstarećim projektilima kakve danas poznajemo), koja se trebala ispaljivati s podmornica, a na kojoj su radili timovi poznatog konstruktora hidrozrakoplova G. M. Berijeva, te ponovno V. N. Čelomeja. No zbog svojih velikih protežnosti ovi projektili nisu mogli biti ugrađivani na spomenuta plovila. Stoga se prišlo programu u sklopu kojeg je u projektnom uredu "Raduga" pod vodstvom A. Ja. Bereznika razvijen protubrodska raketna sustav (PKRK) **4K40 Termit** s protubrodskim projektilom **P-15 (SS-N-2 Styx)** s radarskim vodenjem u završnom dijelu putanje.

Usporedno su razvijana plovila za nošenje ovih projektila, i to kao mali brzi jurišni brodovi čiji je glavni imperativ bila brzina i koji su trebali služiti ponajprije kao platforme za nošenje projektila. Prvi tipovi takvih plovila bili su raketni čamci **Projekt (tip) 183R (klasa Komar)** i **Projekt 205** (klasa **Osa**) koji su razvijali brzinu od oko 37 čvorova.

Ta mala plovila razvijana su u središnjem projektom uredu CKB-5 (današnji "Almaz") u tadašnjem Lenjingradu, a glavni projektant klase *Komar* bio je Je. I. Juhinin. Obje klase izvožene su u više bivšem SSSR-u prijateljskih zemalja diljem svijeta i

Poljska korveta Metalowiec (inačica Tarantul I) u luci Gdynia



uporabljavane u mnogim sukobima, no s različitim rezultatima. Kao njihov najveći uspjeh uzima se potapanje izraelskog razarača *Eilat* 21. listopada 1967. godine, tijekom trećeg arapsko-izraelskog rata, što je predstavljalo prvo potapanje nekog broda protubrodskim projektom u povijesti ratovanja na moru. Prema jednoj od verzija ovog događaja do toga je došlo slučajno, jer je zapovjednik egipatskog raketnog čamca tipa 183R ispalio projektil bez ciljanja, u strahu od naleta izraelskih zrakoplova.

U razdoblju od 1957. do 1970. godine je u brodogradilištima u bivšem Lenjingradu, Vladivostoku i Ribišku sagrađeno više od 400 plovila klase *Osa* od kojih je 157 izvezeno u ratne mornarice 23 zemlje. Ovaj je tip broda doživio svoje vatreno krštenje u indijskom napadaju na pakistansku luku

naoružanje većeg kalibra. Uz to, u mnogim mornaricama "trećeg svijeta" održavanje raketnih čamaca (kao i drugih ratnih brodo-

porinut je 1978. godine u brodogradilištu Petrovski u tadašnjem Lenjingradu, a prema NATO-vom sustavu označavanja dobio oznaku *Tarantul* (manja sovjetska plovila su dobivala imena po kukcima - *Osa*, *Komarac*, *Tarantula*, *Strlišen*, *Muha*, a uočene modifikacije pojedine klase kao dodatak i rimske brojeve). Zanimljivo je kako su konstruktori (prema ruskim izvorima) kao taktičke zadaće *Molniji* namijenili i vršenje ophodnji, blokadu protivničkih luka, te izvođenje udara po protivničkim uređajima na kopnu, što je sve znatno više od dodatašnjih jednoznačnih zadaća brzih jurišnih raketnih brodova.

Nova klasa je dobila i novi opis u sovjetskoj terminologiji - **Raketni kater** ili raketni kuter, što je jedinstveni naziv koji nitko drugi u svijetu ne koristi, a brodovi te istinsne se obično opisuju kao raketne korvete. Duljina brodova klase *Tarantul* je 56,1 metar, a širina je 10,2 metra, pri čemu je standardna istinsna 385 tona, dok zajedno s gorivom, streljivom i zalihami istiskuje 455 tona, a gaz broda iznosi 2,2 metra. Trup je sličan onom ophodnih brodova klase *Pauk* (doduše, bez prostora za sonar), a načinjen je od čelika, dok je nadgrađe izrađeno od lakih slitina.

Pogonska skupina i performanse

Novi zahtjevi

Novi taktičko-tehnički zahtjevi za sljedeću generaciju brzih jurišnih brodova su obuhvaćali povećanje brzine, ali i maritimnih osobina plovila (posebice u oceanskim uvjetima - dakle, poželjna je bila veća istinsna), ugradnju snažnijeg topničkog naoružanja, te razvoj novog sustava brod-brod s projektom povećanog dometa i veće brzine. Razvoj novog

Projekta 1241 pod originalnim ruskim nazivom *Molnija* (Munja) započeo je 1970. godine u projektnom uredu "Almaz" ponovno pod vodstvom Je. I. Juhinina, i predstavlja je popriličnu inovaciju u svoje doba. Prvi brod iz nove klase



Na pramcu ruskog Tarantula II nalazi se top AK-176, a iznad zapovjedničkog mosta velika kupola motrišačkog radara "Band Stand"



Na sredini broda smješteni su spremnici za projektili sustava "Termit" (Styx), dok se na jarbolu među ostalim nalaze ciljnički radar MR-123 i optronički direktor "Hood Wink", te antene sustava za električnu borbu "Foot Ball", a iza njega sustav 4K32M (bez lansera)

Karachi, kada je potpljen razarač *Khaiber* i jedan minolovac te nekoliko trgovackih brodova.

Ekonomski isplativost ovih izvoznih poslova bila je upitna, budući da se u mnogim slučajevima radilo o uobičajenoj vojnoj pomoći koju je bivši SSSR besplatno davao svojim saveznicima. Borbena iskustva bila su dragocjena za ruske konstruktoare, a jedno od glavnih je bilo ono koje je ukazivalo na temeljni nedostatak raketnog sustava "Termit". Uočeno je naime kako sustav može uspješno pogadati velike i spore ciljeve poput trgovackih i većih ratnih brodova, ali da nije učinkovit protiv malih, brzopokretnih ciljeva. Također se pokazalo kako je topnički sustav broda (dva dvostruka topa AK-230 kalibra 30 mm) nedovoljno snažan za pružanje zaštite plovilima od napadaja protivničkih brodova i zrakoplova na udaljenostima većim od 2500 metara, no zbog male istinsine broda nije se moglo ugraditi



Na stražnjem dijelu nadgrađa vidljiva su dva otvora za izlaz plinova iz turbina za krstarenje, 6-cijevni rotacijski topovi AK-630M, dok su na krmi postavljeni 16-cijevni lanseri chaffova



Dekontaminacija ruskog Tarantula II

torpedni čamci koristili modifirane zrakoplovne motore. Na nekim od novijih brodova je radi veće ekonomičnosti ugradena CODOG pogonska skupina pri čemu se za krstarenje umjesto turbine rabe dva dizel motora snage 5,88 MW (8000 KS).

Najveća brzina broda prema podatcima konstruktora je 43 čvor, dok zapadni izvori govore o 36 čvorova. Pri brzini krstarenja od 12 do 14 čvorova akcijski radijus je oko 1650 nautičkih milja ili 10 dana na moru. *Tarantul* ima 34 člana posade, od čega je pet časnika.

Naoružanje i elektronička oprema

Glavno naoružanje prve i druge inačice (*Tarantul I* i *Tarantul II*) čine četiri projektila brod-brod **P-21** ili **P-22** sustava 4K40 "Termit" (SS-N-2). Za razliku od raketnih čamaca klase *Osa* i

Temeljno protubrodsko naoružanje inačice Tarantul III su projektili 3M80

ručno.

Kao druga novost pojavila se ugradnja dva šesotcijevna topa tipa **AK-630M** kalibra 30 mm, ugradena na stražnjem dijelu nadgrađa, brzine paljbe 5000 granata u minuti, utemeljenih na sustavu Gatling. Rotacijski blok u kojem se nalazi šest cijevi (ruska oznaka AO-18) ima vodeno hlađenje. Ova su oružja namijenjena borbi protiv protubrodskih projektila, a sukladno koncepciji bivšeg SSSR-a, svaki pokriva jednu bočnu polusferu broda (180 stupnjeva), dok je elevacija topa od -12 do +88 stupnjeva. Svaki top ima zalihu streljiva od 2000 granata koje mogu biti ili rasprskavajuće-razorno-zapaljive ili rasprskavajuće-oblikežavajuće. Osim obaranja projektila, sekundarna namjena im je obaranje zrakoplova, uništavanje plu-

tajućih morskih mina, te djelovanje po pješaštvu na obali.

Temelj protuzrakoplovne obrane broda tvori četverostruki lanser sustava **4K32M (SA-N-5 Grail)** za protuzrakoplovne projektili **9M32M** (u biti riječ je o lanseru projektila Strela-2M), smješten na stražnjem dijelu nadgrađa. Na novijim brodovima umjesto njega ugraden je sustav **SA-N-8** s projektilom **9M36** (Strela-3M) ili **9M39** (Iglja). Oba je sustava razvio projektni ured na čijem je čelu bio S. P. Nepobedimij, a radi se o dobro poznatim prijenosnim protuzrakoplovnim sustavima čiji je glavni nedostatak ograničeni domet. Projektil 9M36 ima u odnosu na 9M32M nešto veći domet: od 500 - 5000 metara, dok je visina djelovanja od 10 do 3500 metara, a tu je i snažnija bojna glava s preko 3 kilograma eksploziva, kao i bolji tragač, te stoga može napadati ciljeve i u susretu i u odlasku. No čak ni s ovim sustavom brod se ne može učinkovito oduprijeti vrtoletima ili zrakoplovima opremljenim protubrodskim projektilima, čak i manjeg dometa poput Penguin, Hellfire ili Mavericka, koji se mogu lansirati izvan dometa obrambenih sustava. Na brodu obično ima 16 doknadnih projektila.

Elektroničku opremu na *Tarantulu I* je činio motrički radar Plank Shave (NATO-oznaka) koji radi u I-području smješten

na vrhu središnjeg jarbola. Na inačici *Tarantul II* dodan je radar Band Stand smješten u vrlo uočljivoj velikoj polulopti iznad zapovjednog mosta. Upravljanje palj bom vrši se uz pomoć već spomenutog radara "Bass Tilt" smještenog na posebnom jarbolu iza antene motričkog radara i op-



Pripreme za isplavljenje Tarantula III



Glavno topničko naoružanje broda čini

troničkog direktora **Hood Wink**. Za navigaciju služi radar **Spin Trough** ili **Krivach II**.

Od sustava za električku borbu na brodovima klase *Tarantul* rabe se dvije vrste uređaja, **Foot Ball** u obliku kugli smještenih iznad uređaja za ispaljivanje čija je zadaća upozoravanje na protivnička radarska odašiljanja, te širokopojasni ometači tipa **Top Hat**. Neki brodovi na krmi imaju dva 16-cijevna (10-cijevni u inačici *Tarantul III*) lansera chaff-ova.

Izvoz i razvoj

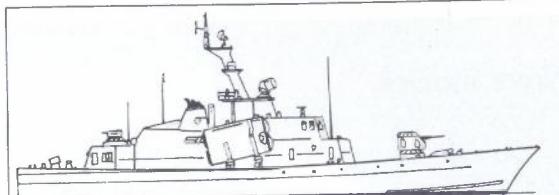
Ukupno su za ratnu mornaricu bivšeg SSSR-a sagrađena 23 broda klase *Tarantul I* (tip **1241.1**), dok je za izvoz razvijena inačica tip **1241RE**, pri čemu je glavna razlika bila slabija radarska oprema. Između 1983. i 1992. godine ta plovila su isporučena bivšem DDR-u, Indiji, Jemenu, Poljskoj i Rumunjskoj, a i Rusi koriste jedan brod ove inačice namijenjen za izobrazbu stranih posada. Svi ovi brodovi (osim Rumunjskih) građeni su u brodogradilištu Volodarski u Ribinsku.

Za mornaricu bivšeg SSSR-a je od 1980. do 1986. godine u brodogradilištima u tadašnjem Lenjingradu (Kolpino i Petrovski) te na Tihom oceanu izgrađeno barem 18 korveta tip **1241.1M** (*Tarantul II*) opremljenih radarem "Band Stand" koji radi u D/E/F frekventnom opsegu, a po svemu sudeći riječ je o radaru čija je funkcija motrenje zračnog prostora. Izvezen je samo

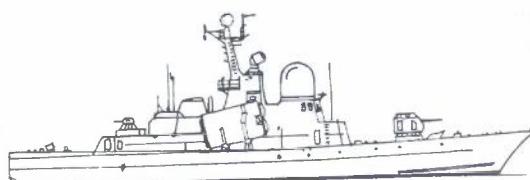
inačice ugrađena dva četverotaktna dizel motora tipa M-510 s 56 cilindara koji razvijaju snagu od 5000 KS pri 2000 o/min. Kombinacijom ovog motora i plinske turbine spojene na istu pogonsku osovinu omogućena je najveća brzina broda od 41 čvora. Istodobno je akcijski radius pri krstarećoj brzini povećan na 2400 nau-tičkih milja, budući da je ovim rješenjem smanjena potrošnja goriva pri eko-nomičnoj brzini.

Inačica Tarantul III

Nova pogonska shema je bila toliko uspješna da je primjenjivana na svim plovilima nove inačice tip **1241.1MP** odnosno *Tarantul III*. No glavno poboljšanje na novoj inačici je novi sustav **Moskit** (**SS-N-22 Sunburn**) s protubrodskim projektilima **3M80**. Prvi, pokušni brod ovog tipa izgrađen je u brodogradilištu Petrovski 1981. godine. Prema vanjskom izgledu nova se inačica vidljivo razlikuje od prethodnika po spremnicima za projektile (također po dva sa svake strane nadgrađa), različitom donjem prednjem dijelu nadgrađa, a umjesto kompaktног jarbola postavljen je jarbol



Tarantul I



Tarantul II



Tarantul III

mm, a težina pri lansiranju 3950 kilograma. Temeljna značajka projektila je njegova velika brzina od čak 2800 km/h, što ga stavlja za čitavu generaciju ispred zapadnih sustava, čije su brzine još uvijek dozvoljene. Pogonska skupina je kombinirana i čini ju ramjet motor (nabojo - mlazni), te startni raketni motor na čvrsto gorivo. U krstarećem dijelu putanje projektil leti na visini od 20 metara iznad mora, da bi se u završnom, napadajnom dijelu spustio na samo 7 metara visine, što izrazito otežava obrambene postupke napadnutog broda. Sustav za navođenje je uobičajena kombinacija inercijalnog navođenja i u završnoj fazi radarski tragač koji može raditi u aktivnom i pasivnom modu. Bojna glava može biti razorna težine 300 kilograma ili nuklearna. Objavljena su i statistička očekivanja za pogadanje udarnih skupina ratnih brodova koja iznose 0,99, te za pogadanje konvoja i transportnih brodova od 0,94 (ovdje se najvjerojatnije radi o idealnim uvjetima, bez elektroničkog ometanja). Sunburn je primjerice šest puta teži od Exoceta, te četiri puta brži od njega, čime se postiže mnogostruko veća kinetička energija na cilju, koji se jednostavno razbija samim udarcem. Konstruktori stoga tvrde da je potrebno 1,2 projektila za uništenje cijela veličine razarača, te 1,5 za uništenje transportnog broda istisnine do 20.000 tona (ovi su brodovi obično manje "žilavi" ciljevi zbog svoje konstrukcije). Sustav je opravdano izazvao veliko zanimanje na Zapadu, pa je tijekom 1993. godine navodno organiziran pravi "lov" obaveštajnih službi na ovaj projekt, no ruski izvori tvrde da sam projekt



Korvete klase Tarantul III iz sastava Baltičke flote u luci Baltisk

jedan brod ovog tipa i to u Bugarsku.

Daljnji razvoj brodova klase *Tarantul* išao je u dva smjera: prema poboljšanju pogonskog sustava, te prema usvajanju novog sustava protubrodskih projektila. U pokušnoj fazi su na jednom od brodova prve

rešetkaste konstrukcije.

I sustav "Moskit" je, poput prethodnika, razvijen u Mornaričkom projektnom uredu "Raduga" kojim je rukovodio I. S. Seleznjev. Domet projektila 3M80 je 120 kilometara, dužina 9385 mm, raspon krila 1300

nije pao u ruke strancima.

Nove inačice

Na jedan *Tarantul II* oznake R-71 je 1992. godine umjesto dva topa AK-630M postavljen novi sustav **Kaštan** (NATO oznake **CADS-N-1**) i brod je u projektnom uredu dobio oznaku **Projekt 12417**. Radi se o hibridnom sustavu koji se sastoji od četiri lansera za projektile **9M311 (SA-19)**, te s dva dvocijevna protuzračna topa **2A38M** kalibra 30 mm, a vrlo je sličan kopnenom sustavu 2S6 "Tunguska". "Kaštan" uočen na nosaču zrakoplova **Admiral Kuznjecov** isprva je dobio kodnu oznaku **SA-N-11 Grison**, a zatim CADS-N-1.

Projektili imaju radio-zapovjedno vodenje, a pokrivaju područje od 1,5 do 8 kilometara kose udaljenosti. Poznato je međutim kako proizvođači često daju podatke koji odgovaraju idealnim uvjetima pa ih uvijek treba uzeti sa zadrškom. Projektil

Tarantul III služi kao pokusno plovilo za novu, modificiranu inačicu projektila 3M80 s većim dometom, čije je spremnike izvana moguće razlikovati po drukčijim poklopциma.

Temeljna inačika **Projekt 12418** je novi sustav "brod-brod" **3K60 Uran (SS-N-25)**, dok je oznaka projektila H-35, a na zapadu su je prozvali "Harpoonski" jer je vrlo slična američkom protubrodskom projektu Harpoon. Neki izvori tvrde da je riječ o jedinom ruskom projektilu koji je razvijen u suradnji s nekom drugom zemljom, pa makar to bila i zemlja članica Varšavskog ugovora što je u ovom slučaju bio bivši DDR,



Projekt 12417, preinačeni Tarantul II na koji je umjesto dva topa AK-630M postavljen sustav "Kaštan"

uobičajen inercijalni u početku leta s aktivnim radarskim samonavodenjem u završnoj fazi leta. Radar je navodno otporan na aktivno električno ometanje, a raketa leti na visini od 3 do 5 metara od morske površine, što uz veliku brzinu leta otežava obranu od njenog napada. Zbog manjih protežnosti i težine *Tarantul* može ukrcati čak 16 projektila H-35 smještenih u dva četverostruka lansera sa strane nadgrada. Time je paljbenu moć povećana za čak četiri puta, i premda novi projektili imaju manji učinak na cilju od projektila 3M80, zapovjednik broda ima na raspolaganju veći plotun, pa je veća šansa da će barem neki od njih pogoditi cilj i onesposobiti ga ili uništiti. Imamo li u vidu da Rusi sada nude H-35 u inačicama lansiranim s kopna ili sa zrakoplova poput MiG-29 ili Su-27, manjim se zemljama pruža prilika da u paketu osiguraju snažnu obranu svojih obala.

Na izložbi LIMA '93 održanoj potkraj 1993. godine u Maleziji predstavljena je inačica **Projekt 12421** koja je kao i Projekt 12418 opremljena suvremenijom električnom opremom i radarima, no naoružana je novom inačicom projektila 3M80.

Moguća nova inačica *Tarantula* naoružana sustavima "Uran" i "Kaštan" bit će vrlo tvrd orah čak i za mnogo veća plovila, zrakoplove i vrtotele opremljene protubrodskim projektilima pogotovo ako bude operirala u području branjenjem nekim od protuzrakoplovnih sustava velikog dometa (poput S-300 ili S-300V).

Već postojeće *Tarantule* moguće je modernizirati i opremiti novim sustavima pa se i ovdje nazire tržiste za ruske brodograditelje jer postoji priličan broj mornarica koje u svojem sastavu imaju ove brodove. Jedini je problem moguće "curenje" ruske tehnologije pa čak i čitavih oružanih sustava na Zapad, što bi moglo ugroziti prodaju jer



Crtič inačice Projekt 12418 naoružane sustavom "Uran" s projektilima H-35

ima dva stupnja i fragmentacijsku bojnu glavu.

Na udaljenostima od 500 do 1500 metara zaštitu od protubrodskih projektila pružaju topovi 2A38M kalibra 30 mm o čijoj gustoći paljbe postoje različita mišljenja. Iako Rusi tvrde da je ukupna brzina paljbe topničkog dijela sustava čak 10.000 granata u minuti, znatno je vjerojatnije da se ipak radi o oko 5000 granata/min (zapadni izvori navode podatak o 4500 granata/min). Sustav ima vlastiti radarsko-motričko-akvizicijski podsustav u koji je uključen i optoelektronički sustav za praćenje cilja. Ruski komercijalni izvori tvrde da se uz pomoć ovog sustava mogu pogaćati ne samo protubrodski projektili već i

vođene zrakoplovne bombe što je u skladu s postojećim tendencijama sličnih sustava u svijetu. Dosada je mogućnost obrane od vođenih zrakoplovnih bombi pripisivana samo izraelskom sustavu Barak-1, te švicarskom sustavu Skyguard.

Godine 1993. uočeno je da jedan



Projektil H-35 prikazan u konfiguraciji za lansiranje sa sklopljenim krilima

startnog motora projektil je dug 4400 mm (dakle upola kraći od projektila 3M80), a lansirna težina mu je 600 kg (sedam puta lakša od 3M80), dok u bojnoj glavi nosi 145 (prema drugim podatcima 90) kg eksploziva. Domet je 130 kilometara, a brzina je transonična (300 m/sec). Sustav navođenja je

će karakteristike projektila tada postati u glavnom poznate zainteresiranim stranama.

Tarantuli u uporabi

Prema dostupnim podatcima u bivšem SSSR-u, odnosno Rusiji, izgrađene su ukupno barem 92 raketne korvete ovog tipa, od čega barem 71 za tamošnju mornaricu, a 21 za izvoz.

Uz to, indijska tvrtka Mazagon Dock je u svojim brodogradilištima u Bombayu i Gori izgradila još četiri modificirana *Tarantula I*. Na ove je brodove ugrađena nova, CODOG pogonska skupina koju čini jedna američka plinska turbina General Electric LM 2500 snage 17,38 KW (23.000 KS), te dva dizel motora MTU 12V 538 TB92 snage 3,76 MW (5110 KS). Predviđena je gradnja još deset ovih korveta koje su označene kao klasa *Veer*, no ovo će biti teško ostvarivo zbog velikih problema u isporuci opreme iz Rusije. Indijska ratna mornarica koristi i pet *Tarantula I* izgrađenih u Ribinsku koji su isporučeni od 1987. do 1990. godine.

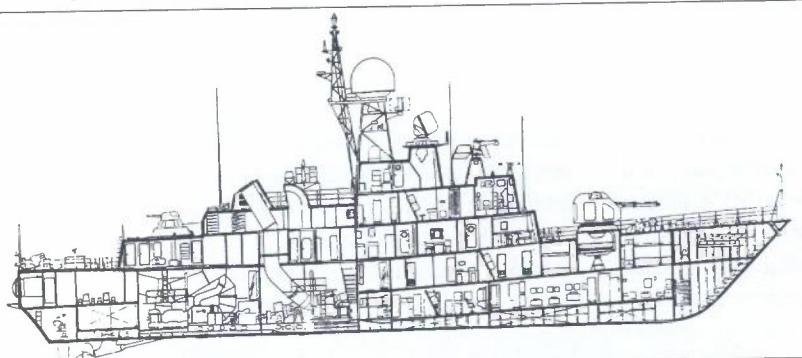
Bivši DDR imao je pet *Tarantula I*, ali je nakon ujedinjenja Njemačke samo jedan kraće vrijeme bio u floti Bundesmarine. Taj brod, *Hiddensee* (ex *Rudolf Egelhofer*) prodan je američkoj



Brod Veer izgrađen je za Indiju u ruskom brodogradilištu Volodarski

mornarici kao brod za ispitivanje karakteristika klase i prebačen u SAD, a danas služi kao istraživački brod *Beagle* s 12 članova posade iznajmljen tvrtci Dynacorp.

Poljska je mornarica od prosinca 1983.



Presjek inačice Projekt 12421 koja je opremljena suvremenijom elektroničkom opremom i radarima, a naoružana novom inačicom projektila 3M80

do siječnja 1989. godine primila u službu četiri *Tarantula I* kao klasu *Gornik*. Poljska je ratna mornarica bitno promijenila svoju doktrinu koja je postala znatno defanzivnija

nego što je to bila tijekom članstva u bivšem Varšavskom ugovoru, a to je postalo vidljivo i po velikom broju brodova koji su izbrisani iz flotnog popisa. Danas je jedna od njezinih glavnih zadaća postala zaštita gospodarskog

pojasa. Raketni čamaci klase *Osa I* i korvete *Tarantul* tvore 3. flotilu "Boleslaw Romanowski" smještenu u luci Gdynia u kojoj je sadržan temelj ofenzive snage flote. Pregovaralo se o prodaji dvaju *Tarantula* bivše istočnonjemačke Volksmarine Poljskoj, ali to nije ostvareno.

Bugarska od prosinca 1989. godine rabi jedan *Tarantul II* nazvan *Mulnija*, a Rumunjska tri *Tarantula I* (prvi je ušao u flotu u prosincu 1990. godine, a druga dva u veljači 1992. godine) kao klasu *Zborul*. Dva *Tarantula I* nalaze se u floti Jemenske mornarice.

Tijekom listopada 1994. godine dva su *Tarantula I* isporučena Vijetnamu. Brodovi su očito nabavljeni u žurbi zbog sukoba oko otočja Spratly koji se sve više komplicira, pa je trebalo što prije ojačati pomorske snage. Imamo li u vidu da je vijetnamski vojni proračun tek oko 450 milijuna dolara godišnje lako možemo uočiti gdje je potencijalno tržiste za manje brodove naoružane projektilima. Da se uvjeti plaćanja mijenjaju govoriti podatak da je Vijetnam platio 85 posto cijene u konvertibilnoj valutu, a ostatak u poljoprivrednim proizvodima. Pretpostavlja se da ova zemlja razmatra nabavu još dvije do tri korvete istog tipa, ali vjerojatno novijih inačica.

Možemo zaključiti da *Tarantuli* imaju svoju budućnost u mornaricama zemalja koje nemaju novca za kupnju novih brodova ove vrste sa Zapada, a žele dobiti barem približnu kvalitetu raketnog oružanog sustava.



Molnija ruske ratne mornarice

Na vječnom putu borbe i opstojnosti

HRVATSKA VOJSKA KROZ POVIJEST

Hrvatski narod, kroz svoju povijest, a time i kroz ratnu povijest susretao se s mnogim iskušenjima. Malen brojom, ali zato velik duhom uspio je prebroditi sve izazove, obećanja i iskušenja lažnog sjaja kojim ga se željelo opčiniti i potom pokoriti (a ako zatreba i uništiti). Jedini učinkoviti odgovor toj prijetnji, bilo je znati ratovati, ali i mudrovati i stvarati

Narod koji nema svoju vojsku i nije narod. U krajnjem slučaju to je samo imaginarna tvorevina nad kojom neprekidno lebdi mač i pod njom dršcu staklene noge. Narod kao takav nije ništa drugo do li predmet manipulacije moćnika kroz "istinske" saveze čiji je životni vijek kratkog daha. Nasuprot tome stoji samo veličanstveni put borbe i dokazivanja. Neprekidno preispitivanje svojih snaga i njihovog uskladištanja s nimalo milosrdnim svijetom kojim je okruženo. Umijeće preživljavanja i daljnog puta postaje vrhunsko načelo kojem je sve podređeno, jer ulozi su veliki i nema se pravo na pogrešku. Ako se na trenutak i posrne, ne smije biti mesta malodušju već samo racionalnom preispitivanju dotičnog stanja, jer novi izazov čeka na tom nesagledivom i vječnom polju borbe. I ako veličina jest broj, u konkretnom slučaju mnogoljubnost, veličina jest i dužina puta koji se morao prijeći i svi izazovi s kojima se na tom putu susretalo i susretat će se.

Borim se - postojim

Hrvatski narod, kroz svoju povijest, a time i kroz ratnu povijest susretao se s mnogim iskušenjima. Malen brejom, ali zato velik duhom uspio je prebroditi sve izazove, obećanja i iskušenja lažnog sjaja kojim ga se željelo opčiniti i potom pokoriti (a ako zatreba i uništiti). Jedini učinkoviti odgovor toj prijetnji, da se slobodnije izrazim, bilo je

znati ratovati, ali i mudrovati i stvarati.

Ako je i bilo kriza, a bilo ih je, nisu uzrokovale da se klone tim istim duhom, već su činile da se još više ojača i racionalno sagledaju perspektive. Nadalje povijest ga nije nimalo mazila, već ga je šibala sa sve četiri strane svijeta. Surova je to i veličanstvena borba bila. No ona i dalje traje, i bez obzira koliko teška, ona govori o njegovom postojanju - sposobnosti i umijeću preživljavanja

Marijan PAVIČIĆ

koje same po sebi dovoljno govore.

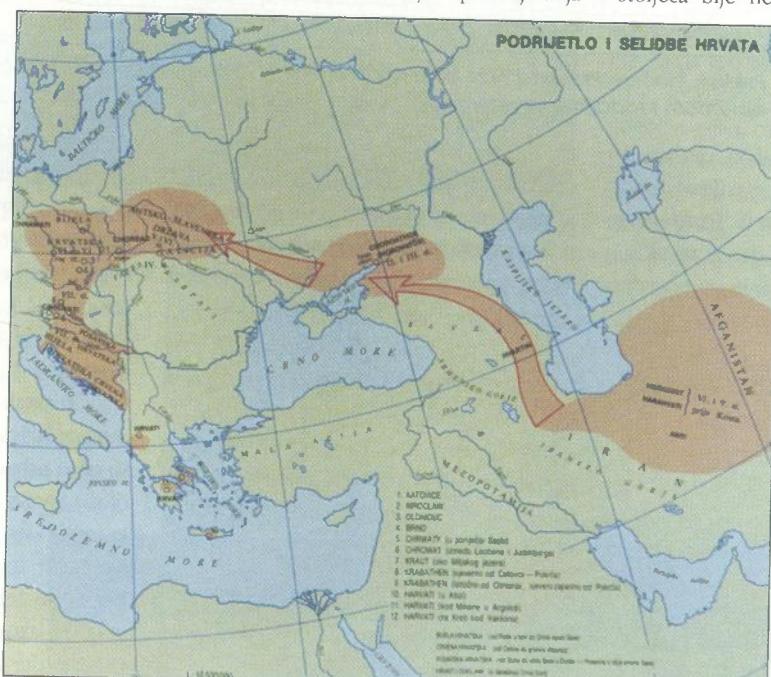
U svojoj dugoj povijesti postojanja hrvatski narod se susretao s nizom izazova, manjih ili većih. No svakako, od svih njih tri su prijetila katastrofom. Prvi, najezda Mongola; drugi, osmanlijskog carstva i treći, najprijaviji od svih osvajača, nošen duhom srpskog imperializma s kojim se na kraju XX. stoljeća bije neravnopravna i odlučujuća

bitka koju je nametnuo srpski osvajač i njemu sklon zapadni svijet, demokracije i ljudskih prava.

Hrvatski ratnici, sinovi Oluje, potomci slavnih hrvatskih knezova i kraljeva osvijetlili su obraz svojih slavnih djeđova u još jednoj, njima nametnutoj i po njih neravnopravnoj bitci, ponosno noseći hrvatski štit i mač na 14-stoljetnom bojnom polju u izgradnji hrvatske države - na geopolitički najosjetljivijem mjestu Europe. Zaista, sveta zadaća i borba koja svo-

jom težinom može samo ispunjavati ponosom. No ne samo i ponosom. Upravo prisutnost po mjestu i vremenu samim time osigura i pravo - pravo na državu i slobodu. Ako je borba veličanstvena, a ona to i jest jer se u njoj borilo i s onim drugim ešalonom protivnika - opijumom neslobode i ropstva.

I prijatelji i neprijatelji to moraju shvatiti, jer hrvatski narod je u potocima krvi sinova svojih uspio ostvariti svoju svetu zadaću, svladati sve izazove i pripremiti se za nove, s ponosom noseći ime ratnika koji stvara svoju državu, omogućujući svom narodu da bude



I kao što je život pojedinca neprekidna borba, tako je i svekolikog naroda. I ne samo to - borba je znak postojanja. Iako ovim tekstom namjeravamo osvijetliti davnu prošlost ne možemo a da se za trenutak ne osvrnem i na današnje trenutke, razdoblja poslije Oluje kroz viđenje običnoga hrvatskog čovjeka, ali i ratnika. Čitav duh povijesti skupio se u jednoj rečenici. "Toliko se osjećam ponosnim što sudjelujem u ovoj veličanstvenoj borbi da bi mi uskrćivanje tog prava bilo nešto što nikada nebi mogao oprostiti ni sebi ali ni onima koji bi mi ga željeli uskratiti", riječi su

narod u pravom smislu te riječi.

Hrvatski vojnik - ratnik zbog svojih osobina postat će uzor priateljima, ali i neprijateljima. Upravo je to snaga koja osvaja srce prijatelja i poražava neprijatelja. Samopouzdanje, hrabrost, požrtvovnost, ustrajnost, rodoljublje, vjera u boga i vjernost zadanoj riječi.

Kako je povijest teška; uvidjet će se da svijet u kojem živimo nije idealan i da je njegov moral, ako ništa drugo, ono upitan, te da u tom i takvom svijetu ne postoji istinski prijatelj, već samo surova borba, interesa i preživljavanja. Upravo zbog naprijed spomenutog, znalo je kroz povijest doći i do tragičnih borbi i lutanja. Ako je povijest učiteljica (a ona to i jest), onda je to ona i po dobru i po zлу. I ako je biti narod i imati državu neprekidna borba (a ona to i jest, i tu ne smije biti nikakvih iluzija) onda je za opstojnost, za sadašnjost i budućnost još više, upravo imperativ poznavanje te i takve prošlosti. Jer sve dok postoji prošlost postoji i budućnost. Drugog nema bez prvog, jer nauk kao i sam život, nije samo iz uspjeha već i iz poraza s tim da je umijeće baš u tome i da se iz poraza izvuče nauk i da zamah novom uspjehu.

Nadalje, pogled na zemljovid Europe ukazuje nam kako je položajem Hrvatske na njemu bila određena sva naša prošlost, sadašnjost ali i budućnost. U tom smislu, bić povijesti šibao nas je sa sve četiri strane svijeta. Trpnja je ponekad prelazila granice mogućeg, ali vještina prilagođavanja s osjećajem za viziju budućnosti te spoznaja realiteta i u izrazito križnim razdobljima za njegovu opstojnost znala je prepoznati šansu za još veći probitak. Na taj način preživljivali su se i najveći izazovi. U tim nastojanjima, znalo se zbog unutarnjih slabosti i podjeljenosti iniciranih izvana boriti i za tuđe interes, pod tuđom zastavom diljem svjetskih ratišta. Najtragičnija borba je ona koja se ne prizna ili želi umanjiti njezinu značenje. Bol od nje je ljuča i teža i od najteže rane dobivene na bojištu, a njih je zaista bilo mnogo u obrani zapadne kulture od raznih najezda s istoka.

Skup je bio nauk, da ako se nekome treba vjerovati, onda je to vjerovanje prije svega u samog sebe.

Počeci hrvatske povijesti - podrijetlo, selidbe i tlo Hrvata

Razdoblje velikih migracija. U brončanom i željeznom dobu dolazi do velike migracije indoeuropskih naroda. Na našem tlu, u tom razdoblju, živjeli su Iliri čiji jezik pripada skupini indoeuropskih jezika.

Najznačajnija ilirska pleme su: Histri u današnjoj Istri; Liburni u Hrvatskom primorju do Krke, a jugoistočno od njih do Cetine su Dalmati ili Delmati; oko donje Neretve su Daorsi i još južnije Ardijejci, zatim slijede Plereji, a u sjevernoj Albaniji Pirusti. U današnjoj Lici i sjeverozapadnoj Bosni su Japodi, Desidijati su u srednjoj i istočnoj Bosni, Breuci u današnjem Srijemu, njima na istoku su Skordisci, Autarijati u sjevernoj Hercegovini, Crnoj Gori i jugoistočnoj Bosni,

plemenima. Ilirik su podijelili na Donji (sjeverni), koji se kasnije prozvao Panonija, i Gornji (južni) koji je dobio ime Dalmaciju. Nakon toga, pred kraj III. stoljeća slijede Dioklecijanove reforme. Car Teodozije 395. godine podijelio je Rimsko carstvo na Zapadno i Istočno. Granica je išla od Budve na Drinu i dalje na Dunav. Drina je tako postala ne samo međudržavna granica nego je postala vjekovna granica dvaju svjetova i kultura - sve do danas.



Dardanci na Kosovu i još dalje na istoku.

Potkraj V. i u početku IV. stoljeća p. Krista dolazi do provale Kelta koji su ostavili dubljih tragova jedino kod Japoda i Skordiska. U to vrijeme, gotovo istodobno Grci sa Sicilije osnivaju 385. godine p. Krista koloniju Issa, današnji Vis, zatim Pharos, a Grci s otoka Knida utemeljuju Lombardu na Korčuli. Grci utječu na razvoj kulture, donose znanje o uzgoju vinove loze i masline, savršeniju tehniku brodogradnje i pridonose širenju trgovine.

Tijekom III. stoljeća p. Krista Rimljani počinju obraćati pozornost na Balkanski poluotoka, posebice na istočnu, danas hrvatsku jadransku obalu. Godine 228. porazili su ilirsku kraljicu Teutu (vidi *Hrvatski vojnik*, br. 5, Stvaranje novog imperija, str. 82-84), a 219. godine su prisilili ilirske vođe južno od Neretve da im budu saveznici. Godine 167. zauzimaju prostor do lijeve obale Neretve. U dalnjim ratovima pokoravaju Dalmate, Liburne, Japode i druga plemena, a osvojeni prostor organiziraju u provinciju - Ilirik. Godine 59. dobio ju je Cezar na upravu. Poslije panonsko-dalmatinskog ustanka od 6. do 9. godine poslije Krista, Rimljani su zagospodarili svim ilirskim

Romanizacija Ilirika od strane Rimljana najviše uspjeha je imala u gradovima i u primorju. Stanovništvo se najviše bavilo poljoprivredom i stočarstvom te uzgojem loze i masline, a u Panoniji uzgojem žitarica. Iskorištavali su i rudna bogatstva, posebice srebro iz današnje Srebrenice.

U vrijeme kad se Zapadno rimsko carstvo rušilo pod udarcima Odoakara 476. godine, Dalmacijom je zavladao bivši car Julije Nepot. Nakon njegove smrti 480. godine ona dolazi pod Odoakarovu vlast. Stanje u Panoniji je bilo drukčije i njome su vladali istočni Goti. Njihov vođa Teodorik 489. godine porazio je kod Soče Odoakara (prijevarom ga ubio 493. godine), zavladavši na taj način prostorom od Dunava i Drine na zapad, uključujući Dalmaciju i Panoniju.

Po osvajanju Istočni Goti dijele na današnji teritorij na dvije zasebne upravne jedinice. Glavni gradovi postaju Salona i Sirmium (Mitrovica). Teodorik nastoji zadržati stare rimske uredbe i zakon i prilagoditi ih novom državnom ustroju. Teodorikova vlast se prostirala, osim nad današnjim našim krajem i nad Italijom. Njezini građani, smatrajući se još uvijek Rimljanim, i nisu bili skloni istočnogotskoj

vlasti. U Gotima vide otimače svoje imovine, jer je trećina plodnog zemljišta pripala osvajačima. Osim toga Goti su bili i Arijanci, a arianstvo je bilo jedna hereza u tadašnjem kršćanstvu što je stvaralo i vjersku nesnošljivost. Ti i drugi razlozi prouzrokovali su da su, poslije Teodorikove smrti 526. godine, nastale dinastičke razmirice. To i takvo stanje iskorištava bizantski car Justinijan koji u razdoblju 535. do 555. godine pokreće rat kojim podvrgava svom Istočnom rimskom carstvu tj. Bizantu zapadne krajeve i ruši istočnogotsku vlast. Godine 536. i 537. Justinijan zauzima Panoniju i Dalmaciju. No to nije značilo i mir. Na sjevernim granicama Dalmacije i Panonije doseljavaju se 568. godine Slaveni s Avarima.

Diplomacija i vojna sila u doba velike seobe naroda. Za bolje razumijevanje svekolikih događanja na ovim našim prostorima nužno je u kraćim crtama dati prikaz međupolitičkih odnosa između država na ovome prostoru u to doba.

Zapadno i Istočno rimsko carstvo moralo je ne samo ratovati s narodima koji su naseljavali ova područja već s njima stupati i u zamršene političke odnose, gdje su se oni pojavljivali kao vazali i saveznici, a ne kao osvajači. S njima su uspostavljali ugovorne odnose, koji su brzo mijenjali svoj karakter već prema tome, kako su se jučerašnji vazali sutradan pretvarali u suprotstavljenu stranu. Htjeli ne htjeli, s njima su morali pregovarati i podmićivati ih. Novopridošli narodi su, sa svoje strane, postavljali neprestano nove zahteve, tražeći zlato, srebro i nove zemlje za naseljavanje. Na toj podlozi su nastajali zamršeni diplomatski odnosi između novo pridošlih naroda i Zapadnog i Istočno rimskog carstva. Nastanjujući se na područjima Zapadnog carstva, novopridošli narodi brzo prihvaćaju novi društveni poredak. I kod njih se ubrzanim postupkom odvija proces stvaranja klasa, kraljevska vlast postaje snažnija, i oni iz stanja urednosti, koje je prethodilo državnome, vrlo brzo ustrojavaju svoje države. Među novonastalim kraljevstvima granice su nejasne i neodređene. Sporovi se rješavaju ne samo oružjem, nego i pregovorima. Dalnjim učvršćivanjem kraljevstva, novonastalih država dolazi i do razvoja vlastite diplomacije. Ona se pojavljuje kao

nužnost. Za ostvariti cilj (vrlo brzo se spoznalo) nije bilo dovoljno samo ratovati, moralo se i pregovaratati kako bi se sa susjedima uređili vanjskopolitički odnosi. Iako je novonastajuća diplomacija bila na dosta niskoj razini, ona kao takva sadržavala je klicu osjećaja za preživljavanje u nimalo lakom okolišu. I hrvatski narod doselivši se na ove prostore vrlo brzo je usvojio taj osjećaj za realitet. Poznato je da su Hrvati osim toga što su bili visoko cijenjeni kao vojnici i ratnici među novopridošlim narodima iskazivali i zavidnu diplomatsku vještina. Već u početku VII. stoljeća nakon poraza avarskego Khana pred Carigradom, Hrvati se osim visoko organizirane vojne sile ističu i državnim uređenjem, te moćni Bizant u njima nalazi saveznika i poziva ih da se s njim udruže u borbi protiv Avara.

Na diplomaciju novonastalih mlađih država ili "barbarskih država" kako ih je nazivao Bizant, snažan utjecaj izvršio je taj isti Bizant, koji je sačuvao i dalje razvijao diplomatske tradicije kasnog Rimskog carstva. Visoko razvijena organizacija te istočne diplomacije, njezin svečani ceremonijal, njezina snalažljivost, lukavost, sposobnost da pronalazi svakovrsne kombinacije, da razjedinjuje neprijatelje i iskorištava u svoje trgovачke, kulturne i vjerske interese, ostvarila je snažan utjecaj na novopridošle narode, ali i na diplomaciju cijelog srednjeg vijeka.

Sve su to bili nagovještaji budućeg vre-

odnosa s Istočnim rimskim carstvom, tj. Bizantom. Slijedi složeni diplomatski ceremonijal. U Konstantinopolis, u znak da na zapadu neće više biti posebnog cara, Odoakar šalje oznake carskog dostojaanstva - dijadem i purpurno odijelo. Za sebe Odoakar moli dopuštenje da može nositi naslov patrijata i upravljati Italijom. Istočni car Zenon oko Odoakara plete zamršenu intrigu koja se ogledala u sljedećem: On nagovara vodu Istočnih Gota Teodoriku, koji je prije toga ugrožavao Konstantinopolis, da zauzme Italiju, otklanjajući na taj način opasnost za Carstvo tako što je dva nemirna barbarska susjeda okrenuo jednog protiv drugog. Teodorik koji je dugo živio u Konstantinopolisu, pokazao je da je dobro usvojio načela bizantske diplomacije. Budući da nije izvojevao odlučnu pobjedu na bojnom polju, predložio je Odoakaru da podigne vlast nad Italijom i na gozbi ga je vlastitom rukom ubio. Na taj način, lukavstvom i izdajom Istočni Goti dočepali su se Italije.

Na neki način bizantska diplomacija postaje uzorom i nečemu čemu se težilo na ovim prostorima. Načela i vanjske metode bizantske diplomacije najsnažnije su se očitavali u djelatnosti jednog od najistaknutijih diplomata tog vremena - cara Justinijana. Karakterizirala ju je zamršenost, okretnost i prilagodljivost. Prema nekim povjesničarima, tu tako potrebnu život i gipkost (dinamičnost, rečeno novim rječnikom diplomacije), unosila je Teodora, u mladosti glumica, a zatim svemoćna supruga najvećeg bizantskog cara - Justinijana. Nadalje, ključ Justinijanova uspjeha bilo je vješto združivanje spretnih diplomatskih igara s uspješnim vojnim pothvatima. Zbog okruženosti novopridošlim narodima, bizantinci su brižljivo skupljali i bilježili informacije o svemu što se događalo u njihovom okruženju, što se imalo zahvaliti i moćnoj obavještajnoj službi kojom je više rukovodila Teodora nego Justinijan. Prioritet su

bile informacije o novopridošlim narodima, o njihovim običajima, o snazi, trgovackim vezama, odnosima među njima, o njihovim razmircima, o utjecajnim ljudima i o tome da li ih mogu potkupiti. Na temelju tih brižljivo prikupljenih informacija izgrađivala se bizantska diplomacija ili "nauka o upravljanju barbarima", kako su oni običavali reći.



mena i karaktera budućih događanja. To možda najbolje opisuje sljedeći događaj.

Prestankom postojanja Zapadnog rimskog carstva Odoakar, zapovjednik germanских postrojbi, svrgava i posljednjeg cara Zapadnog rimskog carstva Romula Augustula. Prvi akt Odoakara, koji je zavladao Italijom, bilo je uspostavljanje diplomatskih

Glavna zadaća bizantske politike a time i diplomacije bio je da natjera novopridošle narode da služe Carstvu, umjesto da ga ugrožavaju. Po njima najjednostavniji način bio je unajmiti ih kao vojnu snagu.

Upravo u ovoj konstataciji nazire se i tegobna i nimalo laka rana sudbina i hrvatskog naroda na novim prostorima, svojoj sadašnjoj domovini. Slabiji i manji, ali time ništa manje vješt, što više obdaren prirodnom mudrošću morao je voditi bitku s većim i snažnijim. Zadaća koja zahtijeva iznimne napore i neprekidno osluškivanje (za ono doba iznimno zahtjevan napor). Mudrost se ogledala baš u tome da se prepozna trenutak za rat, ali i za mir. Potvrda uspješnosti te strategije upravo je naša prisutnost na ovim prostorima potkraj XX. stoljeća u iznimno burnim vremenima. Svakako, borba koja izaziva divljenje i poštovanje.

Doći i opstati - Hrvati u novoj domovini

Ime Hrvat, a po njemu i narod Hrvati, kako se javlja na današnjem etničkom i političkom području, što svjedoče povjesni dokumenti, nije slavenskog podrijetla. Potkrijepa tome su najvećim dijelom znanstvena tumačenja pomoću iransko-kavkaskih korijena. Potvrdu tom stajalištu daje naziv naroda Harauvat uklesan na kamenom natpisu kralja Darija (522. - 486. godina p. Krista) i zapisan u perzijskim svetim knjigama Avesta kao narod Harahvati, u značenju prijatelja ili, prema drugom mišljenju, u značenju sunčano ležište. Živjeli su u južnom dijelu Afganistana, te u Beludžistanu i istočnom Iranu. Poslije se premeštaju na prostor oko planine Kavkaz, gdje se spominje pleme Hvartin, i dalje prema istočnoj obali Azovskog mora.

U II. i III. stoljeću poslije Krista žive na ušču Dona oko grada Tanaisa (danas Azov) što potvrđuju i dva grobna natpisa - Choroathos i Horovatos iz 175.-211. godine i 220. godine u značenju Horvat, tj. Hrvat.

U IV. stoljeću Anti, također narod iranskog podrijetla, i Hrvati, pod pritiskom Huna, i zajedno s njima, kreću prema sjevernim padinama Karpati te uz gornju Vislu. Hrvatski trag očuvan je u Beskidima u nazivu

Hervara Sage, koj je Harvata gorje, tj. gorje Hrvata. U V. stoljeću, poslije Atiline smrti 453. godine, Anti i Hrvati se oslobođaju Hunu, slaveniziraju se, primaju slavensko

Hrvata izdvojile su se od matice koja je naselila hrvatski prostor u VII. stoljeću. Tako se spominju Hrvati u Duklji; Makedoniji (Hrvati kod Bitole) i Grčkoj; Hrvati u Atici i kod Mikene u Argolidi, te Hrvati kod Irakliona na Kreti. Ostali tragovi se prate i na području prvotne Bijele Hrvatske u Moravskoj, te uz rijeku Saalach i drugdje.

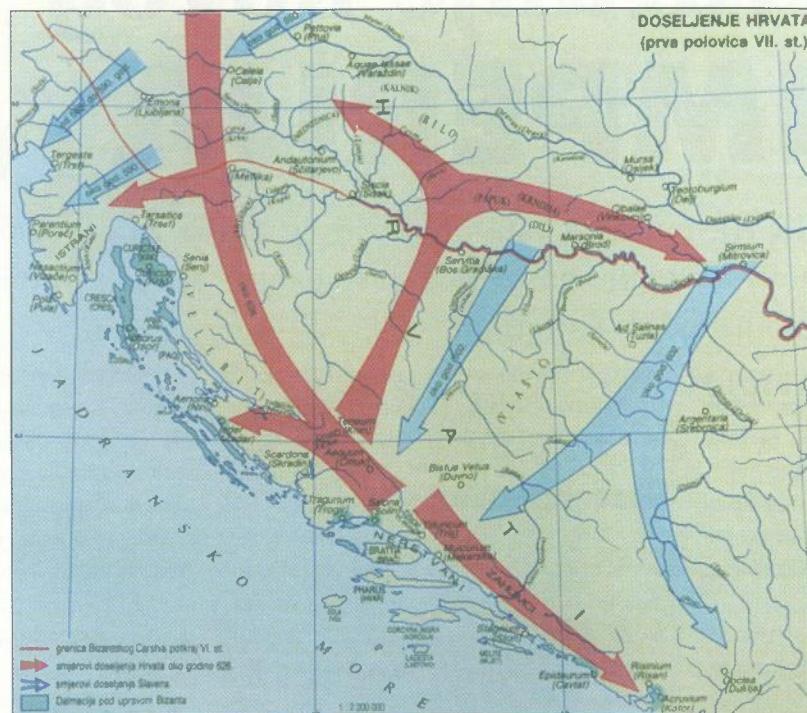
Ratna vještina i izgradnja hrvatskog političkog i državnog bića. Nakon doseđenja Slavena i Avara, u početku VII. stoljeća na poziv cara Heraklija dolaze Hrvati iz Bijele Hrvatske oko današnjeg Krakova, koji će se suprotstaviti Slavenima i Avarima koji su ugrožavali Istočno rimsko carstvo.

Već u to vrijeme Hrvati se spominju kao iznimni ratnici sa zavidnom taktkom ratovanja. Tako prema caru Mauriciju hrvatske postrojbe uglavnom su bile sastavljene od pješaštva, naoružanog čvrstim i teškim štitom, mačem, drvenim lukom i malenim strjelicama natopljenim otrovom, mlatom, toporom i palicom. Prema istom izvoru, Hrvati su osobito bili vješti za borbe u klancima i močvarama, pri čemu su se služili ratnom varkom i zasedama, raspolažući svakojakim ratnim sredstvima među kojima su bili i bacaci kamenja koje su rabilu u opsidanju gradova. Nadalje, bili su bolji ratnici nego oni Slaveni koji su se selili na Zapad.

Došavši na današnje prostore, Hrvati potiču pobunu Slavena protiv Avara i zajedno ih tjeraju u prvoj polovici VII. stoljeća stvarajući svoju prvu državu. Na tom putu njihova ratna vještina, ali i diplomatsko umijeće bili su im glavna poluga. Gradovi na koje su nailazili bili su iznimno utvrđeni, kao npr. Salona oko koje su se vodile vrlo teške borbe. Kao pobjednici su izašli Hrvati i Avari osvojivši osim Salone i druge primorske gradove kao Nin (Nonu) i Epidaurus (Cavtat) pri čemu se jedino održao Zadar (Jadera). Nakon poraza avarske Khane pred Carigradom 626. godine dolazi do preokreta.

Iz Dalmacije započinju hrvatska plemena borbu s Avarima, uz koje su bila i neka pokorena slavenska plemena. Po završetku tog rata koji je trajao nekoliko godina Hrvati napokon pobjeđuju Avare i postaju gospodari cijele Dalmacije.

(nastavit će se)



ime, jezik i običaje. Tijekom V. i VI. stoljeća ustrojava se velika antsko-slavenska država koja je obuhvaćala dijelove Šleske, Galicije i kraj od Odre do Ponta sa sjedištem na rijeci Bugu u zemlji Červenjana.

Godine 568. godine Avari razbijaju antsko-slavensku državu i Anti iščezavaju sa povijesne scene, a Hrvati tada formiraju Bijelu ili Veliku Hrvatsku sa sjedištem u gradu Chordatu (Chordad), današnjem Krakovu. Bijela Hrvatska po imenu trajala je od VI. do XI. stoljeća p. Krista, a obuhvaćala je dijelove današnje Češke, Slovačke i južne Poljske s gradovima Pragom, Brnom, Przemysлом, Wraclavom te padine planine Krkonoša, pa sjeverno od Labe do rijeke Jizera i oko gornje Visle. Iz tog razdoblja očuvana su mnoga hrvatska imena: Chrovati zapadno od Krakova, Charwath u kotoru Olomouc. Na području praške biskupije u XI. stoljeću su Chrovati, Chroatii, a sjeverno od Moravljan žive Horithi.

U VII. stoljeću dio Hrvata narušta Bijelu Hrvatsku i spušta se prema Jadranskom moru i osnivaju novu Bijelu te Crvenu i Posavsku Hrvatsku. Na kopnu se omedjuju rijekama Murom, Dravom, Dunavom i Drinom. Put ih je vodio preko tadašnje Karantanije odnosno Koruške, Štajerske i Kranjske. Tako je između Leobena i Judenburga zabilježen naziv Chroat (XI.-XIII. stoljeće), u Koruškoj oko Miljskog jezera je Kraut (Chroat) u XI.-XII. stoljeću, na Gospovetskom polju Crouuti 954.-979. godine i pagus Crorouvat (XI. stoljeće) i u okolini Celovca. Nadalje, pojedine skupine

Strategija posrednog nastupanja

Stvaranje novog **IMPERIJA**

(II. dio)

Temeljno obilježje II. i III. punskog rata obilježiti će borba za saveznike čime će rat dosegnuti najviše vrhove strategije posrednog nastupanja - rat za svoje interese voditi s tuđom oružanom silom i na tuđem teritoriju

Marijan PAVIČIĆ

Završetkom I. punskog rata nastupa 23-godišnje razdoblje "mira". Rezultati I. punskog rata bili su poznati i znalo se tko je pobednik a tko poraženi. No pripreme za novi rat (II. punski rat 218. - 201. godina p. Krista) govorile su da stanje nastalo njegovim završetkom (i zacrtanim ciljevima zaraćenih strana) nije bilo u skladu sa željama. I dok bi se I. punski rat novijom terminologijom mogao nazvati i "lokalnim ratom", II. punski rat istom terminologijom mogao bi dobiti naziv "svjetski rat" toga doba.

Citavo razdoblje mira poslije I. punskog rata biti će obilježeno nizom ratnih priprema. Štoviše, realitet je postavljao i nove ciljeve. Rat koji se pripremao za razliku od I. bit će još sveobuhvatniji, i svojom veličinom zahvatit će tri kontinenta. Nadalje, u domeni vojne strategije i taktike na svjetlo dana iznijeti će niz smionih postupaka koji će svojom logikom obilježiti svekoliku povijest ratne vještine. Nositelji te ratne misli biti će vojni i diplomatski geniji toga doba. Logikom samog ratnog zbivanja na strani Kartage pojavit će se Hanibal Barka, jedan od najlistavijih diplomatskih i vojnih genija toga doba, dok će se na strani Rima pojavit niz manje-više uspješnih straga među kojima će se svojom vojnom i diplomatskom vještinskom isticati Scipion Afrikanac Mladi. I dok je na strani Kartage, u liku Hanibala bila ujedinjena sva diplomatska vještina u liku jedne osobe, njoj s druge strane osim niza, kako smo već rekli manje-više uspješnih osoba bit će suprotstavljen i složeni politički, diplomatski te vojni sustav. Nadalje po prvi put tri bitna elementa vodenja rata - moćna vojna sila, učinkovita obavještajna i diplomatska služba (uz gospodarstvo koje se podrazumijevalo) dobivaju na punom značenju i postaju dio složenog sustava u službi zacrtanog cilja. Pogreške nije smjelo biti i rat postaje ozbiljna stvar kojom smiju upravljati samo iznimni pojedinci ili za to strogo predviđene institucije i službe.

Citava kampanja koju je Hanibal zacrtao u svom smionom planu kojim se treba poraziti Rim i opkoliti Italiju i po njegovoj smrti u II. stoljeću p. Krista ostat će na snazi kroz citavu kasniju povijest

izlazeći iz prvotno zacrtanih okvira. Ratni požar koji je on potpalio buktit će i širiti se svom silinom, protežući svjetsku državu sve do britanskog otočja.

Razdoblje mira

Poraz u I. punskom ratu na čelu Kartage ustoličio je Hanona Velikog, koji je zastupao gledište kojim su se trebale napustiti pretenzije za prevlaštu u Sredozemlju i posvetiti se stvaranju kopnene imperije u Africi te uspostaviti dobre odnose s Rimom.

Ne uspjevši svladati pobunu neisplaćenih najamnika iz prethodnog rata, kojima su se pridružili i Numidi i Libijci, zapovjedništvo prepusta Hamilkaru Barki, nepomirljivom protivniku Rima. Hamilkar 238. godine p. Krista uspijeva ugušiti pobunu, čime je prevagu dobila i njegova politika pomorske strategije koja je za cilj imala od Kartage stvoriti pomorsku imperiju.

Hamilkar 237. godine kreće u Španjolsku obnoviti kartaganski imperij, od kojeg je preostalo samo nekoliko uporišta na obali. Cilj tog nastupanja bio je stvoriti gospodarske i vojne temelje za konačni obraćun s Rimom.

Španjolska je za Kartagane predstavljala interesno područje iz više razloga:

- nadoknada za gubitak Sicilije i Sardinije,
- pomoću njezinih svekolikih bogatstava trebala je poslužiti za naplaćivanje velikih poratnih šteta Rimu, i
- iz strategije posrednog nastupanja, kopneni put prema Rimu preko Španjolske imao je za cilj pridobivanje Kelta iz sjeverne Italije za saveznike protiv Rima.

U ovoj trećoj točki ogledat će se i drugi temeljni cilj kako II. tako i III. punskog rata - **borba za saveznike**. S jačinom bitki na bojištu moći će se jedino usporediti diplomatska borba i Kartage i Rima za pridobivanje saveznika na sva tri kontinenta - Africi, Europi i Aziji.

To je već na samom početku poprimilo takve razmjere da je temeljno obilježje i II. i III. punskog rata bila u stvari medusobna borba saveznika za interes Rima s jedne i Kartage s druge strane dosežući na taj način najviše vrhove strategije posrednog nastupanja - rat za svoje interese voditi s tuđom oružanom silom i na tuđem teritoriju.

Slobodno možemo reći da po prvi put u povijesti rat poprima naj sofisticiranije oblike gdje više nije bila dovoljna sirova, moćna oružana sila, već uz učinkovitu obavještajnu službu i moćna i vješta diplomatska mašinerija. U tome ni jedna od glavnih zaraćenih strana nije oskudijevala. Protivnik je imao dostojnog protivnika.

Po njima će povijest primiti novi nauk da umjetnost rata zavisi od tri bitna čimbenika: moće vojne sile, učinkovite obavještajne službe i spremne i dinamične diplomacije. Nadalje prema njima, bitka za apsolutnog pobjednika, tijekom vremena razvit će se u bitku za preživljavanje i očekivanje nove prilike. Rat i vođenje ratne politike postaje privilegija iznimnih pojedinaca i visoko ustrojenih državnih institucija.

Po svojoj prirodi, rat kao najekstremnija ljudska i društvena manifestacija zahtjeva logiku bitno drukčiju od one koja prožima razdoblje mira, i običnog čovjeka koji svojim aktivnostima u njemu ne sudjeluju izravno. Logika rata suprotstavlja se logici mira.

Nestrpljenje - vječita pratilja rata i mira

Suprotstavljenost se ogleda u sljedećem. Ni jedan vladar u povijesti nije sumnjao u dobronamernost svog naroda, svjestan njegovih zahtjeva da se rat što prije završi s razmišljanjem da se on može brzo završiti i pri tome konačno za svagda poraziti protivnika.

Taj zahtjev nimalo lak, egzistirao bi u idealnim uvjetima u kojima bi postojale samo dvije suprotstavljene strane koje bi završetkom sukoba ustoličile pobjednika, a poraženog isključile iz dalnjeg nadmetanja. Pobjedeni u tom slučaju isčeza s povijesne scene (narod, civilizacija i sl.) postajući povijesna kategorija još jedino od akademskog značenja.

Pokušajmo zamisliti šahovsku igru u kojoj bi se susrela dva najbolja šahista s jasnim ciljem - pobjediti jedan drugog - sa čvrstim pravilima koje nameće sama igra u *idealnim* (za tu igru) povijesnim uvjetima. U konkretnoj šahovskoj igri *idealni uvjeti* podrazumijevaju strogo poštivanje pravila igre s nazočnim sucem koji bi nadzirao

provodenje tih pravila. U tom slučaju ishod igre bio bi izvještan - pobijedio bi bolji.

Istu igru s istim igracima pokušajmo zamisliti u stvarnim ili neidealnim uvjetima, pri čemu bi "igrom slučaja" došlo do odstupanja od temeljnih pravila igre. U igri bi i dalje sudjelovala dva najbolja šahista, ali nekim slučajem utvrđeno je "novo" pravilo da igri može pristupiti i treći igrac (tzv. nelinearni element) (u perspektivi četvrti itd.) i to recimo npr. iz promatrača kojima iz strogih pravila igre, ili ne bi bilo dopušteno da prisustvuju, ili ako bi već prisustvovali, svojom naznačnošću ne bi smjeli utjecati na igru (tzv. objektivni ili nepristrani promatrači); ni sudom ni djelom. No nekim slučajem to se ipak dogodilo ...

U tom slučaju komplikiranost situacije nije zahtijevala samo jednog suca već i više njih. U igru se uključuju mnogi čimbenici: ljudski, interesni ... Ukratko rečeno - situacija se komplicira. Zamišljeni, objektivni promatrač sa strane zasigurno će si postaviti pitanje ili će mu biti nejasno, gdje se počinje voditi stvarna igra. Za šahovskom pločom ili oko nje. I jedno i drugo postaje izvjesno. Nadalje tim komplikiranjem (odstupanje od temeljnih pravila mimo volje glavnih igraca) udaljavamo se od glavnih aktera igre. Proces koji tako postavljen dobiva sve više maha, stvara dojam da ciljevi glavnih aktera i nisu jedini o kojima bi se trebalo voditi računa. Štoviše oni se počinju sukobljavati i sa ciljevima ovih drugih. Postoji li rješenje? Sigurno jedan od izlaza je vraćanje temeljnim pravilima igre, ali po nečemu to više nije ostvarivo. Netko od naznačnih svećano izjavljuje da postojeće stanje postaje realitet i kao takvo se mora prihvati, ali isto tako i nadzirati kako ne bi eskaliralo u nešto pogubno.

Zamislimo daljnji tijek događanja kroz ulogu posrednika (diplomata, obaveštajaca). Igru glavnih i "sporednih" igraca te ograničenje da igra ne smije eskalirati u recimo fizički obračun ...

No, vratimo se događanjima koja su prethodila II. punskom ratu ili tzv. treniranju mira.

Nastupanje kartazanske strane odvijalo se u dva smjera:

- stvaranju strateške osnovice u južnoj Španjolskoj, i

- diplomatskim naporima koji su za cilj imali pridobivanje potrebnih saveznika u zemljama koje su okruživale taj prostor, uvažavajući (maksimalno rabeći) sve nesuglasice koje su postojale među njima).

Hamilkarov prvi potez imao je za cilj da postane neovisan o kartazanskoj opoziciji koja se pod Hanonovim vodstvom nastojala ograničiti samo na tradicionalnu trgovinsku politiku. Hamilkarov zet sklapa svoj drugi brak s jednom iberskom kraljevnom čime ga priznaju mnoga iber-

ska plemena koja time postaju i njegovi saveznici.

Događanja koja su bila u tijeku na Iberskom poluotoku nisu promakla oku Rima koji se uplašio jačanja moći roda Barka te šalje poslanstvo koje je ugovorom o Ebru utvrdilo da će Ebro biti granica između dvije interesne sfere. Hazdrubal biva ubijen 221. godine p. Krista nakon čega Kartazani za novog vrhovnog zapovjednika odreduju Hamilkarova sina Hanibala.

Mladi Hanibal se vrlo rano susreo s vojničkim životom. Hamilkar svog najstarijeg sina, Hanibala, od njegove devete godine drži uza se u ratnom logoru u Španjolskoj. U trenutku kad je preuzeo zapovjedništvo nad vojskom imao je 25



Hanibal Barka - vojni i diplomatski genij

godina i bio je vrlo popularan među vojnicima. Nadalje, dobro je poznavao sve organizacijske zadaće dobrog vojskovođe. U odgoju najstarijeg sina Hamilkar nije žalio ni truda ni vremena. Sina je od malih nogu odgajao u mržnji prema Rimu i težnji za osvetom.

Došavši na čelo kartazanske vojske Hanibal brzim vojnim nastupanjima pokorava više iberskih plemena stavljajući to područje pod svoju vlast, opasno se približavajući granici na Ebru.

Odluka kartazanske vojske diktirala je i smjer nastupanja - prijeći Alpe i pokoriti Rim. To nastupanje određivalo je i tadašnji strateški položaj Rima koji je stavljanjem Sicilije, Sardinije i Korzike pod svoju vlast, osigurao si povoljan pomorsko-strategijski položaj i prevlast na moru. S druge strane kartazanska vojska, stvorena i očeličena u borbama, u pogledu zapovjednog sastava, udarne moći i manevarskih sposobnosti bila je mnogo bolja od rimske milicije te se odluka o ishodu nastupanja mogla potražiti na kopnu. Doći u Italiju podrazu-

mijevalo je prijeći Alpe. Ta odluka je proizlazila i iz stvarnog odnosa snaga na moru i kopnu, pri čemu je to postalo i rješenje strategijskog problema.

Povod za II. punski rat

Iako se Hanibal približio granici na Ebru, Rim nije mogao intervenirati zbog situacije u gornjoj Italiji u kojoj je došlo do pobune Kelta. Rimljani, držeći se slova ugovora ipak su obećali dati pomoć iberskom gradu Saguntu koji je zatražio njihovu pomoć. Nakon toga Saguntanci napadaju plemena sklona Kartagi koja su živjela u njihovu zaledu. U isto vrijeme rimski poslanici traže u Kartagi od Hanibala da prizna ugovor o Ebru i integritet Sagunta.

Hanibal odbija rimske zahtjeve i izjavljuje da su tek Rimljani svojim uplitanjem stvorili spor oko Sagunta. Nakon toga rimski se poslanici izravno obraćaju vlasti u Kartagi. Tamo su po svoj prilici Rimljanim dali umirujući odgovor. S druge strane kartazanska vlast na Hanibalovo izvješće odgovara tako što mu daje punomoć da u Španjolskoj postupa na vlastitu odgovornost.

Vec iduće godine, u proljeće, Hanibal opsjeda i osvaja Sagunt. Rim zatvara oči i savezniku ne slijedi obećana pomoć. Ta šutnja, ali i opterećenost Rima vlastitim problemima bio je znak Hanibalu da postane još smioniji i otpočne s pripremama za invaziju na Italiju. Tijekom svibnja 218. godine p. Krista Hanibal prelazi preko Ebra s vojskom od 100.000 ljudi.

Uloga diplomacije

U prethodnom dijelu teksta, u razdoblju koje je prethodilo izbijanju II. punskog rata mogli smo uočiti živu diplomatsku aktivnost Rima, koji je pritisnut unutarnjim problemima nastojao odgoditi moguće izbjeganje rata.

Početci rimske diplomacije sežu u prva stoljeća rimske države. O tome svjedoče ugovori grada Rima s drugim gradovima koji su se nalazili u rimsko-italskoj federaciji, i trgovачki ugovor s Kartagom potkraj VI. stoljeća p. Krista.

U diplomatskoj djelatnosti Rim se držao nekih temeljnih načela iz područja diplomacije:

- prvo načelo; s protivnikom pregovarat će poslije pobjede,
- drugo načelo; moć nije samo u vojnoj sili (jako je bez nje pobjeda nezamisliva) već i u sposobnosti da se razjedini protivnika, te je nužno maksimalno rabiti stoljetne nesuglasice između potencijalnih saveznika kao i unutarnje suprotnosti unutar svakog od njih, i
- treće načelo; ni jedan se važan pothvat nije mogao ni započeti ni dovršiti bez odobrenja fečiala koji su objavljivali rat, sklapali mir i potpisivali ugovore.

Fečiali su predstavljali svećenički kolegij s građanskim funkcijama. Sastojao se od 20 ljudi, koji su pripadali starim obiteljima, a na svojim položajima ostajali su doživotno. Njihov se rad odvijao pod velom duboke tajnovitosti. Pri svojim

obredima izgovarali su magične riječi, čiji je smisao bio razumljiv jedino posvećenima. Vanjski znak faciala bilo je vuneno odijelo, oko glave vrpca, a na glavi gruda svete zemlje s travom i korijenjem, izrezana na Kapitolskom brežuljku. Zemlja je bila glavni simbol i predstavljala je teritorij države koju su oni predstavljali.

Sva sporna pitanja nastojali su prije svega riješiti na miran način. Kad je to bilo nemoguće, lačali su se oružja. Da rat ne predstavlja razbijigru i da se o njemu i te kako vodilo računa govori i podatak da je objavljanje rata u starom Rimu podlijegalo vrlo zamršenoj proceduri (čitaj sigurnosnom mehanizmu). Vodenje pregovora s potencijalnim protivnikom povjeravalo se naročitoj komisiji koja se sastojala od četiri čovjeka sa "svetim ocem" (predstavnik kolegija faciala - pater patratus) na čelu. Komisija je nekoliko puta odlazila u grad, koji je povređio m e d u n a r o d n e odredbe. Pritom su članovi delegacije svaki put vršili obrede i glasno izgovarali magične riječi i kletve protiv narušitelja međunarodnog prava. Nakon toga se komisija vraćala u Rim i 33 dana čekala odgovor. Ukoliko ga n e bi dobili, izvještavali su faciali senat i narod, kojima je pripadalo pravo objavljivati rat.

Danas u informatičkoj eri, duh rimske diplomacije je sačuvan, ali i oplemenjen iznimnim tehnološkim skokom - od zapisivanja na platnu, drvenim, brončanim i bakrenim pločama do kompjutora, genetskih algoritama ... i satelita. O čemu je konkretno riječ? Da li je danas uopće moguće objaviti rat na način kako su to radili stari Rimljani?

Diplomacija novog, informatičkog doba bitno je drugačija. Uvjetima gdje je vojna tehnika poprimila takve oblike da u vrlo "kratkom" vremenu može riješiti ishod rata i diplomacija se morala militarizirati. Bavljenje međunarodnom politikom i politikom uopće podrazumijeva poznavanje umijeća ratovanja i vojne vještine uopće iz vrlo jednostavnog razloga - nestala je distinkcija između vojne, diplomatske i političke djelatnosti. U konačnici, vojni i diplomatski autoriteti preobražaju se u političke autoritete. Odatile ne slijedi da je neko pitanje koje je bilo čisto vojnog značaja sada preobraćeno u političko. Naprotiv, dolazi upravo do obrnute prijetvorbe: sustav je sklon da potiče vojno reagiranje na politička pitanja.

U prošlosti su narodi rijetko kada bili u

neprekidnoj ratnoj pripravnosti. Mobilizacija je bila prag što je dijelio mir od razbijatog rata te preko njega se lakoumno stupalo zbog nekog beznačajnog incidenta. S obzirom na to možemo reći da je diplomacija još mogla djelovati u svojem tradicionalnom obliku. U današnje vrijeme maksimalna se vojna sredstva, sve do nuklearnog udara drže u neprekidnoj pripravnosti. Nadalje postaje prisutan učinak tzv. rata u jezgru. O čemu je riječ? Općom globalizacijom (tvarna, informatička i energetska) dolazi i do integracije sveopćih vojnih sustava u skladu s prepostavljenim ili nečim nametnutim tipom organizacije. Time se polučuju dva dobitka:

Po svemu sudeći poznata Clausewitzova izreka nema više ono značenje koje je imala u prošlosti. Rat nije više produžavanje politike drugim sredstvima - oboje su sada u simultanoj sintezi. Nadalje, nova tvrdnja već ima i svoju potvrdu u najbližoj svjetskoj povijesti (u duhu informatičkog doba to znači pet ili šest mjeseci unazad), te možemo reći budućnost je već počela.

Sklapanje mira u starom Rimu obavljalo se također uz mnoge ceremonije i bio je vrlo zamršen posao.

U organizaciji i strukturi diplomatskih organa starog Rima ogledaju se i značajke njegovoga političkog uredenja. U razdoblju klasičnog Rima

politički voda vanjske politike bio je organ rimske robovlasničke aristokracije - senat.

Dužnost poslanika bila je da u svim prigodama mora postupati u skladu s dostojanstvom i probitcima rimskog naroda. Izbor poslanika, redovito iz senatskog staleža, bio je prepusten onome koji je predsjedao u senatu, tj. konzulu ili pretoru. No bilo je slučajeva kad su poslanike izabirali i kockom. Bez obzira

kako bio izabran, nitko nije imao pravo odbiti poslanstvo.

U rimskom poslanstvu nikada nije bio jedan čovjek, što je bilo i u suprotnosti s duhom rimskog prava republikanske epohe.

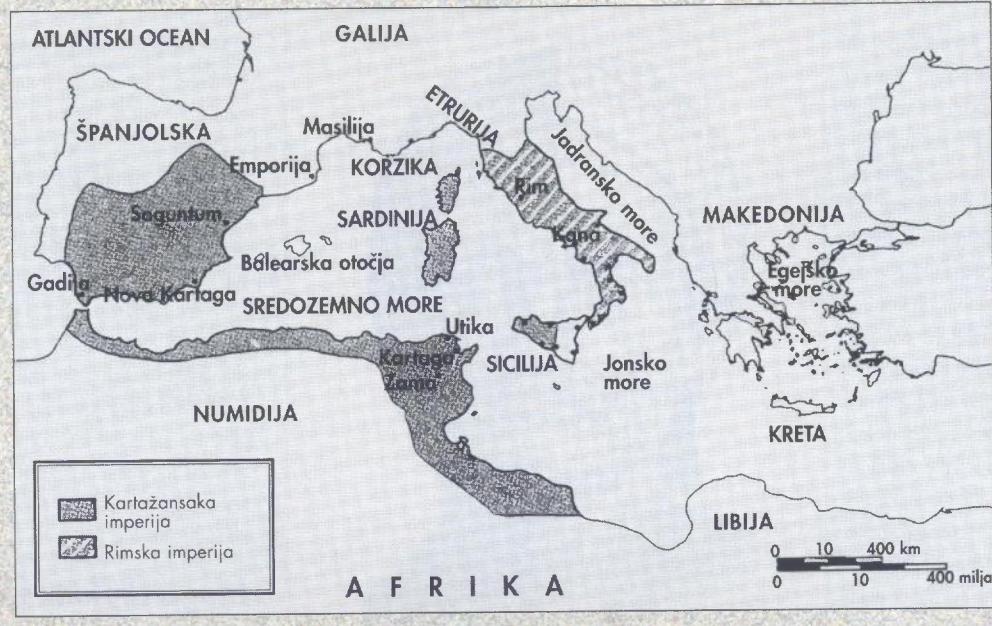
Ciljevi poslanstva mogli su imati najrazličitije oblike:

- objavljivanje rata i sklapanje mira,
- potpisivanje ugovora,
- organiziranje potčinjenih provincija,
- izglađivanje međunarodnih sukoba, i
- rješavanje vjerskih sporova.

Pri rješavanju složenih i zamršenih problema, određivale su se posebne komisije, koje su svako pitanje iz dotičnog problema ili spora rješavale posebno.

Prekretnicu u povijesti međunarodnih odnosa i rimske diplomacije čini II. punski rat ili rat s Hanibalom (218.-201. godine p. Krista). Tim ratom Rim izlazi na široku međunarodnu scenu i stupa u tjesne odnose s ostalim sredozemnim zemljama. Povećanje opsega međunarodnih veza bilo je u izravnoj svezi s rastom unutarnjeg razvoja i jačanjem vanjskog utjecaja rimske države.

Prerastanje Rima iz gradske republike u svjetsku državu - Rimski imperij - urođilo je proširivanjem i komplikiranjem i vanjske politike pri-



Područje zapadnog Mediterana tijekom uspona Rima

- integracijom i unificiranjem postiže se fleksibilnost,
- s druge strane svaka zemlja mora "ustupiti" dio suvereniteta, pri čemu jedino središte tako integriranog sustava zna što se događa u svijetu (na globalnoj razini) omogućujući si izbor "pravog" sredstva za rješenje nekog međunarodnog konflikt-a.

U prijašnjim vremenima isti događaji nisu mogli dobiti iste strateške ili diplomatske implikacije, jednostavno zato što su mogli biti ocijenjeni kao autonomni, slučajni postupci tzv. lokalnih zapovjednika. U informatičko doba svaka strana mora prepostaviti da je ona druga svjesna sekundarnih implikacija svih vojnih djelovanja, što znači da je svaka strana prisiljena da prihvati odgovornost kako za sekundarne tako i za izravne posljedice svake vojne operacije. Autoritetu, u tom slučaju slijedi odgovornost. Vrhovni zapovjednik mora donositi izravne odluke i o udaljenim i naizgled manje značajnim taktičkim operacijama. No proces se tu ne zaustavlja, tj. taktički problem prelazi u strategijski - jedan i drugi se preobraćaju u diplomatski problem. To predstavlja i jednu od najrevolucionarnijih novosti, koja je proizšla iz informatičke ere. Nova, informatička era stvara od rata, diplomacije i politike jednu jedinu umjetnost.

čemu veliko značenje dobiva i diplomacija kao instrument vanjske državne politike. Svoj vrhunac vanjska politika rimskog imperija, a s njom i diplomacija dosegnut će tijekom II. i III. punskog rata. Štoviše, ishod tih ratova u velikoj mjeri će ovisiti o diplomatskoj aktivnosti zaraćenih država.

Polje borbe kartažanske i rimske diplomacije ogledalo se u pridobivanju saveznika. Čvrsto uporište te borbe temeljilo se na spoznaji obavdiju strana da su im oružane snage bile podjednake po jačini. Njihovim zapovjednicima, bilo je već od samog početka jasno da će ishod rata u znatnoj mjeri ovisiti od toga, kako će se prema zaraćenim zemljama odnositi neutralne zemlje: susjedni barbarški narodi, a osobito grčko-helenističke države. Pomoć koju je Hanibal dobivao od svojih saveznika, knezova numidskih, španjolskih i galskih plemena, nije bila dovoljna. U takvom kritičnom položaju valjalo je tražiti izlaz bilo gdje na strani, izvan granica rimsko-kartažanskog svijeta. Tada je Hanibal i upravio svoj pogled na Istok - prema grčko-helenističkom svijetu.

Izbijanje II. punskog rata

Prelazak Hanibala preko rijeke Ebra pokrenuo je Rim koji Kartagi upućuje ultimatum.

Livije je vrlo dojmljivo opisao prizor kad rimski poslanici i Kartažani jedni drugima predbacuju da su povrijedili međunarodno pravo.

Konačno jedan od nazočnih Kartažana prekida raspravu sljedećim riječima: "...iznesite već jednom ono što već dugo gojite u grudima. Tada je Rimljani smotao svoju togu u svitak i reče, 'Tu vam nosim rat i mrtvost. Uzmite što vam je od toga dvoga draga!' Odmah... su mi odgovorili u jednakom osornom tonu i doviknuli da daj, što hoće. Kad je Rimljani rastvorio svitak i izjavio da daje rat, svi su odgovorili da ga pribavljaju i da će ga voditi jednakod odvažno, kao što ga pribavljaju."

Rim provodi ubrzano naoružavanje s namjerom da se istodobno iskrca u Španjolskoj i u ranjivoj Kartagi. Kako bi osjetio rimski plan, Hanibal se odlučuje da rat prenese u Italiju i napadne Rim na njegovom glavnom području. Za Hanibala je najvažnije bilo dobiti na vremenu i u cijelosti iskoristiti nedostatke rimske obavještajne službe koja nije imala nikakvu predstavu o kakvoći Hanibalove vojske, a niti o njegovim, s obzirom na veličinu prostora, iznimno smjelim planovima.

Hanibal u Afriku šalje 20.000 vojnika, južno od Ebra ostavlja 15.000 ljudi i 21-ga slona, a sjeverno od ove rijeke 11.000 ljudi. Nakon toga, u početku kolovoza Hanibal prelazi Pirineje s 50-60.000 elitnih vojnika. Kako bi zavarao protivnika, upućuje dio snaga od 20 pentera s tisuću ljudi na zapadnu obalu Italije, a drugi dio s 35 brodova da zauzme Lilibej na Siciliji.

Prešavši preko Pirineja Hanibal stiže do Rhône u blizini današnjeg Avignona gdje pobeduje galska plemena i spretnim zaobilaznim manevrom prelazi rijeku.

Sva ta događanja za Rim koji je postupao prema prvotno zamišljenom ratnom planu bila su nepoznana. Ratni plan Rimljana temeljio se na činjenici da su si osigurali prevlast na moru i da se rat može odvijati samo u Španjolskoj i Africi, tj. na teritoriju neprijatelja. Zato su dvije legije i 60 pentera, pod zapovjedništvom konzula Tiberija Sempronija Longa uputili iz Lilibea u Afriku, a druge dvije sa 60 pentera iz oblasti Pize pod konzulom Publijem Kornelijem Scipionom trebale su krenuti u Španjolsku. No Scipionove legije morale su biti upućene u sjevernu Italiju gdje dolazi do pobune Galskih plemena u Boji i Insubri, po svemu sudeći na Hanibalov nagovor. Iz tog razloga Scipion je prisiljen prikupiti još dvije legije što je zahtijevalo dodatno vrijeme. Kad je ukrcavao svoje postrojbe Scipion saznao da je Hanibal prešao Pirineje. Scipion s obzirom na razvoj situacije donosi odluku da zajedno s prijateljskim keltskim plemenima napadne Hanibala u južnoj Galiji. Za vrijeme kad je Scipion kretao iz Masilije prema sjeveru, Hanibal je već svladao snažni otpor keltskih plemena, forsirao rijeku Rhône i nastavljao svoj put prema sjeveroistoku, tj. prema Alpama, nastojeći ih prijeći prije snijega. Scipionu je bilo jasno da Hanibal namjerava izvršiti upad u Italiju i da ga neće moći zaustaviti. To iz temelja remeti rimski ratni plan. Iz tog razloga Scipion upućuje brata Scipiona Kalva s vojskom u Španjolsku, a sam se morem hitno vraća u sjevernu Italiju (Cisalpijsku Galiju) gdje staje na čelo dviju tamošnjih legija. Međutim Hanibal stiže u dolinu rijeke Isere gdje stupa u kontakt s poslanicima gornjoitalskih Kelta kojima daje nadu da će on pobijediti Rim. Oni mu pokazuju put preko Alpa jer su Rimljani i Grci zatvorili obalnu cestu.

Kartažanske brodove, koji su krenuli prema zapadnoj obali Italije, raznijela je oluja, a napadaj na Lilibej je završio neuspjehom.

Hanibalov prelazak preko Alpa sve do današnjih dana zadivljuje smjelošću kojom se odlučio na taj pothvat. Hanibal teško prohodnim, što znači neprohodnim uskim planinskim prijelazima prevodi vojsku u kojoj je bilo više od 40.000 dijelom teško naoružanih ljudi, konja, kola i slonova, pri čemu se neprekidno morao boriti s hrvatskim stanovništvom i surovom prirodom. U početku listopada 218. godine p. Krista Hanibal stiže u dolinu rijeke Po s 20.000 pješaka i 6000 konjanika. Dolaskom se ne ostvaruju njegove nade da će mu pomoći keltska plemena, te medu Galima novači još oko 14.000 pješaka i 4000 konjanika.

Zanimljivim se čini način razmišljanja glavnog aktera nastupanja, Hanibala, koji izvjesnom suprotstavlja neizvjesno. Naravno pri pokušaju raščlambe uvijek ostaje nepoznat onaj krajnji potez koji jedno suprotstavlja drugom. Tako je bilo i s Hanibalovim izborom posrednog, kopnenog i za njega neizvjesnijeg puta, za dolazak pred vrata Rima. Profil takvog vojskovode u toj situaciji morao je vidjeti što ga čeka iza goleih i surovih Alpi. Da li je u toj viziji jedini racionalni

motiv bio samo pridobivanje novih saveznika u sjevernoj Italiji za borbu protiv Rima?

Pokušajmo sagledati logiku te posrednosti i koji su dobitci njome postignuti. Uvidjevši (u obrisima) temeljnu Hanibalovu namjeru, Rimljani šalju Publija Scipiona (Starijeg) u Marseille sa zadaćom da Hanibala zaustavi na rijeci Rhône. No Hanibal tu neočekivanu golemu rijeku prelazi uzvodnije i skreće još sjevernije kako bi iskoristio obilazniji i teži put kroz dolinu rijeke Isere, umjesto kraćeg ali lakšeg puta za zatvaranje u blizini Rivijere. Kad je Scipion nakon tri dana stigao na prijelaz te rijeke, začudio se što neprijatelja više nije bilo, i to osobito stoga što je čvrsto bio uvjeren da se Hanibal nikada neće usuditi krenuti sjevernijim putem za Italiju. Jedini izlaz, suočivši se s tom spoznajom bilo je donošenje brze odluke - što učiniti dalje. Jedino što mu je bilo preostalo nakon toga nepredvidljivoga Hanibalova manevra bio je hitan povratak u Italiju.

Hanibalova vizija "s one strane surovih alpi" opredmetit će se u sljedećem (koristeći povoljnost zemljista za svoje konjanštvo):

- pobjede na rijeci Ticini i Trebiji, i
- nove saveznike i (prelaskom preko Alpa) stvaranje nove strateške osnovice za pohod na Rim, a za protivnika nove tajne briljantnog uma.

Otvaranje puta za Rim

Do prve bitke dolazi na rijeci Ticinu u kojoj su Rimljani bili pobjeđeni i prisiljeni da se povuku preko rijeke Po. Hanibal ostavlja na slobodi zarobljene rimske saveznike nastojeći ih pridobiti na svoju srtanu. Nakon te pobjede Insubri i ostala keltska plemena otvoreno prelaze Kartažanima. Kasnije, na stranu Kartažana prelaze čak i Scipionove keltske pomoćne postrojbe. Hanibal u svoju vojsku prima 14.000 Kelta, od kojih su gotovo 5000 konjanici. Dotle saveznici u Umbriji i Etruriji ostaju vjerni Rimu.

Scipion se povlači na istočnu obalu Trebjije, na dobro obranjuv položaj i tu čeka pojačanje s juga. Vojska koja je bila pod zapovjedništvom Sempronija Longa nalazila se na Siciliji i prvo je bila namijenjena za napadaju na Kartagu. Po dobivenoj zapovijedi te se postrojbe spajaju sa Scipionovim postrojbama.

Hanibalov se plan ogledao u sljedećem: namamiti Rimljane da napuste svoje položaje pa ih onda opkoliti i uništiti što mu je djelomice i pošlo za rukom. Pritom su legionari morali u prosincu gaziti po studenoj vodi što je još više oslabilo njihovu borbenu sposobnost. Hanibal na nastupanje rimskih legija povlači sredinu svog postroja, nakon čega konjanštvo napada Rimljane s boka, a Hanibalov brat Magon napada ih iz zasjede s leđa. Iznenadna magla i snježna mečava povećavaju zbrku, što jedan dio rimske vojske koristi kako bi izbjegao smrtonosni zagrljaj Hanibalove vojske.

Konzul Sempronije povlači se u Ariminum. Dolina rijeke Po je u Hanibalovim rukama, jedino se u Placenciji drži jedna rimska postrojba.

Psihološki udar na Gaja Flaminija

Iduće godine, 217., Hanibal provaljuje u Etruiju, a u Rimu zbog poraza patricija Sempronija za konzula je izabran plebejac Gaj Flaminije.

Hanibal iznova izvjesnom suprotstavlja neizvjesno, prezimljajući u sjevernoj Italiji kojom je u potpunosti zagospodario.

Tijekom 217. godine p. Krista Rimljani raspolažu s 11 legija i odgovarajućim brojem savezničkih postrojbi. Dvije legije bile su u Španjolskoj, dvije u pričuvu kod Rima, dvije na Siciliji, jedna na Sardiniji, a četiri su u središnjoj Italiji zatvarale smjerove koji su preko Apenina vodili prema Rimu.

Zagospodariti (izvjesnim) zapadnim i istočnim putem prema Rimu.

Kako bi spriječio daljnji prodor Hanibala u središnju Italiju, rimski konzul Gaj Flaminije postavio je dvije legije (približno 31.000 ljudi) kod Arecijuma, a konzul Gemin Servilije Gnej dvije legije kod Ariminuma na jadranskoj obali. Na taj način bila su zatvorena obadva puta koji su iz Cisalpske Galije vodili na jug. Upućujući dio snaga prema Ariminumu, Hanibal je u rano proljeće 217. godine p. Krista iznenada prešao Apenine i nakon teške četverodnevne hodnje dolinom rijeke Arna koju su Rimljani smatrali neprohodnom, izbio do Fezula. Nastavljujući odatle pokraj Arecijuma nastavlja put za Peruziju.

Što je bilo presudno za izbor težeg i "neizvjesnijeg" puta kroz močvaru?

Hanibal izabire Etrurijski put i umjesto da krene jednim od uobičajenih puteva, poslije detaljnog raspitivanja utvrđuje da su svi osim jednog puta i te kako poznati protivniku. Put kroz močvaru bio je kratak ali i težak, no njime bi postigao iznenadenje kod Flaminija. Izbor upravo tog puta odgovarao je i njegovom vojnom geniju i iz tog razloga je i odlučio ići tim težim putem. Čak su se i njegovi vojnici uzbunili jer normalni vojnici uvijek predpostavljaju poznato nepoznatom. No Hanibal nije bio uobičajeni general i radije se riješio izložiti i najrizičnijim okolnostima nego da se pred izvjesnosti i svoje protivnike nađe na položaju koje su oni sami izabrali. Četiri dana i tri noći Hanibal je vodio svoju vojsku putem koji je bio pod vodom. Napori su bili veliki. Vojska nije mogla ni spavati, a pri hodnji izgubio je mnogo i ljudi i konja. Trud i izniman napor na kraju je urođio plodom. Rimsku je vojsku našao još uvijek pasivno utaborenou kod Arecijuma. No ni tada ne

pokušava izravno ih napasti. Umjesto toga napada na Flaminijevu "savjest", a zaobilazi njegov tabor i upućuje se prema prostoru naseljenom stanovništvom. Klopka je proradila - Flaminije donekle iz straha od narodnog prebacivanja, a donekle i iz povrijedene taštine ne bi mogao pasivno promatrati pustošenje države, već bi spontano pošao na njega i stvorio mu prigodu za napadaj - i polučila rezultate. Ta psihološka primjena manevra protiv neprijateljske pozadine bila je rezultat pomognog ispitivanja karaktera svog protivnika. Reklo bi se, protivnik je sam povukao okidač.

Nadiruci putem prema Rimu, na temelju



naprjed spomenutog, Hanibal izraduje i postavlja najveću zasjedu u povijesti.

Ne sačekavši dolazak Servilija Gneja, koji je krenuo prema Arecijumu kako bi zajednički napali kartagansku vojsku, Flaminije se uputio za snagu Hanibala, ali u lipnju iste godine upada u zasjedu kod Trazimenskog jezera, između Kortone i Peruzije, gdje je izgubio život i vojsku 21. lipnja 217. godine p. Krista. Hanibal ubrzo uništava i konjaništvo Servilija Gneja koje je Flaminiju krenulo u pomoć.

Značenje bitke kod Trazimenskog jezera i pouku za svekoliku povijest ratne vještine po svemu sudeći najbolje je dao Polibije: "Kao što brod koji lišite kormilara, pada sa svojom posadom u ruke neprijatelju, tako će vam u ratu padati u ruke i vojska čijeg zapovjednika prevarite i izmanevrirate u svakom pogledu".

Fabijeva (gerilska) taktika ratovanja

Put za Rim je sloboden. U Rimu nakon ta dva poraza rimske vojske za diktatora se izabire patricij Kvinto Fabije Maksim.

Kao povijesna tajna ostaje zašto Hanibal poslije bitke kod Trazimenskog jezera nije produžio prema Rimu. Nasuprot nje samo stope povijesna nagadanja, a jedno od njih je i razmišljanje da

je Hanibal cijelu iduću godinu pokušavao Rimljane lišiti njihovih saveznika, koje bi preveo na svoju stranu i od njih stvorio koaliciju protiv Rima. Njegove dotadašnje pobjede trebale su poslužiti kao moralni podstrek za ostvarenje tog cilja. S druge strane, taktička korist bila bi mu zauvijek osigurana da je uspio bitke voditi pod uvjetima koji su bili povoljni za njegovo nadmoćnije konjaništvo.

Za čudo, druga faza rata započinje rimskom inicijativom i to nerimskim oblikom posrednog prilaženja ili tzv. "Fabijevom taktikom", koja strogo uzevši nije bila strategija, već ratna politika.

Fabijeva ratna politika nije se sastojala samo u izbjegavanju bitke radi dobivanja u vremenu, već je bila i računata da djeluje i na neprijateljev moral, a još više na moral njegovih potencijalnih saveznika. To nastupanje proizlazilo je prije svega iz Fabijevog shvaćanja Hanibalove vojne nadmoćnosti, izbjegavajući traženje čiste vojne odluke. Dok je s jedne strane izbjegavalo čistu vojnu bitku, Fabije je pomoću vojnog bockanja nastojao iscrpiti njegove snage koje su imale uporište u talijanskim gradovima i kartaganskoj bazi. Temeljni strateški uvjet za izvođenje te ratne politike bio je da rimska vojska ostane u brdima kako bi se anulirala Hanibalova nadmoćnost u konjaništvu. Drugim riječima rečeno temeljna odluka te faze rata bila je psihološka utrka između Hanibalovog i Fabijevog vida strategije.

(nastaviti će se)

1. "Veliki mag" diplomacije XX. stoljeća Henry Kissinger o tzv. strategiji trokuta (u sklopu višepolarnе podjele svijeta) kaže sljedeće: "Povijest navodi na zaključak da je uvijek probitajnije povezati se sa slabijim od dva suprotstavljenja partnera (ili između njih ugraditi trećeg nekim iracionalnim zahtjevom) zbog toga što ta veza obuzdava onog snažnijeg. Kako bi takva diplomacija trokuta bila uspješna ona mora računati s prirodenim pobudama i osobinama sudionika. Ona mora izbjegići stvaranje dojma da se koristi jednim natjecateljem protiv drugog, jer u tom slučaju postaje ranjiva na odmazde ili ucjene". Međusobno neprijateljstvo zaraćenih strana najbolje koristi trećem ako se sa svakom stranom održavaju bolji odnosi nego što ga one održavaju međusobno - sve ostalo prepusta se dinamici dogadanja. Uvedeni pojam sredstva unirenja kojim se služi diplomacija u strategiji trokuta služi da se žrtvi manevre daju formalistička uvjerenja kojima je podjednako cilj da oslabi i pripreme žrtvu, a koja bi promašila cilj ako bi im se povjerivalo.

Minobacač Mortar

"Commando" 60mm M70

Minobacač 60 mm M70 COMMANDO je pješačko podržavajuće oružje namijenjeno diverzantima i posstrojbama posebne namjene za borbu u neposrednoj blizini.

Jednostavne je konstrukcije - cijev i postolje - što omogućuje ciljanje držeći rukom cijev na željenoj elevaciji.

Ovakva konstrukcija dozvoljava i izravno ciljanje, pri čemu treba voditi računa o padu putanje mine.

Light mortar 60mm M70 COMMANDO is a light-weight infantry support weapon designed for use by commando and other special forces for close-range combat.

Simple construction of this weapon - a barrel and a baseplate - allows for manual aiming, even a low-angle, direct - aim firing.

TEHNIČKE OSOBINE

kalibr	60,8 mm
dužina cijevi	693 mm
težina minobacača	7,8 kg
elevacija	5° - 85°
horizontalno polje djelovanja	360°
brzina ciljanja	20-25 mina/min
max. domet	1.630 m
max. tlak u cijevi	250 bara
ciljnička naprava	mehanička, s podjelom 1/6400

TECHNICAL DATA

barrel caliber	60,8 mm
barrel length	693 mm
mortar mass	7,8 kg
elevation	5° - 85°
horizontal field of action	360°
rate of fire	20-25 shells/min
max. range	1.630 m
max. bore pressure	250 bar
aiming device	mechanical, ruler div. 1/6400



PODUZEĆE ZA TRGOVINU NA VELIKO I MALO, VANJSKU TRGOVINU, MARKETING, s p.o.

10000 ZAGREB, Trg športova 11

Tel. 01/315-710, 355-155/131, 132

Fax: 01/315-710



Stručni savjeti instruktora za odabir kompletнnog ski programa; bandaže za sve vrste ozljeda; vrhunska obuća za sve namjene i po povoljnim cijenama; jakne za djecu i odrasle, saonice; lopte za nogomet, rukomet, odbojku, košarku, ragbi i vaterpolo u svim veličinama (junior-senior); štoperice (stolne, digitalne, mehaničke); kimona za sve borilačke športove (odrasle i dječije, kompletно opremanje trim kabineta (HAMER-Njemačka)



U prodavaonici ROST ŠPORTA potražite:

svu potrebnu opremu za trim-kabinete (pvc bućice, metalne ploče, trim-bicikl, sprave za veslanje, strunjače, utege za noge i ruke, ekspandere, lopatice za vježbanje šake, vijače u svim dužinama, rukavice za vježbanje...)

Da bi vaše slobodno vrijeme bilo ugodno i k tome korisno provedeno posjetite