

VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD

Direktor

Pukovnik

SLAVKO BRSTINA

UREĐIVAČKI ODBOR

Pukovnik

dr MILUN KOKANOVIĆ, dipl. inž.

(predsednik Odbora)

General-potpukovnik

BRANISLAV OBRADOVIĆ, dipl. inž.

General-potpukovnik

dr SINIŠA BOROVIĆ, dipl. inž.

General-potpukovnik

dr JUGOSLAV KODŽOPELJIĆ, dipl. inž.

General-major

dr SLOBODAN BURSAČ, dipl. inž.

General-major

MILAN UZELAC, dipl. inž.

Pukovnik

dr MILENKO ŽIVALJEVIĆ, dipl. inž.

(zamenik predsednika Odbora)

Pukovnik

SRBOLJUB PETROVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

RADOSLAV BABIĆ, dipl. inž.

Profesor

dr MOMČILO MILINOVIĆ, dipl. inž.

Profesor

dr MILIĆ STOJIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

dr RADOVAN MAKSIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

dr MILOVAN ČIROVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

dr BRANKO ĐEDOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

dr DRAGUTIN JOVANOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

dr SVETOMIR MINIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

mr ILIJA ZAGORAC, dipl. inž.

Pukovnik

DRAGOMIR KRSTOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

VOJISLAV MILINKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik

mr RADOMIR ĐUKIĆ, dipl. inž.

Potpukovnik

STEVAN JOSIFOVIĆ, dipl. inž.

(sekretar Odbora)

* * *

Zastupa glavnog i odgovornog urednika

Potpukovnik

Stevan Josifović, dipl. inž.

(tel. 646-277)

Sekretar redakcije

Zora Pavličević

(tel. 641-795, vojni 22-431)

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI

GLASNIK - BEOGRAD, Balkanska 53.

Pretpлата tel.-fax: 3612-506, žiro-račun: 40818-

637-9-6319 za VIZ/VTG, poziv na broj 963/054.

Rukopisi se ne vraćaju. Štampa: Vojna štampa-

rija - Beograd, Generala Ždanova 40b.

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS
VOJSKE JUGOSLAVIJEVOJNOTEHNIČKI
GLASNIK

1

GODINA XLIX • JANUAR-FEBRUAR 2001.

SADRŽAJ

Dr Milun Kokanović, pukovnik, dipl. inž.		
Dr Milenko Živaljević, pukovnik dipl. inž.		
Srboljub Petrović, pukovnik, dipl. inž.	TEHNIČKA SLUŽBA VOJSKE JUGOSLAVIJE NA RAZ- MEĐI DVA MILENIJUMA	7
Dr Vasilije Mišković, pukovnik, dipl. inž.	KRITERIJUMI ZA OCENU VARIJANTNIH REŠENJA ORGANIZACIJE LOGISTIČKE PODRŠKE – POZADIN- SKOG OBEZBEĐENJA	22
Dr Petar Stanojević, major, dipl. inž.	METODE I SOFTVER ZA PODRŠKU PLANIRANJU U LOGISTIČKIM ORGANIZACIONIM SISTEMIMA	36
Dr Marko Andrejić, major, dipl. inž.	ISPITIVANJA UTICAJA BEZDIMENZIONALNIH GEO- METRIJSKIH PARAMETARA RAKETNOG MOTORA NA BRZINU SAGOREVANJA DVOBAZNOG RAKET- NOG GORIVA	53
Mr Lajoš Tot, dipl. inž.	CIKLIČNO POMERANJE OSE ROTACIJE USISNOG VRTLOGA TOKOM USISAVANJA I KOMPRESIJE MO- TORA SUS	65
Mr Panto Maslak, potpukovnik, dipl. inž.	VEROVATNOĆA OTKRIVANJA SIGNALA SA FRE- KVENCJSKIM SKAKANJEM KORIŠĆENJEM SAVRE- MENIH IZVIDAČKIH RADIO-PRIJEMNIKA	74
Dr Zoran Jovanović, dipl. inž.	PRAVCI DALJEG RAZVOJA BORBENIH VOZILA PE- ŠADIJE	83
Sladjan M. Svrzić, pukovnik, dipl. inž.		
Dragan I. Čosović, potpukovnik, dipl. inž.		
Dr Milorad Radetić, dipl. inž.		

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

Poboljšani artiljerijski projektili 155 mm – V.R.	101
Samohodni minobacač 120 mm Wiesel 2 – V.R.	102
Vertikalno lansirana raketa MICA – V.R.	103
Ruska municija za streljačko naoružanje NATO – M.K. ..	104
Familija oklopnih vozila Pandur – V.R.	105
Oklopna vozila od kompozitnih materijala – V.R.	107
Čistač mina BMR-3M – M.K.	107
Iskustva iz upotrebe bombardera B-2 – V.R.	109
Savremene mornaričke mine i minski sistemi – Z.H.	110

TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

Razvoj jedinstvenog sistema PVO Bofors – V.R.	114
Veći domet artiljerijskog sistema PzH 2000 – V.R.	114
Nova kupola TDS 12,7 mm – V.R.	115
Modernizacija borbenog vozila BMP-3 – V.R.	116
Usavršavanje borbenih sistema aviona E-6B – M.K.	116
Izviđački avioni U-2 sa savremenim uređajima za prenos podataka – M.K.	117
Izviđačko vozilo za armiju Belgije – V.R.	118
Novi radio-uređaj za borbena vozila – M.K.	118
Vozilo visoke prohodnosti „Vitiaz“ – M.K.	119
Lako vozilo opšte namene AB3 – V.R.	120
Veliko kašnjenje indijskog projektila LCA – S.V.	120
Testiranje modularnog komandnog mesta PVO – M.K. ...	121
Izraelski tenk Sabra Mk II – V.R.	122
Ruski samohodni artiljerijski sistem 155 mm – V.R.	123
Testiranje protivtenkovske rakete MAF – V.R.	123
Taktički laserski sistem velike energije – V.R.	124
Novi oklopni tegljač ATTC – V.R.	124
Helikopter AH-1Z Viper – V.R.	125

GODIŠNJA ANALIZA TEHNIČKOG OBEZBEĐENJA VJ

Na osnovu Plana rada Tehničke uprave Sektora za pozadinu GŠ VJ, 16. januara 2001. godine, izvršena je analiza efikasnosti materijalne pripreme, organizacije i izvršavanja funkcija i zadataka tehničkog obezbeđenja VJ u 2000. godini.

Sastankom je rukovodio načelnik intervidovske Tehničke uprave pukovnik dr Milun Kokanović. O stanju tehničkog obezbeđenja u svojim organizacionim sastavima referisali su načelnici tehničke službe komandi armija, RV i PVO i RM, kao i direktori remontnih zavoda – TRZ Čačak, TRZ Kragujevac, VZ Moma Stanojlović i MTRZ Sava Kovačević. Takođe, u radu su učestvovali i predstavnici sektora GŠ VJ, PoB GŠ, VTA, SVŠ smer TSl, TSl VMA, gbr, zmtbr GŠ, načelnici uprava VTSl i MTSl i članovi kolegijuma načelnika Tehničke uprave.

Skup je pozdravio, i pozeleo uspešan rad i u 2001. godini, pomoćnik načelnika GŠ za pozadinu general-potpukovnik Branislav Obradović. U svom izlaganju istakao je da je u prethodnoj godini sistem tehničkog obezbeđenja funkcionisao u veoma nepovoljnim materijalno-finansijskim uslovima, a da se takvo stanje može očekivati i u 2001. godini. Vrednost tehničke službe je u njenom kadru, odnosno, njegovim sposobnostima i mogućnostima uspešnog rešavanja problema koji se nađu na putu obezbeđenja neprekidnosti funkcionisanja sistema TOB. U okviru reorganizacije i dogradnje sistema TOB težište se mora usmeriti na jedinice raspoređene na jugu Srbije.

U oceni realizacije zadataka iz nadležnosti TU GŠ, definisanih na prethodnoj analizi stanja TOB, istaknuto je da su institucije i organi TSl savesno, odgovorno i profesionalno realizovali sve postavljene zadatke u skladu sa potrebama održavanja visokog stepena ispravnosti sredstava, i na taj način dali pun doprinos zahtevanom nivou borbene gotovosti VJ.

U svojim referatima i izlaganjima načelnici TSl strategijskih grupacija obradili su sledeća pitanja:

- stanje kadra TSl po strukturi, kadra koji se nalazi u višim organizacionim sastavima izvan TSl, i kadra koji se nalazi na usavršavanju u vojnim i drugim školama;
- ispravnost TMS i upoređivanje ispravnosti sa stanjem u prethodnoj godini;
- stanje eksploatacionih i vremenskih resursa po nivoima održavanja;
- popunjenost, kvalitet, smeštaj i obezbeđenje ratnih materijalnih rezervi;
- popunjenost tehničkim sredstvima iz taktičke nadležnosti TSl, kao i vojnostručnom literaturom i obrascima TSl;
- rashodovanje TMS i oslobađanje jedinica od viškova;
- informatička podrška u funkciji TOB-a – stanje kadra, opreme i softvera;
- stanje infrastrukture TSl nakon agresije NATO, po proizvodnim i skladišnim objektima;
- organizacijsko-formacijske promene po projektu reorganizacije VJ.

Predloženo je da se 2001. godina proglasi godinom racionalnog snabdevanja rezervnim delovima, reprodukcijom i potrošnim materijalom u strukturi TSl.

Direktori remontnih zavoda su u svojim izlaganjima posebno istakli uticaj organa TSl strategijskih grupacija na plansku organizaciju generalnog remonta u zavodima. Govorili su i o radu organa TSl u jedinicama na prihvatu, organizaciji i realizaciji zadataka na terenu, za koje su upućivane ekipe iz zavoda.

U referatima su predložena efikasna rešenja koja će, uz postojeći kadar i sredstva, unaprediti stanje tehničkog obezbeđenja u 2001. godini. U vezi s tim, predloženi su i težišni zadaci TOB-a.

U završnoj reči načelnik Tehničke uprave, pukovnik dr Milun Kokanović, naglasio je da se funkcionisanje sistema tehničkog obezbeđenja i rad tehničke službe u 2000. godini odvijao u veoma nepovoljnim okolnostima, koje su karakterisali: nepovoljna vojno-politička situacija i velika koncentracija vojnog potencijala na prostoru Kosova i Metohije i na teritorijama susednih zemalja; nestabilno stanje na Kosovu i Metohiji i kopnenoj zoni bezbednosti, koje je eskaliralo na teritorijama izvan zone (opštine Preševo, Bujanovac i Medveđa); složena politička situacija u zemlji; restriktivno finansiranje i veliki broj vanrednih zadataka na obezbeđenju jedinica; nedovoljna popunjenost kadrom svih struktura i specijalnosti; istrošene materijalne rezerve iz nadležnosti TSl i veoma male mogućnosti popune; oštećena i uništena infrastruktura TSl; starost tehničkih sredstava bez značajnijih mogućnosti za njihovo znavljanje iz domaće proizvodnje ili uvoza; dalji pad vremenskih i eksploatacionih resursa tehničkih sredstava, i ograničene mogućnosti za njihovo obnavljanje. I pored toga, i u postojećim uslovima, tehnička služba je obezbedila neprekidnost u izvršavanju osnovnih funkcija tehničkog obezbeđenja, i istovremeno radila na poboljšanju organizacije snabdevanja i održavanja i realizacije njihovih procesa. Izvršeni su svi osnovni i težišni zadaci TOb-a koji su omogućavali planski rad jedinica, a potpuno su izvršeni zadaci TOb-a jedinica angažovanih po posebnim naređenjima.

Prioritetni zadaci tehničke službe VJ u narednom periodu odnose se na:

- neprekidnost funkcionisanja tehničkog obezbeđenja u svim uslovima i situacijama, angažovanjem raspoloživih kadrovskih i materijalnih resursa iz nadležnosti TSl i uspostavljenom organizacijom;
- definisanje prioriteta u izvršavanju zadataka tehničke podrške u postojećim ograničenjima, sa davanjem prednosti zadacima važnim za borbenu gotovost jedinica;
- realnu i pravovremenu, stručnu i odgovornu procenu stanja tehničkog obezbeđenja;
- nastavak planskog stručno-specijalističkog usavršavanja kadra na svim nivoima i po svim specijalnostima;
- pravilno iskorišćavanje mogućnosti slušalaca koji završe školu rezervnih oficira u jedinicama TSl;
- podizanje kvaliteta osnovnog i tehničkog održavanja tehničkih sredstava, i smanjenje obima nenamenskog korišćenja kapaciteta tehničkog održavanja;
- preduzimanje mera za zadržavanje dostignutog stepena funkcionalne ispravnosti tehničkih sredstava, a u skladu sa uslovima i za njegovo postepeno podizanje;
- intenzivnije održavanje ubojnih sredstava i prateće opreme pogonskih materijalnih sredstava;
- podizanje nivoa informatičke podrške u tehničkom obezbeđenju;
- smanjenje obima angažovanja remontnih zavoda i civilnih preduzeća na zadacima nižeg tehnološkog nivoa, boljim iskorišćenjem kapaciteta tehničkog održavanja i srednjeg remonta;
- podizanje stepena ispravnosti sredstava od posebnog značaja za svakodnevni život i rad vojske;
- intenzivnu regeneraciju rezervnih delova i opravke sklopova;
- rashodovanje neperspektivnih i dotrajalih tehničkih sredstava;
- efikasnije angažovanje ekipa iz remontnih zavoda i civilnih preduzeća, koje se upućuju radi ispomoći nižim nivoima održavanja.

Redakcija

Dr Milun Kokanović,
pukovnik, dipl. inž.
Tehnička uprava SP GŠ VJ,
Beograd

Dr Milenko Živaljević,
pukovnik, dipl. inž.
Vazduhoplovnotehnička
uprava GŠ VJ,
Beograd

Srboljub Petrović,
pukovnik, dipl. inž.
Mornaričkotehnička uprava GŠ VJ,
Beograd

TEHNIČKA SLUŽBA VOJSKE JUGOSLAVIJE NA RAZMEĐI DVA MILENIJUMA

UDC: 358.3(497.1)

Rezime:

Tehničko-tehnološki faktor dobija sve više na značaju u ratovodstvu i teži dominantnom uticaju. Prateći dostignuća savremenih armija, zemalja sa jakom ekonomskom moći i snažnom vojnom industrijom, Vojska Jugoslavije je usmeravala svoj tehničko-tehnološki razvoj prema mogućnostima društva i države. Težišni doprinos u razvoju, opremanju, snabdevanju i održavanju tehničkih sredstava Vojske Jugoslavije, u svom višedecenijskom radu, dala je tehnička služba. Svrstana u više organizacijskih struktura, na svim nivoima komandovanja, tehnička služba sa svojim upravnim i izvršnim organima obezbedila je, u skladu sa operativnim zahtevima, projektovani nivo gotovosti za upotrebu, efikasnosti i pouzdanosti sredstava naoružanja i vojne opreme. Kadrovski osposobljena i logistički opremljena, tehnička služba spremno dočekuje tehničko-tehnološki izazov na razmeđi dva milenijuma.

Ključne reči: nauka, tehnologija, tehničko-tehnološki faktor, ratovodstvo, tehnička služba, snabdevanje, održavanje, gotovost upotrebe, pouzdanost.

TECHNICAL SERVICE OF THE YUGOSLAV ARMY ON THE BOUNDARY OF TWO MILLENNIA

Summary:

Growing importance of technical factors in warfare is evident as well as their tendency to dominate. Always keeping pace with the latest achievements of modern armies in highly developed countries with powerful military industries, the Yugoslav Army directed its technical and technological development in accordance with the possibilities of the country itself. The major contribution to the development, procurement, supply and maintenance of YA technical equipment has been made by technical service during decades of its activities. Ranked in a number of organizational structures, on all commanding levels, the administrative and executives bodies of technical service provide a required level of operational readiness, efficiency and reliability of arms and military equipment. With strong support in logistics and human resources, the YA technical service responds readily to the technical and technological challenge on the boundary of two millennia.

Key words: science, technology, technical and technological factor, warfare, technical service, supply, maintenance, operational readiness, reliability.

Uvod

Brzi razvoj tehničkih naučnih disciplina i novih tehnologija poslednjih dece-

nija minulog veka, a posebno mikroračunarska revolucija, dali su nove neslućene mogućnosti u razvoju sredstava ratne tehnike. Time je radikalno izmenjena osnova

rata, tako da se sa nuklearne, kao strateške koncepcije, prelazi na informatičku koncepciju rata. Svet je ušao u razdoblje novih oblika moći. Nastoji se da se upotrebom preciznog oružja dejstvima sa distance ostvare ratni ciljevi. Tehnička služba Vojske Jugoslavije (tehnička služba KoV, vazduhoplovnotehnička služba i mornaričkotehnička služba), shodno izmenjenim uslovima, pratila je i izučavala razvoj tehničko-tehnološkog faktora u svetu, i njegov uticaj na oružanu borbu. Kadrovskim osposobljavanjem, racionalnom organizacijom sistema tehničkog obezbeđenja i materijalnom podrškom uspešno je podržavala potrebe Vojske Jugoslavije u razvoju tehničkih sredstava naoružanja i vojne opreme, njihovom snabdevanju i održavanju.

Nastanak i razvoj tehničke službe

Tehnička služba KoV Vojske Jugoslavije je savremena pozadinska – logistička interdisciplinarna organizacija, osposobljena za kvalitetnu tehničku podršku Vojske u miru i ratu. Postojeći nivo organizovanosti postigla je višegodišnjim razvojem na osnovu zahteva, teorijskih saznanja, sopstvenih iskustava i naučno utemeljenih oblika organizacije velikih sistema, u kojem su organizacijske forme i sistem tehničkog obezbeđenja prilagođavani organizaciji i potrebama Vojske i njenih struktura.

Da bi se u potpunosti razumela današnja organizacijsko-formacijska struktura tehničke službe KoV, neophodno je podsetiti se početnih oblika njene mirnodopske organizacije. Organizacija tehničkih službi KoV, sa kojima je Jugoslovenska armija (JA) 1945. godine ušla u mirnodopski period, uspostavljena je na bazi evropskih saznanja, koja su u kasnijem

periodu dograđivana i unapređivana. Proces integracije tehničkih službi KoV u jedinstvenu tehničku službu započeo je 1953. a završio 1963. godine. Tada su u tehničku službu KoV JNA, koju su sačinjavali artiljerijsko-tehnička služba, tenkovsko-tehnička služba, automobilsko-tehnička služba i služba pogonskog materijala, integrisane inženjerijsko-tehnička služba, tehnička služba jedinica veze i tehnička služba jedinica ABHO. Period razvoja, kada su tehničke službe bile u sastavu rodova KoV, karakterišu procesi razvoja društva i države koji su se odlikovali centralističkim načinom organizovanja privrede i društva, što je uticalo na organizaciju oružanih snaga u celini, pa i na tehničku službu.

U novoformiranu tehničku službu KoV JNA integrisane službe unele su svoje sisteme tehničkog obezbeđenja, koji nisu bili usklađeni sa organizacijom funkcionisanja nove službe. Stvaranje nove organizacijsko-formacijske strukture tehničke službe zahtevalo je osmišljavanje, razvoj i propisivanje odgovarajućeg sistema tehničkog obezbeđenja. Trebalo je definisati osnovne procese za sve četiri osnovne funkcije tehničkog obezbeđenja koje je tehnička služba izvršavala – snabdevanje, održavanje, školovanje kadra i normativnu delatnost. Sistem snabdevanja sprovodio se prema Uputstvu o materijalnom poslovanju po tehničkoj službi u JNA, iz 1955. godine u kojem su detaljno razrađena načela i radnje snabdevanja tehničkim materijalnim sredstvima, a sistem održavanja prema Uputstvu o održavanju i opravkama artiljerijsko-tehničkih i moto-tehničkih sredstava u JNA, iz 1955. godine kojim su razrađene odredbe, propisane norme i obim radova za pojedine faze održavanja i opravki.

Odmah po formiranju tehničke službe KoV JNA, za potrebe školovanja i obuke kadra, 1953. godine formiran je Tehnički školski centar KoV JNA, kao najviša nastavno-školska ustanova tehničke službe. Za osnovno školovanje kadra postojale su tri škole: Vojnotehnička akademija, Tehnička škola rezervnih oficira i Tehnička podoficirska škola. Za sticanje višeg obrazovanja tehničkih oficira formirane su tri škole: Viša tehnička oficirska škola, Viša vojnotehnička akademija i Škola za usavršavanje tehničkih oficira.

U tehničko-tehnološkom razvoju, proizvodnji i opremanju oružanih snaga savremenim naoružanjem i vojnom opremom, tehnička služba KoV zauzimala je istaknuto mesto. Nakon 1953. godine Tehnička uprava intenzivno sarađuje sa V upravom Generalštaba i Vojnotehničkim institutom na razvoju i osvajanju naoružanja i vojne opreme: učestvuje u izradi taktičko-tehničkih zahteva; učestvuje u ispitivanju prototipova, probnih partija i nultih serija; kontroliše proizvodnju novih sredstava u preduzećima; organizuje izradu normativa materijalnih sredstava za održavanje i remont, prototipova pokretnih radionica, garnitura alata i pribora; rukovodi razvojem i osvajanjem proizvodnje rezervnih delova u vojnim radionicama i zavodima; overava tehničku dokumentaciju i propisuje tehničke uslove za kontrolu proizvodnje rezervnih delova. Od 1968. godine pa nadalje, naučno-istraživački rad predstavlja jednu od osnovnih delatnosti tehničke službe, normativno regulisanu i organizacijski oformljenu. Naučno-istraživački rad bio je usmeren na razvoj i osvajanje novih i poboljšanje postojećih tehničkih materijalnih sredstava i na proizvodnju rezervnih delova.

Tehnološki napredak, pored niza taktičkih i tehničkih prednosti, doneo je i mnoge probleme, koji su usložili eksploataciju i održavanje tehničkih sredstava. To se ogledalo u znatnom porastu troškova razvoja i održavanja, školovanju kadra, obezbeđenju rezervnih delova i tehničke dokumentacije. Radi temeljnog naučnog razmatranja i analize međuzavisnosti troškova i efikasnosti borbenih sistema u čitavom veku trajanja, razvila se, na osnovu svetskih saznanja, nova naučna osnova tehničkog obezbeđenja – integralno tehničko obezbeđenje. Ideja integralnog tehničkog obezbeđenja, u osnovi, bila je zahtev da se poveže tehnička podrška sa razvojem tehničkih sredstava radi identifikacije, provere i dokumentovanja tehničkog obezbeđenja novoprodučenih sredstava, kako bi se obezbedila tehnička podrška od uvođenja sredstava u operativnu upotrebu do kraja njihove eksploatacije. U naređenju o primeni integralnog tehničkog obezbeđenja u JNA (iz jula 1981. godine), precizirano je da se ono donosi radi racionalnog postizanja stalne borbene gotovosti sredstava naoružanja i vojne opreme, kroz obezbeđenje njihove neprekidne ispravnosti, pouzdanosti i sposobnosti za upotrebu tokom celog veka trajanja. Time su postavljeni temelji logističkog inženjerstva u teoriji i praksi tehničkog obezbeđenja. Od tada do danas postignuti su značajni rezultati u razvoju teorije i primeni integralnog tehničkog obezbeđenja.

Vazduhoplovnotehnička služba svoj nastanak veže za nastanak srpskog vazduhoplovstva.

Uporedo sa stvaranjem vojnog vazduhoplovstva u razvijenim i bogatim zemljama, već na samom početku druge dekade dvadesetog veka i Srbija čini odlučne korake da stvori svoje ratno

vazduhoplovstvo. Do suštinske reorganizacije srpskog vazduhoplovstva, a samim tim i vazduhoplovnotehničke službe, došlo je 1. marta 1916. godine kada je na Krfu formiran Aeroplanski depo. Po svim obeležjima organizacije i rada, bio je to začetak vazduhoplovnotehničke službe i praktični nastanak vazduhoplovnog zavoda, kao najvišeg stepena održavanja vojnih vazduhoplova. Posle povratka u Srbiju, 1918. godine, u Novom Sadu je formirana velika vazduhoplovna baza. Već 1. aprila 1921. godine izvršena je reorganizacija vazduhoplovstva, kojom je u Petrovaradinu formiran Vazduhoplovni arsenal. Tokom 1923. godine vazduhoplovstvo postaje samostalni vid vojske, a Vazduhoplovni arsenal biva 1924. godine transformisan u Vazduhoplovno-tehnički zavod. U okviru Vazduhoplovnog puka u Novom Sadu bila je i radionica za opravke i remont vazduhoplova. Tako su postavljeni temelji vazduhoplovnotehničke službe, koja se dalje razvijala u skladu sa jačanjem i osavremenjavanjem ratnog vazduhoplovstva.

Između dva svetska rata dolazi do burnog razvoja vazduhoplovne industrije. Izgrađene su fabrike aviona „Ikarus“, prvo u Novom Sadu, a zatim „Zmaj“ u Zemunu, „Rogožarski“ u Beogradu, „Brege“ u Kraljevu, a nešto kasnije i „Utva“ u Pančevu. Uz njih je osnovano i nekoliko fabrika avionskih motora. U prvim godinama posle Prvog svetskog rata korišćeni su, uglavnom, avioni francuskog i austrougarskog porekla. Prvi avioni nabavljeni su u Francuskoj, a uz njih su kupljene i licence, tako da su se proizvodili u raznim varijantama. Prvi domaći prototipovi aviona građeni su na zanatski način, i bili su put za sticanje sopstvenih iskustava i poverenja u domaće stručnjake. Domaće konstrukcije

letelica, na višoj teorijskoj i inženjerskoj osnovi, pojavljuju se tridesetih godina. Do 1941. godine izgrađeno je oko 50 prototipova aviona sa preko 450 primeraka proizvedenih i upotrebljavanih u serijama.

Po završetku Drugog svetskog rata naša zemlja je imala oko 200 aviona, uglavnom sovjetskog i britanskog porekla. Temelj razvoja domaćeg vazduhoplovstva postavljen je avgusta 1946. godine, kada je formiran Vazduhoplovnotehnički institut – glavna poluga vazduhoplovnotehničke službe u razvoju sopstvenih vazduhoplova. Upravo od tog perioda, pa sve do ukidanja Vazduhoplovnotehničkog instituta početkom devedesetih godina, naučnoistraživački rad je, pored održavanja VTMS, bio dominantna delatnost vazduhoplovnotehničke službe, ali i generator uvođenja novih tehnologija u jugoslovensku industriju.

U SFRJ vazduhoplovnotehnička služba je u potpunosti zaokruživala i objedinjavala sve funkcije vazduhoplovnotehničkog obezbeđenja – razvoj letelica od ideje do proizvodnje, ispitivanje, modernizaciju, održavanje, eksploataciju, snabdevanje, rashod sredstava, školovanje i usavršavanje kadra. Izgrađen je respektivan školski sistem: Vazduhoplovnotehnička srednja vojna škola i Vazduhoplovnotehnička vojna akademija u Rajlovcu i Viša vazduhoplovnotehnička vojna akademija u Žarkovu. Bio je to zaokružen sistem, koji se danas naziva logistika. U to vreme izgrađena su četiri veoma snažna i respektivna vazduhoplovna zavoda među kojima je izvršena optimalna tehnološka podela rada. Oni su u potpunosti ovladali remontom – najvišim stepenom održavanja letelica, motora, opreme, radara i raketnih sistema. Zahvaljujući osposobljenosti vazduhoplovnih re-

montnih zavoda dobijeni su mnogobrojni poslovi remonta vazduhoplovne tehnike, izgradnje i opremanja objekata za održavanje u inostranstvu, što je doprinelo rastu ugleda službe.

Mornaričkotehnička služba svoj nastanak vezuje za prva borbena dejstva i akcije na moru u toku 1942. godine, kada je formirana prva radionica u Podgori sa zadatkom naoružanja leuta i motornih jedrenjaka. Radi otklanjanja većih oštećenja formirane su pokretne radne grupe koje su upućivane na mesta oštećenja.

Širenjem opštenarodnog ustanka i slobodne teritorije, a posebno kapitulacijom Italije u septembru 1943. godine i zaplenom njihove opreme i naoružanja omogućeno je obnavljanje postojećih i stvaranje novih jedinica NOVJ. Tako je oktobra 1943. godine formirana Mornarica koja je u sastavu svoga štaba imala, pored ostalih, tehnički i ekonomski odsek. U okviru tehničkog odseka nalazile su se sekcije za plovne jedinice, za tehničke radionice i za nabavku konstruktivno-potrošnog materijala. Ovaj datum uzima se i kao dan formiranja Mornaričkotehničke službe.

Posle završetka Drugog svetskog rata u sastav RM ušli su brodovi iz ratnog plena, brodovi prenaoružani u toku partizanskog ratovanja, kao i neznatan broj brodova bivše jugoslovenske RM koje su nam saveznici vratili. Svi ti brodovi bili su dotrajali i ispod nivoa brodova drugih RM. Odmah se počelo sa gradnjom novih brodova raznih tipova i namena (minolovci, torpedni čamci, patrolni brodovi, razni pomoćni brodovi i dr.), što je iziskivalo i novi profil kadra mornaričkotehničke službe.

Posleratni period su karakterisale česte reorganizacije mornaričkotehničke službe, koje su imale za cilj racionalizaciju

poslovanja i smanjenje brojnog stanja kadra. Posebno treba istaći period od 1965. do 1977. godine, odnosno 1968. godinu, kada su objedinjene mornaričkotehnička i tehnička služba na nivou stratezijskih grupacija, čime je postignuta veća efikasnost i ekonomičnost u sistemu mornaričkotehničkog i tehničkog obezbeđenja. Uspostavljanjem nove organizacije planski se školuje i usavršava kadar, formiraju se novi izvršni organi, a služba se oprema savremenijim tehničkim sredstvima u funkciji snabdevanja i održavanja ratne tehnike RM. Period od 1991. godine do danas karakteriše se većim i složenim problemima koji su se našli pred službom, a odnose se na iznalaženje rešenja za funkcionisanje mornaričkotehničkog obezbeđenja u bitno otežanim uslovima.

Tehnička služba danas

Razvoj nauke i tehnologije uslovio je kvalitativne promene materijalno-tehničkog faktora rata u sferama uvođenja mikroelektronike i informatike u borbene sisteme i oružanu borbu. Pojavili su se novi sistemi oružja, što je bitno izmenilo arsenal kojim danas raspolažu savremeno opremljene armije. Razvijeni su i u operativnu upotrebu uvedeni sistemi naoružanja visokih borbenih mogućnosti: sredstva za masovno uništavanje; raketni sistemi velikog dometa, preciznosti i efikasnosti; borbeni sistemi različite namene na bazi vrhunske elektronike, lasera, informacionih automatizovanih sistema, robotike i sofisticiranog naoružanja. Posebno se izdvaja grupa perspektivnih tehnoloških rešenja sistema naoružanja: orbitalni sistemi; usmerena energija; inteligentne mašine; novi izvori energije i novi materijali. Njihov razvoj se znatno odra-

zio na ratnu veštinu i zakonitosti vođenja oružane borbe.

Državni i nacionalni interes i ciljevi, vojna doktrina, ekonomska moć i potencijal naše zemlje, i njen tehnološki razvoj, opredelili su mesto i ulogu tehničko-tehnološkog faktora rata i tehničke službe danas, kao logističke organizacijsko-formacijske strukture Vojske Jugoslavije.

Prateći organizacijske promene u strukturi Vojske Jugoslavije i komandno-informacionim i borbenim sistemima, kao posledicu razvoja i primene sistemskih organizacionih rešenja i modernih tehnologija tehnička služba je usklađivala svoju strukturu i nadležnosti, definisala funkcije, zadatke i poslove i permanentno tražila optimalna rešenja za njihovu realizaciju.

Tehnička služba KoV je stručna služba, sada pozadinske organizacije Vojske Jugoslavije, koja je tehnički nosilac tehničkih sredstava u naoružanju i vojnoj opremi i taktički nosilac tehničkih sredstava iz svoje nadležnosti. Nosilac je tehničkog obezbeđenja i odgovorna za izvršavanje funkcija snabdevanja i održavanja tehničkih sredstava Vojske. U okviru ovih funkcija, sa upravnim i izvršnim organima, služba izvršava niz zadataka i poslova kojima se kadrovski i materijalno podržava njihova realizacija, a to su: studija, razvoj i usavršavanje organizacije službe; definisanje organizacije i formacije organa, jedinica i ustanova službe; školovanje, obuka i usavršavanje kadra; regulativno-normativna i izdavačka delatnost; razvoj i usavršavanje tehničkog informacionog sistema; opremanje i učešće u opremanju Vojske tehničkim sredstvima.

U proteklih nekoliko godina, radeći u uslovima materijalnih i finansijskih ograničenja i teškoća, tehnička služba je

obezbedila neprekidnost u izvršavanju osnovnih funkcija tehničkog obezbeđenja, i istovremeno radila na poboljšanju organizacije snabdevanja i održavanja. Ulagani su napor za efikasnije održavanje tehničkih sredstava u svim vidovima.

Posebni napor ulažu se u poboljšanje osnovnog i tehničkog održavanja u jedinicama korisnika. Jedinice za održavanje popunjene su novim kadrom – oficirima i podoficirima tehničke službe koji su završili školovanje, kao i izvršiocima koji su na kursovima obučeni za kvalitetnije održavanje. Materijalnom obezbeđenju u ovom vidu održavanja dat je prioritet.

Preduzet je niz celovitih mera da bi srednji i generalni remont uspešno odgovorili sve većim zahtevima b/g jedinica. Izvršena je preraspodela zadataka po vrstama sredstava i izvršiocima, kako bi se racionalnije raspolagalo kadrom i opremom, osvojeno je više tehnoloških procesa održavanja novih tehničkih sredstava, izrađeni su alati i nabavljena oprema. Postojeće tehnologije održavanja prilagođene su okolnostima i racionalizovane po vremenu i materijalnim troškovima.

U proteklom periodu intenzivno se radilo na osvajanju tehnoloških procesa remonta novijih tehničkih sredstava koja su uvedena u operativnu upotrebu, i sredstava koja su se održavala u remontnim zavodima izvan SRJ. Za tehnička sredstva KoV osvojen je veliki broj novih tehnoloških procesa koji su obuhvatili: izradu tehničke remontne dokumentacije, izradu specijalnih alata i uređaja, i generalni remont – reviziju probne partije. Proces osvajanja remonta pratilo je i osvajanje izrade rezervnih delova, tako da je ova proizvodnja uz već ranije osvojenu postala značajan izvor snabdevanja.

Proces održavanja tehničkih sredstava često je bio kreativan, jer su se usled nedostatka originalnih rezervnih delova, ili zbog veće funkcionalnosti i jednostavnijeg rešenja, izvodile adaptacije i modifikacije. Adaptacije, kao jednostavnija tehnička rešenja, izvodile su se u nadležnosti jedinica za održavanje, dok su se modifikacije, kao složeniji procesi, izvodile uz saglasnost svih nadležnih tehničkih struktura Vojske i taktičkih nosilaca u remontnim zavodima i specijalizovanim preduzećima.

U održavanju tehničkih sredstava tehnička služba sve više koristi postojeće privredne kapacitete. Na ovom zadatku angažovano je oko 75 preduzeća za neposredno održavanje, dok u materijalnoj podršci remontu, kao isporučioци rezervnih delova učestvuje oko 150 preduzeća. U osvajanje novih tehnologija uključeno je 10 instituta, a u procesu osposobljavanja kadra sarađuju svi univerziteti SRJ. Prednost u saradnji data je preduzećima namenske industrije SRJ, koja raspolažu kadrom i opremom za održavanje tehničkih sredstava naoružanja i vojne opreme. Logistički koncept organizacije Vojske, za koji se tehnička služba zalaže u reorganizaciji, još više potencira značaj saradnje sa privrednim organizacijama u održavanju.

U toku su aktivne pripreme nadležnih državnih organa na reorganizaciji Vojske. Očekuje se da će se ovaj proces intenzivirati, što će svakako doneti promene i novine i tehničkom obezbeđenju. Tehnička služba spremno očekuje promene, a u reorganizovanu vojsku ulazi se logističkim konceptom organizacije, tako da će se sistem tehničkog obezbeđenja transformisati u sistem tehničke podrške, što će značiti ne samo formalne već i suštinske promene, koje su usmerene na

stvaranje funkcionalne organizacije koja će složen i veoma skup zadatak održavanja tehničkih sredstava učiniti efektivnijim, efikasnijim i kvalitetnijim. Događanja sistema održavanja izvešće se isključivo po načelima savremene organizacije, primenom teorijskih i iskustvenih saznanja, a model će se razviti naučnim metodama. Biće to brožčano manje jedinice i ustanove tehničke službe, jače povezane u izvršavanju funkcije održavanja, koje će, više nego do sada, objediniti sve raspoložive kadrovske i materijalne resurse, i uspešno izvršavati namenske zadatke. Značajne promene očekuju se u remontnim zavodima, od rešavanja njihovog statusa do organizacijsko-formacijske strukture i brožčane veličine primerene zahtevima savremene Vojske.

Tehničko-tehnološki napredak na zalasku prethodnog milenijuma otvorio je nove izazove i zahteve neprekidnog praćenja tehničkih dostignuća, a posebno na sredstvima vojne tehnike. To će usloviti inoviranja nastavnih sadržaja, kako bi se ulaskom u novi milenijum budući kadar tehničke službe već u samom procesu školovanja upoznao sa novim tehnologijama, a pre svega informatičkim, koje danas prednjače u konstrukciji, primeni i održavanju sredstava ratne tehnike. To će biti i polazni zahtevi u obrazovno-vaspitnom profilisanju budućeg kadra tehničke službe. Razmatraju se nastavni sadržaji kako bi se budući kadar službe osposobio za stručno obavljanje većeg broja profesionalnih dužnosti u dužem periodu, a istovremeno i spoznaju novih sredstava koja će se smenjivati u naoružanju mnogo češće nego do sada, u čitavom radnom veku.

Tehnički informacioni sistem je, kao podsistem pozadinskog automatizovanog sistema, tehnološka osnova savremenog

funkcionisanja tehničkog obezbeđenja. Njegovo projektovanje traje već duže vreme, jer su razvoj i izgradnja infrastrukture sistema bili uslovljeni ograničenim materijalnim i tehničkim mogućnostima. Međutim, i u takvim uslovima sistem se razvijao, primenjivao i dograđivao u skladu sa funkcijama i zadacima koje je služba izvršavala. Informatička podrška po tehničkoj službi ostvarena je na svim nivoima komandovanja. Osnovni ciljevi razvoja i primene tehničkog informacionog sistema su: racionalizacija organizacije sistema tehničkog obezbeđenja, pravovremeno obezbeđivanje ažurnih podataka o resursima tehničke službe, brz i pouzdan prenos informacija i automatizacija pojedinih procesa u održavanju i snabdevanju.

Na stratezijskom nivou komandovanja rad tehničke službe je informatički podržan. Dalji razvoj i dogradnja tehničkog informacionog sistema odvijace se u korelaciji sa komandnim informacionim sistemom, kako bi se iskoristile prednosti integracije podataka komandovanja i tehničkih resursa u jedinstvenoj logističkoj podršci Vojske Jugoslavije.

Osnovu kvalitetnog i stručnog izvršavanja zadataka tehničkog obezbeđenja predstavlja uređena regulativa službe, koja se definiše pravilima i uputstvima. Funkcionalne zadatke i poslove prati planska izdavačka delatnost koja je usklađena potrebama i materijalnim mogućnostima. U predstojećem periodu potrebno je izdavačku delatnost podići na još viši nivo, kako bi se za sva tehnička sredstva u operativnoj upotrebi obezbedila uputstva koja će omogućiti propisano održavanje u čitavom životnom veku sredstva.

Proces održavanja tehničkih sredstava na svim nivoima prati normativno regulisan sistem kvaliteta održavanja i

primena odgovarajućih standarda. Regulativa u ovoj oblasti obezbeđuje dokumentovan rad u oblasti kvaliteta održavanja, i znatno doprinosi njegovom unapređenju. Primenjena rešenja u znatnoj meri sadrže odredbe i zahteve kvaliteta, sadržane u standardima ISO 9000. U tekućoj godini izrađeno je i pripremljeno za štampu Uputstvo o kontroli kvaliteta tehničkih sredstva u procesu remonta, koji obavljaju tehnički organi komandi i jedinica VJ.

Tehničko obezbeđenje realizuje se primenom veoma složene infrastrukture sa različitom namenom, zadacima i mestima lokacije (servisne stanice, tehničke radionice, remontni zavodi, skladišni objekti, stanice pogonskog goriva i dr.). Kvalitetno tehničko obezbeđenje zahteva kvalitetnu infrastrukturu, o čemu se posebno vodilo računa u godinama intenzivnog razvoja službe i boljih materijalnih mogućnosti.

Tokom agresije NATO uništen je i oštećen veliki broj objekata infrastrukture: dva remontna zavoda, 39 tehničkih radionica i servisnih stanica, 9 akumulatorskih stanica, 34 pumpne stanice, 287 magacina skladišnih objekata i 151 garaža za smeštaj tehničkih sredstava. Uništeno je oko 60% raspoloživih kapaciteta za smeštaj ratnih materijalnih rezervi municije, pogonskih sredstava i rezervnih delova. Deo objekata infrastrukture već je obnovljen i stavljen u funkciju. Pri obnovi infrastrukture vodiće se računa o dosadašnjim iskustvima u izgradnji bezbednih objekata zaštite materijalnih rezervi – resursa tehničke službe i novom prostornom rasporedu.

U strukturi planskih zadataka tehničke službe nalazi se i naučno-istraživački rad u okviru naučne delatnosti iz oblasti funkcija snabdevanja i održavanja

tehničkih sredstava. Tokom ove godine aktivnosti su bile usmerene na dva aktuelna zadatka koji se realizuju po projektu Primena logističkog pristupa u organizovanju Vojske Jugoslavije, i to: usavršavanje sistema snabdevanja i usavršavanje sistema održavanja po logističkom konceptu organizacije Vojske. Zadaci se izvršavaju na temelju stručnih i naučnih saznanja i sopstvenih iskustava. Na zadacima su angažovani priznati stručni i naučni radnici tehničke službe i iz institucija izvan Vojske, a koriste se svetska iskustva u primeni simulacionih programa. Za predložena varijantna rešenja organizacije urađeni su simulacioni modeli. Tokom tekuće godine nastaviće se rad na ovim zadacima, do njihove neposredne primene u skladu sa rešenjima reorganizacije Vojske Jugoslavije, kao i na zadacima čija realizacija u ovoj godini nije započeta zbog kadrovskih i materijalnih ograničenja.

Tehnička služba publikuje Vojnotehnički glasnik, stručni i naučni časopis Vojske Jugoslavije, koji objavljuje: originalne naučne radove, prethodna saopštenja, pregledne radove i stručne radove. U časopisu se godišnje objavi preko 50 radova pripadnika tehničke službe i saradnika iz institucija izvan Vojske, što je veliki doprinos u stručnom i naučnom razvoju kadra i tehničke službe u celini.

Vazduhoplovnotehnička služba je stručna služba nadležna za propisivanje, organizovanje i sprovođenje sistema vazduhoplovnotehničkog obezbeđenja RV i PVO u miru i ratu. Ona je tehnički nosilac za sva vazduhoplovnotehnička materijalna sredstva (VTMS) i taktički nosilac za delove i sisteme vazduhoplova, raketnih i radarskih sistema, kao i za mnogobrojna sredstva koja su joj neophodna za izvršenje zadataka ispitivanja,

opsluživanja i održavanja VTMS i snabdevanja RV i PVO rezervnim delovima i raznovrsnom opremom. Ova služba danas realizuje vazduhoplovnotehničko obezbeđenje sa stručno visokoobrazovanim oficirima, školovanim na fakultetima u zemlji i inostranstvu.

Kako su nabavka vazduhoplovne tehnike i školovanje vazduhoplovnotehničkog kadra nakon Drugog svetskog rata pretežno izvođeni u SSSR-u, to su usvojena i kod nas dugo primenjivana načela održavanja vazduhoplovne tehnike koja su važila za RV SSSR-a. Usvojen je princip četvorostepenog održavanja tehnike po fiksnim rokovima rada, što je sa stanovišta bezbednosti letenja bilo dobro, ali su troškovi održavanja bili veći. Razvojem vazduhoplovne tehnike u nas, školovanjem na Zapadu i na Beogradskom univerzitetu, pre svega na Mašinskom i Elektrotehničkom fakultetu, stvoreni su uslovi za dalji razvoj službe. Poslednju deceniju prešlo se na trostepeni sistem održavanja, koji se sprovodi u jedinicama, radionicama vazduhoplovnih baza i u vazduhoplovnom remontnom zavodu. Deo remonta prenesen je u hale proizvođača, tako da je vazduhoplovna industrija sačuvala deo vitalnih proizvodnih kapaciteta namenjenih proizvodnji aviona. Do sada je RV i PVO isključivo koristio školske avione projektovane i proizvedene u našoj zemlji. Od sedamdesetih godina u Vazduhoplovnotehničkom institutu projektuje se više mlaznih lovačko-bombarderskih aviona. U oblasti remonta osvojene su savremene metode remonta i regeneracije oštećenih delova, i izvršena je supstitucija uvoznih rezervnih delova domaćim. U održavanju sredstava vazduhoplovne tehnike uvode se savremene dijagnostičke metode koje omogućavaju ustanovljavanje stvarnog

tehničkog stanja, što je omogućilo da se produže rokovi rada, uz maksimalnu bezbednost upotrebe. Na osnovu ovih saznanja postupno se usvaja princip održavanja prema stanju, koji se primenjuje na sredstvima čija konstrukcija to omogućava. Zahvaljujući stručnosti i iskustvu izvršeno je produženje resursa aviona lovačke i lovačko-bombarderske avijacije, raketa vazduh-vazduh, avio-bombi i helikoptera. Svi ovi rezultati ostvareni su u uslovima rigoroznih sankcija, vrlo ograničenih finansijskih sredstava i nedostatka rezervnih delova iz uvoza. Svakako treba istaći osvajanje remonta motora MM-18 u VZ Orao, sprovođenje srednjeg remonta tehnike na radarskim i raketnim položajima, izvršenje kontrolno-tehničkih pregleda na raketama vazduh-vazduh nove generacije, osvajanje proizvodnje rezervoara za avione orao, super galeb i MiG-21BIS, kao i osvajanje veoma velikog broja pozicija rezervnih delova za avione, helikoptere i motore u VZ Moma Stanojlović.

U svakodnevnom životu i radu pripadnika vazduhoplovnotehničke službe uspostavljena je duboka sprega sva tri stepena održavanja. S obzirom na to da su sredstva RV i PVO najsloženija i najsavremenija u Vojsci, neophodna je stalna povezanost i stručna ispomoć specijalističkih znanja i veština viših stepena održavanja ljudstvu na neposrednom opsluživanju vazduhoplovnih TMS u operativnim jedinicama.

Jedna od ključnih karika dobrog procesa održavanja jeste kontrola i uvid u sve procese i postupke, od ulaska materijala do izlaska gotovog rezervnog dela ili remontnog sredstva iz fabrike ili remontnog zavoda. Svesni te činjenice, rukovodioci vazduhoplovnotehničke službe, u procesu održavanja i proizvodnje, zahte-

vaju punu primenu standarda ISO 9000, koji je garancija kvalitetne i bezbedne primene svih vazduhoplovnih TMS.

Poslednje decenije posebno je istaknuta informatička podrška i informatičko osposobljavanje kadra vazduhoplovnotehničke službe. Većina organa ove službe opremljena je personalnim računari-ma, uspostavljen je informacioni sistem VTOb-a na nivou Komande RV i PVO, računari se koriste u procesu praćenja remonta, u dijagnostici stanja električnih i optoelektronskih komponenata, a od nedavno je u funkciji i jedan od najsavremenijih računarskih sistema za analizu, obradu i arhiviranje rezultata endoskopskih pregleda kritičnih veznih mesta i delova strukture vazduhoplova i vazduhoplovnih motora.

Najvažniju proveru osposobljenosti vazduhoplovnotehnička služba imala je tokom agresije NATO na našu zemlju. Zbog neravnopravnog odnosa snaga i potpune prevlasti agresora u vazдушnom prostoru, težište aktivnosti službe bilo je na sklanjanju i zaštiti vazduhoplovnotehničkih materijalnih sredstava od oštećenja, pripremi sredstava za upotrebu, opravci oštećene tehnike i realizaciji tehničkih unapređenja koja su znatno poboljšala našu odbranu. Pripadnici vazduhoplovnotehničke službe su u toku borbenih dejstava otklonili neispravnosti na preko 80% oštećenih vazduhoplova, kao i na raketnim sistemima KUB i NEVA, koji su bili najčešća meta agresora, a vraćali su ih u jedinice za tri do četiri dana. Po broju popravljenih radara za kontrolu vazdušnog prostora može se reći da je svaki radar za vreme agresije dva puta prošao kroz radionice vazduhoplovnotehničke službe, a realizovano je desetak modifikacija koje su znatno poboljšale borbene karakteristike sistema.

U rekordno kratkom vremenu vazduhoplovnotehnička služba je razvila i koristila novi mobilni raketni sistem kratkog dometa. Ovakvim rezultatima, pored visoke obučenosti kadra, doprinela je i dobra organizacija službe i njena čvrsta i neposredna veza sa vidom RV i PVO.

Nesumnjivo je da vazduhoplovnotehnička služba mora zadržati istovetnost funkcionisanja u miru i ratu, kako bi sa što manje prilagođavanja podržala borbena dejstva RV i PVO, da mora biti izgrađena nepodeljena odgovornost u funkcionisanju službe, da mora postojati minimalni broj posrednika po dubini njene organizacije i automatizam u snabdevanju i da se mora uvažavati i poštovati specifičnost zadataka i tehnološkog nivoa sredstava kojima raspolaže. S pravom se očekuje da će se ovi principi uvažavati u predstojećim aktivnostima na novoj organizaciji i formaciji VJ.

Mornaričkotehnička služba danas, uzimajući u obzir važnost mornaričkotehničkog obezbeđenja za izvođenje borbinih dejstava snaga RM, predstavlja osnovnu i najvažniju službu u RM. Svoje zadatke izvršava preko upravnih i izvršnih organa, koji neposredno organizuju i sprovode funkcije MTSI i stručno rukovode službom u okviru svojih nadležnosti. Ratna mornarica je izrazito tehnički vid VJ, u čija su sredstva naoružanja – ratne brodove integrisani borbeni tehnički sistemi visokog nivoa složenosti. Radi toga je to stručna služba koja vodi neprekidnu borbu za očuvanje projektovanog stepena borbene gotovosti snaga RM, njihove funkcionalnosti i pouzdanosti.

Takođe, mornaričkotehnička služba vodi stalnu brigu o planiranju razvoja i usavršavanja stručnog kadra, angažovanju svih naučnih i proizvodnih kapaciteta,

radi očuvanja tehničke i funkcionalne ispravnosti brodova i plovni objekata, obalskih oružnih sistema, uređaja i razne opreme. Od pripadnika službe zahteva se visoka multidisciplinarna stručnost, upornost i doslednost u sprovođenju zahteva kvaliteta. Stalni zahtevi za visokom pouzdanošću i efikasnošću mornaričke tehnike u specifičnom ambijentu mora, obale, plovnih reka i jezera, traže visokostručan i profesionalan odnos pripadnika mornaričkotehničke službe. Visok nivo složenosti i povećan stepen eksploatacije tehničkih sredstava RM u proteklom periodu uslovljava veću mogućnost otkaza, što od pripadnika službe traži neprekidno usavršavanje metoda rada i sticanje novih saznanja.

Delimično snižavanje nivoa materijalnih rezervi za održavanje zahteva adekvatnu raspodelu i optimalno upravljanje postojećim zalihama. Angažovanje namenskih kapaciteta za održavanje, u saradnji sa kapacitetima teritorije, promenio je organizaciju održavanja po nivoima i dovelo do nove raspodele nadležnosti i obima tehnoloških zahvata preventivnog i korektivnog održavanja. Sagledavaju se i traže putevi za prevazilaženje nepovoljnih ekonomskih uticaja na snabdevanje i održavanje tehničkih sredstava jedinica RM. Dosadašnji način finansiranja povećava kritičan broj neispravnosti brodova Flote, tako da je skoro obustavljen planski remont, pa se samo otklanjaju havarijska oštećenja u složenim uslovima iscrpljenih resursa i zaliha, rezervnih delova i repromaterijala. Iscrpljenost rezervi i tehnološka nekompletnost i istrošenost namenskih kapaciteta za održavanje, posebno u Mornaričkotehničkom remontnom zavodu „Sava Kovačević“ iz Tivta, nametnuli su znatna ulaganja, koja se u proteklom opštim ekonom-

skim prilikama nisu mogla u potpunosti obezbediti.

Radi stvaranja uslova za kvalitetniju materijalnu podršku, deo namenskih kapaciteta za održavanje angažuje se na tržištu sa profitabilnim civilnim poslovima, što će u celini pomoći osavremenjavanju i tehnološkom usavršavanju ovih kapaciteta. Deo potrebnih sredstava obezbeđuje se i prodajom suvišnih i zastarelih sredstava, što se uklapa u dimenzionisanje snaga RM i tehničke komponente u skladu sa novim organizacijsko-formacijskim rešenjima i doktrinarnim određenjima vida.

Pravci razvoja tehničke službe

Iako opterećena teškoćama i brojnim ograničenjima materijalne i finansijske prirode, tehnička služba ulazi u treći milenijum kadrovski jaka, sa jasnim programima razvoja i dogradnje, kao pouzdan oslonac tehničkom osavremenjavanju i daljoj izgradnji borbene gotovosti reorganizovane Vojske Jugoslavije. Odgovornost, kao i zahtevi tehničkoj službi u obezbeđenju efikasnosti i borbene gotovosti Vojske se povećavaju. Brojčano smanjenje Vojske neće smanjiti njene tehničke mogućnosti. Naprotiv, kvantitet će se nadomestiti kvalitetom, odnosno savremenim tehničkim sredstvima naoružanja i vojne opreme. Tehnička služba će dogradnjom svoje organizacijsko-formacijske strukture doprineti ukupnom smanjenju Vojske, i istovremeno obezbediti potpunu i kvalitetnu tehničku podršku reorganizovanoj Vojsci Jugoslavije.

Pravci razvoja tehničke službe direktno zavise od mogućnosti države i pravaca razvoja Vojske. U odnosu na doktrinu i politiku odbrane zemlje, kao opredelju-

juće uslove, svakako, prioritetni budući zadatak tehničke službe predstavlja tehnička podrška procesu osavremenjavanja Vojske Jugoslavije. Tehnička podrška će se odvijati u pravcu modernizacije postojećih i pravcu razvoja, proizvodnje i nabavke novih tehničkih sredstava.

Modernizacija postojećih tehničkih sredstava trebalo bi da obuhvati: razvoj digitalne i softverske kontrole svih vrsta upravljanja; razvoj visokoprecizne vođene i samonavođene inteligentne municije; sintezu i unifikaciju određenih tipova naoružanja.

Razvoj, proizvodnja i nabavka novih tehničkih sredstava treba da se razvijaju u pravcu: osavremenjavanja sistema artiljerijske i raketne protivvazdušne odbrane za efikasnu i preciznu borbu i sigurnu odbranu od dejstva iz vazdušnog prostora na malim, srednjim i velikim visinama; primene savremenih sredstava veze i komandovanja i komandnih informacionih sistema; primene savremene lične opreme vojnika i sredstava za ličnu zaštitu.

Nauka i tehnologija su osnov i preduslov svakog savremenog društvenog procesa, pa i osavremenjavanja Vojske i podizanja njene ukupne efikasnosti. Reorganizacija Vojske Jugoslavije u svetlu snažne, brojčano manje i tehnički modernije armije, neodvojiva je od progressa nauke i tehnologije zemlje, čijom implementacijom dobija pokretača razvoja, nosioca ideja i realizatora odluka. Stručni, kadrovski i materijalno opremljeni univerziteti i fakulteti, brojni instituti za fundamentalna i primenjena istraživanja, i razgranata mreža preduzeća nosioca različitih tehnologija iz sfere tehnike, mogu i treba da doprinesu faktoru tehničko-tehnološke modernizacije u razvoju tehničke službe.

Tehnička služba KoV u daljem razvoju biće orijentisana ka logističkom pristupu organizaciji tehničke podrške, kao podsistema u sistemu logističke podrške. Logistička podrška predstavlja operacionalizaciju opštih postavki teorije i prakse logistike u organizaciji Vojske Jugoslavije, i kao poseban sistem obezbeđuje da se usklađenim odnosom, organizacijom i angažovanjem logističkih službi realizuje materijalna podrška.

U predloženom logističkom pristupu tehnička podrška će se tretirati kao skup organizovanih i usklađenih funkcija mera i postupaka pomoću kojih komande, uprave, jedinice i ustanove Vojske i njihovih organi, jedinice i ustanove tehničkih službi obezbeđuju najpovoljnije materijalno-tehničke uslove za pripremu i izvođenje oružane borbe, život i rad Vojske.

Snabdevanje i održavanje tehničkih sredstava dograđivaće se i razvijati u smislu objedinjavanja u jedinstvene logističke funkcije kao intervidovske procese.

Efikasnost tehničke podrške meriće se pravovremenošću popune i neprekidnošću snabdevanja Vojske Jugoslavije, i drugih učesnika oružane borbe, tehničkim sredstvima i obezbeđenju njihove stalne ispravnosti, pouzdanosti i operativne gotovosti.

Osnovni principi i načela budućeg usavršavanja tehničke službe KoV, i dogradnje sistema tehničke podrške u logističkoj organizaciji Vojske Jugoslavije, biće: racionalizacija po svim elementima i funkcijama; centralizacija komandovanja; integracija; povećanje efikasnosti; povećanje operativnosti; optimalno angažovanje nacionalnih resursa; školovanje kadra; izgradnja infrastrukture; razvoj i usavršavanje tehničkih sredstava iz taktičke nadležnosti; razvoj tehnologija od-

ržavanja; podizanje kvaliteta održavanja; razvoj informacionog sistema.

Sistem snabdevanja usavršavaće se: utvrđivanjem kriterijuma; obezbeđenjem normativa; optimiziranjem lokacija razmeštaja i ešeloniranjem materijalnih rezervi, a sistem održavanja standardizacijom, tipizacijom i unifikacijom opreme za održavanje; prilagođavanjem opreme nadležnostima po nivoima i grupama tehničkih sredstava; optimiziranjem odnosa opšteg, univerzalnog i specijalnog alata, po nivoima održavanja i u okviru jednog nivoa; optimizacijom sadržaja ručnog kompleta alata i kompleta pokretnih radionica za održavanje i podizanjem dijagnostike sredstava na viši nivo.

Vazduhoplovnotehnička služba, kao najveća i najvažnija služba RV i PVO, i u budućnosti će pratiti razvoj vida RV i PVO i opremiti se i osposobljavati za vazduhoplovnotehničku podršku, verovatno manjeg ali efikasnijeg i tehnički bolje opremljenog vazduhoplovstva. Promene moraju da budu zasnovane na dosadašnjim iskustvima iz naše prakse, kao i na pravcima razvoja ove službe u razvijanim svetskim vazduhoplovstvima. Nova vazduhoplovnotehnička služba može biti manja i efikasnija samo ako bude dobro materijalno opremljena (alatom, opremom, infrastrukturom) i popunjena profesionalnim stručnim kadrom, sposobnim da prihvati nadolazeću generacijsku smenu tehnike.

Neophodno je vratiti raniji sistem školovanja čvrsto vezan za naše eminentne visokoškolske ustanove – Mašinski i Elektrotehnički fakultet. Sistem održavanja mora se unapređivati uvođenjem savremenih sistema održavanja, automatskih alata i savremene opreme za dijagnostiku, a informacioni sistem VTSl mora

se dograditi tako da obezbedi potpunu kontrolu nad stanjem i resursima VTMS.

Mornaričkotehnička služba, s obzirom na raspoloživost, raznovrsnost i složenost mornaričke tehnike, perspektivno će jačati svoju kadrovsku i tehničko-tehnološku osnovu, uz oslonac na tehnički kadar civilnog sektora.

Uz obezbeđenje najpovoljnijih materijalno-tehničkih uslova za obuku, život i rad, posebne mere i aktivnosti usmeravaće se na unapređenje delatnosti razvoja i modernizacije postojećih efekta RM. Težište modernizacije flotnih snaga i oružnih sistema obalskih snaga treba sprovedi sa osloncem na naučne, tehničko-tehnološke i proizvodne kapacitete u SRJ, uz uklapanje u najviše dostupne standarde i taktičko-tehničke zahteve koji se postavljaju pred nosioce razvoja naoružanja i vojne opreme u razvijenim zemljama i savremenim svetskim mornaricama.

Opremanje novim brodovima i borbenim sistemima, kao i modernizacija postojećih, ostvarivaće se u skladu sa realnim finansijskim mogućnostima. Osim poštovanja finansijskih okvira na ovom zadatku, služba će se prilagođavati i rukovoditi principima povećanja kvaliteta na račun kvantiteta, unifikacijom oružnih i pogonskih sistema i pratećih kompleta alata i opreme, informatičke i informacione efikasnosti i posebno mobilnosti elemenata održavanja i snabdevanja-popune. Integracijom službi, tj. ojačanjem pozadine Flote u skladu sa novim organizacijsko-formacijskim rešenjima, uz adekvatnu materijalno-tehničku i informativnu podršku i planska ulaganja u kapacitete teritorije, stvoriće se najpovoljniji uslovi za zadovoljenje logističke podrške RM u celini, i optimizirati funkcionisanje MTSI.

Mornaričko-tehnička služba moraće da definiše nove kriterijume i normative materijalnog obezbeđenja snaga RM, kako bi se obezbedili najpovoljniji uslovi za život i rad.

Prema tome, služba će i u perspektivi ostati osnovni nosilac zadataka mornaričkotehničke podrške, i pouzdan oslonac – stručni i tehnički, u rešavanju svih zadataka vida. Poseban napor i adekvatno angažovanje služba će usmeriti na školovanje i usavršavanje kadra, koje će se izvoditi u Školskom centru RM i Vojnoj akademiji smer mornaričkotehničke službe, kao i kroz korišćenje usluga ostalih obrazovnih i naučnih ustanova.

Otvaraju se i mogućnosti za perspektivnu naučno-tehničku saradnju sa inostranim RM. U osnovi ponuda RM odnosiće se na pružanje usluga remonta (remont fregata i podmornica), prenosa tehnologije i izvođenja obuke za mornaričke oficire i podoficire. Na taj način ostvarili bi se prihodi koji bi omogućili da se za određeni period (do 2010. godine) održi tehnička i funkcionalna ispravnost brodova i borbenih sistema naše RM.

Zaključak

Danas tehnička služba ima organizacijsko-formacijska rešenja primerena dostignućima ovog vremena u organizaciji velikih sistema na osnovu multidisciplinarnih nauka, u skladu sa savremenim zahtevima tehničke podrške po konceptu logističkog pristupa. U razmatranju dostignutog nivoa i budućih pravaca razvoja generalizuju se stavovi koji se mogu dati u formi odgovarajućih zaključaka.

1. Postojeća sistemski rešenja u izvršavanju osnovnih funkcija iz nadležnosti tehničke službe, sa raspoloživim kadrom, infrastrukturom i materijalnom

podrškom, primerenom mogućnosti društva i države, obezbeđuju tehničku podršku u skladu sa projektovanim nivoom borbene gotovosti.

2. Fleksibilnost organizacije, naučno razrađene teorijske postavke i algoritmi realizacije namenskih zadataka mogu podržati svaki proces reorganizacije Vojske po modelu osavremenjavanja, u skladu sa hipotezama ratovodstva i zahtevima doktrine odbrane.

3. Pravci razvoja na početku milenijuma biće opredeljeni implementacijom u tehničku podršku novijih teorijskih i praktičnih saznanja o tehničko-tehnološkom faktoru Vojske, i uvažavanju njegovog većeg značaja u vojnoj doktrini.

4. Kao primarni činilac tehničko-tehnološkog osavremenjavanja Vojske, i izgradnje materijalno-tehničkog faktora u obezbeđenju borbene gotovosti, tehnička služba će svoje delovanje usmeriti na nekoliko težišnih pravaca: kadrovsko jačanje, školovanje i obuku kadra na svim nivoima po svetskim standardima; dogradnju sistema tehničke podrške, snabdevanja i održavanja po principima naučne organizacije sa naglašenim fun-

kcionalnim principima i logističkim konceptom; osavremenjavanje tehničkih sredstava iz taktičke nadležnosti službe u funkciji namenskih zadataka. Simbioza ove tri celine učiniće tehničku službu superiornom i tehnički nadmoćnom i dati joj mesto koje joj pripada u odnosu na sve veći značaj ovog faktora u ratovodstvu, po uzoru na savremene armije.

Literatura:

- [1] Jovanović, L.: Tehnička služba KoV JNA: 1945–1985, VIZ, 1989.
- [2] Pravilo Tehničke službe, 1979.
- [3] Logistika-Logističko inženjerstvo, skripta, SSNO, 1981.
- [4] Borović, S.; Nikolić, I.: Višekriterijumska optimizacija, CVŠ VJ, Beograd, 1996.
- [5] Projekat Primena logističkog pristupa u organizovanju Vojske Jugoslavije, SP GŠ VJ, 1999.
- [6] Projekat Reorganizacija Vojske Jugoslavije, GŠ VJ, 2000.
- [7] Pantelić, V.: Pozadina i logistika – koncepcije i perspektive, Novi glasnik 2/1998.
- [8] Taktičko-tehnički zahtevi za razvoj tehničkih materijalnih sredstava, SNO 1096/85.
- [9] Nikolić, M.; Smiljanić, Č.: Primena logističkog pristupa u organizaciji snabdevanja pogonskim sredstvima i održavanja pogonske opreme, Vojnotehnički glasnik 2/2000.
- [10] Stanojević, P.; Mišković, V.: Osnovi metodologije projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema, Vojnotehnički glasnik 2/2000.
- [11] Nikolić, M.: Efikasnost funkcionisanja sistema tehničkog obezbeđenja združenih taktičkih jedinica u oružanoj borbi, doktorska disertacija, Zagreb, VVTS KoV, 1989.

Dr Vasilije Mišković,
pukovnik, dipl. inž.
Dr Petar Stanojević,
major, dipl. inž.
Vojnotehnička akademija VJ.
Beograd

KRITERIJUMI ZA OCENU VARIJANTNIH REŠENJA ORGANIZACIJE LOGISTIČKE PODRŠKE – POZADINSKOG OBEZBEĐENJA

UDC: 355.41.001.26:65.01

Rezime:

U radu je prikazan način izdvajanja, definisanja, formalizacije i struktuiranja kriterijuma za ocenu složenih organizaciono-tehnoloških sistema. Izbor, definisanje, formalizaciju i struktuiranje kriterijuma nije moguće izvršiti bez poznavanja samog organizaciono-tehnološkog sistema, problema, predmeta i cilja ocenjivanja, izbora modela ocenjivanja, metode za ocenu i rangiranje. U članku su na primeru prikazani, u opštem obliku, mogući kriterijumi za ocenu i rangiranje varijanti organizacije logističkih – pozadinskih sistema. Izdvajanje, struktuiranje i prikaz kriterijuma za ocenu i rangiranje organizacije logističkih – pozadinskih sistema, urađeno je radi sagledavanja sadržaja razmatranja, a manje zbog konačnih kriterijuma.

Ključne reči: kriterijum, ocena, logistički sistem, višekriterijumska optimizacija.

CRITERIA FOR THE EVALUATION OF LOGISTIC SUPPORT ORGANIZATIONAL VARIANTS

Summary:

The paper presents the way of choosing, defining, formalizing and structuring criteria for the evaluation of complex organizational and technological systems. Choice, definition, formalization and structuring of criteria are impossible to be realized without knowing the very organizational-technological system, problems, evaluation subject and objective, choice of an evaluation model, evaluation method and ranking. The paper gives a general form of possible criteria for the evaluation and ranking of organizational variants of logistic systems. Choice, structuring and presenting evaluating criteria as well as ranking of logistic systems organizations has been performed more for the sake of their review and less for the sake of giving final criteria.

Key words: criterion, evaluation, logistic system, multicriteria optimization.

Uvod

Problemi i ciljevi ocenjivanja, kao i modeli za ocenu složenih organizaciono-tehnoloških sistema (OTS), u koji spada logistički – pozadinski sistem, mogu biti različiti. Ono što je u ocenjivanju invarijantno jeste neophodnost postojanja kri-

terijuma za ocenu. Kriterijumi nužno moraju da postoje pri ocenjivanju OTS-a, što ne znači da u svakom modelu ocenjivanja oni moraju biti strogo formalizovani. Da li će i kako kriterijumi biti formalizovani zavisi od primenjenog modela ocenjivanja, a njegov izbor zavisi od karakteristika OTS-a, od cilja ili ciljeva

ocenjivanja, problema koji se tom prilikom javljaju, itd.

Ako se u modelima ocenjivanja ne zahteva strogo definisanje, formalizovanje i struktuiranje kriterijuma, to ne znači da oni ne postoje. Na primer, u modelu ocene gde se varijante OTS-a rangiraju na osnovu ekspertske ocene ranga, kriterijumi se formalno ne pojavljuju. Međutim, da bi svaki od eksperata mogao da uspostavi sopstveni rang varijanti, uspostavlja i sopstvene kriterijume za ocenu i rangiranje varijanti. U ovom slučaju, kriterijumi nisu identični kod svih eksperata, kao ni relativna važnost tih kriterijuma, ali je bitno da oni postoje.

Cilj ovog rada jeste da se izdvoje, struktuiraju i prikažu, u opštem obliku, mogući kriterijumi za ocenu i rangiranje varijanti organizacije logističkih – pozadinskih sistema. Dakle, sugeriše se šta bi pri ocenjivanju trebalo da bude predmet ocene, a ne daju se konačni kriterijumi. Uostalom, definisanje, formalizaciju i struktuiranje kriterijuma nije moguće izvršiti bez prethodno potpunog poznavanja problema, predmeta i cilja ocenjivanja, kao i izbora modela ocenjivanja.¹

Kada je u pitanju materijalna i zdravstvena podrška vojske, u različitim armijama u svetu, po najgrubljoj klasifikaciji, pojavljuju se logistički sistemi podrške i pozadinski sistemi podrške. Po kategorijalno-pojmovnom određenju pojam logističke podrške i pojam pozadinske podrške kod nas nije jasno razgraničen. Osnovni uzroci tome su da su i logistički i pozadinski sistem samo dva organizaciona oblika jednog istog sistema koji imaju istu namenu i cilj postojanja, i da u svetu ne postoje realni sistemi sa „čistim“ oblicima organizovanja. Radi toga

će u ovom radu pod pojmom logistička podrška biti podrazumevan sistem čija organizaciona struktura teži funkcionalnoj, a pod pojmom pozadinska podrška sistem čija organizaciona struktura teži departmanskoj (linijsko-štabnoj) organizacionoj strukturi. S obzirom na to da je namena i cilj postojanja ovakvih sistema ista, bez obzira na organizacione oblike, to su i kriterijumi za njihovu ocenu isti ili veoma slični. U ovom radu biće korišćen termin logistički – pozadinski sistem vojske (LPSV).

Osnovne karakteristike logističkih – pozadinskih sistema vojske

Posmatrano u užem smislu LPSV predstavlja podsistem vojske koji ima za cilj da opsluži materijalne i zdravstvene potrebe vojnog sistema u celini. U širem smislu, on je specifičan uslužno-proizvodni sistem sa mnogo karakterističnih dimenzija, namenjen za postizanje velikog broja sadržinski različitih potciljeva za čije se potrebe mora formirati složena organizacija, i koristiti široka paleta raznorodnih resursa. U tom smislu može se posmatrati kao složen OTS.

Do nedavno se smatralo da se osnovna specifičnost ovog sistema ogleda u tome da on može funkcionisati u dva znatno različita stanja – ratnom i mirnodopskom. Zakonitosti i zahtevi funkcionisanja u jednom i drugom stanju evidentno se razlikuju. Osnovni cilj, odnosno svoju svrsishodnost, ovaj sistem nedvosmisleno postiže ako uspe da obezbedi nesmetano funkcionisanje u ratu. Zbog toga je rat referentno stanje sistema. Prema tome, mirnodopsko stanje može biti samo izvedeno stanje, koje se mora karakterisati maksimalnom racionalizacijom i ekonomičnošću funkcionisanja. Da-

¹ Problem ocenjivanja i modela ocenjivanja nije predmet ovog rada.

nas se nameće potreba za razmatranjem i trećeg značajnog stanja – kriznog stanja, koje se karakteriše raznolikošću pojavnih oblika i intenziteta ispoljavanja. Potrebu za njegovim razmatranjem inicirala su iskustva različitih zemalja, iskustva iz događaja na tlu nekadašnje Jugoslavije, permanentnih kriznih žarišta na nekim delovima teritorije SRJ, ali i doktrinarnih opredeljenja nekih armija relevantnih zemalja, u kojima se već duže vreme ovakvo stanje razmatra. Pored navedenog u „krizne situacije“ se mogu ubrojati i funkcionisanje vojske u slučaju elementarnih katastrofa. Proizilazi da su referentna stanja u kojima funkcioniše LPSV rat, krizno stanje i mir.

Zahtevi za bilo kojim vidom materijalnog ili zdravstvenog obezbeđenja po svojoj prirodi toliko se razlikuju da se ovaj sistem po tipu tehnologije može svrstati u pojedinačni, a tek u nekim slučajevima u maloserijski i sredneserijski tip.

Izbor karakterističnih kriterijuma za rangiranje i ocenu varijanti organizovanja LPSV

Polazna osnova za određivanje kriterijuma koji će biti uvršteni u model za ocenjivanje varijantnih rešenja organizovanja LPSV i njegovih podsistema – funkcija zasniva se na obuhvatu kriterijuma i principa koji se koriste za ocenu valjanosti LPSV, kao i na kriterijumima koje za kvalitet materijalnih sredstava i uslužne delatnosti (LPSV predstavlja upravo takav sistem, kao i svi drugi logistički sistemi) propisuju standardni ISO-JUS-SNO 9000 i 10000.² Uporedni pregled

ovih kriterijuma i principa koji se koriste kao kriterijumi, prikazan je u tabeli 1.

U tabeli su namerno navedeni „kriterijumi – principi pozadinskog obezbeđenja“, jer se smatralo da se svaki od principa organizovanja pozadinskog obezbeđenja može u određenoj situaciji proglasiti i za kriterijum uspešnosti konkretnog organizacionog rešenja.³

Pregled kriterijuma u tabeli struktuiran je tako da su paralelno (po redovima) dati istovetni ili sadržajno istovetni kriterijumi. Sadržaj i značenje ovih kriterijuma prikazan je u literaturi Komparativna analiza, ISO 9000, N. Vujanović, tako da se neće opširnije obrazlagati. Očigledna je izuzetna sličnost kriterijuma koji se primenjuju u sva tri slučaja.

Navedene činjenice govore o sveobuhvatnosti, pogodnosti i opštoj prihvatljivosti navedenih kriterijuma za ocenu valjanosti – svrsishodnosti sistema koji se bave podrškom sistema „osnovne“ delatnosti, u ovom slučaju onog dela vojnog sistema kome je osnovni zadatak izvođenje udara, odnosno pokreta, vatre i manevra. To i jeste osnovni opredeljujući faktor za izbor konkretnih kriterijuma preko kojih bi se merila valjanost varijantnih rešenja u organizovanju LPSV. Međutim, postoje i izvesne specifičnosti na koje posebno treba obratiti pažnju. To se odnosi na kriterijume efektivnosti (koji opisuje postizanje osnovnog cilja postojanja nekog sistema – npr. za funkciju održavanja to je operativna gotovost – raspoloživost tehničkih sredstava) i efikasnosti (koji opisuje koliko je „napora“ potrebno, odnosno kojom se brzinom i kolikim angažovanjem – utroškom resursa postiže cilj posmatranog sistema).

² Kriterijumi definisani serijom standarda ISO-JUS 9000 i 10000 navedeni su samo radi upoređenja.

³ Jasno i potpuno razgraničenje među načelima, principima, kriterijumima i ograničenjima moguće je u slučaju formulisanja problema i određenja odnosnog predmeta.

Uporedni pregled kriterijuma i principa logističke podrške, pozadinskog obezbeđenja i ISO 9000 i 10000

Kriterijumi valjanosti sistema logističke podrške	Kriterijumi – principi pozadinskog obezbeđenja	Kriterijumi kvaliteta tehničkih sredstava i usluga po ISO 9000 i 10000
Efektivnost Efikasnost Integracija Autonomnost Kontinuitet Improvizacija – elastičnost Teritorijalnost Ekonomičnost Realnost Fleksibilnost Predviđanje Pokretljivost Sigurnost Jednostavnost	Efektivnost Efikasnost Integralnost Autonomnost Neprekidnost Univerzalnost Teritorijalna organizacija Ekonomičnost, racionalnost Brz prelazak na rat Elastičnost, adaptabilnost Jedinstvo Pravovremenost Nepodeljenost odgovornosti Jedinstvo informacionog sistema Priprema kapaciteta i teritorije za rat u miru Utvrđenost nadležnosti i odgovornosti	Komunikacija Spremnost za odziv Opipljivost Pouzdanost Sigurnost Kompetentnost Ljubaznost Verodostojnost Pristup

Kao kriterijume za ocenu kvaliteta sistema logističke podrške, pojedini strani (vojni) autori eksplicitno navode posebne kriterijume efektivnosti i efikasnosti, a neki ih ne navode iako ih u praksi evidentno koriste. U nekim armijama ovi se kriterijumi određuju kao osnovni – vršni za ocenu valjanosti sistema LPSV (komparativna analiza). To, kao i iskustva iz dosadašnje teorije i prakse upravljanja posmatranim sistemom, navode na zaključak da se pored navedenih kriterijuma za ocenu LPSV moraju uvesti i neki dodatni koji bi bliže odredili valjanost pojedinih varijantnih rešenja organizovanja, ali i valjanost organizacije pojedinih funkcija LPSV.

Takođe, važno je uočiti da u ovom slučaju može da se radi i o projektovanju

novog i ocenjivanju i reprojektovanju postojećeg LPSV. Da bi bili obuhvaćeni svi navedeni slučajevi ne može se direktno iz literature preuzeti jedan deo navedenih kriterijuma, jer oni, u stvari, čine principe – načela na kojima se grade modeli, odnosno moraju se isključivo zadati unapred, pa su zbog toga invarijantni i nema potrebe za njihovim ocenjivanjem – određivanjem. Načelno, u takve kriterijume – principe spadaju (što ne važi za svaki konkretan slučaj ocenjivanja):

- integracija – u potpunosti zavisi od generisanog varijantnog rešenja organizovanja, pa nije relevantan kao kriterijum;

- autonomnost – predstavlja princip na kojem se gradi model i mora se zadati unapred, pa kao kriterijum nije relevantan;

– kontinuitet – predstavlja princip na kojem se gradi model, jer bez njega nema smislenih varijantnih rešenja, pa kao kriterijum nije relevantan;

– teritorijalnost – u potpunosti zavisi od generisanog varijantnog rešenja organizovanja, pa nije relevantan kao kriterijum;

– realnost – varijantna rešenja koja ne omogućavaju prelazak mirnodopske u ratnu armiju nema smisla razmatrati, jer se to mora podrazumevati kao uslov bez kojeg nije moguće projektovati ratnu armiju, pa nije relevantan kao kriterijum. Suštinski je već uključen kroz, u daljem tekstu, kriterijum jednostavnosti;

– predviđanje – obezbeđuje se kroz uspešno generisana varijantna rešenja organizovanja, a suštinski je obuhvaćeno preko kriterijuma elastičnosti i fleksibilnosti, pa nije relevantan kao kriterijum;

– sigurnost – suštinski je uključen u kriterijum efektivnost, pa nije relevantan kao kriterijum;

– jedinstvo – to je princip koji je važio u JNA i opisivao stepen sličnosti i povezanosti jedinica JNA i TO po pitanju pozadinskog obezbeđenja. U današnje vreme može se tumačiti kao postulat o jedinstvenom pozadinskom obezbeđenju ratne i mirnodopske armije, što je princip bez kojeg je besmisleno graditi bilo koje varijantno rešenje organizovanja u ovom slučaju;

– pravovremenost – predstavlja princip organizovanja, a suštinski je uključen u kriterijum efektivnost, pa nije relevantan kao kriterijum;

– nepodeljenost odgovornosti – u potpunosti zavisi od generisanog varijantnog rešenja organizovanja, predstavlja suštinski princip izgradnje organizacionih sistema, pa nije relevantan kao kriterijum;

– jedinstvo informacionog sistema – u potpunosti zavisi od generisanog varijantnog rešenja organizovanja, pa nije relevantan kao kriterijum;

– priprema kapaciteta i teritorije za rat u miru – u potpunosti zavisi od generisanog varijantnog rešenja organizovanja, pa nije relevantan kao kriterijum;

– utvrđenost nadležnosti i odgovornosti – predstavlja temeljan princip organizacije rada, pa nije relevantan kao kriterijum. Takođe, više je vezan za sistem PoOb, pa nije invarijantan;

– kompetentnost, ljubaznost i verodostojnost – predstavljaju početne premise projektovanja realnih uslužnih sistema, pa nisu relevantni kao kriterijumi.

Dakle, koncipiranje modela uspešnosti mora se zasnivati na obuhvatu celine funkcionisanja LPSV i njegovih delova, kao entiteta koji imaju odlike poslovnog – uslužnog sistema. Da bi se obezbedila invarijantnost, ukupna uspešnost LPSV – $E(t)$ bi se mogla, uslovno, tumačiti kao funkcija efektivnosti (E_f), organizacione efikasnosti (E_o), ekonomske komponente (E_e) i efektivnosti ispunjenja karakterističnih zahteva vojnog sistema (E_v):

$$E(t) = f(E_f, E_o, E_e, E_v)$$

Svaka od ovih komponenti istovremeno određuje uspešnost LPSV u obliku serijske veze. Fizički deo projektovanog sistema definiše se tehnološkim projektom, veze određuju organizacionom – upravljačkom strukturom, a procesi ostvaruju upravljanjem. Na osnovama raščlanjivanja i analize filozofije koncipiranja modela i iznetih kriterijuma, kao opšti kriterijumi za ocenu sistema LPSV mogu se odrediti: **efektivnost, efikasnost,**

elastičnost,⁴ fleksibilnost, troškovi, jednostavnost, pokretljivost.

Radi bližeg određenja, kriterijumi efektivnosti i ekonomičnosti govore sami za sebe, kriterijumi efikasnosti, elastičnosti i fleksibilnosti opisuju organizovanost (kvalitet projektovane organizacije), dok kriterijumi jednostavnosti i pokretljivosti predstavljaju kriterijume specifične za ostvarenje svrhe vojnog sistema kao celine.

Zbog svoje kompleksnosti na najvišem nivou razmatranja, odnosno kada se bude posmatrao LPSV kao celina, ne preostaje ništa drugo već da se vrednosti ovih kriterijuma ekspertski ocenjuju na osnovu pokazatelja varijantnih rešenja pojedinih funkcija. Međutim, na nižem nivou – nivou pojedinih funkcija LPSV, ovi kriterijumi se moraju razraditi i po mogućnosti svoje vrednosti dobiti putem korišćenja adekvatnih simulacionih ili analitičkih modela za proračun.

Opis kriterijuma

EFEKTIVNOST – služi za ocenu u kojoj meri je LPSV u stanju da u toku funkcionisanja na predviđeni način i sa predviđenim intenzitetom zahteva, iste zadovolji. Po ovom kriterijumu sistem je potrebno oceniti u ratu, miru i kriznim situacijama. Kriterijumske vrednosti dobijaju se modelovanjem.

EFIKASNOST – služi za ocenu koliko sistem ono što može da realizuje realizuje brzo i koliko je opterećenje pojedinih delova u sistemu. Kriterijum je opisan sa više potkriterijuma. Sve kriterijumske vrednosti se dobijaju modelovanjem.

ELASTIČNOST – služi za ocenu u kojoj meri je sistem u stanju da na sebe

⁴ Elastičnost i fleksibilnost se u literaturi tumače na različite načine. U ovom radu ih treba shvatiti onako kako su ovde definisani.

prihvati udare, odnosno u kojoj meri može da zadovolji potrebe pri ekstremno velikim zahtevima i pri gubitku dela svojih resursa. Ovaj kriterijum opisuje se sa više potkriterijuma, koji takođe imaju svoje potkriterijume. Kriterijumske vrednosti za ovaj kriterijum izražavaju se na isti način kao i kod kriterijuma efektivnosti, a dobijaju se modelovanjem.

FLEKSIBILNOST – služi za ocenu u kojoj meri je sistem u stanju da se u toku funkcionisanja na predviđeni način prilagodi konkretnoj situaciji, u kojoj meri je sposoban da se prilagodi kriznim situacijama, i u kojoj meri je sposoban da se prilagodi (reorganizuje) za situacije koje mogu nastati. Ovaj pokazatelj organizovanosti sistema zavisi i od karakteristika kadra koji radi u sistemu, kao što su npr. obučenost za vršenje različitih dužnosti, motivisanost, inventivnost, itd. Sa fleksibilnošću ima veze i broj jedinica ili resursa (organizovanih u pogodne – modularne celine) koji upravljanju stoje na raspolaganju u bilo kojoj situaciji. Zbog toga je veoma teško kvantifikovati sve aspekte ovog kriterijuma, pa je opisan sa više potkriterijuma, a kriterijumske vrednosti se dobijaju ekspertskom ocenom i modelovanjem.

TROŠKOVI – pokazuju koliki resursi moraju biti angažovani da bi sistem imao karakteristike koje su predstavljene kriterijumskim vrednostima. Ovaj kriterijum opisan je sa više potkriterijuma, koji imaju svoje potkriterijume. Kriterijumske vrednosti za sve potkriterijume su brojevi u apsolutnom iznosu ili se izražavaju u operativno-proračunskim jedinicama. Kriterijumske vrednosti određuju se modelovanjem. Važno je da se isti troškovi zaračunavaju kod svih varijanti, kako bi se moglo izvršiti upoređenje. Varijante koje zahtevaju znatno više tehnoloških elemenata (TE) i/ili zaposlenih, oči-

gledno su skuplje, jer postoji značajna korelacija između nepromenljivih troškova i ukupnih troškova funkcionisanja sistema. Preliminarno rangiranje varijanti može se izvršiti i samo prema nekim veličinama, npr. potrebnom broju zaposlenih, broju TE, visini zaliha, itd., jer oni sigurno čine većinu troškova (A. A. Anders i dr., 1982). Proizilazi da se rangiranje varijanti po ovom kriterijumu može pouzdano izvršiti upoređivanjem nepromenljivih troškova, koji svoj iskaz imaju u broju potrebnih najznačajnijih tehnoloških elemenata (TE), visini materijalnih rezervi i broju potrebnog ljudstva.

JEDNOSTAVNOST – služi za ocenu mogućnosti sistema da na lak način pređe iz jednog relevantnog stanja u drugo, kao i to da se u sistemu ostvari tok materijala i informacija najkraćim putem bez nepotrebnog zadržavanja, suvišnih manipulacija materijalnih sredstava i nepotrebnih obrada informacija. Ovaj kriterijum opisan je sa više potkriterijuma, od kojih neki takođe imaju svoje potkriterijume kroz koje su izražene kriterijumske vrednosti kriterijuma. Vrednosti ovih potkriterijuma dobijaju se modelovanjem i ekspertskom ocenom.

POKRETLJIVOST – služi za ocenu u kojoj meri je sistem u stanju da dislocira svoje resurse iz stacionarnih objekata, i vrši potrebne manevre resursima. Vrednosti potkriterijuma dobijaju se modelovanjem.

Primeri struktuiranja kriterijuma po osnovnim funkcijama LPSV

Problem određivanja kriterijumskih vrednosti, odnosno težnja da se kriterijumske vrednosti izražavaju fizički merljivim veličinama, nameću potrebu postojanja izuzetno velikog broja kriterijuma.

Zbog toga se kriterijumi najčešće hijerarhijski struktuiraju, kao što je urađeno i u ovom primeru.

U ovom radu dati su kriterijumi za ocenu i rangiranje varijanti LPSV za funkciju održavanja i funkciju snabdevanja i transporta (tabele 2 i 3).

Na osnovu iznetog, neki od izabranih kriterijuma za ocenu sistema održavanja, kao potceline LPSV, imaju određene karakteristike.

K_1^0 – EFEKTIVNOST

Izrazi za izračunavanje operativne gotovosti poznati su u teoriji, a zasnivaju se na odnosu vremena kada se grupa ili jedno TS moglo angažovati, i vremena kada se to angažovanje zahtevalo. Kod vojnih sistema gde postoje gubici TS, bilo povratni ili nepovratni, i gde je cilj SOD-a još i spasavanje TS izvlačenjem i evakuacijom raspoloživost se, uslovno, može odrediti kao odnos srednje vrednosti broja ispravnih sredstava NVO prema ukupnom broju sredstava NVO u nekom periodu.

Gubici sredstava NVO zbog nepravovremenog izvršenja radnji održavanja u ratu određuju se kao i broj sredstava koja je zarobio neprijatelj u toku izvršenja ratnih dejstava.

K_2^0 – EFIKASNOST

Srednje vreme zastoja izražava se u danima.

Iskorišćenje se izražava u procentima (vreme korišćenja u odnosu prema potrebnom vremenu korišćenja).

Raspon opterećenja komandnih nivoa po broju informacija koje se moraju obraditi izražava se po čoveku u jedinici vremena.

Kriterijumi za ocenu sistema održavanja

Kriterijum 0. nivoa	Kriterijum 1. nivoa	Kriterijum 2. nivoa	Način određivanja kriterijumskih vrednosti	
EFEK- TIVNOST	Operativna gotovost sredstava NVO u miru	Po vrstama sred- stava	Raspoloživost se može odrediti kao odnos srednje vrednosti broja ispravnih sredstava NVO prema ukupnom broju sredstava NVO u nekom periodu. Gubici sredstava NVO zbog nepravovremenog izvršenja radnji održavanja u ratu određuju se kao broj sredstava koja su zarobljena.	
	Operativna gotovost sredstava NVO u kriznoj situaciji			
	Operativna gotovost sredstava NVO u ratu			
	Gubici sredstava NVO zbog nepravovremenog izvršenja radnji održavanja u ratu			
EFIKAS- NOST	Srednje vreme zastoja zbog održavanja kategorije sredstava NVO u miru	Po vrstama sred- stava	Srednje vreme zastoja izražava se u danima. Iskorišćenje se izražava u procentima (vreme korišćenja u odnosu na potrebno vreme korišćenja). Raspon opterećenja komandnih nivoa po broju informacija koje se moraju obraditi izražava se po čoveku u jedinici vremena.	
	Srednje vreme zastoja zbog održavanja kategorije sredstava NVO u kriznoj situaciji			
	Srednje vreme zastoja zbog održavanja kategorije sredstava NVO u ratu			
	Procenat izvršenih preventivnih radova održavanja (od predviđenih) na kategorijama sredstava NVO u miru			
	Procenat izvršenih preventivnih radova održavanja (od predviđenih) na kategorijama sredstava NVO u kriznoj situaciji	Po svakom nivou posebno		
	Procenat izvršenih preventivnih radova održavanja (od predviđenih) na kategorijama sredstava NVO u ratu			
	Broj ljudi zaposlen u upravnim organima prema izvršnim u miru	Po svakom nivou posebno		
	Broj ljudi zaposlen u upravnim organima prema izvršnim u ratu	Po svakom nivou posebno		
	Raspon opterećenja komandnih nivoa po broju informacija koje se moraju obraditi u ratu	Svi komandni nivoi i organi za održavanje		
	Raspon opterećenja komandnih nivoa po broju informacija koje se moraju obraditi u kriznim situacijama	Isto		
Raspon opterećenja komandnih nivoa po broju informacija koje se moraju obraditi u miru	Isto			
ELAS- TIČNOST	Operativna gotovost sredstava NVO pri ekstremno visokim tehnološkim zahtevima (gubicima sredstava NVO)	Po vrstama sred- stava	Operativna gotovost izražava se na istovetan način kao i kod kriterijuma efektivnost. Kada se misli na gubitke tehnoloških elemenata podrazumevaju se linearni gubici određenog procenta.	
	Operativna gotovost sredstava NVO pri gubitku tehnoloških elemenata i rezervi rezervnih delova do 10%			
	Operativna gotovost sredstava NVO pri gubitku tehnoloških elemenata i rezervi rezervnih delova do 20%			

Kriterijum 0. nivoa	Kriterijum 1. nivoa	Kriterijum 2. nivoa	Način određivanja kriterijumskih vrednosti
	Operativna gotovost sredstava NVO pri gubitku tehnoloških elemenata i rezervi rezervnih delova do 30%		
FLEKSI- BILNOST	Broj jedinica koje direktno stoje na raspolaganju (kojima se direktno komanduje) komandnim nivoima u miru	Po svakom nivou posebno	Kriterijumske vrednosti se dobijaju modelovanjem
	Broj jedinica koje direktno stoje na raspolaganju (kojima se direktno komanduje) komandnim nivoima u ratu		
	Procenat kapaciteta koji direktno stoje na raspolaganju (kojima se direktno komanduje) komandnim nivoima u miru		
	Procenat kapaciteta koji direktno stoje na raspolaganju (kojima se direktno komanduje) komandnim nivoima u ratu		
	Broj veza kojima se direktno ostvaruje komandovanje održavanjem po komandnim nivoima		
TROŠ- KOVI	Broj oficira	Nema	Prebrojavanjem
	Broj podoficira		
	Broj civilnih lica profesionalaca		
	Broj vojnika mehaničara		
	Broj tenkova za izvlačenje		
	Broj vučnih vozova do 20 t		
	Broj vučnih vozova do 50 t		
	Broj auto-dizalica do 10 t		
	Broj dizalica do 50 t		
	Broj dizalica preko 50 t		
	Broj pokretnih radionica		
	Broj vozila do 1,5 t za prevoz ekipa		
	Broj stacionarnih punktova za održavanje u miru		
JEDNO- STAV- NOST	Prelazak sa mirnodopskog na ratno stanje	- odnos vojnog i popisnog fonda vozila - odnos mirnodopskog i ratnog sastava - odnos broja gotovih jedinica i ukupnog broja jedinica - odnos broja jedinica sa mirnodopskim jezgrom i ukupnog broja jedinica - odnos broja jedinica - bez mirnodopskog jezgra i ukupnog broja jedinica	Vrednosti kriterijuma izračunavaju se u vidu jednostavnih odnosa

Kriterijum 0. nivoa	Kriterijum 1. nivoa	Kriterijum 2. nivoa	Način određivanja kriterijumskih vrednosti
JEDNOSTAV- NOST	Prelazak na funkcionisanje u kriznim situacijama	Nema	Vrednost kriterijuma određuje se ekspertskom ocenom
	Broj mesta u liniji komandovanja gde se obrađuju informacije, a taj nivo nema izvršnih organa i ne realizuje održavanje	Nema	Vrednosti kriterijuma izračunavaju se u vidu jednostavnih odnosa.
	Procenat tehnoloških zahteva koje u ratu može realizovati postojeći sistem održavanja bez mobilizacije po kategorijama sredstava NVO	Po vrstama sredstava	
	Procenat tehnoloških zahteva koji se u miru realizuju van vojnog sistema održavanja	Nema	
	Procenat tehnoloških zahteva koji se u ratu realizuju van vojnog sistema održavanja	Nema	
	Srednji procenat kapaciteta koji se preliva sa višeg na niži nivo održavanja u ratu	Po svakom nivou posebno	
POKRE- TLJI- VOST	Broj jedinica nivoa odeljenja za održavanje koje mogu obavljati radove koristeći armijsku pokretnu remontnu opremu	Po svakom nivou posebno	
	Broj ekipa za održavanje koje se mogu isturiti jednovremeno koristeći armijska transportna sredstva		
	Broj ekipa za održavanje koje se mogu isturiti jednovremeno u ratu		

K_3^0 – ELASTIČNOST

Operativna gotovost izračunava se na istovetan način kao i kod kriterijuma efektivnost. Kada se misli na gubitke tehnoloških elemenata podrazumevaju se linearni gubici određenog procenta.

K_4^0 – FLEKSIBILNOST

Kriterijumske vrednosti dobijaju se modelovanjem.

K_5^0 – JEDNOSTAVNOST

Sve vrednosti potkriterijuma izračunavaju se u vidu jednostavnih odnosa. Drugi

potkriterijum određuje se ekspertskom ocenom.

Neki od izabranih kriterijuma za ocenu sistema snabdevanja i transporta kao potceline LPSV, imaju određene karakteristike.

K_1^0 – EFEKTIVNOST

Kriterijumske vrednosti za ovaj kriterijum izražavaju se verovatnoćom koja se dobija kao odnos vremena kada je korisnik obezbeđen dovoljnom količinom materijalnih sredstava i ukupnog vremena posmatranja. Kriterijum je opisan sa tri potkriterijuma, koji imaju svoje potkriterijume. Kriterijumske vrednosti dobijaju se modelovanjem.

Kriterijumi za ocenu sistema snabdevanja i transporta

Kriterijum 0. nivoa	Kriterijum 1. nivoa	Kriterijum 2. nivoa	Način određivanja kriterijumskih vrednosti
EFEK- TIVNOST	Verovatnoća zadovoljenja potreba po količini i vremenu u miru	Po vrstama sred- stava	Kriterijumske vrednosti se izražavaju verovatnoćom koja se dobija kao odnos vremena kad je korisnik obezbeđen dovoljnom količinom materijalnih sredstava i ukupnog vremena posmatranja. Kriterijumske vrednosti se dobijaju modelovanjem.
	Verovatnoća zadovoljenja potreba po količini i vremenu u kriznim situacijama		
	Verovatnoća zadovoljenja potreba po količini i vremenu u ratu		
EFIKAS- NOST	Vreme realizacije zahteva	Po vrstama sred- stava	Sve kriterijumske vrednosti se dobijaju modelovanjem.
	Iskorišćenje tehnoloških elemenata	Po tehnološkim elementima	
	Broj pretovarnih mesta u liniji snabdevanja	Po vrstama sred- stava	
	Raspon opterećenja snabdevačkih punkto- va u liniji snabdevanja	Po vrstama sred- stava	
	Raspon opterećenja komandnih nivoa po broju informacija koje se moraju obraditi	Nema	
ELAS- TIČNOST	Verovatnoća zadovoljenja potreba po količini i vremenu pri ekstremno velikim zahtevima	Po vrstama sred- stava	Ovaj kriterijum se opisuje sa četiri potkriterijuma, koji takođe imaju svoje potkriterijume. Kriterijumske vrednosti za ovaj kriterijum se izražavaju na isti način kao i kod kriterijuma efektivnosti, a dobijaju se modelovanjem.
	Verovatnoća zadovoljenja potreba po količini i vremenu pri gubitku tehnoloških elemenata i materijalnih rezervi 10%		
	Verovatnoća zadovoljenja potreba po količini i vremenu pri gubitku tehnoloških elemenata i materijalnih rezervi 20%		
	Verovatnoća zadovoljenja potreba po količini i vremenu pri gubitku tehnoloških elemenata i materijalnih rezervi 30%		
FLEKSI- BILNOST	Sposobnost uspostavljanja organizacije u konkretnoj situaciji u okviru predviđenog načina funkcionisanja	Nema	Ovaj kriterijum je opisan sa tri potkriterijuma, a kriterijumske vrednosti se dobijaju ekspertskom ocenom.
	Sposobnost uspostavljanja organizacije u kriznim situacijama		
	Sposobnost uspostavljanja organizacije u nepredviđenim situacijama u ratu		
TRO- ŠKOVI	Broj transportnih sredstava	Po vrstama sred- stava	Kriterijumske vrednosti za sve potkriterijume su brojevi u apsolutnom iznosu. Kriterijumske vrednosti se određuju modelovanjem.
	Broj manipulativnih sredstava	Po vrstama sred- stava	
	Broj ljudi	Po specijalno- stim	
	Količina ešeloniranih materijalnih rezervi na operativnom i taktičkom nivou	Po vrstama sred- stava	

Kriterijum 0. nivoa	Kriterijum 1. nivoa	Kriterijum 2. nivoa	Način određivanja kriterijumskih vrednosti
JEDNO- STAV- NOST	Prelazak sa mirnodopskog na ratno stanje	- odnos vojnog i popisnog fonda - odnos mirnodopskog i ratnog sastava - odnos broja gotovih jedinica i ukupnog broja jedinica - odnos broja jedinica sa mirnodopskog jezgra i ukupnog broja jedinica - odnos broja jedinica bez mirnodopskog jezgra i ukupnog broja jedinica	Za potkriterijume prelazak sa mirnodopskog na ratno stanje i odnos pokretnih i nepokretnih rezervi preko svojih potkriterijuma kriterijumske vrednosti su koeficijenti. Kriterijumske vrednosti za ove potkriterijume dobijaju se modelovanjem. Kriterijumske vrednosti za potkriterijume broj snabdevačkih punktova u liniji snabdevanja u ratu, broj objedinjenih snabdevačkih punktova u liniji snabdevanja u ratu, broj mesta u liniji komandovanja gde se obrađuju informacije, a taj nivo nema izvršnih organa i ne realizuje snabdevanje i broj nezavisnih mesta gde se prate materijalne rezerve su brojevi koji izražavaju količinu. Vrednosti ovih potkriterijuma dobijaju se modelovanjem. Kriterijumske vrednosti za potkriterijum prelazak na funkcionisanje u kriznim situacijama dobijaju se ekspertskom ocenom.
	Prelazak na funkcionisanje u kriznim situacijama	Nema	
	Broj snabdevačkih punktova u liniji snabdevanja u ratu	Po vrstama sredstava	
	Broj objedinjenih snabdevačkih punktova u liniji snabdevanja u ratu	Nema	
	Odnos pokretnih i nepokretnih rezervi	Po vrstama sredstava	
	Broj mesta u liniji komandovanja gde se obrađuju informacije, a taj nivo nema izvršnih organa i ne realizuje snabdevanje	Nema	
	Broj nezavisnih mesta gde se prate materijalne rezerve	Po svakom nivou	
POKRE- TLJIVOST	Odnos pokretnih i ukupnih rezervi	Po svakom nivou	
	Procenat materijalnih rezervi koje se mogu pokrenuti transportnim kapacitetima na dan		
	Procenat slobodnih transportnih kapaciteta		

K₂⁰ – EFIKASNOST

Kriterijum je opisan sa pet potkriterijuma.

Kriterijumske vrednosti za potkriterijum *vreme realizacije zahteva* je vreme u apsolutnom iznosu od nastanka zahteva do zadovoljenja zahteva, dok se kriterijumske vrednosti za potkriterijum *iskorišćenje tehnoloških elemenata* izražavaju koeficijentom iskorišćenja. Za potkriterijum *broj pretovarnih mesta u liniji snabdevanja*

nja kriterijumska vrednost je broj u apsolutnom iznosu. Kriterijumske vrednosti za potkriterijum *raspon opterećenja snabdevačkih punktova u liniji snabdevanja* razlika su opterećenja između punkta sa najvećim i najmanjim opterećenjem. Opterećenje snabdevačkog punkta izražava se u količini materijala za manipulaciju po čoveku na dan. Za potkriterijum *raspon opterećenja komandnih nivoa po broju informacija koje se moraju obraditi*, razlika su opterećenja između nivoa sa

najvećim i najmanjim opterećenjem, gde se opterećenje izražava u broju informacija po čoveku na sat.

Sve kriterijumske vrednosti dobijaju se modelovanjem.

K_3^0 – ELASTIČNOST

Ovaj kriterijum opisuje se sa četiri potkriterijuma, koji takođe imaju svoje potkriterijume. Kriterijumske vrednosti za ovaj kriterijum izražavaju se na isti način kao i kod kriterijuma efektivnosti, a dobijaju se modelovanjem.

K_4^0 – FLEKSIBILNOST

Ovaj kriterijum opisan je sa tri potkriterijuma, a kriterijumske vrednosti se dobijaju ekspertskom ocenom.

K_5^0 – TROŠKOVI

Ovaj kriterijum je opisan sa četiri potkriterijuma koji imaju svoje potkriterijume. Kriterijumske vrednosti za sve potkriterijume su brojevi u apsolutnom iznosu, osim za potkriterijum *količina ešeloniranih materijalnih sredstava na operativnom i taktičkom nivou* kod kojeg se kriterijumske vrednosti izražavaju u operativno-proračunskim jedinicama. Kriterijumske vrednosti određuju se modelovanjem.

K_6^0 – JEDNOSTAVNOST

Ovaj kriterijum opisan je sa sedam potkriterijuma, od kojih neki takođe imaju svoje potkriterijume, kroz koje su izražene kriterijumske vrednosti kriterijuma.

Za potkriterijume *prelazak sa mirnodopskog na ratno stanje i odnos pokretnih i nepokretnih rezervi* preko svojih potkriterijuma, kriterijumske vrednosti su koeficijenti. Kriterijumske vrednosti za ove potkriterijume dobijaju se modelovanjem. Kriterijumske vrednosti za potkriterijume *broj snabdevačkih punktova u liniji snabdevanja u ratu, broj objedinjenih snabdevačkih punktova u liniji snabdevanja u ratu, broj mesta u liniji komandovanja gde se obrađuju informacije, a taj nivo nema izvršnih organa i ne realizuje snabdevanje i broj nezavisnih mesta gde se prate materijalne rezerve* jesu brojevi koji izražavaju količinu. Vrednosti ovih potkriterijuma dobijaju se modelovanjem. Kriterijumske vrednosti za potkriterijum *prelazak na funkcionisanje u kriznim situacijama* dobijaju se ekspertskom ocenom.

Zaključak

Pri ocenjivanju OTS-a kriterijumi nužno moraju da postoje, ali njihova formalizacija u svakom modelu ocenjivanja nije nužna. Formalizacija kriterijuma zavisi od primenjenog modela ocenjivanja, odnosno, u nekim modelima ocenjivanja izbor i određivanje relativne važnosti moguće je prepustiti ocenjivačima.

Izdvajanje, definisanje, formalizacija i struktuiranje kriterijuma zavisi od problema, predmeta i cilja ocenjivanja, izbora modela ocenjivanja, primenjene metode za ocenu i rangiranje, a prvenstveno od samog OTS-a.

U ovom radu su izdvajanje, formalizacija i struktuiranje kriterijuma za ocenu i rangiranje organizacije LPSV prikazani

sa ciljem da se ukaže na to šta pri ocenjivanju treba uzeti u razmatranje, a ne da se daju konačni kriterijumi. Tek konkretizacijom problema, predmeta i cilja ocenjivanja, izborom modela ocenjivanja metode za ocenu i rangiranje za konkretni OTS moguće je izdvojiti i struktuirati kriterijume za ocenu i rangiranje varijanti organizacije logističkih – pozadinskih sistema.

Literatura:

- [1] Anders, A. A. i dr.: Projektovanje zavodov, Mašinstrojenje, Moskva, 1982.
- [2] Brdarević, S.: Uspešnost održavanja, OMO, Beograd, 1988.
- [3] Vujanović, N.: Postavljanje sistema kvaliteta prema zahtevima serije standarda JUS ISO 9000, FIRASO, Beograd, 1994.
- [4] Belišev, S. D.; Gurvič, F. G.: Matematičko-statističke metode ekspertnih ocenok, Statistika, Moskva, 1980.
- [5] JUS 9000 – Standardi za upravljanje kvalitetom i obezbeđenje kvaliteta, SL SFRJ, br. 36/91.
- [6] Komparativna analiza PoOb VJ i logističke podrške stranih OS – studija, GŠ VJ, Beograd, 1998.

METODE I SOFTVER ZA PODRŠKU PLANIRANJU U LOGISTIČKIM ORGANIZACIONIM SISTEMIMA

UDC: 355.41:65.012.2:681.3.06

Rezime:

Planiranje i planski rad veoma su značajni za logističke organizacione sisteme. Kvalitetnim planiranjem izbegava se da sistem dođe u neželjeno stanje, a ako do toga ipak dođe da posledice budu što manje i da se što pre saniraju. Planiranjem se osmišljavaju buduće akcije, sprečava stihijnost u funkcionisanju sistema i njegova dezorijentacija, i omogućava racionalno trošenje ograničenih resursa. Kvalitetno planiranje podrazumeva primenu određenih metoda, tehnika i softvera. Danas postoje razvijeni brojni „alati“ za podršku rešavanju određenih problema planiranja. Početni preduslov za izbor adekvatnog „alata“ za podršku planiranju jeste posedovanje komprimiranih informacija u formi podesnoj za operativno odlučivanje. Cilj ovog rada jeste da se na sintetizovan način, u formi podesnoj za operativnu primenu i brzo donošenje odluka, prezentuju određene metode, tehnike i softver, koji mogu naći širu primenu u rešavanju problema planiranja u logističkim organizacionim sistemima.

Ključne reči: planiranje, problemi planiranja, metode za podršku planiranju, softver za podršku planiranju, logistički organizacioni sistem.

METHODS AND SOFTWARE FOR THE SUPPORT OF PLANNING IN LOGISTIC ORGANIZATIONAL SYSTEMS

Summary:

Planning and planned work are very important for logistic organizational systems. High – quality planning results in avoiding system unwanted conditions or, if they occur, in reducing them to the maximum extent. Planning prepares the realization of future actions and prevents entropy in system functioning as well as its disorder. It also enables rational expenditure of limited resources. High – quality planning involves application of particular methods, techniques and software. Nowadays there are numerous support tools for solving problems in planning. A prerequisite for choosing appropriate tools for planning support is to provide compressed information in a form suitable for operational decision – making. The purpose of this paper is to present particular methods, techniques and software – in a synthesized form suitable for operational application and fast decision making – which can be urdely applied in solving problems of planning in logistic organizational systems.

Key words: planning, problems in planning, methods for planning support, software for planning support, logistic organizational system.

Uvod

Kvalitetno planiranje podrazumeva poznavanje: realnog logističkog sistema

(strukture, funkcija, procesa i zadataka), uticajnih faktora i elemenata situacije i njihove moguće konstelacije u očekivanoj budućnosti, i stvaralačku primenu teorij-

skih osnova planiranja, timskog rada i raspoloživih alata za rešavanje problema planiranja u organizacionim sistemima.

U realnim logističkim sistemima i procesima sreću se dve klase upravljačkih problema koji se rešavaju:

- dobro struktuirani upravljački problemi, koji se mogu dobro formalno opisati određenim matematičkim modelima, a zatim iznaći njihovo optimalno rešenje,

- loše struktuirani upravljački problemi, koji se ne mogu formalizovati ili se mogu samo delimično (fragmentarno) formalizovati.

U praksi je vrlo teško odrediti granicu između ovih grupa problema, jer je većina njih u realnim sistemima složena i u određenoj meri (manje ili više) loše struktuirana. Vrlo je malo realnih problema koji se mogu precizno formalno opisati i rutinski rešiti korišćenjem metoda operacionih istraživanja.

Na svrstavanje nekog problema u klasu loše, odnosno dobro struktuiranih utiče niz činilaca kao što su: definisanje funkcija cilja, skup polaznih informacija i podataka, i definisanje transformacije podataka.

Problem je dobro struktuiran ukoliko ispunjava sledeće uslove:

- da se može precizno matematički formulisati i formirati njegov model;

- da se ciljevi koje treba ostvariti rešenjem problema mogu obuhvatiti kvalitetnim definisanjem funkcije cilja;

- da su uzeta u obzir i definisana sva ograničenja koja utiču na određivanje optimalne vrednosti funkcije cilja;

- da postoje definisani postupci (algoritmi) koji omogućavaju određivanje optimalnog rešenja.

Problemi koji ne ispunjavaju jedan ili više navedenih uslova, ubrajaju se u loše struktuirane probleme.

Pri planiranju u logističkim organizacionim sistemima uočavaju se tri grupe problema:

- problemi koji se mogu uspešno rešavati pomoću formalizovanih postupaka (algoritama);

- problemi koji se mogu na zadovoljavajući način rešavati korišćenjem savremenih tehnologija (softver, hardver, netver);

- problemi koji se mogu rešavati zahvaljujući ljudskom potencijalu, specifičnom znanju, emocijama, iskustvu, intuiciji i sposobnosti da brzo identifikuje ključne činioce i pretraži moguće varijante u nestandardizovanim problemima - problemima projektnog tipa.

Prva grupa problema su dobro struktuirani problemi, druga grupa su delimično struktuirani problemi, a treća grupa su loše struktuirani problemi.

Pri rešavanju loše struktuiranih problema koristi se kombinovani pristup koji podrazumeva [9]:

- da se u postavci zadatka što više smanji uticaj subjektivnog faktora, kroz što veći unos egzaktnih podataka;

- da se u odabiranju planskih odluka i akcija koriste savremena računarska sredstva;

- da čovek bude neprekidno vezan za identifikovanje postavke upravljačkog zadatka, odabiranje načina njegovog rešavanja, bolje iskorišćenje računara i što preciznije prenošenje i preslikavanje polaznih podataka kao ulaznih podataka za računar.

Kvalitet donetih odluka i planskih rešenja često se vrlo teško određuje, jer se posledice i cena donetih odluka ne poznaju u trenutku njihovog donošenja i neposredno nakon toga.

Pri rešavanju problema planiranja u logističkim organizacionim sistemima

mora se primenjivati više naučnih metoda i tehnika, jer ne postoji univerzalna metoda¹ koja je primenljiva u svim situacijama i pri rešavanju realnih kompleksnih problema.

Osnovi teorije planiranja, metode, tehnike, softver za podršku planiranju i skromni radovi iz ove oblasti u složenim vojnim organizacionim sistemima, koji se sreću u literaturi, pružaju dragocenu opštu pomoć u vrlo uskom domenu i na pojednostavljenim problemima, i to pod uslovom da ih koristi istraživač koji dobro poznaje realni sistem, teoriju planiranja i naučne metode i tehnike.

Drugačijom interpretacijom postojećih metoda, i njihovim prilagođavanjem zahtevima operativne organizacione prakse i logici ljudskog rasuđivanja u rešavanju problema, znatno bi se doprinelo njihovoj većoj primeni u praksi.

Način prezentovanja mogućnosti primene određenih metoda, tehnika i softvera, u formi podesnoj za operativnu primenu od posebnog je značaja. Najbolje je ako se to radi u formi tabela odluka.

Tehnike i metode za podršku planiranju

Logistički sistemi su vrlo složeni i dinamični organizacioni sistemi kojima ljudska komponenta daje posebno obeležje, kroz kontinuirano planiranje, organizovanje i realizaciju planskih rešenja.

Problemi koji se javljaju pri planiranju u logističkim organizacionim sistemima takođe su složeni, interdisciplinarni

i u velikoj meri ih karakterišu kvalitativne informacije. Oni pripadaju nestrukturiranim i loše struktuiranim problemima, a vrlo malim delom dobro struktuiranim problemima, a mogu se klasifikovati u sledeće grupe:

- problemi vezani za povećanje efikasnosti funkcionisanja poznatih realnih sistema i procesa;
- problemi vezani za istraživanja nedovoljno poznatih pojava i procesa i predviđanje njihovog stanja;
- predviđanje, identifikovanje i dijagnostika nepoznatih pojava i procesa značajnih za logistiku.

Istorijat i tendencije razvoja problema i pojava u logistici o kojima nema kvantitativnih pokazatelja, najbolje poznaju eksperti. Pri ekspertskom rešavanju problema vrlo je važno da se pri obradi rezultata ekspertskih ocena (mišljenja), posebno kvalitativno analiziraju i interpretiraju mišljenja i stavovi koji odstupaju od prosečnog stava grupe. Pri statističkoj analizi gubi se mišljenje – stav manjine, a ono često u organizaciji i odlučivanju predstavlja pravo rešenje.

Posledice nedostatka potrebnih kvantitativnih podataka, velikog obima i vrste problema planiranja, takve su da mali broj pojedinaca (eksperata)² ima dovoljno znanja i uticaja na rešavanje problema u realnom sistemu, pa je potreban grupni rad i grupno odlučivanje.

² Ekspert je poznavalac uske oblasti koji pri svom radu obično ne koristi opštu, eksplicitnu i fiksnu sekvencu postupaka (algoritam ponašanja) a stručnost i efikasnost najviše gradi na specifičnom znanju iz određenog domena – poznavanju i načinu upotrebe dostupnih podataka, putem posebnih pravila zaključivanja radi rešavanja problema. Kriterijumi za kvalifikaciju eksperta mogu biti:

- broj promenljivih koje su po njegovom mišljenju suštinske za donošenje odluke (ekspert koristi manje promenljivih nego neekspert);
- važnost tih promenljivih sa njegove tačke gledišta, po njihovim težinskim koeficijentima;
- brzina ili efikasnost identifikacije važnih signala;
- tačnost njegovih odluka, tj. koliko su bliske optimumu;
- ostvarivost (pouzdanost) njegovih prognoza, odnosno učestalost sa kojom donosi dobre odluke.

¹ Hilf, H. H. Nauka o radu: „Metode su reflektori. Kao što reflektor potpuno obasja predmet s jedne strane, ali suprotnu stranu ostavlja tamnom, tako i svaka istraživačka metoda objašnjava jednu stranu svoga predmeta, ali zato ostavlja drugu stranu u tami. Stoga svaka metoda ima ograničenu dokaznu vrednost, a konstatacija svake metode trebalo bi, po mogućnosti, biti dopunjena daljim istraživanjima drugim, nezavisnim metodama.

Interdisciplinarni karakter i složenost³ planiranja u logističkim organizacionim sistemima, periodi (faze), aspekti i dimenzije logistike i činjenica da su problemi planiranja determinističkog i stohastičkog karaktera i da ih karakteriše različit stepen neodređenosti, neizvesnosti i rizika, kao i mogućnost odvijanja u konfliktnim situacijama, određuju izbor metoda za njihovo rešavanje.

Tehnike, metode i softver za podršku planiranju karakteriše dinamičan razvoj, zbog značaja planiranja za organizacione sisteme, u skladu sa potrebama prakse i zahtevima tržišnog privređivanja, pa nije moguće praviti njihov kompletan pregled.

Postoje brojne metode koje se mogu koristiti pri planiranju u logističkim organizacionim sistemima. U konkretnoj situaciji treba ih pravilno izabrati prema predmetu, svrsi, zadatim ciljevima i raspoloživoj naučnoj građi – činjenicama. Raspoložive činjenice znatno uslovljavaju primenu određene metode, koja samoj građi daje određenu činjeničnu vrednost.

S obzirom na to da se u metodološkoj praksi susreću razne dihotomijske klasifikacije metoda (na primer: metode prirodnih i društvenih nauka, empirijske i teorijske, kvantitativne i kvalitativne, uni-

verzalne i specijalističke), bez jasno definisanih kriterijuma za razvrstavanje, u ovom radu prikazane su tehnike i metode za podršku planiranju u skladu sa prirodom problema koji rešavaju. Ovakav pristup je opravdan i racionalan, jer je prilagođen operativnoj organizacionoj praksi, i u skladu je sa suštinom metoda.⁴

U daljem izlaganju (tabele 1 do 8), na sistematizovan način prikazane su metode i tehnike koje se najčešće mogu koristiti pri rešavanju problema planiranja u logističkim organizacionim sistemima. Svaka od navedenih metoda mogla bi se prikazati formalizovanim postupkom (pojednostavljenim modelom) sprovođenja, u skladu sa zahtevima operativne organizacione prakse, ali to zbog racionalnosti nije izvršeno.

Tabele se koriste na taj način što se, ukoliko je ispunjen uslov D preduzima akcija X.

Mnoge metode koje se mogu koristiti u planiranju, pre svega logičke metode, nisu razmatrane. One se podrazumevaju i sadržane su u svakom kreativnom stvaralačkom procesu iznalaženja rešenja, za probleme u složenim i dinamičkim organizacionim sistemima.

³ Složeni problemi zahtevaju sagledavanje sa više aspekata i primenu više metoda za njihovo rešavanje.

⁴ Metoda znači način, postupak (sredstva i tehnika) pomoću kojeg se dolazi do naučnih saznanja i praktičnih rešenja. To je put – način istraživanja, odnosno planski postupak za postizanje cilja u nekom području ili oblasti [1].

Prikaz karakterističnih metoda i tehnika za rešavanje problema planiranja pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5	P6
U1	Prikazati odvijanje procesa u vremenu; aktivnosti se odvijaju sekvencijalno jedna za drugom	D					
U2	Izraditi operativnotaktičke proračune radi kvantitativne argumentovanosti odluke, u uslovima kada se ne raspolaže računarskom tehnikom ili je njena primena onemogućena		D				
U3	Prikazati način i tok distribucije određenih izveštaja i dokumenata pri odvijanju poslovnih procesa u sistemu			D			
U4	Izvršiti analizu sadržaja grupe dokumenata radi utvrđivanja da li svaki korisnik ima potrebna dokumenta i sadržaj u dokumentima, ponavljanja istog sadržaja na više dokumenata i radi redukcije sadržaja razmatranih dokumenata pojedinačno				D		
U5	Izvršiti modeliranje realnog procesa, uz prikaz delova sistema, njihovih međusobnih veza i veza sistema sa okolinom, radi funkcionalne specifikacije zahteva korisnika, radi projektovanja informacionog sistema					D	
U6	Izvršiti izbor pojedinca ili manje organizacijske celine za zadatke i dužnosti od opšteg interesa						D
A1	Dijagram toka odvijanja procesa	X					
A2	Nomogrami		X				
A3	Tabela distribucije izveštaja ili hodogrami			X			
A4	Metoda rešetkastih dijagrama				X		
A5	Strukturna sistem-analiza					X	
A6	Metoda prosuđivanja i procenjivanja ličnosti						X

Oznake u tabeli:

- U1 do U6 su oznake uslova

- A1 do A6 su oznake akcija

- D indikator uslova (D - uslov je ispunjen)

- P1 do P6 su oznake pravila odlučivanja

- X - pokazivač - indikator akcija

Tabela 2

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5	P6
U1	Prikazati tok odvijanja složenog procesa u vremenu i međuzavisnosti aktivnosti, ako više učesnika istovremeno obavlja različite aktivnosti	D					
U2	Dati vizuelan grafički dvodimenzionalan prikaz dinamike odvijanja određenog procesa, odnosno pojedinačno posmatranih elemenata skupa srodnih pojava u realnom sistemu, tokom vremena radi praćenja planiranih i ostvarenih rezultata (rokova).		D				
U3	Formalizovati proces odlučivanja. Aktivnosti se ne odvijaju sekvencijalno jedna za drugom; donošenju odluke prethodi ispitivanje da li su određeni uslovi (kombinacija uslova) ispunjeni ili nisu; proces je složen sa višestrukim zavisnostima			D			
U4	Obezbediti sve potrebne parametre aktivnosti za izvođenje projekta u skladu sa definisanom strukturom ciljeva i definisanom tehnologijom izvođenja projekta.				D		
U5	Rešiti problem dualne zavisnosti (dvodimenzionalni matrični odnos) koja se javlja pri odvijanju projekta (obavljanju zadataka) i vođenju aktivnosti projekta kod matričnog projektnog vođenja					D	

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5	P6
U6	Izvršiti hijerarhijsku dekompoziciju projekta sa različitim nivoom agregacije i detaljnosti prikaza organizacione i tehnološke dimenzije strukture						D
A1	Metode mrežnog planiranja i upravljanja: CPM (Critical Path Method), PERT (Program Evaluation and Review Technique), CPS (Critical Path Sheduling, CPA (Critical Path Analysis, LOB (Line of Balance), MPM (Metro Potencial Metode), PD (Precedence Diagraming) itd.	X					
A2	Gantogrami		X				
A3	Tabele odluka ⁵			X			
A4	Metoda određivanja izlazno-ulaznih protoka parametara aktivnosti za vođenje izvođenja projekta				X		
A5	Metoda raščlanjivanja matričnog projektnog vođenja					X	
A6	Metoda organizaciono-tehnološkog struktuiranja (WBS – Work Breakdown Structure)						X

⁵ Primenjena tabela odluka na primeru iz realne organizacione prakse, u logističkim organizacionim sistemima, predstavljena je u tabeli 9, prikazom podsetnika za podršku odlučivanju komandira pozadinskih jedinica u mobilizaciji. Tabele i indikatori uslova i akcija mogu poprimiti i složenije forme od prezentovanih.

Tabela 3

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
U1	Opredeliti se za jednu varijantu rešenja loše struktuiranog problema uz istovremeno zadovoljenje više kriterijuma i uz postojanje različitih vrsta informacija o preferencama za attribute (kriterijume) i akcije (varijante)	D						
U2	Postići optimalan raspored elemenata (entiteta) na lokacije i najveću vrednost funkcije cilja uz minimalni utrošak resursa		D					
U3	Obezbediti realno merenje i analizu ostvarenog progressa na projektu radi dobijanja prave slike o stanju projekta (kroz objedinjavanje planiranih i ostvarenih veličina)			D				
U4	Ustanoviti šta najviše opterećuje realni sistem (najviše angažuje resurse) radi određivanja mesta koncentracije ljudskih napora na povećanju efikasnosti funkcionisanja sistema				D			
U5	Opis sistema sa prikazom informacionih tokova i nosioca informacija, radi korišćenja u automatskoj obradi podataka i pri direktnom programiranju					D		
U6	Opis sistema sa prikazom informacionih tokova i nosioca informacija, radi analize i kontrole, korišćenja u automatskoj obradi podataka i pri specifikiranju programa						D	
U7	Odrediti optimalan rok u kojem treba izvršiti zamenu opreme (sredstava) u sistemu, uz ograničenje da prosečni troškovi eksploatacije opreme, u ukupnom intervalu vremena korišćenja, budu minimalni							D
A1	Metode višeatributnog odlučivanja	X						
A2	Metode raspoređivanja i dodeljivanja		X					
A3	Metoda zaradene vrednosti			X				
A4	Pareto analiza				X			
A5	Opšti model za analizu informacionih sistema					X		
A6	Algoritamska struktura						X	
A7	Teorija obnavljanja							X

Tabela 4

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5
U1	Naći maksimalnu vrednost funkcije koja predstavlja efektivnost funkcionisanja sistema (proces) ako se može opisati linearnom funkcijom elemenata rešenja, a ograničenja koja ovi elementi zadovoljavaju su u obliku linearnih jednačina (ili nejednačina)	D				
U2	Naći optimalno rešenje problema (raspoređivanje i dodeljivanje ograničenih resursa, optimizacija zaliha, određeni problemi transporta) ako se funkcija kriterijuma i ograničavajući uslovi mogu opisati nelinearnom funkcijom sa više promenljivih veličina koje moraju zadovoljiti određena ograničenja		D			
U3	Naći optimalnu strategiju upravljanja višestepenim procesom, ako se može postaviti ne previše složen matematički model upravljanja (broj koordinata stanja i upravljanja je mali), a postoji i mogućnost ocene varijanti upravljanja, definisanje kriterijuma i ograničenja			D		
U4	Rešiti složeni problem (loše struktuirani ili fragmentarno struktuiran). Ako se relevantni faktori, značajni za rešavanje problema, ne mogu izraziti numerički i formalno definisati, primena egzaktnih formalizovanih metoda je nemoguća ili neracionalna, a postoji stručnjak koji ima iskustvo u rešavanju sličnih problema				D	
U5	Postoji konfliktna situacija sa antagonističkim interesima aktera – učesnika sukoba. Treba iznaći skup poteza koji daje optimalan dobitak (optimalnu strategiju – vrednost igre) određenog aktera					D
A1	Metode linearnog programiranja (simpleks metoda, transportni problem)	X				
A2	Nelinearno programiranje		X			
A3	Dinamičko programiranje (višestepeno odlučivanje)			X		
A4	Heurističko programiranje				X	
A5	Metode upravljanja u konfliktnim situacijama (teorija igara)					X

Tabela 5

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
U1	Prikaz informacionih aktivnosti, tokova i baze, radi opisa problema, korišćenja u automatskoj obradi podataka i pri direktnom programiranju	D						
U2	Prikaz obrade podataka (informacionih aktivnosti) radi uopštenog opisa i racionalizacije procesa; informacije su sadržane u velikom broju dokumenata (papira)		D					
U3	Opis problema (proces) i prikaz informacionih tokova radi analize i racionalizacije; informacije su sadržane u velikom broju obrazaca (formulara)			D				
U4	Precizno definisati elemente celine i njihove veze i tumačiti pojave ili procese na osnovu pripadnosti određenoj oblasti odnosno sistemu				D			
U5	Odrediti zakonitost odvijanja pojave na osnovu velikog broja podataka					D		
U6	Izvršiti analizu forme i sadržaja postojećih dokumenata kao nosioca informacija radi redukcije sadržaja dokumenata i usavršavanja njihove forme						D	

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
U7	Rešiti složeni problem koji se ne može potpuno (ili se ne raspolaže sa dovoljno vremena) analitički opisati, a veza između opisanih delova može se ostvariti putem kreativnog čovekovog mišljenja. Ne traži se optimalno rešenje, ali se zahteva da se realna situacija proceni brzo i odaberu putevi za dalje aktivnosti							D
A1	Metoda ADS (Acurateli Defined Sistem)	X						
A2	Šema kretanja dokumenata		X					
A3	Šema raspodele formulara			X				
A4	Sistemska analiza				X			
A5	Statističke metode					X		
A6	Metoda analize sadržaja						X	
A7	Heurističko modeliranje							X

Tabela 6

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5
U1	Ustanoviti zakonitost odvijanja određene pojave, odnosno procesa, kada je eksperiment iz različitih razloga neizvodiv (velika cena, opasnost po okolinu...), a potrebno ga je ponoviti više puta	D				
U2	Predvideti (pretpostaviti) i opisati moguće stanje u kojem će se složeni sistem naći u budućnosti, polazeći od nekog poznatog stanja, uz prethodno utvrđivanje okolnosti i relevantnih uticaja okruženja na ponašanje posmatranog sistema. Pretpostavljeni (zasnovan na činjenicama – znanju) opis konkretnih vojnih situacija napraviti uz uvažavanje faktora oružane borbe (ljudski faktor, materijalni faktor, prostor i vreme).		D			
U3	Dati ocenu kretanja (razvoja) nekog procesa, kad se ne raspolaže sa dovoljno merljivih parametara, a postoji provereno stručan čovek (ekspert) za datu oblast i moguće je izvršiti analizu i izvesna uopštavanja stavova eksperta (ekspertata) o nekoj pojavi			D		
U4	Iznaći rešenje složenog problema, koji se ne može formalizovati i kvantifikovati delimično ili uopšte. Dostupno je više stručnjaka (eksperti) za oblast kojoj problem pripada				D	
U5	Istražiti – sagledati suštinu istovremenih uzajamnih delovanja između igrajućih i sadejstvjućih strana u sukobu					D
A1	Metode modeliranja	X				
A2	Scenario (opisi operativnih i taktičkih situacija, preseca stanja – supozicije, zaključci iz procene situacije, ratne i mobilizacijske igre štabova)		X			
A3	Metode individualnih ekspertskih ocena			X		
A4	Metoda kolektivnih ekspertskih procena i usaglašavanja stavova eksperta				X	
A5	Ratne igre (mobilizacijske)					X

Tabela 7

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5
U1	U sistemu postoje zalihe. Poznati su troškovi čuvanja zaliha i zakonitost utroška, a treba odrediti vreme popune zaliha i količinu kojom se vrši popuna uz ograničenje da ukupni troškovi nabavke i čuvanja zaliha budu minimalni.	D				
U2	U sistemu postoji ili će postojati neka potreba za masovnim opsluživanjem, a sistem raspolaže ili će raspolagati određenim mogućnostima za opsluživanjem, radi donošenja racionalne odluke o rekonstrukciji postojećeg sistema (procesa), odnosno projektovanju novog sistema (procesa), potrebno je odrediti funkcionalnu vezu između pokazatelja efektivnosti funkcionisanja sistema opsluživanja (verovatnoća opsluživanja zahteva, odnosno korisnika – objekta, verovatnoća stajanja sredstava – kanala opsluživanja) i karakteristika toka zahteva za opsluživanjem – ulaznog potoka korisnika (vreme opsluživanja, način organizacije opsluživanja), pri čemu ulazni potok korisnika i vreme njihovog opsluživanja imaju slučajni karakter.		D			
U3	Doneti odluku o ponašanju tehničkog sistema u narednom periodu, odnosno njegovu sposobnost da stupi u dejstvo i vrši funkciju za koju je namenjen u projektovanom vremenu i datim uslovima okoline			D		
U4	Naći optimalan put, na mreži, između vrhova mreže, uz uslov da se postigne maksimalna efektivnost				D	
U5	Rešiti kompleksni problem odlučivanja u višestrukim vremenskim periodima, u kojem učestvuje jedan ili više donosilaca odluka, uz prisustvo većeg broja konfliktnih i konkurentnih kriterijuma i veći broj alternativa i u višestrukim vremenskim periodima					D
A1	Upravljanje zalihama	X				
A2	Teorija masovnog opsluživanja		X			
A3	Teorija efektivnosti (pouzdanosti)			X		
A4	Teorija grafova				X	
A5	Metoda analitičkih hijerarhijskih procesa					X

Tabela 8

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5	P6
U1	Utvrditi vreme potrebno za realizaciju nekog posla	D					
U2	Na osnovu praćenja trenda kretanja određene pojave (procesa) u prošlosti doneti zaključak o razvoju te pojave u budućnosti primenom adekvatnog matematičkog modela koji izražava pravilnost ponašanja tog sistema u prošlosti		D				
U3	Ispitati sve važnije aspekte neke pojave ili situacije, uzimajući za jedinicu proučavanja pojedinca, pojedinu organizaciju ili pojedinu grupu koja se može smatrati celinom, kao i predmeta sa većom disperzijom			D			
U4	Izučiti složene cikličke samoregulativne sisteme u kojima se središtu pozitivne i negativne povratne veze				D		
U5	Brzo izvršiti usklađivanje gledanja rukovodioca i planera (planskih organa) u vezi s događajima i trendovima razvoja određenih pojava i procesa u budućnosti, u svom spolnjem okruženju, koji bi mogli jako uticati na politiku i strategiju organizacije u budućnosti radi oblikovanja jedinstvenog vlastitog mišljenja organizacije i dobijanja podrške strateškog planiranja od strane glavnog rukovodstva					D	

Metode i tehnike za rešavanje problema pozadinskog obezbeđenja mobilizacije ZTJ		P1	P2	P3	P4	P5	P6
U6	Naći alternativni način na koji se neprijatna vest može saopštiti ljudima a da se ne demotivišu u izvršavanju zadataka						D
A1	Metoda procene ili hronometraža (snimanje) ili pomoću matematičkih formula ili metoda unapred određenih vremena ili metoda trenutnih zapažanja	X					
A2	Metode ekstrapolacije		X				
A3	Metoda studije slučaja			X			
A4	Informatičke metode [8]				X		
A5	QUEST (Quick Environmental Scanning Technique) metoda (tehnika)					X	
A6	Transaktivna analiza						X

Tabela 9

Podsetnik za podršku odlučivanju komandira pozadinskih jedinica u mobilizaciji

Podrška odlučivanju komandira pozadinskih jedinica u mobilizaciji		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
U1	Izvršilac mobilizacije i njegov zamenik stigli su kasno na MZ; već su pristigli vojni obveznici i materijalna sredstva	D									
U2	U jedinicu su, na MZ, stigli vojni obveznici narušenog zdravlja bez ocene sposobnosti nadležne vojnolekarske komisije		D								
U3	U jedinicu je stigao vojni obveznik bez dokumenata za utvrđivanje identiteta, a ljudstvo iz osnovne jedinice ga ne poznaje			D							
U4	U jedinicu je stigao davalac materijalnog sredstva – vozila, davalac ima ratni raspored u drugoj jedinici				D						
U5	U rejonu MZ primećeno je kretanje nepozvanih i nepoznatih osoba				D						
U6	Izvršen napad na jedinicu za vreme marša od kasarne do MZ					D					
U7	Dobijen signal, na MZ, za vazдушnu opasnost						D				
U8	Izvršen napad na jedinicu u rejonu MZ							D			
U9	U jedinicu pristiglo svo ljudstvo i materijalna sredstva								D		
U10	Učesnici u saobraćaju se ne pridržavaju plana korišćenja komunikacija										D
A1	Organizovati borbeno obezbeđenje mesta prikupljanja ljudi i sredstava, regulisanje saobraćaja u rejonu MZ i pristiglo ljudstvo za rad. Ustrojiti spiskove i evidencije vojnih obveznika i oduzeti im lična dokumenta, regulisati podelu naoružanja i druge opreme pristiglom ljudstvu, uputiti kurire u sekcije za prihvatanje ljudstva i prijem materijalnih sredstava, uspostaviti vezu sa komandantom pozb	X									
A2	Uputiti vojne obveznike u privremenu prihvatnu ambulantu, na mesto za medicinsku trijažu		X								
A3	Uputiti ljudstvo u sekciju za prihvatanje ljudstva, u pratnji patrole, gde se nalazi azbucna kartoteka i izvestiti organ za obaveštajno-bezbednosne poslove			X							
A4	Zadržati davaoca vozila do dolaska vozača iz jedinice				X						

Podrška odlučivanju komandira pozadinskih jedinica u mobilizaciji		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
A5	Uputiti patrolu, pojačati budnost i predostrožnost u jedinici, obavestiti organ za obaveštajno-bezbednosne poslove					X					
A6	Izvršiti kratku procenu situacije, zaustaviti deo kolone iza mesta napada, uputiti pojačanje napadnutom ljudstvu, narediti ljudstvu koje nije zahvaćeno dejstvima da što brže stigne na MZ, izvestiti pretpostavljenu komandu						X				
A7	Narediti ljudstvu da ode u skloništa i zaklone i narediti da se vatra otvara samo u zoni efikasnosti raspoloživog naoružanja							X			
A8	Udvojiti stražarsko obezbeđenje, poslati interventnu grupu na mesto napada, organizovati ljudstvo za odbranu rejonu MZ								X		
A9	Izvršiti smotru jedinice, održati kratak govor, narediti mere za otklanjanje propusta, pristupiti ustrojavanju evidencije osnovne jedinice, suvišnu i nepotrebnu dokumentaciju predati višoj komandi									X	
A10	Isključiti učesnike u saobraćaju sa komunikacije										X

Softver za podršku planiranju

Brzi razvoj računarske tehnologije, potrebe prakse i velika materijalna ulaganja u istraživanje planiranja uslovili su brzi razvoj softvera za podršku planiranju (odlučivanju). U ovoj oblasti najdalje su otišle zemlje koje imaju dugoročnu koncepciju razvoja u ovoj oblasti, i koje najviše ulažu u naučno-istraživački kadar.

Postojeće sisteme za podršku planiranju (odlučivanju⁶) (SPO) karakterišu sledeća obeležja:

- prilagođeni su vizuelnoj komunikaciji, perceptivnom sistemu, logici ljudskog rasuđivanja i postojećem trendu u razvoju računarske tehnologije;
- podržavaju rešavanje polustrukturiranih i nestruktuiranih⁷ problema, efikasnim spajanjem ljudskih procena i računarskih informacija i mogućnosti;

– podržavaju različite nivoe odlučivanja, pojedinačne i grupne donosiocne odluka;

– podržavaju nezavisne i sekvencijalne poslove odlučivanja [7] i daju brze odgovore na „ad hoc“ zahteve;

– podržavaju sve faze donošenja odluka (obaveštenje, projektovanje, izbor, primena), kontrolu i praćenje rada i pozitivno utiču na racionalizaciju organizacije u kojoj se koriste;

– adaptivni su, fleksibilni, laki za korišćenje, i mogu se integrisati u postojeće informacione sisteme kao njihov sastavni modul;

– povećavaju efikasnost procesa odlučivanja, obezbeđuju kontrolu procesa rešavanja problema, i doprinose boljem upoznavanju realnih sistema i problema u njima;

– interaktivni su i omogućavaju razne vrste analiza SPO;⁸

– standardizovani su u domenu razmene podataka i omogućavaju razmenu podataka (importovanje i eksportovanje) sa bazama razvijanim u drugim softverima

⁶ U literaturi se sreću različite definicije SPO, u zavisnosti od pristupa autora ovoj oblasti. Zajednička obeležja svih SPO: to su računarski zasnovani informacioni sistemi koji se sastoje od hardvera i softvera, kao i ljudskog elementa, koji asistiraju donosiocima odluka i povećavaju njihove sposobnosti odlučivanja bez pretenzija da zamenjuju donosiocne odluka i njihove procene.

⁷ Pod dobro struktuiranim problemom, po Simonu, podrazumeva se problem koji je tačno određen, precizno su mu definisani ulazni podaci, poznati su načini na koji se vrši analiza i bira konačno rešenje.

⁸ Neke od analiza SPO su: analiza dostizanja cilja, analiza „šta-ako“, analiza osetljivosti, analiza konvergencije.

ma, a samim tim i njihovo bolje iskorišćenje;

- omogućavaju postupnost u odlučivanju;

- podržavaju različite stilove i procese odlučivanja i doprinose unapređenju oblika grupnog rada.

Sistemi za podršku odlučivanju mogu pružati podršku pojedincima, grupama i obavljati organizacionu podršku. Omogućavaju sledeće nivoe podrške:

- pristup činjenicama ili informacijama,

- mogućnost prepoznavanja i filtriranja podataka,

- obavljanje jednostavnih proračuna, upoređivanje i projektovanje,

- razvoj jednostavnih modela za rukovodioce.

Elementi sistema za podršku odlučivanju su:

- podsistem podataka;

- podsistem modela;

- podsistem dijaloga;

- procesi sistema za podršku odlučivanju (generisanje periodičnih izveštaja, generisanje „ad hoc“ izveštaja, generisanje izveštaja za analize),

- korisnik sistema za podršku odlučivanju.

Podsistem podataka sačinjavaju elementarni i agregirani, eksterni, interni i lokalni (za segment organizacije) podaci, najčešće ekstrakovani iz većih baza podataka, sadržani u bazi podataka SPO. Ovaj podsistem obuhvata i upravljanje bazama podataka koji su nezavisni od izveštaja u kojima se prikazuju.

Podsistem modela sadrži razne rutine i kvantitativne modele koji omogućavaju izradu analiza i kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja u sistemu za podršku odlučivanju. Ovaj podsistem omogućava integraciju pristupa podacima i mo-

delima odlučivanja. Ključne osobine SPO u ovom podsistemu podrazumevaju:

- brzo i jednostavno kreiranje novih modela,

- integraciju blokova modela,

- povezivanje modela sa bazom podataka,

- upravljanje bazom modela,

- katalogiziranje i održavanje širokog opsega modela za različite korisnike.

Podsistem dijaloga omogućava jednostavnu i brzu komunikaciju korisnika sa ostalim elementima sistema za podršku odlučivanju, predstavljajući ulazne podatke korisnika u prikaze na programskom jeziku sistema i obratno.

U većini slučajeva podsistem dijaloga čine tri dela:

- jezik akcije (šta korisnik može da učini u komunikaciji sa sistemom),

- jezik prikazivanja ili prezentacije (šta korisnik vidi na ekranu),

- baze znanja (šta korisnik mora znati o SPO).

U rešavanju realnih problema planiranja (odlučivanja) prisutni su sledeći modaliteti [5]:

- primena gotovih softverskih rešenja u vidu komercijalnih paketa,

- korišćenje postojećih softverskih rešenja radi kreiranja sistema za podršku planiranju (odlučivanju) specifične namene,

- kreiranje potpuno novih aplikacija, namenski orijentisanih za rešavanje vrlo specifičnih problema u izabranim oblastima.

Za rešavanje realnih problema najbolji je drugi pristup, mada većina korisnika ne uviđa tu mogućnost, pa se zadržava na rudimentarnoj primeni originalnih softverskih rešenja.

Prema literaturi [5], na sadašnjem nivou razvoja formirano je mišljenje da

postoje tri nivoa primene softvera i hardvera za podršku planiranju i odlučivanju, a to su:

- alati SPO,
- generatori SPO,
- aplikacije SPO specifične namene.

Alate SPO čine elementi hardvera i softvera koji omogućavaju razvoj generatora SPO, ili aplikacija SPO specifične namene. To su jezici specijalne namene, poboljšanja u operativnim sistemima za podršku konvencionalnih pristupa, hardver i softver za grafiku u koloru, sistemi upita, generatori slučajnih brojeva, softveri za tabelarna računanja i jezici programiranja zadnje generacije. To su, najčešće, alati za razvoj informacionih sistema (CASE, 4 GL i dr.) koji se koriste za razvoj rešenja osloncem na statističke metode i metode operacionih istraživanja, a podesni su za organizacije koje imaju jake kadrovske resurse za razvoj informatičke podrške.

Generatori SPO su paketi odgovarajućeg hardvera i softvera, koji imaju niz mogućnosti za brz, jeftin i lak razvoj SPO specifične namene. Softveri koji se koriste kao generatori razvijeni su iz viših jezika planiranja i modeliranja, a imaju solidne mogućnosti za kreiranje izveštaja i računarske grafike. To su većinom nezavisni softverski paketi sa širokom mogućnošću upotrebe u planiranju. U dobrom delu generatora implementirane su i složene metode operacionih i statističkih istraživanja.

SPO specifične namene čine hardver i softver koji, pojedinačnom ili grupnom donosiocu odluke, omogućavaju rešavanje problema kroz aktivno asistiranje u procesu donošenja odluka. To su finalni softverski proizvodi koji podržavaju specifične funkcije u organizaciji (ready to use), a najčešće se razvijaju adaptacijom

opštih modela rešenja, ili su proizvod vlastitog razvojnog procesa.

Većina generatora SPO i SPO specifične namene omogućavaju analizu osetljivosti, analizu konvergencije, analizu „šta-ako“ i analizu dostizanja cilja,⁹ a određeni softveri i analizu konzistentnosti.

Između softvera specifične namene i alata SPO moguće je ostvariti direktnu i posrednu vezu (preko generatora SPO), čime se njihove mogućnosti znatno proširuju, naročito primenom posredne veze.

Sistemi za podršku odlučivanju su oblast koja se intenzivno razvija u pravcu njihove integracije sa ekspertnim sistemima, čime bi se rešio problem upravljanja bazama modela u SPO. Integraciju ekspertnih sistema i sistema za podršku odlučivanju teorijski je moguće realizovati na sledeće načine:

- priključenjem ekspertnih sistema na komponente sistema za podršku odlučivanju (baze podataka i baze modela),

- ekspertnim sistemom kao posebnom komponentom sistema za podršku odlučivanju,

- ekspertnim sistemom kao „aktivnim“ učesnikom u procesu odlučivanja (korišćenje procena i kreativnosti, pri formulisanju strategije odlučivanja, itd.),

- ekspertnim sistemom koji generiše alternativna rešenja za SPO,

- ekspertnim sistemom smeštenim između baze podataka i baze modela, sa ciljem da obavlja integraciju na inteligentan način (unificirani pristup).

Prema dostupnoj literaturi (Bidgoli, 1989) budućnost SPO zavisiće od:

- razvoja računarskog hardvera, uključujući komunikacije i mreže;

- razvoja računarskog softvera, sa težištem na integraciji softverskih paketa;

⁹ Sprovodi se tako što se prvo definiše cilj, a zatim se promenom vrednosti parametara pokušava dostići taj cilj.

– korisnika računara sa težištem na njihovom boljem obrazovanju u ovoj oblasti;

– stepena razvoja ekspertnih sistema i njihove integracije sa sistemima za podršku odlučivanju.

Radi prikaza dostignuća u razvoju, i pomoći pri izboru softvera u skladu sa prirodom problema za čije se rešavanje koristi, u tabeli 10 dat je pregled najpoznatijih softvera za podršku planiranju (odlučivanju) poslova projektne prirode i njihove najvažnije karakteristike.

Pregled softvera za podršku planiranju

Tabela 10

Naziv softvera	Namena softvera
1	2
dBASE (dBASE III /plus i dBASE IV)	Namenjen je za rad sa bazama podataka (kreiranje, upravljanje, ažuriranje). Sve manje se koristi i u praksi zamenjuje savremenijim softverima iz ove grupe.
MICROSOFT EXCEL	Pripada klasi „spread sheet“ (kalkulativne elektronske radne tabele) programa. Namenjen je za rad sa bazama podataka (kreiranje, upravljanje, ažuriranje). Omogućava izradu radnih tabela, izradu grafikona zasnovanih na podacima iz radnih tabela, rad sa bazama podataka u tabelarnom obliku, različite operacije nad tabeliranim podacima i kreiranje različitih vrsta i formi izveštaja (tabelarna forma, ciklogrami, histogrami, kumulativni prikazi,...).
ACCESS	Namenjen je za rad sa bazama podataka (kreiranje, upravljanje, ažuriranje). Jedan je od vodećih softvera za upravljanje relacionim bazama podataka. Omogućava kreiranje automatizovane aplikacije baze podataka iz interaktivne baze podataka. U njemu je ugrađena zbirka korisnih alati koja olakšava pravljenje pojedinih komponenti baze podataka: tabele za smeštaj podataka; upiti (omogućavaju učitavanje podataka i manipulisanje njima); obrasci (za unošenje i pregledanje podataka) i izveštaji (koji prikazuju podatke u štampanom obliku). Posebne mogućnosti softvera u oblasti automatizacije baze podataka jesu kreiranje modula (podsystem baze podataka koja se komponuje iz većeg ili manjeg broja interaktivno povezanih modula – elemenata) i makroa – ispisivanje skupa programskih naredbi koje se izvršavaju kada objekat (tabela, polje, kontrolni objekat, obrazac, upit) prepozna nastanak određenog događaja (promena stanja objekta), odnosno koje računar izvršava kad god korisnik izabere određenu opciju menija ili pritisne namensko komandno dugme). Softver onemogućava pojavu redundanse u implementaciji i ažuriranju baze podataka.
POLICY/GOAL PERCENTAGING (P/G%)	Programski paket namenjen je za rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja. Omogućava analizu osetljivosti (praga značajnosti) i analizu konvergencije. Koristi se za rešavanje problema u različitim oblastima ljudske delatnosti, a posebne rezultate dao je u oblasti sudstva. Primena softvera zahteva dobro poznavanje realnog problema, svih mogućih varijanti izbora i identifikovanje kriterijuma (najčešće višestrukih) kao osnove za izbor, odnosno rangiranje postojećih varijanti. Omogućava rad sa kriterijumima kvantitativne i kvalitativne prirode.
IFPS/Personal (Interactive Personal Financial Planning System)	Predstavlja veoma moćan SPO generator, prvenstveno razvijen za potrebe interaktivnog finansijskog planiranja, ali omogućava primenu i u drugim oblastima. Omogućava analizu osetljivosti, analizu ¹⁰ „šta-ako“, analizu dostizanja cilja.
COAL PROGRAMING	Program predstavlja deo paketa MICRO MANAGER SOFTWARE, a koristi se za rešavanje problema ciljnog linearnog programiranja.
GAMS (General Algebraic Modeling System)	Predstavlja modelirajući softver koji omogućava algebarsko modeliranje. Podržava rešavanje sledećih optimizacionih matematičkih modela: linearno necelobrojno programiranje (LP); celobrojno linearno programiranje (CLP); mešovito celobrojno linearno programiranje (MCLP); (0–1) programiranje; kombinaciju (0–1), LP, CLP, MCLP i nelinearno programiranje.

¹⁰ Istražuje efekte uticaja promene jedne ili više promenljivih na celokupan sistem (npr. kako se menja vreme dotura ako se povećava stepen iskorišćenja tovarnog sanduka motornog vozila kojim se vrši dotur materijalnih sredstava).

Naziv softvera	Namena softvera
1	2
MODSIM III	Naziv mu je skraćenica za modelovanje i simulaciju. Objektno je orijentisan i modularan simulacioni jezik, blok strukture i opšte namene, sa mogućnostima za vizuelnu prezentaciju simulacija. Obezbeđuje podršku za objektno orijentisano programiranje, simulaciju izolovanih događaja i animiranu grafiku. Namenjen je za upotrebu u izradi velikih procesno baziranih modela simulacije izolovanih događaja putem modularnih i objektno orijentisanih tehnika razvoja. MODSIM III kao modularni jezik obezbeđuje formalnu podršku za unošenje definicija i deklaracija iz drugih modula koji se proveravaju na usklađenost pri kompajliranju pojedinačnih modula. Kao izlaz može se dobiti izvršni program sa simulacionim eksperimentom. U njemu je već napravljeno nekoliko programa specijalno namenjenih za simulacije problema za određeno područje (telekomunikacije, računarske mreže, reinženjering procesa, itd.) po principu simulacije bez programiranja. U njemu je razvijeno nekoliko ratnih igara. Jezik je građen otvoreno, tako da se može proširivati: sa modulima za baze podataka i posebno za građenje distribuiranih simulacionih igara (projekat podržan od strane Ministarstva odbrane SAD) kao i sa drugim modulima. Prema stidiji Ministarstva odbrane SAD, iz 1993. godine, MODSIM III je bio jedini simulacioni jezik koji je zadovoljio stroge kriterijume modernog softverskog inženjeringa.
LOTUS-1,2,3	Pruža mogućnost rada sa bazama podataka i modela. Osnova programa je radna tabela pomoću koje korisnik, može da upravlja podacima, razvija aplikacije i vrši grafičku prezentaciju podataka. Korišćenjem podataka iz tabele moguće je kreiranje kvalitetnih grafikona, a na raspolaganju je i rad sa bazom podataka. Omogućava razna unakrsna tabelarna računanja i štampanje kvalitetnih izveštaja i grafikona.
VKR	Programski paket namenjen je za rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja, primenom različitih metoda višekriterijumskog odlučivanja. Softver sadrži osam metoda: MESEL (Višekriterijumska asignacija); Electre I i II, IKOR, Promethee I, II i III, MENOR, TOPSIS, Promethee I, II (PROMCALC).
VP - EXPERT	Predstavlja softverski proizvod iz klase ekspertskih ljuski (šelova). Namenjen je za implementaciju ekspertnih sistema. Za izgradnju ekspertnog sistema koristi bazu znanja i mehanizam zaključivanja kao osnovne komponente. Baza pravila (znanja) sadrži više „znanja“ od samog sadržaja pravila. Mehanizam zaključivanja koristi tehniku pretraživanja unazad, ciljno rezonovanje i inverzno rezonovanje. Baza pravila sastoji se od produkcionih pravila tipa IF uslov THEN zaključak (akcija). Koristi neproceduralan rad, a ima i mogućnost korišćenja proceduralnosti u pisanju programa (samo u Actions Blocku), kao što je petlja. Ima mogućnost direktnog povezivanja sa datotekama baze podataka i spread sheet tabelama. Posедуje mogućnost objašnjenja kako je neki cilj postignut, kolika je vrednost dostignutog cilja, odnosno postignute vrednosti i zašto se traži neka promenljiva. Omogućava korišćenje postojeće baze znanja i pravljenje nove baze znanja.
EXPERT CHOICE	Softver je pogodan za rešavanje problema višeatributnog odlučivanja gde se javlja više konfliktnih i konkurentnih kriterijuma i više alternativa. Omogućava analizu „šta-ako“, analizu osetljivosti rešenja¹¹ i određivanje indeksa konzistentnosti¹² donosioca odluke. Softver predstavlja simbiozu matematičke metode analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP) i elemenata ekspertnog sistema u obliku generatora SPO. Može se koristiti za modeliranje i rešavanje različitih vrsta problema, kod grupnog odlučivanja i odlučivanja sa većim brojem kriterijuma i alternativa. Poseduje i informacioni ekran.

¹¹ Istražuje opsege promene za jednu ili skup promenljivih (npr. u kom opsegu se može kretati vreme utovara municije u transportna sredstva, a da se time ne naruši dopušteno vreme dotura municije na vatrene položaje). Kod problema višeatributnog odlučivanja pokazuje, pored ostalog, i koje uslove (vrednosti kriterijuma) treba da zadovolji alternativa sa drugog ili nekog nižeg nivoa da bi postala najbolja alternativa.

¹² Indeks konzistentnosti je pokazatelj razlike između vrednosti težina kriterijuma dobijenih procenom i vrednosti težina kriterijuma dobijenih pomoću metode svojstvenog vektora.

Naziv softvera	Namena softvera
1	2
CA SPJ ¹³	Koristi se za planiranje, praćenje i upravljanje projektima u poslovnim sistemima. Omogućava rad sa velikim brojem aktivnosti determinističkog i stohastičkog karaktera, izradu kalendara aktivnosti i resursa, raspored poslova prema prioritetu aktivnosti i resursa i istovremeni rad sa više projekata. Omogućava upravljanje rokovima, troškovima, resursima i kvalitetom projekta, te analizu „šta-ako“. Zasnovan je na primeni tehnike mrežnog planiranja i upravljanja (metoda CPM, PERT, PD). Omogućava izradu mrežnih planova, gantograma i kreiranje različitih izveštaja i pregleda. Podržava rad u mrežama, makro programiranje i komunikaciju sa Super Calc, dBase, Lotus, CVS (BASIC) format.
MICROSOFT PROJECT	Koristi se za planiranje, praćenje i upravljanje projektima u različitim oblastima ljudske delatnosti. Omogućava hijerarhijsko dekomponovanje složenog projekta i praćenje njegovog životnog ciklusa. Dozvoljava rad sa standardnim kalendarima aktivnosti i resursa, i omogućava formiranje kalendara po vlastitoj želji. Omogućava rad sa ograničenjima (vremenski uslov nametnut zadacima – aktivnostima), definisanje različitih odnosa među povezanim zadacima i dozvoljava prethodjenje i odlaganje povezanih zadataka – aktivnosti. Omogućava upravljanje rokovima, troškovima, resursima i kvalitetom projekta, kao i analizu „šta-ako“. Omogućava veliki broj operacija nad unetim podacima: traženje, pretraživanje, sortiranje, ažuriranje i filtriranje. Omogućava rad sa više projekata i sa velikim brojem aktivnosti (nekoliko desetina hiljada). Sadrži veliki broj filtera, za filtriranje traženih podataka, a pruža mogućnost kreiranja vlastitih filtera (kopiranjem i izmenom postojećih ili izradom potpuno novih filtera, istaknuti i izolovani filterski prikazi, prilagođeni prikazi, interaktivni filteri...). Zasnovan je na primeni tehnike mrežnog planiranja i upravljanja (metoda CPM, PERT, PD). Omogućava izradu mrežnih planova, gantograma i kreiranje različitih izveštaja i pregleda, a posebno hibridnih izveštaja (kombinacija grafike i brojnih podataka) te razne vrste prikaza (izolovani, istaknuti).
PROGRAMSKI PAKET PRIMAVERA	Predstavlja set programa koji se mogu koristiti pojedinačno i zajednički. Koristi se za planiranje, praćenje i upravljanje projektima u različitim oblastima ljudske delatnosti. Omogućava upravljanje rokovima, troškovima, resursima i kvalitetom projekta. Primenom softvera moguće je vršiti analizu „šta-ako“, što omogućava predviđanje budućih situacija u realizaciji projekta i pronalaženje alternativnih upravljačkih akcija za rešavanje složenih situacija. Pruža mogućnost rada sa usiljenim projektima. Zasnovan je na primeni tehnike mrežnog planiranja i upravljanja (metoda CPM i PRECEDENCE metod). Omogućava izradu mrežnih planova, gantograma i tabelarnih prikaza brojnih podataka o aktivnostima i resursima. Softver omogućava analizu strukture, vremena, resursa i troškova, nivelisanje resursa i kontrolu troškova. Dozvoljava kreiranje različitih vrsta i formi običnih i hibridnih izveštaja (histogrami resursa i troškova i kumulativne dijagrame...), uključujući selekciju i klasiranje podataka. Primenom ovog paketa moguće je strukturirati projekat, napraviti organizacionu šemu i šemu strukture projekta.

Zaključak

Planiranje je vrlo bitna funkcija u logističkim organizacionim sistemima, s obzirom na njihov značaj, namenu i složenost.

Zahtevi vremena, potrebe i saznanja iz prakse i savremeni upravljački trendovi ukazuju na činjenicu da se izučavanju i unapređivanju planiranja u logističkim organizacionim sistemima mora posvetiti mnogo više pažnje nego što je to do sada

¹³ U oblasti upravljanja projektima poznati su i sledeći SPO: Primavera, Super project (Super Project plus, Super project expert i dr.), Projacs (za rad na računarima IBM/370), PMCS/66 (za rad na Honey – well – ovoj seriji računara nivoa 66/DP68), Optima (za rad na sistemima 1100 Univac), HP 98817A Project Management (za rad na računarima HP 9000, serija 200), N 5500 Project management system (razvijen od strane firme Nichols and Company iz Kalifornije), Artemis (proizvod firme Metier) i dr.

bio slučaj. Planiranje se mora posmatrati kao proces, a ne kao parcijalna delatnost u trenutku nužnosti.

Planere i donosiocje odluka u operativnoj organizacionoj praksi prati hroničan nedostatak vremena, zbog čega je neophodno da raspolažu komprimiranim informacijama, predstavljenim u formi koja omogućava brzo donošenje odluka. Ovaj zahtev posebno se odnosi na izbor alata za podršku planiranju. Tabele odluka, a i druge forme tabelarnog predstavljanja, posebno su podesne za ove potrebe.

Izbor adekvatnog alata (metoda i softvera za podršku planiranju) za rešavanje problema doprinosi kvalitetu njegovog rešavanja. Raspoložive činjenice znatno uslovljavaju primenu određene metode za rešavanje problema planiranja, koja samoj građi daje izvesnu činjeničnu vrednost.

Kvalitetno planiranje zahteva poznavanje:

- realnog logističkog sistema: strukture, funkcija, procesa i zadataka;
- uticajnih faktora i elemenata situacije i njihove moguće konstelacije u očekivanoj budućnosti;
- teorijskih osnova planiranja i timskog rada, i raspoloživih alata za rešava-

nje problema planiranja u organizacionim sistemima.

Logistički planovi i planiranje toliko su važni, sveobuhvatni i prožimajući da se mogu smatrati opštim, zajedničkim imeniteljem za sve druge planove. Ako neki vojni plan treba da bude realan, logistički razlozi i planovi moraju se isprepletati sa svim ostalim planovima. Logističko planiranje uvek će biti težak zadatak koji stavlja na probu najbolje sposobnosti, a pravilan izbor alata za podršku planiranju će te sposobnosti znatno povećati.

Literatura:

- [1] Žugalj, M.: Osnove znanstvenog i stručnog rada, RO Zagreb, Samobor, 1989.
- [2] Čupić, M.: Generatori i aplikacije SPO I, DOPIS, Beograd, 1995.
- [3] Hauc, A.: Organiziranje projekata, Informator, Zagreb, 1982.
- [4] Hauc, A.: Upravljanje projektima, Informator, Zagreb, 1975.
- [5] Jovanović, P.: Upravljanje projektima, KIZ, Kultura, Beograd, 1990.
- [6] Andrejić, M.: Planiranje pozadinskog obezbeđenja mobilizacije združenih taktičkih jedinica, doktorski rad, Vojnotehnička akademija VJ, Beograd, 2000.
- [7] Borović, S.: Savetnik za rukovodioce TU SPGŠ VJ, Beograd, 1996.
- [8] Mihajlović, D.: Metodologija naučnoistraživačkih projekata, Centar za primenjenu psihologiju, Beograd, 1995.
- [9] Petrić, J.: Operaciona istraživanja, Nauka, Beograd, 1977.

Mr Lajoš Tot,
dipl. inž.
Mr Panto Maslak,
potpukovnik, dipl. inž.
Vojnotehnički institut VJ,
Beograd

ISPITIVANJA UTICAJA BEZDIMENZIONALNIH GEOMETRIJSKIH PARAMETARA RAKETNOG MOTORA NA BRZINU SAGOREVANJA DVOBAZNOG RAKETNOG GORIVA

UDC: 621.45.07-6:662.6

Rezime:

Ova istraživanja obuhvatila su eksperimentalno i teorijsko proučavanje unutrašnjih balističkih karakteristika sa posebnim osvrtom na erozivnu brzinu sagorevanja u funkciji geometrijskih parametara sistema gorivo-motor. Eksperimentalna istraživanja izvedena su na definisanom dvobaznom raketnom gorivu DRG-X u namenski projektovanom opitnom motoru. Prikazani su eksperimentalni rezultati ispitivanja brzina sagorevanja (osnovna i erozivna) i izvedeni odgovarajući modeli zavisnosti brzina sagorevanja i koeficijenta erozije od geometrijskih parametara.

Ključne reči: raketno gorivo, brzina sagorevanja, bezdimenzionalni geometrijski parametri, erozivno sagorevanje, brzina strujanja gasa, koeficijent erozije.

INVESTIGATION OF THE ROCKET MOTOR DIMENSIONLESS GEOMETRIC PARAMETERS INFLUENCE ON THE BURNING RATE OF DOUBLE BASE PROPELLANT

Summary:

The investigation included experimental and theoretical studies of internal ballistic characteristics with a particular attention to erosive rate burning in function of propellant-motor system geometric parameters. Experimental investigations have been performed of the defined double base propellant. DRG-X, in a test motor specially designed for this purpose. The experimental results of burning rate (basic and erosive) are presented. Corresponding models of burning rates and erosion effects have been derived as well.

Key words: propellants, burning rate, dimensionless geometric parameters, erosive burning, gas rate, erosion coefficient.

Uvod

Težnja konstruktora raketnih motora jeste da se u motor smesti što više čvrstog goriva kako bi se povećao totalni impuls. Naročito je kod raketnih motora velikog potiska i kratkog vremena rada primetno odstupanje režima rada raketnog motora od proračunskog. Pojava početnog pika pritiska, zavisno od intenzi-

teta odstupanja, često izaziva i najteže posledice – razaranje pogonske grupe u početnom stadijumu rada raketnog motora. Radi toga neophodno je poznavati brzine sagorevanja dvobaznih raketnih goriva (DRG) u datim eksploatacionim uslovima.

U svetu je dosta izučavan uticaj brzine strujanja produkata sagorevanja na brzinu sagorevanja DRG [1, 2]. Cilj ovog

istraživanja je da se ispita uticaj bezdimenzionalnih geometrijskih parametara raketnog motora, promenom dužine pogonskog punjenja i kritičnog preseka mlaznika, na brzinu sagorevanja odgovarajućeg DRG.

Teorijska razmatranja

Jedna od osnovnih osobina raketnog goriva je njegova brzina sagorevanja, koje se obavlja po paralelnim slojevima. Brzina sagorevanja definisana je kao rastojanje koje pređe front plamena normalno na površinu sagorevanja u jedinici vremena.

Brzina sagorevanja DRG je funkcija sastava, uslova u komori sagorevanja i dinamike letelice [3]. Pod uslovima u komori sagorevanja podrazumevaju se: pritisak, početna temperatura pogonskog punjenja, temperatura produkata sagorevanja i brzina strujanja gasovitih produkata sagorevanja, koji se kreću paralelno sa površinom raketnog goriva. Brzina sagorevanja zavisi i od dinamike letelice, tj. od njenog ubrzanja i rotacije. Značajnije ugaone brzine letelice, veće brzine strujanja gasovitih produkata sagorevanja ili promene pritiska, mogu povećati osnovnu brzinu sagorevanja.

Zavisnosti brzine sagorevanja od sastava DRG, temperature i pritiska u komori sagorevanja (u_{sag}^0) nazivaju se „karakteristike linearne brzine sagorevanja“ [3]. Vjej je dao empirijski izraz za zakonitost brzine sagorevanja koje se i danas najčešće koristi u raketnoj tehnici:

$$u_{\text{sag}}^0 = bP^n \quad (1)$$

Za merenje brzine sagorevanja raketnog goriva koristi se manometarska

bomba, Krafordova bomba i motori za balistička ispitivanja (MBI) [2]. U raketnoj tehnici koriste se poslednja dva metoda.

Pri određivanju brzine sagorevanja raketnog goriva za neki konkretni motor koriste se mali MBI sa pogonskim punjenjima u obliku šupljih cilindara sa približno neutralnim sagorevanjem. Usvajanjem malog odnosa dužina/prečnik pogonskog punjenja (L/D), kao i velikog odnosa površine za protok gasa/poprečna površina grla mlaznika (A_p/A_t), obično većem od 6, smatra se da se odstranjuju efekti „erozivnog sagorevanja“, tj. održava se brzina gasne struje ispod prazne vrednosti za erozivno sagorevanje.

U Krafordovoj bombi usled čeonog sagorevanja nema strujanja gasa uz površinu sagorevanja, pa je isključen uticaj erozije na ukupnu brzinu sagorevanja [3].

U traženju optimalnog rešenja konstruktori nastoje da konstrukciju motora približe sigurnosnoj granici, s obzirom na to da su ova sredstva namenjena za jednokratnu upotrebu. Tako zamišljena rešenja raketnih motora ne trpe veća odstupanja u režimu sagorevanja, a ako do tih odstupanja iz bilo kog razloga i dođe, tada obično dolazi do razaranja pogonske grupe na samom startu rada motora [4]. Već na prvim realizovanim konstrukcijama primećeno je da se režim sagorevanja ne podvrgava uvek zakonitosti koja je data jednačinom (1). Uočeno je da se u određenim uslovima javlja početni skok pritiska, koji često prelazi dozvoljeni pritisak za datu konstrukciju, i izaziva razaranje raketnog motora.

Analizom pojave početnog porasta pritiska, koji je znatno veći od proračunatog ravnotežnog pritiska, može se doći do zaključka da postoje određena ograničenja u odnosu određenih dimenzija ra-

ketnog motora, unutar kojih se režim sagorevanja pokorava navedenoj zakonitosti sagorevanja. Ograničenja su sadržana u:

- odnosu ukupne površine sagorevanja (A_{sag}) i slobodnog preseka za prolaz produkata sagorevanja (A_p), označenom kao bezdimenzionalni parametar K_i ;
- odnosu kritičnog preseka mlaznika (A_k) i slobodnog preseka za prolaz produkata sagorevanja, označenom kao bezdimenzionalni parametar J ;
- odnosu ukupne površine sagorevanja i kritičnog preseka mlaznika, označenom kao bezdimenzionalni parametar K_n .

U suštini ograničenja ukazuju na to da postoji neka kritična brzina produkata sagorevanja (granična brzina strujanja, v_{pr}), iznad čije vrednosti nastaje uvećanje brzine sagorevanja. U tom slučaju brzina sagorevanja (u_{sag}^*) data je izrazom:

$$u_{\text{sag}}^* = bP^n + \Delta u_{\text{sag}} \quad (2)$$

gde je Δu_{sag} poremećaj brzine sagorevanja kao funkcija protoka produkata sagorevanja.

Ovo saznanje navelo je mnoge autore [5, 6] da definišu poremećaj brzine sagorevanja kao funkciju brzine strujanja gasa, i to u strogo linearnoj zavisnosti datoj u oblicima:

$$u_{\text{sag}}^* = u_{\text{sag}}^0 (1 + k_1 v_{ps}/v_{pr}); \quad (3)$$

i

$$u_{\text{sag}}^* = u_{\text{sag}}^0 (1 + k_2 (v_{ps} - v_{pr})) \quad (4)$$

gde su k_1 i k_2 empirijske konstante, a v_{ps} brzina strujanja produkata sagorevanja.

Ovako definisan uticaj brzine strujanja na poremećaj brzine sagorevanja važi i danas, mada je verovatnije da on nije linearan.

Lenoir i Robillard [7] su u svom radu predložili metod proračuna poremećaja brzine sagorevanja, kao funkciju promene koeficijenta prenosa toplote sa gasa na površinu koja sagoreva.

Green [5] je erozivnu brzinu sagorevanja povezao sa masenom brzinom isticanja (G) po jedinici površine preseka neposredno uz pogonsko punjenje:

$$u_{\text{sag}}^* = u_{\text{sag}}^0 (1 + G/G^*) \quad (5)$$

gde je G^* kritična vrednost masene brzine isticanja u kritičnom preseku mlaznika.

Odnos između brzine sagorevanja sa i bez erozije zove se erozivni odnos ε [1]:

$$\varepsilon = u_{\text{sag}}^*/u_{\text{sag}}^0 \quad (6)$$

Osnovna karakteristika režima sagorevanja je da DRG sagoreva u paralelnim slojevima ravnomerno po celoj površini. Proces emisije gasa iz zone plamena je takav da formirani tok produkata sagorevanja ne utiče na proces sagorevanja u slojevima preko kojih prelazi, bez obzira na to što se za neko dovoljno dugo punjenje brzina produkata sagorevanja povećava od vrednosti nula, na početku punjenja, do maksimalne predviđene vrednosti [4].

Razmatra se cilindrično punjenje koje sagoreva po unutrašnjem ($D_{un,p}$) i spoljnjem prečniku ($D_{sp,p}$). Režim promene brzine strujanja produkata sagorevanja zavisi od emisije gasa sa površine sagorevanja, koja predstavlja neku površinu sa beskonačno mnogo gasnih izvora (slika 1) [4].

Brzina strujanja produkata sagorevanja (v_{ps}), u komori raketnog motora unutrašnjeg prečnika D_m , ima na početku vrednost nula i povećava se do svoje

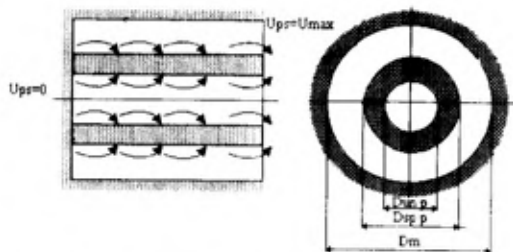
maksimalne vrednosti ($v_{\max}$). Priraštaj brzine strujanja biće [4]:

$$dv_{ps}^v = \frac{\rho_c}{\rho_{ps}} \frac{u_{sag}^*}{A_p} dA_{sag} \quad (7)$$

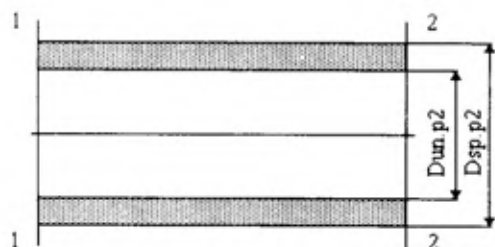
gde je:

ρ_c – gustina čvrste faze,
 ρ_{ps} – gustina produkata sagorevanja,
 u_{sag} – ukupna brzina sagorevanja,
 A_p – površina slobodnog preseka za protok gasa,
 A_{sag} – površina sagorevanja.

Zavisno od intenziteta promene emisije gasa raste brzina strujanja produkata sagorevanja, koja pri određenoj vrednosti remeti pojedine zone sagorevanja smanjujući njihovu debljinu i izaziva primicanje fronta plamena ka površini koja sagoreva, što izaziva i promenu brzine sagorevanja. Kod dovoljno dugačkih pogonskih punjenja $D_{sp.p2} < D_{sp.p1}$, odnosno, $D_{un.p2} > D_{un.p1}$ (slika 2) [4].



Sl. 1 – Proces strujanja produkata sagorevanja



Sl. 2 – Pogonsko punjenje

Ako brzina strujanja ne pređe graničnu vrednost (zove se granična brzina) koja znatno utiče na poremećaj navedenih zona, njen uticaj na promenu brzine sagorevanja je zanemarljiv. Na osnovu toga i analize procesa sagorevanja može se zaključiti da na poremećaj brzine sagorevanja DRG mogu da utiču [4]:

- brzina strujanja produkata sagorevanja,
- debljina gasne zone,
- koeficijent prenosa toplote, odnosno intenzitet toplotnog fluksa, usmerenog ka površini sagorevanja,
- dimenzije pogonskog punjenja i motora, izražene preko unutrašnjebalističkih parametara.

Za stacionarni režim sagorevanja mora biti zadovoljena jednačina kontinuiteta, odnosno da je količina formiranog gasa (M_{for}) jednaka količini gasa koja opstrujava površinu sagorevanja (M_{str}) [4]:

$$M_{for} = M_{str} \quad (8)$$

pri čemu je:

$$dM_{for} = bP^n \rho_c dA_{sag} \quad (9)$$

$$dM_{str} = A_p \rho_{ps} dv_{ps} \quad (10)$$

Brzina strujanja produkata sagorevanja je:

$$v_{ps} = \frac{A_{sag}}{A_p} \frac{\rho_c}{\rho_{ps}} bP^n \quad (11)$$

Ukupna brzina sagorevanja je:

$$u_{sag}^* = \epsilon u_{sag}^0 \quad (12)$$

gde je u_{sag}^0 brzina sagorevanja pri $\epsilon = 1,0$

Uzimajući u obzir da je:

$$\frac{A_{\text{sag}}}{A_p} = K_i \quad \text{i} \quad u_{\text{sag}}^* = \varepsilon u_{\text{sag}}^o \quad (13)$$

brzina strujanja produkata sagorevanja biće:

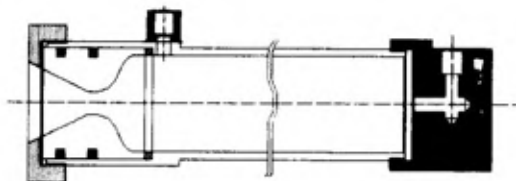
$$v_{\text{ps}} = \varepsilon b P^{n-1} K_i \frac{\rho_c R_o}{gM} T_{\text{sag}} \quad (14)$$

gde je M molekulska masa produkata sagorevanja, a T_{sag} temperatura produkata sagorevanja.

Rezultati eksperimentalnih istraživanja

Istraživanja su izvršena u namenski projektovanom opitnom motoru koji je šematski prikazan na slici 3.

Praćenje erozivnog sagorevanja izvedeno je sa pogonskim punjenjima od DRG-X [8] koja se sastoji iz 22 barutne cevčice, spoljašnjeg prečnika 5,55 mm i unutrašnjeg prečnika 3,95 mm različitih dužina, koje su sa jednog kraja zatvorene metalnim držačima. Obrada dobijenih dijagrama $P = f(t)$ rađena je prema [9]. Rezultati ispitivanja brzine sagorevanja dati su za različite geometrijske parametre, K_n , A_p/A_t i K_i , u širokom dijapazonu kritičnog preseka mlaznika. Dobijeni eksperimentalni rezultati prikazani su u tabelama 1 do 5 i grafički na slikama od 4 do 22.



Sl. 3 – Ovitni motor

U tabelama 1, 2 i 3 d^* je prečnik mlaznice a P_c radni pritisak u komori motora.

Rezultati ispitivanja brzine sagorevanja, prikazani u tabelama 1, 2 i 3, predstavljaju srednje vrednosti dobijene iz tri merenja. Za K_i date su najveće vrednosti.

Karakteristični oblici nekih od dobijenih dijagrama $P = f(t)$, na 20°C, za dve granične dužine pogonskog punjenja (190 i 79 mm) i različite K_n dati su na slikama 4 i 5 [8].

Zavisnosti brzine sagorevanja od P , K_n i A_p/A_t pri raznim K_i (odnosno dužinama punjenja) na 50, 20 i -30°C, prikazane su na slikama 6, 7, 8, 9, 10, 11 i 12 respektivno.

Regresivnom analizom zavisnosti $u_{\text{sag}} = f(P)$, u modelu oblika $u_{\text{sag}} = bP^n$, dobijeni su na svim ispitivanim temperaturama, koeficijenti b i n , kao i koefici-

Tabela 1

Rezultati ispitivanja brzine sagorevanja na 20°C

Dužina cevčice (mm)	d_t (mm)	P_c (bar)	u_{sag} (mm/s)	K_n	A_p/A_t	K_i
79	12,8	400,9	40,43	405	5,015	80
	13,1	355,6	37,51	387	4,788	
	14,3	217,9	27,58	325	4,02	
	15,2	167,1	23,81	287	3,556	
	16,7	116,3	20,41	238	2,945	
	18,2	83,0	18,25	200	2,48	
100	14,3	463,5	45,45	410	4,02	100
	15,1	237,6	31,2	324	3,6	
	17,3	164,6	25,6	280	2,745	
	18,8	135	23,6	237	2,324	
	20,6	92,1	19,74	198	1,936	
165	18,5	539,4	55,06	404	2,4	165
	20	369,2	44,28	346	2,054	
	20,9	279,2	37,04	316	1,88	
	23,9	153	29,2	242	1,438	
190	20	605,2	62,18	398	2,054	190
	20,9	476,4	54,31	364	1,88	
	22,4	343,9	47,26	317	1,637	
	23,9	241,7	38,59	279	1,438	
	25,1	197,3	34,79	253	1,304	
	26,9	160,4	33,06	220	1,135	

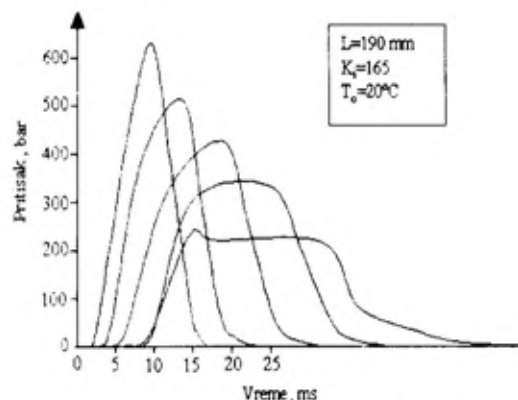
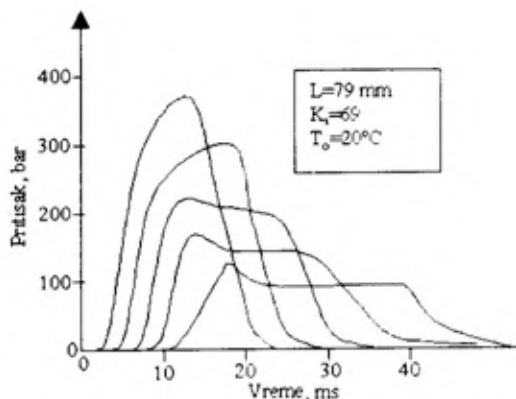
Tabela 2

Rezultati ispitivanja brzine sagorevanja na -30°C

Dužina cevčice (mm)	d_i (mm)	p_c (bar)	u_{sag} (mm/s)	K_n	A_p/A_t	K_i
79	12,8	238,3	25	405	5,015	80
	13,1	214,4	24,2	387	4,788	
	14,3	151	20,1	325	4,02	
	15,2	125,3	18,4	287	3,556	
	16,7	90,2	16,48	238	2,945	
	18,2	68,6	14,68	200	2,48	
130	16,4	299,5	30,93	405	3,054	130
	17	246,5	26,78	378	2,843	
	18,5	167,7	22,35	318	2,400	
	19,7	125,6	19,7	281	2,117	
	21,2	112,6	19,42	242	1,828	
	23,3	82,7	17,54	201	1,513	
165	18,5	320,2	38,22	404	2,400	165
	20	241,6	30,46	346	2,054	
	20,9	191,6	27,1	316	1,88	
	22,1	157,4	24,05	283	1,682	
	23,9	129	22,1	242	1,438	
	25,1	104,4	20,4	220	1,304	
190	20	373,2	40,8	398	2,054	190
	20,9	285,4	35,82	364	1,88	
	22,4	225,1	31,83	317	1,637	
	23,9	170,8	27	279	1,438	
	25,1	144,6	25,42	253	1,304	
	26,9	122,3	25,05	220	1,135	

jenti korelacije (R^2) i prikazani su u tabeli 4.

Regresivnom analizom zavisnosti $u_{\text{sag}} = f(K_n)$, u modelu oblika $u_{\text{sag}} = cK_n^d$, dobijeni su, na svim ispitivanjima

Sl. 4 – Karakteristični oblici krivih $P = f(t)$ Sl. 5 – Karakteristični oblici krivih $P = f(t)$

temperaturama, koeficijenti c i d i dati su u tabeli 5.

Tabela 3

Rezultati ispitivanja brzine sagorevanja na 50°C

Dužina cevčice (mm)	d_i (mm)	p_c (bar)	u_{sag} (mm/s)	K_n	A_p/A_t	K_i
79	12,8	536,6	53,57	405	5,015	80
	13,1	500,1	51,28	387	4,788	
	14,3	301,2	37,27	325	4,02	
	15,2	223,0	31,52	287	3,556	
	16,7	123,6	21,2	238	2,945	
	18,2	86,4	19,5	200	2,48	
100	14,3	571,7	57,58	410	4,02	100
	14,9	479,5	53,67	377	3,7	
	16,1	304,7	40	324	3,169	
	17,3	229,3	31,62	280	2,745	
	18,8	136,1	24,24	237	2,324	
	20,6	90,9	20,51	198	1,936	
130	16,4	578,6	61,22	405	3,054	130
	17	532,3	55,57	378	2,843	
	18,5	333,1	42,1	318	2,4	
	19,7	233,3	35,2	281	2,117	
	21,2	164,2	29,23	242	1,828	
	23,3	113,4	24,24	201	1,513	
165	18,5	757,2	80,56	404	2,4	165
	20	515	59,42	346	2,054	
	20,9	417,3	53,36	316	1,88	
	22,1	312,4	45,94	283	1,682	
	23,9	206,4	38,1	242	1,438	
	25,1	185,1	37,61	220	1,304	
190	20	862,2	90,43	398	2,054	190
	22,4	507,7	64,88	317	1,637	
	23,9	387	56,6	279	1,438	
	25,1	313,9	54,06	253	1,304	
	26,9	236,3	46,54	220	1,135	

Vrednosti koeficijenta b i n u modelu oblika $u_{\text{sag}} = bP^n$

K_i	b , mm/sbar			n			R^2		
	50°C	20°C	-30°C	50°C	20°C	-30°C	50°C	20°C	-30°C
80	1,3984	1,767	2,3304	0,5776	0,5172	0,4327	0,991	0,9858	0,9939
100	1,4041	1,856	–	0,5846	0,5184	–	0,9911	0,9968	–
130	1,7121	–	2,4683	0,5565	–	0,4361	0,9956	–	0,9778
165	2,2628	2,2655	1,500	0,5297	0,5036	0,5539	0,9773	0,987	0,9815
190	2,9077	2,6747	2,554	0,5042	0,4897	0,4661	0,983	0,9941	0,9807

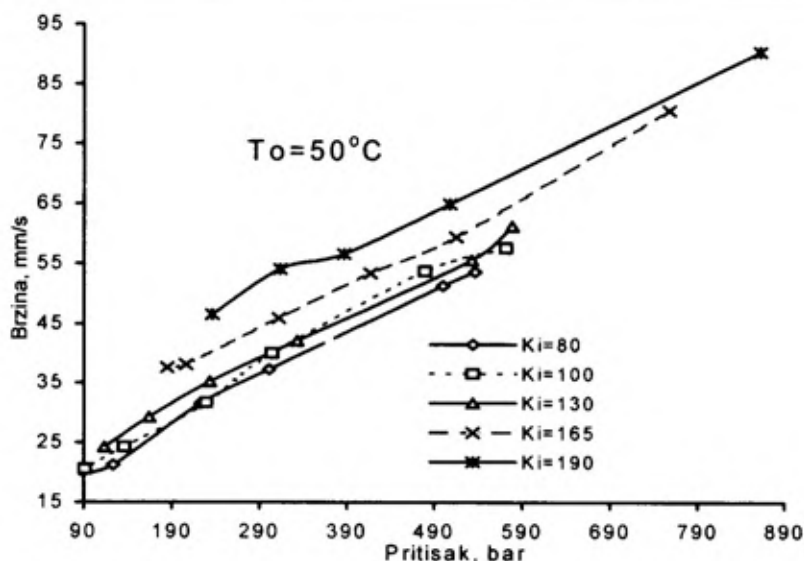
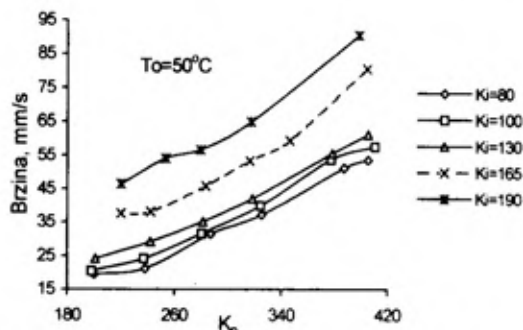
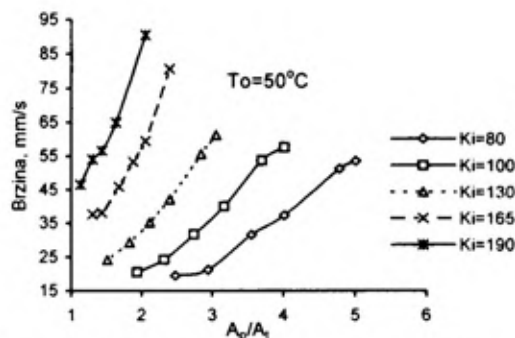
Sl. 6 – Zavisnosti brzine sagorevanja od pritiska za razne odnose A_s/A_p pri temperaturi $T_o = 50^\circ\text{C}$

Tabela 5

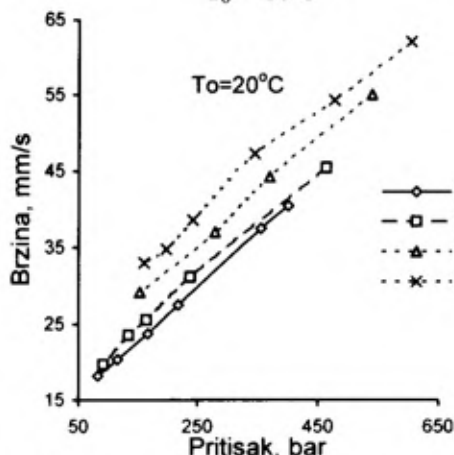
Vrednosti koeficijenta c i d u modelu oblika $u_{\text{sag}} = cKn^d$

K_i	c			d		
	50°C	20°C	-30°C	50°C	20°C	-30°C
80	0,0052	0,0399	0,2602	1,5369	1,1431	0,7574
100	0,0070	0,0525	–	1,4992	1,1133	–
130	0,0181	–	0,278	1,3498	–	0,7711
165	0,0397	0,0322	0,0902	1,2606	1,2354	0,9986
190	0,1217	0,0745	0,2215	1,0979	1,1187	0,8638

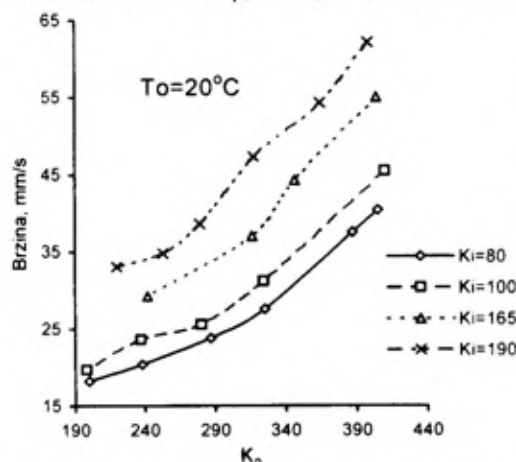
Sl. 7 – Zavisnosti brzine sagorevanja od odnosa A_s/A_t za razne odnose A_s/A_p pri temperaturi $T_o = 50^\circ\text{C}$



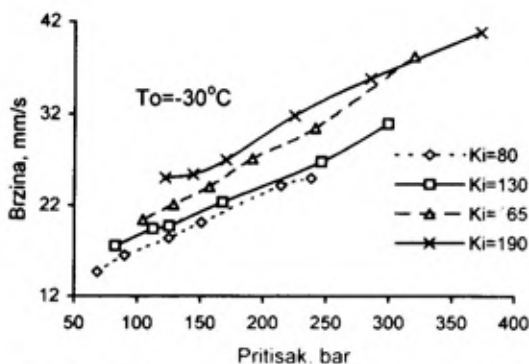
Sl. 8 – Zavisnosti brzine sagorevanja od odnosa A_p/A_t za razne odnose A_s/A_p pri temperaturi $T_0 = 50^\circ\text{C}$



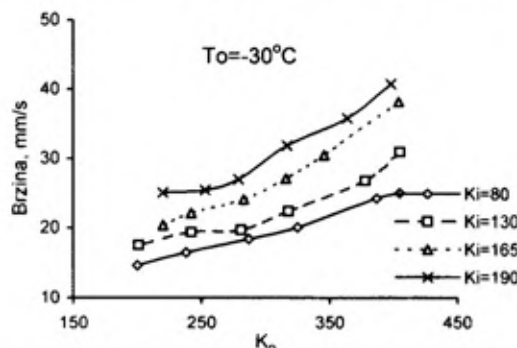
Sl. 9 – Zavisnosti brzine sagorevanja od pritiska za razne odnose A_s/A_p pri temperaturi $T_0 = 20^\circ\text{C}$



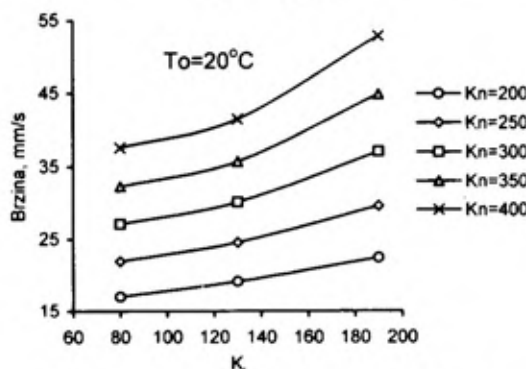
Sl. 10 – Zavisnosti brzine sagorevanja od odnosa A_s/A_t za razne odnose A_s/A_p pri temperaturi $T_0 = 20^\circ\text{C}$



Sl. 11 – Zavisnosti brzine sagorevanja od pritiska za razne odnose A_s/A_p pri temperaturi $T_0 = -30^\circ\text{C}$

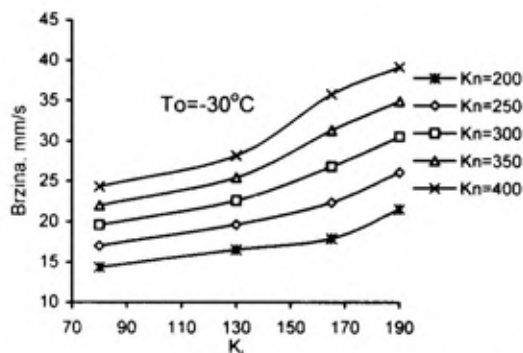


Sl. 12 – Zavisnosti brzine sagorevanja od odnosa A_s/A_t za razne odnose A_s/A_p pri temperaturi $T_0 = -30^\circ\text{C}$

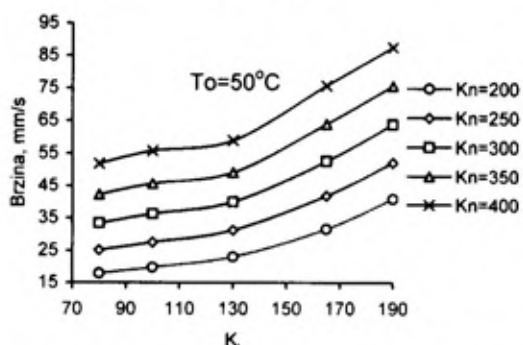


Sl. 13 – Zavisnost brzine sagorevanja od odnosa A_s/A_p pri konstantnim odnosima $K_n = A_s/A_t$ pri $T_0 = 20^\circ\text{C}$

Zavisnosti brzine sagorevanja od dužine pogonskog punjenja, pri konstantnom K_n (a za $K_n = 200, 250, 300, 350$ i



Sl. 14 – Zavisnost brzine sagorevanja od odnosa A_s/A_p pri konstantnim odnosima $K_n = A_s/A_t$ pri $T_o = -30^\circ\text{C}$



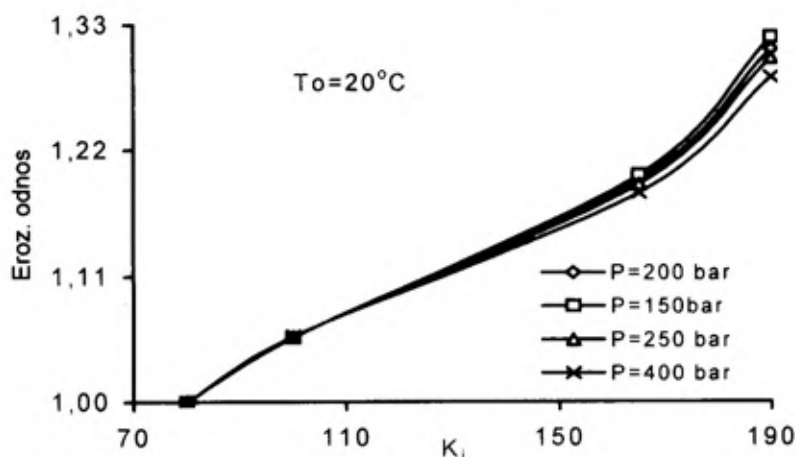
Sl. 15 – Zavisnost brzine sagorevanja od odnosa A_s/A_p pri konstantnim odnosima $K_n = A_s/A_t$ pri $T_o = 50^\circ\text{C}$

400), dobijenih regresivnom analizom, metodom najmanjih kvadrata na osnovu eksperimentalnih podataka za radne temperature od -30°C , 20°C i 50°C , prikazane su na slikama 13, 14 i 15 respektivno.

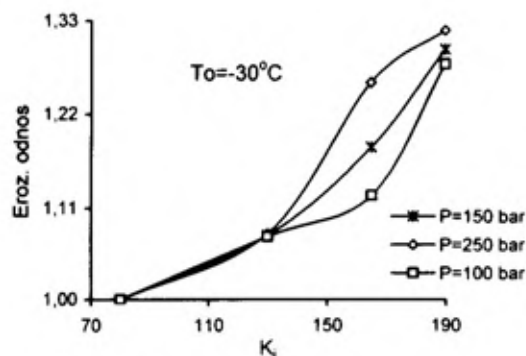
Ako se usvoji pretpostavka da je brzina sagorevanja pri malim vrednostima K_i (npr. $K_i = 80$) u stvari linearna brzina sagorevanja bez erozije (u_{sag}^0), tada su brzine sagorevanja pri većim vrednostima K_i uz učešće erozije (u_{sag}^*). Usvajanje ove pretpostavke omogućava formiranje erozivnog odnosa ε – jednačina (12).

Zavisnosti erozivnog odnosa od K_i , pri konstantnom pritisku, na svim ispitivanim temperaturama, prikazane su na slikama 16, 17 i 18.

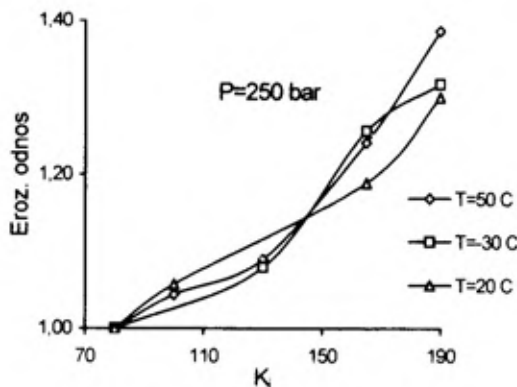
Zavisnosti erozivnog odnosa od K_i , za konstantne K_n , na 50°C , prikazane su na slici 19. Zavisnost erozivnog odnosa od K_i , pri konstantnom pritisku od 250 bara, na svim ispitivanim temperaturama prikazana je na slici 20.



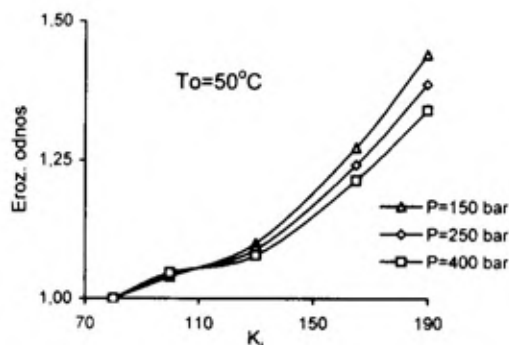
Sl. 16 – Zavisnosti erozivnog odnosa od $K_i = A_s/A_p$ za razne pritiske na $T_o = 20^\circ\text{C}$



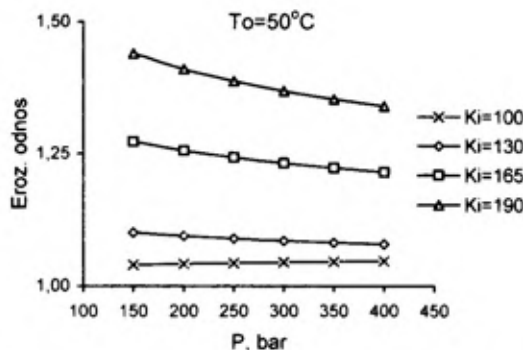
Sl. 17 – Zavisnosti erozivnog odnosa od $K_i = A_s/A_p$ za razne pritiske na $T_o = -30^\circ\text{C}$



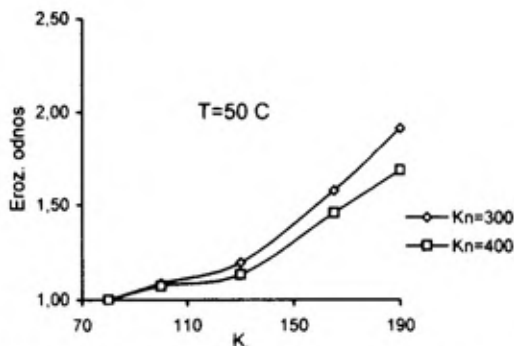
Sl. 20 – Zavisnost erozivnog odnosa od bezdimenzionalnog geometrijskog parametra K_i pri $P = 250$ bar



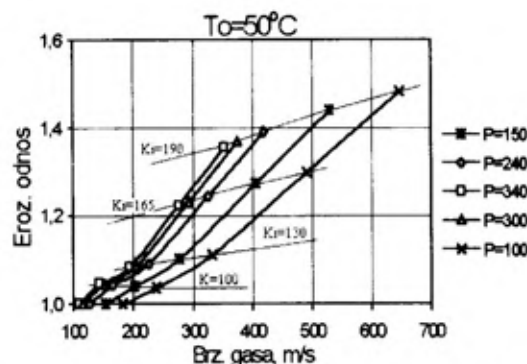
Sl. 18 – Zavisnosti erozivnog odnosa od $K_i = A_s/A_p$ za razne pritiske na $T_o = 50^\circ\text{C}$



Sl. 21 – Zavisnost erozivnog odnosa od pritiska pri $K_i = \text{konst.}$ i $T_o = 50^\circ\text{C}$



Sl. 19 – Zavisnosti erozivnog odnosa od bezdimenzionalnog geometrijskog odnosa K_i pri $K_n = 300$ i 400 na $T_o = 50^\circ\text{C}$



Sl. 22 – Zavisnost erozivnog odnosa od brzine strujanja gasa u komori raketnog motora

Zavisnost erozivnog odnosa od P pri konstantnim K_i , na 50°C prikazana je na slici 21.

Regresivnom analizom funkcionalne zavisnosti $\varepsilon = f(P)$, u modelu oblika $\varepsilon = eP^f$, dobijena su rešenja sistema jednačina linearne regresije i prikazana u tabeli 6.

Zavisnost erozivnog odnosa od brzine strujanja gasa – jednačina (14), pri konstantnim P , na 50°C prikazana je na slici 22. Vrednost za T_{sag} (u jednačini 19) izračunata je pomoću termohemijskog proračuna i iznosi 2882 K.

Tabela 6

Vrednosti koeficijenata e i f u modelu oblika $\varepsilon = eP^f$ na 50°C

K_i	e	f
	50°C	50°C
80	–	–
100	1,00	0,007
130	1,2243	-0,0211
165	1,620	-0,0479
190	2,081	-0,0734

Analiza rezultata eksperimentalnih ispitivanja

Iz eksperimentalnih rezultata prikazanih u tabelama 1, 2 i 3, kao i sa slikom 6, 7, 8, 9, 10, 11 i 12 na svim ispitivanim temperaturama, vidi se trend porasta brzine sagorevanja u funkciji P , K_n , odnosno A_p/A_t sa porastom K_i (odnosno povećanjem dužine pogonskog punjenja).

Iz table 4 uočava se da je vrednost eksponenta n u modelu $u_{\text{sag}} = bP^n$ najveća na 50°C , a najmanja na -30°C . Takođe, uočava se (na 50 i 20°C) trend smanjenja eksponenta n sa porastom K_i , što je povoljna karakteristika pri projektovanju impulsnih motora.

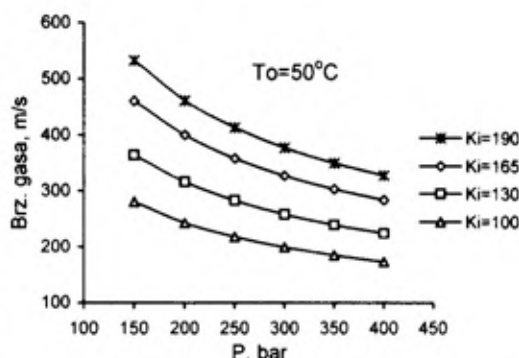
Iz tabela 4 i 5 vidi se da je vrednost eksponenta n u modelu $u_{\text{sag}} = bP^n$, odnosno eksponenta d u modelu oblika $u_{\text{sag}} = cK_n^d$, najveća na 50°C , a najmanja na -30°C .

Pretpostavljajući da je brzina sagorevanja pri malim vrednostima K_i (npr. $K_i = 80$) linearna brzina sagorevanja bez erozije (u_{sag}^0), omogućeno je formiranje erozivnog odnosa ε , prema jednačini (12).

Iz zavisnosti erozivnog odnosa od K_i pri konstantnom pritisku, slike 16 i 18, na 20 i 50°C , vidi se da erozivni odnos raste sa smanjenjem pritiska, dok je na -30°C situacija obrnuta, tj. erozivni odnos raste sa porastom pritiska.

Iz zavisnosti erozivnog odnosa od K_i pri konstantnom K_n , slika 19, za 50°C , vidi se da erozivni odnos raste sa smanjenjem K_n .

Na osnovu rezultata iz table 6 i korišćenjem jednačine (14) izračunata je brzina gasa (u_{ps}) u funkciji pritiska na definisanim K_i , slika 23. Sa slike se vidi, na datom K_i , da sa porastom pritiska opada brzina strujanja gasa. Pri konstantnom pritisku, sa porastom K_i , raste i brzina strujanja gasa.



Sl. 23 – Zavisnost brzine gasa od pritiska za razne K_i na $T_o = 50^\circ\text{C}$

Zaključak

Povećanjem bezdimenzionalnog geometrijskog parametra K_i na vrednost preko 130 dolazi do znatnog porasta brzine strujanja produkata sagorevanja, što uslovljava prirast brzine sagorevanja, a izražava se preko erozivnog odnosa ε , koji ide i preko 150%.

Iz funkcionalne zavisnosti erozivnog odnosa i bezdimenzionalnog geometrijskog parametra K_i , pri konstantnom pritisku na radnim temperaturama od 20°C i 50°C zaključuje se da erozivni odnos raste smanjenjem pritiska. Pri radnoj temperaturi od -30°C situacija je obrnuta – erozivni odnos raste sa porastom pritiska.

Efekat prirasta brzine sagorevanja u erozivnom području gorenja praktično bi se mogao iskoristiti pri projektovanju pogonskih punjenja raketnih motora.

Budućim radovima na uporednim ispitivanjima različitih raketnih goriva, u

približno istim uslovima, moglo bi se doći do informacije o njihovoj erozivnoj osetljivosti, a njihovim upoređenjem dobio bi se podatak koji bi pomogao pri izboru raketnog goriva radi primene u konkretnim raketnim motorima.

Literatura:

- [1] Wimpres, R.: Internal Ballistics of Solid-Fuel Rockets, New York, McGraw-Hill Book Company, 1950.
- [2] Huggett, C., Bartley, C., Mills, M.: Solid propellant rockets, Princeton, New Jersey, 1960.
- [3] Mamula, Lj.: Analiza i proračun performansi raketnog motora sa čvrstom pogonskom materijom, Kumulativna naučno-tehnička informacija, VTI KoV JNA, 13, 1979.
- [4] Drašković, D.: Uticaj nekih parametara na poremećaj brzine sagorevanja čvrstog homogenog raketnog goriva. Naučno-tehnički pregled, VTI KoV JNA, br. 3, 1974.
- [5] Green, L.: Erosive burning of some composite solid propellant, Jet Propulsion, Vol. 24., 1954.
- [6] Macklund, T., Lake, A.: Experimental investigation of propellant erosion, ARS, Vol. 30., No. 2., 1960.
- [7] Lenoir, J., Robillard, G.: A mathematical method to predict the effect of erosive burning in solid propellant rockets, 6-th Symposium on Combustion, New York, Reinhold publ. corporation, 1956.
- [8] Tot, L.: Tehnički izveštaj, TI-004-01-0032, Vojnotehnički institut KoV VJ, Beograd, 1993.
- [9] Kobilarev, M.: Metode obrade podataka osnovnih mernih parametara raketnih motora na čvrsto gorivo, Naučno-tehnički pregled, VTI KoV JNA, br. 10, 1982.

CIKLIČNO POMERANJE OSE ROTACIJE USISNOG VRTLOGA TOKOM USISAVANJA I KOMPRESIJE MOTORA SUS

UDC: 621.434:532.517

Rezime:

U ovom radu prezentirani su neki inicijalni rezultati evolucije strujnog polja u komori za sagorevanje oto-motora, kao posledica ustrujavanja fluida kroz ventilski sklop koji se sastoji od usisnog kanala i pokretnog ventila. Rezultati su dobijeni pomoću višedimenzionalnog modeliranja nereaktivnog strujanja u komplikovanoj geometriji sa pokretnim granicama. Od velikog broja dobijenih rezultata (oko 2400 dijagrama) prezentirani su samo relevantni za izvođenje zaključaka. Strujno polje je izuzetno komplikovano i u celini trodimenzionalno. Dobijene su interesantne informacije, posebno sa aspekta pojave reverzibilnog TB vrtloga i pomeranja ose njegove rotacije za vreme usisavanja iz zone izduvnog ventila u zonu usisnog ventila, i potpuno suprotnog pomeranja za vreme kompresije iz zone usisnog ventila u zonu izduvnog ventila. Maksimalni intenzitet turbulencije u blizini UMT nalazi se u zoni ispod usisnog ventila, dok za vreme kompresije egzaktno prati lokaciju ose rotacije reverzibilnog TB vrtloga.

Ključne reči: motor SUS, modeliranje, strujanje.

CYCLIC DISPLACEMENT OF THE REVERSE TUMBLE AXIS OF ROTATION DURING INDUCTION AND COMPRESSION IN THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Summary:

In this paper some initial results concerning the evolution of the fluid flow pattern in the combustion chamber of i.c. engine imposed by fluid ingress through the port/valve intake assembly were presented. The results were obtained by multidimensional modeling of nonreactive flow in arbitrary geometry with moving boundaries. A large amount of results was obtained (app. 2400 plots) and only a few relevant ones were selected. The fluid flow pattern is extremely complicated and entirely three-dimensional. Some interesting results were encountered, concerning reverse tumble and its center of rotation shifting from the exhaust valve zone to the intake valve zone during induction stroke and vice versa, from the intake valve zone to the exhaust valve zone during compression. In the vicinity of BDC the maximum turbulence intensity is located beneath the intake valve while during compression it pursues entirely the displacement of the reverse tumble axis of rotation.

Key words: i.c. engine, modeling, flow.

Uvod

Rezultati istraživanja prezentirani u ovom radu predstavljaju samo jedan seg-

ment šireg istraživanja uticaja različitih oblika makrostrujanja na oblik fronta plamena i brzinu njegovog prostiranja kroz nesagorelu smešu. Neki rezultati

istraživanja izolovanog i sinergičkog uticaja radijalnog i vihornog strujanja već su publikovani [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Međutim, uticaj trećeg oblika makrostrujanja, tj. prevrtanja inicijalne struje i formiranja vrtloga oko ose upravne na vertikalnu ravan preseka oba ventila (uglavnom y-ose) (u daljem tekstu TB vrtlog – Tumble) nije razmatrano. S druge strane, neka istraživanja u svetu [11, 12, 13, 14, 15] pokazuju da je treći oblik makrostrujanja, tj. TB vrtlog, jedan od ključnih faktora povećanja, kako specifične snage i ekonomičnosti, tako i smanjenja emisije CO i HC (18% i 25% respektivno [16]) i NO (sa EGR do 80% [17]) modernih motora sa viševentilskim sistemima. Naime, iz teorije o turbulenciji poznato je da vrtložno vlakno pod kompresijom smanjuje svoju dužinu i promoviše rotacionu brzinu oko svoje ose, tj. kretanje je na većoj skali („spin-up“ efekat) [18]. Može se pretpostaviti da se TB vrtlog ponaša po istim zakonitostima, tj. da dobro oformljeni TB vrtlog u blizini UMT u toku takta kompresije svojom destrukcijom generiše veći intenzitet turbulencije i veću integralnu dužinsku skalu turbulencije u blizini SMT, što za sobom povlači smanjenje vremena formiranja jezgra plamena i veću brzinu prostiranja razvijenog plamena u kasnijoj fazi [19]. Neosporavanjem ovakve logike dolazi se do zaključka da je idealizovani oblik strujnog polja u blizini UMT dobro oformljeni TB vrtlog visokog intenziteta. Kvantitativna i kvalitativna karakterizacija strujnog polja za vreme usisavanja, kao i analiza geometrijskog sklopa kanala i ventila sa aspekta odstupanja od idealizovanog oblika strujnog polja, bili su glavni predmet istraživanja prikazanog u ovom radu.

Modeliranje nereaktivnog strujanja

Kako su analize ovakvog tipa, zbog eksplicitnog obuhvatanja geometrije, prirodno inherentne višedimenzionalnom numeričkom modeliranju nereaktivnih strujanja, sasvim je logično što je takav pristup primenjen i u ovom radu. Međutim, iako višedimenzionalni modeli formalno zahtevaju samo definisanje inicijalnih i graničnih uslova, njihova primena je vrlo komplikovana i podrazumeva čitav niz pretpostavki i uprošćenja kao što su:

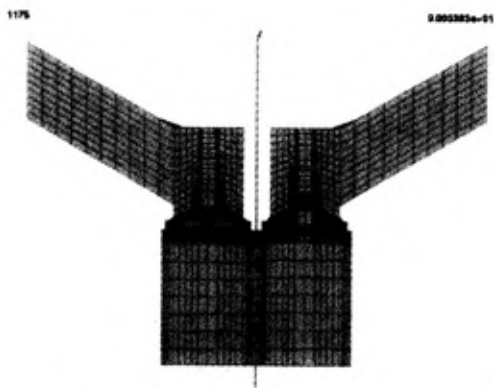
- 3D konzervacioni oblik jednačina, koje opisuju nestacionarno turbulentno strujanje nereaktivnog kompresibilnog fluida, rešen je na relativno finoj kompjuterskoj mreži (42.000 – 82.000 ćelija) u fizičkom domenu ALE (Arbitratdž Lagrange-Eulerian) postupkom [20, 21, 22];
- turbulencija je modelirana fenomenološki (standardni $k - \epsilon$ model turbulencije);
- difuzija se ponaša po Fickovom zakonu;
- za izračunavanje tenzora napona i toplotnih flukseva primenjene su „zidne funkcije“, tj. granični uslovi su primenjeni u blizini, a ne na samom zidu;
- za toplotne flukseve primenjena je Reynoldsova analogija;
- ventili su tretirani kao interne prepreke na kompjuterskoj mreži;
- izračunavanja su izvršena samo za takt usisavanja.

Rezultati istraživanja

Analiza strujnog polja tokom usisavanja zasnovana je na geometrijskoj konfiguraciji prikazanoj na slikama 1 i 2. Evidentno je da je komora za sagorevanje u obliku cilindra (najjednostavniji oblik) sa vertikalno postavljenim ventilima.



Sl. 1 – Perspektivni izgled razmatrane geometrijske konfiguracije sa ventilima



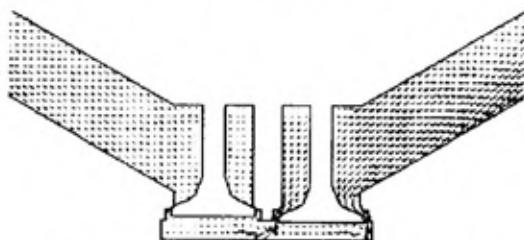
Sl. 2 – Poprečni presek geometrijske konfiguracije u x-z ravni, $y = 0$ na 60°KV posle SMT, sa kompjuterskom mrežom

Osnovni podaci su odnos hoda i prečnika cilindra $S/D = 9,55 \text{ cm}/9,843 \text{ cm}$, prečnik oba identično oblikovana ventila $D_v = 3,38 \text{ cm}$, zazor između klipa i glave $SG = 2 \text{ mm}$, broj obrtaja motora $N = 2000 \text{ min}^{-1}$ i kvalitet smeše $\lambda = 1$. Neophodno je, takođe, napomenuti da je maksimalni hod ventila $0,82 \text{ cm}$ (na 90°KV posle SMT), dok se ostali geometrijski podaci (lokacija i oblik ventila i

kanala) mogu videti na slikama 1 i 2. Početak otvaranja usisnog ventila je postavljen na 10°KV pre SMT, a zatvaranje na 190°KV posle SMT.

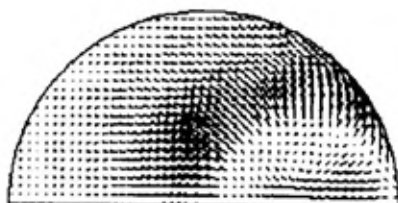
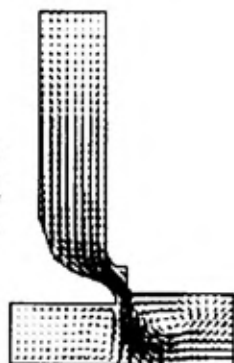
Strujno polje u sve tri ravni, predstavljeno u obliku vektora, na samom početku usisavanja (15°KV posle SMT i hod ventila $H_v = 0,35 \text{ cm}$) prikazano je na slikama 3, 4 i 5.

Sa slike 3 vidi se da usisna struja udara u čelo klipa, povija se i polako formira vrtlog oko y-ose u smeru kretanja



Sl. 3 – Strujno polje u x-z ravni, $y = 0$, na 15°KV posle SMT

Sl. 4 – Strujno polje u y-z ravni, $x = 2 \text{ cm}$, na 15°KV posle SMT (zona usisnog ventila)



Sl. 5 – Strujno polje u x-y ravni, $z = 9 \text{ cm}$, na 15°KV posle SMT

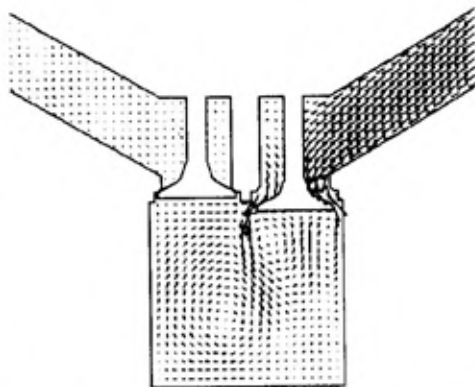
kazaljke na satu. Na samom startu evidentna je asimetričnost strujne slike, jer usisna struja, zbog blizine zida cilindra, udara u zid i takođe počinje da formira vrtlog oko $y = \text{const.}$ ose u istom smeru. Interesantni rezultati dobijaju se sa slike 4 koja prikazuje strujno polje u y - z ravni za $x = 2$ cm (presek kroz usisni ventil). Zbog veće udaljenosti zida cilindra veći deo usisne struje udara o čelo klipa i dolazi do separacije struje, tj. do formiranja četiri vrtloga, dva po obodu pećurke ventila i dva u zoni između glave i čela klipa, pri čemu je intenzitet ovih drugih veći. Egzistencija vrtloga i separacija struje uočavaju se i na slici 5 koja prikazuje strujno polje u x - y ravni za $z = 9$ cm (vektori većeg intenziteta unutar zone separacije struje). Daljim pomeranjem klipa ka UMT (75°KV posle SMT), kao i povećanjem hoda ventila ($H_v = 0,77$ cm) i elevacije usisne struje dolazi do pojave formiranja reverzibilnog TB vrtloga sa centrom rotacije u zoni ispod izduvnog ventila (slika 6).

Istovremeno dolazi i do pojačanja intenziteta vrtloga u zoni između zida i pećurke usisnog ventila, što rezultira separacijom struje, promenom smera strujanja u pravcu reverzibilnog TB vrtloga i porasta njegovog intenziteta. Vrtlozi u

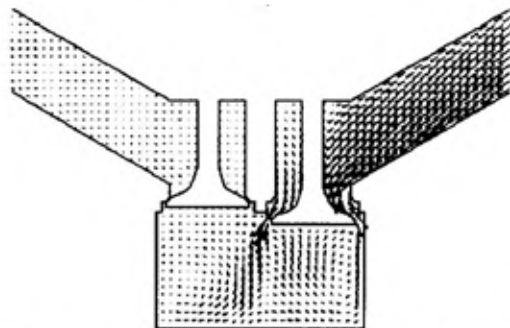
uglovima perzistiraju dok se separacija struje može uočiti i na slici 7 (mali intenzitet vektora brzine u levom gornjem uglu).



Sl. 7 – Strujno polje u y - z ravni, $x = 2$ cm, na 75°KV posle SMT (zona usisnog ventila)

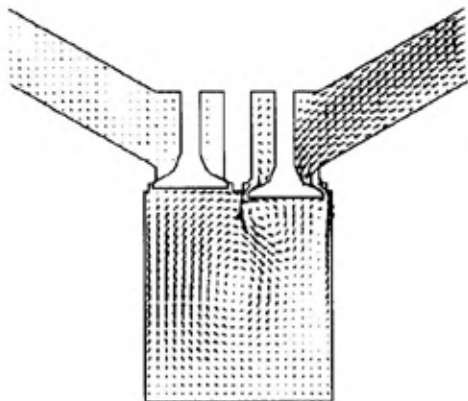


Sl. 8 – Strujno polje u x - z ravni, $y = 0$, na 120°KV posle SMT

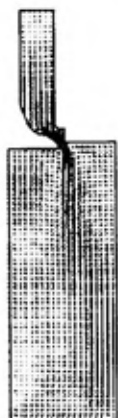


Sl. 6 – Strujno polje u x - z ravni, $y = 0$, na 75°KV posle SMT

Ukupnom proširenju zone visokog turbulentnog intenziteta doprinose i već oformljeni vrtlozi oko $x = \text{const.}$ ose. Strujno polje na početku promene smera kretanja ventila (120°KV posle SMT i $H_v = 0,74$ cm) okarakterisano je konfliktnim dejstvom reverzibilnog TB vrtloga sa osom rotacije ispod izduvnog ventila i vrtloga manjeg intenziteta sa osom ispod usisnog ventila. To rezultira potiskivanjem manjeg vrtloga ka zidu komore, povećanjem intenziteta reverzibilnog TB



Sl. 9 – Strujno polje u x-z ravni, $y = 0$, na 150°KV posle SMT

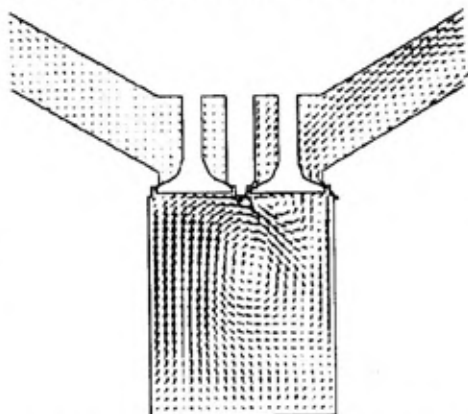


Sl. 10 – Strujno polje u y-z ravni, $x = 2$ cm, na 150°KV posle SMT (zona usisnog ventila)

vrtiloga i pomeranjem njegovog centra rotacije ka centralnom delu komore.

Isti trend nastavlja se i na 150°KV posle SMT ($H_v = 0,5$ cm) (slika 9) gde se uočava da reverzibilni TB vrtlog pojačava svoj intenzitet i zahvata veći centralni deo komore za sagorevanje. Osa njegove rotacije pomera se ka zoni ispod usisnog ventila, promovišući širu zonu sa visokim turbulentnim intenzitetom. Efekat manjeg vrtiloga ispod usisnog ventila drastično je reduciran i svodi se na dejstvo neposredno ispod površine usisnog ventila. Reverzibilni TB vrtlog vrši i detenciju bočnih vrtiloga, tako da u ravni preseka usisnog ventila egzistiraju uglavnom vektori manjeg intenziteta (slika 10).

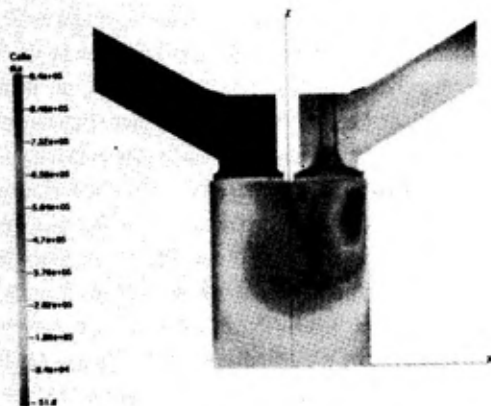
Strujno polje u UMT (180°KV posle SMT, $H_v = 0,15$ cm) neposredno pred zatvaranje usisnog ventila prikazano je na slikama 11 i 12, dok je prostorna distribucija kinetičke energije turbulencije u x-z ravni, $y = 0$, prikazana na slici 13.



Sl. 11 – Strujno polje u x-z ravni, $y = 0$, na 180°KV posle SMT



Sl. 12 – Strujno polje u x-y ravni, $z = 9$ cm, na 180°KV posle SMT

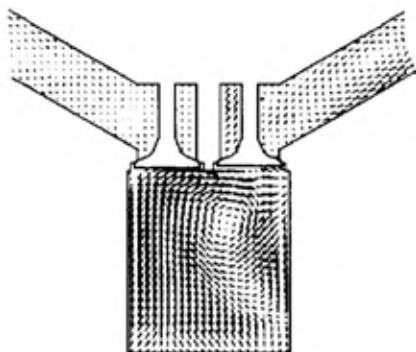


Sl. 13 – Prostorna distribucija kinetičke energije turbulencije u x-z ravni, $y = 0$, na 180°KV posle SMT

Sa slike 11 se vidi da u UMT postoji dobro oformljeni reverzibilni TB vrtlog visokog intenziteta, koji praktično zahvata celu komoru i dominira strujnom slikom. Naime, postepenim premeštanjem ose rotacije TB vrtloga ka zoni ispod usisnog ventila i povećanjem njegovog intenziteta dolazi do defleksije bočnih vrtloga i njihovog usmeravanja ka zidu komore. To se dobro vidi na slici 12 gde se, pored intenzivnog vrtloženja oko $y = \text{const.}$ ose (vektori niskog intenziteta u zoni ispod pečurke usisnog ventila, udesno od njegove ose), uočava i formiranje jakih vrtloga oko z -ose. Ne sme se zaboraviti ni egzistencija manjeg vrtloga neposredno ispod pečurke usisnog ventila, levo od njegove ose, koji trpi kompresiju od reverzibilnog TB vrtloga i povećava brzinu svoje rotacije. Dakle, u zoni ispod usisnog ventila postoji vrtloženje oko sve tri ose, pri čemu je efekat reverzibilnog TB vrtloga dominantan. Ovakvo tumačenje potvrđuje prostorna distribucija kinetičke energije turbulencije, prikazana na slici 13. Kao što se vidi, najšira zona je zona uticaja samo reverzibilnog TB vrtloga. Uticaj dodatnih manjih vrtloga se superponira na TB vrtlog i pojačava intenzitet turbulencije. Strujno polje u x - z ravni, na početku kompresije prikazano je na slici 14. Reverzibilni vrtlog pojačava svoj intenzitet dok se osa njegove rotacije postepeno premešta iz centralnog dela ka zoni usisnog ventila.

Povećani intenzitet reverzibilnog vrtloga ima za posledicu destrukciju vrtloga ispod usisnog ventila, destrukciju vrtloga u zoni između glave i čela klipa, kao i destrukciju bočnih vrtloga oko x -ose (slika 15). Sa slike se vidi da ne postoje vrtlozi oko $x = \text{const.}$ ose. S druge strane, vrtlozi oko z -ose, koji se registruju u x - y ravni, perzistiraju. Pored toga, sa slike 14 se vidi da je zona u blizini čela

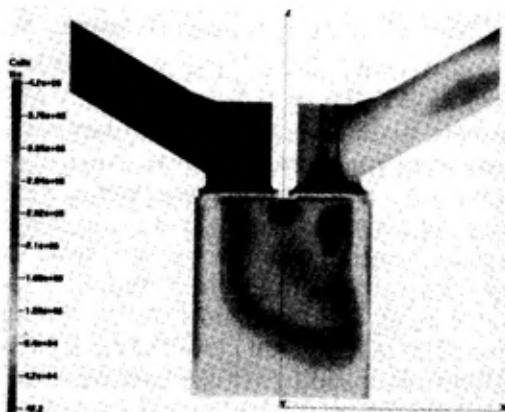
klipa neobuhvaćena reverzibilnim vrtlogom i da se on nalazi u centralnom i gornjem delu komore.



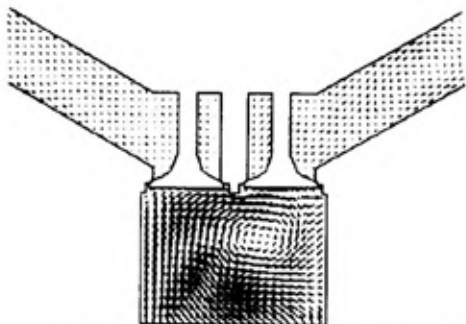
Sl. 14 – Strujno polje u x - z ravni, $y = 0$, na 210°KV posle SMT



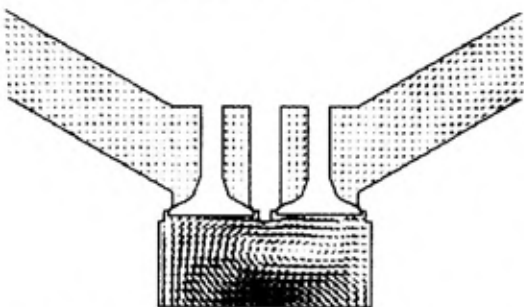
Sl. 15 – Strujno polje u y - z ravni, $x = 2$ cm, na 210°KV posle SMT (zona usisnog ventila)



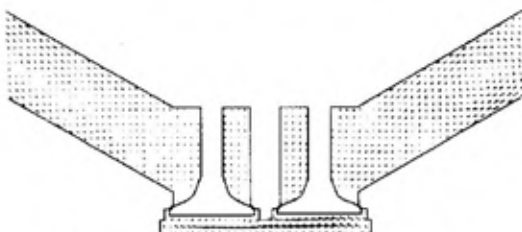
Sl. 16 – Prostorna distribucija kinetičke energije turbulencije u x - z ravni, $y = 0$, na 210°KV posle SMT



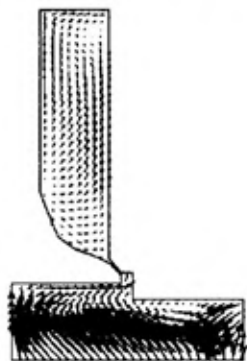
Sl. 17 – Strujno polje u x-z ravni, $y = 0$, na 270°KV posle SMT



Sl. 18 – Strujno polje u x-z ravni, $y = 0$, na 300°KV posle SMT



Sl. 19 – Strujno polje u x-z ravni, $y = 0$, na 360°KV posle SMT



Sl. 20 – Strujno polje u y-z ravni, $x = 2$ cm, na 340°KV posle SMT (zona usisnog ventila)

Dejstvo reverzibilnog vrtloga manifestuje se i na prostornu distribuciju kinetičke energije turbulencije, koja zahvata veći centralni deo komore nego u slučaju na 180°KV posle SMT, pri čemu se zapaža polako premeštanje $K_{\max}$ iz zone zida ka zoni ispod usisnog ventila, što je prikazano na slici 16.

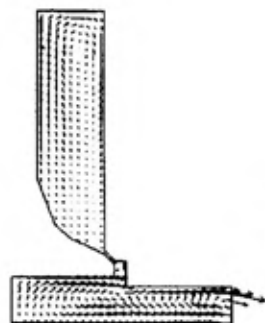
Isto tako, važno je naglasiti da srednja vrednost kinetičke energije turbulencije tokom kompresije naglo opada ($3,04 \cdot 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}^2$ na 180°KV posle SMT u odnosu na $1,82 \cdot 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}^2$ na 210°KV posle SMT). U toku takta kompresije strujna slika u x-z ravni zadržava isti oblik sve do 300°KV posle SMT. Lokacija ose rotacije reverzibilnog vrtloga perzistira, iako zbog veće brzine klipa i smanjenja zapremine komore dolazi do vrtloženja u celoj komori (slika 17).

Na oko 300°KV posle SMT, u skladu sa „spin-up“ teorijom, počinje da dolazi do rastezanja reverzibilnog vrtloga i obuhvatanja zone ispod izduvnog ventila. Klip obavlja kompresiju reverzibilnog vrtloga i njegovo istiskivanje iz zone ispod usisnog ventila. Na taj način dolazi do premeštanja ose njegove rotacije ka izduvnom ventilu, što se vidi na slici 18.

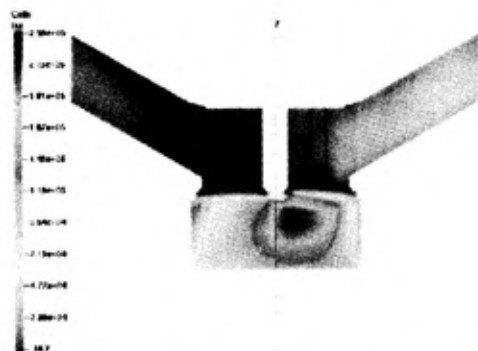
Ovaj trend istiskivanja reverzibilnog vrtloga nastavlja se sve do SMT, tako da u zoni ispod usisnog ventila više ne postoji reverzibilni vrtlog, dok se u zoni ispod izduvnog ventila zapaža njegova pojava, ali slabog intenziteta (slika 19).

Istovremeno sa potiskivanjem reverzibilnog vrtloga u zonu ispod izduvnog ventila i njegovog iščezavanja u zoni ispod usisnog ventila dolazi do ponovnog uspostavljanja vrtloženja oko $x = \text{const.}$ ose, samo u suprotnom smeru od onog za vreme usisavanja (slika 20). Isto tako, i u zoni ispod izduvnog ventila, pored reverzibilnog vrtloga, primećuje se i

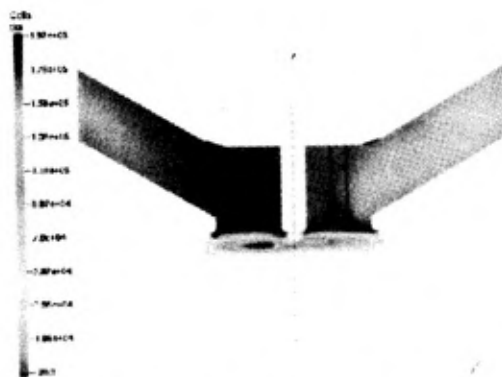
vrtožno strujanje oko $x = \text{const. ose}$, samo manjeg intenziteta, što je posledica dominacije reverzibilnog vrtloga u ovoj zoni (slika 21).



Sl. 21 – Strujno polje u y-z ravni, $x = -2$ cm, na 360°KV posle SMT (zona izduvnog ventila)



Sl. 22 – Prostorna distribucija kinetičke energije turbulencije u x-z ravni, $y = 0$, na 300°KV posle SMT



Sl. 23 – Prostorna distribucija kinetičke energije turbulencije u x-z ravni, $y = 0$, na 360°KV posle SMT

Premeštanje ose rotacije reverzibilnog vrtloga iz zone usisnog ventila u zonu izduvnog ventila za vreme takta kompresije prati i konsekvantno premeštanje maksimuma kinetičke energije turbulencije prikazano na slikama 22 i 23.

Može se videti da se na 300°KV posle SMT maksimalna vrednost kinetičke energije turbulencije nalazi u zoni između vertikalne ose usisnog ventila i ose cilindra (slika 22), što koincidera sa lokacijom ose rotacije reverzibilnog vrtloga. Identična situacija uočava se i na 360°KV posle SMT, tj. osa rotacije reverzibilnog vrtloga se poklapa sa lokacijom maksimalne vrednosti kinetičke energije turbulencije (slika 23).

Važno je naglasiti da je geometrijski sklop cilindra i ventila u konkretnom slučaju dobro isprojektovan, jer se osa rotacije reverzibilnog vrtloga, a i zona sa maksimalnom kinetičkom energijom turbulencije na 327°KV posle SMT (početak upaljenja), nalazi tačno između ventila gde je i lokacija svećice.

Zaključak

U uslovima razmatrane geometrijske konfiguracije strujno polje u cilindru motora za vreme usisavanja je vrlo kompleksno i u celini trodimenzionalno. Uočena je pojava reverzibilnog TB vrtloga koji dominantno utiče na karakter strujanja, dok njegov intenzitet za vreme usisavanja progresivno raste.

Osa rotacije reverzibilnog TB vrtloga se za vreme usisavanja postepeno premešta iz zone ispod izduvnog ventila u zonu ispod usisnog ventila.

Na početku kompresije zona visokog intenziteta turbulencije nalazi se ispod usisnog ventila, dok tokom kompresije reverzibilni vrtlog pojačava svoj intenzi-

tet, i vrši destrukciju vrtloga u zoni između čela klipa i glave, vrtloga ispod usisnog ventila i bočnih vrtloga oko x-ose. Vrtlozi oko z-ose perzistiraju.

Osa rotacije reverzibilnog vrtloga se za vreme kompresije postepeno premešta iz zone usisnog ventila u zonu ispod izduvnog ventila. Zona sa maksimalnom kinetičkom energijom turbulencije egzaktno prati kretanje ose rotacije reverzibilnog vrtloga.

Literatura:

- [1] Jovanović, Z., Petrović, S., Tomić, M.: The effect of macro flows on flame propagation in combustion chamber of i.c. engines, YU-97117, pp.83-86, Inter. Simp. Nauka i motorna vozila, Beograd 19-21. 05. 1997.
- [2] Jovanović, Z., Petrović, S.: 3D fluid flow in i.c. engine combustion chamber of arbitrary geometry, Proceedings, Vol. II, pp.105-110, Russe, 15-17. 10. 1997, ISBN 954-90272-2-8.
- [3] Jovanović, Z., Petrović, S., Zeljković, I.: Modeliranje strujanja u komori dizel motora sa direktnim ubrizgavanjem, str. 177-184, CG-11997B07, Međunarodni naučno-stručni skup IPS'97, Podgorica-Bečići, 1997.
- [4] Jovanović, Z., Zeljković, I.: Trodimenzionalno modeliranje sagorevanja u komori Oto-motora, Proceedings, str. 83-94, YUNG'97, Vrnjačka Banja, 29-31. 10. 1997.
- [5] Jovanović, Z., Petrović, S.: The mutual interaction between squish and swirl in s.i. engine combustion chamber, pp.72-86, MVM, vol 23, No. 3, 1997.
- [6] Jovanović, Z., Zeljković, I.: Modeliranje strujanja, sagorevanja i emisije kod Oto-motora - višedimenzionalni pristup, str. 281-316, pregledni rad, Tehnologija opreme smanjenja toksične emisije iz stacionarnih i mobilnih izvora, Beograd, Nov. 1997, ISDN-86-7083-311-5, Mašinski fakultet u Beogradu.
- [7] Jovanović, Z., Petrović, S.: The effect of squish area variation on flame front shape and its displacement, YU-98111, Međ. naučni simp. Motorna vozila i motori, Kragujevac 1998. (nagrada za najbolji rad na simpozijumu).

- [8] Jovanović, Z.: The new fluid flow criterion for the characterization of flame front shape and its displacement, pp.1-7, VII Inter. scientific conference Simulation Research in Automotive Engineering, Lublin (Poland), 24-26 May 1999.
- [9] Jovanović, Z.: The modification of the combustion chamber geometry layout on the basis of fluid flow pattern criteria, Proceedings, pp.31-37, MOTOAUTO 99 Conference, Plovdiv (Bulgaria), 1999.
- [10] Jovanović, Z.: The fluid flow criterion as a basis for combustion chamber geometry modification, p. 8, Workshop on Combustion Modeling in i.c. engines, 14-15. 12. 1999, University of Cassino.
- [11] Chen, A., Lee, K.C., Yianneskis, M.: Velocity characteristics of steady flow through a straight generic inlet port, pp. 571-590, Int. Journal for Numerical Methods in Fluids, vol. 21 (1995).
- [12] Mahmood, Z., Chen, A., Yianneskis, M.: On the structure of steady flow through dualintake engine port, King's College (internal report).
- [13] Johns, R. J. R.: A unified method for calculating engine flows, 84-DGP-18, ASME, 1995.
- [14] Nadarajah, S., Tindal, M. J., Yianneskis, M.: Swirl centre precession under steady flow conditions, Proceedings IME, C413065, pp. 103-108, 1991.
- [15] Gosman, A. D.: Flow processes in cylinders, pp.616-772, The Thermodynamik and Gas Dynamics of I. C. Engines, vol. II, Oxford Science Publications, ISBN 0-19-856212-8, 1986.
- [16] De Boer, C. D., Johns, R. J. R.: Refinement with Performance and Economy for Four Valve Automotive Engines, Proceedings IME, C394053, pp.147-155, 1990.
- [17] Enders, H., Neusser, H., Wurms, R.: Influence of Swirl and Tumble on Economy and Emission of multivalve engines, SAE Paper 920576, 1992.
- [18] Jovanović, Z.: Višedimenzionalno modeliranje sagorevanja kod Oto-motora, str. 153-186, ISBN 86-7083-262-3, Univerzitet u Beogradu, 1995.
- [19] Jovanović, Z.: The role of tensor calculus in numerical modeling of combustion in i.c. engines, Chapter X, pp.457-541, ISBN 0-89116-392-1, Hemisphere Publishers, 1989.
- [20] Amsden, A. A.: KIVAII: A computer program for chemically reactive flows with sprays, LA-11560-MS, 1989.
- [21] Amsden, A. A.: KIVA3V, Rel.2-Improvements to KIVA3V, LA-UR-99-915, 1999.
- [22] Amsden, A. A.: SALE3D: A simplified ALE computer program for calculating 3D fluid flows, NUREG-CR-2185, 1982.

Sladan M. Svrzić,
pukovnik, dipl. inž.
Dragan I. Čosović,
potpukovnik, dipl. inž.
VP 8115 Zemun

VEROVATNOĆA OTKRIVANJA SIGNALA SA FREKVENCIJSKIM SKAKANJEM KORIŠĆENJEM SAVREMENIH IZVIĐAČKIH RADIO-PRIJEMNIKA

UDC: 355.535.2:621.396.62

Rezime:

U članku su prezentirana najnovija naučna dostignuća u oblasti radio-izviđanja signala sa frekvencijskim skakanjem. Verovatnoća otkrivanja signala sa frekvencijskim skakanjem pomoću najsavremenijih izviđačkih radio-prijemnika ili digitalnih radio-goniometara, proračunava se na opštim osnovama, pri čemu se posebna pažnja posvećuje višekanalnim izviđačkim radio-prijemnicima, pretraživanju sa preklapanjem i režimu frekvencijskog skakanja. U članku je detaljno opisano vremensko podešavanje koraka pretraživanja izviđačkog radio-prijemnika, sa korakom frekvencijskog skakanja izviđanog radio-signala. Da bi se problem pojednostavio, razmatrani su idealni uslovi.

Ključne reči: prošireni spektar, frekvencijsko skakanje, izviđački radio-prijemnik, pretraživanje, verovatnoća otkrivanja.

PROBABILITY OF INTERCEPTING FREQUENCY HOPPING SIGNALS USING MODERN SEARCH RECEIVERS

Summary:

This article is intended to present the latest scientific findings about the interception of frequency hopping signals. The probability of intercepting frequency hopping signals by means of modern search receivers or scanning direction finders is calculated on a general basis and with particular attention to multichannel receivers and overlapping search and frequency hopping ranges. The article also deals in detail with the timing of the receiver sequence coinciding with the hopper sequence. For the sake of simplicity, ideal conditions are assumed.

Key words: spread spectrum, frequency hopping, search receiver, scanning, probability of interception.

Uvod

Ideja o korišćenju radio-signala sa ekspanovanim (proširenim) spektrom (Spread Spectrum Signals) javila se još u vreme Drugog svetskog rata, sa ciljem da se, prvenstveno u vojnim radio-komunikacionim i radio-lokacionim sistemima prenosa, obezbedi visok stepen imunosti

na aktivno ometanje i nenamerne smetnje (feding, interferencija i drugo), i da se u velikoj meri onemoguću radio-izviđanje i prisluškivanje prenošene informacije.

Bez obzira na to što su laboratorijska ispitivanja pokazala da bi se, korišćenjem ovakvih sistema za radio-prenos signala u VF i VVF opsegu, snaga ometanog signala mogla drastično redukovati (za

oko 25 dB), i što se radilo o analognim signalima, tadašnji tehnološki nivo nije dozvoljavao da se može organizovati i njihova masovna proizvodnja [1].

Ubrzani razvoj savremenih tehnologija primenjenih u telekomunikacijama, naročito za satelitske komunikacije i za vojne potrebe, doprineo je da sistemi za prenos signala sa ekspanovanim spektrom budu realizovani u većim serijama tek početkom osamdesetih godina, pošto je minijaturizacijom i gustinom pakovanja elektronskih komponenti tada rešen problem gabarita sistema, brzine rada, velike tačnosti takta, faze signala i drugo.

Korišćenjem sistema za prenos signala sa ekspanovanim spektrom u radio-komunikacijama i radio-navigaciji, postižu se sledeće prednosti:

- u velikoj meri je onemogućeno ili otežano njihovo izviđanje i prislušivanje, čime je postignuta tajnost prenosa;
- obezbeđen je visok stepen njihove zaštite od aktivnog ometanja, interferencije i višestruke propagacije;
- omogućeno je formiranje multipleksa u kojem svi kanali rade na istoj frekvenciji istovremeno;
- omogućena je realizacija selektivnog (adresnog) obraćanja učesnicima u sistemu;
- omogućeno je tačno određivanje rastojanja i lokacije stanice sa kojom se komunicira;
- omogućeno je kvalitetno komuniciranje preko medija u kojem je formirana polikanalna struktura [2].

Danas postoji veliki broj različitih konfiguracija digitalnih sistema sa ekspanovanim spektrom. Njihovo funkcionisanje se zasniva na zajedničkoj koncepciji da se korisni signal u digitalnom obliku u radio-predajniku sistema transformiše, takođe digitalnim postupkom,

tako da se izvrši ekspanzija njegovog spektra u mnogo širi frekvencijski opseg od onog koji je minimalno potreban za njegov prenos (spreading), obori mu se srednja spektralna gustina snage do nivoa šuma, pri čemu njegova ukupna snaga ostaje ista („efekat izlivanja vode iz bokala u široku tepsiju“). Na drugom kraju sistema, u radio-prijemniku, sprovodi se adekvatan digitalni postupak na dolazećem signalu sa ekspanovanim spektrom, tako da se izvrši skupljanje (despreading) njegovog spektra i podizanje spektralne gustine snage, čime se korisni signal vraća u početni digitalni oblik.

Od velikog broja mogućnosti za praktičnu realizaciju sistema zasnovanih na ovoj tehnici, najvažnije su:

- sistem sa *direktnom sekvencom* (Direct Sequence Spread Spectrum System – DS-SSS);
- sistem sa *frekvencijskim skakanjem* (Frequency Hopping Spread Spectrum System – FH-SSS);
- sistem sa *vremenskim skakanjem* (Time Hopping Spread Spectrum System – TH-SSS),
- hibridne metode [1].

Sistemi za prenos signala sa ekspanovanim spektrom, koji primenjuju tehniku frekvencijskog skakanja u podopsežima 5 do 10 MHz široko su primenjeni u vojsci, kao najprikladnija tehnika ekspanovanja spektra za taktičke radio-veze u VVF opsegu od 30 do 90 MHz [1, 2 i 11].

Njihove prednosti u odnosu na sisteme sa direktnom sekvencom i vremenskim skakanjem su:

- mogućnost korišćenja izuzetno širokog opsega učestanosti, sa zabranom pojedinih sektora za skakanje (preskaču se);

- ostvarivanje brzog ulaska u sinhronizaciju;
- slabo izražen problem „blizak–dalek“ učesnik („near–far“);
- solidna imunost na aktivne ometačke signale i nenamerne smetnje (interferenciju);
- izražena tajnost prenosa (vrlo dobra imunost na prisluškivanje i izvidanje);
- mogućnost rada u kodnom multiplexu i mogućnost primene kodne sinhronizacije sa tri nivoa, koja je predviđena za rad u prisustvu izraženog fedinga;
- dobra mogućnost za prilagođenje antene i povećanje dometa manjom snagom radio-predajnika;
- jednostavno planiranje frekvencija i zaštitnih kodova i njihovo upisivanje;
- manje „zagađivanje“ spektra i manji međusobni uticaj u mrežama koje rade u različitim podopsezima.

Sušтина tehnike frekvencijskog skakanja je u tome da noseća frekvencija u predajniku menja svoju lokaciju u okviru definisanog podopsega, u diskretnim skokovima po pseudoslučajnom zakonu, tako da se korisni signal u nekom trenutku nalazi na jednoj frekvenciji punom snagom, a u sledećem momentu pojavljuje se na nekoj drugoj frekvenciji, takođe punom snagom.

Mada koriste istu tehniku ekspanzovanja spektra korisnog signala, ovi sistemi se razlikuju po nizu tehničkih osobina, a pre svega po brzini skakanja, tj. broju skokova u sekundi. U tom smislu postoje sistemi sa sporim skakanjem do 20 skokova, sistemi sa srednjom brzinom skakanja od 20 do 500 skokova i sistemi sa brzim skakanjem sa 500 i više skokova/s (do nekoliko hiljanja u sekundi). Takođe, razlikuju se i po tome da li skaću celo frekvencijsko područje ortogonalno ili u podopsezima širine 4, 5, 6 do 10 MHz [2].

Zbog prednosti koje su navedene, za vojne taktičke radio-veze u VVF opsegu od 30 do 90 MHz uglavnom se koriste sistemi sa srednjom brzinom frekvencijskog skakanja u podopsezima (RACAL-JAGUAR V, HARRIS-AN/PRC 117, ITT-SEL), a manje sistemi sa srednjom brzinom skakanja u celom području ortogonalno (ITT-SINCGARSV, COLLINS-MP83, TADIRAN-VHF88) [2]. Svi ovi radio-uređaji uglavnom rade sa promenljivom snagom radio-predajnika do 50 W, i primenjuju neku od vrsta digitalne modulacije ulaznog korisnog signala (obično CPSK modulaciju – Coherent Phase Shift Keying, zbog najmanje srednje verovatnoće greške ili nekoherentnu FSK – Frequency Shift Keying).

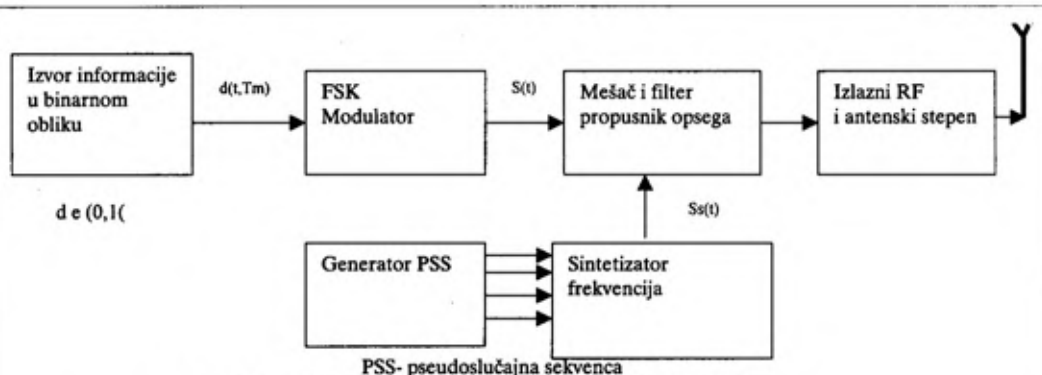
Opis sistema sa frekvencijskim skakanjem

U sistemima sa frekvencijskim skakanjem prenos informacija se zasniva na elementima standardnog sistema za digitalni prenos informacija sa nekoherentnom modulacijom FSK signala.

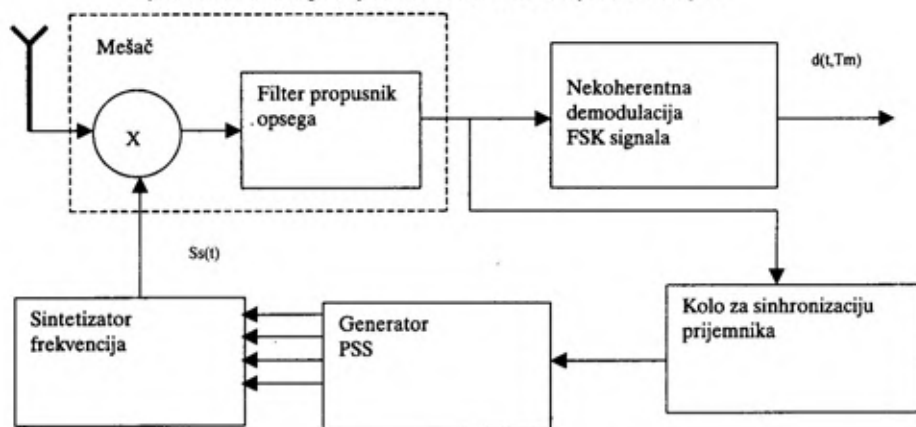
Na slici 1 prikazana je blok-šema opšte konfiguracije sistema, uz uvažavanje da se u praktičnim realizacijama, putem specijalno organizovane kontrole frekvencije, proces FSK modulacije realizuje takođe u samom sintetizatoru [1].

U radio-predajniku se signal binarne informacije iz izvora informacije moduliše u FSK modulatoru na čijem se izlazu pojavljuje signal $S(t)$ koji ima dve diskretne vrednosti učestanosti, u zavisnosti od toga da li je u modulator pristigla „0“ ili „1“ iz digitalne binarne povorke informacije.

Generator PSS generiše pseudoslučajni niz koji upravlja radom sintetizatora frekvencija, pa se na izlazu sintetizatora



a) Blok šema radio-predajnika sistema sa frekvencijskim skakanjem



6) Blok šema radio-prijemnika sistema sa frekvencijskim skakanjem

Sl. 1 – Blok-šema opšte konfiguracije sistema sa frekvencijskim skakanjem

generiše prostoperiodični signal $S_s(t)$ čija se frekvencija skokovito menja po zakonu koji je određen pseudoslučajnom sekvencom. Pri tome frekvencija mora imati konačan i tačno definisan broj diskretnih vrednosti, i tačno određen period između dve sukcesivne promene.

Signali $S(t)$ i $S_s(t)$ jednovremeno dolaze u mešač u kojem se generiše izlazni signal čija se frekvencija menja u diskretnim vremenskim intervalima, pod jednovremenim uticajem binarnog signala koji nosi informaciju, i pseudoslučajne sekvence. Širina spektra ovog signala direktno zavisi od definisanog broja

diskretnih vrednosti frekvencije i veličine razlike između dve sukcesivne vrednosti frekvencije i mnogostruko je veća od širine spektra signala $S(t)$ na izlazu FSK modulatora. To znači da je procesom mešanja FSK signala koji nosi informaciju i izlaznog signala sintetizatora frekvencija izvršeno ekspanovanje spektra korisnog signala.

Na drugoj strani sistema, u radio-prijemniku, generiše se identična pseudoslučajna sekvenca koja je sinhronizovana sa pseudoslučajnom sekvencom u radio-predajniku, čime je obezbeđeno da se frekvencije signala sintetizatora u radio-pre-

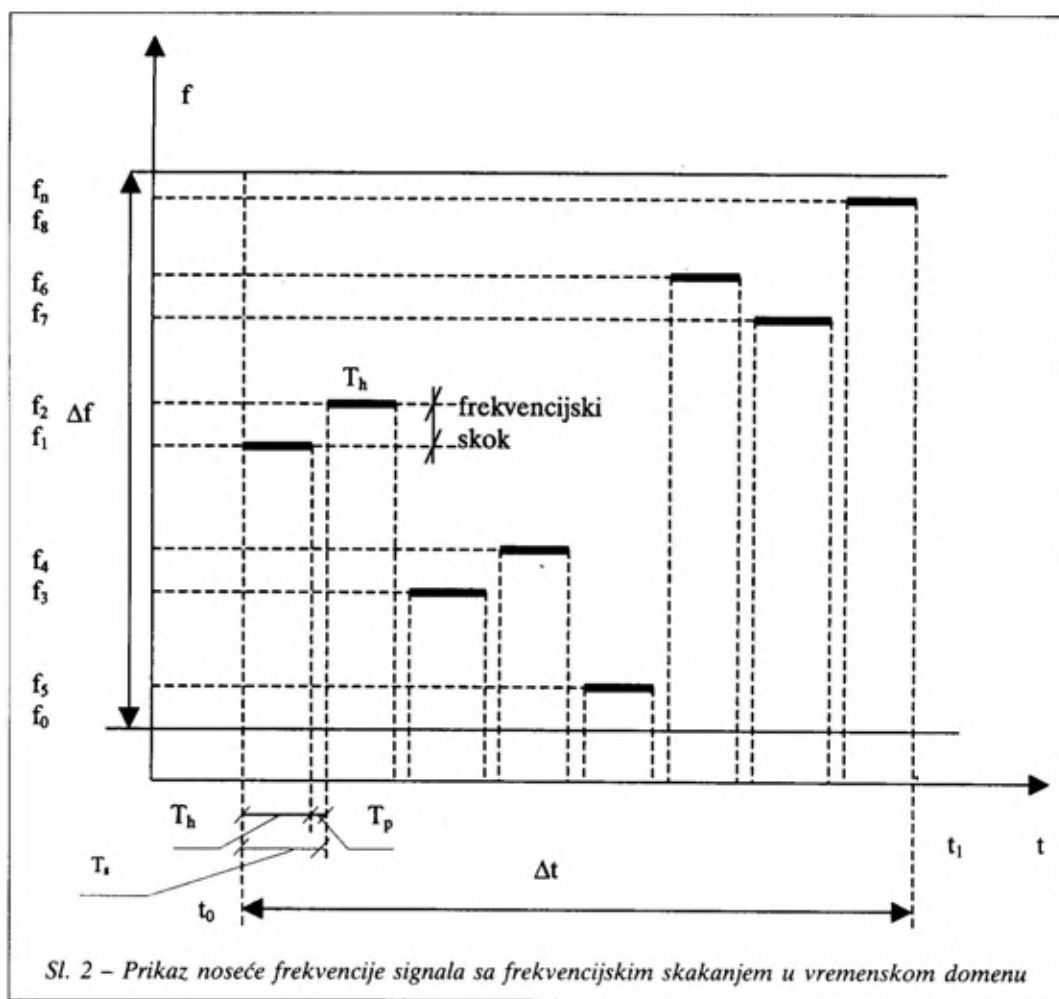
dajniku i radio-prijemniku sinhrono menjanju. To znači da signal na izlazu iz sintetizatora radio-prijemnika ima isti oblik $S_s(t)$, kao i signal na izlazu sintetizatora radio-predajnika.

Nakon mešanja ulaznog signala sa sinhronim, lokalno generisanim signalom sintetizatora radio-prijemnika, na izlazu filtera propusnika opsega mešača dobija se signal čija je frekvencija jednaka razlici frekvencija ulaznih signala. Prema tome, opisanom operacijom na samom ulazu radio-prijemnika izvršena je kompresija spektra širokopojasnog signala u mnogo

uži opseg koji ima koristan FSK signal. Pri tome je snaga korisnog signala na ulazu u FSK demodulator ista kao i u slučaju klasičnog digitalnog prenosa informacije, ali je prenos ostvaren sa mnogo manjom spektralnom gustinom signala.

Prikaz noseće frekvencije signala sa frekvenzijskim skakanjem u vremenskom domenu dat je na slici 2. Upotrebene oznake imaju sledeće značenje:

T_h – vreme emisije radio-predajnika,
 T_p – pauza između dve emisije za podešavanje sintetizatora,
 T_s – perioda skakanja.



Sl. 2 – Prikaz noseće frekvencije signala sa frekvenzijskim skakanjem u vremenskom domenu

U toku emisije T_h , T_p , T_s je konstantno.

$\Delta f = (f_n - f_0)$ dovoljno širok podopseg frekvencija radio-predajnika u čijim se granicama vrši skakanje frekvencije nosioca,

$\Delta t = (t_1 - t_0)$ vremenski interval u okviru kojeg se vrši posmatranje signala sa frekvencijskim skakanjem.

„BURST“ (SKOK) – način predaje signala u etar kada emisija nije permanentna u vremenu, već se predajnik pobuđuje za emisiju samo diskretno, pri čemu je to vreme veoma kratko i ima svoj period ponavljanja. Signal je tada redovno komprimovan i obično nosi i zaglavlje (preamble) u kojem se nalaze važni podaci (sinhroporuka, adresa i ostalo). To je i trenutna diskretna vrednost noseće frekvencije (jedan radio-kanal) zajedno sa korisnim signalom, koji traje samo za vreme jednog skoka T_h .

Protivelektronska borba sa aspekta sistema koji primenjuju frekvencijsko skakanje za ekspanovanje spektra

Sa stanovišta vojne organizacije primena FH-SSS može se posmatrati sa dva aspekta:

- primena FH-SSS za što pouzdaniji, tačniji i kvalitetniji radio-prenos korisnih informacija;

- mogućnosti primene elemenata PED na FH-SSS.

O mogućnostima primene elemenata PED na sisteme sa ekspanovanim spektrom koji koriste tehniku frekvencijskog skakanja, kod nas je veoma malo pisano, pa se u tom domenu uglavnom koriste retko dostupna inostrana literatura [6–10].

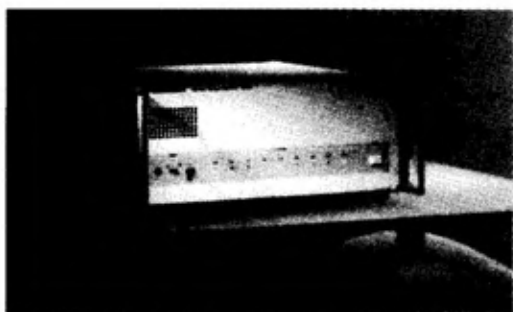
Kada je u pitanju PED (izviđanje, prisluškivanje i ometanje), osim ometanja akutni problem u vojnim komunikacijama je i problem elektronskog izviđanja (EI), pošto će efikasnost ometanja biti veća ukoliko se raspolaže sa više podataka o parametrima sistema koji se ometa (frekvencija, propusni opseg sistema, snaga predajnika, karakteristike antenskog sistema, vrsta upotrebljene modulacije, itd.). Postupak prikupljanja podataka (elektronsko izviđanje i goniometriisanje) stotinu je puta neefikasniji kada se primenjuje na sistemima sa frekvencijskim skakanjem srednjih brzina u odnosu na konvencionalne radio-sisteme prenosa [11]. To dobija na značaju ako se zna da je u okviru PED elektronsko izviđanje prvi i najvažniji postupak čije podatke eksploatišu elektronsko prisluškivanje i elektronsko ometanje.

Imajući u vidu navedene činjenice i osnovu datu u članku [6], u ovom radu će se isključivo razmatrati sistem prenosa sa frekvencijskim skakanjem i to sa stanovišta EI i analize verovatnoće otkrivanja takvih signala upotrebom najsavremenijih izviđačkih radio-prijemnika i digitalnih savremenih radio-goniometara sa pretraživanjem.

Radio-izviđačka oprema

Još 1995. godine objavljen je članak [7] o tome kako se izviđački radio-prijemnici tipa ESMA (slika 3) mogu idealno iskoristiti kao čelni uređaji za savremene VVF-UVF monitoring-sisteme, i da se mogu podešavati tako da veoma uspešno otkriju bilo koju frekvenciju u širokom opsegu.

Kada se detektovani modulisani radio-signal prikazuje na odgovarajućem displeju u vremenskom domenu, predaj-



Sl. 3 – Izviđački radio-prijemnik ESMA za VHF-UHF opseg

nik kontinualne radio-emisije (CW) karakteriše se srednjom nosećom frekvencijom koja je konstantna u vremenu, dok se predajnik radio-signala sa frekvencijskim skakanjem karakteriše tipičnom sekvencom skakanja noseće frekvencije u određenom opsegu.

Povezivanje otkrivene frekvencije sa pravim izvorom zračenja (predajnikom) u uslovima gustog radio-saobraćaja, posebno kada se u istom frekvencijskom opsegu primaju signali od nekoliko radio-predajnika sa frekvencijskim skakanjem, prilično je otežano, jer se pojavljuje veliki broj različitih signala.

Nekoliko godina kasnije pokazano je da se ovaj komplikovani posao može jednostavnije rešiti korišćenjem digitalnog radio-goniometra sa pretraživanjem tipa DDFOxS (slika 4), koji u svom radio-prijemniku dodatno obrađuje ugao prijema svakog detektovanog signala (angle of arrival – AoA), uz pomoć radio-goniometarske antene i goniometarskog algoritma [8].

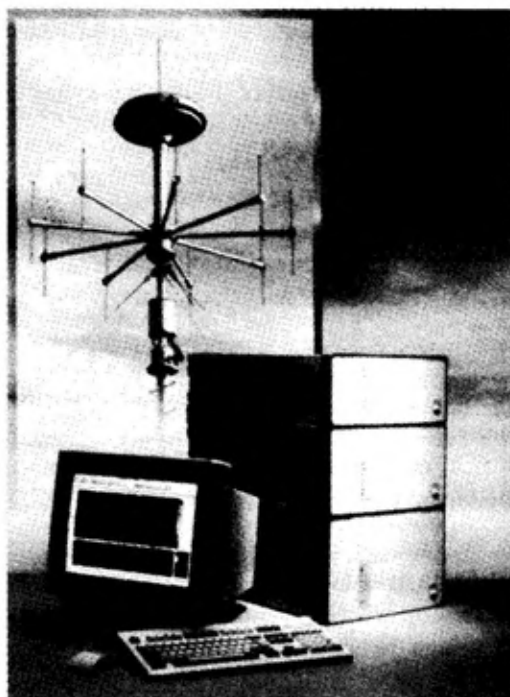
Ukoliko se izmereni prijemni ugao radio-signala (AoAs) prikaže kao funkcija frekvencije, predajnici sa frekvencijskim skakanjem mogu se na displeju monitora identifikovati pomoću karakterističnog izgleda noseće frekvencije u

obliku „niske bisera“ koja je raspoređena linearno duž frekventne ose (slika 5).

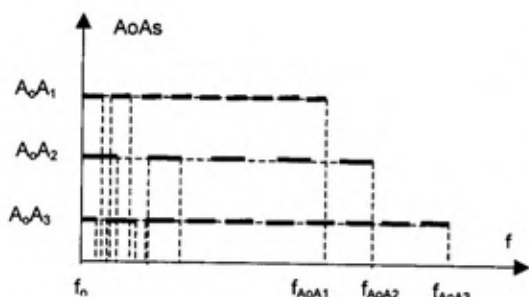
Da bi se pomoću izviđačkog radio-prijemnika ili radio-goniometra sa pretraživanjem detektovao signal radio-predajnika sa frekvencijskim skakanjem, potrebno je da se poklope sekvenca pretraživanja radio-prijemnika sa sekvencom skakanja radio-predajnika.

Sa zadatom slučajnom sekvencom skakanje noseće frekvencije radio-predajnika i nezavisnom sekvencom pretraživanja radio-prijemnika moguće je opisati samo verovatnoću otkrivanja signala sa frekvencijskim skakanjem.

U literaturi [9] opisan je slučaj kada se za izviđanje radio-signala sa frekvencijskim skakanjem koristi jednokanalni izviđački radio-prijemnik. Na uprošćeni način razmatrana je verovatnoća otkrivanja



Sl. 4 – Digitalni skenirajući radio-goniometar DDFOxS za opseg od 0,5 do 1300 MHz



Sl. 5 – Grafički prikaz zavisnosti ugla od noseće frekvencije tri različita radio-signal sa frekvencijskim skakanjem:

- $f_0 - f_{A_0A_1}$ – opseg f_1 u kojem frekvencijsko skakanje radio-predajnika dolazi sa uglom A_0A_1
- $f_0 - f_{A_0A_2}$ – opseg f_2 u kojem frekvencijsko skakanje radio-predajnika dolazi sa uglom A_0A_2
- $f_0 - f_{A_0A_3}$ – opseg f_3 u kojem frekvencijsko skakanje radio-predajnika dolazi sa uglom A_0A_3 ($f_1 = f_2 = f_3$)

najmanje jednog skoka radio-predajnika, a ne razmatraju se detalji o vremenu zadržavanja izviđačkog radio-prijemnika na trenutnoj vrednosti noseće frekvencije. Nasuprot tome, u literaturi [10] opisuje se specijalni slučaj, kada se preklapa frekventni opseg skakanja i frekventni opseg pretraživanja, ali se ne razmatra vreme trajanja preklapanja sekvence radio-prijemnika i sekvence skakanja radio-predajnika.

Pretpostavke za izračunavanje verovatnoće otkrivanja signala sa frekvencijskim skakanjem

Pretpostavka je da je ponašanje radio-signal sa frekvencijskim skakanjem takvo da kanali u okviru opsega skakanja predstavljaju slučajni niz, a trenutni kanal se bira nezavisno od svih prethodnih i narednih kanala. Zbog toga će verovatnoća izbora za sve kanale iz opsega skakanja, čiji je ukupan broj M_{FH} , biti ista ($1/M_{FH}$), iako nije sigurno da će se svaki kanal uvek pojaviti u okviru datog vremenskog perioda. Vreme zadržavanja ra-

dio-predajnika sa frekvencijskim skakanjem na jednoj od više emitovanih vrednosti noseće frekvencije (vreme trajanja skoka) iznosi T_h . Ukoliko je vreme trajanja skoka radio-predajnika promenljivo, T_h se predstavlja srednjom vrednošću. Radi pojednostavljenja računanja obično se uzima da granični kanali određuju frekvencijski opseg. Pri razmatranju frekvencijskog opsega koji zauzima signal sa frekvencijskim skakanjem zanemaruje se uticaj svih drugih signala.

U daljem razmatranju pretpostavlja se da izviđački radio-prijemnik, ili prijemnik radio-goniometra, neprekidno pretražuje zadati frekvencijski opseg sa korakom koji je isti kao korak skakanja emitovanog radio-signal. Centralne frekvencije pretraživanih kanala, kojih ukupno ima M_{sc} , u zavisnosti od odabranog načina upravljanja pretraživanjem, mogu se pojaviti kao sekvenca bilo kog oblika, npr. kao linearna ili pseudoslučajna sekvenca. Međutim, jasno je da se svaki od izabranih kanala M_{sc} pojavljuje samo jednom u okviru ciklusa pretraživanja. Podrazumeva se da se svaki put vrši kompletno pretraživanje zadatog frekvencijskog opsega. Vreme trajanja pretraživanja jednog ciklusa označava se sa T_{sc} . Nezavisno od vrste pretraživanja, verovatnoća da će radio-prijemnik biti na određenom kanalu u nekom slučajno izabranom vremenu iznosi $1/M_{sc}$ za svaki od M_{sc} kanala. Za svaku specifičnu frekvenciju radio-prijemnika definisano je vreme zadržavanja T_d (slika 6) koje sadrži vreme integracije T_i i preostali period T_{syn} . T_{syn} sadrži vreme koje je radio-prijemniku potrebno za podešavanje sintetizatora, kao i vreme neophodno za obradu signala (npr. radio-goniometru je potrebno vreme za izračunavanje ugla dolazećeg signala):

$$T_{\text{Syn}} = T_d - T_i \quad (1)$$

Vreme integracije T_i zavisi od vremena koje je potrebno za podešavanje filtera koji se koriste u prijemniku.

Za signale radio-predajnika čije je trajanje skoka T_h manje od vremena integracije ($T_h < T_i$), smatra se da nisu detektovani, odnosno da bi signal bio detektovan njegovo trajanje mora biti duže od vremena integracije ($T_h > T_i$).

Izviđački radio-prijemnik treba da bude „dovoljno moćan“ da bi bio u stanju da detektuje signal i kada je najmanje jedno vreme integracije u okviru intervala T_h lažno, a kada su frekvencije radio-predajnika i radio-prijemnika jednake. To je veoma jednostavan pristup proceduri otkrivanja signala sa frekvencijskim skakanjem u izviđačkim radio-prijemnicima.

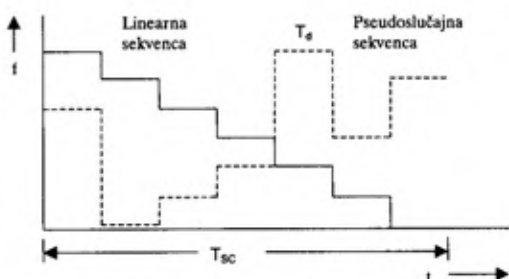
Pri razmatranju nisu uzeti u obzir međusobni odnosi između verovatnoće lažnog alarma, praga otkrivanja, nivoa S/N (signal-šum), srednje vrednosti broja poklapanja i verovatnoće otkrivanja.

Frekvencijski opseg signala sa frekvencijskim skakanjem i zadati frekvencijski opseg radio-prijemnika trebalo bi bar delimično da se preklapaju po broju kanala M_g u zajedničkom osnovnom opsegu, pri čemu se mogu pojaviti različiti slučajevi (slika 7):

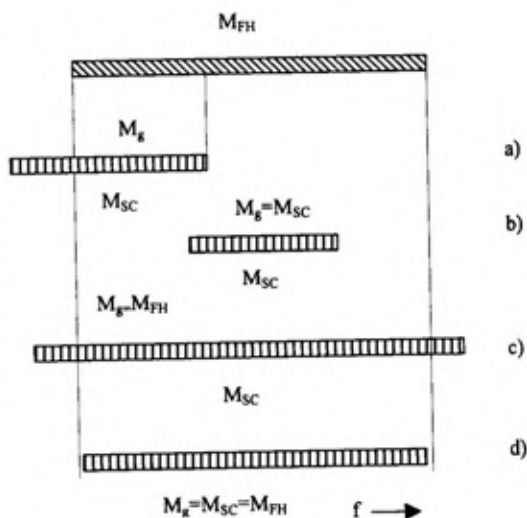
- $M_g < M_{SC}$,
- $M_g = M_{SC} < M_{FH}$,
- $M_g = M_{FH} < M_{SC}$,
- $M_g = M_{SC} = M_{FH}$.

Kod digitalne obrade signala mogu se primeniti višekanalni izviđački radio-prijemnici koji koriste paralelno više identičnih filtera – detektora kanala. U

slučaju da postoji više kanala za obradu se može koristiti npr. brza Furijeova transformacija. Kad god se radio-prijemnik postavi na specifičnu frekvenciju, istovremeno je aktivno K – filtera-detektora koji su podešeni na „K“ različitih susednih kanala.



Sl. 6 – Prikaz sekvenci pretraživanja radio-prijemnika (linearna i pseudoslučajna)



Sl. 7 – Prikaz frekvencijskog opsega signala sa frekvencijskim skakanjem i datog opsega pretraživanja radio-prijemnika:

- opšti slučaj preklapanja, b) opseg pretraživanja je u potpunosti unutar opsega skakanja, c) opseg skakanja je u potpunosti unutar opsega pretraživanja, d) opsezi skakanja i pretraživanja su jednaki

– nastaviće se –

PRAVCI DALJEG RAZVOJA BORBENIH VOZILA PEŠADIJE

Uvod

Borbena vozila pešadije (uključujući i oklopne transportere) nastala su iz potrebe da se poveća efikasnost tenkova i mogućnost njihovog opstanka na bojnopolju. Iskustva iz ratnih sukoba pokazala su da tenkovi ne mogu dejstvovati samostalno bez podrške pešadije i artiljerije, pa se došlo na ideju da se deo pešadije, određen da neposredno sadejstvuje sa tenkovima i da ih prati, transportuje vozilima, koja će joj pružati određenu oklopnu zaštitu i posedovati pokretljivost veću ili na nivou tenkova koje prati. Tako je nastalo vozilo koje je dobilo naziv oklopni transporter (OT).

Brzo se uvidelo da bi OT bili daleko efikasniji ako bi, pored transporta pešadije, koristeći poboljšanu oklopnu zaštitu i zaštitu od oružja za masovno uništenje, odgovarajuće formacijsko naoružanje i pokretljivost, bili u mogućnosti da u određenim borbenim situacijama samostalno rešavaju borbene zadatke. Na osnovu ovakve ideje definisano je borbeno vozilo pešadije (BVP).

Postojale su dileme, koje ni do danas nisu razrešene, a odnose se na mogućnost dejstva pešadije (desanta) iz vozila. One se odnose na mogućnosti dejstva kroz puškarnice, koje se nalaze na bočnim

stranama i na zadnjem delu oklopnog tela, odnosno na mogućnost i potrebu dejstva pešadije iz vozila. Nije poznato koliko se pri ovim razmatranjima uzimala u obzir činjenica da će se uloga ovih vozila menjati i da će ona imati sve aktivniju ulogu u borbenim operacijama koje neće zahtevati samo dejstvo iz pokreta već i iz mesta, kao i pri malim brzinama kretanja, što ne bi bitnije uticalo na efikasnost desanta.

Postojale su i dileme u pogledu amfibijskih karakteristika, tj. mogućnosti savladivanja vodenih prepreka plovljenjem sa ili bez posebne pripreme. Realizovana vozila potvrđuju da je najveći broj savremenih vozila koncipiran tako da savlađuju vodene prepreke, dok samo neka od njih nemaju tu sposobnost ili su im za to potrebni posebni uređaji i oprema.

U prvoj fazi razvoja ovih vozila, za transport pešadije korišćeni su poluguseničari, da bi u sledećoj fazi to bili, uglavnom, guseničari, a ređe točkaši. U kasnijim fazama razvoja uporedo sa guseničarima, ali ipak u nešto manjem broju, razvijani su i točkaši.

Prvi OT razvijeni su, uglavnom, na osnovu podsistema lakih tenkova, što se može tumačiti potrebom da se što pre dođe do ovih sredstava, jer se znalo da bi razvoj podsistema, specijalno za ova

vozila, trajao prilično dugo i zahtevao velika materijalna ulaganja. Međutim, analize su ubrzo pokazale da primenjeni koncept ovih vozila nije mogao duže da opstane zbog određenih nedostataka, kao što su:

- veliki gabariti i masa,
- relativno slaba oklopna zaštita,
- veliki broj članova desanta,
- veliki gubici u ljudstvu u slučaju direktnog pogotka desantnog odeljenja,
- visoka cena i dr.

Ubrzo je započeo rad na koncepcijama zasnovanim na podsistemima koji bi se specijalno razvijali za ova vozila.

Na nove koncepcije značajan uticaj imale su dileme u vezi sa mestom i ulogom tenkova u savremenom ratu, i racionalnoj primeni ovih sredstava izraženoj kroz odnos cena/efikasnost.

Ukoliko bi se analizirao dosadašnji razvoj tenkova, (realizovane su četiri generacije, od kojih svaka po realizovanim rešenjima podsistema predstavlja odraz tehničko-tehnoloških mogućnosti perioda u kojem su nastale) i razvoj BVP u istom periodu, došlo bi se do zaključka da su veće promene u koncepciji vozila i rešenja podsistema nastale kod BVP. Takođe, uočilo bi se da nije bilo značajnijih promena u poboljšanjima osnovnih svojstava (vatrene moći, oklopne zaštite i pokretljivosti) između tenkova iste, prethodne ili sledeće generacije, kao što je to bio slučaj kod BVP.

Pregled dosadašnjeg razvoja BVP

Od pojave prvog OT do danas ostvaren je veliki napredak u razvoju BVP, što je sigurno uslovalo da se u budućnosti ne može očekivati ovako dinamičan razvoj ovih vozila. Tenkovi proizvedeni od Drugog svetskog rata do danas razvrstani su

u tri ili četiri generacije, pri čemu je usvojena godina uvođenja u operativnu upotrebu kao najznačajniji element pripadnosti jednoj generaciji. Ovakva podela ima određenih nedostataka, jer je sigurno da tenkovi koji pripadaju istoj generaciji ne poseduju isti tehnički nivo rešenja pojedinih podsistema, čak ne poseduju ni isti nivo osnovnih svojstava (oklopnu zaštitu, vatrenu moć i pokretljivost). Međutim, svaka druga podela na osnovu koncepcije i nivoa tehničkog rešenja pojedinih podsklopova, sigurno bi unela veliku dozu subjektivnosti autora podele. Zbog toga će OT i BVP biti razvrstani u četiri generacije, tako što će druga, treća i četvrta generacija počinjati pet godina kasnije u odnosu na iste generacije tenkova, kao što je to prikazano u tabeli 1.

Posledica ovakve podele jeste da su pojedina vozila, zbog dugog razvoja ili znatnog vremena angažovanog na osvajanje proizvodnje, „zalutala“ među vozila kojima po rešenjima i karakteristikama ne pripadaju.

Prve posleratne OT karakterišu vrlo skromne taktičko-tehničke karakteristike jer je osnovni cilj bio da se brzo dođe do vozila i da se obezbedi njihova osnovna funkcija, a to je transport pešadije koja prati tenkove. Za ova vozila korišćeni su podsistemi i sklopovi tenkova razvijani za potrebe vozila točkaša.

Tipični predstavnik prve generacije ovih vozila je američki OT M113 (slika 1), koji po broju proizvedenih vozila zauzima prvo mesto. Prema publikovanim podacima proizvedeno je više od 75000 primeraka, mada njegovi kvaliteti nisu u skladu sa ovako velikom produkcijom. Na vozilu je sprovedeno više poboljšanja, s ciljem da se osavremeni i dovede na viši kvalitativni nivo. Modifikacije

Generacijska pripadnost OT i BVP

I generacija do 1965. godine	II generacija od 1965. do 1975. godine	III generacija od 1975. do 1985. godine	IV generacija od 1985. godine
AMX 13 (FR)* PIRAT (CH) 4K 4FA (AU) Pbv 301 (ŠV) SPZ 12-3 (SRN) BRT-50 (SSSR) M 44 (SAD) 62 B (ČSSR) TYP SU 60 (J) K 63 (K) HWK 11 (SRN) M 113 (SAD) M 133 A1 (SAD) M 60 (YU) LVTP-5 (SAD) M 75 (SAD) M 59 (SAD) MT-LB (SSSR) AT-P (SSSR) FV 432 (GB)	BMP-1 (SSSR) MARDER 1 (SRN) VCI (AR) AMX 10P (FR) TYP 73 (J) M 60 P (YU) BMD (SSSR) MOWAG TORNADO (CH) Pbv 30L (ŠV)	BVP M-80 (YU) BVP M-80A (YU) COBRA (B) IAFV Mk1 (I) M2 BRADLY (SAD) A2 FV (SAD) MARDER 1, A1, A2 (SRN) BMP-2 (SSSR)	BMP-3 (SSSR) M2 A1, M2 A2 M2 A3 (SAD) MARDER 1 A3 MARDER 2 (SRN) FVS 10- VARIOR (GB) VCI-80- DARDO (I) DARDO-HIT (I) PISARO (Š) AIFV CV 90 CV 9025 CV9030 CV9040(ŠV) ACHZARIT (IZ) KIF (KO) TYP 89 (J) TRAJAN (CH) TYO WZ 501 (K) Kpz 90 (A)

* oznaka za zemlje proizvođače: AU – Austrija; B – Belgija; CH – Švajcarska; ČSSR – Čehoslovačka; FR – Francuska; GB – Velika Britanija; I – Italija; J – Japan; K – Kina; KO – Koreja, SAD – Sjedinjene Američke Države; SSSR – Sovjetski Savez; SRN – Savezna Republika Nemačka; Š – Španija; ŠV – Švedska; YU – Jugoslavija

ovog vozila imaju dodatne oznake A1, A2 i A3, zavisno od vremena kada su sprovedene, kao i od nivoa ostvarenih poboljšanja. Osnovno vozilo M113 koncipirano je za dva stalna člana posade i 11 članova desanta, uz ograničene mogućnosti upotrebe ličnog naoružanja i sa vrlo skromnim formacijskim naoružanjem (mitraljez kalibra 12,7 mm ugrađen na turelu komandira). U prednjem delu



Sl. 1 – Oklopni transporter M113

oklopnog tela nalazi se motorno-transmisiono odeljenje, a desantno odeljenje u srednjem i zadnjem delu vozila. Ostvaruje maksimalnu brzinu 67,5 km/h, a vodene prepreke savladuje plovljenjem brzinom od 5,8 km/h, stvarajući silu potiska premotavanjem gusenica.

Modifikacija ovog vozila, oznake M113 A3, realizovana je uz brojna poboljšanja. Povećani su dinamički hod oslonih točkova sa 229 na 279 mm, prečnik pogonskog točka i odstojanje lenjivca od podloge. Takođe, ugrađen je dizel motor 6V-53TA od 257 kW, umesto motora 6V-53 od 158 kW. Sa motorom je spregnuta hidromehanička transmisija (HMT), ALLISON X 200-4A, umesto transmisije X-100-1.

Ugradnjom motora veće snage povećana je specifična snaga vozila sa 13 kW/t na 15,76 kW/t. Produženo je oklopno telo u odnosu na osnovnu varijantu za

869 mm, i ojačano dodatnim oklopom koji treba da štiti sa čeonih strana od municije kalibra 30 mm. Na taj način povećana je masa vozila sa 11,15 t na 16,3 t. Oklopno telo se i dalje izrađuje od legure aluminijuma 5083. Pored svih poboljšanja ovo vozilo se, zbog svoje siluete i znatne visine (2500 mm do najviše tačke, a do krova 1858 mm), što je tipičan odraz američkog principa projektovanja, nije moglo dovesti na nivo savremenih vozila.

Vozila ove generacije imala su specifičnu snagu do 14 kW/t. Osnovno formacijsko naoružanje činio je mitraljez kalibra 12,7 mm ili 14,5 mm turelne ugradnje, a u retkim slučajevima top kalibra 20 mm.

Za pojedina vozila ove generacije karakteristično je da se već tada razmišljalo o njihovoj višenamenskoj primeni, u čemu su sigurno prednjačili OT M113 i AMX 13, na čijim osnovama je nastala čitava familija vozila. Ta vozila su brzo izborila svoje mesto u sastavu motomehanizovanih jedinica.

Pojava novih protivoklopnih sredstava i oružja za masovno uništenje otvorila je raspravu o mestu tenka odnosno oklopnih vozila, u budućim ratnim sukobima, što je sigurno moralo da utiče na dalji razvoj ovih vozila. Zbog toga su taktičko-tehnički zahtevi (TTZ), za sledeću generaciju vozila prošireni i pooštreni, tako da se od njih zahtevalo da:

- štite od streljačkog naoružanja,
- štite sa prednje strane od topova kalibra 20 do 25 mm,
- pruže zaštitu od oružja za masovno uništenje,
- imaju kupolu za dva člana sa ugrađenim topom kalibra 20 do 30 mm,
- poseduju vatrenu moć dovoljnu za uništavanje oklopne tehnike protivnika, izuzev osnovnih tenkova,

– omogućiti posadi osmatranje danju i noću,

– članovi desanta mogu otvarati vatra iz vozila,

– izvršavaju druge zadatke kao što su: izviđanje, zaštita i pratnja kolona, zaštita objekata i delova terena, izvođenje ofanzivnih dejstava, mogućnost primene na teško pristupačnom terenu, kao i savlađivanje vodenih prepreka plovljenjem, itd.

Na osnovu ovako definisanih TTZ realizovana su BVP druge generacije. Najpoznatiji predstavnik ove generacije vozila za koji se ne bi moglo reći da je tipičan, jer se po svojim karakteristikama znatno razlikuje od ostalih, jeste sovjetsko borbeno vozilo BMP-1, koje se pojavilo krajem šezdesetih godina.

Borbeno vozilo pešadije BMP-1 ima izuzetno nisku siluetu (visina 1924 mm), relativno dobru oklopnu zaštitu (sa prednje strane štiti od projektila kalibra 23 mm, a sa ostalih strana od kalibra 7,62 mm) i dobru pokretljivost. Masa vozila nije veća od 12,6 t. Na osnovu analize primenjenih podсистема može se uočiti da je vozilo sa ovakvim parametrima realizovano samo zbog toga što su podсистemi posebno razvijani i realizovana takva rešenja koja su u funkciji izlaznih borbenih karakteristika vozila. Razvijen je motor od 220 kW posebne konstrukcije, čija je visina bila znatno manja od visine drugih motora iste kategorije, što je bitno doprinelo smanjenju siluete vozila. Nastojalo se da se, gde god je to moguće, smanji masa. Tako je za izradu bloka, kartera i korita motora korišćena legura Al 9, što je rezultiralo malom masom motora. Svi nosači i razni držači izrađeni su od legure aluminijuma.

Sistem za prenos snage i upravljanje čine: glavna spojnica, menjač sa pet ste-

peni prenosa za hod napred i jednim stepenom za hod unazad, dvostepeni planetarni prenosnik za upravljanje, koji obezbeđuje jedan poluprečnik zaokreta i zaokret oko gusenice nezavisno od uključenog stepena prenosa, i planetarni bočni reduktor. Mada motorno-transmisiona grupa nije predstavljala posebno rešenje, moglo bi se čak konstatovati da je bilo prosečno, po svojim osnovnim parametrima uspešno se uklopila u opštu koncepciju vozila i obezbedila mu performanse pokretljivosti, koje su potpuno zadovoljile postavljene TTZ.

Ovako koncipiran podsistem za pogon i prenos snage, sa nezavisnim oslanjanjem sa torzionim štapovima i sa šest oslonih točkova (sa svake strane), hidrauličnim teleskopskim amortizerima na prvom i drugom točku i sitnočlankastom gusenicom sa blokom SILENT omogućili su da vozilo razvija maksimalnu brzinu od 65 km/h, koja je bila znatno veća od brzine koju su mogli da ostvare tenkovi za čiju su pratnju bili predviđeni, kao i visoke prosečne brzine kretanja (po makadamu 36 km/h, a van puteva oko 26 km/h). Vozilo bez posebne pripreme savladuje vodene prepreke plovljenjem brzinom 7 km/h. Respektabilno naoružanje: top TKB-04 (GROM) kalibra 73 mm ugrađen u kupoli, sa dejstvom po elevaciji $+33^\circ$ i -4° , a po azimutu 360° ; spregnuti mitraljez PKT kalibra 7,62 mm, četiri protivoklopne (PO) rakete MALJUTKA dometa 3000 m, koje se lansiraju sa lansera i naoružanje desanta (dva puškomitraljeza PK kalibra 7,62 mm i 6 automatskih pušaka PK kalibra 7,62 mm) predstavljalo je veliku vatrenu moć za borbu protiv oklopnih sredstava i žive sile, ali nije omogućavalo dejstvo po ciljevima u vazdušnom prostoru.

Oklopno telo i kupola zavarene konstrukcije izrađeni su od pancirnih

ploča različite debljine. Sa prednje strane štite od pancirnih projektila kalibra 23 mm, pri udarnoj brzini od 770 m/s i rastojanju od 500 m, a sa svih ostalih strana od pancirnih projektila kalibra 7,62 mm.

Za ABH zaštitu poseduje kompleksni filtroventilacioni sistem, koji stvara natpritisak u vozilu od 295 Pa (30 mm vodenog stuba), a za zaštitu od požara automatski uređaj na bazi CO_2 .

Svojom kompaktnom konstrukcijom, dobrom oklopnom zaštitom, respektabilnim naoružanjem, rešenjima i opremom koji omogućavaju dejstvo posade iz ličnog naoružanja, dobrom pokretljivošću koju mu obezbeđuje velika specifična snaga (16,47 kW/t), mogućnošću savladivanja vodenih prepreka plovljenjem bez posebnih priprema, kao i mogućnošću dejstva u različitim klimatskim i vremenskim uslovima ovo vozilo je ukazalo na do tada nepoznate mogućnosti.

Skladnim linijama i oblikom BMP-1 je bitno uticao na oblikovanje BVP koja su se pojavila posle njega.



Sl. 2 – Borbeno vozilo pešadije MARDER 1

Prvo borbeno vozilo pešadije koje se pojavilo posle BMP-1 je nemački MARDER-1 (slika 2). Njegov razvoj trajao je dugo jer su TTZ postavljeni 1960. godine, a prvo vozilo je predato u upotrebu

sredinom 1971. godine. Ovo vozilo je siluetom (dužina 6,79 m, širina 3,24 m, visina bez kupole 1,68 m, visina do krajnje tačke kupole 2,95 m) i masom od 28,2 t znatno odstupilo od normativa koji su nezvanično bili prihvaćeni za BVP. Prema masi vozila i specifičnom pritisku na podlogu ($0,8 \text{ daN/cm}^2$) pre bi se moglo reći da se radi o lakom tenku nego o BVP, što je posledica prilaza razvoju ovog vozila.

Pri postavljanju TTZ zahtevalo se da se realizuje višenamenska šasija: za lovac tenkova, za vozilo za izviđanje, za vozila nosače raznih oruđa, za razne tipove komandnih vozila, i na kraju za BVP. Koncept vozila je tipičan za pripadajuću generaciju: vozač je smešten sa prednje leve strane vozila, motorno-transmisiono odeljenje je sa desne prednje strane, a kupola (za komandira i nišandžiju) ima top kalibra 20 mm i spregnut mitraljez 7,62 mm. Drugi mitraljez 7,62 mm za borbu protiv ciljeva u vazдушnom prostoru, smešten je na zadnjem delu oklopnog tela.

Homogeni oklop od pancirnih ploča sa prednje strane štiti od dejstva automatskih topova kalibra 20 do 25 mm, a sa ostalih strana od streljačkog naoružanja. Vozilo može savladavati vodene prepreke plovljenjem bez ugradnje posebne opreme.

Za pogon se koristi turbo dizel motor MB-833 EA 500 snage 441,2 kW, a za prenos snage HMT HSWL 164. Ugrađena transmisija predstavljala je najsavremenije rešenje, i obezbeđuje četiri stepena prenosa za hod napred i isti broj stepeni prenosa za hod unazad.

Zahvaljujući hidrodinamičkom prenosniku sa spojnicom za blokiranje na ulazu u menjač obezbeđena je kontinualna promena prenosnog odnosa. Za

upravljanje služi hidrostatički sklop koji vozilu obezbeđuje i kontinualnu promenu poluprečnika zaokreta. Pošto ovaj prenosnik nije dimenzioniran tako da zadovoljava u svim uslovima, ugrađen je poseban sklop od dve hidrodinamičke spojnice, koji istovremeno obavlja i funkciju usporivača (retardera).

Oslanjanje je ostvareno preko torzionih štapova, sa po 6 oslonih točkova sa svake strane, hidrodinamičkim amortizerima, postavljenim na prvom, drugom, petom i šestom oslonom točku. Gusenice sa gumenim umecima oslanjaju se preko 6 točkova nosača gusenica (po tri sa svake strane). Mada ovo vozilo poseduje određene vrlo savremene podsisteme (motor, transmisija, hodni uređaj, elastično oslanjanje i dr.), može se konstatovati da njihova primena nije mogla da obezbedi vozilu kao celini adekvatne karakteristike. Dobilo se vrlo robustno vozilo, velikih gabarita, brzo i pokretljivo, složeno i vrlo skupo. Da osnovna koncepcija vozila nije predstavljala najsrećnije rešenje pokazuju i sprovedene modernizacije i mnoga poboljšanja. Osamdesetih godina urađena su tri programa modernizacije koji su dobili oznake A1, A2 i A3.

Programima A1 i A1A, koji su realizovani 1982. godine, uveden je dvostruki način punjenja automatskog topa kalibra 20 mm, primenjena je nova municija i protivoklopna (PO) raketa MILAN i zamenjena nišanska sprava nišandžije. I pored smanjenja broja članova desanta sa 10 na 9, borbena masa je povećana na 30 t, što je dovelo do povećanja specifičnog pritiska na tlo od $0,84 \text{ daN/cm}^2$.

Programom A2, koji je započet 1983. godine, pored poboljšanja obuhvaćenih programom A1, na jednom kontingentu vozila zamenjena je nišanska sprava novom termalnom spravom, dok su na odre-

denom broju vozila postojeće nišanske sprave zamenjene termalnim, usavršeni su rezervoari za gorivo, sistem za hlađenje i oslanjanje vozila.

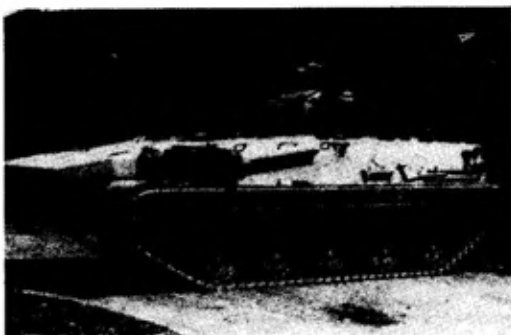
Programom A3, koji je počeo da se realizuje 1988. godine, osim poboljšanja obuhvaćenih programima A1 i A2, predviđeno je povećanje oklopne zaštite ugradnjom dodatnog oklopa na čeonom delu i bočnim površinama oklopnog tela i kupole (mase oko 1600 kg). Dodatni oklop je postavljen i na poklopcima oklopnog tela, kao i na vratima na zadnjem delu vozila. Ugrađena je nova kupola koja je specijalno razvijana za ovo vozilo, za dva člana i topom kalibra 30 mm i spregnutim mitraljezom 7,62 mm. Sprovedena poboljšanja doprinela su da se masa vozila poveća na 35 t.

Od vozila ove generacije treba pomenuti i francusko vozilo BVP AMX-10P, više zbog toga što se nalazi u naoružanju nekoliko zemalja, nego zbog specifičnih rešenja.

Kao i većina vozila ove generacije i AMX 10P ima kupolu za dva člana, u koju je ugrađen automatski top kalibra 20 mm. Pomoćno naoružanje čini mitraljez 7,62 mm spregnut sa topom. U oklopnom telu, izrađenom od legure aluminijuma smeštena su tri stalna člana posade i osam članova desanta. Vozilo pogoni dizel motor od 206 kW, a za prenos snage služi HMT. Na ulazu u transmisiju ugrađen je hidrodinamički prenosnik (HDP) sa spojnicom za blokiranje. Transmisija obezbeđuje četiri stepena prenosa za hod napred i jedan stepen prenosa za hod unazad, a upravljanje vozilom se ostvaruje pomoću dvojnog diferencijala. Vozilo ostvaruje maksimalnu brzinu od 65 km/h, a na vodi 7 km/h, pomoću posebnog pogona. Borbena masa vozila iznosi 14,2 t.

U okviru programa modernizacije vozila ugrađen je novi dizel motor od 257 kW, sa novom HMT, i izvršena je stabilizacija naoružanja. Poboljšana verzija vozila ima top kalibra 25 mm. Šasija ovog vozila poslužila je za realizaciju familije oklopnih vozila različite namene.

Za ostala vozila ove generacije karakteristično je da većina sa prednje strane ima oklopnu zaštitu od projektila kalibra 20 mm, a sa bočnih strana zaštitu od streljačkog naoružanja kalibra 7,62 mm. Maksimalna brzina ovih vozila kreće se od 60 do 72 km/h, a većina savlađuje vodene prepreke brzinom do 6 km/h. Specifična snaga vozila kreće se od 9,56 do 16,32 kW/t. Vozilo može da prevozi 10 do 13 ljudi.



Sl. 3 – Borbeno vozilo pešadije M-80

Kao što se iz tabele 1 može uočiti, u periodu od 1975. do 1985. godine nije se pojavilo mnogo novih vozila. Naš BVP M-80 (slika 3), u vreme kada je uveden u naoružanje, po svojoj opštoj koncepciji, rešenjima sklopova podsistema i uređaja, manevarskim sposobnostima i taktičko-tehničkim karakteristikama, prema rang-listi stručnih časopisa koji se bave ovom problematikom, svrstavan je odmah iza BMP-1. Ovo vozilo je svojim formacionim naoružanjem, topom kalibra 20 mm, spregnutim mitraljezom 7,62 mm, sa dva

lansera raketa i ručnim bacačem (RB M-57), oklopnom zaštitom, mogućnošću vođenja borbe članova desanta iz vozila, nišanskim i osmatračkim spravama (za dejstva danju i noću), sredstvima veze i specijalnim uređajima (za NBH zaštitu, za zagrevanje unutrašnjosti vozila i pribora za osmatranje, predgrevanje motora pre starta na nižim temperaturama, izbacivanje prodrle vode i dr.), kao i dobrom pokretljivošću u svemu zadovoljavalo postavljene kriterijume za borbu posade u klasičnom i savremenom ratu po različitim terenskim i vremenskim uslovima.

Ugradnja motora veće snage, kod modernizovane verzije BVP M-80A, uz poboljšanu transmisiju, omogućila je ostvarivanje maksimalne brzine od 65 km/h i savladavanje vodenih prepreka plovljenjem brzinom od 7,8 km/h, koje se ostvaruje premotavanjem gusenica. Vozilo ima tri člana posade i osam članova desanta. Članovi desanta mogu ostvariti vatru kroz puškarice, koje su ugrađene na bočnim stranama oklopnog tela i na zadnjim vratima vozila.

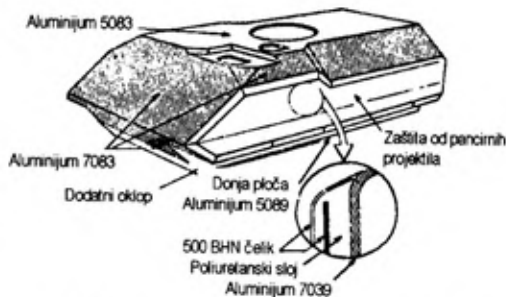
Zapaženo vozilo iz ove generacije je američko BVP M2 BRADLY, koje je uvedeno u naoružanje 1978. godine.

Prema polaznim TTZ ovo vozilo trebalo je da: poseduje pokretljivost tenka M1 ABRAMS, obezbeđuje efikasnu zaštitu posade i desanta, pruža vatrenu podršku transportno-mehanizovanim jedinicama i tenkovima, ispaljuje PO rakete, poseduje mogućnost otvaranja vatre u svim klimatskim i terenskim uslovima, može da se transportuje vazduhoplovima, obezbedi dobar komfor vozača, poseduje pasivnu i aktivnu zaštitu, kako bi se mogao suprotstaviti sovjetskim BMP, pruža mogućnost održavanja u borbenim uslovima, itd.

Na osnovu postavljenih zahteva realizovano je vozilo mase 21,3 t, koje je trebalo da zameni oklopni transporter M113.

Uzimajući u obzir zahtev da je ovo vozilo M2 trebalo da deluje u tesnom sadejstvu sa tenkovima, posebna pažnja bila je usmerena na zaštitu i pokretljivost. Komponovano je tako da se u prednjem delu nalazi motorno-transmisiono odeljenje, a u srednjem delu ugrađena je kupola za komandira i nišandžiju. Članovi desanta smešteni su u desantnom odeljenju, koje zauzima deo srednjeg i zadnji deo vozila.

Za izradu oklopnog tela (slika 4) u prednjem delu i sa bočnih strana, korišćen je višeslojni oklop od ploča legure aluminijuma i pancirnog čelika, koje su postavljene na određenom rastojanju, dok je međuprostor ispunjen poliuretanskom penom. Pod vozila ojačan je pločama od pancirnog čelika radi zaštite od mina.



Sl. 4 – Oklopno telo M2 BRADLY

U kupolu je ugrađen automatski top kalibra 25 mm, stabilizovan u dve ravni, sa kojim je spregnut mitraljez kalibra 7,62 mm. Za borbu protiv oklopnih sredstava, uključujući i tenkove, sa leve strane kupole ugrađen je lanser za PO raketa TOW (borbeni komplet 7 raketa). Nišandžija koristi kombinovanu dnevno-noćnu termalnu nišansku spravu.

Članovi desanta naoružani su sa 9 automatskih pušaka M16 A1, kalibra 5,56 mm, od kojih se sa šest može gađati kroz puškarnice, koje se nalaze sa bočnih strana i na zadnjem delu vozila. Takođe, članovi desanta poseduju dva ručna minobacača M 203, kalibra 40 mm. Za zaštitu posade od oružija za masovno uništenje ugrađen je filtroventilacioni uređaj sa OT M113 A1, a članovi desanta poseduju opremu za individualnu zaštitu. Uređaj za stvaranje natpritiska unutar vozila ne postoji. Stvaranje dimne zavesе ostvaruje se pomoću dva lansera sa po četiri dimne kutije.

Za pogon služi dizel motor CUMMINS VTA-903, snage 373 kW, sa kojim je spregnuta HMT HMPT-500, tako da čine jedan blok. HMT pomoću tri hidrostatička prenosnika (HSP), posebne konstrukcije, obezbeđuje kontinualnu promenu prenosnog odnosa pri pravolinijskom kretanju i kontinualnu promenu poluprečnika zaokreta. Mada ovakva transmisija pruža izvanredne kinematske i dinamičke mogućnosti vozila, ona predstavlja složeno i skupo rešenje.

Oslanjanje je ostvareno pomoću torzionih štapova, sa 12 oslonih točkova (po 6 sa svake strane) i hidrauličkih teleskopskih amortizera koji su postavljeni na prvom, drugom i šestom oslonom točku. Gusenice su izvedene sa elastičnom vezom ostvarenom preko osovinica sa gumenim umecima (silent blok), a nosi ih 6 točkova nosača gusenica (po tri sa svake strane).

Sa specifičnom snagom od 17,24 kW/t vozilo ostvaruje maksimalnu brzinu od 66 km/h, a vodene prepreke savlađuje plovljenjem brzinom 7,2 km/h, koje se ostvaruje premotavanjem gusenica. M2 BRADLY je vrlo robustno i pokretljivo vozilo. Međutim, ono svojom siluetom

(dužina 6522 mm, širina 3200 mm, visina sa kupolom 2565 mm, visina do vrha periskopa nišandžije 2946 mm) i oklopnim telom ne pruža dovoljnu zaštitu za aktivnosti za koje je predviđeno. Municija nije posebno zaštićena, tako da svako probijanje oklopa može da bude katastrofalno za vozilo i posadu. Da nije dobijeno uspešno rešenje koje bi egzistiralo duži period pokazuju programi modernizacije ovog vozila, označeni kao A1, A2 i A3.

Programom A1, koji je počeo da se realizuje 1986. godine, predviđeno je povećanje vatrene moći, opremanjem vozila novom generacijom PO raketa TOW-2 (druge generacije) i povećanjem zaštite posade upotrebom elemenata dinamičke zaštite i novog filtroventilacionog uređaja, poboljšanjem preglednosti, preuređenjem smeštajnog prostora za rakete i uvođenjem u sastav naoružanja gasnog signalizatora M 256.

Programom A2, koji je počeo da se realizuje 1988. godine, predviđeno je: povećanje zaštite od projektila kalibra 30 mm, primenom obloga od kevlar i elemenata dinamičke zaštite od protivtenkovskih sistema pešadije, povećanje borbene mase vozila na 29,25 t, povećanje pokretljivosti ugradnjom turbo dizel motora CUMMINS VTA-903T od 441,17 kW, ugradnja torzionih štapova veće čvrstoće i promena prenosnog odnosa bočnog prenosnika, kako bi se kompenzovalo povećanje mase, ugradnja sistema za navigaciju i uređaja za identifikaciju vlastitih i protivničkih vozila.

Program A3, koji je počeo da se realizuje 1995. godine obuhvata: ugradnju kompjuterizovanog tenkovskog informacionog sistema sa spoljnom vezom, termalne nišanske sprave za komandira, sistem za navigaciju i elemente oklopne zaštite nove generacije tipa ERA. Radi

povećanja zaštite dodatnim oklopom iz desantnog odeljenja su usklonjene puškarnice.

Model vozila M2A3 treba da posluži kao osnova za novu familiju vozila.

Zbog nedovoljne efikasnosti osnovnog naoružanja BMP-1 SSSR je započeo rad na razvoju novog BVP, tako da se 1983. godine pojavio BMP-2.

Umesto topa kalibra 73 mm, kao na BMP-1, u ovo vozilo ugrađen je automatski top kalibra 30 mm, stabilizovan u dve ravni i spregnuti mitraljez kalibra 7,62 mm. Za borbu protiv oklopnih sredstava predviđene su PO rakete, koje se lansiraju iz lansera sa jednom cevi.

Mada je BMP-2 korišćen u avganistanskom ratu i nalazi se u NVO više zemalja, na njemu nije mnogo pisano, tako da se raspolaze relativno malim brojem podataka.

Da bi se obezbedila bolja zaštita sa bočnih strana i prednjeg dela, ispred vozača i komandira ugrađen je dodatni oklop, tako da se masa početne varijante povećala sa 13,8 na 14,5 t, što je prouzrokovalo pogoršanje plovnosti. Broj članova posade smanjen je na deset. Vozilo pogoni motor od 240 kW i sa mehaničkom transmisijom obezbeđuje maksimalnu brzinu od 62 km/h.

Ostala vozila ove generacije, po svojoj koncepciji i rešenjima pojedinih podistema, ne zaslužuju posebnu pažnju, osim modifikacija MARDER 1A1 i A2, koje su opisane u okviru osnovne varijante.

Sa pojavom nove generacije vozila, novim TTZ za sledeću generaciju zahtevalo se da vozila poseduju: što veću vatrenu moć (radi sopstvene zaštite i efikasnog uništavanja i neutralisanja žive sile na otvorenom prostoru i u zaklonima, tenkova i drugih oklopnih sredstava, ci-

ljeva u vazдушnom prostoru, kao što su avioni i helikopteri i dr.), bolju oklopnu zaštitu i što veću pokretljivost.

Za četvrtu generaciju BVP taktičko-tehnički zahtevi nisu se mogli u potpunosti ostvariti modernizacijama postojećih vozila, jer je usvojeni koncept polazne varijante predstavljao određeno ograničenje. Zbog toga se u više zemalja prišlo razvoju vozila, koja su po svojim performansama trebalo da prevaziđu vozila prethodne generacije, kao i njihove modifikacije. Na taj način nastalo je BVP BMP-3 (slika 5), koje je javno prikazano 1990. godine. Realno se moglo očekivati da su nedostaci uočeni kod njegovih prethodnika otklonjeni.



Sl. 5 – Borbeno vozilo pešadije BMP-3

Efikasno i moćno naoružanje BMP-3 i respektivna oklopna zaštita za ovu kategoriju vozila, omogućuje mehanizovanoj pešadiji efikasno dejstvo po skoro svim vrstama ciljeva. Po prvi put je na jednom BVP ugrađen blok naoružanja koji se sastoji od: topa kalibra 100 mm glatke cevi, spregnutog automatskog topa kalibra 30 mm i tri mitraljeza kalibra 7,62 mm, od kojih se dva nalaze u prednjem delu vozila i pripadaju desantu. Top kalibra 100 mm koristi trenutno-fugasne upravljajuće i neupravljajuće projektele i PO laserski vođene rakete.

Primenjeno balističko rešenje (početna brzina $V_0 = 250$ m/s) omogućilo je

da se realizuje oruđe male mase, velike preciznosti i velike vatrene moći. Omogućeno je gađanje u horizontalnoj ravni u krug, i po elevaciji od -6° do $+60^{\circ}$. Komandni pult, zajedno sa laserskim sistemom za upravljanje i spravom sa nezavisno stabilisanom nišanskom linijom u obe ravni, omogućili su da se reši problem gađanja PO raketama iz pokreta, obezbedi velika brzina gađanja, zaštita od ometanja i bezbednost posade. Rakete se lansiraju iz cevi topa.

Čvrsta sprega topa kalibra 30 mm sa topom kalibra 100 mm, u sadejstvu sa uređajem za stabilizaciju optimalnih karakteristika, imaju suštinski uticaj na grupisanje pogodaka.

Prvi put je na BVP ugrađen sistem za upravljanje vatrom (SUV), koji automatski bira ugao nišanja i preticanja, i vrši popravku ugla navođenja u širokom dijapazonu. Takođe, omogućava otvaranje vatre sa mesta i iz pokreta, kao i pri savladavanju vodenih prepreka plovljenjem.

Borbeni komplet BMP-3 čine: 8 upravljajućih PO raketa, 40 trenutno-fugasnih projektila, 22 su smeštena u automatskom uređaju za punjenje topa, a 18 je u posebnim ležištima, 500 metaka za automatski top 30 mm i 6000 metaka za mitraljeze.

Oklopno telo izrađeno je od legure aluminijuma i obezbeđuje zaštitu sa prednje strane od pancirnih projektila kalibra 30 mm sa daljina 300 m, a sa bočnih strana od streljačkog naoružanja kalibra 7,62 mm.

U oklopnom telu nalaze se četiri odeljenja: komandno, borbeno, desantno i motorno-transmisiono. Komandno odeljenje nalazi se u prednjem delu vozila, gde je u sredini smešten vozač, a sa leve

i desne strane od njega mitraljeski desanta. Borbeno odeljenje nalazi se u sredini vozila, a u njemu se nalaze mesta za komandira i nišandžiju. U kupoli je smešteno osnovno naoružanje i borbeni komplet topova.

SUV sadrži nišansku spravu nišandžije, nišansku spravu za ciljeve u vazdušnom prostoru, kombinovanu dnevno-noćnu nišansku spravu i balistički računar. Mesto za komandira opremljeno je dnevnim nišanom za gađanje ciljeva na zemlji i u vazdušnom prostoru, priborom za osmatranje, radio-prijemnikom R-173 i radio-odašiljačem R-173P.

Desantno odeljenje, predviđeno za 7 članova, nalazi se iza borbenog odeljenja. Na bočnim stranama oklopnog tela nalaze se puškarne, kroz koje se može dejstvovati streljačkim naoružanjem. Za ulazak i izlazak posade i desanta postoje tri otvora na prednjem delu vozila i dva na kupoli. U zadnjem delu vozila nalaze se dvojna vrata i uzdužni klizni poklopac na krovnoj ploči oklopnog tela. Vozilom se transportuje ukupno 10 ljudi.

Odmah ispod desantnog odeljenja nalazi se motorno-transmisiono odeljenje, koje je izolovano pregradama, radi prigušenja buke i toplotnog zračenja.

BMP-3 pogoni četvorotaktni dizel motor UTD-29 hlađen tečnošću, snage 368 kW, koji je posebno razvijen za ovo vozilo. Sa motorom je u zajedničkom bloku i HMT sa HDP za promenu stepena prenosa i HSP za upravljanje. Od transmisije postoji poseban izvod pogona za propulzore pri kretanju na vodi.

Transmisija obezbeđuje četiri stepena prenosa za hod napred i dva stepena za hod unazad, kao i kontinualnu promenu prenosnog odnosa. HSP obezbeđuje kontinualnu promenu poluprečnika zaokreta.

Hodni uređaj se sastoji od šest oslonih točkova i isto toliko točkova nosača gusenica sa svake strane. Osloni točkovi, po dva na svakoj osovini, imaju amortizaciju izvedenu pomoću gumenih amortizera. Pogonski točkovi nalaze se na zadnjem delu vozila, što je novina u odnosu na klasičnu koncepciju ovih vozila. Sistem oslanjanja je nezavisni hidropneumatski, sa velikim dinamičkim hodovima točkova. Zahvaljujući primenjenom sistemu ostvareno je ravnomerno premotavanje gusenica, bez udara, nezavisno od terenskih uslova i brzine kretanja vozila. Sistem oslanjanja omogućuje promenu klirensa od 190 do 510 mm.

Od posebnih uređaja vozilo poseduje sistem kolektivne zaštite od ABH oružja, automatski protivpožarni uređaj, uređaj za stvaranje dimne zavese, uređaj za samoukopavanje, pumpe za izbacivanje prodrle vode i dr.

Maksimalna brzina kretanja iznosi 70 km/h, a pri plovljenju 10 km/h. Prema objavljenim podacima vozilo je ispitivano u pustinjskim uslovima, pri temperaturi od 60° C, što ukazuje na to da poseduje efikasan sistem za hlađenje. Borbena masa vozila je 18,7 t, a može se transportovati vazduhoplovima.

Pri postavljanju TTZ za vozilo MCV 80 (FV510-WARIOR slika 6) Britanci su, pored ostalog, zahtevali da vozilo poseduje dobru zaštitu posade, omogućuje duži boravak posade u njemu (48 h) i poseduje visoku pokretljivost.

Vozilo je uvedeno u naoružanje 1986. godine, mada ima podataka da se pojavilo 1984. Posadu čine tri stalna člana i 7 članova desanta, a masa vozila iznosi 23,5 t. Primenjen je klasični koncept rasporeda odeljenja, s tom razlikom što se vozač nalazi u prednjem delu oklopnog tela sa leve strane, rezervoari za gorivo

su smešteni ispod kupole, a kupola je, u odnosu na uzdužnu osu vozila, pomerena u levu stranu, najverovatnije zbog problema uravnoteženja.



Sl. 6 – Borbeno vozilo pešadije MCV 80 (FV510 WARIOR)

Osnovno naoružanje čine automatski top RARDEN kalibra 30 mm, sa kojim je spregnut mitraljez kalibra 7,62 mm. Top probija oklop debljine 40 mm, sa daljine od 1500 m, postavljen pod uglom od 45°. Pokretanje topa po elevaciji vrši se ručno, a po pravcu električno i ručno. Komandir i nišandžija koriste istu nišanu spravu sa dnevnim i noćnim kanalom, a položaj komandira u kupoli omogućava mu dobru preglednost.

Oklopno telo je izrađeno od legure Al-Zn-Mg, koja je termički obrađena i ima bolje balističke osobine od Al 5083, ali se kod nje javlja problem naponske korozije, što je sprečeno primenom posebnih tehnoloških postupaka. Kupola je izrađena od pancirnog čelika.

Za ulaz i izlaz desanta koriste se vrata na zadnjem delu vozila i dva otvora na krovnoj ploči oklopnog tela, koji se zatvaraju pomoću šiber-poklopaca. Vozilo nema puškarnica, tako da desant ne može dejstvovati iz vozila, osim u slučaju kada su otvoreni poklopci na krovnoj ploči. ABH oprema obezbeđuje kolektivnu zaštitu.

Osnovnim nedostacima ovog vozila smatraju se nepostojanje puškarnica, ručno navođenje topa po elevaciji i način ulaska i izlaska desanta, zbog konstrukcije zadnjih vrata. Predviđeno je da se ovi nedostaci otklone u toku serijske proizvodnje.

Švedska je već 1993. godine u sastavu svojih moto-mehanizovanih jedinica imala više od 30 BVP CV-90. Polazni TTZ za ovo vozilo odnosili su se na: dobru oklopnu zaštitu, zaštitu od napada iz vazdušnog prostora, veliku vatrenu moć, veliku pokretljivost, jednostavno održavanje i dr.

Na osnovu ovih zahteva realizovano je vozilo koje razvija maksimalnu brzinu od 80 km/h, kojim se može transportovati 11 članova posade i desanta, a raspored odeljenja je standardan.

Osnova CV-90 poslužila je za realizaciju familije vozila različite namene, međutim, BVP se proizvodi u tri varijante: sa topom kalibra 25 mm (CV9025), 30 mm (CV9030) i 40 mm (CV9040).

Masa vozila sa topom od 25 mm iznosi 20,8 t, sa 30 mm 22 t, a sa 40 mm 23,2 t. U varijanti sa topom od 30 mm polje dejstva po elevaciji iznosi od -10° do 45° , a sa topom od 40 mm 8° do 35° . Top L170B kalibra 40 mm BOFORS, koji predstavlja modifikaciju topa L170, koristi potkalibarnu municiju stabilisanu krilcima (APFSDS početne brzine $V_0 = 1470$ m/s), kumulativnu (PEHE) Mn2 ($V_0 = 1025$ m/s) i visokoeksplozivnu (HE-T $V_0 = 1025$ m/s).

Oklopno telo i kupola izrađeni su od pancirnog čelika. Na oklopno telo može se postaviti dodatni oklop koji štiti od automatskih topova kalibra 20 do 30 mm. Sa unutrašnje strane oklopnog tela postavljen je sloj od kevlar, radi zaštite

ljudstva u slučaju proboja vozila od parčadi oklopa, koja nastaju usled rasprskavanja.

Centralni periskop može biti zamenjen pasivnom spravom za noćno osmatranje. Nišandžija ima termalnu nišansku spravu, a komandir displej sa slikom iz sprave nišandžije.

Vozilo pogoni dizel motor SAAB-SCANIA DS14 od 404 kW. Transmisija je HMT X-300-4B sa automatskom promenom stepena prenosa, obezbeđuje četiri stepena za hod napred i dva stepena prenosa za hod unazad i kontinualnu promenu poluprečnika zaokreta pomoću HSP.

Sistem oslanjanja ostvaren je pomoću torzionih štapova. Za razliku od ostalih vozila iz ove kategorije, koja obično imaju šest ili manje oslonih točkova sa svake strane, ovo vozilo ima 7 oslonih točkova sa svake strane.

Rezervoari za gorivo i akumulatori postavljeni su na prepustima oklopnog tela iznad leve gusenice, dok su iznad desne smešteni alat, hladnjaci i komplet prečištača uređaja za NBH zaštitu.

Izduvni gasovi motora odvođe se sa donje desne strane oklopnog tela i ispuštaju u atmosferu nakon što prođu kroz izduvne lonce, gde se hlade. Na taj način smanjuje se intenzitet termičkog zračenja. BVP VCC80-DARDO Italijani su uveli u naoružanje 1992. godine, sa ciljem da zameni vozilo VCC-1.

DARDO ima tri stalna člana posade i sedam članova desanta, od kojih pet članova svojim ličnim naoružanjem može dejstvovati iz vozila kroz puškarnice na oklopnom telu (po dve sa bočnih strana i jedna pozadi). Za ulazak i izlazak članova desanta koriste se dvojna vrata na zadnjem delu vozila ili otvori na krovu oklopnog tela.

Osnovno naoružanje čine top kalibra 25 mm sa spregnutim mitraljezom kalibra 7,62 mm, koji su ugrađeni u kupolu sa električnim pogonom. Top može da koristi potkalibarnu i trenutno-fugasnu municiju.

Vozilo poseduje SUV koji je jednostavniji od varijante ugrađene na tenku ARIETA. SUV uključuje kombinovanu dnevno-noćnu termalnu nišansku spravu nišandžije, laserski daljinomer i komandirsku spravu sa nezavisnom stabilizacijom polja osmatranja. Vatru iz topa i mitraljeza mogu otvarati komandir i nišandžija. Na bočnim stranama kupole nalaze se po tri bacača dimnih kutija.

Oklopno telo je izrađeno od legure aluminijuma, a mestimično je ojačano pločama od pancirnog čelika, koje se pričvršćuju vijcima.

Vozilo poseduje sistem za NBH zaštitu.

Motorno-transmisiono odeljenje nalazi se u prednjem delu vozila, a za pogon koristi dizel motor od 382,3 kW. HMT ZF 20 HST 500 obezbeđuje promenu stepena prenosa i upravljanje, a na vozilu je primenjeno hidropneumatsko oslanjanje. Maksimalna brzina kretanja je 70 km/h, a vodene prepreke savlađuje dubokim gazom.

U toku 1990. godine završena je proizvodnja švajcarskog BVP TRAJAN, koji se po koncepciji ne razlikuje od najvećeg broja vozila svoje generacije.

Osnovno naoružanje čine top MAUZER model F kalibra 30 mm, sa spregnutim mitraljezom kalibra 7,5 mm, koji su ugrađeni u kupolu sa električnim pogonom, a po potrebi može da se koristi i ručni pogon. U kupolu su smešteni komandir i nišandžija. Komandir ima na raspolaganju nišansku spravu sa uvećanjem 2×, a nišandžija sa uvećanjem 8×.

Nišanska sprava nišandžije poseduje i termovizijski kanal sa uvećanjem 8× i neodijumski laserski daljinomer. Komandir može da koristi sedam, a nišandžija pet periskopa za osmatranje. Na bočnim stranama kupole nalaze se lanseri dimnih granata kalibra 76 mm. Masa kupole iznosi 3,17 t, a ukupna masa vozila 24 t.

Oklopno telo ima zavarenu konstrukciju, a koncipirano je tako da se na njega može postaviti dodatni oklop. Posadu vozila čine tri stalna člana i šest članova desanta.

Za pogon se koristi dizel motor MTU 8V 183 (vojna varijanta Daimler-benz OM 422 LA sa turboprehranjivanjem i hlađenjem usisanog vazduha). Prenos snage i upravljanje vozilom vrši se pomoću HMT Renk HSWL 106, sa automatskom promenom stepena prenosa, koja obezbeđuje 6 stepeni prenosa za kretanje napred i tri stepena prenosa za kretanje nazad kao i kontinualnu promenu poluprečnika zaokreta pomoću HSP.

Španska firma Santa Barbara, u saradnji sa austrijskom Staer-Daimler-Puch, razvila je BVP PISARO za potrebe španske armije, koje je uvedeno u upotrebu 1997. godine. To je vozilo klasične koncepcije čije se upravno i motorno-transmisiono odeljenje nalaze u prednjem delu vozila, borbeno u srednjem delu, a desantno u zadnjem delu vozila.

Osnovno naoružanje čini top MAUZER kalibra 30 mm ugrađen u kupolu koja omogućava gađanje ciljeva u horizontalnoj ravni po krugu, a po elevaciji od -10° do +50°.

Oklopno telo i kupola izrađeni su od legure aluminijuma i štite od streljačkog naoružanja. Kupola je postavljena udesno u odnosu na uzdužnu osu vozila.

Vozilo pogoni dizel motor MTU 8V 183 (OM 442 LA) od 441,17 kW, a za prenos snage se koristi HMT HSWL 106.

U toku 1989. godine u Japanu je uvedeno u upotrebu BVP „89“ čije osnovno naoružanje čine top L 90 kalibra 35 mm i spregnuti mitraljez kalibra 7,62 mm, koji su ugrađeni u kupolu. Na kupolu je postavljen i lanser PO raketa.

Kod ovog vozila vozač se nalazi u prednjem delu, komandir i nišandžija u kupoli, a šest članova desanta mogu da koriste šest puškarnica (po tri sa svake strane vozila). BVP „89“ poseduje pasivnu spravu za noćno osmatranje, nema mogućnost savladavanja vodenih prepreka plovljenja i poseduje opremu za NBH zaštitu.

Serijska proizvodnja teškog BVP ACHZARIT počela je u Izraelu 1988. godine. Osnovu ovog vozila činila su oklopna tela tenkova T-54 i T-55.

Usvojena koncepcija vozila ACHZARIT uslovljena je određenim ograničenjima, jer se radi o rekonstrukciji sklopova postojećih vozila, što je posebno imalo uticaja na razmeštaj ljudstva. U prednjem delu vozila smešteni su vozač, komandir i nišandžija. Sedam članova desanta smešteno je u srednjem delu vozila, dok se u zadnjem delu nalazi motorno-transmisiono odeljenje.

Izvršene su izmene na elastičnom oslanjanju i hodnom uređaju. Torzioni štapovi su zamenjeni novim koji omogućavaju veće dinamičke hodove oslonim točkovima, a ugrađene su i nove gusenice. Na prvom i zadnjem oslonom točku sa svake strane, ugrađeni su hidraulični prigušnici.

Vozilo pogoni dvotaktni dizel motor 8V-71TTA od 485 kW General Motors, koji je postavljen poprečno u odnosu na uzdužnu osu vozila, i HMT XTG-411-4 Allison.

Borbena masa vozila iznosi 44 t. Zbog bočnih zaštitnih ekrana i promene

gusenica, širina vozila je povećana u odnosu na tenkove T-54/T-55 za 370 mm i iznosi 3640 mm. Na pojedinim delovima oklopnog tela postavljen je dodatni oklop. Pojedini detalji koji se koriste kao dodatni oklop perforirani su radi povećanja otpornosti na probojnost. Članovi stalne posade i desanta mogu da koriste otvore na krovnoj ploči vozila.

Kod BVP ACHZARIT zastupljen je izraelski princip konstrukcije vozila da se maksimalno zaštititi ljudstvo, što je postignuto niskom siluetom (visina do krovne ploče 2000 mm) i poboljšanom oklopnom zaštitom. Ove mere znatno doprinose povećanju verovatnoće preživljavanja na bojištu.

Osnovno naoružanje čini mitraljez OWS M 240 Rafael kalibra 7,62 mm, sa daljinskim upravljanjem, kao i mogućnošću da ga aktivira nišandžija. Nišanje se ostvaruje preko periskopskog nišana. Sekundarno naoružanje čine tri mitraljeza kalibra 7,62 mm, od kojih je jedan smešten kod komandira, a druga dva na zadnjem delu vozila.

Vozilo ima ugrađen filtroventilacioni uređaj.

Vozilo Kampfschutzenpanzer 90, razvijeno u Austriji, trebalo je da zadovolji zahteve predviđene za vozila devedesetih godina. Realizovano je vozilo malih gabarita, čije je oklopno telo izrađeno od pancirnog čelika. Da bi se postigla efikasnija zaštita, prednje ploče postavljene su pod velikim nagibnim uglovima, tako da je ostvarena zaštita od projektila kalibra 30 mm sa udaljenosti od 1000 m, a na ostalim stranama vozila od kalibra 7,62 mm, sa rastojanja od 30 m.

Koncepcija vozila je klasična, s tim što je i u ovom slučaju kupola postavljena ekscentrično u odnosu na uzdužnu osu vozila, a može se transportovati 11 ljudi.

Karakteristike	Vozilo							
	BMP-1	MARDER-1	MARDER-1A2 ¹⁾	MARDER-1A3 ²⁾	AMX 10P	AMX 10P25 ³⁾	M-2 (BRADLY)	M-2A2 ⁴⁾
proizvođač	SSSR	SR Nemačka	SR Nemačka	SR Nemačka	Francuska	Francuska	SAD	SAD
god. uvođenja	1967	1971	1982	1988	1976	-	1978	1988
Bor. masa (t)	12,6	28,2	30	35	14,2		21,3	29,257
specif. snaga (kW/h)	16,47	15,64	14,7	12,6	14,45		17,24	15,07
Dim. (mm)								
- dužina	6750	6790			5778		6522	
- širina	2970	3240			2780		3200	
- visina	1980	2950			2570		2946	
- klirens	400	450			450		457	
Max. brzina (km/h):								
- na putu	65	75			65		66	
- na vodi	7	2			7		7,2	
Top. oznaka	GC, TKB-01	MK20Rh202			M693	811GIAT	M242	
kal (mm)	73	20		30	20	25	25	30
mitraljez					PH9A		M240C	
kal (mm)	PKT 7,62	M63; 7,62			7,62		7,62	
kom.	(1)	(1 + 1)			(1)		(1)	
PO raketa	MALJUTKA	nema	MILAN		nema		TOW	
Borbeni komp. (kom):								
top	40	1250			800		900	
mitraljez	2000	5000			2000		4400	
PO raketa	4	-			-		7	
Dejstvo topa:								
- po horiz.	360°	360°			360°		360°	
- po elevac.	-4° + 33°	-7° + 65°			-8° + 50°		-10° + 60°	
Brzina gađanja:								
- top (kom./min.)	6	-			700	-	-	-
- mitraljez (kom./min.)	250	-			900	-	-	-
Broj puškarnica	9	-			nema		6	
Materijal:								
- oklopno telo	pancironi čelik	pancironi čelik			Al. legura		Al. leg. i pancironi čelik	
- kupola	pancironi čelik	pancironi čelik			pancironi čelik		Al. leg. i pancironi čelik	
Motor, tip								
oznaka	dizel	dizel			dizel,	dizel	dizel,	dizel,
snaga (kW)	UTD 20	MTU MB833			HISPANO	-	CAMINS	CAMINS
	220	441,2			SUIZ	257,3	VTA-903	VTA-903T
					206		373	441,1
Transmisija, tip								
br. step. prenosa	mehanička, SS	HMT			HMT sa HDP		HMT	
	5 + 1	HSWL-164 sa HDP, HSP i HDS			4 + 1	HMT	HMT	
		4 + 4					500	
Upravljanje vozilom	DPP	HSP i HDS						
poluprečnik zaokreta	jedan + ZOG	kontinualna promena R			dvojni diferencijal u svakom step. prenosa po jedan R + ZOG		kontinualna promena R	
Oslanjanje	torziono	torziono			torziono		torziono	
Spec. pritisak (daN/cm²)	0,57	0,8	0,84	0,98	0,53		0,52	0,714
Potisak pri plovljenju ostvaruje se:	gusenicama	gusenicama	gusenicama	gusenicama	poseban pogon	-	gusenicama	-

Skraćenice u tabeli: GC – glatka cev; SS – samostalni sklopovi; DPP – dvostepeni planetarni mehanizam; ZOG – zaokret oko gusenice; HMT – 1) sve ostalo isto kao kod MARDER 1; 2) sve ostalo isto kao kod MARDER 1A1, A2; 3) sve ostalo isto kao kod AMX 10P; 4) sve ostalo isto

borbenih vozila pešadije

BMP-2	MCV-80 (VARIOR)	VCC-80 (DARDO)	CV9040	BMP-3	TYP „89“	TRAJAN	KIF	PISARO
SSSR	Velika Britanija	Italija	Švedska	Rusija	Japan	Švajcarska	Koreja	Španija
1983	1986	1992	1993	1987	1989	1990	1997	1997
13,8	24,5	19	22			24	20	-
17,39	16,5	20,12	18,36	19,4	-	18,4	-	-
	6340 3000 2971 490		6800 - 2400 -	6725 3300 2650 190-590	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
62	75	70	80	70	-	-	-	-
-	ne plovi	ne plovi	-	10	ne plovi	-	-	-
-	L21A1 RARDEN	ERLIKON	L170B BOFORS	L90	MAUZER F	-	MAUZER F	-
30	30	25	40	100; 30 AP2A72	30	30	25	30
7,62	7,62	7,62	-	7,62	7,62	7,5	-	-
(1)	(1)	(2)	-	(3)	(1)	(1)	-	-
MALJUTKA	nema	TOW	-	MALJUTKA	PO	-	-	-
-	-	-	-	40; 500 6000 4	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	360° -12° + 47°	-	360° -8° + 35°	360° -6° + 60°	-	-	-	360° -10° + 50°
-	80	-	-	-	200	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	nema	5	-	5	7	nema	-	-
-	AlZnMg pancirmi čelik	višeslojni Al leg. i pancirmi čelik	pancirmi čelik pancirmi čelik	Al legura pancirmi čelik	-	-	Al. legura Al. legura	-
dizel	dizel	dizel	dizel	dizel	-	dizel	dizel	dizel
-	ROLS	-	SAAB	UTD-29	-	MTU	-	MTU
-	ROYCE	-	SKANIA	-	-	MB8V183	-	MB8V183
240	CV8TCE 404,4	382,35	404	367,6	-	441,1	257,3	441,1
Mehanička TUB	HMT ALLISON X300-4B 4 + 2	HMT ZF 20HST 500	HMT PERKINS X-300-4B 4 + 2	HMT	-	HMT RENK HSWL106 6 + 3	T-300	HMT RENK
5 + 1				4 + 2				
po jedan R u svakom step. prenosa + ZOG	HSP kontinualna promena R	HSP kontinualna promena R	HSP kontinualna promena R	HSP kontinualna promena R	-	HSP kontinualna promena R	-	HSP kontinualna promena R
torziono	torziono	hidropneu- matsko	torziono	hidropneu- matsko	torziono	hidropneu- matsko	torziono	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	poseban pogon	-	-	-	-

hidromehanička transmisija; HDP – hidrodinamički prenosnik; HSP – hidrostatički prenosnik; HDS – hidrodinamička spojnica; R – poluprećnik zaokreta kao kod M2 BRADLY

Na oklopnom telu nalazi se osam puškarnica.

U kupolu je ugrađen top MAUZER model F, kalibra 30 mm. Top koristi potkalibarske projekte koji probijaju vertikalnu ploču debljine 58 mm, sa razdaljine od 1000 m. Sa topom koji može da gađa u horizontalnoj ravni u krugu, a po elevaciji od -10° do $+50^{\circ}$, spregnut je i mitraljez kalibra 7,62 mm.

Pokretanje kupole i oruđa obavlja se pomoću elektrohidrauličkog uređaja, koji obezbeđuje brzinu po azimutu $45^{\circ}/s$, a po elevaciji $30^{\circ}/s$. Komandir može da preuzme ulogu nišandžije.

Za pogon se koristi turbo dizel motor sa hlađenjem usisanog vazduha, Steyer-Daimler-Puch, snage 330 kW. Prenos snage i upravljanje vozilom ostvaruje HMT, koja obezbeđuje kontinualnu promenu poluprečnika zaokreta.

Oslanjanje je ostvareno preko torzionih štapova. Na prvom i petom oslonom točku ugrađeni su hidraulički amortizeri i hidraulički graničnici. Sa svake strane nalazi se po tri točka nosača gusenica. Vozilo ima masu od 18,8 t i specifičnu snagu od $17,6 \text{ kW/t}$, koja mu omogućava ostvarivanje maksimalne brzine od 70 km/h.

BVP iz Republike Koreje, pod nazivom KIFV nastalo je na osnovi američkog vozila AIFV. Klasične je koncepcije sa motorno-transmissionim odeljenjem u prednjem delu i odeljenjem za desant u zadnjem delu vozila.

Telo vozila čini višeslojni oklop od ploča izrađenih od legure aluminijuma i pancirnog čelika, sa međuprostorom, ispunjenim poliuretanom. Zbog povećane zapremine, oklopnog tela, usled postojanja poliuretanskog sloja, povećana je rezerva plovnosti.

Osnovno naoružanje čine mitraljez M2HB kalibra 12,7 mm i mitraljez kalibra 7,62 mm. Na prednjem delu oklopnog tela nalazi se šest dimnih granata. Vozilo poseduje NBH zaštitu.

Za pogon se koristi dizel motor MAN D-2848 M, snage 205,88 kW, a za prenos snage i upravljanje služi transmisija sa automatskom promenom stepena prenosa T-300, engleske proizvodnje.

Oslanjanje je ostvareno torzionim štapovima i hidrauličkim amortizerima.

Programom modernizacije ovog vozila obuhvaćeno je povećanje dužine oklopnog tela, snage pogonskog motora na 257,3 kW, vatrene moći i pokretljivosti.

– nastaviće se –



prikazi iz inostranih časopisa

POBOLJŠANI ARTILJERIJSKI PROJEKTILI 155 mm*

Francuska kompanija Giat Industries, prvi ugovarač za sve francuske vučne i samohodne artiljerijske sisteme 155 mm, razvila je nekoliko poboljšanih artiljerijskih projektila 155 mm koji imaju znatno veći domet i tačnost pogađanja u odnosu na postojeće projekte 155 mm. Prilikom gađanja sa sadašnjim projektlima 155 mm, sa povećanjem dometa između 35 km i 40 km, povećava se i rasturanje (disperzija). Kao posledica toga, tačnost artiljerijske vatre ne samo da je teško ostvariti, nego je potrebno i više projektila za neutralisanje cilja.

Savremene ratne operacije ukazuju na to da se artiljerijski sistemi koriste na sve više lokacija. Posledica toga je da korisnici zahtevaju manje projektila ali sa većom tačnošću. Ispaljivanje manjeg broja projektila, takođe, utiče na lanac snabdevanja – potrebno je transportovati manje projektila za uništenje cilja.

Prvi od novih Giatovih artiljerijskih projektila 155 mm je SAMPRASS – artiljerijski sistem povećane tačnosti. Projektili SAMPRASS koriste GPS zajedno sa

ugrađenim vazdušnim kočnicama u prednjem delu projektila i spojlerima kako bi se povećala tačnost pogađanja. Trebalo bi da se, posle prijemnih ispitivanja (ukoliko budu uspešna), uvedu u naoružanje od 2008. do 2010. godine. Međutim, GPS neće biti raspoloživ sve vreme, pa je zbog toga analiziran sistem SPACIDO, koji koristi radar za određivanje početne brzine na ustima cevi kako bi se povećala tačnost pogađanja.

Drugi sistem koji razvija Pelican, koji je, u neku ruku, ekvivalent američkom precizno vođenom artiljerijskom projektilu povećanog dometa XM982 Excalibur, firme Raytheon.

Pelican je projektil velikog dometa, koji se može opremiti različitim bojnim glavama kako bi ispunio različite operativne zahteve. To može uključivati senzorsku municiju, kao što su: artiljerijski projektil 155 mm Bonus, potprojektili 120 mm za dejstvo po vozilima, sa kumulativnom bojnog glavom i upaljačima sa samouništenjem, protivbunkerska municija i projektili za izviđanje i procenu oštećenja bojišta.

Projektil Pelican može imati masu od 54 kg, dužinu 1,35 m, prečnik tela 141 mm i može dostići domet od 85 km, sa tačnošću pogađanja od 15 m. Imaće modul za kontrolu vođenja, eksplozivno pu-

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 28. juni 2000.

njenje smešteno u sredini, a stabilizator i osnovni motor u zadnjem delu.

Informacije o cilju biće programirane pomoću sistema za upravljanje vatrom i GPS koji se inicijalizuje pre gađanja. Kada projektil napusti cev, raketni motor startuje, a projektil se stabilise u toku leta pomoću stabilizatora (krilaca). Posle 60 sekundi i dostizanja visine od 14 km, kanari ugrađeni u prednjem delu projektila će se razviti. Za preostali deo leta do udara o cilj autonomni GPS, zajedno sa inercijalnom jedinicom za navigaciju male mase i velikih performansi, aktiviraće se i upravljati projektilom.

Predviđeno je da se projektil Pelican uvede u upotrebu oko 2015. godine, ukoliko se obezbedi kontinuirano finansiranje.

Za gađanje oklopnih ciljeva na velikom doletu Giat je, zajedno sa Boforsom, projektovao i razvio „pametni“ artijerijski projektil 155 mm Bonus, kako bi zadovoljio zahteve švedske i francuske armije. Projektil Bonus nosi dve vrste potprojektila, od kojih svaki ima bojnu glavu sa eksplozijom oblikovanim penetratorima od tantalove obloge i IC detektor višefrekventnog opsega sa altime-trom. Kada se ispaljuje iz oruđa 155 mm/39 kalibara, ovaj projektil ostvaruje maksimalni dolet 27 km, a kada se ispaljuje iz cevi 155 mm/52 kalibra, ima dolet 34 km. Očekuje se da će prvi projektil Bonus biti isporučen krajem 2001. godine.

V. Radić



SAMOHODNI MINOBACAČ 120 mm WIESEL 2*

Očekuje se da agencija za snabdevanje nemačke armije BWB sklopi ugovor sa kompanijom MaK System GmbH o završetku razvoja samohodnog minobacača 120 mm Wiesel 2 i o izradi dva prototipa.

MaK je razvio Wiesel 2 kao bazu za kompletnu familiju vozila, od kojih je jedno sa samohodnim minobacačem 120 mm. Wiesel 2 ima veću unutrašnju zapreminu i veću nosivost nego prethodni model Wiesel 1, što omogućava izvršavanje većeg dijapazona borbenih zadataka. Manji gabariti ne čine ga samo pogodnijim za rad, nego manji specifični pritisak na podlogu omogućava da se kreće po tere-

nima koji su nepogodni za ostala guse-nična vozila.

MaK je odgovoran za kompletni sistem, uključujući vozilo, municiju, sistem za upravljanje vatrom, kompjuterski i električni sistem.

Rheinmetall Weapons & Munitions razvija minobacač i familiju minobacačke municije 120 mm. Ostali članovi tima su Honeywell iz Nemačke i Wittenstein Motion Control za navigacioni uređaj, kao i transmisiju.

Prvi prototip minobacačkog sistema 120 mm Wiesel 2 kompletiran je 1997. godine na bazi šasije vozila Wiesel 1, što je omogućilo da se ispali 200 projektila 120 mm tokom ispitivanja.

Armija je formulisala 65 operativnih zahteva za samohodni minobacački sistem kao i za dodatno vozilo za snabdevanje municijom. Prvo vozilo sa minobacačem biće isporučeno 2004. godine, a za familiju vozila Wiesel 2 zainteresovane su

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 31. maj 2000.

i ostale zemlje, uključujući Veliku Britaniju.

Minobacač 120 mm postavljen je na zadnjem delu vozila, dovodi se u horizontalan položaj, ručno puni municijom, vraća u vertikalni (zahtevani) položaj za gađanje, gađa i vraća u poziciju za punjenje. Minobacač 120 mm sa glatkom cevi ima poseban trzajući sistem i gađa sa standardnim minama 120 mm sa maksimalnim dometom od 6000 metara.

Kada gađa HE municijom 120 mm, nedavno razvijenom u kompaniji Rheinmetall, maksimalni domet koji se može ostvariti iznosi 8000 metara. Takođe, može gađati i sa „pametnom“ municijom 120 mm, kao što je projektil STRIX vođen na završnom delu putanje (proizvode ga švedske kompanije Saab Dynamics i Bofors Weapon Systems), do maksimalnog dometa 6000 metara. Borbeni komplet sadrži 30 projektila.

Korišćenjem sopstvenog računara i navigacionog i nišanskog sistema platforma može automatski da odredi svoj azimut, tačnu poziciju i visinu. Minobacač 120 mm može da se uvede u borbeni položaj mnogo brže nego konvencionalni minobacački sistemi, i može brže menjati vatrene položaje nego što protivnik primenjuje protivmere.

Glavni računar šalje i prima informacije od nišanskog sistema, sistema za podršku sigurnosne elektronike i navigacionog sistema.

Samohodni minobacač može otvoriti vatru 60 sekundi nakon zaustavljanja. Posle svakog opaljenja računar automatski obavlja korekturu vatre, tako da je lakše ostvariti zahtevanu tačnost pogađanja. Brzina gađanja iznosi tri projektila za 20 sekundi, a može se ostvariti praktična brzina gađanja od 6 metaka u minuti za tri minuta.

Tročlana posada može izvršiti zauzimanje elemenata za gađanje, punjenje i gađanje minobacačem uz zaštitu od dejstva NHB oružja i municije manjeg kalibra. Samohodni minobacački sistem 120 mm Wiesel 2 može da se prenosi helikopterom CH-53G. Sistem NHB zaštite je standardni deo opreme, a može se ugraditi i klimatizacija. Ostale opcije su balistički proračuni i automatska selekcija upaljača.

Tipičan minobacački vod 120 mm Wiesel 2 može imati četiri minobacačka vozila, kojima se može upravljati iz centra sa podrškom dva vozila za snabdevanje municijom. Informacije o cilju mogu dolaziti sa komandnog mesta baterije ili direktno sa izviđačkog vozila na prednjim položajima, koji, takođe, koriste šasiju vozila Wiesel 2.

Nemačka armija poručila je 50 platformi (Ozelot), 10 komandnih vozila (sa radio-radarskom detekcijom aviona i helikoptera – HARD) i 7 baterijskih komandnih vozila.

V. Radić

<<<◇>>>

VERTIKALNO LANSIRANA RAKETA MICA*

Ujedinjeni Arapski Emirati, Katar i Tajvan verovatno su prve zemlje koje su zainteresovane za verziju vertikalno lansirane rakete zemlja-vazduh MICA. Zvaničnici kompanije Matra BAe Dynamics (MBD) izjavili su da je interesovanje za kopnenu verziju ove rakete došlo sa Istoka, dok je mornarička varijanta namenjena potencijalnim kupcima u azijsko-pacifičkim zemljama. Tri navedene zem-

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 4/2000.

Ije su za sada jedini korisnici raketa vazduh-vazduh srednjeg dometa MICA, koja predstavlja osnovno naoružanje aviona MIRAGE 2000.

VL MICA kombinuje standardnu raketu MICA (opremljenu aktivnom radar-skom ili IC glavom za navođenje) sa vertikalnim lansirnim sistemom u kontejneru. Korišćenjem jedne ili druge varijante rakete, VL MICA je sposobna da pogodi 8 ciljeva u intervalu 12 sekundi.

Navodi se, takođe, da su postavljeni operativni zahtevi u nekoliko zemalja za relativno jeftini sistem PVO malog dometa (SHORAD), koji je sposoban da zaštiti vitalne ciljeve (bilo da su na moru ili na kopnu) od masovnog napada oružja koja pristižu istovremeno.

VL MICA zahtevaće odgovarajući sistem za upravljanje vatrom. Kada se lansirna vertikalno raketa MICA pokriva prostor od 360°, dok će tehnologija upravljanja vektorom potiska obezbjeđivati zahtevanu dinamičnost neposredno posle lansiranja. Sistem će obezbediti presretanje manevrišućih ciljeva na daljini većoj od 10 km i na maksimalnoj visini od oko 11 km.

U mornaričkoj varijanti sistem VL MICA sadrži modularne vertikalne lansirne kontejnere (8, 16 ili više) i sekvencer (programer dejstva). Na zemlji će sistem biti raspoloživ u dve verzije: pokretni, na petotonskom vozilu, ili fiksni, na kojem će se ispaljivanje vršiti daljinskim komandama. Kopneni sistemi uključivaće taktički operativni centar i imaće četiri lan-sera sa po 8 projektila.

Smatra se da je Tajvan zainteresovan za korišćenje VL MICA radi modernizacije odbrambene sposobnosti 6 fregata klase La Fayette (Kang Ding klase), koje su nabavljene od Francuske 1990. godine.

Trenutno su odbrambene mogućnosti tih brodova ograničene na sistem Sea Chapparral, top Otobreda 76 mm i oružani sistem Phalanx.

U Kataru i Arapskim Emiratima VL MICA može poslužiti i za zaštitu vazduhoplovnih baza aviona Miraž 2000-5 i 2000-9.

Očekuje se da će VL MICA biti spremna za 2 do 3 godine, mada su rakete već sada potpuno operativne.

V. Radić

<<<◇>>>

RUSKA MUNICIJA ZA STRELJAČKO NAORUŽANJE NATO*

Mašinska industrija iz Barnaula, jedna je od prvih velikih ruskih proizvođača municije koji je izašao na međunarodno tržište municije za streljačko naoružanje. Glavna aktivnost fabrika je razvoj i proizvodnja sitne municije pojačane probojnosti i pancirnih zrna, koja po karakteristikama probojnosti spada među najbolje u svojoj klasi. Karakteristike probojnosti municije prikazane su u tabeli.

Sva municija ima čeličnu lakiranu čauru i zrno s bimetalnom košuljicom i čeličnim jezgrom. Oslanjajući se na sopstvena istraživanja i projektni potencijal razvijeni su novi tipovi municije za streljačko naoružanje. Među najnovijim su dva tipa municije za NATO kalibar sa pojačanom probojnošću zrna, koji su već ušli u serijsku proizvodnju. To su:

- municija 5,56 mm (index RS 101);
- puščana municija 7,62 × 51 mm (index RS 51).

* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, juli 2000.

Vrsta zrna	Kalibar	Vrsta ploče (Zaštite)	Debljina ploče	Rastojanje
7N10	5,45 mm	čelik St.3 (pancirna od titanove legure, III nivo)	16 mm	100 m 200 m
7N22	5,45 mm	oklopna, stepena 2P	5 mm	250 m
7N23 (Mod. 1943)	7,62 mm	oklopna, stepena 2P	5 mm	100 m
7N13	7,62 mm	oklopna, stepena 2P	10 mm	200 m

Probojnost ove municije znatno je veća od one koja se proizvodi na Zapadu kalibra 5,56 mm sa zrnem SS109 i kalibra 7,62 mm sa zrnem R50.

Razvoj i proizvodnja municije NATO standarda usmerena je ka zadovoljenju zahteva svetskog tržišta da ta municija postaje osnovna za streljačko naoružanje u mnogim zemljama.

M. Krbavac

<<<◇>>>

FAMILIJA OKLOPNIH VOZILA PANDUR*

Rad na vozilu Pandur započeo je u kompaniji Steyr 1979. godine, kao odgovor na zahtev armije Austrije za oklopnim izviđačkim vozilom. To je dovelo do realizacije brojnih prototipova, od kojih je prvi završen 1984. godine. Međutim, austrijski KoV je tada, zbog budžetskih ograničenja, prekinuo ugovore o isporuci. Istovremeno aktuelizovana je mogućnost licencne proizvodnje ovog vozila u Velikoj Britaniji sa firmom Royal Ordnance, koja ga je 1986. godine ponudila

britanskoj vojsci. Ova punuda nije prihvaćena jer je britanska mehanizovana pešadija koristila oklopni transporter Saxon zasnovan na kamionskoj šasiji.

Godinu dana kasnije (1987. godine) prototip vozila Pandur ispitivan je u Švedskoj, u teškim arktičkim uslovima, ali do ugovora nije došlo. S druge strane, prototipska ispitivanja u Kuvajtu 1988. i 1989. godine dovela su do prve porudžbine vozila, koja su uništena u iračko-kuvajtskom sukobu 1990. godine.

Konačno 1994. godine austrijska armija je poručila 68 oklopnih transportera Pandur za svoje jedinice angažovane u operacijama UN. Iste godine okončani su testovi u Kuvajtu, a 1996. godine oklopno vozilo Pandur prihvatila je kuvajtska nacionalna garda, koja je poručila 70 vozila. Vozila su izrađena u SAD u periodu od 1997. do 1999. godine od strane kompanije AV Technology, sa kojom je Steyr postigao koprodukcionni sporazum. Rezultat toga je bio da je AV Technology proizvodio oklopna tela i sklapao vozila, dok je Steyr vršio snabdevanje pogonskim agregatom i komponentama prenosa snage.

Sličan sporazum Steyr je sklopio i sa kompanijom Espace Mobile International iz Belgije, za izradu 54 vozila naručenih 1996. godine za belgijsku armiju, i sa firmom Ravne iz Slovenije za nespecificirani broj vozila naručenih 1998. godine za slovenačku armiju pod nazivom Valuk. Najnovija porudžbina za Pandur došla je od američkih oružanih snaga koje su sklopile ugovor za 50 vozila sa kompanijom AV Technology, a koja će se zvati oklopni sistemi veće pokretljivosti (AGMS).

Od kada je projektovano, vozilo Pandur je izrađeno u nekoliko verzija kako bi ispunilo različite zahteve. To se

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 6/2000.

posebno odnosi na oklopno telo i naoružanje, dok je generalna konfiguracija vozila ostala nepromenjena. Od početka razvoja vozilo Pandur koncipirano je kao osnova za familiju oklopnih vozila točkaša. Njegov motor je smešten u prednjem delu što ga čini adaptibilnim za širok dijapazon namena. Originalna verzija oklopnog transportera Pandur ima masu od 8500 kg (prazan) ili 9600 kg (kada je borbeno spreman) i visinu 1,81 m. Pogonski motor je Steyr WD612 dizel sa 6 cilindara, snage 155 kW (210 KS), odnosno u poslednjoj verziji 210 kW pri 2500 o/min. Motor je povezan sa automatskom transmisijom Allison MT653DR sa 5 stepena prenosa za kretanje napred i jednim stepenom prenosa za kretanje nazad, i razvodnikom pogona između prednjeg i dva zadnja mosta. Takođe, vozilo ima sistem za centralnu regulaciju pritiska u pneumaticima i sistem nezavisnog elastičnog oslanjanja.

Oklopno telo vozila je izrađeno od čeličnih ploča povećane čvrstoće koje obezbeđuju zaštitu od dejstva pancirne municije 7,62 mm i 12,7 mm, kao i fragmenata projektila u luku od 30°. Visok nivo frontalne zaštite od dejstva pancirne municije 14,5 mm B32 može se obezbediti dodatnim oklopom. Na zadnjem delu oklopnog tela nalaze se dvojna vrata koja omogućavaju pristup delu za posadu. Vozila izrađena u Sloveniji imaju pokretnu rampu – vrata. U početku izrade oklopnih transportera za austrijsku armiju, visina krova iznad dela za posadu povećana je sa 1,81 m na 2,06 m. Tela nekih varijanti vozila još su veća, tako da se i njihovo međuosovinsko rastojanje povećava sa 1,53 m na 1,83 m. Veća dužina tela vozila povećava smeštajni kapacitet vozila sa 10 na 12 vojnika.

Oklopni transporter može biti naoružan mitraljezima 7,62 mm ili 12,7 mm, kao i lanserom granata 40 mm. Moguća je ugradnja različitih kupola, uključujući Euromissile kupolu UTM800 sa 4 protivtenkovske rakete HOT i kupolu Kvaerner-Eureka sa 2 lansirne cevi ili rakete TOW.

Prototip vozila u izviđačkoj verziji opremljen je dvočlanom kupolom Otobreda, na kojoj je ugrađen top 25 mm Oerlikon KBA. Ona je zamenjena dvočlanom kupolom Steyr SP 3/300 sa ugrađenim topom Mauser 30 mm Model F.

Većina vozila Pandur izrađenih u SAD za Kuvajt, opremljena je niskosiluetnim kupolnim sistemom sa ugrađenim topom 25 mm Boeing M242 Bushmaster i mitraljezom 7,62 mm M240.

Najsnažnije oružje kojim je Pandur opreman je bestrajni top 90 mm. Kod prvih prototipova, ugrađivan je top MECAR 90/46 Kenerga, u dvočlanoj kupoli, a na vozilima proizvedenim za Kuvajt, top je bio mnogo snažniji – Cockerill 90/48 Mk8, ugrađen u kupolu CMI LCTS. Međutim, vozilo Pandur ima i mnogo težih naoružanih modela koji su nastali kao rezultat razvoja verzije sa 8 točkova. Prototip vozila 8 × 8 biće spreman za ispitivanje tokom 2001. godine. Verzija vozila sa 8 točkova koristiće mnoge komponente vozila 6 × 6, ali se očekuju da njegova maksimalna masa iznosi oko 19 tona, što je za četiri tone više u odnosu na do sada najtežu varijantu, odnosno dva puta veća masa nego masa prvobitnog vozila. Veća dužina i veća masa vozila Pandur 8 × 8 obezbediće da se ono opremi i jačim naoružanjem – topom 105 mm.

V. Radić



OKLOPNA VOZILA OD KOMPOZITNIH MATERIJALA*

Britanska agencija DERA prikazala je novu poboljšanu kompozitnu platformu oklopnog vozila (ACAVP), prvog oklopnog vozila u Evropi sa trupom od fiberoptičkih kompozitnih materijala.

ACAVP je rezultat programa koji se realizuje šest godina i u kome su učestvovali i druge britanske kompanije: Vickers za konstrukciju vozila i montažu, Vosper za kalupe u kojima se izrađuje telo vozila, Hexel koji je obezbedio e-staklo kvaliteta kao za vazduhoplove, CIBA koja je isporučila epoksidnu smolu Araldite LY556 za oblikovanje kompozitne matrice, i Perkins koji je isporučio pogonski motor snage 368 kW (500 KS).

Proizvodnji odlivaka prethodila je analiza alternativnih metoda izrade, koja je dovela do prihvatanja vakuumske infuzionog oblikovanja (VIM). To je odabrano kao najprihvatljivije rešenje za industrijsku proizvodnju velikih kompozitnih odlivaka visokog kvaliteta, sa zidovima relativno velike debljine (60 mm). Postoje dva modula, jedan koji oblikuje gornji deo trupa, i drugi koji oblikuje njegov donji deo.

Osnovna konfiguracija ACAVP je ista kao i kod oklopnih izviđačkih vozila mase 18 do 25 tona. Odlučeno je da se koriste već isprobane komponente koje su uzete sa borbenih vozila pešadije WARRIOR. Međutim, neke od tih komponenti rekonstruisane su zbog toga što WARRIOR ima pogonski agregat ugrađen napred, a ACAVP pozadi.

Čeoni deo tela vozila izrađen je za dva člana posade, sa dva sedišta, dok je

centralni deo namenjen za borbeni modul. Masa vozila simulirana je sa dvočlanom posadom i topom 30 mm sa izviđačkog oklopnog vozila točkaša FOX.

Testovi gađanja sa kompozitnim ispitnim panelima pokazali su veću efikasnost u odnosu na metalne oklope iste mase kada su pogađani pancirnim mecima pušcanog kalibra. Međutim, opasnosti od većih kalibara zahtevaju materijale veće čvrstoće sa spoljašnje strane. ACAVP je oklopljen kako bi se odstranila zaštita od dejstva topova srednjeg kalibra. Čvrsti spoljašnji slojevi mogu se obezbediti dodatnim keramičkim pločama, što povećava i cenu vozila. Vozila će biti opremljena dodatnim čeličnim pločama koje će pokriti donji deo trupa i bočne stranice, gde će ploča biti debljine od 40 do 50 mm. Međutim, korišćenje dodatnih čeličnih ploča ograničeno je zbog smanjenja mase čitavog vozila.

Vozilo ACAVP proizvedeno je u kompaniji Vickers samo jednu nedelju pre zakazane prezentacije. Osim toga, demonstrirana je vožnja većom brzinom nego što je određeno u ispitivanjima. To je dokazalo da je kompozitni materijal pogodan za izradu i težih borbenih vozila, kao i panela koji izdržavaju dejstvo pušćane municije i topova srednjeg kalibra, a zadovoljavaju postavljene uslove pokretljivosti na bojištu.

V. Radić

<<<◇>>>

ČISTAČ MINA BMR-3M*

Minsko ratovanje već dugo predstavlja realnost. Minska polja, miniranje prepreka, puteva i pruga znatno usporavaju

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 5/2000.

* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, april 2000.

pokrete jedinica, pa problem mehaničkog čišćenja minskih polja postaje više nego aktuelan. Za te potrebe uspešno se koristi oklopni čistač mina BMR-3M, koji je izrađen na šasiji tenka T-90. Zbog posebne namene tenkovski oklop je odgovarajuće modifikovan, a nadgradnja prilagođena posadi i sistemu za upravljanje opremom za čišćenje mina.

Modifikacijom je obezbeđena visoka manevarska sposobnost kao kod tenka. Vozilo je projektovano tako da se ostvari maksimalna bezbednost ljudstva i opreme pri detonaciji mina, a osnovna namena mu je da čisti puteve za kretanje jedinica.

Čistač mina BMR-3M obezbeđuje:

- zaštitu posade i sklopova od puščane i mitraljeske vatre i eksplozivnih punjenja do 8,4 kg TNT;

- uklanjanje PT mina opremljenih upaljačima koji se aktiviraju na pritisak i magnetnim upaljačima;

- stvaranje prolaza u minskim poljima na zemljištu I do IV kategorije;

- dopunsko izviđanje miniranih puteva i putne infrastrukture, uz upotrebu prenosne izviđačke opreme;

- pokrivanje vatrom inženjeraca, koji sprovode dopunsko izviđanje miniranih puteva i putnih objekata, uništavanje mitraljeskom vatrom protivtenkovskih mina i eksplozivnih objekata lociranih na površini zemljišta ili ukopanih;

- postavljanje – skidanje uređaja za čišćenje i njihovo transportovanje na nosećoj platformi.

Čistač mina BMR-3M poseduje višeslojno dno sastavljeno od čeličnih ploča različite debljine sa specijalnim punjenjima između njih.

Specijalni zadaci na čišćenju mina ili kretanje u sastavu oklopnih jedinica za-

hteva, u izvesnoj meri, otpornost na protivtenkovsku vatru pre svega od protivtenkovskih bacača granata. Da bi se to ostvarilo vozilo je opremljeno sistemom reaktivne zaštite. Za uništavanje neeksplozivnih bombi vatrom, vozilo je naoružano mitraljezom 12,7 mm NSVT kojim se upravlja elektromehanički. Takođe, posada može otvarati vatru iz svojih automata AKS-74 kroz tri puškarnice (po jedna sa svake strane i jedna na zadnjoj ploči).

Vozilo je opremljeno kombinovanim kotrljajućim i pluznim čistačem KMT-7, u kompletu sa elektromagnetnim aktiviranjem EMT, koji omogućavaju izradu prolaza kroz minska polja. Širina prolaza očišćenog kotrljajućim sekcijama iznosi 2×800 mm, a sa elektromagnetnim aktiviranjem do 4 m. Radi veće manevarske sposobnosti vozila, kotrljajuće sekcije su u marševskom položaju smeštene na specijalnoj platformi na vozilu.

Pored opreme za čišćenje mina, vozilo je opremljeno višekratnim frekventno-pojasnim ometačem, koji obezbeđuje detonaciju mina koje se aktiviraju radio-putem. Osim toga, vozilo poseduje dva uređaja za otkrivanje mina, uređaj za čišćenje mina, individualni inženjerijski zaštitni komplet Dublon, prenosne ometače, prenosne radio-uređaje R-163-05R, itd.

Životne potrebe posade obezbeđene su za dva dana, tako da posada ne mora da izlazi iz vozila. Tu su hrana, voda, bojler za vodu, aparat za grejanje hrane, individualna sanitarna sredstva, termoelektrični uređaji i instalacije za mikroklimu.

M. Krbavac



ISKUSTVA IZ UPOTREBE BOMBARDERA B-2*

Nakon agresije NATO na SR Jugoslaviju i iskustava stečenih na Kosovu, u bazi 509. operativne grupe u Vajtmenu potpuno je spremno 16 „stealth“ bombardera B-2 u definitivnoj konfiguraciji Block 30 – u odnosu na devet godina staru konfiguraciju Block 20 (kada su uvedeni u snage Alijanse).

Jedno od najvećih poboljšanja na bombarderu B-2 je novoprojektovani softver, poznat kao P-1 iz 1999. godine. Neka od poboljšanja smanjuju radno opterećenje cockpit-a, što podrazumeva i novi borbeni sistem baziran na memorij-skoj kartici koja može da sačuva više podataka i koristi brži CD-rom nego prethodni sistem.

Softver P-1 uključuje osnovna poboljšanja u odbrambenom sistemu DMS (Defence Management System), koji je namenjen da detektuje, locira i identifikuje izračivače (emitere) oko aviona. DMS, čiji razvoj košta oko 740 miliona dolara, imao je ozbiljnih problema, ali je novi softver rešio 650 specifikiranih zahteva.

Softver P-1 uključuje generički interfejs oružnog sistema (GWIS), softverski adapter koji prikuplja specifične podatke o lansiranju i balističke podatke za svaki individualni tip oružja. Koristeći GWIS moguće je integrisati novo oružje na B-2 bez revizije osnovnog operativnog programa leta, čineći proces bržim i jeftinijim. Tada se vođena oružja mogu koristiti u letu kojoj kombinaciji.

Prvo oružje koje je inkorporiralo pomoć GWIS je AGM-154 JSOW firme

Raytheon, koje je isprobano na ispitnom i trenažnom poligonu u Juti. Prvobitno, bombarder je mogao da nosi AGM-154A sa 145 potprojektila BLU-97.

Sledeće oružje koje se može integrisati uz pomoć GWIS-a biće EGBU-28, kombinacija standardne JDAM sa dubokopenetrirajućom bombom GBU-28 mase 2130 kg.

Taktika upotrebe B-2 razvijena je tako da se eksploatiše fleksibilnost novog oružja i poboljša integraciju između aviona B-2 i F-117. Borbena komanda američkog vazduhoplovstva još nije objavila potpunu operativnost B-2. Osnovni zahtev – raspoloživost 16 aviona u konfiguraciji Block 30 – sada je zadovoljen, ali komanda RV SAD može zatražiti i proveru aviona u tom stanju.

U operaciji na Kosovu se pokazalo da je tridesetočasovni zadatak ograničio naprezanje avijacije u borbenim letovima (izraženo u avio-poletanjima), smanjio operativnu sposobnost i stvorio vanredne zahteve za podrškom aviona za snabdevanje gorivom u vazдушnom prostoru (tanker u blizini bojišta isporučuju 2750 tona goriva bombarderu B-2). Takođe, verifikovani su i odgovarajući sistemi održavanja koji podrazumevaju manje vremena za te aktivnosti.

Druga prioritarna oblast jeste poboljšanje bombardera B-2 i planiranje borbenih zadataka u vazдушnom prostoru. Sadašnji američki sistemi omogućavaju limitiranu fleksibilnost – posada može da prekine ranije planirani borbeni zadatak na račun drugog zadatka. Međutim, američko vazduhoplovstvo razvilo je kombinaciju replanera u toku leta – vezu Link 16 i displeja velikog formata – kako bi se posadi omogućilo da dobije i izvrši novi zadatak u letu, praćen fotografijama ili ostalim karakteristikama cilja. Ta sposob-

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 5/2000.

nost postaće još važnija kada RV SAD promeni strategiju ekspedicionih vazдушnih snaga, s težištem na rapidnoj reakciji.

Kao deo programa razvoja i procene, jedan bombarder B-2 korišćen je u eksperimentu ekspedicionih snaga (EFX'99) tokom 1999. i 2000. godine. Procenjivan je efekat ponovnog izbora cilja (retargeting), koristeći liniju predaje podataka i JSOW.

Kako Block 30 postaje sve operativniji sa povećanim varijetetom oružja i sa ponovnim izborom cilja u realnom vremenu, malobrojne snage u vazduhoplovnoj bazi u Vajtmenu postaju sve važnije za RV SAD i savezničke planove ratovanja. S tim u vezi, Kosovo je bilo izazov

za 509. operativnu grupu i njoj je dodeljeno 6 od 9 raspoloživih B-2 u konfiguraciji Block 30.

Prvi put avioni F-117 i B-2 korišćeni su iznad Beograda, zahvaljujući avionima za ometanje EA-6B i ostalima koji su ih podržavali.

U operaciji „Kosovo“ 509. operativna grupa uspešno je uradila test zamora posade u okviru tridesetochasovnih napornih zadataka. Najveći problem je bio očuvanje budnosti tokom drugog leta, pa su članovi posade spavali između dva i šest časova. Deo opreme pridodat za izvršenje zadataka na Kosovu bilo je i posebno sedište za odmaranje, koje je podignuto od poda kako pilot ne bi bio izložen vibracijama.

V. Radić



SAVREMENE MORNARIČKE MINE I MINSKI SISTEMI*

Mornaričke mine zauzimaju specijalno mesto u arsenalu mornaričkog naoružanja svih vodećih ratnih mornarica, a svoju ulogu i efikasnost dokazale su u dosadašnjim svetskim i lokalnim ratovima vođenim na moru i rekama. Svetski trend u razvoju minskog oružja obuhvata: razvoj i inostrazivanja u oblasti nekontaktnih na dnu ležećih mina, protivpodmorničkih minskih sistema, podvodnih raketnih mina, avio-mina (na dnu ležećih mina koje se polažu iz aviona) i protivdesantnih na dnu ležećih mina.

Od nekontaktnih mina novije generacije ističe se ruska mina UDM-2, koja je uvedena u naoružanje 1979. godine. Izvozne varijante ove mine nose oznake

MDM-3, MDM-4, MDM-5 i MDM-6 (poslednja modifikacija mine za polaganje iz torpedne cevi podmornice). U osnovi, mine se dele na: velike (UDM-2, DM-1, MDM-5, MDM-1, MDM-6, IGDM i AMD-2M), srednje (UDM, MDM-4) i male (IGDM-500, UDM-500 i MDM-3).

Savremene na dnu ležeće mine opremljene su višekanalnim paljbenim uređajima sa senzorima koji prepoznaju fizička polja broda, poput akustičkog, magnetskog (indukcija), hidrodinamičkog (pritiska) i električnog. Operativni radijus dejstva ovih mina iznosi od 50 do 60 m, a do aktiviranja dolazi kada brod prolazi najbliže mini (ili iznad nje). Mine imaju brojač prelaza brodova, mogućnost podešavanja kada će biti u oštrom¹ (bojnom) stanju, visoku otpornost na razmi-

¹ Stanje mina kada su svi sigurnosni uređaji obavili svoju funkciju i kada je u krug paljbe spojen detonator. Na taj način mina je spremna da prima i registruje signale koje emituju brodovi svojim kretanjem.

* Prema podacima iz Russian Navy Weapons Catalog, Sea Mines.

niranje i mogućnost samoukopavanja u morsko dno (mulj ili pesak), čime postaju nevidljive za protivminske sonare i sisteme pretraživanja. Pored toga mogu biti opremljene senzorima koji služe za uništavanje protivminskih ronilica koje prilaze mini radi postavljanja eksplozivnog punjenja. Skladište se do 20 godina, njihov izvor energije zamenjuje se jednom u 10 godina, a trajnost mine položene u moru je jedna godina.

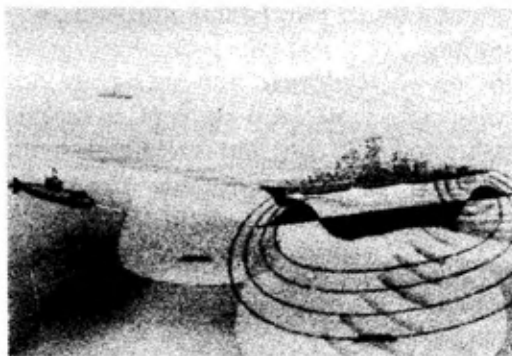
Na dnu ležeće mine MDM-1 i MDM-6 predviđene su za polaganje iz torpednih cevi podmornica. Opremljene su dvokanalnim paljbenim uređajem (akustičko-indukcioni) i imaju mogućnosti programiranja odloženog dovođenja u oštro stanje, kao i podešavanja određenog broja prelaza brodova kroz područje dejstva mine.

Mina MDM-2 opremljena je trokanalnim akustičkim paljbenim uređajem i ima mogućnost samouništenja u slučaju greške pri polaganju, odnosno ako su položene u pliće rejone ili na morsku obalu. Verzije na dnu ležećih avio-mina MDM-3, MDM-4 i MDM-5 opremljene su trokanalnim paljbenim uređajem (akustički, indukcioni i hidrodinamički) sa programskim uređajem koji ima slične mogućnosti kao na mini MDM-2.

Mine tipa UDM-2, UDME i DM-1 opremljene su dvokanalnim paljbenim uređajima (hidrodinamičkim ili indukcionim), kao dežurnim kanalom, i bojnim kanalom (akustičkim) usmerenog dejstva, čiji je krug dejstva od 30 do 50 m. Kod ovih mina može se koristiti i kombinacija akustičko-indukcionog paljbenog uređaja, koji ima zaštitu od podvodne eksplozije (udarnu zaštitu), kao i kanal zaštite od nekontaktnih minolovki. Njihov krug delovanja iznosi za površinske brodove od 20 do 45 m, a za podmornice 25 do 30 m. Brojač prelaza brodova i

mogućnost odloženog dovođenja mine u oštro stanje čini ih otpornijim na klasična protivminska dejstva. Operativna trajnost u moru iznosi do jedne godine.

Avio-mine MDM-3, MDM-4 i MDM-5 imaju specifičan oblik koji je prilagođen polaganju iz aviona pri velikim brzinama leta (do 1100 km/h). Čelo mine ima oblik koji trpi velika opterećenja do kojih dolazi u trenutku udara mine u vodenu površinu, a repni deo ima stabilizatore koji osiguravaju da mina zauzme željeno mesto u minskom polju.



Sl. 1 – Princip dejstva mine tipa MDS

Dimenzije mina koje se polažu iz torpednih cevi podmornica prilagođene su prečnicima torpednih cevi. Pošto u sastavu flote ratne mornarice Rusije postoje podmornice sa torpednim cevima prečnika 533 mm i 650 mm, tako postoje i dve vrste mina. Podmornica klase „Kilo“ (po NATO klasifikaciji) može da ukrca 24 mine tipa SMDM. Podmorničke na dnu ležeće mine su prenaoružavane – modifikovane u samotransportujuće mine. Prva mina tog tipa je MDS-1, kod koje je za pogon iskorišćen pogonski deo torpeda, dok je minski modul smešten u bojnu glavu i glavu vođenja. Radijus dejstva ove mine je 40 m. Mine tipa SMDM su samotransportujuće na dnu

ležeće mine i predstavljaju kombinaciju pogonskog dela torpeda velikog dometa (tipa 53-65KE) i minskog modula sa tri kanala (akustički, indukcioni i hidrodinamički) ili kombinacijom dva kanala. Mogu da postignu brzinu od 42 čvora i rastojanje od 18 000 m (10 nm). Mine tipa SMDM mogu biti ugrađene i na superteški torpedo (kalibra 650 mm), a izbacuju se iz torpedne cevi podmornice, prema unapred zadatoj putanji – poziciji. Kada stigne na zadatu poziciju mina leže na dno i aktivira se njen paljbni uređaj. Savremeniji model SMDM-2 dostiže rastojanja i do 25 nm. Brzina kretanja podmornica pri polaganju ovih mina može biti do 20 čvorova, minimalna dubina polaganja iznosi od 4 do 8 m, a maksimalna od 100 do 150 m. Operativna upotreba prve verzije mine iznosi do jedne godine (mine nastale od torpeda 533 mm), a druge verzije do 6 meseci (nastale od torpeda 650 mm).

Ako se posmatra minsko oružje ostalih zemalja pandan mini SMDM je američka samotransportujuća mina tipa SLMM Mk.67, koja je uvedena u naoružanje 1978. godine. Mina SLMM Mk.67 nastala je adaptacijom torpeda Mk.37, a po svojim karakteristikama je inferiorna u odnosu na rusku varijantu SMDM po položajnoj dubini (za 1,5 puta) i masi eksploziva (za 3 do 5,5 puta), zbog toga što su karakteristike upotrebljenih torpeda u ruskim varijantama daleko bolje od torpeda Mk.37.

Odbrana obalske zone, pogotovo one koja je pogodna za desante, može uspešno da se organizuje i sa kontaktnim minama tipa KPM, koje su namenjene za uništavanje površinskih brodova i podmornica. Ove mine su, po dimenzijama, manje u odnosu na slične varijante u ostalim mornaricama. Polazu se u obal-

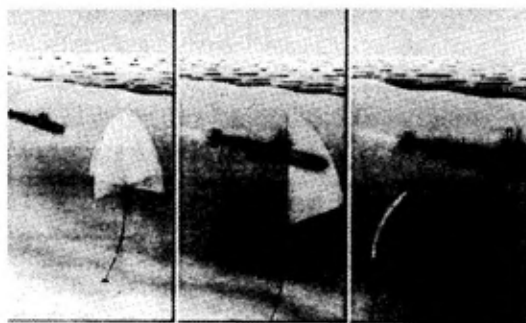
skim zonama u opsegu dubina od 5 do 20 m i položajnih dubina od 0,5 do 2 m. Mina KPM je sidrena elektrokontaktna, opremljena malim eksplozivnim punjenjem i uređajem za automatsko zauzimanje položajne dubine (po principu pret hodnog tela). Masa mine je 350 kg, a eksplozivnog punjenja je 48 kg TNT. Radi bolje otpornosti mine na klasično razminiranje, umesto sidrenog konopca koristi se kvalitetni sidreni lanac.

Istaknuto mesto u minskom arsenalu ratne mornarice Rusije imaju aktivni minski sistemi. Prednost ovih sistema jeste što se znatno manjim brojem mina zaprečavaju veća prostranstva.

Jedan od aktivnih minskih sistema je protivpodmornički sistem PMK-1, koji predstavlja kombinaciju sidrene mine i torpeda na raketni pogon, što je za sada jedinstveno rešenje u svetu. Osnovna karakteristika ovih sistema je da taktika njihove upotrebe više nije takva da mina čeka cilj da uđe u njen krug delovanja, već ga napada kada se nađe u dometu sistema. Programski uređaj, preko jedinice za obradu signala, detektuje i identifikuje podmornicu, određujući njen kurs i brzinu plovidbe. Na osnovu registrovanih podataka uređaj daje polazne elemente za putanju i aktivira torpedo na raketni pogon. Brzina torpeda iznosi od 60 do 80 m/s (120 do 160 km/h), a operativni domet nekoliko stotina metara (s obzirom na to da napadno vreme može biti maksimalno do 7 s). Torpedo-raketa opremljen je kontaktnim i nekontaktnim upaljačem, tako da direktni pogodak ili ispunjenje uslova za aktiviranje nekontaktnog upaljača dovodi do eksplozije 300 kg TNT.

Protivpodmornički sistem PMK-1 je najefikasniji u borbi protiv postojećih klasa podmornica, kao i onih koje će se

graditi u budućnosti. Mina PMK-1 može da se polaže sa površinskih brodova koji su opremljeni minskim šinama i krmenim nastavcima, kao i iz torpednih cevi podmornica (533 mm). Polaganje mina sa površinskih brodova može da se izvodi pri bilo kojoj brzini, a za podmornice brzina mora da bude od 4 do 8 čvorova. Dubina polaganja za sistem PMK-1 ne bi trebalo da bude manja od 40 m, a ni veća od 600 m. Sistem PMK-1 ima tri pod sistema operativne zaštite od protivminskih dejstava, a u operativnoj upotrebi može biti do jedne godine. Izvozna varijanta ove mine nosi oznaku PRM-2.



Sl. 2 – Princip dejstva minskog sistema morskog sprud

Protivpodmornički minski sistem PMK-2 je kombinacija sidrene mine i manjeg protivpodmorničkog torpeda. Sistem neprekidno snima hidroakustički šum ambijenta, i pomoću jedinice za obradu signala detektuje prolaz podmornice (pošto je njena klasifikacija, kao cilja, očekivana). Nakon ispunjenja uslova daje komandu za lansiranje torpeda iz hermetički zatvorenog kontejnera. Nakon lansiranja torpedo kružnom putanjom traži podmornicu na zadatoj dubini. Pasivno-aktivni sistem upravljanja na torpedu osigurava kontrolu njegovog kretanja prema podmornici na napadnoj pu-

tanji. Podmornica se uništava eksplozijom bojne glave torpeda (110 kg TNT eksploziva) do koje dolazi aktiviranjem kontaktnog ili nekontaktnog upaljača. Sistem PMK-2 može da se polaže na dubine od 200 do 1000 m. Izvozna varijanta ove mine ima oznaku PMT-1 kalibra 533 mm i dužinu od 6 m.

Minski sistem morskog sprud (Sea shelf mine), koji je poznat pod oznakom MSHM, jeste kombinacija sidrene mine i podvodne rakete. Namenjen je za uništavanje podmornica i površinskih brodova u obalskim zonama. Rad sistema MSHM zasniva se na merenju akustičkog polja svih prolazećih podmornica i površinskih brodova. Podvodna raketa se aktivira – lansira iz kontejnera prema cilju nakon analize signala i njegove komparacije sa pragom osetljivosti sistema, koji je u direktnoj vezi sa operativnim dometom sistema. Napad na cilj obavlja se u veoma kratkom intervalu od maksimalno 25 s, tako da podmornica ili brod nemaju vremena da preduzmu protivminске (protivtorpedne) mere zaštite. Pozicija minskog sistema MSHM je takva da otežava njegovu detekciju klasičnim protivminskim sistemima. Sistem MSHM može da se koristi na dubinama od 60 do 300 m, polaganje je moguće sa površinskih brodova i iz torpednih cevi podmornica, a eksplozivno punjenje čini 250 kg TNT.

Smatra se da će minsko oružje u svim budućim ratovima imati značajnu ulogu – i u ofanzivnim i u defanzivnim varijantama miniranja. Ruski minski oružni sistemi sadrže gotovo sva dostignuća tehnološkog napretka, mada nisu iscrpljeni potencijali za dalja usavršavanja u funkciji povećanja dometa.

Z. Hrnjez

<<<◇>>>



tehničke novosti i zanimljivosti

RAZVOJ JEDINSTVENOG SISTEMA PVO BOFORS*

Švedski proizvođač Bofors Weapon System obelodanio je da već nekoliko godina radi na razvoju novog modularnog koncepta PVO – Retailator.

Smatra se da se opasnosti za PVO stalno menjaju tako da su njeni ciljevi sve manji, a očekuje se da će se pogađati na daljinama 4 do 5 km. Retailator treba da omogući uništenje više ciljeva, kako bi se opasnosti eliminisale.

Koncept se zasniva na brzorotirajućem projektilu kalibra oko 120 mm. Opremljen „pametnim“ senzorom i poboljšanom bojnom glavom on će optimizirati eliminisanje opasnosti iz vazdušnog prostora klasifikovati ih i odrediti poziciju cilja pre nego što se bojna glava uputi prema cilju. Raketni tip stabilisanih projektila 120 mm imaće 10 puta veću efikasnu zonu uništenja nego standardni blizinski projektili PVO. Da bi se obezbjedila velika verovatnoća uništenja ciljeva ispaljivaće se nekoliko projektila 120 mm na jedan cilj.

Sistem treba da kombinuje karakteristike topa i raketnog sistema.

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 24. maj 2000.

Ukoliko se obezbedi finansiranje demonstrator Retailatora biće raspoloživ za oko tri godine, a dve godine kasnije će se pokazati funkcionisanje projektila na trajektoriji, opremljenog „pametnim“ senzorom i fokusiranom bojnom glavom.

Bofors je stekao iskustvo u poboljšanju municije, uključujući municiju 3P kalibra 40 mm i 57 mm (Pre-fragmented Programmable Proximity) i „pametne“ artiljerijske projekte Bonus 155 mm, razvijene u kooperaciji sa francuskom kompanijom Giat Industries.

V. R.



VEĆI DOMET ARTILJERIJSKOG SISTEMA PzH 2000*

Da bi se mogli pogađati ciljevi na većim daljinama, nemačka kompanija Rheinmetall razvila je novi projektil 155 mm koji je stabilisan rotacijom.

Novi projektil ispaljuje se iz samohodnog artiljerijskog sistema PzH 2000, koji proizvodi kompanija Krauss-Maffei-Wegmann (KMW), a isporučeno je već 185. PzH 2000 ima cev kalibra 155 mm/52.

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 12. april 2000.

Gađa projektilima L15A1 do maksimalnog dometa od 34,5 km ili Rheinmetall-ovim projektilima sa generatorom gasa do dometa od 37 km. Očekuje se da će maksimalni domet novog projektila biti oko 80 km.

Novi taktički zahtevi odnose se na daleko veći domet, i povećanu preciznost. To znači da će za neutralizaciju ciljeva biti potrebno manje projektila, što će smanjiti i logističke zahteve i produžiti vek cevi oruđa.

Nakon ispitivanja različitih varijanti, uključujući i projekte stabilisane krilcima, zaključeno je da projektili stabilisani rotacijom ispunjavaju postavljene zahteve. Novi projektil 155 mm ima tri osnovne sekcije. Prednji modul sadrži elemente za vođenje i upravljanje, uključujući i upaljač, energetski izvor, sistem za globalno

pozicioniranje, magnetometar i četiri karnara koji se šire u letu.

Standardni projektil ima deo za smeštaj eksplozivnog punjenja, ali je analizirana mogućnost primene i drugih oblika punjenja, kao što su potprojektili sa sistemom za samolikvidaciju, protivoklopni projektili sa dva potprojektila za dejstvo iz gornje polusfere i specijalni probojni projektili. Iza dela za eksploziv nalaze se četiri kočnice, dok zadnji modul sadrži padobran za stabilizaciju i opciono jedinicu generatora gasa.

Očekuje se da će pri gađanju verovatna kružna greška biti manja od 10 metara na čitavom dometu. Sposobnost „ispali i zaboravi“ obezbeđuje pogađanje ciljeva bez obzira na vremenske uslove i potencijalan budući razvoj.

V. R.



NOVA KUPOLA TDS 12,7 mm*

Australijska kompanija TDS (Tenix Defence Systems) objavila je detalje o kupoli kojom će se opremiti oklopno gusenično vozilo M113, modernizovano u Australiji. Projekat modernizacije (nazvan Land 106) podrazumeva poboljšanje 347 vozila M113 svih varijanti, od osnovne konfiguracije A1 do M113AS3.

Modernizacija obuhvata povećanje unutrašnje i spoljašnje zaštite, novi motor, transmisiju, sistem elastičnog oslanjanja i gusenica, sistem za upravljanje klimatizacijom i novi taktički navigacioni sistem.

Specifični problemi koji su vezani za oklopni transporter – lako izviđačko vo-

zilo M113A1 i postojeću jednočlanu kupolu Cadillac Gage T-50 kalibra 7,62 mm/12,7 mm odnose se na: manju tačnost oružja, slobodno pomeranje pri elevaciji, robustni dnevni nišan M28, nepodesno punjenje municije i upotrebu oružja, ograničenu brzinu gađanja, lošu ergonomiju i uslove rada posade kao i pokretanje kupole posle opaljenja.

Kao deo faze modernizacije TDS je projektovao zamenu kupole T-50. Međutim, neodlučnost u ugradnji dodatnih applique oklopnih panela za obezbeđenje balističke zaštite od dejstva pancirne municije 14,5 mm i ručnih bacača RPG-7 ubrzali su završetak novog dizajna prototipa kupole.

Sudeći prema spoljašnjem izgledu, nova kupola je opremljena teškim mitraljezom 12,7 mm sa brzo zamenjivom cevju. Napori su usmereni na optimizaciju

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 5/2000.

„stealth“ karakteristika gde god je to moguće, kao što je ukupan profil, IC signatura i radarski poprečni odrazi.

Zadržan je originalni blok za osmatranje i zamenjena su četiri periskopa. Dnevno-noćni pojačavač svetla ugrađen je i fiksiran levo od komandira.

Kupolni applique oklop postavljaće i uklanjati posada vozila na samom bojištu. Oružje ima elevaciju i depresiju od +30° do -10°. Novi električni pogon kupole omogućava njeno okretanje za 360° a biće prilagođen dodatnoj masi applique oklopa. U kupoli se smešta ukupno 400 metaka 12,7 mm. Masa kupole bez applique oklopa je 978 kg, a ugrađena je na standardnom kupolnom prstenu.

Nova kupola obezbeđuje veću pogodnost i sigurnost komandiru. Takođe, ističe se da nova kupola ima veći unutrašnji prostor i maksimiziran interfejs čovek – mašina. Potvrđeno je da će nova kupola biti predložena australijskoj armiji za modernizaciju oko 100 oklopnih vozila M113A1.

V. R.

<<<◇>>>

MODERNIZACIJA BORBENOG VOZILA BMP-3*

Ruska industrija modernizovala je borbena vozila pešadije BMP-3 koja se nalaze u upotrebi u Ujedinjenim Arapskim Emiratima (UAE).

U sastavu oružanih snaga Emirata nalazi se oko 400 vozila BMP-3. Programom modernizacije obuhvaćena je ugradnja eksplozivnog reaktivnog oklopa ERA na 49% prednje površine BMP-3 i 85%

površine bočnih strana vozila. Takođe, vozila će biti opremljena balističkim oblogama, koje štite od fragmenata u borbenom delu, i poboljšanom zaštitom rezervoara goriva.

Poboljšani BMP-3 karakterisaće povećana zaštita od dejstva kumulativnih protivtenkovskih bojnih glava. On će, takođe, izdržavati dejstvo pancirne municije 12,7 mm ispaljene sa rastojanja od 50 do 100 metara. Inače osnovni BMP-3 štiti od dejstva pancirne municije 12,7 mm ispaljene sa daljina 650 do 700 metara.

Obloge ERA povećaće dužinu vozila sa 6,7 m na 7,1 m i širinu sa 3,7 m na 4,0 m. Masa BMP-3 biće povećana sa 19,4 tone na 23,4 tone.

Ističe se da se obloge ERA na BMP-3 mnogostruko razlikuju od onih na tenkovima, zbog želje projektanata i konstruktora da smanje efekat na posadu, uzrokovan udarnim talasom posle eksplozije kumulativnih bojnih glava i obloge ERA. Takođe, ekstraštita će za 50% do 80% smanjiti ubitačni efekat na posadu od sekundarnih fragmenata, ukoliko je pogođen oklop vozila. Rezervoari za gorivo neće eksplodirati ako se pogode kumulativnim bojnim glavama.

V. R.

<<<◇>>>

USAVRŠAVANJE BORBENIH SISTEMA AVIONA E-6B*

Kompanija Boeing sklopila je ugovor o usavršavanju sistema za borbene letove za flotu od 16 aviona E-6B, vredan 50 miliona dolara.

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 24. maj 2000.

* Prema podacima iz Defence Systems Daily, 3. novembar 2000.

Boing će integrisati opremu novih sistema za borbene letove, dodajući i nekoliko novih komunikacijskih linija sa Glavnom mornaričkom vazдушnom strategijskom komandom i sistemima komandovanja, dok će istovremeno smanjiti masu aviona i povećati gotovost.

U nove komunikacijske mogućnosti uključena je komercijalna širokopojasna satelitska veza koja omogućava višestruki pristup do klasifikovane i neklasifikovane zemaljske mreže Ministarstva odbrane, pomoću, na avionu ugrađene, lokalne prostorne mreže. To će biti efikasna primena postojećih komercijalnih i savremenih vojnih komunikacijskih sistema i infrastrukture radi zadovoljenja vojnih potreba, na izuzetno efikasan i ekonomičan način.

Letelica E-6B, koja obezbeđuje vitalne komunikacijske veze između državne komande i strategijskih nuklearnih snaga SAD, jeste modifikovani avion 707-320B, opremljen garniturom uređaja velikih komunikacijskih mogućnosti.

M. K.

<<<◇>>>

IZVIĐAČKI AVIONI U-2 SA SAVREMENIM UREĐAJIMA ZA PRENOS PODATAKA*

Kompanija L-3 Communications objavila je da je zaključila ugovore sa vazduhoplovnim snagama SAD za razvoj i proizvodnju nove generacije uređaja za prenos podataka, koji će se ugrađivati na izviđačke avione U-2S koji imaju najveću visinu letenja. Predviđa se da se ugovorima za realizaciju ovog programa obuhvati period od narednih 20 godina.

Oprema koja će biti ugrađena u sistem za prenos podataka uključuje sklop dualnog modulatora, sklop mnogostrukih RF antena i dupleks vezu koja će, u prvo vreme, omogućiti pilotima da istovremeno šalju i primaju izviđačke podatke sa drugih obaveštajnih platformi.

Modernizacija će obezbediti da avioni U-2 i u 21. veku budu najsavremenije i najsposobnije izviđačke platforme. Sa novim mogućnostima za prenos podataka, izviđački podatak sa U-2S može da se prosledi na druge obaveštajne platforme, obezbeđujući najviši nivo komunikacija skoro u realnom vremenu. Avioni U-2S moći će da prenose podatke kombinovano preko satelita i uređaja za prenos podataka vazduh-zemlja i vazduh-vazduh, u ekstremno visokim uslovima.

Kao ključni deo ukupnih mogućnosti vojnog izviđanja SAD, avioni U-2 obavljaju danonoćno, sa velikih visina i po svakom vremenu, nadzor predela koji su značajni za podršku SAD, savezničkih zemalja i vazduhoplovnih snaga. Sa ovih aviona dolaze važne informacije neophodne za donošenje odluka u svim fazama sukoba, uključujući i vreme mira, nagoveštaj i trajanje kriza, sukoba niskog intenziteta i neprijateljstava širokog spektra.

Program Dual Data Link II poslednji je iz serije modernizacije visoke tehnologije, kojom se avioni U-2 pripremaju za upotrebu u 21. veku. Poboljšanja u sklopu modernizacije obuhvatila su i ugradnju lakših i efikasnijih pogonskih motora, povećanje elektromogućnosti, osavremenjavanje instrumenata u pilotskoj kabini i visokopreciznih obaveštajnih senzora.

M. K.

<<<◇>>>

* Prema podacima iz Defence - Data. com. (Internet).

IZVIĐAČKO VOZILO ZA ARMIJU BELGIJE*

Do kraja 2000. godine planirano je da se završe ispitivanja izviđačkih vozila koja konkurišu za opremanje belgijske armije.

Vozila koja su ostala u kombinaciji su FENNEK nemačke kompanije SP Aerospace, PANDUR austrijske kompanije Steyr i SCARAB koji u kooperaciji proizvode kompanije Alvis i Mechem.

Međutim, Alvis je izvršio fabrička ispitivanja i demonstraciju dva prototipa vozila SCARAB, koji su zasnovani na šasijsi UNIMOG 2100. Pogon je obezbeđen dizel motorom OM906 Euro-3 sa 173 kW (235 KS), koji je povezan sa automatskom transmisijom Allison.

Verzija koja će se koristiti u ispitivanjima u Belgiji ima masu od 10,9 tona. Telo vozila je dužine 5,17 m, širine 2,4 m i visine 2,00 m (1,89 m kada se smanji pritisak u pneumaticima preko centralnog sistema), i poseduje korisnu unutrašnju zapreminu od 5,16 m³.

Na vozilo je ugrađeno stabilisano postolje za oružje i izviđačku opremu Helio SWARM (Stabilized Weapon And Reconnaissance Mount), daljinski upravljana kupola sa topom, mitraljezom 7,62 mm, 6 lansera dimnih granata 76 mm, i dve rasprskavajuće granate za blisku zaštitu.

Za potrebe osmatranja izviđačka oprema sadrži dnevnu kameru RADA-MEC, termalnu kameru SAGEM IRIS i laserski daljinomer AVIMO.

Osnovna struktura vozila SCARAB obezbeđuje zaštitu od dejstva pancirnih metaka 7,62 mm i 12,7 mm sa prednje

strane u zoni 60°, i od metaka 14,5 mm na rastojanju od 550 m. Standardni komplet sadrži zaštitu vozila sa donje strane od dejstva protivtenkovskih mina sa 7 kg eksploziva koja detonira ispod točkova, i od protivpešadijskih mina po čitavoj širini. Dopunski applique oklop može se ugraditi na bočnim stranama, i ima donju ploču kako bi mogao da izdrži dejstvo mine TMRP-6.

Posadu vozila čine tri člana. Dva vozila mogu da se smeste u transportni avion C-130 Hercules, a jedno vozilo u helikopter CH-47 Chinook.

V. R.

<<<◇>>>

NOVI RADIO-UREĐAJ ZA BORBENA VOZILA*

Radio-uređaji R-123 i R-173, kojima su opremljeni ruski tenkovi, oklopni transporter i borbena vozila pešadije dobro su poznati u mnogim zemljama. Danas se proizvodi nova generacija radio-uređaja R-163-50PU i radio-prijemnika R-163UP.

Zbog dobrog kvaliteta veze i pouzdanog rada u uslovima intenzivnog ometanja, ovim uređajima se obezbeđuje neprekidna veza sa drugim vozilima u telefonskom, telegrafskom, digitalnom i kodiranom režimu rada, na udaljenostima do 20 km.

Visoke performanse i funkcionalne mogućnosti uređaja ostvaruju se pomoću:

- rada u frekventnom opsegu od 30 do 79,999 MHz sa frekventnim intervalima od 1 kHz;

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 5/2000.

* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, maj 2000.

– smanjenja vremena potrebnog uređaju da pređe na drugu frekvenciju do 0,1 s;

– mogućnosti rada sa sličnim uređajem na rezervnoj neometanoj frekvenciji putem radio-kanala, uz prethodnu ocenu kvaliteta veze preko tog kanala;

– bešumnog prenosa i prijema telekodirane informacije. Ona je pri slanju sažeta i složena, a pri prijemu se pokazuje na indikatoru;

– rada na režimu prijem – predaja uz selekciju korisnika;

– mogućnosti daljinskog upravljanja, pomoću daljinskog upravljača na udaljenosti 10 m od radio-uređaja;

– rada u stend-baj režimu prijema, snimanja frekvencija, selekcije alternativne međufrekvencije neosetljive na šumove, kao i automatski prestanak pretraživanja u slučaju poziva korisniku;

– povezivanja radio-uređaja sa kompjuterom, što omogućava brzo uspostavljanje veze sa komandnog mesta i automatsko prenošenje poruka.

Vreme neprekidnog rada radio-uređaja nije ograničeno, što je obezbeđeno efikasnim odvođenjem toplote.

Uskoro će novi modeli radio-uređaja R-168-26U, R-168UP i R-168-6UV, biti spremni za izvoz. Po nekim operativnim karakteristikama ovi uređaji su među najboljima. Gornja granica njihovog frekventnog opsega ide do 108 MHz, a pouzdano rade i pod ostrim uslovima elektronskog ometanja i imaju mogućnost antimonitoringa.

Velika pouzdanost i dug vek upotrebe, uz sposobnost da izdrže surove klimatske uslove i fizička opterećenja, garantuju efikasnu upotrebu u borbenim i drugim vozilima.

M. K.



VOZILO VISOKE PROHODNOSTI VITIAZ*

„Vitiaz“ je dvodelno terensko vozilo sposobno da se kreće po močvarnim terenima, snegu, pesku kao i da savlađuje vodene prepreke. Njegova korisna nosivost iznosi 30 t. Sa takvim osobinama spada u red vrhunskih vozila.

Iako po mogućnostima kretanja jednododelna gusenična vozila imaju očigledne prednosti u odnosu na vozila točkaše, ona imaju i izvesna ograničenja kada je u pitanju dalje povećanje njihove nosivosti i pokretljivosti. Projektna rešenja primenjena na dvodelno vozilo „Vitiaz“, kojima su povezana dva gusenična vozila, omogućila su ostvarenje impresivnih terenskih mogućnosti.

Modifikacije vozila „Vitiaz“ DT-10P (korisna nosivost 10 t) i DT-30P (korisna nosivost 30 t) koriste jedinice stacionirane u područjima sa ispresecanim i zaleđenim zemljištem, za prevoz svojih pripadnika, municije, razne opreme, goriva i maziva, kao i za ugradnju naoružanja.

Neuobičajeni projekat i konfiguracija terenskog vozila, spojenog od četiri gusenična dela, dopušta upotrebu po različitim terenima. Projekat se zasniva po principu da se jedan deo (sekcija) savija u odnosu na drugi, pod dejstvom nezavisnog zglobnog uređaja koji nije uključen u sistem transmisije vozila.

Vozilo pruža sledeće glavne prednosti:

– minimalan uticaj na tlo, odnosno pri zaokretu snaga motora se koristi samo za savlađivanje otpora kretanju. Gubitak zbog kočenja nema a vučna sila se prenosi na gusenice, tako da nema razaranja tla.

* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, juli 2000.

– visoka izdržljivost vozila i primena uređaja za blokiranje diferencijala, omogućavaju da se vozilo kreće samo sa dve gusenice.

Sposobnost sekcija vozila da se pomeraju u vertikalnoj ravni nezavisno jedna od druge omogućava lak izlazak iz vode i na neuređenim obalama. „Vitiaz“ može da izvršava zadatke koji su neostvarivi za druga vozila: povratak u matični brod nakon plovidbe i iskrcavanje opreme iz brodova koji ne mogu pristati uz obalu.

Ova vozila pokazala su se vrlo efikasnim u Čečenskom ratu 1995. godine, kada su korišćena za prevoz ljudstva i municije. Dvodelno vozilo DT-10PM može da prevozi 100 vojnika zaštićenih od streljačke vatre, a maskiranje ga štiti od osmatranja neprijatelja.

Visoka vučna sila i opremljenost za kretanje po neravnim terenima, omogućavaju efikasnu vuču zaglavljenih i oštećenih vozila (tenkova, samohodnih topova, oklopnih transportera, borbenih vozila pešadije, itd.) čija je masa ispod 60 t.

Vozilo se može opremiti naoružanjem, kao što su raketni sistemi i radari, a mogu se koristiti i kao komandna vozila.

M. K.

<<<◇>>>

LAKO VOZILO OPŠTE NAMENE AB3*

Jordanske oružane snage naručile su početnu količinu od 100 lakih vozila opšte namene AB3 Black Iris 4 × 2, iz projektno-razvojnog biroa Abdullah II (KADDB). Ovo vozilo treba da zameni više od 450 džipova M151 koji su koriš-

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 10. maj 2000.

ćeni u jordanskoj armiji kao nosioci raketnog sistema TOW, bestrzajnih topova 106 mm i teških mitraljeza 12,7 mm. Takođe, i komanda za specijalna dejstva (JSOC) naručila je inicijalnu količinu vozila, ali većina vozila će biti u kopnenoj vojsci.

Od početka proizvodnje, pet eksperimentalnih vozila Black Iris 4 × 2 konstruisano je u saradnji sa projektantima iz kompanije SHP Motorsports. U aprilu 2000. godine jedan prototip okončao je ispitivanja tokom 60 000 pređenih kilometara u Južnoj Africi. Ispitivanja paletizacije za slučaj spuštanja avionom su u toku.

Sadašnje vozilo ima dizel motor od 2400 cm³ firme Toyota, ali se očekuje da će ga u proizvodnji zameniti dizel motor 2800 cm³ firme Daihatsu. Konstruisane su varijante vozila 4 × 2 i 4 × 4 radi ispitivanja pouzdanosti.

Pretpostavlja se da je komanda za specijalna dejstva naručila i 14 modifikovanih vozila Land Rover Defender 4 × 4. Poznato kao AB5, vozilo je adaptirano da prevozi 8 članova posade. Potpuna zaštita obezbeđuje posadu, a ugrađeni su mitraljezi 12,7 mm i 7,62 mm, kao i lanseri dimnih granata na prednjoj i zadnjoj strani vozila.

V. R.

<<<◇>>>

VELIKO KAŠNJENJE INDIJSKOG PROJEKTILA LCA*

Premda je na početku bio ambiciozno zamišljen, indijski program razvoja lakog višenamenskog borbenog aviona LCA (Light Combat Aircraft) koji je

* Prema podacima iz časopisa Air Forces Monthly, 6/2000.

trebalo da zameni flotu aviona MiG-21 odužio se na čitavih sedamnaest godina. Zbog toga je indijsko vazduhoplovstvo bilo prisiljeno da sprovede program modernizacije aviona MiG-21 u saradnji sa ruskom vazduhoplovnom industrijom (i ovaj projekat kasni dve godine).

Od samog starta program LCA pratile su mnoge teškoće, kako tehničke prirode, tako i one vezane za prekoračenje odobrenih finansijskih sredstava. Ukupna cena samo razvojnog dela programa četiri puta je premašila prvobitno predviđenu sumu. Kasni razvoj ključnih komponenti kao što su: zmaj aviona, višemodni radar, sistem kontrole leta i pogonska grupa (indijski turboventilatorski motor Kaveri).

U januaru 2000. godine prvi primerak, od dva prototipa lovca LCA (koji služi kao demonstrator tehnologija primenjenih na konačnoj verziji LCA), završio je prvu seriju testova na zemlji. Ipak, prvi let još nije izveden, iako se i sa pomeranim rokom kasni preko 20 meseci.

Prva dva prototipa LCA imaju ugrađen jedan od jedanaest američkih turboventilatorskih motora General Electric F404-FJ23 kupljenih još 1986. godine. Serijski primerci LCA biće opremljeni indijskim motorom Kaveri koji se, navodno, nalazi na ispitivanjima u Rusiji, pošto Indija ne poseduje adekvatne probne stolove i opitnu opremu.

Četvororučni sistem kontrole leta FBW, kao ključni faktor kašnjenja, trebalo je da bude kreiran uz pomoć američke firme Lockheed Martin, ali je zbog sankcija pomoć i saradnja izostala, što prisiljava indijske firme da same razvijaju složen softver za FBW. To je osetljiv korak koji će dodatno usporiti razvoj LCA.

Po svemu sudeći, LCA neće poleteti tako brzo, a ni serijska proizvodnja u najboljem slučaju ne bi usledila pre 2009. godine, zbog čega se čitav projekat dovodi u pitanje. Dodatnu nevericu unose primedbe indijskog ratnog vazduhoplovstva koje sumnja u pojedine performanse aviona nasuprot postavljenim zahtevima. Pored ostalog, radi se o masi praznog aviona, brzini uzdizanja i agilnosti opterećenog aviona.

Ukoliko čitav projekat uspe biće to veliki tehnološki korak Indije i napredak primenjiv i u drugim granama industrije. Zbog toga bi takav uspeh mogao da potisne zahteve indijskog ratnog vazduhoplovstva u drugi plan.

S. V.

<<<◇>>>

TESTIRANJE MODULARNOG KOMANDNOG MESTA PVO*

Komanda protivvazdušne i raketne odbrane Armije SAD planira da uvede u upotrebu novo modularno komandno mesto koje je razvila za vreme godišnje vežbe PVO Roving Sands održane u julu 2000. Ovo komandno mesto namenjeno je za rukovođenje borbom ili komandovanje i upravljanje dejstvima, koristi savremenu tehnologiju i nove softvere radi obezbeđenja boljih karakteristika opreme, koja je manja od dosadašnje. Ono se sastoji od nadstrešnice sa opremom i odgovarajućeg vozila, za razliku od pet nadstrešnica koje je koristila dosadašnja konfiguracija i „ratnog studija“ u brzora-zvijajućem zaštitnom šatoru.

Modularno komandno mesto koristi savremena sredstva vizuelizacije, uklju-

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 8/2000.

čući multiizvorni korelacioni traser, taktički displej sistem, i opremu za obradu i slanje poruka. To pomaže u obezbeđenju jedinstvene slike, koja će prikazivati buduće združene operacije. Početkom ove godine Armija SAD je određena za nosioca razvoja jedinstvene integralne vazdušne slike SIAP, a mornarica SAD radi sisteme upravljanja jedinicama, uključujući i reprezentativne strukture KoV i vazduhoplovstva za taj posao. Modularno komandno mesto uključuje sistemsku konstrukciju (aluminijumsko krovšte koje mogu da sastave dva čoveka), elektroniku, projektore sa displejima, lokalnu mrežu i softvere.

Standardna elektronska oprema sadrži osam laptop kompjutera koji koriste operativni sistem Windows NT, dvostruko usmereno postolje displeja kompjutera, dvostruku procesorsku radnu stanicu, LAN centar, video liniju, četiri videoprojektora i dodirni projekcioni ekran IBID.

M. K.

<<<◇>>>

IZRAELSKI TENK SABRA Mk II*

Vojna industrija Izraela potvrdila je da je izradila prvi prototip osnovnog borbenog tenka Sabra Mk II, zasnovanog na američkom tenku M60.

Jedno od potencijalnih tržišta za plasman ovog tenka je Turska, koja je objavila da namerava da dodeli Izraelu ugovor za modernizaciju 170 tenkova M60A1. Detaljni pregovori sa turskom komandom kopnenih snaga još nisu počeli, a američko Ministarstvo odbrane traži da Turska preispita svoju odluku.

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 5. juli 2000.

Kao i tenk Sabra Mk I, verzija Mk II je razvijana za izvozno tržište, a zasnovana je na respektivnom iskustvu stečenom u modernizaciji tenkova.

Sabra Mk II naoružana je topom kalibra 120 mm MG251 sa glatkom cevi, koji je ugrađen i na tenkovima Merkava Mk I i Mk III. Borbeni komplet tenka Sabra Mk II iznosi 40 projektila 120 mm, a mitraljezi 7,62 mm ili 5,56 mm ugrađeni su koaksijalno sa osnovnim naoružanjem, dok su i dva mitraljeza ugrađena na vrhu kupole. Takođe, minobacač 60 mm ugrađen je spolja.

Radi što veće efikasnosti pogađanja stacionarnih i pokretnih ciljeva prvim metkom u dnevnim i noćnim uslovima, tenk Sabra Mk II opremljen je kompjuterizovanim sistemom za upravljanje vatrom Knight III kompanije Elbit (El-Op), sa novim sistemom električne kontrole i stabilizacije, sličnim onom na tenku Merkava Mk III.

Nišandžija raspolaže dvoosno stabilizanim dnevno-noćnim nišanskim uređajem, sa laserskim daljinomerom i automatskim radarom cilja.

Pasivna oklopna zaštita tenka Sabra Mk I optimizirana je tako efikasno da zaštiti posadu od napada kinetičkih projektila. Sabra Mk II opremljena je eksplozivno reaktivnom i pasivnom oklopnom zaštitom koja je efikasna protiv kinetičkih projektila i dejstva eksplozivnog punjenja.

Za pogon su aktuelna dva različita dizel motora: nemački MTU dizel, snage 736 kW (1000 KS), ili američki General Dynamics AVDS serije 1790, od 883 kW (1200 KS). Borbena masa tenka iznosi 56 do 59 tona, u zavisnosti od primenjene oklopne zaštite.

V. R.

<<<◇>>>

RUSKI SAMOHODNI ARTILJERIJSKI SISTEM 155 mm*

U Rusiji su razvijene dve nove verzije samohodnog artiljerijskog sistema 152 mm 2S19, koji su uvedeni u naoružanje 1989-90. godine. Prva verzija ima iste karakteristike kao sistem 152 mm/47 kalibra koji obezbeđuje domet od 29 km sa razornim projektilom 30F61 sa generatorom gasa.

Najvažnija karakteristika 2S19 je ugradnja sistema za upravljanje vatrom ASUNO, koji karakteriše balistički računar. Ukoliko se koristi sa GPS i automatskim nišanskim sistemom ostvaruje se brža reakcija i veća tačnost pogađanja. Sistem je spreman za dejstvo za manje od tri minuta a može otvoriti vatru 30 sekundi nakon dobijanja koordinata cilja. Pošto mnoge istočnoevropske zemlje sve više prihvataju zapadni kalibar 155 mm, započet je razvoj u vučnoj i samohodnoj varijanti sistema 155 mm od 1995. godine.

Razvoj sistema 2S19M1 treba da se okonča 2001. godine, a biće opremljen standardnom NATO cevi 155 mm/52 kalibra, i borbenim kompletom od 46 projektila i punjenja. Maksimalni domet koji se ostvaruje ispaljivanjem razornih projektila 155 mm L15A1 iznosi oko 30 km, dok se domet od 41 km može ostvariti ispaljivanjem projektila sa generatorom gasa.

Standardni artiljerijski sistem 2S19, koji se, takođe, navodi kao MSTA-S, ponuđen je Indiji u kalibru 155 mm. Vučni i samohodni artiljerijski sistem 155 mm može imati hromiranu cev kako bi se obezbedio duži vek cevi, kao i pobolj-

šani sistem za hlađenje za veće brzine gađanja.

V. R.

<<<◇>>>

TESTIRANJE PROTIVTENKOVSKKE RAKETE MAF*

Prema podacima kompanije Alenia Marconi Systems, protivtenkovski vođeni sistem MAF nalazi se na operativnim ispitivanjima u brazilskoj KoV.

Kompanija Otomelara razvila je 1980. godine raketu MAF srednjeg dometa, iako nije prihvaćena u italijanskom KoV, ona je ponuđena inostranom tržištu.

Tokom 1988-89. godine jedan sistem MAF isporučen je brazilskoj armiji zajedno sa 10 raketa za potrebe ispitivanja. Prvobitni sporazum između kompanije Otomelara i brazilskog proizvođača vođenog oružja Orbita odnosio se na razvoj i proizvodnju vođenih raketa za domaće i izvozno tržište. Nekoliko godina kasnije, brazilska KoV ispostavila je zahtev za 600 oružja i 4000 raketa za period do 2010. godine, obezbeđujući stabilno finansiranje.

Kompletan sistem MAF sastoji se od lansera i rakete u njenom lansirnom – transportnom kontejneru. Lanser ima tronožac, lansirnu cev, optički uređaj za nišanje i termalnu kameru.

Raketa se može pokretati pomoću dvostepenog raketnog motora na čvrsto gorivo. Prvi stepen je kompletiran unutar lansirne cevi, dok se drugi aktivira na sigurnom rastojanju od posade – posluge, i pokreće raketu do subsonične brzine.

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 5. juli 2000.

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 14. juni 2000.

Radarsko vođenje rakete ostvaruje se preko laserski modulisanog emitera koji je smešten na lanseru a funkcioniše u blizini IC područja. Prijemnik je smešten iza tela rakete kako bi se obezbedila visoka zaštita od ometanja.

Maksimalni domet rakete iznosi 3000 metara u dobrim vremenskim uslovima, korišćenjem dnevnog nišanskog sistema i sa vremenom leta do cilja od 16 sekundi.

V. R.



TAKTIČKI LASERSKI SISTEM VELIKE ENERGIJE*

SAD i Izrael izvršili su uspešne testove taktičkog laserskog sistema velike energije THEL (Tactical High-Energy Laser). Sistem je planiran za zaštitu Izraela od raketa tipa Kaćuša, koje se ispaljuju iz Libana.

Uspešnost testova predstavlja važan korak ka razvoju THEL ACTD (poboljšanog koncepta demonstratora tehnologije) u zaštiti komunikacija duž severne granice Izraela od raketnih napada. Sledeći korak biće ispitivanje zaustavljanja rafalne paljbe raketama Kaćuša.

THEL će biti deo izraelskog antibalističkog raketnog sistema nazvanog HOMA (barijera), koji će sadržavati antibalistički raketni odbrambeni sistem ARROW, za koji se očekuje da će SAD biti partner u proizvodnji.

Zvaničnici izraelske vazduhoplovne industrije IAI (Isreel Aircraft Industry) pozvali su na preliminarne pregovore kompanije Lockheed Martin, Boeing, Northrop Grumman i Raytheon. For-

malni pregovori zavise od dozvole Ministarstva odbrane da se sistem ARROW proizvodi u SAD.

Istaknuto je da Izrael planira da poveže u okviru programa HOMA sistem odbrane, koji će kombinovati ARROW sa četiri baterije opremljene sistemom PVO Patriot PAC-3. Razmeštanje prve baterije ARROW već je započelo, a razvoj dve preostale počće za nekoliko godina.

V. R.



NOVI OKLOPNI TEGLJAČ ATTC*

Novi oklopni tegljač sa poluprikolicom ATTC (All Terrain Tracked Carrier), izrađen u singapurskoj kompaniji STK, biće ključno vozilo za podršku koje je nedavno uvedeno u naoružanje borbenom vozilu pešadije BIONIX. Posle gotovo pet godina rada, očekuje se završetak razvoja vozila krajem 2000. godine.

Mada ima sličnosti sa švedskim vozilom BV 206 S firme Hagglands i oklopnim vozilom BvS 10, ističe se da je ATTC potpuno novo oklopno vozilo. ATTC ima veću unutrašnju zapreminu, veću korisnu nosivost i može se opremiti za različite borbene zadatke. Očekuje se da cena ATTC bude oko 583 000 američkih dolara, i da postoji prostor za plasman ovog tipa vozila na tržištu.

ATTC sadrži dve potpuno oklopljene jedinice, napred i pozadi, koje su povezane hidrauličkom vezom sa dva cilindra. Potpuno oklopljena čelična struktura tela vozila obezbeđuje zaštitu od dejstva municije 7,62 mm i fragmenata municije. Kompanija IBD iz Nemačke

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 24. maj 2000.

* Prema podacima iz časopisa Jane's Defence Weekly, 5. april 2000.

razvila je poboljšani modularni zaštitni paket za ATTC.

ATTC koristi četvorocilindrični turbopunjeni vazduhom hlađeni dizel motor 3126 B Caterpillar, koji razvija 267 kW (350 KS) pri 2400 o/min, a povezan je sa automatskom transmisijom Allison MD 3560P. Borbena masa vozila je 15 tona, tako da je specifična snaga vozila 17,8 kW/t.

ATTC je potpuno amfibijsko vozilo, a na vodi se kreće maksimalnom brzinom od 5 km/h, bez bilo kakve prethodne pripreme.

Maksimalni koristan teret koji se može transportovati u prednjem delu vozila je 1200 kg, a u zadnjem delu 3000 kg. U prednjem delu vozila ima mesta za 6 članova posade. Tipično, ATTC na krovu vozila ima ugrađen mitraljez 7,62 mm i lansere dimnih granata.

Pored osnovne varijante vozila razvijene su i druge: ambulantna, vozilo nosač oružane platforme, izviđačka, komandna, i vozila za snabdevanje.

V. R.

<<<◇>>>

HELIKOPTER AH-1Z VIPER*

Kompanija Bell Helicopter Textron opremila je za KoV Australije helikopter AH-1Z Viper u izviđačko-logističkoj verziji u okviru projekta Air 87.

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 4/2000.

Italijanska kompanija Agusta ponudila je helikopter A129 Scorpion, Boing je ponudio AH-64D Apache, a konzorcijum Eurocopter svoj model Tiger.

Specifikacija obuhvata i dolet od 6 do 8 km za rakete vazduh-zemlja (svi učesnici konkursa su se složili da predlože raketu Hellfire AGM-114). Zahtevi za top 30 mm i sistem nevođenih raketa 70 mm ostali su neizmenjeni. Ostale izmene odnose se na smanjenje zahteva za performansama u ekstremnim uslovima.

Projekat Bell Air 87 obuhvata novo-projektovani helikopter AH-1Z Viper sa glavnim rotorom od kompozitnih materijala, 6 podvesnih tačaka za raketni lanser nevođenih raketa 19 × 70 mm Hellfire, 2 lansera ugrađena na krilima sa raketama vazduh-vazduh AIM-9 Sidewinder i trocevnim topom 20 mm M-197 sa 750 metaka.

Senzori i sistem za akviziciju ciljeva pripadaju trećoj generaciji a sadrže laserski označivač, daljinomer i kolor TV kameru.

Helikopter AH-1Z Viper ima veću maksimalnu krstareću brzinu od helikoptera AH-1W Cobra, veći akcioni radijus i maksimalno nosivi teret. Prva ispitivanja helikoptera očekuju se tokom 2003. godine. Projekat Bell Air 87 pretpostavlja da ovi helikopteri mogu postati deo američkih pomorsko-desantnih snaga i njihove logističke i trenažne infrastrukture.

Smatra se da će prvi helikopter biti uveden u naoružanje i biti operativan tokom 2007. godine.

V. R.

<<<◇>>>

VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD

11002 Beograd, Balkanska 53

Telefoni: (011) 36-12-506 i 36-04-190, lok.: 33-190

Telefaks: (011) 36-12-506

Žiro račun: 40818-637-9-6319 ("963")

NARUDŽBENICA

Pretplaćujemo se na časopise za 2001. godinu:

primeraka

1. Vojnotehnički glasnik

(stručni i naučni časopis VJ) izlazi dvomesečno.

Godišnja pretplata 450,00 dinara.

Prilikom uplate pozvati se na broj: 054/963

.....

2. Novi glasnik

(vojnostručni intervidovski časopis) izlazi dvomesečno.

Godišnja pretplata 700,00 dinara.

Prilikom uplate pozvati se na broj: 053/963

.....

3. Vojno delo

(opštevojni teorijski časopis) izlazi dvomesečno.

Godišnja pretplata 500,00 dinara.

Prilikom uplate pozvati se na broj: 051/963

.....

Pretplatne cene važe do 31. 03. 2001. godine.

Broj primeraka izdanja koje se naručuje upisati u narudžbenicu i poslati na adresu: VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD, Balkanska 53, 11002 Beograd.

Za pretplate fizičkih lica ne dostavljamo fakture. Poručioци uplaćuju iznos pretplate na žiro-račun broj **40818-637-9-6319 RC Topčider - za VIZ (sa pozivom na broj za svaki časopis)** i šalju primerak uplatnice uz narudžbenicu.

Kupac tel.:

Mesto Ulica br.

Dana

Potpis naručioca

M.P.

.....

Vojnotehnički glasnik je stručni i naučni časopis Vojske Jugoslavije, koji objavljuje: originalne naučne radove, prethodna saopštenja, pregledne radove i stručne radove.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata sistem integralnog tehničkog obezbeđenja, tehniku vidova, rodova i službi, razvoj, tehnologiju, proizvodnju i upotrebu sredstava NVO, kao i teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli i usavršavanju pripadnika Vojske Jugoslavije.

Članak se dostavlja Redakciji u dva primerka, a treba obavezno da sadrži: propratno pismo sa kratkim sadržajem članka, spisak grafičkih priloga, spisak literature i podatke o autoru.

U propratnom pismu treba istaći o kojoj vrsti članka se radi, koji su grafički prilozi originalni, a koji pozajmljeni.

Članak treba da sadrži rezime (u najviše osam do deset redova), i ključne reči na srpskom i engleskom jeziku, uvod, razradu i zaključak. Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa dvostrukim proredom). Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, bez daktilografskih grešaka, bez skraćenica (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u Međunarodnom sistemu mernih jedinica – SI. Redosled obrazaca (formula) označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Ne treba ih lepiti, već samo naznačiti njihovo mesto u tekstu. Crteže treba raditi u pogodnoj računarskoj grafici. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane.

Spisak grafičkih priloga treba da sadrži naziv slike – crteža i nazive pozicija.

Literatura u tekstu navodi se u uglastim zagradama, a spisak korišćene literature sadrži neophodne bibliografske podatke prema redosledu citata u tekstu. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdavanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdavanja. Opširan pregled literature neće se prihvatiti.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima VJ.

Podaci za autora sadrže: ime i prezime, čin, zvanje, adresu radne organizacije (VP), kućnu adresu, telefon na radnom mestu i kućni telefon, žiro-račun banke i SO mesta stanovanja.

Rukopise slati na adresu: Redakcija „Vojnotehničkog glasnika“, 11002 Beograd, Balkanska 53, VE-1.

REDAKCIJA

Tehničko uređenje
Branko Marković

Lektor
Dobрила Miletić, profesor

Korice
Milojko Milinković

Korektor
Bojana Uzelac

Cena: 75,00 dinara
Tiraž 1200 primeraka

Rešenjem Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije, broj 413-00-222/95-0101 od 19. 06. 1995. godine časopis „Vojnotehnički glasnik“ je oslobođen plaćanja opšteg poreza na promet proizvoda.

UDC: Centar za vojnonaučnu dokumentaciju i informacije (CVNDI)