

MINISTARSTVO ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

ISSN: 0042-8469

UDC: 623 + 355/359

VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD

Zastupa direktora

Pukovnik
sc STEVAN JOSIFOVIJ, dipl. in`.

URENIVAČKI ODBOR

Pukovnik
DANKO JOVANOVIJ, dipl. in`.
(predsednik Odbora)

Profesor
dr BRANKO KOVAČEVIJ, dipl. in`.

Profesor
dr SLOBODAN JARAMAZ, dipl. in`.

Profesor
dr LAZAR PETROVIJ, dipl. in`.

Pukovnik
LJUBOMIR SAMARDŽIJ, dipl. in`.

Pukovnik
dr BRANISLAV JAKIĆ, dipl. in`.

Pukovnik
dr MLJKO ERIĆ, dipl. in`.
(zamenik predsednika Odbora)

Pukovnik
dr VASILJE MIKROVIĆ, dipl. in`.

Pukovnik
dr LJUBIČA TANIĆ, dipl. in`.

Pukovnik
dr JUGOSLAV RADULOVIĆ, dipl. in`.

Pukovnik
dr ZORAN FILIPOVIĆ, dipl. in`.

Pukovnik
dr DRAGOSLAV UGARAK, dipl. in`.

Pukovnik
VOJISLAV MILINKOVIĆ, dipl. in`.

Pukovnik
sc STEVAN JOSIFOVIJ, dipl. in`.
(sekretar Odbora)

* * *

Glavni i odgovorni urednik

Pukovnik
sc Stevan Josifović, dipl. inž.
(tel. 300-60-23)

Sekretar redakcije

Zora Pavličević
(tel. 2641-795, vojni 23-497)

Adresa redakcije: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK ↑ BEOGRAD, Balkanska 53

E-mail: vtg@viz.vj.yu

Pretpлата tel.-fax: 3612-506, tekuć i račun:
840-51845-846 RČ SMO Toplićer ↑ za VIZ,
poziv na broj 054/963

Rukopisi se ne vraćaju. [tampa: Vojna
(tamparija ↑ Beograd, Resavska 40b

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS MINISTARSTVA ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

VOJNOTEHNIČKI

G L A S N I K

Vojnotehnički glasnik je,
povodom 50 godina rada,
odlikovan Ordenom VJ
trećeg stepena



3

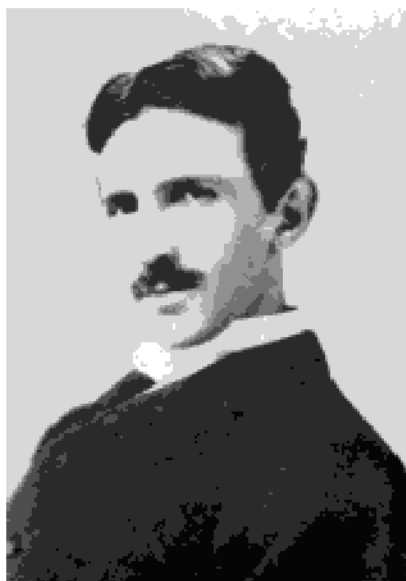
GODINA LIV • JUL–SEPTEMBAR 2006.

SADRŽAJ

V. T. Ristić	NIKOLA TESLA – GENIJE KOJI JE PREMOSTIO VEKOVE ...	269
Dr Dragoslav Ugarak, pukovnik, dipl. inž.	PRAĆENJE CILJA POMOĆU VIDEO SENZORA PRIME- NOM ESTIMATORA SA VIŠE MODELA	280
Mr Dalibor Petrović, poručnik, dipl. inž.	SOFTVER ZA PRORAČUN UZDUŽNE STATIČKE STA- BILNOSTI I UPRAVLJIVOSTI AVIONA ZA OSNOVNU OBUKU PILOTA	295
Mladen Manjak, potpukovnik, dipl. inž.	DARC SERVIS KONVENCIONALNE FM RADIO-DIFUZIJE .	305
Srdan Ljubojević, kapetan, dipl. inž.	STRATEGIJA MARKETING-MIKSA U OBEZBEĐIVANJU KADROVA SAOBRAĆAJNE SLUŽBE VOJSKE	323
Mr Dušan Ostojić, dipl. inž. dr Dragoljub Brkić, dipl. inž.	ODREĐIVANJE POUZDANOSTI I RASPOLOŽIVOSTI JEDNOG TELEKOMUNIKACIONOG SISTEMA METO- DOM „MONTE KARLO“	335
Mr Nenko Brkljač, major, dipl. inž.	KVALITET U FUNKCIJI MAKSIMIZACIJE BORBENE GOTOVOSTI	342
Dr Mirjana Anđelković-Lukić, dipl. inž.	EKOLOŠKI ASPEKTI PRIMENE PIRALENA	348
Mr Ivan Vulić, potpukovnik, dipl. inž.	MOBILNI GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI U SISTE- MIMA C4I2	354
Dr Slavko Pokorni, pukovnik, dipl. inž.	IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA DQM 2006 – prikaz naučnog skupa	368

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

Raketa MILAN povećanog dometa – M. K.	371
Raketa Hellfire junior – M. K.	371
Aluminijumsko postolje za lake mitraljeze – M. K.	372
Tenk Challenger 2 s glatkocevnim topom 120 mm – M. K.	372
Kupola za oklopni transporter Pandur II – M. K.	373
Buduća francuska borbeno vozilo – M. K.	374
Lako oklopljeno vozilo Genda – M. K.	375
Modernizacija oklopnog transportera M113 – M. K.	375
Bespilotna letelica velikog dometa Eitan – M. K.	377
Remont bugarskih aviona MiG-29 u Rusiji – M. K.	378
Oklopna vozila za NBH izviđanje Fuchs – M. K.	379
Elektrooptički instrumenti kompanije CEO – M. K.	379
Nova laka višenamenska vozila IVECO – M. K.	380
Sistem PVO Defender – M. K.	382
Sistem PVO Jemas – M. K.	383
Raketni lanser RPG-32 – M. K.	384
Savremena vozila za NBH izviđanje – M. K.	385
Modernizacija taktičkih vozila armije SAD – M. K.	388
Laka borbeno vozilo World conqueror – M. K.	389
Nova verzija vozila Cougar – M. K.	390



NIKOLA TESLA – GENIJE KOJI JE PREMOSTIO VEKOVE*

Ispisujući prve stranice svoje obimne knjige o životnom putu Nikole Tesle, američki pisac Džon O' Nil kaže: „Tesla je bio mislilac i pronalazač najvišeg reda, onaj što mišljenjem, a ne slučajem, dolazi do otkrića, dok mu eksperiment služi samo za potvrdu njegove teze. On je bio i matematičar, znao je bezbroj formula napamet, tako da se najčešće nije morao služiti priručnicima; osim toga, imao je najsolidnije tehničko obrazovanje, što je, na primer, Edisonu nedostajalo“.

Nikola Tesla je osnovno školovanje započeo u rodnom Smiljanu, a nastavio i dovršio u Gospiću gde se sa roditeljima, posle smrti starijeg brata, preselio. Gimnaziju je upisao u Karlovcu. Bila je to ugledna škola, a u profesoru fizike Nikola je imao izuzetnog pedagoga, koji je svojim đacima umeo vrlo vešto da dočara čak i ono što je u fizici teško razumljivo. Profesor je, predavajući o elektricitetu, obavezno izvodio ogleda, i to pretežno na aparatima što ih je sam izumeo i konstruisao, pa je Tesla prosto „gutao svaku njegovu reč“. Upravo na časovima fizike Nikola je „dobio značajan podsticaj za istraživački rad“. Teslu je izuzetno privlačila i matematika i, kako je sam napisao, „išla mu neverovatno lako“, čemu je umnogome doprinosilo njegovo izvanredno pamćenje i neobična moć predočavanja. Mogao je da reši zadatak, bezmalo, istom brzinom kojom je matematički problem postavljen.

Nakon što je maturirao Tesla se vratio u Gospić pomiren sa neizbežnošću da se „po očevoj želji, a protiv svoje volje, prihvati sveštenečkog poziva“. Međutim, u Gospiću je u to vreme (sedamdesetih godina 19. veka) besnela epidemija kolere, koja nije mimoišla ni Nikolu. Mesecima je ostao u postelji pokraj koje su njegovi roditelji provodili besane no-

* Povodom 150. godišnjice rođenja Nikole Tesle, velikana svetske nauke.

ći. Da bi ohrabрили Nikolu da se duhom i fizički snažnije odupre bolesti, a posebno onda kada im je rekao da bi ozdravio ako bi mu dozvolili da uči tehniku, otac Milutin je jedne večeri odlučio: „Poslaću te u najbolju tehničku školu na svetu čim ozdraviš“.

Godinu dana je trebalo da se Nikola Tesla posle preležane kolere povрати u normalan život i da, fizički i duhovno okrepljen, u jesen 1875. pođe u Politehničku školu u Gracu, koju mu je otac izabrao „kao jednu od najstarijih i najuglednijih obrazovnih ustanova“. Visoka tehnička škola, koju je počeo da pohađa, uživala je u ono vreme veliki ugled ne samo u Austriji, nego i u Evropi, jer je raspolagala najmodernijim učilima i pomagalima, a predavači su bili vrlo ugledni profesori.

Pruženu priliku Tesla je umeo da iskoristi. Sav se posvetio učenju. Radio je znatno više od drugih studenata. Već u prvom semestru se videlo da znatno odskoče od svojih drugova, a vlastitim sposobnostima privukao je pažnju profesora, među kojima su bili Rogner, profesor aritmetike i geometrije, Pešl, profesor teorijske i eksperimentalne fizike, i profesor Ale, koji je predavao integralni račun i diferencijalne jednačine. Do kraja prve školske godine Tesla je položio devet ispita (skoro dva puta više nego što je trebalo) i kao najbolji student dobio laskava priznanja profesora Više tehničke škole.

Po povratku sa raspusta u Grac, Nikola je odlučio da drugu godinu studija usmeri ka temeljnijem izučavanju fizike, mehanike i matematike. Visoka tehnička škola je, u to vreme, dobila iz Pariza posebnu električnu napravu – Gramovu mašinu koja je mogla da se koristi kao dinamomašina (generator) i kao motor (elektromotor). Mašina je bila podešena na jednosmernu struju. Tesla je bio zadivljen njenim radom, ali je odmah zapazio veliko varničenje na njenom komutatoru što je, prema njegovom mišljenju, bio veliki nedostatak.

„Nedostatak je u samoj prirodi ove mašine“ – odgovorio je profesor Pešl Tesli. „Može se umanjiti, ali sve dok upotrebljavamo komutator, njega će uvek biti u izvesnoj meri. Sve dok električna struja teče u jednom smeru i dok jedan magnet ima dva pola od kojih svaki suprotno deluje, moraćemo upotrebljavati komutator da bismo, u pravi čas, izmenili smer struje u obrtnoj armaturi (rotoru)“.

„To je očigledno“ – odgovorio je mladi Tesla. „Mašina zavisi od struje koju upotrebljava. Ja predlažem da se upotrebom naizmjenične struje sasvim oslobodimo komutatora“ (Džon O’ Nil: „Nenadmašni genije“, 1956).

Misao koja je prosto blesnula u Teslinoj glavi upućivala ga je na zaključak da je moguće isključiti komutator. Tim problemom bili su zaokupljeni i mnogi naučnici pre Tesle, koji je znao „da njegova zamisao sadrži tačan i praktičan odgovor, pa je u svojoj mašti video i dinamomašinu i motor kako uspešno rade i bez komutatora“. Bio je toliko uveren da može da reši problem koji je mučio mnoge inženjere da jednostavno nije mogao a da ne uputi kritiku na račun izumitelja Gramove mašine. Profesor Pešl nije odmah odbacio mišljenje Nikole Tesle, niti ga je nazvao „pukom maštom“, ali je ipak predavanje na tom času završio sledećom konstatacijom: „Gospodin Tesla će postići velika dela, ali ovo zaista neće nikada ostvariti“. To bi značilo isto što i jednu stalnu privlačnu silu, kao što je teža, pretvoriti u obrtnu silu.

Prvi upravnik telefonske centrale

Po završetku Visoke tehničke škole u Gracu Nikola Tesla ne odlazi u Prag, kako bi na praškom Univerzitetu nastavio studije tehnike, već prihvata dobro plaćeni posao u mariborskom tehničkom zavodu, što se kasnije pokazalo kao dobra odluka, jer je zaradio novac koji mu je bio potreban da izvesno vreme studira u Pragu. Nastavio je oglede vezane za „prkosnu ideju“ o naizmjeničnoj struji, kojom je bio gotovo stalno zaokupljen. Duboko je verovao da će naći rešenje za koje je profesor Pešl mislio da ne postoji. U stvari, profesor nije mogao da shvati genijalnog đaka koji je već tada bio na tragu svog najvećeg otkrića – obrtnog magnetnog polja i polifaznih naizmjeničnih struja.

Radeći u Državnom centralnom telefonskom zavodu u Budimpešti, Tesla je vrlo brzo skrenuo pažnju na sebe, tako da mu je glavni inspektor zavoda poverio prvi inženjerski posao vezan za proračune i nacрте novih telefonskih instalacija. Uskoro prelazi u preduzeće čiji je osnovni zadatak bila izgradnja nove budimpeštanske telefonske centrale, u kojoj je Tesla postavljen za prvog upravnika. Tu su do punog izražaja došle njegove pronalazačke sposobnosti.

Želeći da se više bavi pronalazaštvom Tesla odlazi u Pariz gde se zapošljava u Edisonovom kontinentalnom društvu, koje je bilo ogranak društva iz Njujorka, a čiji je zadatak bio da širom Evrope podiže električne centrale jednosmerne struje – po Edisonovom sistemu i sa dinamomašinama Gramovog tipa, koje je Edison znatno usavršio.

Pošto mu nije uspelo da nekoga od industrijalaca u Francuskoj zainteresuje za dvofaznu naizmjeničnu struju, Tesli nije preostalo ništa drugo nego da krene put Amerike. U Edisonovom električnom preduzeću ubrzo je počeo da održava i popravlja mašine za jednosmernu struju. Tu mu se ukazala prilika i da se istakne. Naime, Edison ga je jednoga dana poslao da osposobi uređaj za električno osvetljenje na brodu „Oregon“, u to vreme najbržem i najmodernijem putničkom brodu. Instalacija na obe brodske dinamomašine otkazala je u najnezgodnije vreme – gotovo pred samo isplavljanje iz luke, što je na velike muke stavilo ne samo vlasnika broda, nego i Edisona, koji je već bio „okićen oreolom velikog pronalazača“. Uz pomoć posade Tesla je otklonio neispravnost nastalu usled kratkog spoja namotaja u rotoru mašine, nakon čega mu je ugled znatno porastao.

Edison je uočio Teslinu veliku upornost u radu, stručnost, znanje i umeće, jer je on radeći u njegovom preduzeću, pronašao mnogo načina za usavršavanje dinamomašina i povećanje njihovog učinka. „Nagradiću Vas sa 50 000 dolara“, rekao je Edison, „ako učinite da se i dobit mog preduzeća poveća“. Podstaknut tom ponudom, Tesla se svesrdno prihvatio posla, napravivši plan za popravku 26 raznih dinamomašina. Suština celoga posla bila je u zameni elektromagneta sa dugačkim jezgrom, koji su se tada upotrebljavali, elektromagnetima sa kraćim jezgrom, a samim mašinama je pridodao po nekoliko automatskih kontrolnika, koje je kasnije patentirao. Dinamomaši-

ne bile su inovirane i isprobane. Rezultat je bio upravo onakav kakvim ga je Tesla i zamislio, a kada je zatražio da mu se isplati obećana suma, Edison mu je kratko odgovorio: „Tesla, Vi ne razumete američki humor“.

U proleće 1885. godine Tesla je dao otkaz, ne zadržavši se kod Edisona ni godinu dana. Međutim, za to vreme stekao je glas izvanredno darovitog stručnjaka, što je brzo uočila grupa preduzimljivih ljudi, predloživši mu da zajednički oforme društvo pod njegovim imenom, što je on i prihvatio. Tesla je u tome, pored ostalog, video i priliku da dovrši sistem naizmjeničnih struja, sa čim je upoznao buduće akcionare ali nije dobio njihovu podršku.

Nastalo je najteže doba u Teslinom životu jer je ostao bez izvora prihoda. Tek u zimu 1887. godine upoznaje A. K. Brauna, iz Američkog telegrafskog društva, koji je, zajedno sa jednim svojim prijateljem, započeo finansiranje Teslinog električnog društva, tako da je aprila iste godine otvorio laboratoriju na Petoj aveniji u Njujorku. Na tom malom prostoru će se, kako se kasnije videlo, povesti borba elektroindustrije u pogledu primene jednosmerne ili naizmjenične struje. Već ovenčan slavom u Americi, a i u Evropi, Edison je bio veliki pristalica jednosmerne struje. Njegove električne centrale bile su montirane u nekoliko velikih gradova. Tesla je, međutim, bio nepoznat, sa vrlo skromnom novčanom podrškom. Jednosmerna struja je, istina, u tehničkom pogledu bila jednostavnija za primenu, dok je naizmjenična složenija, ali se upravo u njenoj složenosti krila ogromna mogućnost praktične upotrebe.

Već tada je Nikola Tesla bio svestan da prihvatanje ili neprihvatanje sistema naizmjeničnih struja nije stvar samo naučnog i tehničkog saznanja, nego u velikoj meri zavisi od predrasuda i neizvesnosti od inovacija.

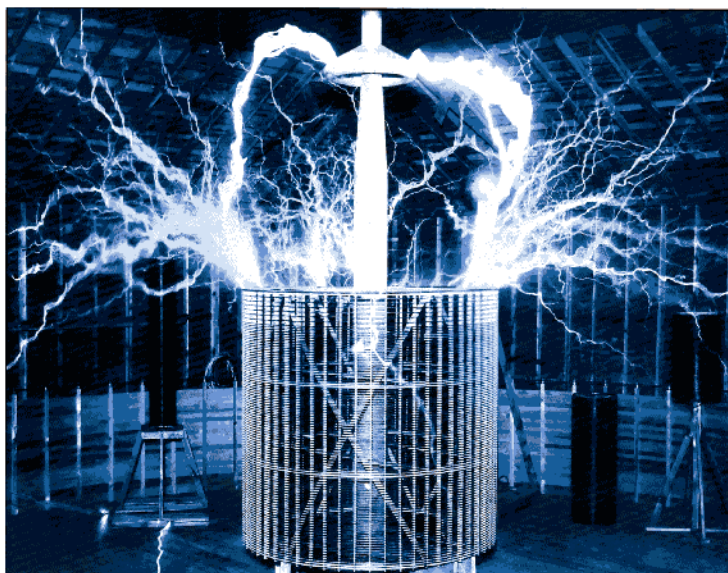
Susret sa industrijalcem Vestinghausom

Čim je osnovao električno društvo Tesla je u svojoj laboratoriji počeo da izrađuje razne tipove dinamomašina za proizvodnju električne energije. Što je veoma zanimljivo, njemu nije bilo potrebno da radi proračune i crteže. Sve mu je bilo u pameti, čak i najsitniji detalji pojedinih električnih naprava, pomoću kojih je dokazivao principe svog višefaznog sistema naizmjeničnih struja, u praksi su realizovani onako kako ih je slavni pronalazač zamislio. Jedan jedini aparat, onaj što ga je sačinio u Strazburu – prvi model indukcionog motora – bio mu je sasvim dovoljan kao dokaz o tačnosti svih ostalih proračuna.

Tesla je napravio tri celovita sistema mašina za naizmjeničnu struju – za jednofazne, dvofazne i trofazne naizmjenične struje, i obavio eksperimente sa četvorofaznim i šestofaznim strujama. Za svaki od ova tri glavna sistema izradio je dinamomašine za proizvodnju struje, elektromotore iz kojih se dobija mehanički rad i transformatore za povećanje ili slabljenje električnog napona, kao i razne naprave za automatsku kontrolu tih mašina. Nekoliko meseci posle otvaranja laboratorije u Njujorku, Tesla je sa svojim dvofaznim motorom upoznao V. A. Antonija, profesora Kornelovog univerzi-

teta, i zamolio ga da ga ispita. U svom kasnijem izveštaju profesor Antoni je, sem ostalog, napisao: „Ovaj motor je u pogledu stepena korisnog dejstva isto tako dobar kao i najbolji motor jednosmerne struje“.

Ohrabren mišljenjem poznatog američkog profesora Tesla je nastavio da izrađuje mašine prema svojoj zamisli i da istovremeno razrađuje matematičku teoriju na kojoj se zasnivao rad tih mašina. Matematičku teoriju je, prema tvrđenju Džona O' Nila, razradio tako temeljito da je njome obuhvatio ne samo mašine koje rade sa normalnom učestanošću (frekvencijom) od 60 Hz, već i za struje više i niže učestanosti. U sistemu razvođenja Edisonove jednosmerne struje nije se moglo raditi uz napone veće od 220 V, dok je naizmeničnu struju bilo moguće proizvesti i preneti na daljinu čak i pri naponu od nekoliko hiljada volti, što je vodilo ka njenom ekonomičnom korišćenju, posebno zbog toga što je napon mogao i da se smanji, zavisno od potrebe potrošača električne energije.



Tesla je hteo da samo jednim patentom zaštiti ceo svoj električni sistem, sve svoje dinamomašine i transformatore, kao i sistem razvođenja struje, kao i motore čiji se rad zasnivao na Teslinim naizmeničnim strujama. Međutim, zahtev za zaštitu patenta, podnesen 12. oktobra 1887. godine, nije odmah prihvaćen, jer je nadležni biro zahtevao da se „prijava raščlani na sedam posebnih izuma i da se za svaki podnese odvojena prijava“, što je i učinjeno. Teslini pronalasci bili su vrlo originalni, a toliko su duboko zadirali u neispitana područja nauke o elektricitetu da su patentirani za samo šest meseci.

Zbog značaja ovih otkrića Nikola Tesla je 16. maja 1888. godine pozvan da u Američkom institutu elektroinženjera održi predavanje. Bila je to prilika da se stručna javnost upozna sa celokupnim sistemom naizmeničnih struja i ogromnim preimuć-

stvima nad sistemom jednosmerne struje. Ovo Teslino predavanje smatra se „klasičkom elektrotehnike“, jer je tada prikazao teoriju naizmjeničnih struja i praktičnu primenu u proizvodnji električne energije, a patenti kojima je zaštićena njegova intelektualna svojina u osnovi su elektrotehnike i elektrosistema koji se, uz razna poboljšanja, i danas koriste. Ništa novo, čak ni približno, nije ostvareno u savremenoj elektrotehnici. Ovi izumi učinili su Teslu ocem nauke koja govori o sistemu naizmjeničnih struja i istaknutim pronalazačem na području nauke o elektricitetu.

Bio je to povod da Džon O' Nil, i sam naučnik, napiše: „Tesla je izazvao plimu koja je jednim veličanstvenim talasom ponela svet u novi vek električne energije... Američki elektroinženjeri bili su zadivljeni, zbunjeni i očarani brojem otkrića koje je Teslina laboratorija bez prekida iznosila pred njih. Teslin sistem za proizvodnju energije, koji se koristio visokim naponom za prenošenje na daljinu, oslobodio je električne centrale za proizvodnju struje svake zavisnosti od toga da budu čisto lokalna preduzeća, sposobna da daju energiju na prostoru od najviše 1,5 do 2 km u prečniku. Njegovi motori su koristili naizmjeničnu struju koja je mogla jeftino da se prenosi stotinama kilometara daleko...“.

Bez obzira na veliki broj otkrića koje je zaštitio sa dvadesetak i više patenata, Tesla se našao pred problemom kako da svoje izume i praktično ostvari. Niko nije sumnjao u ogromnu vrednost pronalazaka, ali je malo ko od bogatih industrijalaca htelo da ih otkupi.

Uskoro se za Teslina otkrića i naizmjeničnu struju zainteresovao Džordž Vestinghaus, direktor „Vestinghausovog električnog društva“ u Pitsburgu, u svetu poznat i kao pronalazač vazdušne železničke kočnice. Ponudio je Tesli da za milion dolara otkupi sve dotadašnje patente i da mu, uz to, plaća još po dolar za svaku konjsku snagu mašina izrađenih u Vestinghausovom preduzeću – u toku trajanja patentnog prava od 15 godina. Došavši tako do prilično velikih novčanih sredstava i prešavši na određeno vreme u Pitsburg, Tesla se oslobodio briga i gubljenja vremena oko komercijalizacije svojih pronalazaka. Vestinghausu je za samo dve godine pošlo za rukom da izradi oko 130 malih električnih centrala naizmjenične struje, uprkos teškoj konkurenciji koju je imao u Edisonu i drugim proizvođačima – pobornicima jednosmerne struje. Izdržao je u toj borbi, sem ostalog, i zato što je shvatio da dolazi novo vreme – vreme naizmjeničnih struja – koje će, tako reći, iz osnova izmeniti život ljudi.

U Vestinghausovom preduzeću nešto kasnije došlo je do neslaganja između Tesle i ostalih inženjera, uglavnom oko nekih stručnih pitanja. Jedno od njih bilo je i insistiranje inženjera da se Vestinghausove centrale grade za naizmjeničnu struju veće frekvencije (124 i 133 Hz), dok je Tesla smatrao da sve centrale koje je izradilo Vestinghausovo preduzeće treba prepraviti na struju ne veće učestanosti od 60 Hz. I Teslini prvi indukcionni motori bili su proračunati za rad sa strujama niže frekvencije, jer se pokazalo da je učinak mašina sa strujama veće učestanosti znatno manji. Bilo je tu i drugih neslaganja, kao što je pokušaj da Teslin motor radi sa slabom jednosmernom strujom, preko čega poznati pronalazač nikako nije mogao da pređe.

Bio je to razlog zbog kojeg je Tesla napustio Pitsburg i Vestinghausovo preduzeće. Međutim, industrijalac je verovao da je reč o prolaznim teškoćama i da će se nastali problemi već nekako srediti. Po svaku cenu nastojao je da zadrži Teslu, nudeći mu 24 000 dolara godišnje, trećinu čiste dobiti preduzeća i vlastitu laboratoriju u kojoj bi nastavio da razvija i usavršava svoj sistem naizmjeničnih struja. Tesla nije pristao, ali je bio veoma zadovoljan kada je kasnije video da su u Vestinghausovom preduzeću izrađivani motori sa strujom normalne učestanosti (60 Hz).

Ubrzana elektrifikacija

Posle povratka u svoju njujoršku laboratoriju Tesla je naredne četiri godine mnogo truda uložio u razradu sistema polifaznih struja. Teorije dva velika pronalazača – Tesle i Edisona – postepeno su dolazile u otvoreni sukob. Iz njihovih laboratorija izlazili su pronalasci koji su uzbuđivali svet. Za to vreme Vestinghaus je, koristeći se Teslinim patentima, razvio veliki biznis. Međutim, neke okolnosti, pre svega finansijske prirode, kao i interesi velikih industrijalaca, zaustavili su razvoj Vestinghausovog preduzeća. Ono ni posle reorganizacije nije moglo čvršće da stane na noge, pa je industrijalac bio primoran da raskine ugovor sa Teslom, i to onaj deo kojim je predviđena isplata nadoknade od dolara po konjskoj snazi motora naizmjenične struje izrađenih na osnovu primene Teslinih patenata.

Trebalo je, dakako, da prođe izvesno vreme kako bi Teslin višefazni sistem naizmjenične struje potpuno zaživeo, sem ostalog, i zbog toga što je nepoverenje bilo veliko, a i Edisonov sistem jednosmernih struja u Americi je bio uveliko instaliran. U proizvodnju mašina i građenje centrala jednosmerne struje po Edisonovoj zamisli uložen je ogroman kapital, koji je valjalo višestruko uvećati, pa otuda i strah od novog. Devedesetih godina 19. veka vođena je zanimljiva borba u američkoj elektroindustriji, a osnovni problem bio je kome dati prednost – jednosmernoj ili naizmjeničnoj struji. S jedne strane bio je Edison, a s druge pristalice Nikole Tesle, među kojima na prvom mestu Vestinghaus. Tesla se lično nije mnogo uplitao u raspravu, pošto je bio isuviše posvećen istraživanjima i novim izumima.

Teslin polifazni sistem za prenošenje energije prvi put je praktično ispitan u Nemačkoj (1891), i to za prenošenje struje napona 30 000 V na udaljenost od oko 175 km, koliko je delilo gradić Laufen, u kojem je bila instalirana centrala i Frankfurt, u kojem je održavan sajam. Struja je bila iskorišćena za osvetljenje, kao i za pogon jednog Teslinog motora.

Sledeće veliko dostignuće zasnovano na korišćenju Teslinog višefaznog sistema svakako je hidrocentrala na čuvenim vodopadima Nijagare, koja je građena pet godina (od 1891. do 1896). Projektovana je za iskorišćenje i prenošenje 15 000 KS energije do grada Bufala, udaljenog od Nijagare oko 40 km.

Ono što je za hidroelektranu na Nijagari posebno značajno svakako je saznanje da ta centrala označava punu pobedu Teslinog polifaznog sistema naizmjeničnih struja

nad jednosmernim, a time i početak novog doba – ubrzane i opšte elektrifikacije u svetu. Rad svih kasnije podignutih centrala zasniva se na Teslinom polifaznom sistemu za proizvodnju, prenošenju i iskorišćavanju električne energije, čime se obistinilo tvrđenje sa kraja 19. veka da je „Tesla pokazao put kojim će razvitak elektrotehnike u budućnosti dugo morati da ide“.

Iz Pitsburga, gde je boravio zbog saradnje sa Vestinghausom, Tesla se 1889. godine vratio u Njujork, započevši poslove oko konstruisanja mašina za proizvodnju struje visoke učestanosti, poznate u nauci kao „Tesline struje“. Pronalasci u vezi s tim strujama osam godina ranije zaštitio je sa više patenata, među kojima su najznačajnija dva, zavedena juna i novembra 1891. godine. Mnogi smatraju da se Tesla tada svrstao među najveće istraživače na području elektriciteta, kao što su Faradej i Volt.

Zahvaljujući strujama visoke učestanosti Tesla je otkrio čitav jedan svet novih pojava o kojima se dotad nije ni naslućivalo, a mnogim eksperimentima došao je do saznanja da je elektricitet materija i da se kreće ne samo kroz provodnike, nego i kroz prostor. S tim u vezi, Tesla je pisao kako „nema mrtve materije, jer se po celoj beskrajnoj vaseljeni sve kreće, sve treperi, sve živi“. On prvi skreće pažnju na ogromne elektrostatičke sile kao glavne prirodne sile koncentrisane u atomima, koje mogu da izazovu treperenje u obliku svetlosti i toplote, tako da su Teslina razmišljanja o elektricitetu otvorila puteve ka boljem razumevanju savremene fizike. Njegovi radovi vezani za struje visoke frekvencije brzo su našli i praktičnu primenu u medicini i radio-tehnici, a bili su prethodnica rendgena, elektronskog mikroskopa, elektronske (radio) cevi i dr. Posebno je značajan Teslin doprinos radio-tehnici kojoj je postavio temelje, ali pošto nije stigao sve da zaštiti patentima, mnogi izumi u vezi sa radiom danas se pripisuju Markoniju. Bez Teslinih struja visoke učestanosti, strujnih kola u rezonanci, kako na otpremnoj, tako i prijemnoj stanici, te sistema „antena-uzemljenje“ ne može se govoriti o radio-prenosima. Teslina zasluga za ostvarenja radio-tehnike nije samo u tome što je sve to otkrio i ukazao na mogućnost bežičnog prenosa signala na najveća rastojanja na Zemljinoj kugli i dalje (jer je u jednom predavanju u Francuskoj pomenuo da je radio-signale moguće poslati do Marsa i Venere), već i u tome što je prvi izveo eksperimente kojima je svoja otkrića potvrdio u praksi.

Prvi projekat bežične telegrafije

O Tesli kao utemeljitelju radio-tehnike pisali su mnogi stručnjaci onog vremena, koji ga nazivaju „ocem radio-tehnike“. Tako, na primer, poznati američki inženjer dr Austin u časopisu „Electricas Experimenter“, 1919. godine, piše kako je Nikola Tesla u predavanjima na Franklinovom institutu u Filadelfiji, održanim 1893, obelodanio „sistem bežične telegrafije i čitav niz pronalazaka za taj sistem, što predstavlja veće savršenstvo na polju radio-tehnike, nego sve ono što je u toj oblasti postignuto do 1910. godine“. Istaknuti francuski naučnik Blondel, sređujući utiske posle Teslinog predavanja održanog u Parizu 1892. godine kaže: „Njegovi pronalasci sadrže čitav jedan svet genijalnih ideja i ingenio-

znih ostvarenja... Stvarno, Tesla je bio pravi preteča bežične telegrafije, jer je već 1893, u svom predavanju u Filadelfiji izložio sasvim jasno glavne pravce jednog sistema za prenošenje znakova, pa čak i energije, što je bilo suviše smelo...“.

Bilo je još izjava uglednih naučnika i istraživača toga doba, koje nedvosmisleno govore o Teslinim zaslugama za radio-tehniku. Tesla je na ta istraživanja potrošio punih deset godina (od 1891. do 1901), a, odmah po otkriću struja visoke frekvencije, zapazio je do tada „neslućenu pojavu“, prema kojoj se takve struje mogu provoditi kroz jedan provodnik, bez povratnog. Poznato je da struje niske učestanosti protiču samo kroz zatvoreno kolo, a za to je potrebna dovodna i povratna žica. Ponavljajući eksperimente sa strujom visoke učestanosti, koja protiče samo kroz jedan provodnik, Tesla je došao do genijalne zamisli da jedan kraj žice veže za zemlju (preko svog transformatora), a drugi da uzdigne visoko u vazduh. Bio je to, u stvari, prvi projekat bežične telegrafije, koji je Tesla objavio 1892. godine u Kraljevskom naučnom institutu u Londonu. On je prvi upotrebio spregu „antena-zemlja“ u otvorenom oscilatornom kolu, postavivši time kamen temeljac radio-tehnike.

Nesto kasnije Tesla skreće pažnju stručnjaka na promenljivu samoindukciju i rezonancu u strujnim kolima i prijemne stanice. U pojavi rezonance video je glavni problem radio-tehnike, pa ubrzo uspeva da napravi vrlo osetljiva strujna kola radi podešavanja na tačno određene talasne dužine. Godine 1894. izrađuje radio-automate, koje pokreće pomoću male otpremne stanice (radio-odašiljača), u čemu se nazire prethodnica telemehanike. Iz svoje laboratorije pomoću radio-stanice šalje bežične signale do prijemnih stanica razasutih po Njujorku na udaljenosti od nekoliko kilometara, o čemu je juna 1894. godine opširno pisao poznati časopis „The World“. Saradnik tog časopisa se uverio „da će pomoću jedne radio-stanice moći bez žica da se šalju vesti preko okeana i da će biti uspostavljena radio-telegrafska veza između najudaljenijih krajeva Zemlje“.

Posle nesumnjivih uspeha, Tesla u svojoj laboratoriji konstruiše još veću radio-stanicu, ali polovinom marta 1895. požar zahvata njegovu laboratoriju, koja je potpuno uništena. Bio je to veliki udarac za genijalnog naučnika, jer mu je u požaru propalo sve što je do tada uradio u radio-tehnici i što je postigao eksperimentišući sa radio-stanicama. Zahvaljujući izuzetnom pamćenju, nastavlja istraživanja vezana za radio-tehniku i već nakon godinu dana u Njujorku podiže novu radio-stanicu, iz koje šalje bežične signale na udaljenosti veće od 40 km, a 1897. dobija dva patenta koji se tiču strujnih kola u rezonanci, i to po dva na otpremnoj i isto toliko na prijemnoj stanici, od kojih je po jedno zatvoreno, a po jedno otvoreno kolo – sa antenom, indukcionim kalemom i vezom sa zemljom.

I ranije su činjeni pokušaji da se ostvari bežični prenos, ali je tek Nikoli Tesli pošlo za rukom da teorijski i eksperimentalno dokaže da su bežične komunikacije ostvarive.

Tesla je nastavio istraživanja izrađujući planove za model broda kojim je upravljao bežičnim putem. Taj eksperiment izveo je 1898. na moru pokraj Njujorka, a ne-

koliko meseci kasnije dolaze predstavnici Američke patentne uprave iz Vašingtona, kako bi se na licu mesta uverili u ono za šta je Tesla tražio patentnu zaštitu. Iz otpremne stanice na obali Tesla je izvesno vreme upravljao modelom broda i praktično dokazao tu mogućnost, zbog čega mu je 1. jula 1898. godine zaštićen pronalazak. Na tom izumu zasniva se radio-telemehanika.

Pišući o nekim Teslinim otkrićima „u svetlu današnjih saznanja“, akademik dr Aleksandar Marinčić, jedan od najboljih poznavalaca i tumača Teslinog naučnog dela, za patent koji se tiče upravljanja modelom broda sa daljine ističe da je nastao u vreme kada su se tek nazirale konture radija, i nije ni malo neobično što je za ono doba to bilo „fantastično ostvarenje“. Bio je to, kad je reč o Nikoli Tesli, samo kamičak u mozaiku mnogobrojnih primena naizmeničnih struja visokih frekvencija, ali ne samo to, već i „prototip uređaja koji će nastati u budućnosti, a čije je popularno ime – robot“. I sam Tesla je u članku koji je 1900. godine objavio časopis „Century Magazine“, rekao da će ovaj „pravac razvitka dati sve veći i veći značaj mašini ili mehanizmu sa što manje ljudstva kao elementu ratovanja“.

Akademik Marinčić, s tim u vezi, posebno ističe kako je Tesla kao u mnogim drugim otkrićima, i u otkriću robota (teleautomatizovanog „bića“) išao ispred svog pronalaska. Toj mašini je, po kazivanju samog Tesle, nedostajala sposobnost raščepnja, razmnožavanja i, iznad svega, inteligencija. Teslin model imao je pozajmljeni razum i zajedno sa udaljenim operatorom mogao je da izvodi potrebne radnje i da usmerava kretanje. Bio je to „teleautomat“, a novu mogućnost koju je otkrio nazvao je „teleautomatika“. On je, štaviše, u daljim istraživanjima i razvoju svojih naprava nameravao da dokaže kako se njegov automat može napraviti tako da ima „vlastiti um“, koji će „nezavisno od operatora i potpuno prepušten sam sebi“ biti u stanju da, kao odgovor na uticaje spoljašnje sredine obavlja mnoge radnje kao da „posедуje inteligenciju“. S tim u vezi, Tesla je govorio: „On će biti u stanju da radi po nekom unapred postavljenom planu ili da sluša unapred zadate naredbe; biće u stanju da razlikuje šta treba, a šta ne treba da radi, da stiče iskustvo ili, drugačije rečeno, da pamti utiske koje će na jedan sasvim određen način uticati na njegove dalje postupke“.

Iz Teslinih beležaka može se saznati da je javno prikazivanje modela plovnog objekta kojim je upravljao bežičnim putem bila prvorazredna senzacija, ali mnogi nisu shvatili sav značaj i dalekosežnost tog eksperimenta. Neki su, na primer, u tome videli moćno oružje (torpedo), kojim se može upravljati sa daljine, pa se Tesla ljutio zbog tih elementarnih uopštavanja njegovih pronalazaka. Smatrao je da je njegov model prvi iz „rase robota, mehaničkih ljudi, koji će obavljati teške poslove ljudskog roda“.

Tesla je jedan od pionira moderne elektrifikacije naše planete. On je doprineo da se život na zemlji promeni, da se energija ne mora koristiti neposredno pored mesta njene proizvodnje, već i na vrlo velikoj udaljenosti. Danas električna energija teče kroz gustu mrežu elektrovodova i podzemnih kablova rasprostranjenih po celom glo-

busu, a više milijardi indukcionih motora, zadivljujuće jednostavne i pouzdane konstrukcije, pokreću industrijske pogone i raznovrsne uređaje.

Vrlo upečatljivu ocenu Teslinog ostvarenja na području elektrotehnike izneo je 1921. godine, jedan od prvih konstruktora i teoretičara indukcionih motora, američki profesor Dž. N. Berend: „Kada bismo iz naše industrije isključili rezultate Teslinog istraživačkog rada, svi točkovi te industrije prestali bi da se okreću, tramvaji i vozovi bi stali, gradovi bi bili u mraku, a fabrike mrtve. Njegov rad je od dalekosežnog značaja... Teslino ime obeležava epohu napretka nauke o elektricitetu. Iz njegovih istraživanja proizišla je – revolucija u elektrotehnici...“.

Priredio
Vladimir Ristić

Dr Slavko Pokorni,
pukovnik, dipl. inž.
Vojna akademija,
Beograd

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA DQM 2006.

– prikaz naučnog skupa –

Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću iz Čačka je, 14. i 15. juna 2006. godine u Beogradu organizovao IX međunarodnu konferenciju „Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću DQM–2006“. Organizator konferencije je DQM Istraživački centar iz Prijedora kod Čačka čiji je osnivač akademik prof. dr Ljubiša Papić, redovni član Akademije za kvalitet Ruske Federacije i dopisni član Inženjerske akademije Srbije, koji je i predsednik međunarodnog programskog odbora ove konferencije.

Programski odbor konferencije čini 30 poznatih naučnih radnika, od kojih 14 iz Srbije i 16 iz inostranstva (Indija 2, Izrael 2, Kanada 2, Rusija 4, Španija 2, Velika Britanija 3 i SAD 1), među kojima pet akademika (tri iz Rusije i dva iz Srbije). Jedan član programskog odbora je iz Vojne akademije iz Beograda. Od radova saopštenih na konferenciji, komisija ovog programskog odbora bira dva najbolja – jedan iz oblasti akademskih istraživanja, a jedan iz oblasti primenjenih istraživanja u privredi.

Istaknuti radovi razmatraju se za objavljivanje u međunarodnom časopisu „Communications in DQM“, koji izlazi od 1998. godine. To je jedini međunarodni časopis iz oblasti efektivnosti, kvaliteta, sigurnosti i upravljanja projektima koji izlazi u našoj zemlji.

Ove godine je, pored plenarnih saopštenja, konferencija imala četiri tematske oblasti, za razliku od prethodnih godina kada je imala tri. Za konferenciju je prihvaćeno 117 radova, što je nešto više nego prethodne godine, čiji su autori iz Srbije i inostranstva, od čega 15 čine radovi pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije.

Struktura radova u zborniku je sledeća: 9 plenarnih saopštenja (za 4 su autori iz inostranstva – 3 Indija i 1 Rusija), 17 radova iz oblasti inženjerstva sistema, 37 radova iz oblasti inženjerstva kvaliteta, 29 radova iz oblasti inženjerstva pouzdanosti i 25 radova iz oblasti konkurentnog inženjerstva. Novu oblast predstavljalo je inženjerstvo sistema.

Planiran je i tematski seminar na temu „Upravljanje promenama i inovacijama“, koji je obuhvatio i oblast obrazovanja, a za koji je učesnicima uručena publikacija pod istim nazivom, sa 7 radova, i predgovorom profesora dr Miomira Stankovića, redaktora ove publikacije. Dva autora ovih radova su iz Rusije.

Zvanični jezici na konferenciji bili su srpski i engleski.

U zborniku radova ovogodišnje DQM konferencije, pripadnicima Vojske i Ministarstva odbrane publikovano je 15 radova, što je više nego prošle godine: 8 radova iz Ministarstva odbrane (od čega je 7 iz Vojne akademije), dva rada su iz Vojnotehnič-

kog instituta, tri iz Generalštaba, jedan rad pripadnika Vazduhoplovnih snaga i protiv-vazduhoplovne odbrane i jedan rad iz Tehničkog opitnog centra. Većinu radova pisalo je više autora, a nekoliko radova urađeno je u saradnji sa autorima van Vojske.

Navešćemo ukratko sadržaj radova pripadnika MO i Vojske i, po tematskim oblastima konferencije, redosledom kako su dati u zborniku radova, koji je štampan pre održavanja konferencije, bez pretenzija da ocenjujemo njihov kvalitet.

U oblasti *inženjerstva sistema* objavljena su četiri rada. Dragoljub Sekulović i Ljubomir Gigović iz Vojne akademije autori su rada „Visinski razmeštaj i izdašnost izvora i bunara u Srbiji“, u kojem ističu da početak 21. veka pokazuje da će voda preuzeti značaj koji je imala nafta kao sirovina, ekonomski faktor i geostrateška odrednica i zaključuju da pitku vodu Srbije u najvećem obimu zagađuju otpadne vode naseljenih mesta i industrije, a da se izvorišta pijaće vode, uglavnom, nalaze na visinama preko 500 metara.

Srđan Stanković, Nikola Radojević, Ivica Ocokoljić i Dejan Simić iz Ministarstva odbrane autori su rada „Zaštita računarske mreže za kadrovski informacioni sistem u MO i VSCG“ u kojem obrazlažu rešenje računarske zaštite mreže za sistem naveden u naslovu rada.

Zoran Pantić iz Sektora za materijalne resurse MO, Marko Andrejić i Marjan Milenković iz Vojne akademije autori su rada „Projektovanje sistema logističke podrške u toku transformacije sistema odbrane“, u kojem prikazuju jedan od mogućih pristupa problemu projektovanja sistema logističke podrške u procesu transformacije sistema odbrane, sa prikazom nekih organizacionih i metodoloških aspekata projektovanja, polazeći od njihovog ličnog iskustva.

Mirko Petrović, Dejan Caković i Goran Rastović iz Vojske u radu „Analize nad digitalnim modelom terena“ predstavljaju moguće analize nad digitalnim zapisom terena, kao što su proračun optičke vidljivosti sa jedne ili više tačaka, profil terena između dve tačke, i proračun nagiba terena.

U oblasti *inženjerstva kvaliteta* saopšten je rad autora iz Vojne akademije, Nenada Dimitrijevića, Srđana Ljubojevića i Dejana Despića. U radu „Strategija benčmarkinga u saobraćajnoj podršci vojske“, postavljaju smernice upotrebe benčmarkinga u vojnoj organizaciji, determinisanjem mogućih oblasti primena, mogućih benčmark-partnera i inicijalnim utvrđivanjem indikatora u procesu benčmarkinga u obuci vozača.

U oblasti *inženjerstva pouzdanosti* objavljena su četiri rada. Slavko Pokorni iz Vojne akademije, sa Rifatom Ramovićem sa Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, autor je ili koautor dva rada. Prvi nosi naziv „Modeliranje i proračun pouzdanosti i raspoloživosti rezervisanih sistema za napajanje“ u kojem su prikazani rezultati analize modeliranja uticaja intenziteta otkaza i opravke pojedinih elemenata na pouzdanost i raspoloživost četiri različito rezervisane konfiguracije sistema za neprekidno napajanje, kakvi se koriste u centrima za skladištenje podataka. U drugom radu „Proračun MTBF rezervisanih sistema sa intenzitetima otkaza zavisnim od opterećenja“ prikazan je postupak određivanja srednjeg vremena između otkaza matičnom metodom pri primeni modela Markova i ilustrovan na primeru rezervisanog sistema kada su intenziteti otkaza zavisni od opterećenja elemenata.

Zvonimir Lević iz Vazduhoplovnih snaga i protivvazduhoplovne odbrane, sa Ljubišom Papićem i Sidom Milunović iz DQM istraživačkog centra, koautor je rada „Projektni pristup održavanju vazduhoplova“, u kojem nastoji da ukaže na značaj primene upravljanja preko projekata tokom realizacije aktivnosti na održavanju vojnih vazduhoplova u uslovima smanjenog broja aviomehaničara.

Dušan Ostojić i Dragoljub Brkić iz Tehničkog opitnog centra i Slavko Pokorni iz Vojne akademije autori su rada „Određivanje raspoloživosti jednog telekomunikacionog sistema metodom Monte Karlo“, u kojem je predstavljena primena aproksimativne metode Monte Karlo za određivanje raspoloživosti telekomunikacionog sistema. Za predloženu simulacionu metodu urađen je računarski program koji je proveren na jednom primeru.

U oblasti *konkurentnog inženjerstva* pripadnici MO i Vojske objavili su 6 radova. Radomir Jovanović iz Vojne akademije – Škola nacionalne odbrane i Saša Jovanović sa Fakulteta za menadžment BK univerziteta, autori su rada „Marketing u funkciji kvaliteta saobraćajnih usluga“, u kojem definišu kvalitet saobraćajne usluge, prikazuju osnove marketinga, kao i procese upravljanja u saobraćaju.

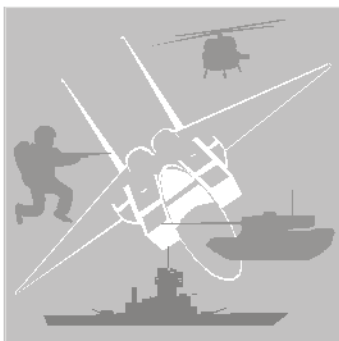
Dragan Knežević iz Vojnotehničkog instituta, u radu „Analitički izrazi parametara udarnih talasa podvodne eksplozije i oce-
na modela“, definiše analitičke izraze parametara udarnih talasa podvodne eksplozije u neograničenom ambijentu, u zavisnosti od mase, vrste eksploziva i najkraćeg rastojanja od centra eksplozije. Takođe, daje ocenu nivoa saglasnosti dobijenih modela i rezultata istraživanja, kao i numeričke vrednosti parametara za TNT i TAH-75, dobijene na osnovu definisanih modela.

Ivica Ocokoljić, Nikola Radivojević i Srđan Stanković iz Uprave za vezu i informatiku GŠ, u radu „Sigurnosni problemi PHP aplikacija“, opisuju osnovne sigurnosne propuste koji se javljaju pri pisanju i izvođenju Web aplikacija pisanih u PHP script jeziku. Opisuju sigurnosne propuste vezane za način rada samog PHP interpretera, kao i tipične greške programera, koje PHP aplikacije čine ranjivim na različite oblike napada.

Boban Đorović, Srđan Dimić i Srđan Ljubojević iz Vojne akademije, u radu „Strategija marketing miksa u obezbeđenju kadrova saobraćajne struke za potrebe Vojske“, prikazuju mogući izgled instrumenata marketing miksa u funkciji obezbeđenja kadrovskih resursa saobraćajne struke za potrebe naše vojske.

Nikola Radivojević, Ivica Ocokoljić, Srđan Stanković i Dejan Simić iz Uprave za vezu i informatiku GŠ, u radu „Zaštita WEB aplikacija primenom sistema za detekciju upada“, prikazuju generalne metode detekcije i prevencije upada u sistem preko Web aplikacija, posmatrajući ih preko modela crne kutije, a polazeći od premise da je zaštita Web aplikacija van kontrole administratora sistema.

DQM konferencija predstavlja forum za prezentovanje novih rezultata, razvojnih istraživanja i primena u četiri obimne interdisciplinarne tematske oblasti: *inženjerstvo sistema, inženjerstvo kvaliteta, inženjerstvo pouzdanosti i konkurentno inženjerstvo*, koje su veoma interesantne i značajne i za Vojsku. Na konferenciji se saopštavaju rezultati istraživanja koji se odnose na bilo koji aspekt inženjerstva u ove tri oblasti: analize slučajeva, eksperimentalni rezultati ili primene novih ili poznatih teorijskih postavki za rešavanje ak-tuelnih problema.



savremeno naoružanje i vojna oprema

RAKETE MILAN POVEĆANOG DOMETA*

Kompanija MBDA ubrzano radi na razvoju rakete MILAN ER (Missile d'Infanterie Leger Anti-char Extended Response).

Dok sadašnje rakete MILAN imaju domet od 2000 m, MILAN ER imaće domet do 3000 m. Novi sistem je dodatno osposobljen kao ofanzivno oružje za vatrenu podršku i optimalan je za uništenje raznovrsnih borbenih ciljeva, poput bunkera, uz zadržavanje visokih protivoklopnih mogućnosti.

Pored za 50% većeg dometa, MILAN ER imaće i povećanu visinu leta i otpornost na elektromagnetno ometanje.

Nova raketa ima masu 1,25 kg, dužinu 1200 mm, prečnik 115 mm i novu bojnu glavu koju je razvila švajcarska kompanija RUAG.

Raketa je prvi put uspešno testirana krajem 2005. godine, kada je i potvrđena njena višenamenska uloga. Nova bojna glava može da probije najmanje 1000 mm širok čelični oklop, zaštićen eksplozivnim reaktivnim oklopom (ERA), ili više od 3 m ojačanog betona, posle čega detonira.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 15. mart 2006.

Novo postolje za lansiranje rakete ima mogućnost centralizovanog umrežavanja i daljinskog upravljanja. Masa postolja je oko 20 kg, ima ugrađen testni sistem i optički nišan kojim može da se upravlja daljinski za potrebe osmatranja.

Francuska armija namerava da postojeće protivtenkovske vođene rakete MILAN zameni novim, od 2007. godine.
M. K.

<<<◇>>>

RAKETA HELLFIRE JUNIOR*

Kompanija Lockheed Martin obelodanila je nacrt inicijalnog projekta svog predloga rešenja za sistem savremenog preciznog ubojnog oružja APKWS II (Advanced Precision Kill Weapon System increment II). Navodeći ga kao timsko rešenje pod nazivom Hellfire Junior, u kompaniji ističu da je APKWS II namenjen za uništavanje ciljeva koji su prvenstveno „urbani i obalski“.

Armijski zvaničnici ga vide i kao sredstvo za napad na manje, slabije oklopljene ciljeve i bez kolateralne štete koju su rakete Hellfire mogle učiniti.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 22. februar 2006.

Hellfire Junior koristi poluaktivni laserski vođeni tragač izrađen po tehnologiji koja se zasniva na iskustvima kompanije još od 1969. godine i, uključujući laserski raketni sistem, primenjuje se na projektilima Copperhead, raketama iz familije Hellfire i JCM (Joint Common Missile).

U nosnom delu rakete ugrađen je tragač, a bojna glava i upaljač pričvršćeni su na raketni motor Honeywell Defence & Space Electronics System (sklop inercionih senzora) i ITT Power Solutions (napajanje energijom). Kompanija General Dynamics Armament obezbeđivaće raketni motor, boju glavu i upaljač za početnu proizvodnju APKWS II.

M. K.

<<<◇>>>

ALUMINIJUMSKO POSTOLJE ZA LAKE MITRALJEZE*

Norveška kompanija Vinghok AS razvila je novo lako postolje za mitraljeze 7,62 mm FN Herstal MAG 58 i 5,56 mm Minimi.



Novo aluminijumsko postolje sa mitraljezom 7,62 mm MAG 58

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2006.

Prve zahteve za novim aluminijumskim postoljima, u količini od 110 komada, podnela je Švedska i veći deo njih biće postavljen na nova oklopna patrolna vozila švedske armije s protivmivskom zaštitom RG-32M, 4×4.

Novo postolje ima masu od samo 3 kg (1 kg manje od ranijeg proizvoda), jer je umesto čelika za izradu korišćen aluminijum. Novo postolje predstavlja dopunu ranijim čeličnim verzijama, kojih je oko 940 jedinica prodato Holandiji početkom ove dekeade za upotrebu sa mitraljezima MAG 58 i Minimi.

Kompanija je razvila i olakšani aluminijumski tronožac na koji postolje može da se montira, koji bi trebalo da ima masu 3,8 kg. Specifičnost ovog postolja jeste mogućnost opremanja nišanom kojim može nezavisno da se rukuje u odnosu na oružje, što ima prednost pri gađanjima udaljenih ciljeva.

M. K.

<<<◇>>>

TENK CHALLENGER 2 S GLATKOCEVNIM TOPOM 120 mm*

Osnovni tenk britanske armije Challenger 2, naoružan hibridnim glatkocevnim topom 120 mm L/55 nemačke kompanije Rheinmetal, nedavno je uspešno izvršio seriju vatrenih ispitivanja u Velikoj Britaniji.

Britanska armija ima ukupno 386 tenkova Challenger 2, naoružanih izolovanim tenkovskim topom 120 mm L30 i, kao i mnoge druge zemlje NATO, odlučila se za zamenu ovih topova glatkocevnim topovima 120 mm.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 22. februar 2006.



Prvi Challenger 2 opremljen Rajnmetalovim hibridnim topom 120 mm L755

Top sa izoliranim cevima 120 mm L30 ispaljuje pancirna zrna sa osiromaženim uranijumom APFSDS koji su korišćeni samo u borbama i već odnedavno nema proizvodnje ovih zrna u Velikoj Britaniji, a i u mnogim drugim zemljama nisu na listi prioriteta.

Program zamene, u suštini, sadrži ugradnju glatkocevinih topova 120 mm L/55 koji se koriste na najnovijim borbenim tenkovima Leopard 2A6. Do sada su dopremljena dva hibridna topa 120 mm L/55 s pripadajućim kompletom municije.

Po balističkim karakteristikama ugrađeno oružje je isto kao i nemački top 120 mm L755, ali je njegovu spoljašnjost potrebno prilagoditi prostoru koji je ranije zauzimao top L30. Od sadašnje instalacije na tenku Challenger 2 zadržava se kolevka, učvršćenje topa, toplotna obloga, odvodnik gasova i sistemi na ustima cevi.

Nakon ispitivanja u Nemačkoj, ovo oruđe je testirano i na tenku Centurion, da bi krajem 2005. godine konačno bilo ugrađeno na tenk Challenger 2.

Statička vatrena ispitivanja vođena su protiv raznovrsnih ciljeva, pri čemu je korišćena Rajnmetalova municija 120 mm DM53 APFSDS s konvencionalnim penetratorom. Ispitivanja su pokazala oče-

kivane poboljšane performanse u odnosu na postojeću municiju 120 mm za tenk Challenger CHARM 3DU.

M. K.

«»»»»»

KUPOLA ZA OKLOPNI TRANSPORTER PANDUR II*

Izraelska kompanija Elbit Systems oprema portugalske oklopne transportere Pandur II 8 × 8 sa sistemom kupola sa ili bez posade. Prema ugovoru vrednom 32 miliona USD, kompanija Elbit obezbediće nekoliko desetina kupolskih sistema opremljenih dnevno-noćnim sistemom za upravljanje vatrom. Portugal je sa kompanijom Steyr-Daimler-Puch Spezialfahrzeug potpisao ugovor vredan 344,3 miliona EUR za nabavku 260 oklopnih transportera Pandur II.

Najveći broj vozila biće opremljen daljinski upravljanim, u dve ose stabilizovanim topom 30 mm, dok će neki nositi minobacačke sisteme 120 mm Soltam, a neki biti opremljeni protivtenkovskim raketama Spike, koje je razvila kompanija Rafael.

Sistem za upravljanje vatrom kupole zasniva se na tehnologiji sistema ugrađenih na izraelski tenk Merkava Mk4.

Kupole bez posade projektovane su tako da se njime upravlja iz odeljenja za posadu, bez potrebe izlaganja spoljnim opasnostima, a ukupna visina sa spuštenim naoružanjem omogućava transport avionima C-130.

Ranije je i belgijska armija izabrala sličan Elbitov sistem oružane stanice za opremanje svojih lakih oklopnih vozila Mowag Piranha IIIC 8×8.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 22. februar 2006.



Kupola bez posade sa topom 30 mm na oklopnom transporteru M113

Portugalska armija će opremiti vozilo Pandur II u jedanaest različitih konfiguracija, dok će njena mornarica primiti 20 potpuno amfibijskih vozila Pandur u četiri varijante.

Očekuje se da prva proizvedena vozila Pandur budu isporučena Portugalu krajem 2006. godine. Kompanija Steyr-Daimler-Puch isporučuje ukupno 41 vozilo, dok će ostale po licenci proizvoditi firma GOM (Gestao de Operacoes Metalomecanicas) iz Portugala.

Prvobitno je planirano da isporuka bude završena u 2009. godini, ali je taj rok prolongiran do 2010. godine.

M. K.

<<<<>>>>

BUDUĆA FRANCUSKA BORBENA VOZILA*

Francuska agencija za nabavke naoružanja DGA izložila je detalje nove studije o analizi potreba za buduća armijska oklopna borbena vozila. Studija je pokazala da su potrebne tri nove klase oklopnih borbenih vozila koja bi mogla da se uvedu na upotrebu u francusku armiju između 2015. i 2030. godine. Tri osnovne

šasijske su EB5, EB10 i EB20, koje se dalje dele na dodatne klase.

EB5 treba da bude najmanje vozilo sa dvočlanom posadom, masom između 5 i 6 t, maksimalnom autonomijom do 1000 km, i maksimalnom putnom brzinom od 110 km/h. Predviđeno je pet verzija tog vozila konfiguracije 4×4, a pogon bi mogao da bude konvencionalni ili hibridni električni.

Armija bi mogla da nabavlja EB10 u brojnim verzijama, uključujući verziju za pešadiju, podršku i ugradnju oružja srednjih kalibara. Osnovna masa trebalo bi da bude od 12 do 15 t, pa sve do 16 t sa dodatnim oklopom, a moglo bi da bude ili točkaš ili guseničar.

Najveće vozilo EB20 moglo bi da ima brojne verzije, uključujući verzije za pešadiju i podršku (IS), srednje kalibre i rakete (MC MC+M) i oružja velikih kalibara (MC HC). Osnovna masa bila bi 20 t ili 24 t sa dodatnim oklopom, dok bi konfiguracija bila 6×6, 8×8 ili potpuno gusenično vozilo. Vozilo s oružjem velikih kalibara zamenjuje sada upotrebljavane AMX-10RC, koji se modernizuju i mogu da se naoružaju topom 105 mm ili 120 mm. U nekim slučajevima mogli bi da se modifikuju neki postojeći ili projektovani oklopni transporteri, dok bi se u drugim slučajevima krenulo s novom izradom. Zaključci studije nude samo potencijalna rešenja i ne potvrđuju odluke o već preduzetim. Takođe, imajući u vidu generalni trend u restrikciji budžeta za odbranu, agencija DGA računa i na mogućnosti kooperativnih programa sa drugim zemljama kao alternativnim rešenjima.

Sva navedena vozila biće osposobljena da učestvuju u borbenim operacijama francuske armije širih razmera, uspešnije nego sadašnja vozila. Njima bi

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 22. februar 2006.

trebalo da se popuni prostor između osnovnog borbenog tenka Leclerc i budućih borbenih vozila pešadije VBCI (Vehicle Blindé de Combat d'Infanterie). Oko 700 vozila VBCI zameniće sadašnje guseničare serije AMX-10P, od kojih će 550 biti konfiguracije borbenih vozila pešadije i 150 komandnih vozila.

M. K.

<<<◇>>>

LAKO OKLOPLJENO VOZILO GENDA*

Indijska kompanija Saymar, deo izraelske Soltam Group, isprobava svoj prvi prototip lakog oklopljenog vozila Genda 290S 4×4.

Razvoj vozila Genda 290S započet je početkom 2005. godine, a prvi prototip završen je krajem iste godine, da bi po prvi put bio prikazan na izložbi DEFEX-PO, održanoj u Nju Delhiju januara 2006. godine. Sledeća dva vozila Genda 290S nalaze se u fazi izrade i biće završena sredinom 2006. godine.

Prototip je zasnovan na standardnoj šasiji indijske proizvodnje konfiguracije 4×4, a projekat je moguć i na drugim šasijama 4×4. Iako je kompanija Saymar nosilac projekta Genda 290S, brojne druge kompanije biće, takođe, uključene u program, kao što je izraelska kompanija Rafael, koja ima značajno iskustvo u balističkoj zaštiti.

Vozilo Genda 290S može se koristiti za raznovrsne zadatke, uključujući unutrašnju zaštitu i osmatranje granica.

Na vozilu je pridodat potpuno završeni čelični oklop koji obezbeđuje zaštitu putnika od zrna iz streljačkog naoružanja i od parčadi granata.



Prototip lakog oklopljenog vozila Genda 290S 4×4

Za razliku od nekih drugih vozila, prednje motorno odeljenje je, takođe, potpuno zaštićeno, dok je donja strana vozila zaštićena od eksplozivnih udara ručnih granata.

Na vozilu se može smestiti posada od 6 članova: komandir i vozač napred, a četiri ostala člana pozadi koji koriste i posebna zadnja vrata na oklopu. Prozorska stakla, neprobojna za puščana zrna, obezbeđuju potpuno kružno osmatranje iz vozila. Puškarnice su ugrađene na bočnim stranama i na zadnjem delu kabine vozila.

Oprema i naoružanje zavisiće od namene, ali prototip Genda 290S opremljen je krovnim mitraljezom 7,62 mm koji ima prednji čelični štitić za strelca.

M. K.

<<<◇>>>

MODERNIZACIJA OKLOPNOG TRANSPORTERA M113*

Singapurska kompanija STK (Singapore Technologies Kinetics) modernizovala je sopstvenim sredstvima američ-

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 15. mart 2006.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2006.

ki oklopni transporter M113, koji se sada nudi na tržištu uz ostale modifikovane verzije ovog transportera.

Oklopni transporter M113, koji je proizvodila današnja kompanija BAE Systems, još uvek je jedan od najčešće korišćenih vozila te vrste u svetu.

Kako su doktrine i borbeni zahtevi evoluirali, armije su tražile načine transformacije transportera M113 iz njegove prvobitne uloge kao oklopnog prevoznog sredstva u savremenu borbeni platformu s povećanom zaštitom i vatrenom moći. Zahtevao se i veći koristan teret, veći kapacitet pogonske grupe i pokretljivost.

Komplet za modernizaciju kompanije STK usmeren je na poboljšanje performansi postojećeg M113 u ključnim oblastima pokretljivosti i vatrene moći, mada su prisutna i brojna poboljšanja u sferi preživljavanja. Projekat poboljšanog STK M113 je modularan, tako da potencijalni kupci mogu da zahtevaju samo one komponente koje zadovoljavaju njihove specifične operativne zahteve.

Postojeća pogonska grupa na M113 biće zamenjena novom sa kojom se već uveliko vrše ispitivanja. To će biti šestocilindrični turbo dizel Caterpillar 3126B, koji razvija 243 kW pri 2400 o/min, a zadovoljava EURO II standarde. To je je-

dan od snažnijih dizel motora koji se danas nude i ima odnos snaga/masa 23 KS/t. Ovaj motor funkcioniše u kompletu sa električno upravljanom hidromehaničkom transmisijom HMX-1100.

Novi pogonski paket ima i novi izduvni sistem, dvostepeno uvođenje vazduha, kompaktni sistem hlađenja, povoljniji položaj vozača sa modernizovanim upravljačem i alternator 260 A koji omogućava i brojne naknadne električne instalacije i poboljšanja. Prema kompaniji STK, novi pogonski paket obezbeđuje ne samo veću snagu, brzinu i preciznije upravljanje, već i mogućnost dužeg kretanja malim brzinama bez pregrevanja motora.

Sa poboljšanim M113 ostvaruje se putna brzina od 75 km/h, autonomija kretanja do 480 km, a okretanje za 360° za sedam sekundi.

Standardni oklopni transporter M113 ima ukupnu masu nešto više od 11 t, ali ugradnjom teških torzionih vratila masa može da se poveća do 16 t. Standardni M113 imaju hidraulične amortizere na prvom i zadnjem točku, dok na modernizovanom STK M113 svi točkovi imaju amortizere, čime je obezbeđena udobnija vožnja. Pored toga, pojačani su i zadnji potporni točkovi.

Postojeće čelične gusenice zamenjene su gumenim guseničnim platnima kojima je deklarisan resurs 8000 km. Ove gusenice su ne samo lakše, već stvaraju i manje vibracije i buku. Gumene gusenice već su prihvaćene u mnogim zemljama. Poboljšanja u komponentama oslanjanja omogućavaju u celini udobniju vožnju za posadu.

Originalni M113 imao je rezervoar za gorivo ugrađen unutar zadnjeg odeljenja za vojnike s leve strane, dok će na



Modernizovani singapurski oklopni transporter M113

poboljšanom STK M113 on biti zamenjen spoljnim oklopljenim rezervoarima za gorivo smeštenim s obe strane na zadnjem delu oklopa. To će omogućiti dodatni prostor u oklopnom telu i smanjiti rizik od požara.

Modernizovani STK M113, pokazan prvi put na Azijskoj avioizložbi održanoj u Singapuru u februaru 2006. godine, bio je opremljen sa četiri puškarnice sa svake strane zadnjeg dela odeljenja za vojnike, sa blokom za osmatranje iznad njih, neprobojnim za puščana zrna.

Članovi posade sede na klupama sa slobodnim oslanjanjem, sa obe strane unutrašnjosti oklopa, okrenuti prema unutra i sa individualnim pojasevima za svako sedište. Prvi prototip poboljšanog transportera STK M113 bio je prikazan sa specijalnim rashladnim pojasom koji obezbeđuje putniku hlađenje u ekstremno toplim uslovima.

Za razliku od originalnog M113, koji je bio naoružan mitraljezom 7,62 mm ili 12,7 mm bez zaštite za strelca, STK M113 je opremljen kupolom za jednu osobu koja je naoružana automatskim bacačem granata 40 mm i mitraljezom 12,7 mm. Kutije za tri lansera dimnih granata 76 mm ugrađene su sa svake strane kupole.

Kupola 40/50, koja je ugrađena na modernizovani M113, opremljena je transparentnim oklopnim kompletom koji obezbeđuje zaštitu od vatre iz streljačkog naoružanja i ručnih granata. Kupola ima skidajući krov sa ili bez zaštitnog pokrova. Borbeni masa ovog transportera je 14,5 t (maksimalno 16 t).

Kao alternativa kupoli 40/50, na vozilo se mogu ugrađivati i druge kupole, uključujući i one s topom 30 mm i spregnutim mitraljezom 7,62 mm.

Druga moguća poboljšanja uključuju ugradnju prednje i zadnje kamere za osmatranje i razna dodatna rešenja zaštite, uključujući protivminsku zaštitu, prednju i zadnju oklopnu zaštitu i skidajući dodatni oklop. Sve to moguće je zbog ugradnje jačeg i poboljšanog novog pogonskog paketa, transmisije i oslanjanja bez negativnog uticaja na pokretljivost vozila.

M. K.

<<<◇>>>

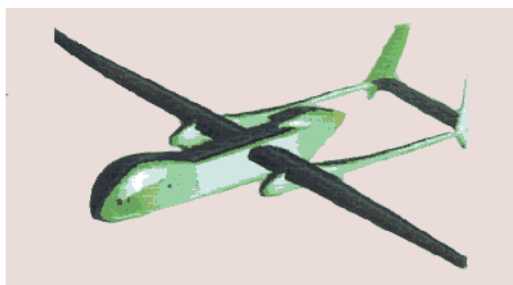
BESPILOTNA LETELICA VELIKOG DOMETA EITAN*

Izrael se priprema za prvi let novorazvijene bespilotne letelice za velike visine i dolete nazvane Eitan (postojan). Sa operativnom izdržljivošću od 50 časova Eitan će obezbediti izraelskom vazduhoplovstvu mogućnost opserviranja udaljenih ciljeva kao što je Iran. Eitan je razvila Izraelska avioindustrija (IAI) na bazi letelice za srednje visine i velike izdržljivosti Heron, mada je skoro četiri puta teža od nje. Sa rasponom krila od 26 m i kanadskim turboelisnim motorom Pratt & Whitney PT6A-67 moguća je maksimalna poletna masa veća od 4000 kg.

Bespilotna letelica Eitan je potpuno autonomna i može da nosi maksimalan korisni teret od 1800 kg pri brzini krstarenja od 240 čvorova na visini od oko 1500 m (50 000 ft).

Autonomnost letelice omogućava operatoru da se više posvećuje izvršenju zadatka, a manje samom letu platforme. Koristeći senzorski snajperski sistem letelica će moći da izvršava precizne napade na različite stacionarne i pokretne ciljeve, lansirati balističkih raketa, vozila ili pojedine osobe.

*Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 8. mart 2006.



Izraelska bespilotna letelica Eitan

U martu 2005. godine IAI je sa američkom kompanijom Aurora Flight Sciences uspostavila zajednički fond za proizvodnju verzije bespilotne letelice Heron II, nazvane Orion, čija se redovna proizvodnja očekuje u 2007. godini. Ova letelica izvršavaće obalske patrolne zadatke i omogućiti smanjenje angažovanja letelica sa posadom.

Letelica Eitan opremljena je radarom Elta EL/M-2022U, kao i Heron, satelitskim komunikacionim sistemom i upravljanjem izvan horizonta, pa će se koristiti za izviđanja na velikim rastojanjima.

M. K.

«««»»»»

REMONT BUGARSKIH AVIONA MiG-29 U RUSIJI*

Bugarski ministar odbrane i ruska aviokorporacija RSK MiG potpisali su ugovor o remontu 16 bugarskih lovačkih aviona MiG-29, uključujući i četiri dvoseda aviona. Ugovor je vredan 48 miliona USD. Prvi avioni treba da budu završeni za 11 meseci, a ostali za 30 meseci.

Bugarski ministar odbrane nagoveštava da bi aviobaza Graf Ignatio, koja je matična za avione MiG-29, trebalo da postane treća američka baza na bugarskoj

teritoriji. Ranije su SAD već procenile lokacije Bezmer i Novo Selo kao potencijalne baze za svoje oružane snage.

Bugarski MiG-ovi ostaće u upotrebi narednih pet godina i očigledno je da neće biti suštinski poboljšani, jer se pretpostavlja da će se početkom sledeće dekade ti avioni zameniti novim višenamenskim lovcima.

Sada bugarsko vazduhoplovstvo nema lovačke avione sposobne za izvođenje patrolnih zadataka, jer su svi MiG-21 prizemljeni u 2005. godini, dok MiG-29 nisu raspoloživi. Za oko dva meseca pun operativni status trebalo bi da ima šest MiG-29 koji su poslani na remont 2002. godine, kada je bio potpisan prvi ugovor sa RSK MiG za remont 20 aviona u vrednosti 67 miliona USD. Prema tom aranžmanu ruska kompanija remontuje avioniku, radar i sisteme oružja, dok će bugarske firme izvesti 45% zahvata na trupu i remontu motora RD-33. Budžetom je pokriveno 14,3 miliona dolara za remont svega šest aviona.

Mada je trebalo da svi avioni budu vraćeni u upotrebu u periodu od 3 do 6 meseci, Bugarska se povukla iz pregovora. U isto vreme kompanija MAPS (MiG Aircraft Product Support) – zajedničko ulaganje između kompanije EADS, RSK MiG i Rosoboronoexport – nametnula se kao prvi podugovarač u modernizaciji.

Organizacija MAPS nudi opremanje aviona NATO-kompatibilnom ruskom avionikom ili zapadnim sistemima koje selektira bugarska vlada. Među njima su radio i GPS prijemnici, instrumenti sistema za prizemljenje, i identifikacioni uređaji. MAPS je zadužen i za poboljšanje kokpita, uključujući ugradnju najmanje jednog multifunkcionalnog displeja.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 15. mart 2006.

Ugovor iz 2002. godine okončan je u aprilu 2004. godine zbog značajnih poslovnih zastoja.

M. K.

<<<<>>>>

OKLOPNA VOZILA ZA NBH IZVIDANJE FUCHS*

Kompanija Rheinmetall Landsysteme isporučila je holandskim oružanim snagama prvih šest vozila Fuchs, namenjenih za nuklearno, biološko i hemijsko izvidanje. Na ceremoniji u Rajnmetalovim zavodima u Kaselu u Nemačkoj januara 2006. simbolično je izvršena predaja vozila 101. četi NBHO Kraljevske Holandske Armije (RNLA). Ovih šest vozila poručeno je krajem 2003. godine. Do sada je proizvedeno više od 260 oklopnih transportera varijante NBH za potrebe armija Nemačke, Holandije, Norveške, Saudijske Arabije, Velike Britanije i SAD, dok će druga partija od 32 vozila poručena za Ujedinjene Arapske Emirate, biti isporučena u naredne četiri godine.

Sistemi poručeni za UAE biće sposobni da identifikuju prisutnost bioloških borbenih agensa i drugih bioloških kontaminirajućih materija.

Kompanija Rheinmetall Landsysteme razvila je i pokretne poljske laboratorije za potrebe Bundesvera, koje se mogu brzo razviti na putu, pruži, moru ili vazдушnom prostoru. Za vreme brojnih operacija u zemlji i inostranstvu, poljska NBH laboratorija pokazala se efikasnom za identifikaciju svih tipova NBH borbenih agensa, kao i konvencionalnih zaga-

đenja. Sistem je uveden i u švedske oružane snage.

U domenu civilne zaštite kompanija Rheinmetall Landsysteme je do sada isporučila 372 vozila za NBH detekciju za potrebe nemačkih brigada za civilnu odbranu od nepredvidivih okolnosti NBH tipa.

M. K.

<<<<>>>>

ELEKTROOPTIČKI INSTRUMENTI KOMPANIJE CEO*

Singapurska kompanija CEO (Chartered Electro-Optics) na avioizložbi u Singapuru, februara 2006. godine prikazala je po prvi put asortiman svojih elektrooptičkih proizvoda: osmatračku kupolicu Mini-T, termo nišan Uralis, i ručne termičke binokulare Nemis i Coris.

Osmatrački sistem Mini-T je lagan (manje od 18 kg) uravnotežena kupolica prečnika 300 mm, namenjena malim brodovima i lakim vojnim vozilima. Glavni senzori za osnovni model sadrže kolor 460TV-linijske kamere CCD za dnevnu upotrebu, zatim hladene 3–5 μ m termo kamere, koje koriste 320×256 InSb snop za noćno osmatranje i laserski pokazivač.

Postoji i mogućnost izbora opreme za nehladene termo kamere, laserski daljinomer i video kartice. Domet sistema pri detekciji ljudi Mini-T iznosi 18 000 m sa dnevnim kamerom i 3000 m sa noćnom. Proizvodnja ovih sistema planirana je za kraj 2006. godine.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2006.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2006.

Termo nišan za oružje Uralis izrađen je na bazi 320×240 nehladenog 8–12 μm bolometra. Nišan se nudi u dve varijante: Uralis-A za individualna oružja i Uralis-B, sa većim objektivom i robusnijim kućištem za kolektivno oružje kakvi su teški mitraljezi i automatski bacači granata. Ovaj instrument već je na upotrebi u singapurskim oružanim snagama.

Ručni termički binokular Nemis koristi treću generaciju hlađenih termo kamera, a njegov domet iznosi od 1600 do 1800 m. Instrument Nemis ima masu manju od 2,8 kg i mogućnost dvostrukog vidnog polja: 3×2,2° (usko) i 12×9° (široko).

Binokular Coris koristi 320×240 nehladeni 8–12 μm mikrobolometar, kojim se može ostvariti domet od 600 do 800 m. Masa instrumenta je manja od 2,2 kg (uključujući i baterije), a vidno polje 8,2×6,15°, sa mogućnošću dvostrukog zumiranja.

I Nemis i Coris namenjeni su za upotrebu u specijalnim jedinicama i već se proizvode.

M. K.

<<<◇>>>

NOVA LAKA VIŠENAMENSKA VOZILA IVECO*

Nova laka vozila IVECO razlikuju se od drugih suparnika svojom unikatnom čeličnom karoserijom koja štiti posadu od dejstava ručnih granata, pancirnih puščanih zrna i protivpešadijskih mina. Ova vozila već su se uklopila u evropsko tržište.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2006.

Razvoj lakih višenamenskih vozila IVECO započeo je 1999. godine. Projekat, označen kao M65E19WM, koji se pojavio pod snažnim uticajem iz iskustava italijanskog kontingenta u sastavu NATO na Balkanu, a posebno od opasnosti od dejstva mina.

Prvo od 11 lakih višenamenskih vozila LMV (Light Multirole Vehicle) završeno je 2001. godine, a sledeće godine prihvaćeni su u britanskoj armiji za buduća komandna vozila i vezu.

Krajem 2004. godine kompanija IVECO DVD isporučila je prvi od šest probnih modela nakon kojih će ove godine uslediti isporuka još 40 vozila. Isporuka celokupnog zahteva za britansku armiju biće završena u 2009. godini.

U međuvremenu, italijanska armija je 2003. godine poručila prvu partiju od 60 LMV, a prošle godine i belgijska armija je uputila svoj zahtev.

Da bi laka višenamenska vozila bila pogodna za različite funkcije, IVECO DVD je prilagodio za njihovu karoseriju jednu neobičnu konstrukciju od čeličnih cevi na koju mogu da se dodaju čelične ploče radi obezbeđenja različitih nivoa kružne balističke zaštite. Kada čelične ploče nisu postavljene, LMV ne obezbeđuje balističku zaštitu. Sva vozila naručena za italijansku armiju opremljena su ovim pločama i obezbeđuju zaštitu prema STANAG 4569 Nivo 3, odnosno protiv pancirnih zrna 7,62 mm × 54 B32 (Dragonov).

U skladu sa zahtevima, LMV se može pripremiti za zaštitu prema NATO standardima od nivoa 1 do nivoa 4.

Glavne karakteristike osnovne verzije LMV

Posada, članova	4–5
Maksimalna masa opterećenog vozila	7000 kg
Korisna nosivost	2300 kg
Ukupna dužina	4,79 m
Ukupna širina	2,20 m
Visina do krova karoserije	2,05 m
Klirens, minimalni	0,32 m
Raspon točkova	1,71 m
Osovinski razmak	3,23 m
Motor	IVECO F1C dizel, 4 cilindra, zapremine 3 l
Izlazna snaga motora	140 kW
Transmisija	ZF6HP260, 6 st. prenosa
Pogon	4×4, permanenti
Oslanjanje	nezavisno
Amortizacija	opružna
Pneumatici	325/85 R16
Maksimalna brzina	130 km/h
Autonomija kretanja po putevima	500 km

Pored balističke zaštite, karoserija LMV je zaštićena i od protivpešadijskih mina i ručnih granata koje eksplodiraju ispod vozila, što je ostvareno konstrukcijom poda od višeslojnog oklopa koji može da absorbuje elemente eksplozije. LMV može da se opremi i eksplozivnim štitom za zaštitu posade od eksplozije protivtenkovskih mina. Kada se iskombinuju sve mere zaštite odeljenje za posadu postaje „tvrđava“ u kojoj posada ima visok nivo zaštite.

Zaštita posade od efekata eksplozije mina pojačana je i „lebdećim“ (obešenim) sedištima, umesto čvrsto pričvršćenih za pod vozila, čime je sprečen direktan prenos udarnih talasa na ljude pri eksploziji mine i smanjuje mogućnost deformacije sedišta. Sedišta imaju sigurnosne pojase i oslonce za glavu koji smanjuju bočno pokretanje glave, dok obrtno vratilo, ugrađeno u okvir karoserije odeljenja za posadu, može da izdrži ubrzanje od 7,5 g i zaštititi posadu čak i u slučaju prevrtanja vozila. Sistem zaštite na vozilu objedinjuje balističke čelične ploče i keramičke pločice. Konačan rezultat svih ovih mera je da

LMV može da izdrži eksploziju 7 kg TNT ispod bilo kojeg točka i 3 kg TNT ispod sredine poda. Uređaji transmisije i pogona, koji su urađeni u kooperaciji s kompanijom Steyr, raspoređeni su napred i nazad, tako da ispod odeljenja za posadu nema ni jedne teške komponente, koja bi u slučaju eksplozije mine mogla da se razleti i povredi članove posade.

Pogon na četiri točka je stalan i dolazi od novog IVECO F1C četverocilindričnog dizel motora, zapremine 3 litra i maksimalne izlazne snage 140 kW. Motor je u kompletu sa transmisijom sa 6 stepeni prenosa ZF6HP260 od koje se preko dvostepene razvodne kutije pogon prenosi na zadnji diferencijal.

Sva četiri točka imaju nezavisno oslanjanje s opružnim koncentričnim hidrauličnim amortizerima. Na točkovima su pneumatici 325/85 R16 XML sa ranflet ulošcima i spojeni su na sistem za centralnu regulaciju pritiska.

Za razliku od uobičajene prakse, disk kočnice nisu na točkovima već su ugrađene unutar vozila i povezane u sistem ABS.



Šasija i kabina vozila IVECO DVD

Po putevima vozilo može da ostvari i maksimalnu brzinu od 130 km/h i radijus kretanja do 500 km. U svojoj osnovnoj formi može da savladava vodene prepreke dubine 0,85 m, dok sa pripremama koje uključuju dodatno proširenje usisnog i izduvnog sistema (sve električne komponente su hermetizovane) mogu da se savlađuju i vodene prepreke dubine do 1,5 m.

Pored prevoženja 4 do 5 članova posade, sredstava veze i druge opreme, na LMV može da se ugradi i lako oružje. Umesto poklopca, krovna konstrukcija može da nosi prsten za oružje na koje može da se ugradi automatsko oružje poput mitraljeza 12,7 mm ili bacača granata 40 mm. U posebnom slučaju, kao što je britanska verzija Panter, većina vozila imaće ugrađen mitraljez 7,62 mm L7 kojim se upravlja iz kabine za posadu. U opremu je uključen i dnevno-noćni nišan.

M. K.

<<<◇>>>

SISTEM PVO DEFENDER*

Kompanija Rafael/Thales je 8. februara 2006. godine uspešno izvršila vatrena ispitivanja novog zemaljskog sistema PVO Defender. Održana su na poligonu Shdema na jugu pustinje Negav. Cilj je bila subsonična bespilotna letelica, koju je obezbedila kompanija EADS 3 Sigma (Atina, Grčka), a letela je ravnom putanjom na visini 2000 m i prelazeći put od 1500 m brzinom od 85 m/s. Zahvat cilja izvršen je sistemom Flycatcher Mk 2 na rastojanju većem od 18 km, a raketa je lansirana kada je cilj bio udaljen 7 km. Mesto presretanja bilo je na udaljenosti oko 6 km. Kompletно uništenje

cilja obavljeno je za 14 sekundi od lansiranja rakete. Sistem Defender razvijen je na bazi zahteva vazduhoplovnih snaga Venecuele iz 1999. godine da im se isporuče tri takva sistema.

U konfiguraciji za vazduhoplovne snage Venecuele sistem Defender sadrži:

- radar Flycatcher Mk 2 i sistem za upravljanje vatrom koji su ugrađeni na vozilu od 7 t;

- osmerostruki sistem kompanije Rafael za vertikalno lansiranje raketa kratkog dometa zemlja-vazduh, povezanih namenskim kablom sa sistemom za praćenje i upravljanje vatrom Flycatcher Mk 2;

- do tri daljinski upravljana udvojenog topa 40 mm Breda/Bofors Guardian, povezana poljskim kablom sa podsistemom za praćenje;

- različiti broj raketnih sistema veoma kratkog dometa Mistral montiranih na tronošcu ili terenskom vozilu Toyota 4×4, takođe uvezanih u borbenu radio-mrežu sa osmatračkim radarom Flycatcher Mk2.

Sistem Flycatcher Mk 2 uključuje besposadnu zaštićenu kabinu, u kojoj su radar i elektrooptički senzori, i kabinu operatora koja ima dve operatorske konzole u zaštićenom kondicioniranom prostoru dovoljno udaljenom od radara.

Flycatcher Mk 2 predviđen je da radi u dva različita režima: u komandnom centru, za procenu situacije na većim dometima, i u režimu PVO s mogućnošću otkrivanja i praćenja nadolazeće precizno vodene municije. U prethodnom režimu osmatrački radar se okreće brzinom 15 o/min i obezbeđuje četiri sekunde praćenja cilja izvan dometa od 50 km, na visini do 10 000 m i pri elevaciji do 50%. U režimu PVO brzina rotacije je povećana na 300 o/min, dok je efikasan domet detekcije sma-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2006.

njen na 25 km, elevacija povećana na 70%, a plafon detekcije povećan do 16 500 m. Sistem se može uključiti u pojedini od ta dva režima za jednu sekundu.

Sistem je opremljen uređajima za identifikaciju svojih i tuđih snaga, sistemom upita i automatske klasifikacije cilja (avion, helikopter ili raketa).

Podsistem za praćenje ima K-pojasni prateći radar sa specijalnim režimima akvizicije i veoma precizne mogućnosti za praćenje PVO raketa kratkog dometa raketa tipa SHORAD (Short-range air-defence). Ovaj podsistem obezbeđuje potpuno pasivne dnevno-noćne mogućnosti praćenja putem elektrooptičkog kompleta i senzora sa kolor i crno-belim TV i IC praćenjem i laserskim daljinomerom.

Za rakete tipa CLOS (Comand-to-line-of-sight) radar prvo šalje gornji širokozahvatni snop, omogućavajući da raketa primi podatke i da se usmeri u snop vođenja nakon vertikalnog lansiranja i narednog postavljanja u fazi zahvata cilja. Širokozahvatni snop brzo se zamenjuje uskim snopom, sve dok se raketa ne ustali na kursu prema cilju, upravljajući glavnim radarskim snopom.

Raketa Barak dugačka je 2,175 m, ima prečnik 17 cm i masu 98 kg, od čega je masa bojne glave 22 kg. Bojna glava rakete Barak znatno je veća od drugih raketa tipa SHORAD, jer je ona prvobitno bila namenjena za presretanje i uništavanje protivbrodskih raketa. Bojna glava ima blizinski upaljač. Sa maksimalnom brzinom od 700 m/s i opterećenjem od 45 g, domet rakete iznosi 12 km.

Raketa Barak ima „veoma kratak“ minimalno efikasan domet, što omogućava presretanje dolazećih ciljeva čak i kada su veoma blizu lansirnog položaja.



Vertikalno lansiranje raketa Barak u sistemu PVO Defender

Kompletan sistem (Barak lanser i Flycatcher Mk 2) testiran je u decembru 2005. godine. Testiranje je obuhvatilo velik broj simuliranih opaljenja na realne ciljeve, prvenstveno izraelske avione F-16. Sa jedne tačke pratilo se 16 aviona F-16 istovremeno. Sistem je zatim prenesen na ispitni vatreni poligon Shdema na jugu pustinje Negav, gde su izvršena i završna ispitivanja u februaru 2006. godine.

M. K.

◀◀◀◀◀◀

SISTEM PVO JERNAS*

Kompanija MBDA je, na osnovu zahteva iz 2002. godine, isporučila Maleziji sistem za protivvazдушnu odbranu Jernas s raketama PVO kratkog dometa SHORAD (short-range air defence). Prema ugovoru, isporučeno je devet lansera, tri prateća radara i tri osmatračka radara,

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2006.

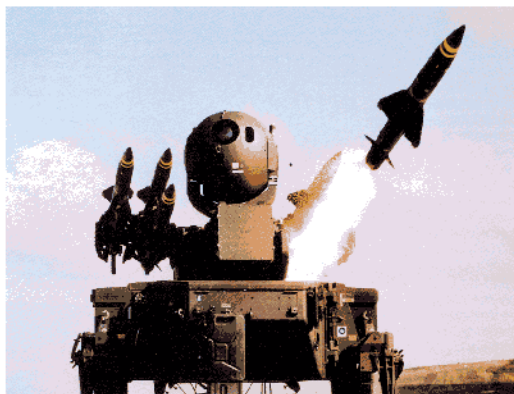
kao i najnovije rakete zemlja-vazduh Rapier Mk 2 SAM (surface-to-air missile). Vozila konfiguracije 4x4 izrađena su u Maleziji i njima se prevozi posada, zalihe i dodatne rakete Rapier Mk 2 SAM.

Očekuje se da će armija Malezije izvršiti prva vatrena ispitivanja sredinom 2006. godine. Jernas će biti prvi SHORAD sistem PVO koji se uvodi u upotrebu, a da ima mogućnosti uvezivanja u sistem PVO i korišćenja po svakom vremenu.

Dok je originalna raketa Rapier imala udarni upaljač, sadašnja proizvodnja raketa Rapier Mk 2 je sa ugrađenim blizinskim upaljačem u nosu rakete i eksplozivno-fragmentacionom bojnomo glavom. Te rakete imaju maksimalnu brzinu 2,5 Maha i domet veći od 8 km.

Jernas je treća generacija sistema PVO namenjenih da se suprotstave vazдушnim napadima i pretnjama kakve su veoma male krstareće rakete i smart oružja.

Svaki element sistema Jernas ugrađen je na platformu prikolice koju vuče terensko vozilo konfiguracije 4×4. Za razliku od nekih drugih sistema PVO, pojedini elementi sistema Jernas mogu da se transportuju helikopterom (vešanjem) radi brzog razmeštaja na terenu.



Sistem PVO Jernas

Lanser ima osam raketa Rapier Mk 2 u poziciji spremnoj za lansiranje. Između dve kutije sa po četiri rakete ugrađen je elektrooptički sistem za osmatranje i praćenje, namenjen da otkrije i prati ciljeve u dnevno-noćnim uslovima.

Radar 3-D omogućava da se istovremeno otkrije i prati do 75 ciljeva u svim vremenskim uslovima i automatski odredi prioritet onih ciljeva koje treba prve uništiti.

Kompanija MBDA predvidela je i mogućnost umrežavanja, čime je obezbeđeno da se višestruki lanseri s osam projektila integrišu sa pojedinačnim osmatračkim radarom putem borbene radio-mreže.

Jernas je u stvari, izvozna varijanta sistema Rapier Field Standard C koji je izrađen prema zahtevima britanske armije.

M. K.



RAKETNI LANSEER RPG-32*

U Jordanu je otvorena fabrika za sklapanje novih ruskih oružja dvostrukih mogućnosti, koja se lansiraju sa ramena a nose rusku oznaku RPG-32, a jordansku Hashim. To je varijanta prethodnog dobro poznatog i svuda prisutnog protivtenkovskog raketnog bacača RPG-7.

RPG-32 ima višenamenski lanser (pogodan za najmanje 200 projektila), namenjen za lansiranje dva tipa raketa 105 mm. Prva od njih ima tandem-kumulativnu bojnu glavu koja može da probije valjani homogeni čelični oklop debljine 700 mm iza dodatnog eksplozivnog reaktivnog oklopa, i druga sa termobaričkom

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2006.

bojnom glavom koja je već ranije uspješno isprobavana na lanseru RPG-27 kompanije Bazalt.

Osnovni podaci raketnog lansera RPG-32 su:

- masa projektila 7 kg
- masa lansera s projektilom na ramenu 10 kg
- dužina lansera 1,2 m
- domet 160 do 700 m.

Operator koristi optički nišan.

Kompanija Bazalt obavezala se da će završiti sve komponente i obaviti sva sistemski ispitivanja do juna ove godine.

Lanser Hashim će se sklapati u Jordanu, u zavodu kojim će upravljati kompanija JRESKO (Jordan-Russian Electronic Systems Company), koristeći pritom module za bojnu glavu, pogon i optički nišan koji su uvezeni iz Rusije.

M. K.

<<<<>>>>

SAVREMENA VOZILA ZA NBH IZVIDANJE*

Dok je svojevremeno Varšavski pakt svestrano razvijao vozila za nuklearno, biološko i hemijsko (NBH) izvidanje, to nije bio slučaj sa NATO. Činjenica je da je godinama samo armija Nemačke u sklopu NATO u većoj meri koristila oklopna NBH izviđačka vozila, kao i vozilo RLS Fuchs (6×6) koje i danas dominira na svetskom tržištu u svojoj klasi.

U proteklih nekoliko godina i druge zemlje prihvatile su vozilo RLS Fuchs ili su razvile vozila sličnih mogućnosti na sopstvenim šasijama vozila točkaša.

Sa povećanom opasnošću od terorizma u mnogim delovima sveta, veći broj država sada nabavlja NBH i BH sisteme detekcije i neophodnu prateću opremu. Ti sistemi obično se koriste u specijalnim jedinicama civilne zaštite. Tipična takva oprema, koju koristi i američka armija, jeste analitički laboratorijski sistem (ALS-SEP).

Postoje brojni neoklopni sistemi, kakav je engleski IBDS (Integrated Biological Detection System), čiji je nosilac proizvodnje kompanija Lockheed Martin UK JNSYS. Do sada je ukupno isporučeno 50 takvih sistema, a svaki se sastoji od kamiona (4×4), koji prevozi sisteme i vuče generator, i vozila Pincgauer (4×4) kojim se prevozi preostala ekipa i neophodne rezerve.

SAD imaju biološki detekcioni sistem JBPDS na šasiji višenamenskog vozila velike prohodnosti HMMWV. Prvih 35 sistema proizvedeno je za opremanje 375. hemijske čete armije SAD. Njihov drugi NBH izviđački sistem je JSLNBCRS, koji je razvila kompanija Northrop Grumman System, a nalazi se, takođe, na šasiji vozila HMMWV.

Iako postoje neka veoma specijalizovana vozila, za ove namene obično se koriste vozila zasnovana na šasijama postojećih oklopnih borbenih vozila, zbog očiglednih logističkih i trenažnih prednosti.

Postoje i brojna NBH izviđačka vozila koja su u fazi izrade prototipa ili je njihov razvoj znatno uznapredovao.

Kompanija Steyr-Daimler-Puch iz Austrije ponudila je NBH izviđačko vozilo na bazi svog oklopnog borbenog vozila Pandur, konfiguracije 6×6 i 8×8.

Kompanija BAE Systems Land Systems iz Velike Britanije nudi NBH

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2006.



NBH izviđačko vozilo Fuchs

verziju švajcarskog vozila MOWAG Piranha II (8×8), koje se po licenci proizvodi za zemlje Srednjeg istoka, uključujući Oman, Katar i Saudijsku Arabiju.

Francuska kompanija Panhard General Defense takođe je razvila NBH verziju svog, široko rasprostranjenog izviđačkog vozila VBL (4×4).

Nijedno od ova tri NBH izviđačka vozila još nije u redovnoj proizvodnji.

U nekim zemljama oklopna NBH izviđačka vozila bila su u sastavu specijalnih armijskih jedinica, dok druge zemlje imaju drugačiji pristup. Tako, holandska armija ta sredstva ima u sastavu inženjerije, dok britanska armija formira združeni HBRN puk. Bugarska je razvila i uvela u upotrebu oklopni NBH izviđački sistem Marizta, na osnovu ruskog višenamenskog oklopnog borbenog vozila MT-LB, koji se po licenci proizvodi u Bugarskoj već više godina. Kompletan sistem Marizta sadrži 6 komandnih vozila i 36 NBH izviđačkih vozila. Svako od izviđačkih vozila ima kompletnu opremu za detekciju, sistem za markiranje i opremu za vezu radi slanja informacija do komandnih vozila.

Najrasprostranjenije NBH izviđačko vozilo u francuskoj armiji je Renoov VAB oklopni transporter, kojih je već 4000 isporučeno, a dodatnih 1000 čeka za izvoz. Glavna namena ovog vozila je identifikacija, kvalifikacija i procena opasnosti, obele-

žavanje zone kontaminacije i prenošenje informacije u realnom vremenu do sledećeg stepena komandovanja. Na vozilu je ugrađena sledeća oprema: sistem za kondicioniranje vazduha; NBH sistem; MMI spektrometar; nuklearni detektor; meteorološki sistem; uređaji za uzimanje uzoraka; sistem za markiranje; sistem za navigaciju i komunikacijska oprema.

Posadu vozila čine komandir vozila, vozač, uzimalac uzoraka i analitičar.

Početkom 2005. godine Ujedinjeni Arapski Emirati (UAE) zaključili su ugovor o nabavci 32 nemačka NBH izviđačka vozila Fuchs nove generacije, namenjenih, takođe, da vrše detekciju, identifikaciju, markiranje, uzorkovanje i izveštavanje o NBH kontaminaciji na bojištu, što je brže moguće. Vozilo je izrađeno na bazi Rajnmetalovog oklopnog vozila Transportpanzer 1 (6×6), koji obezbeđuje posadi zaštitu od streljačkog naoružanja i parčadi granata, kao i zaštitu od NBH elemenata. Ovim vozilom opremljene su armije Nemačke (114), Holandije (8), Norveške (8), Saudijske Arabije (10), Velike Britanije (11) i SAD (123).

Američka verzija vozila Fuchs ima oznaku NBH izviđački sistem M93. Od 123 vozila prve generacije M93 koji su isporučeni SAD, do sada je već modernizovano 105 vozila na američki standard M93A1. Za potrebe operacija u Iraku neka od ovih vozila su zaštićena dodatnim oklopom i opremljena oružjem ugrađenim na krovu.

Za potrebe UAE Rajnmetalova fabrika u Kaselu proizvešće 32 vozila poslednje generacije Fuchs 2, koje ima mnoga poboljšanja u odnosu na vozila Fuchs koja su sada na upotrebi. Među njima su: bolje oslanjanje; ugradnja snažnijeg dizel motora MTU od 312,8 kW

(zadovoljava standard EURO III) u kompletu sa automatskom transmisijom ZF 6 HP602; efikasniji sistem kočenja; veći unutrašnji prostor (krov viši za 145 mm); centralno pumpanje pneumatika. Vozila Fuchs 2 imaju i amfibijske mogućnosti.

Standardna vozila Fuchs imaju maksimalnu borbenu masu 19 t, od čega je 5 t za koristan teret. Nova generacija Fuchs 2 ima maksimalnu borbenu masu 22 t, od čega je koristan teret 7,4 t. Bazno vozilo obezbeđuje zaštitu od pancirnih zrna 7,62 mm, ali se paketom pojačanja zaštita može podići i do nivoa zaštite od pancirnih zrna 14,5 mm.

Kompanija Rajnmetal sada radi na tri nove izvozne verzije vozila Fuchs, a to su: osnovno NBH izviđačko vozilo za detekciju i identifikaciju nuklearnih i hemijskih elemenata dok je vozilo u pokretu; visokospecijalizovano bio-izviđačko vozilo za detekciju bioloških bojnih agensa i komandno vozilo opremljeno borbenim informacionim sistemom.

Bio-izviđačko vozilo Fuchs je najnovija verzija koju je razvila kompanija sopstvenim sredstvima. Opremljeno je potpuno hermetizovanom komorom za analizu u vidu mikrobiološkog izolatora koji omogućava operatoru da radi potpuno odvojeno od infektivnog materijala. Genetske i imunološke metode koriste se za pouzdanu identifikaciju bioloških agensa.

Oba vozila mogu da sakupljaju uzorke tla, vode i vegetacije radi kasnije analize, kao i da markiraju zone kontaminacije i prenose informacije u realnom vremenu.

Kompanija RLS razvila je i proizvela NBH analitičku laboratoriju koja se sastoji od tri kontejnera koji se mogu transportovati vazdušnim putem. Prvi inostrani kupac bila je Švedska u 2005. godini.

Nemačka kompanija Krauss-Maffei Wegman razvija specijalnu NBH verziju



NBH izviđačko vozilo VAB (4×4)

najnovijeg oklopljenog vozila Dingo 2 (4×4). Vozilo Dingo 2 izrađeno je na bazi šasije vozila Mercedes-Benz U-5000 (4×4) za koje su rezervni delovi veoma dostupni širom sveta.

Japan je razvio i uveo u upotrebu specijalnu NBH izviđačku verziju komandno-komunikacijskog vozila Type 82 (6×6). Ono je opremljeno sistemima za detekciju i klasifikaciju raznih agensa. Japan je razvio i NBH izviđačko vozilo na bazi šasije guseničnog oklopnog transportera Type SU 60, koji je prvi put bio uveden u upotrebu pre više od 40 godina.

Kompanija Doosan Infracore Defense Products (ranije Daewoo) proizvela je najmanje dva specijalna vozila za armiju Republike Koreje. Prvo je NBH izviđačko vozilo K216A1 izrađeno na bazi šasije modifikovanog korejskog borbenog vozila pešadije (KIFV). Ono je opremljeno opremom za detekciju u koju su uključeni mobilni spektrometar (MM-1), sistem natpritisaka, sistem za opservaciju vremena i komplet za markiranje kontaminirane zone.

Kompanija je razvila i sistem za biološku identifikaciju i detekciju (BIDS) na bazi standardnog terenskog vozila 1,25 t (4×4). BIDS je opremljen integrisanim si-

stemom za biološku detekciju koji može da otkrije četiri tipa bioloških agensa, uključujući antraks, botulizam, kugu i velike boginje. Sistemom rukuje četveročlana posada koja ima kompletnu NBH zaštitu i sistem za kondicioniranje vazduha.

Standardno NBH izviđačko vozilo ruske armije i mnogih članica Varšavskog pakta niz godina bilo je na bazi oklopnog vozila BRDM-1 (4×4), a zatim poboljšani BRDM-2 sa mitraljezom 14,5 mm i 7,62 mm i specijalnom NBH opremom.

Rusija je razvila i NBH izviđačku verziju oklopnog transportera BTR-80 (8×8) koji je predviđen za hemijsku i radiološku detekciju u svim vremenskim uslovima. U njegovu opremu uključeni su uređaji za automatsko merenje jačine gama-zračenja i nivoa aktivne radiološke kontaminacije. Rusija razvija i NBH izviđačko vozilo na osnovu šasije samohodnih vozila 122 mm 2S1. Ono je opremljeno svestranim senzorima i standardnom opremom za markimi sistem KZO-2, zemaljski sistem navigacije i različite uređaje za detekciju bojnih otrova. U ove poslednje spada automatski gasni selektor GSP-1M ili GSA-12, poluautomatski sistem detekcije PPKhR i VPKhR i komunikacijska oprema. Postoje i specijalna komandna vozila RKhM-K s dodatnom komunikacijskom opremom, ali bez sistema za markiranje KZO-2.

Nedavno je Rusija obelodanila Dal NBH izviđačko vozilo na bazi modifikovanog guseničnog vozila ACRV. Na krovu vozila ugrađena je velika kupola sa laserskim sistemom koji rotira i snima prisustvo agensa u okolnoj atmosferi. Informacije sa lasera obrađuje ugrađeni kompjuter koji putem automatskog sistema za prenos podataka šalje informacije do centralne komandne stanice.

Pored laserskog detektora ovo vozilo nosi i druge senzore za radiološke i hemijske agense, što obezbeđuje potpuno izvršenje NBH zadataka na bojištu.

M. K.

<<<◇>>>

MODERNIZACIJA TAKTIČKIH VOZILA ARMIJE SAD*

Armija SAD je u avgustu 2005. godine započela modernizaciju taktičkih vozila točkaša pod oznakom EMIP (Expedited Modernization Initiative Procedure). Projektom modernizacije biće obuhvaćene tehnologije koje će poboljšati mogućnosti sadašnjih i budućih vozila taktičkog kontingenta točkaša.

Taktički kontingent danas obuhvata seriju kamiona M915, sisteme za paletni utovar, teške transportere za opremu, teške taktičke kamione povećanih mogućnosti, familiju srednjih taktičkih vozila i terenskih višenamenskih vozila visoke prohodnosti, kao i sve priključne prikolice.

Procesom EMIP naglašavaju se tehnologije koje daju rešenje u četiri bitne oblasti u borbi, a to su: sigurnost, mogućnost opstanka, pouzdanost i mogućnost održavanja i podrške, te povećanje distribucije i namene. Težište je na onim tehnologijama koje je moguće realizovati za šest meseci posle verifikacionih ispitivanja, koje su nove za armiju i nisu ispitivane na sadašnjim konfiguracijama vozila.

Vlada je do januara 2006. godine selektirala 89 tehnološki primenjivih ideja od 49 različitih ponuđača.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2006.

Primer poboljšanja već uvedenih u vozila točkaše predstavlja sistem za gašenje požara, ugrađen na armijska vozila visoke prohodnosti HMMWV (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle). Sada se radi na ugradnji ovih sistema na oko 11 000 vozila koja su na ratištima.

Druga, sistemski uvedena aplikacija biće specijalni izlazni panel na zadnjem delu vozila M115P1 za pomoćni rezervoar za gorivo zapremine 64 l, namenjen da poveća operativni radijus vozila HMMWV.

Sledeća platforma za tehnološke aplikacije obuhvatiće tehnološki spektar od novih vrsta pneumatika do individualnih kompleta za vozila.

M. K.

<<<<>>>>

LAKA BORBENA VOZILA WORLD CONQUEROR*

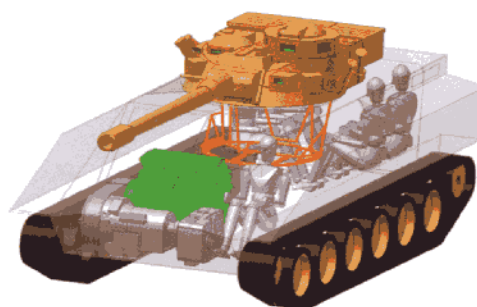
Familiju lakih borbenih vozila točkaša i guseničara, pod nazivom World conqueror (svetski osvajač), izrađenih na bazi zajedničkih modula, projektuje jordanški biro za projektovanje i razvoj KADDB u saradnji sa južnoafričkom kompanijom Mechanology Industries.

Pri projektovanju raznih varijanti točkaša i guseničara korišćen je zajednički komplet „Meccano set“ sa motorom, transmisijom i elementima oslanjanja. Modulami pogonski elementi sa svojim elementima oslanjanja mogu da se ukomponuju za varijante vozila sa četiri, šest ili osam točkova. Pogonsku grupu čine motor, transmisija i adijabetski sistem hlađenja, smešteni u jedinstvenom kućištu.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2006.

U skladu sa zahtevima kupaca, motor i pogonski sklopovi mogu da budu od raznih proizvođača iz Evrope i SAD.

Pri projektovanju je uvažena i mogućnost ugradnje električnog pogona (ili hibridnog električnog i gorivne ćelije).



*Koncept lakog guseničnog vozila
World Conqueror*

Kao oklopna borbená vozila ove familije biće uključene i logističke platforme sa četiri ili šest točkova, sa čeličnim ili mekim krovom, i u konfiguraciji 4×2, 4×4, 6×2, 6×4 i 6×6.

Za borbená vozila pešadije i oklopne transportere posebno je projektovan prednji deo zadnjim ili bočnim vratima.

I točkaši i guseničari imaju zajedničko oklopno telo. Laka gusenična platforma ima nominalnu masu od oko 18 t (22 t maksimalno) i predviđa se kao pogodna za ugradnju oruđa 90 mm, 105 mm ili 120 mm. Jedan od prioriternih kandidata za ugradnju je kupola Falcon II sa kompaktnim tenkovskim topom 120 mm RUAG L50.

Jedna od koncepcijskih varijanti je laki gusenični transporter World Conqueror od 14 t koji, pored vozača, prevozi četiri vojnika u zadnjem odeljenju, a opremljen je kupolom za dva člana posade i topom 90 mm DEFA.

Pogonska grupa obično sadrži dizel motor Cummins QSM11 od 219 kW i transmisiju Allison MD4560P.

M. K.

<<<◇>>>

NOVA VERZIJA VOZILA COUGAR*

Američka firma FPI (Force Protection Inc) izradila je novu lakšu varijantu svog oklopljenog vozila Cougar (Kugar), otpornog na mine.

Novo vozilo razvijeno je kao odgovor na narasle opasnosti od improvizovanih eksplozivnih naprava (IEN) koje su se pojavile u Iraku i koje traže promene u dosadašnjem pristupu u projektovanju vozila otpornih na mine.

Detalji novog vozila, nazvanog MUV-R (Mine Resistant Utility Vehicle – Rapid Deployable), objavljeni su na 11. evropskom simpozijumu za oklopna borbeno vozila, održanom na Akademiji odbrane u Velikoj Britaniji. Njegova specifičnost je odustajanje od upotrebe veoma izrazite V konfiguracije za pod oklopnog tela, koji je prvi



Vozilo MUV-R na nagibu

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2006.

put primenjen u Južnoj Africi pri projektovanju vozila Buffel i Casspir. Umesto toga, pod vozila MUV-R formira veoma debeli pljosnati klin koji je, kombinovan sa položajem oklopnog tela, što više udaljen od zemlje, tako da eksplozija improvizovanih eksplozivnih naprava, čiji se najveći deo generalno prostire duž tla, prolazi ispod vozila i što manje udara u njega.

Kao rezultat toga, MUV-R može da izdrži bočnu eksploziju od 23 kg TNT, udaljenu samo 2 m od vozila. Ispod bilo kog od četiri točka vozilo može da izdrži eksploziju od oko 14 kg TNT, a ispod oklopljenog tela 7 kg TNT.

U svojoj standardnoj konfiguraciji monolitno oklopno telo obezbeđuje zaštitu od pušanih zrna 7,62 mm, ali njegova balistička zaštita može da se poveća dodatnim oklopom do nivoa zaštite od pancirnih zrna 12,7 mm.

Kako povećanje visine od podloge do poda može da ima suprotan efekat za stabilnost vozila na bočnim nagibima, to je sprečeno upotrebom teških osovinjskih sklopova i relativno velikim pneumaticima Michelin 365/80 R20 sa Hačisonovim ran-flet ulošcima. Kao posledica toga, težište vozila je niže, pa je omogućena bezbedna upotreba na bočnim nagibima.

Oklopljena karoserija je dovoljno velika za smeštaj osoba okrenutih napred ili osam ako su neki okrenuti u stranu.

Ukupna širina vozila je 2,24 m, visina 2,26 m, a osovinjski raspon 3,51 m.

Nenatovareno vozilo MUV-R ima masu 6,8 t u svojoj osnovnoj konfiguraciji, dok sa borbenom opremom ima masu 7,7 t. Vozilo pokreće dizel motor Duramax V8 od 265 kW koji, u kompletu sa transmisijom Allison, obezbeđuje maksimalnu brzinu kretanja od 140 km/h.

Dr Dragoslav Ugarak,
pukovnik, dipl. inž.
Tehnički opitni centar,
Beograd

PRAĆENJE CILJA POMOĆU VIDEO SENZORA PRIMENOM ESTIMATORA SA VIŠE MODELA

UDC: 623.4.023 : 621.397] : 519.87

Rezime:

U radu je opisan matematički model praćenja cilja na osnovu određivanja uglova i daljine cilja obradom video snimaka u toku praćenja. Izvršena je sinteza višemodelskog (MM) estimatora stanja na bazi Kalmanovih filtera i utvrđena tačnost estimacije i predikcije kretanja cilja na konkretnom primeru.

Ključne reči: praćenje cilja, estimacija i predikcija cilja, modeli kretanja cilja i multimodelski estimator.

TARGET TRACKING BY VIDEO SENSOR WITH MULTIPLE MODEL APPROACH

Summary:

This paper presents mathematical model of target tracking based on angle and target range determination by analyzing video frames during the tracking. The multiple model approach is performed using Kalman filter, and estimation and target motion prediction accuracy is determined using concrete example.

Key words: target tracking; models, estimation and prediction of target motion, and multiple model estimator.

Uvod

Automatsko praćenje ciljeva podrazumeva prikupljanje i obradu informacija o kretanju cilja bez neposrednog učešća čoveka. Takav vid upravljanja zahteva istraživačke rezultate koji su vezani za mnoge naučne oblasti, pre svega matematike, mehanike, optoelektronike, automatskog upravljanja i drugih. Integracijom tih rezultata razvijen je niz modela automatskog praćenja cilja video-sistemima, koji se mogu svrstati u dve osnovne grupe, a to su:

- sistemi za praćenje na osnovu odstupanja karakteristika koje su izdvojene

iz slike cilja u odnosu na osu uređaja za praćenje,

- sistemi za praćenje na osnovu estimacije i predikcije pozicije cilja i parametara u odnosu na uređaj za praćenje.

Video-sistemi za praćenje ciljeva rade na bazi optoelektronskih kamera osetljivih na delove optičkog spektra elektromagnetnog zračenja. Po spektralnoj osetljivosti dele se na senzore vidljivog spektra ili televizijske kamere (TV) i senzore IC spektra ili termovizijske kamere (TTV). Ovi senzori formiraju svoje opservacije u vidu video signala dvodimenzionalnih slika registrovanih u regularnim vremenskim intervalima (obično

40 ms). Analizom formirane slike dobijaju se informacije o obeležjima cilja, kao što su vrsta cilja, srednji osvetljaj, boja, površina, dimenzije, dužina obvojnice (perimetar) cilja, koordinate karakterističnih tačaka cilja i drugi parametri.

Obradom signala sa senzora detektuje se cilj u vazдушnom prostoru i meri njegova pozicija. Izmereni položaj cilja sam po sebi ne određuje buduće kretanje cilja. Da bi se odredili parametri kretanja neophodno je da se pretpostavi ili detektuje način njegovog kretanja i matematički opišu procesi merenja i kretanja cilja. To predstavlja osnovu za matematički postupak određivanja parametara kretanja cilja i dovoljno precizno predviđanje njegovog budućeg položaja radi obezbeđivanja uslova za efikasno gađanje.

Praćenje cilja na osnovu estimacije stanja

Problem praćenja može se definisati kao problem određivanja parametara kretanja objekta u prostoru. Za realizaciju zadatka praćenja neophodno je ostvariti informacionu vezu sa objektom praćenja. To se ostvaruje sistemom senzora pomoću kojih se mere dostupni parametri. Da bi se u toku praćenja ostvarila neprekidna veza sa ciljem potrebno je vršiti usmeravanje vidnog polja senzora ka objektu praćenja. To znači da se praćenje sastoji od estimacije parametara kretanja cilja i od upravljanja kretanjem senzora radi usmeravanja ka objektu praćenja. Šematski prikaz postupka praćenja cilja na bazi estimacije njegovog stanja prikazan je na slici 1.



Sl. 1 – Strukturalna šema sistema praćenja cilja

Matematički model praćenja cilja sastoji se od jednačine kretanja cilja i jednačine merenja. Priroda kretanja cilja i procesa merenja je takva da su modeli (jednačine) kretanja cilja i merenja uvek nelinearni, bez obzira na izbor vektora stanja i koordinatnih sistema u kojima se problem rešava. Matematički modeli kretanja cilja i merenja zajedno predstavlja ju model praćenja cilja i dati su jednačinama:

$$\dot{x}(t) = f(x(t), t) + g(x(t), t)v(t) \quad (1)$$

$$z(t) = h(x(t), t) + w(t) \quad (2)$$

gde je $x(t)$ – vektor stanja dimenzije n_x , a $z(t)$ – vektor merenja dimenzije n_z .

Vektor stanja $x(t)$ je slučajni vektor za koji se pretpostavlja da ima početnu vrednost $x(0)$ koja predstavlja Gausov proces sa poznatom srednjom vrednosti i kovarijansnom matricom:

$$E[x(0)] = \hat{x}_0 \quad (3)$$

$$E[(x_0 - \hat{x}_0)(x_0 - \hat{x}_0)^T] = P_0$$

Vektor šuma procesa $v(t)$ dimenzije n_x , je beli Gausov proces sa nultim matematičkim očekivanjem i kovarijansnom matricom:

$$E[v(t)] = 0 \quad (4)$$

$$E[(v(t)v(\tau))^T] = Q(t)\delta(t - \tau)$$

Vektor šuma merenja $w(t)$ dimenzije n_z je beli Gausov proces sa nultim matematičkim očekivanjem i kovarijansnom matricom:

$$E[w(t)] = 0 \quad (5)$$

$$E[(w(t)w(\tau))^T] = R(t)\delta(t - \tau)$$

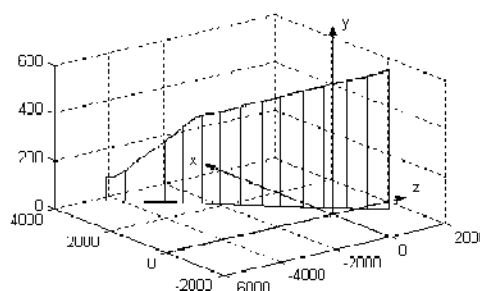
Jednačine (1) i (2) ne predstavljaju opšti oblik modela praćenja cilja, jer sadrže hipoteze o aditivnosti šuma procesa i šuma merenja i o Gausovom karakteru šumova i početnog stanja, što a priori nije slučaj. Primena datih jednačina zahteva upotrebu metoda nelinearne estimacije koje su veoma složene i čija on-line primena nema praktičnog opravdanja. Zato se uvek pribegava linearizaciji modela praćenja, koja se vrši linearizacijom nelinearnih funkcija f , g i h .

Savremeni postupci praćenja zasni-vaju se na upotrebi digitalnih računara, pa se model kretanja cilja i model merenja definišu u diskretnom vremenskom dome-nu. Cilj tokom vremena menja karakter svog kretanja pa se mora menjati i model njegovog kretanja ili parametri modela. To je postupak adaptacije modela kretanja cilja po kojem se realizuje praćenje.

Primer merenja pozicije cilja sa video-snimaka

Izvršeno je praćenje putanje borbenog aviona G2, koji je u toku leta sniman televizijskom kamerom. Merenje putanje

cilja ovom prilikom izvršeno je pomoću dva teodolita sa automatskim praćenjem u toku leta da bi se dobila referentna pu-tanja. Putanja aviona predstavlja let sa manevrom propinjanja u vertikalnoj ravni (slika 2).



Sl. 2 – Putanja aviona G2 snimljena sa dva teodolita

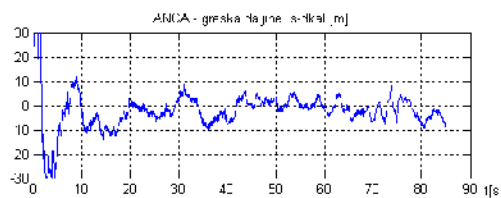
Obradom snimaka sa TV kamere jednog teodolita koji je pratio let aviona, dobijene su vrednosti ugaonih odstupanja centra cilja od optičke ose teodolita i da-ljine cilja. Na osnovu koordinata karakteristične tačke cilja u ravni slike određuju se uglovna odstupanja azimuta i elevacije cilja u odnosu na optičku osu senzora, a pomoću tri ili više tačaka cilja poznatih dimenzija može se odrediti daljina cilja.

Uglovi linije viziranja cilja mere se tako što ugrađeni davači u uređaju za praćenje mere uglove azimuta (α_s) i ele-vacije (β_s) nosača senzora koji ujedno predstavljaju uglove optičke ose video senzora. Uglovi azimuta (α_s) i elevacije (β_s) ose senzora mere se preciznim ugao-nim davačima, obično apsolutnim optičkim enkoderima, u koordinatnom siste-mu uređaja za praćenje cilja. Obradom video slike određuju se uglovi azimuta ($\Delta\alpha$) i elevacije ($\Delta\beta$) linije viziranja cilja u odnosu na optičku osu senzora. Za ka-

Za određivanje lokalnih uglova azimuta i elevacije linije viziranja cilja koriste se sledeće jednačine [1]:

Određivanje daljine cilja na osnovu poznavanja veličine cilja i koordinata karakterističnih tačaka (dna, vrha i krajeva krila) izvršeno je metodom lokacije trougla poznatih dužina stranica [2]. Promjena daljine cilja u zavisnosti od vremena prikazana je na slici 4.

Kalmanov filter sa kinematskim modelom približno konstantnog ubrzanja i adaptacijom na promene šuma procesa [3]. Nakon estimacije znatno je smanjena greška ocene daljine cilja, što se vidi sa slike 5.



Skoro svi noviji postupci za ocenjivanje stanja koriste diskretni Kalmanov filter. On daje najpreciznije ocene stanja, pod uslovom da model cilja tačno opisuje njegovo kretanje, kao i da šumovi prisutni u modelima cilja i merenja predstavljaju bele šumove. Važna osobina Kalmanovog filtera je rekurzivnost koja omogućava racionalno korišćenje računarske memorije i kratko trajanje proračuna. To ga, ujedno, čini pogodnim za primenu u sistemima za upravljanje vatom [4, 5, 6].

Model kretanja cilja i model merenja

Na osnovu podataka o uglovnoj poziciji i daljini cilja, dobijenih obradom video-snimaka, kao u prethodnom primeru, za potrebe praćenja i gađanja cilja potrebno je izvršiti estimaciju i predikciju njegovog kretanja. Iskustva pokazuju da su estimacija metodom najmanjih kvadrata i Kalmanov filter [5, 6] opšteprihvaćene i uobičajene metode estimacije u savremenim sistemima za praćenje ciljeva. Posebno je pogodna primena sofisticiranih metoda Kalmanovog filtera na probleme praćenja visokomanevrišućih ciljeva.

Primena Kalmanovog filtera zahteva poznavanje modela kretanja cilja. Široko korišćeni su kinematski modeli izvedeni iz prostih jednačina kretanja sa konstantnom brzinom i konstantnim ubrzanjem [6]. Diskretna dinamička jednačina sistema je:

$$x(k+1) = F(k)x(k) + \Gamma(k)v(k) \quad (7)$$

Ovde je $x(k)$ vektor stanja čiji elementi su pravouglo koordinata, komponente brzine i ubrzanja cilja:

$$x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4 \ x_5 \ x_6 \ x_7 \ x_8 \ x_9]^T = [x \ \dot{x} \ \ddot{x} \ y \ \dot{y} \ \ddot{y} \ z \ \dot{z} \ \ddot{z}] \quad (8)$$

a $v(k)$ je skalarna veličina šuma procesa, bela Gausova sekvenca nulte sredine, sa kovarijansom:

$$E[v(k)v(j)^T] = Q(k)\delta_{kj} \quad (9)$$

Za usvojeni model kretanja cilja matrice $F(k)$, $\Gamma(k)$ i $Q(k)$ su poznate i kasnije će biti prikazane za pojedine modele.

Jednačina diskretnih merenja glasi:

$$z(k) = H(k)x(k) + w(k), \quad k = 1, 2, \dots \quad (10)$$

Ovde je $H(k)$ matrica merenja, a $w(k)$ je šum merenja, sekvenca belog Gausovog šuma sa nultom sredinom i kovarijansom:

$$E[w(k)w(j)^T] = R(k)\delta_{kj} \quad (11)$$

gde je δ_{kj} Kronekerova (diskretna) delta funkcija:

$$\delta_{kj} = \begin{cases} 1, & k = j \\ 0 & k \neq j \end{cases} \quad (12)$$

Ako se u toku praćenja cilja meri samo njegova pozicija, matrica merenja H glasi:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Pozicija cilja meri se u sfernim koordinatama (α , β , d), koje se nakon uravnavanja prevode u pravouglo koordinata (x , y , z).

Vektor merenja u sfernom koordinatnom sistemu i kovarijansna matrica grešaka merenja sfernih koordinata su:

$$z = \begin{bmatrix} \alpha_m \\ \beta_m \\ d_m \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$R = \begin{bmatrix} \sigma_\alpha^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_\beta^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_d^2 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Greške merenja sfernih koordinata su međusobno i vremenski nekorelisani beli Gausovi šumovi nultih matematičkih očekivanja.

U primeru određivanja putanje cilja obradom video-snimaka izvršeno je uravnavanje daljine cilja pomoću Kalmanovog filtera sa dva kinematska modela, pri čemu je dobijeno da je tačnost određivanja daljine:

$$\sigma_d = 10m \quad (16)$$

Utvrđeno je da varijanse merenja ugaone pozicije cilja iznose:

$$\begin{aligned} \sigma_\alpha^2 &= \sigma_{\alpha s}^2 + \sigma_{\Delta\alpha}^2 = 10^{-6} \text{ rad}^2 = 1 \text{ mrad}^2 \\ \sigma_\beta^2 &= \sigma_{\beta s}^2 + \sigma_{\Delta\beta}^2 = 10^{-6} \text{ rad}^2 = 1 \text{ mrad}^2 \end{aligned} \quad (17)$$

Matrica kovarijansi merenja sfernih koordinata u datom primeru ne zavisi od vremena i iznosi:

$$R = \begin{bmatrix} 10^{-6} & 0 & 0 \\ 0 & 10^{-6} & 0 \\ 0 & 0 & 10^2 \end{bmatrix} \quad (18)$$

Greške merenja sfernih koordinata su međusobno i vremenski nekorelisani beli Gausovi šumovi nultih matematičkih očekivanja.

Pravougle koordinate putanje cilja u lokalnom zemaljskom koordinatnom sistemu date su jednačinama:

$$\begin{aligned} x &= d \cos \beta \cos \alpha \\ y &= d \sin \beta \\ z &= d \cos \beta \sin \alpha \end{aligned} \quad (19)$$

Greške određivanja koordinata (x, y, z) mogu se, razvojem jednačina (19) u Tejlorov red, dobiti u vidu linearne zavisnosti od grešaka merenja polarnih koordinata (α , β , d). Za određivanje matrice kovarijansi grešaka merenja u pravouglim koordinatama može se tada upotrebiti relacija:

$$R_x = D R D^T \quad (20)$$

gde su:

$$R_x = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_{xy}^2 & \sigma_{xz}^2 \\ \sigma_{xy}^2 & \sigma_y^2 & \sigma_{yz}^2 \\ \sigma_{xz}^2 & \sigma_{yz}^2 & \sigma_z^2 \end{bmatrix} \quad (21)$$

$$D = \frac{\partial(x, y, z)}{\partial(\alpha, \beta, d)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \alpha} & \frac{\partial x}{\partial \beta} & \frac{\partial x}{\partial d} \\ \frac{\partial y}{\partial \alpha} & \frac{\partial y}{\partial \beta} & \frac{\partial y}{\partial d} \\ \frac{\partial z}{\partial \alpha} & \frac{\partial z}{\partial \beta} & \frac{\partial z}{\partial d} \end{bmatrix} \quad (22)$$

Rešavanjem matrice jednačine (22) dobija se:

$$\begin{aligned} \sigma_x^2 &= z^2 \sigma_\alpha^2 + \frac{x^2 y^2}{x^2 + z^2} \sigma_\beta^2 + \frac{x^2}{d^2} \sigma_d^2 \\ \sigma_y^2 &= (x^2 + z^2) \sigma_\beta^2 + \frac{y^2}{d^2} \sigma_d^2 \\ \sigma_z^2 &= x^2 \sigma_\alpha^2 + \frac{y^2 z^2}{x^2 + z^2} \sigma_\beta^2 + \frac{z^2}{d^2} \sigma_d^2 \\ \sigma_{xy}^2 &= -xy \sigma_\beta^2 + \frac{xy}{d^2} \sigma_d^2 \\ \sigma_{xz}^2 &= -xz \sigma_\alpha^2 + xz \frac{y^2}{x^2 + z^2} \sigma_\beta^2 + \frac{xz}{d^2} \sigma_d^2 \\ \sigma_{yz}^2 &= -yz \sigma_\beta^2 + \frac{yz}{d^2} \sigma_d^2 \end{aligned} \quad (23)$$

Greške određivanja pravougljih koordinata su beli Gausovi šumovi nultih matematičkih očekivanja koji nisu vremenski korelisani, ali jesu međusobno. Varijanse i kovarijanse pravougljih koordinata date su jednačinama (23), kao funkcije merenih pravougljih koordinata (x_m, y_m, z_m) i varijansi merenih sfernih koordinata.

Predikcija kretanja cilja i ocena efikasnosti praćenja

Rešavanje problema estimacije stanja objekta praćenja odnosi se na objekte poznatih manevarskih sposobnosti. Njegovo kretanje opisuje se stohastičkim diferencijalnim jednačinama, čime je obuhvaćeno delovanje slučajnih ili organizovanih smetnji. Polazeći od diskretnih stohastičkih merenja jednog broja veličina stanja objekta praćenja potrebno je, u realnom vremenu, odrediti vektor stanja objekta praćenja. Pored toga, potrebno je predvideti buduće ponašanje objekta praćenja (predikcija stanja).

Predikcija je estimacija stanja u trenutku m posle raspoloživog intervala podataka $k < m$. U sistemima upravljanja vatrom PVO primenjuje se predikcija kretanja cilja u pokretnoj tački koja je za L koraka posle trenutne tačke merenja k , pri čemu veličina intervala L odgovara vremenu preticanja cilja:

$$\hat{x}(k + L/k) = \left[\prod_{j=0}^{L-1} F(k + L - 1 - j) \right] \hat{x}(k/k) \quad (24)$$

U slučaju povremenih prekida merenja, na primer zbog trenutnog gubljenja cilja

u toku praćenja, da bi se sprečio prekid praćenja, estimacija vektora stanja zamenjuje se predikcijom. Dakle, kada privremeno izostane merenje pozicije cilja, praćenje kretanja cilja odvija se na osnovu predikcije njegove pozicije koja se računa korak po korak, do ponovnog uspostavljanja merenja.

Izlazna veličina postupka praćenja ili estimacije kretanja cilja je ocena vektora stanja koja sadrži ocene koordinata cilja, komponenti brzine i ubrzanja. Te veličine koriste se za predviđanje položaja cilja, odnosno tačke susreta projektila i cilja. Verovatnoća pogađanja cilja zavisi od tačnosti ocena navedenih kinematskih veličina. Za ocenjivanje efikasnosti praćenja cilja mogu se posmatrati sledeće veličine:

1. Greška ocene pozicije cilja:

$$e_{poz}(t) = \sqrt{[x(t) - \hat{x}(t)]^2 + [y(t) - \hat{y}(t)]^2 + [z(t) - \hat{z}(t)]^2} \quad (25)$$

2. Greška predikcije cilja:

$$e_{pre}(t) = \sqrt{[x(t) - x_p(t)]^2 + [y(t) - y_p(t)]^2 + [z(t) - z_p(t)]^2} \quad (26)$$

3. Standardno odstupanje pozicije cilja:

$$\sigma_{poz}(t) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [e_{poz}(t) - e_{pozr}(t)]^2} \quad (27)$$

4. Standardno odstupanje predikcije cilja:

$$\sigma_{pre}(t) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [e_{pre}(t) - e_{presr}(t)]^2} \quad (28)$$

U datom primeru srednja daljina aviona je 2,5 km, čemu odgovara vreme leta projektila oko 3 s. Zato će predikcija vektora stanja biti određena za $L=75$ tačaka. Standardna odstupanja ocene pozicije cilja i predikcije pozicije cilja biće određena za sredinu intervala od $N=100$ tačaka, koji će biti pomešan za po jednu tačku unapred u toku praćenja cilja.

Hipoteze o kretanju cilja

Najsloženije kretanje ciljeva koji lete izvide avioni. Ono je složena funkcija performansi letelice, veštine pilota, taktike napada, slučajnih poremećaja i slično. Zato je nemoguće precizno opisati proizvoljno kretanje cilja bez poznavanja veličine upravljačkih parametara, aerodinamičkih i pogonskih parametara letelice, stanja atmosfere i dejstva slučajnih poremećaja. Međutim, postoje posebni slučajevi leta cilja koji se mogu precizno matematički opisati uprošćenim modelima u kojima se ne pojavljuju nepoznate veličine. To su ustaljeni režimi leta koji se primenjuju tokom većeg dela vremena leta aviona, dok se promena načina kretanja vrši u neustaljenom režimu leta, takozvanim manevrom. Na osnovu toga uvode se sledeće hipoteze o kretanju cilja:

- hipoteza o pravolinijskom letu konstantnom brzinom;
- hipoteza o letu sa konstantnim vektorom ubrzanja;
- hipoteza o neustaljenom režimu leta.

Ove hipoteze omogućavaju da se uvedu sledeći matematički modeli kretanja cilja:

- model približno konstantne brzine (NCV);
- model približno konstantnog ubrzanja (NCA);

- model eksponencijalno korelisanog ubrzanja (ECA).

Prva dva modela predstavljaju ustaljeno kretanje cilja i omogućavaju precizno praćenje i predviđanje tačke susreta cilja i projektila. Treći model predstavlja neustaljeno kretanje cilja (manevr) i omogućava precizno pozicioniranje senzora i stabilno praćenje cilja, ali manje precizno predviđanje tačke susreta.

Režimi kretanja cilja su procesi slučajnog karaktera, tako da je neizvesno koliko vremena i po kojoj od datih hipoteza će se cilj kretati. Osnovni problem jeste da se u toku praćenja odredi po kojoj hipotezi se odvija kretanje cilja. To se rešava određivanjem verovatnoće tačnosti pojedinih hipoteza kretanja cilja u toku praćenja i primenom najverovatnijeg modela.

Model približno konstantne brzine

Model približno konstantne brzine podrazumeva da su male promene brzine kretanja cilja date kao beli šum procesa sa nultom srednjom vrednosti u toku perioda uzorkovanja T . Jednačina stanja modela približno konstantne brzine za jednu koordinatu prikazana je u [3]. Proširivanjem tih jednačina na tri koordinate dobijaju se sledeće matrice:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & T & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & T & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (29)$$

$$Q = Sv \begin{bmatrix} \frac{T^4}{4} & \frac{T^3}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{T^3}{2} & T^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{T^4}{4} & \frac{T^3}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{T^3}{2} & T^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{T^4}{4} & \frac{T^3}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{T^3}{2} & T^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (30)$$

$$Sv = \begin{bmatrix} \sigma_{vx}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{vx}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{vx}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{vy}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{vy}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{vy}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{vz}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{vz}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{vz}^2 \end{bmatrix} \quad (31)$$

Varijanse šuma procesa $\sigma_{vx}^2, \sigma_{vy}^2$ i σ_{vz}^2 određuju se saglasno veličini komponenti srednjeg ubrzanja po koordinatama:

$$a_{sv(x,y,z)} = \frac{\Delta V_{(x,y,z)}}{T} \quad (32)$$

Nakon inicijalizacije Kalmanovog filtera usvaja se niža vrednost šuma $\sigma_{v(x,y,z)}^2 = 1$, a zatim se posle izračunavanja prve vrednosti komponenti srednjeg ubrzanja, u kliznom prozoru od 50 tačaka, uvodi nova vrednost za varijansu šuma procesa po obrascu:

$$\sigma_{v(x,y,z)}^2 = 10a_{sv(x,y,z)} \quad (33)$$

Ove vrednosti se neprestano određuju pomeranjem kliznog prozora korak po korak do kraja praćenja, tako da se nivo šuma procesa, koji se definiše pomoću varijansi, neprekidno prilagođava promenama ubrzanja cilja. Faktor uvećanja srednjeg ubrzanja od 10 puta u formuli (33) određen je eksperimentalno, tako da se dobije najmanja greška estimacije i predikcije cilja. Veće uvećanje varijanse šuma povećava oscilatornost procesa i uvećava grešku predikcije. Smanjenje nivoa šuma (vrednosti varijanse) smanjuje oscilatornost procesa, ali uvećava greške estimacije i predikcije. Početne vrednosti varijansi od $\sigma_{v(x,y,z)}^2 = 1$ ne utiču bitno na greške estimacije i predikcije u toku praćenja i neznatno utiču na prelazni proces u početku rada estimatora.

Model približno konstantnog ubrzanja

Ovaj model podrazumeva da se u toku perioda uzorkovanja T ubrzanje cilja uvećava za vrednost šuma procesa $v(t)$, koji je beli šum sa nultom srednjom vrednosti. Jednačine ovog modela za jednu koordinatu izvedene su u [3], a proširivanje modela na kretanje cilja u prostoru 3D može se ostvariti uvođenjem sledećih vrednosti matrica:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & T & T^2/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & T & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & T & T^2/2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T & T^2/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (34)$$

$$Q = S_v \begin{bmatrix} \frac{T^4}{4} & \frac{T^3}{2} & \frac{T^2}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{T^3}{2} & T^2 & T & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{T^2}{2} & T & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{T^4}{4} & \frac{T^3}{2} & \frac{T^2}{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{T^3}{2} & T^2 & T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{T^2}{2} & T & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{T^4}{4} & \frac{T^3}{2} & \frac{T^2}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{T^3}{2} & T^2 & T \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{T^2}{2} & T & 1 \end{bmatrix} \quad (35)$$

Ovde je S_v matrica varijansi šumova procesa po koordinatama $S_v = f(\sigma_{vx}^2, \sigma_{vy}^2, \sigma_{vz}^2)$ data relacijom (31).

Vrednosti varijansi šuma procesa određuju se saglasno promeni komponenti srednjeg ubrzanja $\Delta a_{sr(x,y,z)}$ koje se određuju prema [3]. Pri tome se varijanse računaju kao:

$$\sigma_{v(x,y,z)}^2 = 0,001 \Delta a_{sr(x,y,z)} \quad (36)$$

Vrednosti za priraštaj ubrzanja $\Delta a_{sr(x,y,z)}$ neprestano se računaju u pokretnom kliznom prozoru od 50 tačaka. Vrednost konstante kojom se množi prirast ubrzanja od 0,001 određena je eksperimentalno, tako da se dobijaju najmanje greške estimacije i predikcije pozicije cilja. Usvojeno je da početna vrednost varijanse šuma iznosi 0,01. Uticaj promene vrednosti varijansi šuma procesa na tačnost estimacije i predikcije sličan je kao u prethodnom slučaju.

Model sa promenljivim ubrzanjem

Prethodni modeli dobro aproksimiraju ustaljene režime kretanja cilja sa konstantnom brzinom ili ubrzanjem, ali ne mogu dobro da aproksimiraju neustaljeno kretanje kada cilj vrši manevar. Za ciljeve koji manevrišu obično se koristi model sa eksponencijalno koreliranim ubrzanjem [5, 6]. Kretanje cilja sa manevarom u prostoru 3D može se modelirati uvođenjem sledećih vrednosti matrica:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & T & T^2/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & T & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & T & T^2/2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T & T^2/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (37)$$

$$Q = S_v \begin{bmatrix} \frac{T^5}{20} & \frac{T^4}{8} & \frac{T^3}{6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{T^4}{8} & \frac{T^3}{3} & \frac{T^2}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{T^3}{6} & \frac{T^2}{2} & T & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{T^5}{20} & \frac{T^4}{8} & \frac{T^3}{6} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{T^4}{8} & \frac{T^3}{3} & \frac{T^2}{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{T^3}{6} & \frac{T^2}{2} & T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{T^5}{20} & \frac{T^4}{8} & \frac{T^3}{6} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{T^4}{8} & \frac{T^3}{3} & \frac{T^2}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{T^3}{6} & \frac{T^2}{2} & T \end{bmatrix} \quad (38)$$

Ovde je S_v matrica varijansi šumova procesa po koordinatama $S_v = f(\sigma_{vx}^2, \sigma_{vy}^2, \sigma_{vz}^2)$, data relacijom (31).

Vrednosti varijansi šuma procesa kod ovog modela određuju se proporcionalno sa kvadratom ubrzanja, tako da je:

$$\sigma_{v(x,y,z)}^2 = 0,15 \Delta a_{sr(x,y,z)}^2 \quad (39)$$

Vrednosti za priraštaj ubrzanja $\Delta a_{sr(x,y,z)}$ neprestano se računaju u pokretnom kliznom prozoru od 50 tačaka. Faktor proporcionalnosti 0,15 određen je eksperimentalno. Usvojeno je da početna vrednost varijanse šuma iznosi 0,15. Uticaj promene vrednosti varijansi šuma procesa na tačnost estimacije i predikcije sličan je kao u prethodnim slučajevima.

Estimacija primenom više modela

U ovom pristupu sistem se ponaša po jednom od konačnog broja modela. Pri tome se koristi Bajesova formula za određivanje verovatnoće modela. Na osnovu Bajesovih rezultata svaki model startuje sa apriornom verovatnoćom, a odgovarajuće posteriorne verovatnoće izračunavaju se pri svakom koraku rada estimatora.

Ovde će se primeniti statički slučaj, kada je ponašanje pojedinih estimatora nezavisno od rezultata drugih estimatora, a rezultujuća izlazna estimacija dobija se kao suma pojedinih estimacija pomnoženih sa njihovim verovatnoćama.

Sistem u toku vremena može da menja model ponašanja, ali se u svakom trenutku ponaša po jednom od n poznatih modela:

$$x(k+1) = F_j(k)x(k) + \Gamma_j(k)v_j(k), \quad (40)$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

Ovde je $x(k)$ stanje sistema, a $v_j(k)$ su Gausovi beli šumovi procesa sa kovarijansama $Q_j(k)$.

Hipoteza da se sistem u nekom trenutku ponaša prema j -tom modelu označava se sa M_j . Verovatnoća da je hipoteza tačna iznosi:

$$\mu_j(k) = \Pr \{M_j | Z^k\} \quad (41)$$

gde je Z^k realizovana vremenska sekvenca merenja do trenutka $t_k = kT$:

$$Z^k = \{z(0), z(1), \dots, z(k)\} \quad (42)$$

Merenja su definisana opservacionim modelom:

$$z(k) = H(k)x(k) + w(k) \quad (43)$$

gde je $w(k)$ Gausov beli šum kovarijanse $R(k)$.

Početna verovatnoća da je tačna hipoteza M_j , iznosi:

$$\mu_j(0) = \Pr \{M_j | Z^0\} \quad (44)$$

Pri tome je očigledno da važi:

$$\sum_{j=1}^n \mu_j(0) = 1 \quad (45)$$

Primenom Bajesove formule [6] uslovna verovatnoća da je hipoteza M_j tačna može se izraziti u sledećem obliku:

$$\mu_j(k) = \frac{\Lambda_j(k) \mu_j(k-1)}{\sum_{i=1}^n \Lambda_i(k) \mu_i(k-1)} \quad (46)$$

Ovde je $\Lambda_j(k)$ funkcija verodostojnosti modela M_j u trenutku t_k , koja je za linearni Gausov model data sa:

$$\begin{aligned}\Lambda_j(k) &= f(z(k) | Z^{k-1}, M_j) \\ &= f(y_j(k)) = N\{y_j(k); 0, S_j(k)\}\end{aligned}\quad (47)$$

gde su y_j i S_j inovacija i njena kovarijansa za filter koji odgovara modelu M_j , a $f(\cdot)$ je funkcija gustine raspodele inovacije, koja ima normalnu raspodelu.

Rekurzivno izračunavanje verovatnoće modela počinje sa datom početnom verovatnoćom (44), za koju se obično uzima da iznosi $1/n$, i nastavlja se pomoću (46) za $k=1, 2, \dots$. Pri tome se funkcija verodostojnosti određuje pomoću formule:

$$\Lambda_j(k) = \frac{\exp[-0,5 y_j(k)^T S_j(k)^{-1} y_j(k)]}{\{(2\pi)^n \det[S_j(k)]\}^{1/2}} \quad (48)$$

Izlaz svakog filtera je modelom uslovljena ocena stanja $\hat{x}_j(k/k)$ sa kovarijansom $P_j(k/k)$ i funkcijom verodostojnosti $\Lambda_j(k)$.

Pod pretpostavkom da je funkcija gustine raspodele verovatnoća stanja sistema Gausova miksovana od n izlaza:

$$\begin{aligned}f(x(k) | Z^k) &= \\ &= \sum_{j=1}^n \mu_j(k) N\{x(k); \hat{x}_j(k/k), P_j(k/k)\}\end{aligned}\quad (49)$$

kombinacija modelom uslovljenih ocena stanja i matrica kovarijansi kombinovane ocene iznosi:

$$\hat{x}(k/k) = \sum_{j=1}^n \mu_j(k) \hat{x}_j(k/k) \quad (50)$$

$$\begin{aligned}P(k/k) &= \sum_{j=1}^n \mu_j(k) \{P_j(k/k) + \\ &+ [\hat{x}_j(k/k) - \hat{x}(k/k)][\hat{x}_j(k/k) - \hat{x}(k/k)]^T\}\end{aligned}\quad (51)$$

Dati izrazi su tačni pod pretpostavkama da se tačan model nalazi unutar skupa razmatranih modela i da su od početnog vremena na snazi isti modeli. Prva pretpostavka je razumljiva aproksimacija, dok druga nije tačna za promenljive modele, jer kada počne manevar dolazi do promene modela i tada se javljaju skokovi sa modela na model. U slučaju prebacivanja modela mogu se uvesti veštačke verovatnoće modela po određenom kriterijumu.

Ovaj pristup daje konzistentne estimacije ako skup modela uključuje pravi model, tako da nema skokova sa modela na model. Tada verovatnoća tačnog modela konvergira ka jedinici.

Primenom izložene metode urađen je MM estimator sa kinematskim modelima približno konstantne brzine (NCV), približno konstantnog ubrzanja (NCA) i eksponencijalno korelisanog ubrzanja (ECA), sa prethodno usvojenim parametrima koji se ne menjaju u toku praćenja cilja.

Primer estimacije kretanja cilja sa više modela

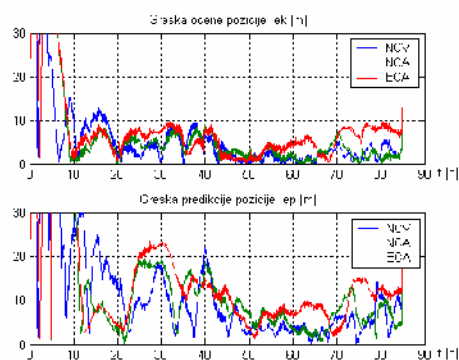
Pri kretanju cilja, u opštem slučaju, dolazi do slučajne promene režima leta. Pri tome se u svakom trenutku cilj kreće po jednom od opisanih ustaljenih režima

ili po neustaljenom režimu. Modeli približno konstantne brzine i približno konstantnog ubrzanja dovoljno precizno opisuju ustaljeno kretanje cilja, dok model eksponencijalno korelisanog ubrzanja približno opisuje neustaljeno kretanje cilja. Da bi praćenje cilja bilo stabilno, a njegova predikcija pozicije što tačnija, uvek kada promeni način kretanja mora se promeniti i model koji opisuje kretanje cilja. Postoji više načina prilagođavanja modela praćenja kretanja cilja. To su promena parametara jedinstvenog modela cilja ili promena modela i parametara praćenja. U opštem slučaju, promena načina kretanja cilja nije poznata, pa se pribegava istovremenoj primeni više modela kretanja cilja paralelnom upotrebom više Kalmanovih filtera. To su takozvani estimatori sa više modela (MM – multimodel), statičkog ili dinamičkog tipa, koji određuju verovatnoću za svaki paralelno spregnuti model sa kojom modeli aproksimiraju trenutno kretanje cilja. Izlazne estimacije stanja i kovarijanse kod MM estimatora su sume estimacija pojedinih modela, pomnožene njihovim verovatnoćama.

Za eksperiment praćenja aviona, obrađen kroz primere u ovom radu, radi prikaza mogućnosti estimacije i predikcije kretanja cilja za potrebe praćenja i prećicanja, urađen je statički multimodel estimator sa paralelno spregnuta tri Kalmanova filtera na osnovu prethodno opisanih modela (NCV, ACV i ECA). Kod statičkog MM estimatora nakon inicijalizacije filteri rade paralelno sa svojim jedinstvenim estimacijama stanja cilja. Verovatnoće da se cilj kreće saglasno nekom od primenjenih modela određuju se primenom Bajesove teoreme pomoću

funkcija verodostojnosti (46). Izlazne vrednosti ocene vektora stanja i odgovarajuće kovarijanse dobijaju se sabiranjem ocena veličina stanja ili kovarijansi pojedinih filtera pomnoženih sa verovatnoćama njihove realizacije, kao što je dato jednačinama (50) i (51).

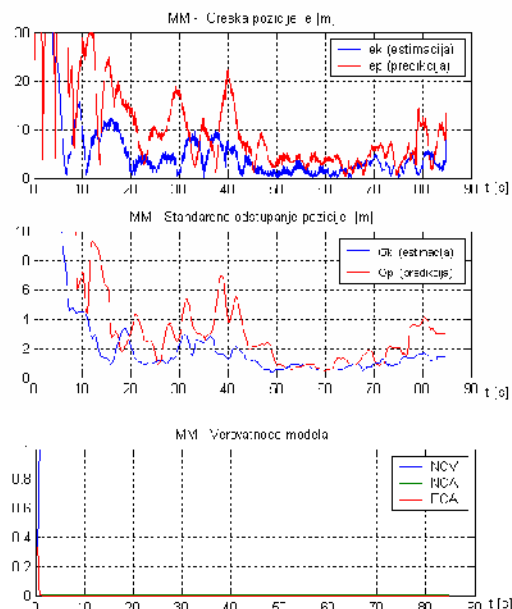
Rezultati paralelnog proračuna za sva tri modela prikazani su u vidu dijagrama na slici 6, koji prikazuju greške estimacije i greške predikcije pozicije cilja u odnosu na referentnu putanju. Na slici 7 dati su dijagrami greške estimacije i predikcije pozicije i standardna odstupanja za MM estimator i verovatnoće modela. Vidi se da je najverovatniji model približno konstantne brzine, što odgovara prirodi kretanja cilja u datom primeru.



Sl. 6 – Greške estimacije i predikcije pozicije za tri modela kretanja cilja

Rezultati paralelnog proračuna za sva tri modela prikazani su u vidu dijagrama na slici 6, koji prikazuju greške estimacije i greške predikcije pozicije cilja u odnosu na referentnu putanju. Na slici 7 dati su dijagrami greške estimacije i predikcije pozicije i standardna odstupanja za MM estimator i verovatnoće modela. Vidi

se da je najverovatniji model približno konstantne brzine, što odgovara prirodi kretanja cilja u datom primeru.



Sl. 7 – Greške estimacije i predikcije pozicije i standardna odstupanja za MM estimator

Zaključak

U radu je izvršena sinteza estimatora za estimaciju i predikciju kretanja cilja na osnovu obrade podataka praćenja cilja pomoću video senzora. Pri tome su primenjena tri modela kretanja cilja, sa približno konstantnom brzinom (NCV), približno konstantnim ubrzanjem (NCA) i model sa eksponencijalno koreliranim ubrzanjem (ECA), koji predstavlja manevrišući cilj. Kao konačno rešenje predložen je višemodelski (MM) estimator od tri paralelna Kalmanova filtera (NCV, NCA i ECA) sa kombinovanim izlaznim estimacijama i predikcijama kretanja cilja. Usvojeni su

modeli sa devet veličina stanja, po tri pravouglove koordinate cilja, komponente brzine i ubrzanja. Merene veličine su pravouglove koordinate cilja, koje se dobijaju iz filtriranih sfernih koordinata, na osnovu sukcesivne obrade video snimaka cilja. Eksperimentalni rezultati pokazuju da se greške estimacije pozicije cilja kreću u granicama do 10 m na daljini do 5 km, a da se sa približavanjem cilja smanjuju na 2 do 3 m. Greške predikcije su nešto veće na početku praćenja, kada iznose do 20 m singularno, da bi se sa približavanjem cilja smanjivale na 2 do 5 m.

Može se konstatovati da je ostvaren doprinos u postavljanju nove metode praćenja ciljeva, zasnovane isključivo na primeni video senzora. Pasivni video senzori se redovno primenjuju u sistemima PVO, uz upotrebu aktivnih senzora za određivanje daljine cilja. Mogućnosti njihove primene proširene su postavljanjem nove metode određivanja daljine cilja i novog modela njegovog praćenja. Pri tome je izvršen optimalni izbor modela i parametara adaptacije paralelno primenjenih Kalmanovih filtera u višemodelskom estimatoru. Rezultatima sprovedenih eksperimentalnih istraživanja uspešno je potvrđen izbor optimalnih rešenja adaptacije estimatora i mogućnosti praktične primene nove metode u sistemima upravljanja vatrom PVO. Poseban značaj ostvarenog naučnog doprinosa ogleda se u univerzalnosti postavljene metode i mogućnosti mnogo šire primene u oblasti automatizacije i robotike.

Dalja istraživanja potrebno je usmeriti ka unapređivanju postupaka obrade slike, merenja i estimacije pozicije objekata, kao i izučavanju mogućnosti primene metode za rešavanje specifičnih problema.

Literatura:

- [1] Ugarak, D.; Milinović, M.: Error and noise analyses and their influence on the air target tracking and coordinates estimation, Scientific Technical Review, Vol. LIII, No.1, 2003.
- [2] Ugarak, D.: Određivanje daljine cilja pomoću video senzora i analiza uticaja grešaka i šuma merenja, OTEH Vojna akademija, Beograd, 2005.
- [3] Ugarak, D.: Ocena daljine cilja u toku praćenja video senzorima, OTEH Vojna akademija, Beograd, 2005.
- [4] Milinović, M.: Modeliranje sistema upravljanja vatrom i praćenja vazdušnih ciljeva, Mašinski fakultet, Beograd 2002.
- [5] Blackman, S.: Design and Analysis of Modern Tracking Systems, Norwood, MA:Artech House, 1999.
- [6] Bar-Shalom, Y.: Estimation With Applications to Tracking and Navigation, John Wiley & Sons, New York, 2001.

Mr Dalibor Petrović,
poručnik, dipl. inž.
VP 3065 Sombor

SOFTVER ZA PRORAČUN UZDUŽNE STATIČKE STABILNOSTI I UPRAVLJIVOSTI AVIONA ZA OSNOVNU OBUKU PILOTA

UDC: 629.7.017.2 : 623.746.7 : 004.4

Rezime:

U ovom radu opisan je softver za proračun uzdužne statičke stabilnosti i upravljivosti aviona za osnovnu obuku pilota. Softver je urađen sa namerom da konstruktorima omogući brzo i lako dobijanje potrebnih rezultata vezanih za stabilnost i upravljivost kod preliminar-nih proračuna vezanih za ovu vrstu aviona. Program je urađen na osnovu analize velikog broja aviona iz ove klase, a njegova tačnost je testirana na avionu „Lasta“. Rezultati koji su dobijeni ovim softverom bili su više od zadovoljavajućih, s obzirom na to da se radi o pro-gramu koji bi se koristio za preliminarni proračun.

Ključne reči: uzdužna statička stabilnost, upravljivost, težište, rezerva stabilnosti, neutralna tačka.

SOFTWARE FOR CALCULATION OF AN AXIAL STATIC STABILITY AND MANAGEMENT OF AIRPLANES FOR BASIC PILOT TRAINING

Summary:

This document introduced software for calculation of an axial static stability and management of airplanes for basic pilot training. The purpose of this software is to provide a quicker and an easier way of getting results regarding preliminary calculation of stability and management for these types of airplanes. The program is based upon analysis of data gathered from a large number of tested airplanes of this class. The accuracy of the program has been tested on the airplane type „Lasta“ and results were more than satisfying, especially regarding the fact that the program is meant to be used for preliminary calculation.

Key words: axial static stability, management, brunt, substitution for stability, neutral point.

Uvod

Pojmovi stabilnost i upravljivost interesantni su naučnicima od početka razvoja avijacije. Većina udesa koji su se dogodili na prvim avionima bili su vezani za stabilnost. Zbog toga se pristupilo pažljivom proučavanju ove problematike, koja se tiče stabilnosti i upravljivosti. Takođe, ove pojave se uzimaju kao važne granice, koje dozvoljavaju avionu njegovu namenu da se kreće u letu, sa pozitivnom ili negativnom stabilnošću.

Avion je u toku leta izložen dejstvu turbulencije i opšte uzburkanosti atmosfere, kao i udarima vetra, ali može biti izložen i trenutnim poremećajima koje izaziva pilot, voljno ili nevoljno, pomeranjem komandi krmila, trzajem vatrenog oružja i tome slično. Ako rezultujuće sile i momenti nakon uznemirenja vrata avion u prvobitni ravnotežni položaj, bez ikakvog angažovanja pilota, on je statički stabilan. Ukoliko novonastale sile i momenti stvore kretanje koje ga sve više udaljuje od ravnotežnog položaja, on je statički nestabi-

lan. Ako poremećaj ne stvara nove sile i momente, tako da avion nema tendenciju da se vrati ili još više udalji od ravnotežnog položaja, on je statički neutralno stabilan.

Avion koji je statički stabilan ne mora biti i dinamički stabilan, već može biti čak i nestabilan. Međutim, statički nestabilan avion biće uvek i dinamički nestabilan. Odatle se može izvući vrlo važan zaključak da je statička stabilnost nužan, ali ne i dovoljan uslov za stabilnost.

U fazi projektovanja aviona prvi rezultati dobijaju se analitičkim metodama proračuna. Na osnovu toga došlo se na ideju da se uradi softver koji bi konstruktorima omogućio brzo i lako dobijanje potrebnih podataka, vezanih za stabilnost i upravljivost aviona za osnovnu obuku pilota.

Analiza parametara statičke stabilnosti

Pri projektovanju softvera izvršena je analiza postojećih konstrukcijskih rešenja iz klase aviona za osnovnu obuku pilota sa elisnom pogonskom grupom. Analiza je izvršena radi određivanja granica u kojima se nalaze parametri vezani za geometriju aviona i parametri statičke stabilnosti.

Za analizu je odabrano 14 aviona, od kojih su neki sa klipnom, a neki sa turboelisnom pogonskom grupom različitih snaga.

U tabelama 1 i 2 prikazane su geometrijske karakteristike krila i horizontalnog repa analiziranih aviona. Na slici 1 grafički je prikazana raspodela vitkosti, a na slici 2 raspodela odnosa rastojanja aerodinamičkog centra horizontalnog repa od težišta aviona prema srednjoj aerodinamičkoj tetivi analiziranih aviona.

Tabela 1

Geometrijske karakteristike krila analiziranih aviona

Naziv aviona	Tip pogonske grupe	Krilo						
		S [m] ²	b [m]	l _s [m]	l _k [m]	λ	n	l _{sat} [m]
A10B BASIC TRAINER	turboelisna	20.00	11.00	2.424	1.210	6.05	0.50	1.88
EMBRAER EMB-321 TUKANO	turboelisna	19.40	11.14	2.300	1.070	6.40	0.47	1.76
ENAER T-35 PILLAN	klipna	13.64	8.81	1.880	1.260	5.69	0.67	1.59
ZLIN 142	klipna	13.15	9.16	1.420	1.420	6.38	1.00	1.42
VALMET L-80 TP	turboelisna	14.75	10.15	1.830	1.038	6.98	0.57	1.47
AEROSPATIALE EPSILON	klipna	9.00	7.92	1.460	0.920	6.97	0.63	1.21
SIAI-MARCHETTI SF.260TP	klipna	10.10	8.35	1.600	0.784	6.90	0.49	1.24
PZL-130 ORLIK	klipna	12.30	8.00	2.000	1.166	5.20	0.58	1.62
YAKOVLEV Yak-52	klipna	15.00	9.30	1.997	1.082	5.77	0.54	1.58
PILATUS PC-7	turboelisna	16.60	10.40	1.890	1.080	6.52	0.57	1.52
PILATUS PC-9	turboelisna	16.29	10.12	1.890	1.080	6.29	0.57	1.52
NAC FIRECRACKER	turboelisna	11.89	7.92	1.830	1.450	5.28	0.79	1.65
UTVA 75	klipna	14.63	9.73	1.550	1.550	6.47	1.00	1.55
LASTA	klipna	11.00	8.34	1.590	0.870	6.32	0.55	1.27

Geometrijske karakteristike horizontalnog repa analiziranih aviona

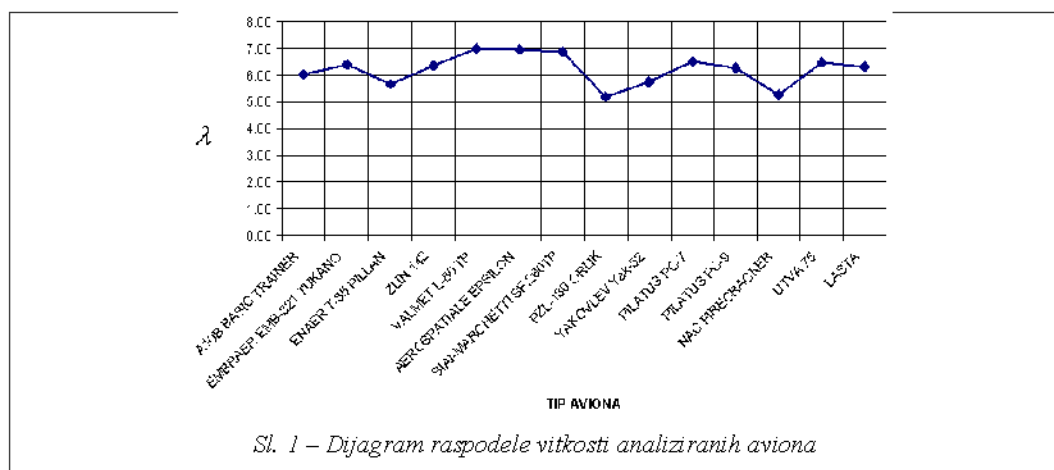
Tabela 2

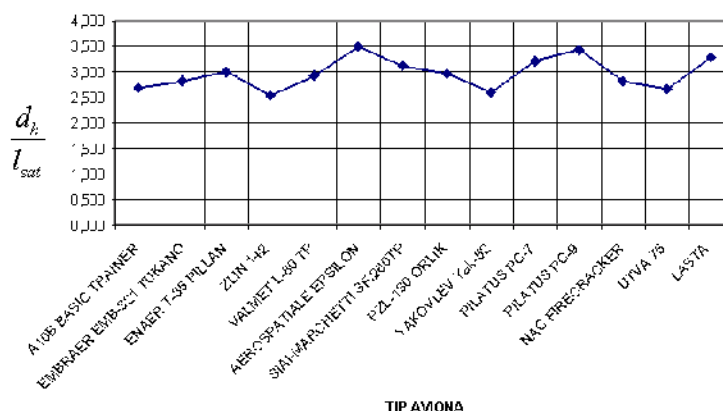
Naziv aviona	Horizontalni rep										
	S_h [m] ²	b_h [m]	l_s [m]	l_k [m]	λ_h	n_h	d_h [m]	l_t [m]	$\frac{d_h}{l_{sa}}$	$\frac{S_h}{S}$	V_h
A10B BASIC TRAINER	5.40	4.5	1.50	1.04	3.75	0.69	5.06	10.300	2.685	0.27	0.72
EMBRAER EMB-321 TUKANO	6.77	4.660	1.35	0.73	3.21	0.54	4.97	9.860	2.824	0.35	0.99
ENAER T-35 PILLAN	2.34	3.050	0.83	0.83	3.98	1.00	4.77	7.970	2.999	0.17	0.51
ZLIN 142	2.59	2.904	0.81	0.81	3.26	1.00	3.59	7.330	2.528	0.20	0.50
VALMET L-80 TP	3.29	3.680	0.88	0.88	4.12	1.00	4.31	7.900	2.931	0.22	0.65
AEROSPATIALE EPSILON	2.00	3.200	0.77	0.47	5.12	0.61	4.24	7.590	3.503	0.22	0.78
SIAI-MARCHETTI SF.260TP	2.42	3.010	1.05	0.55	3.74	0.52	3.87	7.100	3.125	0.24	0.75
PZL-130 ORLIK	2.78	3.500	0.84	0.84	4.41	1.00	4.81	8.450	2.970	0.23	0.67
YAKOVLEV Yak-52	2.86	3.160	1.26	0.72	3.49	0.57	4.12	7.745	2.600	0.19	0.50
PILATUS PC-7	3.18	3.400	1.37	0.77	3.64	0.56	4.89	9.775	3.213	0.19	0.62
PILATUS PC-9	3.40	3.400	1.28	0.77	3.40	0.60	5.22	10.175	3.430	0.21	0.72
NAC FIRECRACKER	2.83	3.350	0.83	0.83	3.97	1.00	4.64	8.330	2.817	0.24	0.67
UTVA 75	3.34	3.800	0.91	0.91	4.32	1.00	4.14	7.110	2.671	0.23	0.61
LASTA	2.00	3.400	0.84	0.59	5.78	0.70	4.17	8.040	3.296	0.18	0.60

Opis softvera

Pri projektovanju ovog programa, težnja je bila da program bude pregledan i jednostavan za upotrebu. Upravo zbog

toga program se sastoji od jednog prozora (slika 3) na kojem se nalaze sve potrebne kartice koje služe za unos podataka vezanih za pojedine delove aviona. Pored svih polja za unos, osim što postoji





Sl. 2 – Dijagram raspodele odnosa rastojanja aerodinamičkog centra horizontalnog repa od težišta aviona prema srednjoj aerodinamičkoj tetivi analiziranih aviona

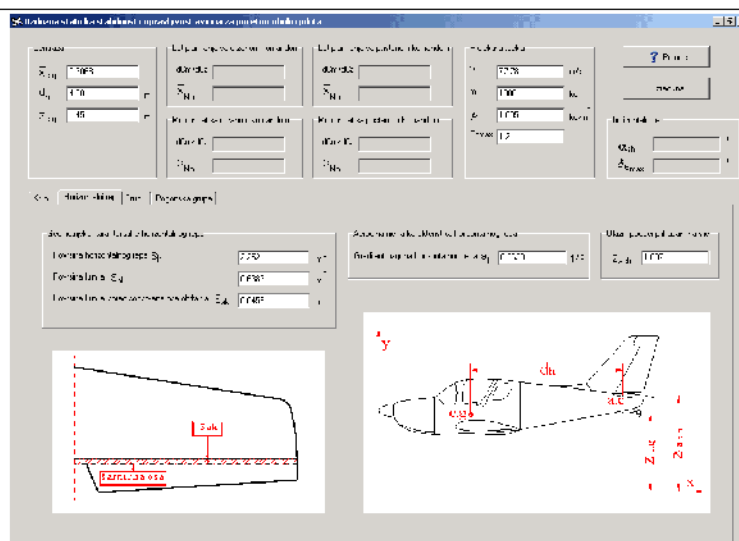
oznaka podatka, dat je i njen puni naziv, a sa desne strane polja nalazi se jedinica mere u kojoj treba uneti podatak. Sve to korisniku olakšava upotrebu i sprečava da dođe do pogreški koje mogu da nastanu pri unosu podataka.

Doprinos krila uzdužnoj statičkoj stabilnosti

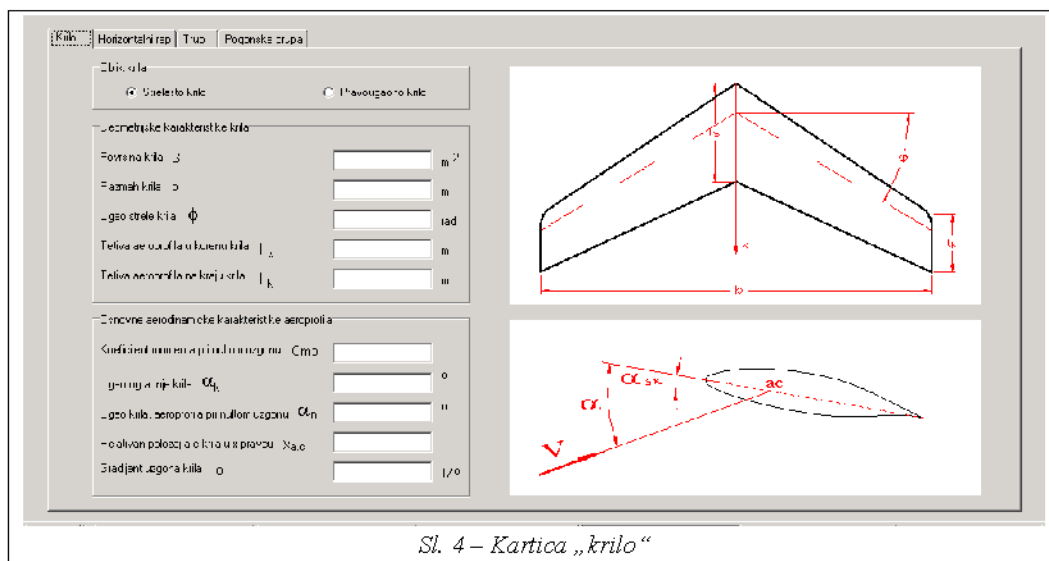
Položaj težišta ima veliki uticaj na doprinos krila uzdužnoj statičkoj stabil-

nosti. Položaj težišta iznad ili ispod aerodinamičkog centra (ac.) krila znatno manje utiče na stabilnost od položaja težišta ispred ili iza ac. krila. Položaj težišta iza i iznad ac. krila deluje destabilizirajuće, dok položaj težišta ispred i ispod ac. deluje stabilizirajuće.

Doprinos krila uzdužnoj statičkoj stabilnosti aviona dat je u odnosu na prikazani koordinatni sistem na slici 5, unet u kartici koja nosi naziv krilo (slika 4).



Sl. 3 – Izgled programa



Doprinos krila stabilnosti u programu dat je sledećom jednačinom:

$$\left(\frac{dC_{mk}}{dC_z} \right)_k = \frac{x_a}{l_{sat}} + \left[\frac{2C_z}{\pi \cdot \lambda \cdot e} - (\alpha - \alpha_k) - C_z \frac{1}{a} \right] \frac{z_a}{l_{sat}}$$

gde je:

α – napadni ugao,

α_k – ugao ugradnje krila,

z_a – visinsko rastojanje težišta aviona od aerodinamičkog centra krila,

x_a – udaljenost težišta aviona od aerodinamičkog centra krila,

l_{sat} – srednja aerodinamička tetiva,

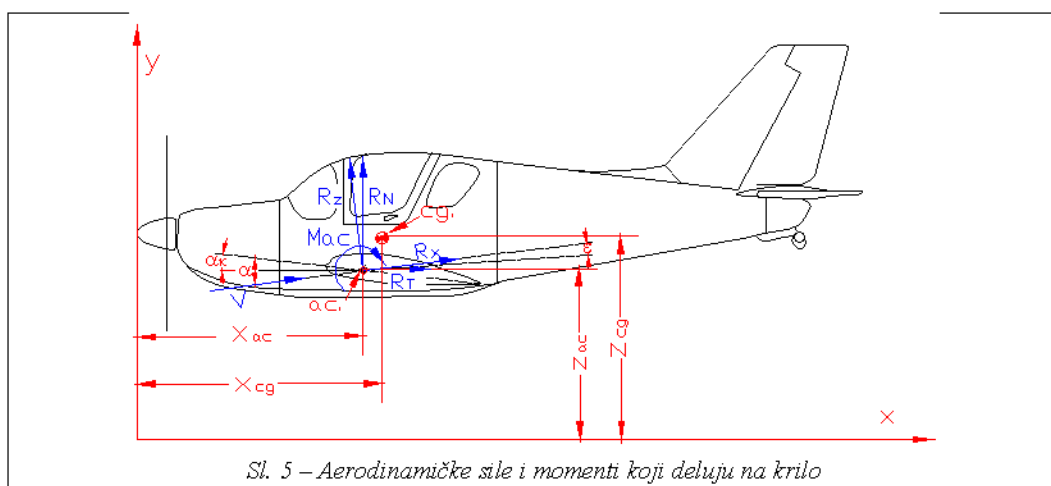
λ – vitkost krila,

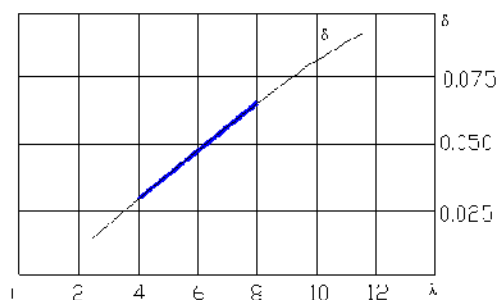
C_z – koeficijent uzgona,

$e = 1/(1 + \delta)$ – Oswaldov faktor efikasnosti razmaha,

δ – popravni koeficijent,

a – gradijent uzgona krila.





Sl. 6 – Dijagram zavisnosti popravnog koeficijenta od vitkosti

Na primeru Oswaldovog faktora efikasnosti razmaha prikazan je princip po kojem je program automatizovan. Kao što se vidi na slici 1, vitkost krila kod aviona za osnovnu obuku pilota kreće se u granicama od 5 do 7, pa se sa dijagrama (slika 6) zavisnosti popravnog koeficijenta od vitkosti uzima deo krive koja se nalazi u granicama od 4 do 8 i prevodi u oblik funkcije:

$$\delta = 0,0089042 \lambda - 0,0061$$

Na ovom principu su svi koeficijenti potrebni za proračun prevedeni u obliku funkcije, a program ih, na osnovu algo-

ritma koji mu je zadat, poziva i koristi u proračunu.

Horizontalni rep

Doprinos horizontalnog repa uzdužnoj statičkoj stabilnosti aviona je veliki i zavisi od sledećih faktora: od udaljenosti horizontalnog repa od ac. krila, od položaja horizontalnog repa po visini, uticaja strujanja iza elise, itd.

Doprinos horizontalnog repa uzdužnoj statičkoj stabilnosti dat je sledećom jednačinom:

$$\left(\frac{dC_m}{dC_z} \right)_h = -\frac{a_h}{a} \left(1 - \frac{d\varepsilon}{d\alpha} \right) \bar{V}_h \eta_h$$

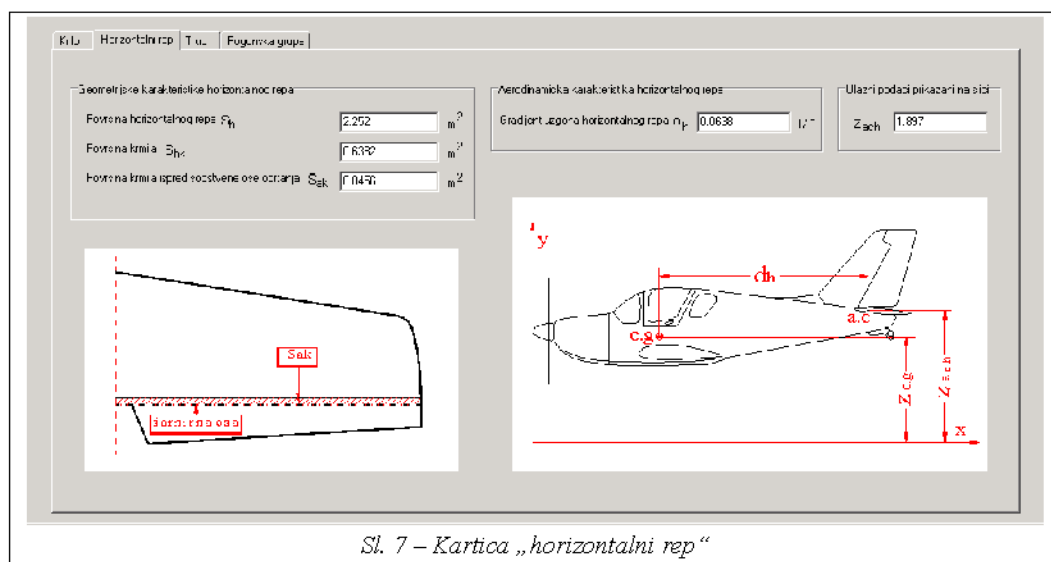
gde je:

a_h – gradijent uzgona horizontalnog repa,

$\bar{V}_h$ – volumetrijski koeficijent horizontalnog repa,

η_h – gradijent uzgona,

ε – ugao povijanja vazdušne struje iza krila.



Sl. 7 – Kartica „horizontalni rep“

Trup

Doprinos trupa uzdužnoj stabilnosti je destabilizirajući. Ispitivanja pokazuju da povijanje struje ispred i iza krila, koje prouzrokuju indukovane brzine slobodnih vrtloga krila, imaju veliki uticaj na promenu momenta trupa i gondola sa promenom napadnog ugla.

Indukovane brzine ispred krila, koje stvaraju usponsko strujanje, utiču destabilizirajuće na sve delove trupa koji se nalaze ispred krila, dok indukovane brzine iza krila, koje uspostavljaju nisponsko strujanje, smanjuju destabilizirajući efekt onih delova trupa koji se nalaze iza krila.

Uticaj trupa na uzdužnu statičku stabilnost dat je pomoću grafo-analitičke metode:

$$C_{m\alpha} = \frac{dC_m}{d\alpha} = \frac{\pi^2}{360 \cdot S \cdot l_{sat}} \int_0^l s^2(x) \cdot \left(\frac{d\bar{\varepsilon}}{d\alpha} \right) \cdot dx$$

gde je:

S – površina krila,

s – širina segmenta trupa.

Veličina $d\bar{\varepsilon}/d\alpha$ za segmente trupa ispred krila, neposredno ispred krila i za segmente trupa iza krila ima različite vrednosti, a program ih sam određuje na osnovu algoritma. Potrebno je samo da korisnik vodi računa pri unosu podataka u tabele koje su date na slici 8. U prvu tabelu treba da unese vrednosti za segmente ispred krila, u drugu samo vrednost za segment koji se nalazi neposredno uz krilo i u treću tabelu podatke za segmente koji se nalaze iza krila.

Pogonska grupa

Pogonska grupa ima veliki uticaj, kako na uzdužno uravnoteženje, tako i na uzdužnu stabilnost aviona. Pošto je teško razmatrati uticaj pogonske grupe uopšteno, a kako su odabrani avioni za osnovnu obuku pilota, razmotriće se uticaj pogonske grupe sa elisom na stabilnost i uravnoteženje.

Pogonska grupa sa elisom svoj uticaj ispoljava na sledeći način:

- uticaj vučne i normalne sile elise,
- povećanje dinamičkog pritiska na horizontalnom repu,
- povećano povijanje kod horizontalnog repa zbog uticaja mlaza elise,
- promena momenta krila zbog uticaja mlaza.

Kod elise se javljaju vučna i normalna sila. Doprinos vučne i normalne sile elise na uzdužnu statičku stabilnost dat je sledećom jednačinom:

$$\frac{C_{m_{pg}}}{dC_z} = \frac{dC_T}{dC_z} \frac{2D^2}{S} \cdot \frac{z_T}{l_{sat}} + \frac{dC_{Ne}}{dC_z} \frac{\pi D^2}{4S} \cdot \frac{L_e}{l_{sat}}$$

gde je:

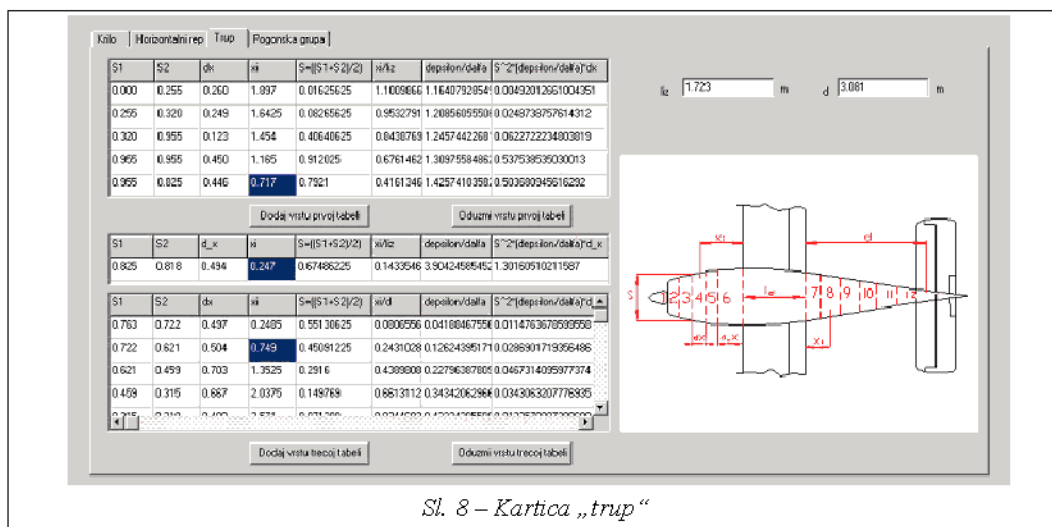
D – prečnik elise,

L_e – rastojanje normalne sile elise od težišta aviona,

z_T – rastojanje pravca vučne sile od težišta aviona.

Vrednost za gradijente dC_T/dC_z i dC_{Ne}/dC_z treba odrediti za svaki pojedinačan slučaj i to program radi automatski.

Posredni uticaj mlaza elise na uzdužno uravnoteženje i uzdužnu stabilnost aviona ispoljava se u promeni karakteristika strujnog polja usled mlaza elise i promene aerodinamičkih karakteristika onih delova aviona koji se nalaze u mlazu.



Koeficijent momenta horizontalnog repa, pod pretpostavkom da se ceo nalazi u mlazu iza elise, iznosi:

$$\frac{dC_{mh}}{dC_z} = -\frac{a_h}{a} \bar{V}_h \left(1 - \frac{d\varepsilon}{d\alpha} - \frac{d\varepsilon_e}{d\alpha} \right)$$

$$\left(1 + \frac{8C_T}{\pi} \right)^2 - C_{mh} \bar{V}_h \frac{d \left(1 + \frac{8C_T}{\pi} \right)^2}{dC_z}$$

gde je:

ε_e – ugao povijanja od elise,

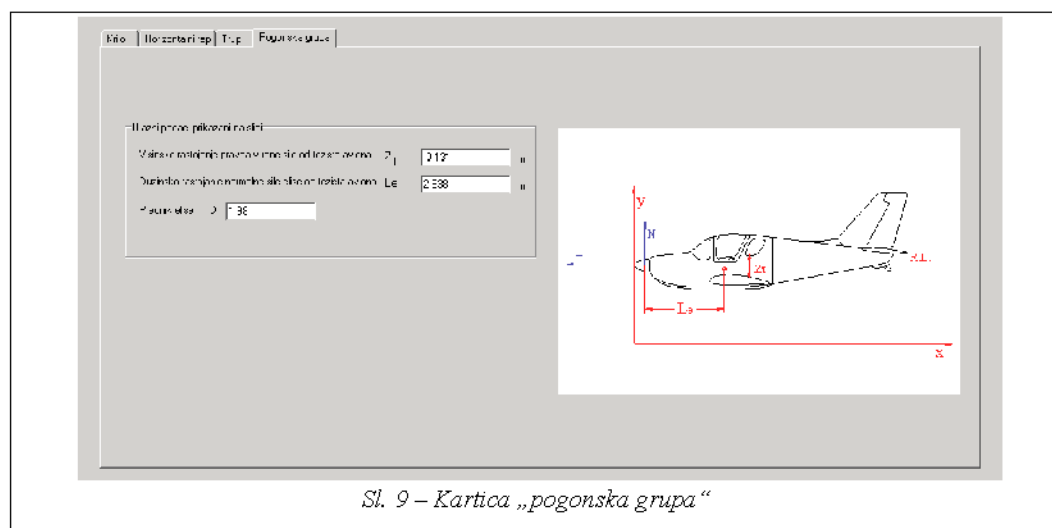
V_m – brzina u mlazu,

C_T – koeficijent propulzivne sile.

Veličina ugla ε_e povijanja struje iza elise zavisi od koeficijenta propulzivne sile C_T .

Pregled rezultata

Glavni prozor programa prikazan je na slici 3. U gornjoj polovini prozora na-



Sl. 10 – Pregled rezultata

laze se polja sa imenima grupe podataka koji treba da se unesu ili koji će se dobiti kao rezultat (slika 10). Tako postoje grupe podataka sa imenima „centraža“, „let planiranja sa drzhanom komandom“, „motorni let sa drzhanom komandom“, „let planiranja sa puštenom komandom“, „motorni let sa puštenom komandom“, „projektna tačka“ i „horizontalni rep“.

Grupa podataka „centraža“ služi za unos podataka za centražu (prednju, zadnju i uobičajenu centražu). Vrš se unos sledećih podataka:

$\bar{X}_{c.g}$ – relativan položaj težišta u x pravcu,

d_h – dužina od težišta aviona do $1/4$ tetive horizontalnog repa,

$z_{c.g}$ – visinsko rastojanje težišta aviona od x -ose.

U grupama podataka „let planiranja sa drzhanom komandom“, „motorni let sa drzhanom komandom“, „let planiranja sa puštenom komandom“ i „motorni let sa puštenom komandom“ prikazuju se rezultati rada programa: dCm / dCz – rezerva stabilnosti i $\bar{X}_{No}$ – relativan položaj neutralne tačke.

Grupa podataka „projektna tačka“ služi za unos podataka za projektnu tačku za koju se vrši proračun ugla ugradnje horizontalnog repa i maksimalni otklon krmila koji je potreban za tu projektnu tačku. Unose se sledeći podaci:

V – brzina horizontalnog leta,

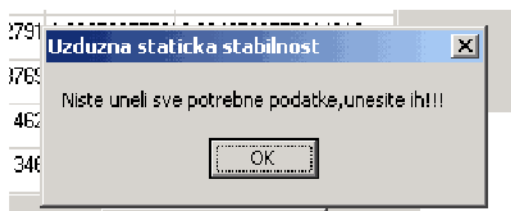
m – masa aviona u projektnoj tački,

ρ – gustina vazduha na visini horizontalnog leta,

C_{zmax} – maksimalni koeficijent uzgona.

U grupi „horizontalni rep“ prikazuju se rezultati rada programa: α_{sh} – ugao ugradnje horizontalnog repa i δ_{emax} – maksimalni otklon krmila visine.

U gornjem desnom uglu nalazi se opcija „Pomoć“. Klikom na tu funkciju otvara se prozor u kojem se nalazi objašnjenje programa. Ispod njega nalazi se dugme „Izračunaj“, a pritiskom na njega izvršava se program. Ako nisu uneti svi podaci otvoriće se prozor sa upozorenjem: „Niste uneli sve potrebne podatke, unesite ih!!!“. Posle klika na „OK“ unose se podaci koji nisu uneti (slika 11).



Sl. 11 – Upozorenje

Zaključak

Proračun stabilnosti i upravljivosti aviona pri projektovanju vrlo je bitan. Softver koji je prikazan u ovom radu obezbe-

đu je da konstruktor lako i brzo dođe do podataka vezanih za uzdužnu statičku stabilnost i upravljivost aviona. Najveća prednost ovog programa je automatizacija. Do sada je konstruktor pri projektovanju morao da koristi parametre sa više dijagrama koji nisu bili na jednom mestu (u više različitih izvora). Sada je taj problem prevaziđen korišćenjem ovog programa. Pošto je program testiran i dao je zadovoljavajuće rezultate, sledeći korak je da se unapredi i za ostale tipove aviona, kao i za poprečnu

statičku stabilnost i upravljivost, uzdužnu i poprečnu dinamičku stabilnost.

Literatura:

- [1] Rendulić, Z.: Mehanika leta, Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd, 1987.
- [2] Nenadović, M.: Stabilnost i upravljivost letelica, Prvi deo, Mašinski fakultet, Beograd, 1971.
- [3] Clancy, L. J.: Aerodynamics, Pitmann Publishing, 1975.
- [4] Seckel, E.: Stability and Control of Airplanes and Helicopters, Academic Press, New York, 1964.
- [5] Miele, A.: Steady Properly Banked Turns of Turbojet-Propelled Airplanes, NACA TM No 1382, 1955.
- [6] MIL F-8785 C (vazduhoplovni propisi).

Mladen Manjak,
potpukovnik, dipl. inž.
Centar za KISIP GS VS,
Beograd

DARC SERVIS KONVENCIONALNE FM RADIO-DIFUZIJE

UDC: 621.396.97

Rezime:

Konvencionalna FM radio-difuzija može ponuditi dodatne servise uz pomoć podnosioca smještenih u slobodnom dijelu osnovnog opsega multipleksiranog signala. U radu su prikazane osnovne karakteristike DARC servisa FM radio-difuzije i njegove moguće primjene.

Ključne riječi: FM radio-difuzija, DARC, referentna blok-šema, koder, dekode, ram, protokol.

DARC SERVICE CONVENCIONAL FM RADIO BROADCASTING

Summary:

Conventional FM radio broadcasting can offer additional services by means of a subcarrier placed in a clear part of the baseband multiplex signal. This paper contains elementary characteristics of DARC service conventional FM radio broadcasting and possible applications.

Key words: FM broadcasting, DARC, reference model, encoder, decoder, frame, protocol.

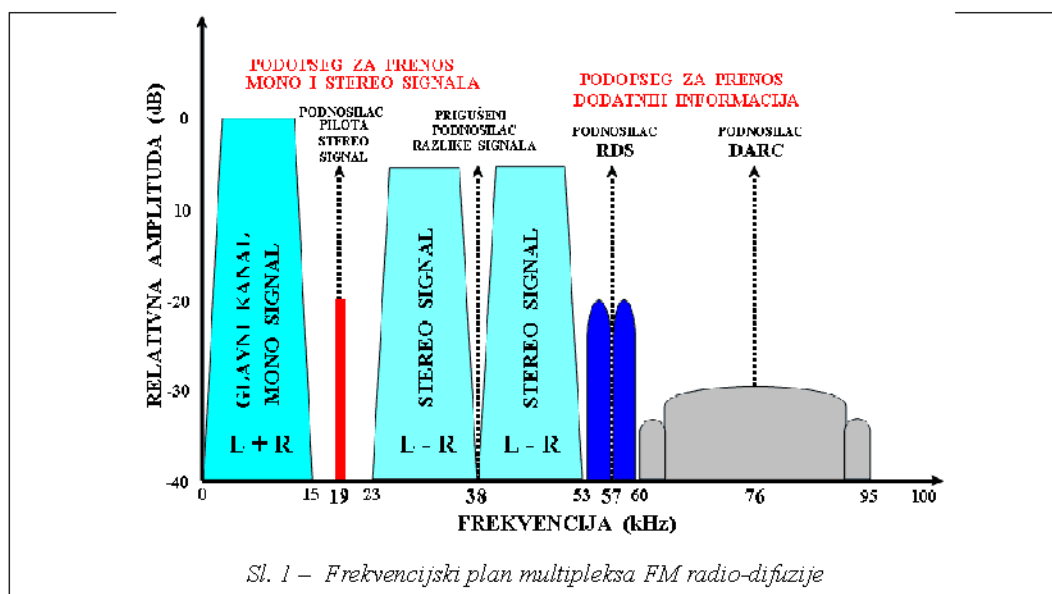
Uvod

Odavno je uočeno da se konvencionalna FM radio-difuzija može iskoristiti za prenos dodatnih servisa pomoću podnosioca smještenih u slobodnom dijelu prenosnog kanala. Ovi servisi koriste digitalni signal koji sa osnovnim analognim audio signalom i uz pomoć frekventijskog multipleksiranja formira kompozitni signal za emitovanje preko radio-difuzne mreže. Prvi takav servis bio je RDS (Radio Data System) koji koristi podnosilac na 57 kHz, a prenos informacije vrši se brzinom od 1,2 kb/s. Nastao je u Evropi gdje je doživio i najveću primjenu. Najviše se koristi kao podrška osnovnom audio servisu, ali i za slanje kratkih poruka različitih namjena. Prije

desetak godina nastao je novi DARC (Data Radio Channel) servis, razvijen u NHK laboratoriji (Japan), a standardizovali su ga ETSI i ITU-R. Servis je pogođan za aplikacije koje se odvijaju u realnom vremenu i po svojim performansama prevazilazi RDS, tako da ima mnogo širu primjenu.

DARC

DARC takođe koristi frekvencijsko multipleksiranje unutar slobodnog dijela FM radio-difuznog kanala. Za prenos digitalnog signala dodatne informacije koristi se podnosilac na 76 kHz. Sam postupak formiranja multipleksa ne smije da ometa prenos osnovne informacije, što predstavlja najvažniji uslov da bi se ova



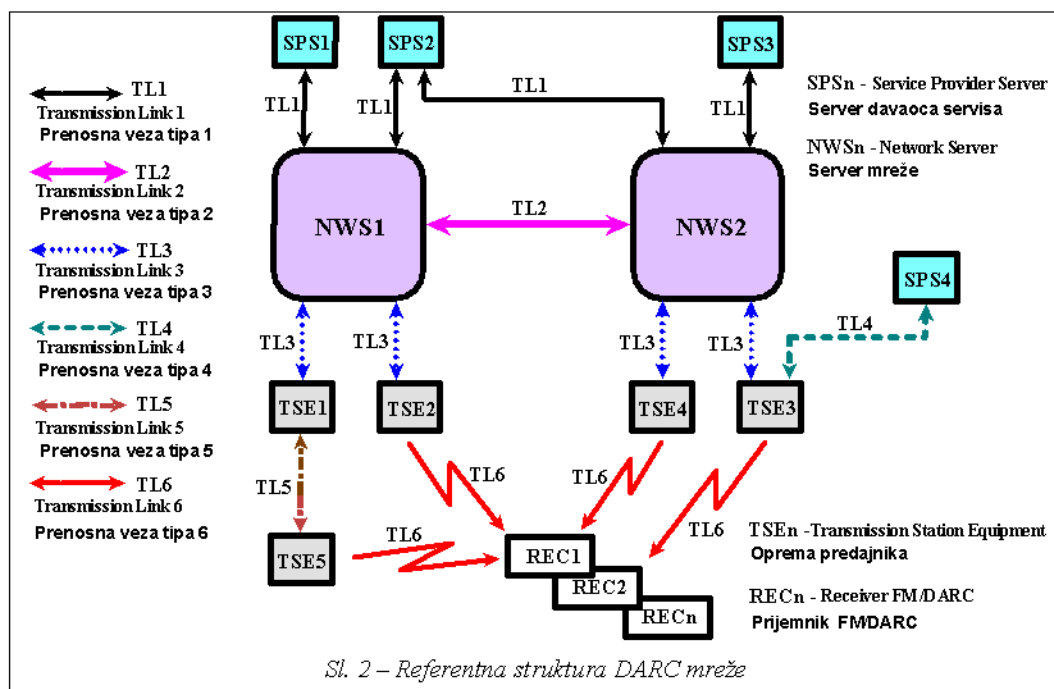
tehnika mogla primjeniti. Na slici 1 prikazan je frekvencijski plan multipleksa jednog standardnog FM predajnika koji, pored osnovnog mono i stereo audio signala, emituje i RDS i DARC signale. Od 100 kHz, kolika je širina osnovnog kanala, za prenos audio signala potrebno je 53 kHz, dok je ostali dio kanala slobodan.

Brzina prenosa digitalnog DARC signala je 16 kb/s. Prenos se vrši u paketu, gdje polovina osnovnog protoka otpada na formiranje rama i kontrolu grešaka prenosa, a drugu polovinu predstavlja korisna informacija. Podnosilac signala formira se kao četvrti harmonik osnovnog pilot signala frekvencije 19 kHz. Prenos informacije vrši se do korisnika koji mogu da imaju mobilni, portabl ili stacionarni prijemnik sa DARC dekoderom. Primjena DARC servisa je raznovrsna i može se koristiti za prenos različitih servisa, kao što su digitalne poruke, datoteke, faks poruke, elektronska pošta, elektronske novine, vijesti, tačno

vrijeme, meteorološki podaci, diferencijalna korekcija za GPS, telemetrijski podaci, upravljački signali, zvučne poruke, itd. U Evropi, SAD i Japanu realizovane su brojne DARC mreže koje podržavaju prethodno navedene servise.

Struktura DARC mreže

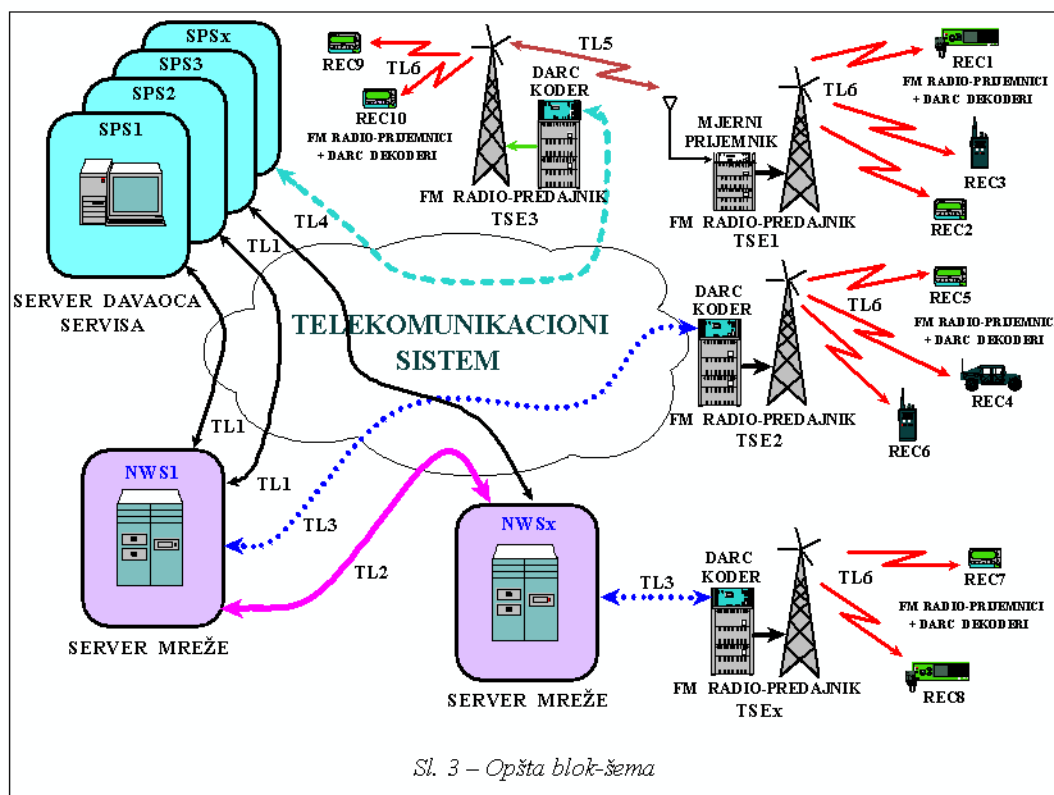
DARC je definisan standardima EN300751 (ETSI) [1], BS.1194, BS.641 i BS.412 (ITU-R). Slika 2 prikazuje referentnu strukturu DARC mreže koja sadrži servere davaoca servisa (Provider Service) SPSn, servere mreže NWSn, opremu predajnika (kodere) TSEn, korisničke prijemnike (dekodere) RECn i prenosne veze (linkove) TLn. U osnovnom modelu mreže informacija polazi od servera davaoca servisa ka serveru mreže gdje se vrši njeno objedinjavanje sa drugim informacijama, odnosno servisima. Potom se one distribuiraju ka predajnicima FM radio-difuzije koji radio-putem emituju informacije prema



krajnjim korisničkim prijemnicima. Pored navedenog modela moguća je komunikacija između više servera mreža, ali i direktna veza servera davaoca servisa sa predajnicima. Na slici 3 prikazana je opšta blok-šema svih modela praktične realizacije DARC mreže. Pristup sistemu, odnosno serverima i radio-difuznim predajnicima najčešće se vrši pomoću TCP/IP protokola.

Za realizaciju ove mreže koriste se postojeći prenosni (najčešće radio-relejni) sistemi radio-difuznih organizacija ili javnih telekomunikacionih sistema. Na FM radio-difuznim predajnicima umjesto postojećih stereo koderi koriste se DARC koderi koji omogućavaju formiranje kompozitnog signala osnovnog i dodatnih servisa. Pored navedenog postupka prenosa postoji mogućnost primjene radio-repetitora za retransmisiju emitovanog kompozitnog signala. U tom slučaju radio-difuzni repetitor umjesto DARC koderi koristi

kontrolno-mjerni prijemnik osnovnog opsega, koji prima od susjednih FM predajnika kompozitni (audio+RDS+DARC) signal, a potom ga ponovo emituje na svojoj nosećoj frekvenciji. Na ovaj način isključuje se potreba za posebnim prenosnim telekomunikacionim sistemom. Radio-difuzne mreže sastoje se od dva tipa predajnika, i to od malog broja primarnih ili baznih predajnika velike snage (1–100 kW) sa kojima se vrši osnovno pokrivanje geografske zone radio-difuznim signalom i velikog broja repetitora male snage (< 1 kW) sa kojima se vrši korekcija osnovnog pokrivanja. DARC koderi se u principu koriste samo na baznim predajnicima, dok se na radio-repetitorima koriste kontrolno-mjerni prijemnici osnovnog opsega. Kod korisnika se nalazi poseban DARC prijemnik ili klasični FM prijemnik sa DARC dekoderom i procesorom, pomoću kojih se dekodira i prikazuje poslata informacija.

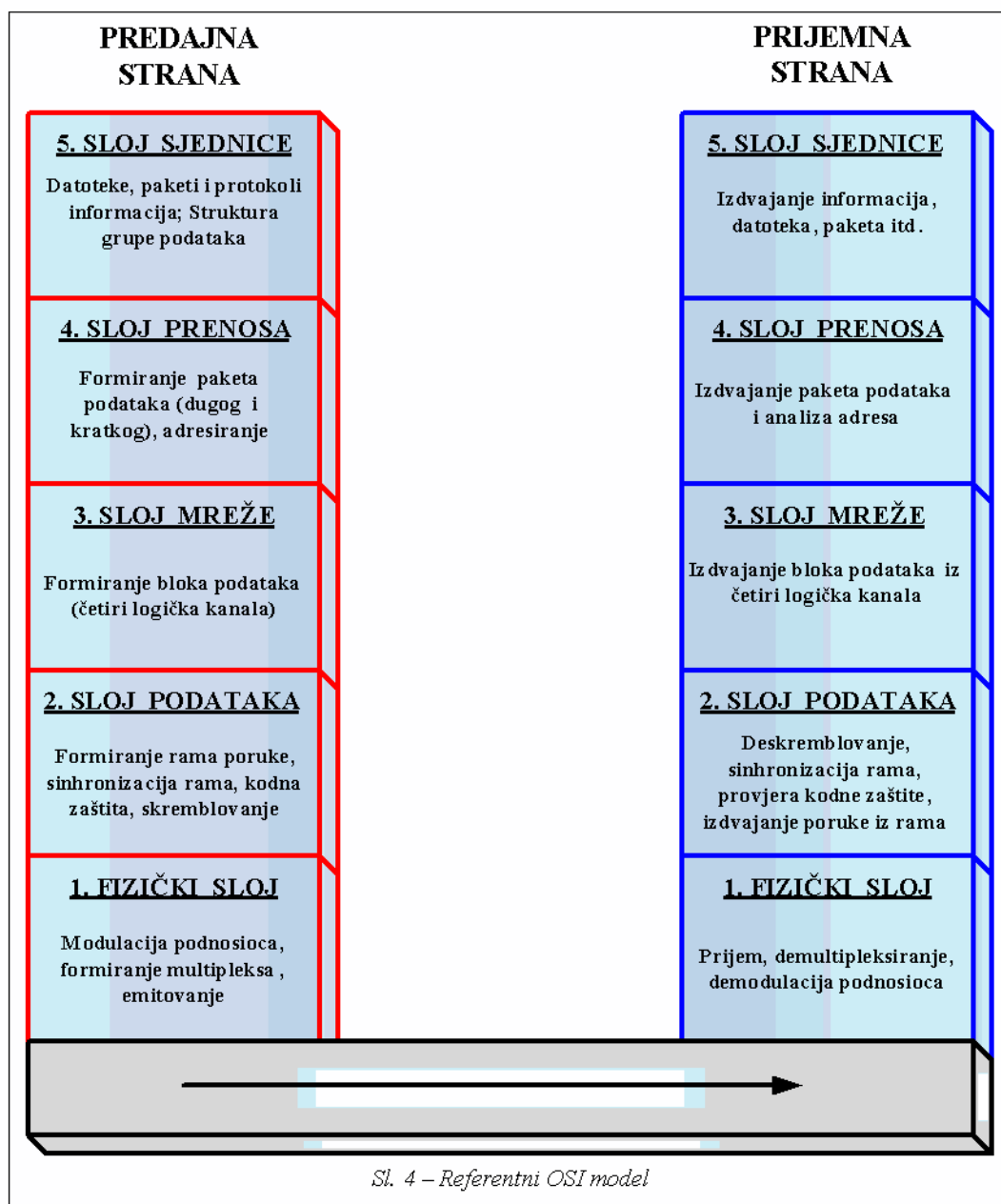


Zona prekrivanja DARC servisom zavisi od sledećih parametara: zone prekrivanja FM radio-difuzne mreže; zadatog nivoa bitske greške na prijemu; osjetljivosti prijemnika.

Po standardima ITU-R Rec. 412-5 definisana je jačina prijemnog polja za stereofonski prenos FM radio-difuzije zavisno od sredine i to: $-54 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ u ruralnim sredinama; $-66 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ u urbanim sredinama; $-74 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ u velikim gradskim sredinama.

Za prijem, odnosno detekciju DARC signala zahtjeva se da na ulazu prijemnika odnos S/N FM signal bude jednak ili veći od 23 dB za BER od 10^{-2} (za digitalni signal bez zaštite). Osjetljivost danas komercijalno dostupnih prijemnika nije manja od -90 dBm .

Logička organizacija DARC-a zasnovana je na referentnom OSI modelu sa pet slojeva (slika 4), gdje je prikazan cjelokupan tok informacije od izvora do korisnika. Kroz DARC se mogu prenositi kratke i duge poruke grupisane u četiri logička kanala sa različitim nivoom kodne zaštite. Ova osnovna zaštita izvodi se na nivou organizacije rama. Ramovi su grupisani na četiri načina. Kroz sistem se mogu prenositi poruke informacija koje se odvijaju u realnom ili vanrealnom vremenu. Tok informacije kroz slojeve odvija se na osnovu definisanih pravila, odnosno protokola i u većini je softverski podržan. Jedino fizički sloj ima posebnu hardversku realizaciju.

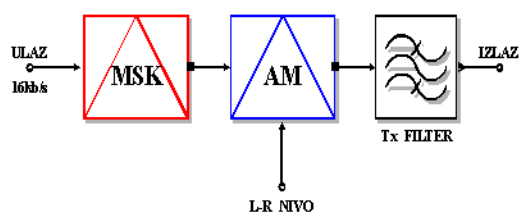


DARC slojevi

Fizički sloj (1. sloj)

Na predajnoj strani se digitalnim signalom, formiranim pomoću protokola prethodnih viših slojeva, vrši modulacija

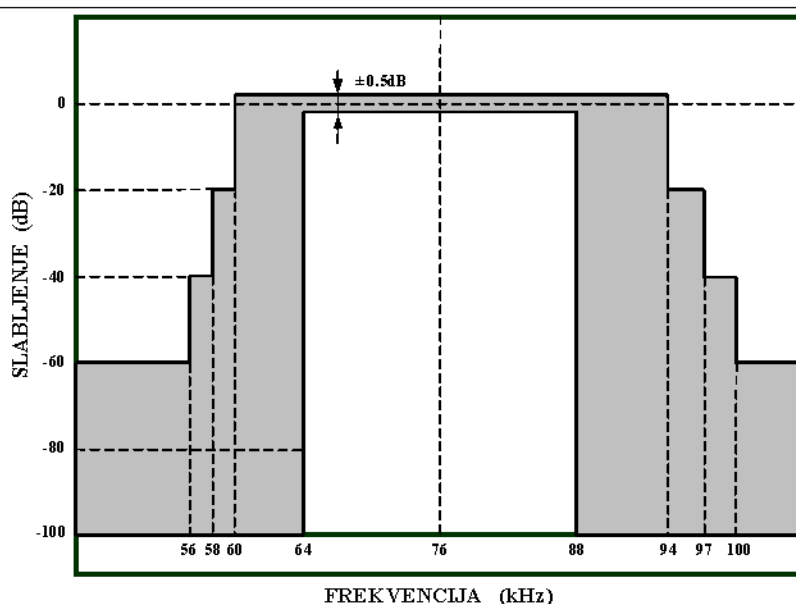
DARC podnosioca koji se pridodaje ukupnom FM multipleksnom signalu na radio-difuznom predajniku. Na prijemnoj strani prvo se vrši demultipleksiranje (izdvajanje DARC-a) iz primljenog FM signala, a potom demodulacija prenesene



Sl. 5 – Blok-šema modulatora

Tabela 1

GORNJA GRANICA (sivo)	
-60 dB	(frekvencija < 56 kHz i 100 kHz ≤ frekvencija)
-40 dB	(56 kHz ≤ frekvencija < 58 kHz i 97 kHz ≤ frekvencija < 100 kHz)
-20 dB	(58 kHz ≤ frekvencija < 60 kHz i 94 kHz ≤ frekvencija < 97 kHz)
0,5 dB	(60 kHz ≤ frekvencija < 94 kHz)
DONJA GRANICA (bijelo)	
-0,5 dB	(64 kHz ≤ frekvencija < 88 kHz)

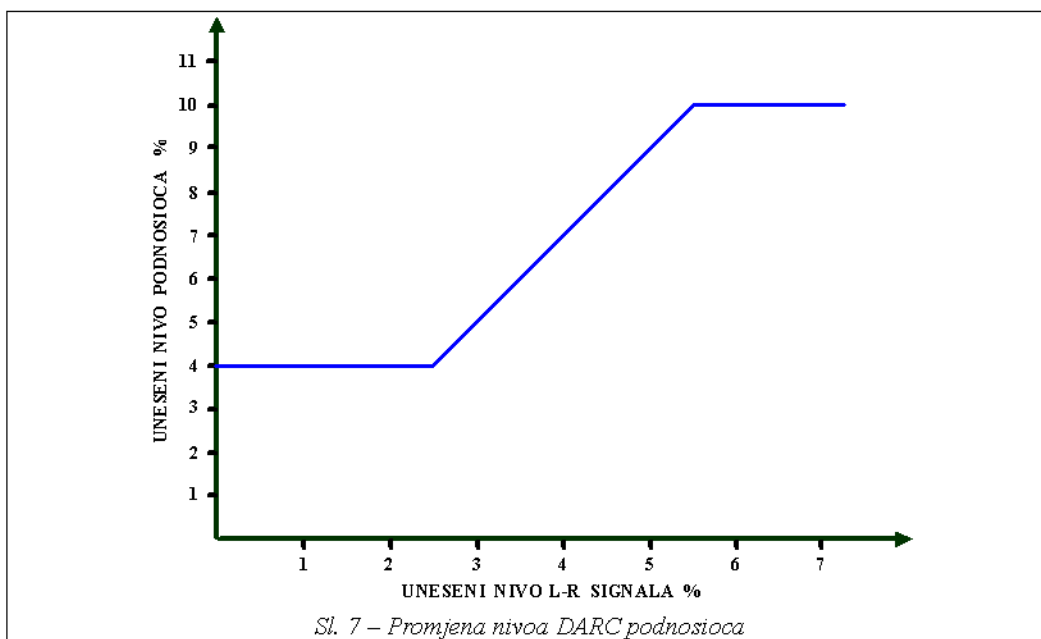


Sl. 6 – Karakteristika Tx-filtera

informacije i njeno prenošenje na naredni sloj 2. Podnosilac je frekvencije 76 kHz koja predstavlja fazno usklađeni četvrti harmonik pilot signala (19 kHz) stereo prenosa. Stabilnost frekvencije podnosioca je $76 \text{ kHz} \pm 7,6 \text{ Hz}$ (0,01%), a fazna razlika nije veća od $\pm 5^\circ$ od faze pilot signala. Modulacija podnosioca je LMSK (Level-controlled Minimum Shift Keying) tipa sa uobličavanjem spektra prema slici 6 i tabeli 1. Na slici 5 prikazana je blok-šema modulatora. LMSK se formira MSK modulacijom ulaznog digitalnog signala i kontrolom amplitude podnosioca nivoom signala razlike (L-R) stereo prenosa. Frekvencijski pomak podnosioca za logičku „1“ ulaznog

digitalnog signala je $76 \text{ kHz} + 4 \text{ kHz}$, a za logičku „0“ je $76 \text{ kHz} - 4 \text{ kHz}$.

Na slici 7 prikazan je dijagram promjene nivoa DARC podnosioca u funkciji promjene nivoa signala razlike (L-R) stereo prenosa. Uočavaju se dvije granice, jedna na nivou 4% (devijacija podnosioca $\pm 3 \text{ kHz}$) za devijaciju glavnog FM nosioca koja uzrokuje promjenu nivoa signala razlike (L-R) za $\leq 2,5\%$ i druga na nivou 10% (devijacija podnosioca $\pm 7,5 \text{ kHz}$) za devijaciju glavnog FM nosioca koja uzrokuje promjenu nivoa signala razlike (L-R) za $\geq 5\%$. Između ove dvije granice promjene unesenog nivoa i devijacije su linearne.



Ovo je vrlo bitna karakteristika, jer indirektno definiše kvalitet prenosa multipleksnog FM signala. Na mjestu prijema javlja se interferencija između audio signala i signala podataka zbog višestruke propagacije, pa se uvodi regulacija nivoa DARC podnosioca. Bitska brzina prenosa je $16 \text{ kb/s} \pm 1,6 \text{ b/s}$. Širina DARC kanala za -20 dB je 35 kHz , a spektralna efikasnost prenosa [2] je $0,457 \text{ b/Hz}$. Korištenjem MSK modulacije postižu se dobre performanse prenosa u prisustvu šuma i pored niske spektralne efikasnosti. Zavisno od vrste poruke, odnosno tipa rama prenosa, kašnjenje signala kroz sistem kreće se od $0,018$ do $4,914$ sekundi. Na osnovu istih parametara efektivna bitska brzina prenosa informacije kreće se od 6209 b/s do 9778 b/s .

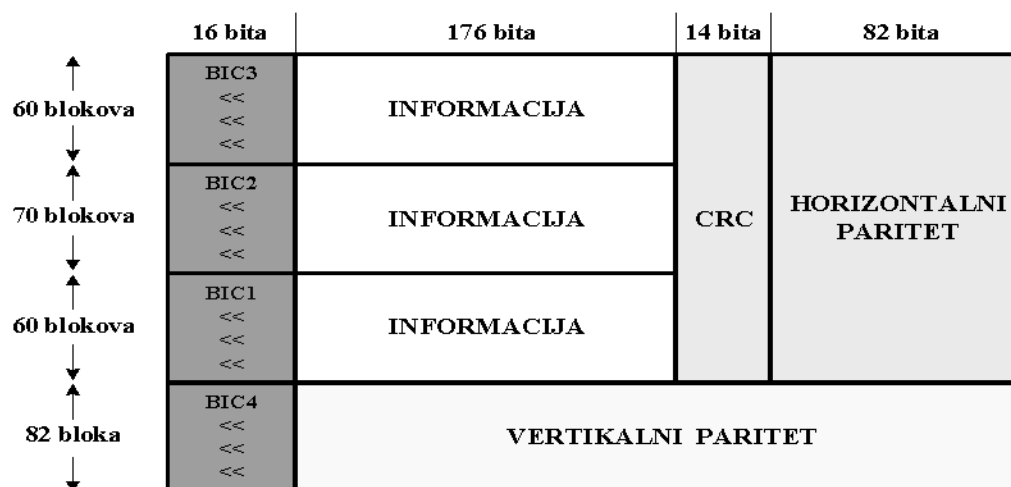
Sloj podataka (2. sloj)

U sloju podataka na predajnoj strani se vrši: grupisanje podataka iz višeg sloja u odgovarajuće ramove, sinhronizacija ra-

ma, kodna zaštita i skremblovanje poruke za fizički sloj. Na prijemnoj strani provodi se inverzan postupak. Zavisno od vrste informacije koja se prenosi, grupisanje podataka realizuje se u četiri različita rama (A0, A1, B, C) sa odgovarajućim brojem tzv. L2-blokova. Ramovi A0, B i C sastoje se od 272 bloka (L2) sa po 288 bita, a ram A1 od 284 bloka sa 288 bita. Na slikama 8a, 8b, 8c i 8d prikazana je struktura navedenih ramova sa osnovnim parametrima. L2-blokovima sastoje se od identifikacije BIC (Block Identification Code), informacionih blokova, CRC-a i paritetnih blokova (horizontalnih, vertikalnih ili kombinacija).

U DARC-u se primjenjuju višestruki mehanizmi kodne zaštite informacije. Oni su prisutni na svim slojevima OSI modela, osim na 1. sloju. Glavna zaštita realizuje se na nivou 2. sloja, gdje se primjenjuju CRC i blok-kodovi tipa:

- $(272,190) \times (272,190) \Leftrightarrow (\text{horizontalni paritet}) \times (\text{vertikalni paritet})$,
- $(272,190) \Leftrightarrow (\text{horizontalni paritet})$.



Sl. 8a – Ram A0

Broj informacionih blokova: 190

Broj informacionih bita u bloku: 176

Kodna zaštita: CRC na 2. sloju, horizontalni i vertikalni paritet

CRC: $g(x) = x^{14} + x^{11} + x^2 + 1$ (14 bita)

Broj bita horizontalnog pariteta: 82

Broj vertikalnih paritetnih blokova: 82

Ukupni broj blokova: 272

Vremenska dužina rama: 4,896 s

Broj prenesenih blokova u jedinici vremena: 38,8 blok/s

Efektivna brzina prenosa informacije u DARC kanalu: 6830 b/s (42,7%)

CRC je primjenjen uz svaki informacioni blok za sve četiri vrste rama, a generatorski polinom je tipa $g(x) = x^{14} + x^{11} + x^2 + 1$. Primjenjeni blok-kodovi razlikuju se zavisno od vrste rama koji se prenosi. Za ramove tipa A0, A1 i B koristi se tip (272,190)x(272,190), a za ram C tip (272,190). Pri prenosu informacija u realnom vremenu koristi se samo CRC i blok kod horizontalnog pariteta tipa (272,190). Ove informacije se prenose u ramovima A1 i C.

Generatorski polinom u blok kodu tipa (272,190) je:

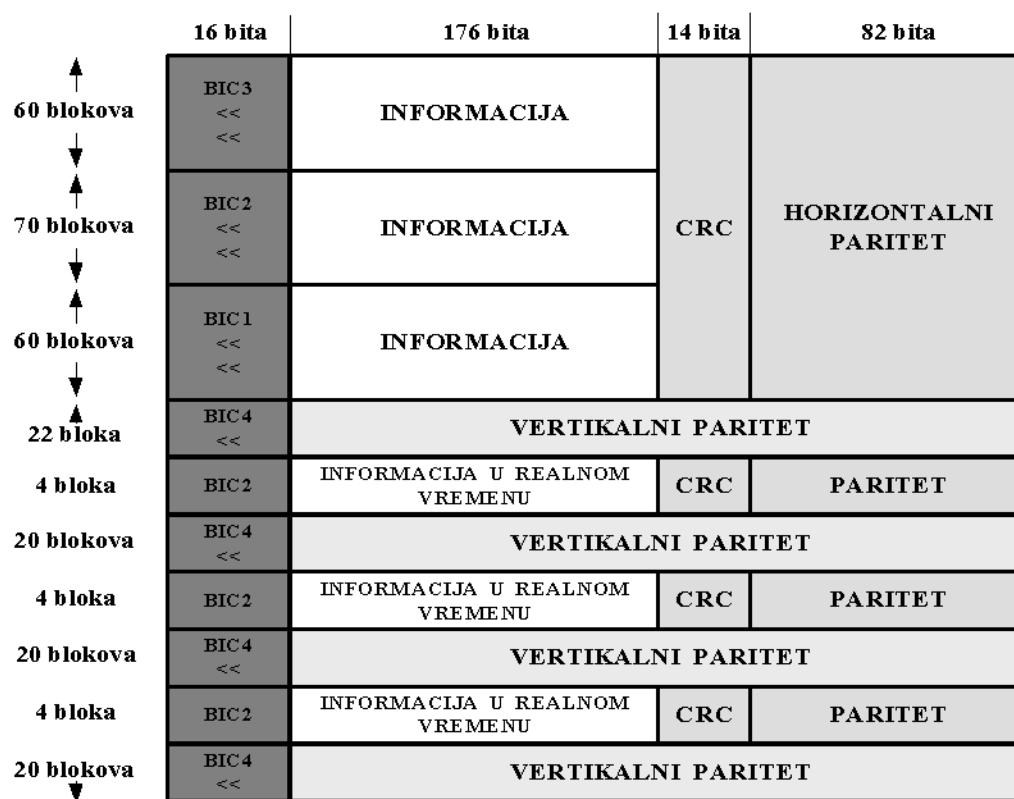
$$g(x) = x^{82} + x^{77} + x^{76} + x^{71} + x^{67} + x^{66} + x^{56} + x^{52} + x^{48} + x^{40} + x^{36} + x^{34} + x^{24} + x^{22} + x^{18} + x^{10} + x^4 + 1.$$

To pruža mogućnost korekcije do 11 bita u poruci od 176 bita korisne

informacije. Što se tiče blok-koda (272,190)x(272,190) on obezbjeđuje skoro 100% zaštite do 3% grešaka od efektivne brzine prenosa informacije, a generalno dobru zaštitu do 7% grešaka. Na ostalim slojevima OSI modela (3, 4. i 5) koristi se CRC o čemu će biti više riječi u narednom prikazu. U ramu B je primjenjena još i tehnika interlivinga sa vertikalnim paritetom. Prosječno kašnjenje prenosa blokova kod ramova je dato u tabeli 2.

Tabela 2

Vrsta rama	Kašnjenje (s)
A0	0,018–1,494
A1	0,018–1,710 (standardni prenos) 0,018–0,396 (prenos u realnom vremenu)
B	4,914
C	0,018



Sl. 8b – Ram A1

Broj informacionih blokova: 202

Broj informacionih bita u bloku: 176

Kodna zaštita: CRC na 2. sloju, horizontalni i vertikalni paritet

Broj bita horizontalnog pariteta: 82

Broj vertikalnih paritetnih blokova: 82

Ukupni broj blokova: 284

Vremenska dužina rama: 5,112 s

Broj prenesenih blokova u jedinici vremena: 39,5 blok/s

Efektivna brzina prenosa informacije u DARC kanalu: 6954 b/s (43,4%)

Za identifikaciju vrste blokova, kao i njihovu sinhronizaciju, koriste se četiri BIC (Block Identification Code) koda dužine 16 bita, koji imaju slabu međusobnu kros korelaciju. Skremblovanje se vrši pseudoslučajnom sekvencom definisanom polinomom $g(x)=x^9+x^4+1$ i početnim stanjem 101010101. Skrembler se restartuje za svaki blok, s tim da se skremblovanje ne primjenjuje na BIC kod.

Sloj mreže (3. sloj)

U sloju mreže na predajnoj strani vrši se transformacija kratkih i dugih poruka (L4-poruke) iz višeg sloja prenosa u poruke (L3-blokov) grupisane u četiri logička kanala, dok se na prijemnoj strani vrši inverzan proces.

Logički kanali su: servisni kanal SeCh (Service Channel); kanal kratkih po-

	16 bita	176 bita	14 bita	82 bita
13 blokova	BIC1	INFORMACIJA 1	CRC	PARITET
	<<	<<	<<	<<
	BIC1	INFORMACIJA 13	CRC	PARITET
	BIC3	INFORMACIJA 14	CRC	PARITET
123 bloka	BIC3	INFORMACIJA 15	CRC	PARITET
	BIC4	PARITET 1		
	BIC3	INFORMACIJA 16	CRC	PARITET
	BIC3	INFORMACIJA 17	CRC	PARITET
	BIC4	PARITET 2		
	BIC3	INFORMACIJA 18	CRC	PARITET
	<<	<<	<<	<<
	BIC4	PARITET 40		
	BIC3	INFORMACIJA 95	CRC	PARITET
	BIC3	INFORMACIJA 96	CRC	PARITET
	BIC4	PARITET 41		
	BIC2	INFORMACIJA 97	CRC	PARITET
13 blokova	<<	<<	<<	<<
	BIC2	INFORMACIJA 109	CRC	PARITET
	BIC3	INFORMACIJA 110	CRC	PARITET
	BIC3	INFORMACIJA 111	CRC	PARITET
123 bloka	BIC4	PARITET 42		
	BIC3	INFORMACIJA 112	CRC	PARITET
	BIC3	INFORMACIJA 113	CRC	PARITET
	BIC4	PARITET 43		
	BIC3	INFORMACIJA 114	CRC	PARITET
	<<	<<	<<	<<
	BIC4	PARITET 81		
	BIC3	INFORMACIJA 189	CRC	PARITET
	BIC3	INFORMACIJA 190	CRC	PARITET
	BIC4	PARITET 82		

Sl. 8c – Ram B

Broj informacionih blokova: 190

Broj informacionih bita u bloku: 176

Kodna zaštita: CRC na 2. sloju, horizontalni i vertikalni paritet

CRC: $g(x) = x^{14} + x^{11} + x^2 + 1$ (14 bita)

Broj bita horizontalnog pariteta: 82

Broj vertikalnih paritetnih blokova: 82

Ukupni broj blokova: 272

Vremenska dužina rama: 4,896 s

Broj prenesenih blokova u jedinici vremena: 38,8 blok/s

Efektivna brzina prenosa informacije u DARC kanalu: 6830 b/s (42,7%)

ruka SMCh (Short Message Channel); kanal dugih poruka LMCh (Long Message Channel); kanal izvornih blok-poruka BMCh (Block Message Channel).

Servisni kanal SeCh koristi se za prenos mrežnih i servisnih informacija,

koje omogućavaju korektno i sinhronizovano ponašanje prijemnika u DARC mreži. Kanal može da prenosi 16 vrsta servisnih poruka. Svaka poruka sadrži od 1 do 16 L3-blokova, čija veličina od 176 bita odgovara informacionom segmentu

16 bita	176 bita	14 bita	82 bita
BIC3	INFORMACIJA	CRC	PARITET

Sl. 8d – Ram C

Broj informacionih blokova: 272

Broj informacionih bita u bloku: 176

Kodna zaštita: CRC na 2. sloju i horizontalni paritet

CRC: $g(x) = x^{14} + x^{11} + x^2 + 1$ (14 bita)

Broj bita horizontalnog pariteta: 82

Ukupni broj blokova: 272

Vremenska dužina rama: 4,896 s

Broj prenesenih blokova u jedinici vremena: 55,6 blok/s

Efektivna brzina prenosa informacije u DARC kanalu: 9778 b/s (61,1%)

u L2-bloku. Na slici 9 prikazana je struktura servisnog kanala. L3-blok servisnog kanala sadrži zaglavlje veličine 3 bajta i 19 bajta podataka. Maksimalna veličina poruke u servisnom kanalu je 304 bajta.

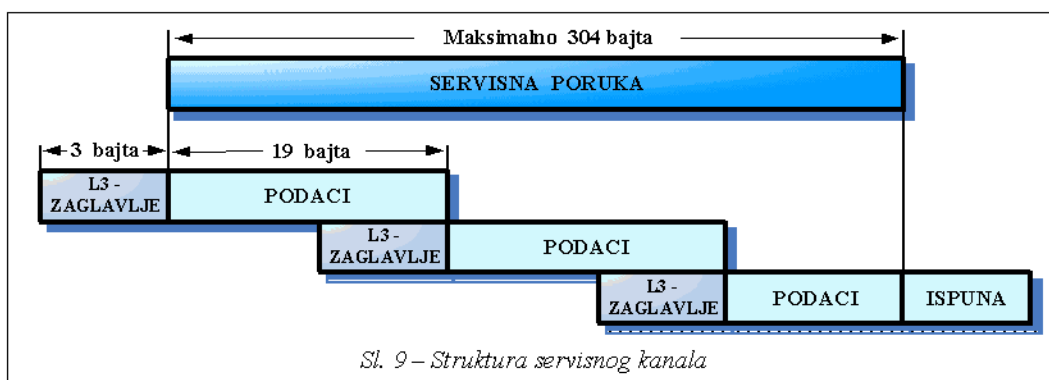
Mrežne i servisne informacije u SeCh kanalu sadrže identifikacione parametre države, mreže, predajnika i kanala prenosa, zatim podatke o servisu, datumu, vremenu, prostornoj poziciji predajnika, alternativnim frekvencijama, organizaciji kanala, budućim aplikacijama, itd.

Kanal kratkih poruka SMCh uglavnom se koristi za prenos podataka u realnom vremenu. Kao i u servisnom kanalu formira se više L3-blokova veličine 22 bajta (ili 176 bita) što odgovara informacionom bloku L2-bloka. Za razliku od SeCh

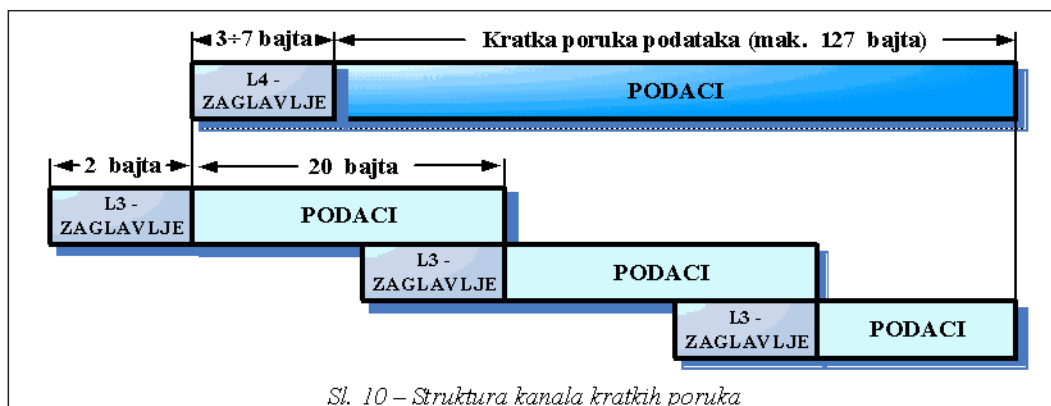
veličina zaglavlja je 2 bajta, a podaci su smješteni u 20 bajtova. Na slici 10 prikazana je struktura kanala kratkih poruka. Ovaj kanal je kompatibilan sa brzim informacionim kanalom (FIC – Fast Information Channel) DAB (Digital Audio Broadcasting) sistema. Iz sloja prenosa se kratka poruka podataka maksimalne dužine 127 bajta sa L4-zaglavljem transformiše u više L3-blokova. L4-zaglavlje, zavisno od namjene, može da ima promjenljivu dužinu u rasponu od 3 do 7 bajta.

U zaglavlju L3-bloka nalazi se CRC dužine 6 bita, a generatorski polinom je oblika $g(x) = x^6 + x^4 + x^3 + 1$.

Kanal dugih poruka LMCh koristi se za prenos paketa poruke velike dužine iz višeg sloja. Kao i u prethodnim kanali-



Sl. 9 – Struktura servisnog kanala



ma formira se više L3-blokova veličine 22 bajta (ili 176 bita), što odgovara informacionom segmentu L2-bloku. Zaglavlje je veličine 2 bajta, a podaci se smještaju u 20 bajtova. Na slici 11 prikazana je struktura kanala dugih poruka. Iz sloja prenosa duga poruka podataka maksimalne dužine 255 bajta sa L4-zaglavljem transformiše se u više L3-blokova. L4-zaglavlje zavisno od namjene može da ima promjenljivu dužinu u rasponu od 4 do 7 bajta. U zaglavlju L3-bloka nalazi se CRC dužine 6 bita sa generatorskim polinomom oblika $g(x)=x^6+x^4+x^3+1$.

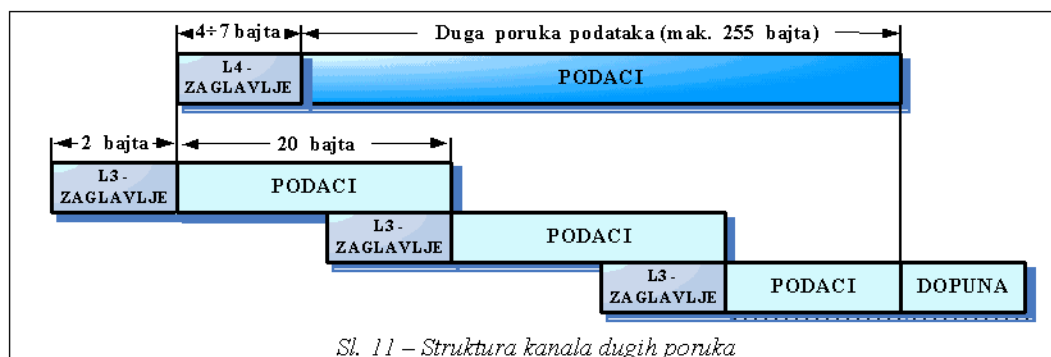
Ovaj kanal koristi se za transport sledećih servisa:

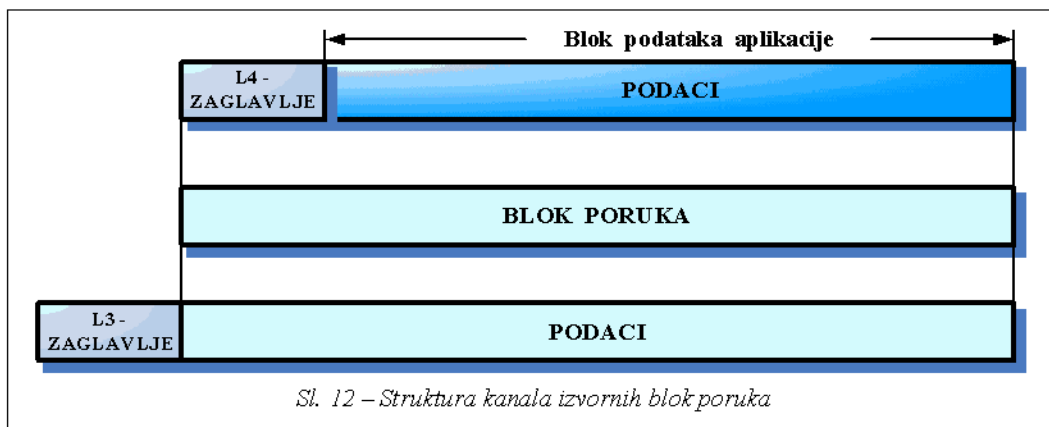
- radio-prenos vijesti (elektronske novine itd.);
- prenos pošte (X400);

- prenos sa visokim garantovanim protokom (slike, zvuk, govorne poruke);
- transver datoteka (faks, finansijski podaci, itd.);
- adresirani tekst i grafičke poruke (saobraćajne informacije, gradski saobraćaj, itd.) itd.

Kanal izvornih blok-poruka BMCh sadrži osam potkanala (0–7) koji se koriste za jednostavne blok-bazirane protokole. Unos podataka je direktan. DARC forum je nadležna institucija koja definiše raspodelu potkanala.

Struktura BMCh kanala prikazana je na slici 12. Zaglavlje je veličine 1 bajt, dok se podaci formiraju od blokova aplikacije ili rama za sinhronizaciju poruke. Maksimalan broj blokova je 32767, a njihova veličina od 19 do 22 bajta, zavisno od vrste potkanala.





Sloj prenosa (4. sloj)

Sloj prenosa služi za adresiranje s kraja na kraj i omogućava korisniku izbor aplikacije. U njemu se formiraju ili izdvajaju dvije vrste paketa (dugi i kratki). Dugi paket može da ima maksimalnu dužinu od 255 bajta, a maksimalna dužina kratkog paketa je 127 bajta. Zaglavlje L4 je promjenljive dužine i zavisi od logičkog kanala 3. sloja u koji se paket smješta. Ona varira od 2 do 7 bajta. Ovi paketi dijele se u blokove i prenose sloj niže. Najčešća dužina bloka je 20 bajta.

Sloj sjednice (5. sloj)

Sloj sjednice je najviši sloj DARC-a koji povezuje aplikacije u formi fragmentiranih datoteka i velikih paketa (sli-

ka 13) sa ostalim slojevima sistema. Dru- gim riječima, prilagođava izvorne poruke za ulazak i izlazak iz sistema.

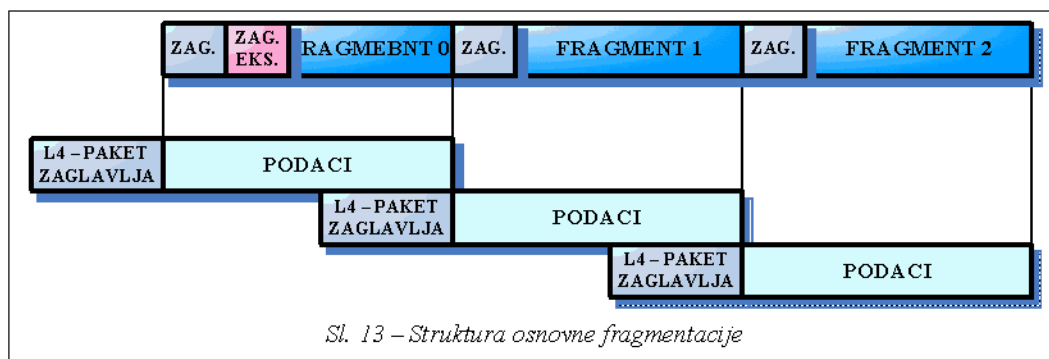
Na slikama 14 i 15 prikazane su osnovne strukture fragmentacije L5 pa- keta i datoteka.

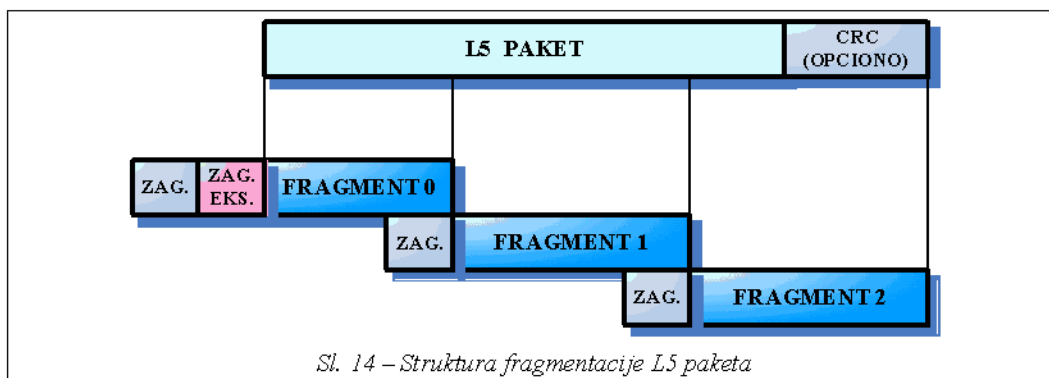
Unutar ovog sloja na strani servera (predaje) provode se sledeće procedure:

- ulazak izvornih podataka u sistem;
- kompresija podataka (ako se za- htjeva);
- unos koda i prefiksa datoteke TLV (Type, Length, Value);
- dodavanje CRC (ako se zahtjeva);
- fragmentacija podataka (ako je potrebno).

Na strani prijemnika poduzimaju se sledeće procedure:

- defragmentacija podataka;





- provjera CRC-a;
- dekodiranje datoteka TLV;
- dekompresija podataka;
- prikaz ili primjena izvornih informacija.

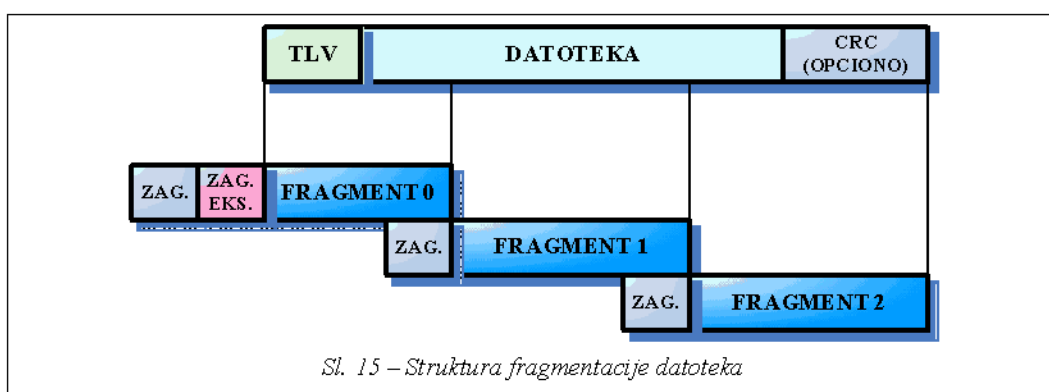
Elementi DARC mreže

U prethodnom prikazu data je struktura DARC mreže sa svojim elementima i međusobnim vezama. Položaj elemenata [3] u strukturi definiše njihovu ulogu i parametre koje treba da zadovolje.

Prvi element u mreži je server davaoca servisa SPS na kojem se nalaze servisi u formi datoteke, elektronske pošte, Weba, podataka i drugih formi. Izlaz sa servera mora da bude potpuno kompatibilan sa

DARC mrežom i na njemu može da se vrši kompresija, fragmentacija i zaštita (šifrovanjem) podataka. Pored toga, na serveru se obavlja pojedinačno i grupno adresiranje korisnika, upravljanje pristupom i transmisijom podataka, a u posebnom slučaju i upravljanje opremom predajnika TSE, odnosno DARC koderom. Hardverska konfiguracija najčešće je zasnovana na PC platformi sa Windows ili Linux operativnim sistemom, sa više različitih priključaka (RS232, USB i Ethernet).

Drugi element u mreži predstavlja server mreže NWS, koji je preko prenosnih veza povezan sa ulazne strane sa serverom davaoca servisa, a sa izlazne strane sa opremom predajnika. Njegova primarna funkcija je prenos podataka između ta dva kraja.



Izlaz iz servera su poruke 3. sloja DARC-a kao i poruke pratećih funkcija kojima se upravlja radom mreže i priključenih elemenata. NWS prosleđuje dva glavna servisa SPS-a, i to datoteke servisa radio-difuzije i servis prenosa podataka u realnom vremenu. Za prvi servis datoteke se prvo učitavaju sa SPS-a u NWS, zajedno sa setom upravljačkih direktiva, kao što su zahtjevi kvaliteta, adresiranje ili planovi radio-difuzije, a potom se prosleđuju do radio-difuznih predajnika. Za drugi servis, koji je vremenski kritičan, ostvaruje se direktni kanal (tunel) kroz NWS između SPS-a i prijemnog terminala sa minimalnim kašnjenjem. U tabeli 3 navedene su dodatne funkcije koje obavlja server mreže.

Na isti način može se formirati više hijerarhijskih uređenih mreža sa NWS, tako da na državnom nivou može da postoji jedna centralna mreža sa više regionalnih i lokalnih podmreža.

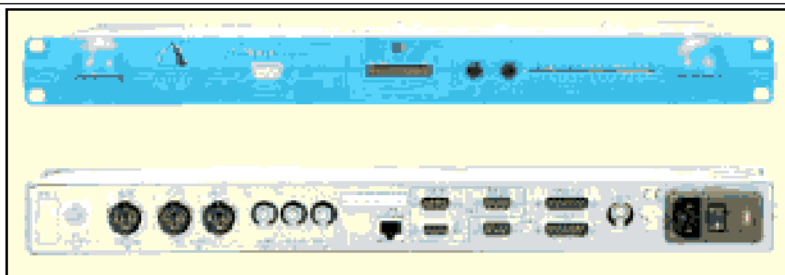
Treći element su prenosne veze koje povezuju sve elemente unutar DARC mreže. Generalno, postoji šest vrsta međusobnih veza, ako se posmatraju funkcije koje one obavljaju. Komunikacija može da bude jednosmjerna (simpleksna) ili dvosmjerna (dupleksna). Jednosmjerna komunikacija je sam prenos DARC signala između radio-difuznih predajnika i prijemnika. Međutim, ovaj tip prenosa može se primijeniti i za udaljenu vezu NWS sa TSE, s tim da se gube dinamičke funkcije upravljanja i kon-

Tabela 3

Funkcija	Opis
Pristup i kontrola sintakse	Ostvaruje kontrolu pristupa mreži i kontrolu i korektnost sintakse ulaznih podataka. Informacije koje dolaze na NWS mogu biti identifikator servisa, kod oblasti prekrivanja, tekuće vrijeme, itd.
Korisnička obrada podataka	Vrši konverziju poruka 5. sloja u poruke 4. sloja, skremljivanje podataka za neke servise, itd.
Administracija davaoca servisa	Obezbeđuje informacije o davaocima servisa i vrši kontrolu kapaciteta logičkih kanala za svaki servis.
Rezervacija	Dozvoljava davaocima servisa da emituju podatke u rezervisanom terminu, i preuzimaju veliku količinu podataka na server mreže.
Kontrola prioriteta	Ostvaruje kontrolu prioriteta između servisa i poruka.
Kontrola protoka	Onemogućava preopterećenje TSE.
Multiplexiranje	Vrši objedinjavanje, smještanje i razvrstavanje poruka različitog prioriteta u memoriju servera.
Adresiranje i umrežavanje	Omogućava adresiranje i prateće aktivnosti pri usmjeravanju poruka-podataka od servera ka TSE.
Sistemska vrijeme – sat	Omogućava sinhronizaciju svih dijelova mreže od strane NWS.
Kontrola rada	Vrši superviziju svih aktivnosti na mreži od strane NWS.

Hardverska konfiguracija servera najčešće je zasnovana na PC platformi sa Windows ili Linux operativnim sistemom. Pristup serveru vrši se preko Ethernet, USB, RS232 ili modenskog priključka. Putem dvostrane komunikacije NWS istovremeno može da upravlja radom više servera (SPS) i kodera (TSE).

trole, koje zahtijevaju povratnu petlju. Dvosmjerna komunikacija je prisutna kod svih ostalih veza, a može se realizovati na više načina žičnim putem (bakarnim ili optičkim kablovima) ili bežičnim putem (radio, radio-relejne ili satelitske veze). Tehnologija prenosa može da bude modemski prenos, Ethernet, ISDN, X.25, itd.



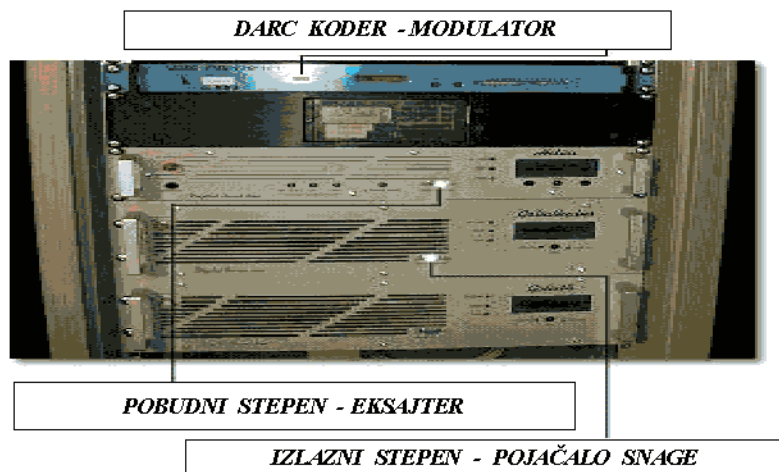
Sl. 16a – DARC koder

Četvrti element predstavlja oprema predajnika (koderi) [4] koja ima više funkcija. To su funkcija mrežne komunikacije; funkcija komunikacije sa NWS ili sa lokalnim izvorom podataka; funkcija multipleksiranja sa različitim izvorima podataka (NWS, lokalni izvori) na nivou 4. sloja i funkcija demultipleksiranja poruka 4. sloja na poruke 3. sloja; funkcija kodiranja i modulacije DARC nosioca na FM radio-difuznom predajniku; funkcija kontrole i monitoringa opreme predajnika i emitovanog signala.

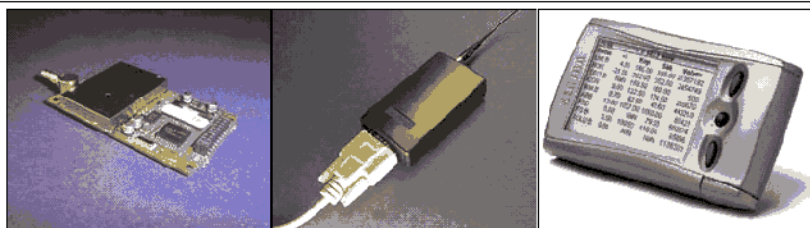
Na slikama 16a i 16b prikazan je jedan tip DARC koder i FM radio-difuznog predajnika. Koderi najčešće imaju

RS232, BNC i Ethernet priključke, preko kojih se vrši dotur poruka za DARC i programiranje i upravljanje radom.

Peti element su korisnički prijemnici. Mogu se realizovati na više načina, bilo da su namjenski razvijeni ili da se vrši dogradnja postojećih prijemnika sa DARC dekomerom. U oba slučaja postoje priključci (RS232 ili PCMCIA) preko kojih se prijemnici povezuju sa spoljnim terminalnim uređajem. Kao terminal mogu da služe razne varijante računara (stone, mobilne, prenosne), GPS prijemnici, kontroleri, itd. Na slici 17 prikazane su neke varijante korisničkih prijemnika.



Sl. 16b – DARC koder i FM predajnik



Sl. 17 – Varijante FM prijemnika sa DARC dekoferom

Funkcije kontrole pristupa DARC mreži

Okavko složena i široko rasprostranjena mreža mora da posjeduje odgovarajući sistem kontrole pristupa radi sprečavanja neautorizovanog korištenja ili degradacije sistema. Kontrola pristupa vrši se kroz tri funkcije: zaštitu informacije, kontrolu ovlaštenja i upravljanje ovlaštenjem.

Prva funkcija primjenjuje se na korisni (informacijski) dio poruka DARC servisa. U ovom slučaju koristi se tehnika skremblovanja. Moguća su tri režima rada:

1. Neskremblovani režim omogućava korištenje servisa svima koji imaju adekvatnu standardizovanu opremu.

2. Skremblovani režim sa unaprijed specificiranim kontrolnom riječi (CW – Control Word) koja je stalno instalisana u prijemniku.

3. Skremblovani režim sa kontrolnom riječi (CW) koja se redovno mijenja. U ovom slučaju kontrolna riječ se šifrue i šalje u prijemnik putem poruke kontrole ovlaštenja.

Prvi režim rada najčešće je zastupljen, jer predviđa slobodno korištenje servisa i korisnici nisu autorizovani. Druga dva režima su restriktivnija, jer predviđaju autorizaciju korisnika i selektivno korištenje servisa. Sam postupak skrem-

blovanja vrši se tehnikom sabiranja po modulu 2 bita korisne informacije sa pseudoslučajnom binarnom sekvencom (PRBS – Pseudo-Random Binary Sequence). Generator pseudoslučajne binarne sekvence definisan je u standardu ETS300174. Skremblovanje se ne odnosi na redundantni dio poruke (zaglavlje, preambula, paritet, CRC, itd.).

Druga funkcija – kontrola ovlaštenja sastoji se od emitovanja uslova za pristup servisu primjenom šifrovane zaštitne riječi, preko koje autorizovani prijemnik može vršiti deskremblovanje korisne poruke.

Treća funkcija – upravljanje ovlaštenjem sastoji se u distribuciji pretplatničkih ovlaštenja. Ona mogu da budu po temama ili klasama, po plaćenom iznosu ili impulsu za odgovarajući program, po servisu ili zakupljenom vremenu, itd. Složenija rješenja predviđaju korištenje pametnih (smart) kartica na korisničkoj strani.

Primjena DARC servisa

Primjena DARC servisa zasniva se na sledećim prednostima: koristi se postojeći FM radio-difuzni sistem; gotovo sto-postotno višestruko pokrivanje nacionalne teritorije radio-difuznim signalom, a time i DARC servisom; mala finansijska ulaganja i visok odnos efikasnost/cijena; brzina prenosa informacije zadovoljava ve-

činu primjena koje se odvijaju u realnom vremenu; mobilnost korisnika; pasivan prijem (simpleksni prenos); odvojena i raznovrsna distributivna mreža; gotovo idealan servis za sve vrste simpleksnog prenosa; otvorenost standarda.

Navedene prednosti pružaju raznovrsnu primjenu DARC servisa, koje se generalno mogu razvrstati u tri grupe:

- primjena DARC-a u funkciji podrške FM radio-difuziji;
- komercijalna primjena DARC-a;
- specifične primjene DARC-a.

Ova posljednja grupa odnosi se, pored ostalog, i na segment vojne primjene. U tom segmentu posebno su značajne sledeće aplikacije [5]:

- primjena DARC-a za diferencijalni GPS (DGPS/RTK);
- primjena DARC-a za prenos informacija VOJIN-a;
- primjena DARC-a za prenos tačnog sistemskog vremena;
- primjena DARC-a za prenos meteoroloških podataka;
- primjena DARC-a za prenos kratkih poruka i elektronske pošte, itd.

Interesantan primjer primjene za vojne svrhe predstavlja sistem LuLIS (Švedska) [6], [7]. To je informacijski sistem VOJIN-a za rano uzbunjivanje, koji pokriva teritoriju Švedske i drugih zemalja. Ovaj sistem prezentira trenutnu situaciju u vazдушnom prostoru i daje prethodna obavještenja za sve korisnike na bilo kom dijelu teritorije ili vazдушnog prostora. Pored toga, daje informacije o tragovima;

podatke o zabranjenim zonama i svim koridorima leta; zone za PVO jedinice i korekciju za DGPS/RTK. Sve informacije su zaštićene i prenose se u realnom vremenu. Sistem šalje tekstualne poruke, a sistemsko vrijeme je visoke tačnosti.

Odlika ovog sistema je: gotovo trenutna reakcija na promjene u vazdušnoj situaciji (malo kašnjenje toka informacije od izvora do korisnika); mobilnost korisnika; velika fleksibilnost; otpornost sistema na ED; krajnji korisnici su radio-pasivni, itd.

Zaključak

Performanse DARC servisa konvencionalne FM radio-difuzije omogućavaju vrlo široku primjenu, kako u civilnom, tako i u vojnom domenu. Osnovna prednost ogleda se u korištenju postojećih FM radio-difuzivnih mreža, punom prekrivanju teritorije, jednostavnosti, fleksibilnosti, niskoj cijeni ulaganja, zadovoljavajućoj brzini i kvalitetu prenosa informacija, mobilnosti prijema i radio-pasivnosti korisnika.

Literatura:

- [1] ETSI EN 300751 V1.2.1 (2002-09) Radio broadcasting Systems; Data Radio Channel (DARC).
- [2] Roland Andersson: The possibilities of using DARC/SWIFT for datacasting, MIRS 1998.
- [3] www.darc-forum.com/system.htm
- [4] www.audemat-aytec.com;
- [5] KP-32/99 – ppuk. Mladen Manjak, Primjena radio-difuzne mreže SRJ za prenos podataka od interesa za VJ.
- [6] www.axentia.se
- [7] www.sectra.se

Srđan Ljubojević,
kapetan, dipl. inž.
Vojna akademija – Odsjek logistike,
Beograd

STRATEGIJA MARKETING-MIKSA U OBEZBEĐIVANJU KADROVA SAOBRAĆAJNE SLUŽBE VOJSKE

UDC: 658.8 : 355.23 : 356.257

Rezime:

Aktuelni reformski procesi u Vojsci Srbije prilika su za postavljanje novih principa, kada je u pitanju spoj marketinga i vojne organizacije. U ovom radu prikazan je mogući izgled instrumenata marketing-miksa u funkciji obezbeđivanja kadrovskih resursa saobraćajne službe Vojske Srbije, sa namerom da se definiše opšti izgled instrumenata u marketing-aktivnostima.

Ključne reči: marketing, marketing-miks, kadrovi.

THE MARKETING MIX STRATEGY WITHIN ARMY TRANSPORTATION SERVICE PERSONNEL PROVIDING

Summary:

The presently relevant reform processes in the Military of Serbia are an opportunity for setting new principles when we are talking about marketing – military organization joint. In this work a possible look of marketing mix instruments is presented with purpose is to provide meaning resources of transportation service in the Military of Serbia, with intention to define a general look of the instruments in marketing activities.

Key words: marketing, marketing mix, personnel.

Uvod

Savremeno poslovanje nosi veliki broj elemenata stohastičnosti. Stoga nijedno preduzeće nije sigurno u pogledu verovatnoće ostvarivanja sopstvenih želja i realizacije poslovnih odluka. Jedan od najuticajnijih faktora okruženja, koji direktno utiče na poslovanje preduzeća, jeste tržište. Sa aspekta pojedinačnog ponuđača tržište se može definisati i kao „agregatna tražnja potencijalnih kupaca jednog proizvoda ili usluge“ [1]. Na tržištu se dobija jedina merodavna ocena opravdanosti i ispravnosti poslovnih poduhvata. Marketing, kao najuočljivija po-

slovna funkcija za potrošača, bazno je vezan za tržište.

U savremenom poslovanju ideja vodilja proizvođača nije više proizvodnja proizvoda za koji treba naći kupca, već proizvodnja proizvoda prema zahtevima i mogućnostima tržišta. Usled šarolikosti i kompleksnosti tržišta, rentabilna mogu biti samo ona preduzeća koja, na osnovu ispravnog definisanja tržišta, utvrđivanja njegovih dimenzija i izvršene segmentacije, izvrše pravilan izbor ciljnog segmenta i, uz adekvatnu marketing-strategiju, usredsrede sve svoje marketinške aktivnosti na zadovoljenje potreba izabranog tržišnog segmenta.

Naizgled jednostavan i lako razumljiv, marketing se, pogrešno, najčešće poistovećuje sa reklamom i prodajom. Iako je nastao kao odgovor na probleme proizvodnje i proizvođača, danas je suština marketinga u rešavanju problema potrošača. Pojam marketing je anglosaksonskog porekla (eng. market – tržište) i znači „stavljanje na tržište“ ili „stvaranje tržišta“. Ne postoji adekvatan prevod ovog pojma, kao što ne postoji ni opšteprihvaćena definicija marketinga.

Prema Američkom udruženju za marketing (American Marketing Association – AMA), marketing je proces planiranja i sprovođenja koncepcija, cena, promocije i distribucije ideja, robe i usluga, u kojem se kreira razmena koja zadovoljava potrebe pojedinaca i organizacija [2].

Svakodnevne intenzivne promene u okruženju doprinose konstantnom proširivanju i produbljivanju pojma marketinga, tako da se on danas definiše kao proces obezbeđenja optimalnog nivoa zadovoljenja potrošača, uz ostvarenje optimalnog profita za preduzeće i optimalnog finansijskog i radnog zadovoljstva za sve zaposlene u preduzeću (stvaranje sistema vrednosti za zaposlene), i sve to bez oštećenja fizičkog i socijalnog okruženja [1]. Većina definicija marketinga apostrofira zadovoljenje potreba i želja potrošača u procesu razmene na tržištu, mada se poslednjih godina, sve više, naglašava društvena dimenzija marketinga i jačanje društvene odgovornosti preduzeća u fizičkom i socijalnom okruženju. Ali, bez obzira na aspekt posmatranja, marketing-koncept predstavlja kontinuiran proces, a ne jednokratnu ili povremenu aktivnost u savremenom menadžmentu.

U okviru aktivne reforme Vojske Srbije (Vojske) u njen sistem potrebno je ugraditi i adekvatnu marketing-koncepciju, koja će joj doneti atribut moderne, prožimajući sve njene slojeve, pa i njenu saobraćajnu službu (SbSI), jer savremeni svetski bezbednosni trendovi nameću potrebu za reformama i unapređenjem, ne samo materijalno-tehničke prirode, već i kadrovskog potencijala.

Instrumenti marketinga (marketing-miks)

Podrazumevajući da je marketing koncepcija poslovnog odlučivanja, po kojoj se dobit preduzeća vezuje za njegovu sposobnost da shvati potrebe potrošača i da instrumente svoje poslovne politike bira shodno dugoročnim interesima potrošača, sasvim je logično da planiranje u poslovanju bude usmereno ka trendovima promena u obimu i strukturi tržišnih potreba. Pri tome suštinska uloga marketinga je da uspostavi i održava komunikaciju, u najširem smislu te reči, između proizvođača i potrošača.

Instrumenti marketinga (tzv. marketing-miks) koriste se u ostvarivanju uticaja na izbor potrošača, otklanjanjem transakcionih barijera, putem nezavisnog ili međusobno uslovljenog doprinosa. Otklanjanjem transakcionih barijera marketing-miks ostvaruje operativne ciljeve marketing-strategije, pa se posmatra i kao operativna strana marketing-koncepcije. Odnos instrumenata marketinga u marketing-miksu može biti konkurentski, komplementaran ili supstitutivni.

Sam termin marketing-miks pojavio se 1964. godine i tada je obuhvatao planiranje proizvoda, prodajnu cenu, brend,

distributivne kanale, prodaju, reklamiranje, promocije, pakovanje proizvoda, plasman proizvoda, rukovanje proizvodom i analiziranje. Kasnije su ove komponente grupisane u četiri kategorije, danas poznate kao 4P marketing miksa: eng. Product – proizvod, Price – cena, Place – distribucija i prodaja i Promotion – promocija [3].

Moderan marketing vidi marketing-miks kao skup marketing-instrumenata, koje preduzeća koriste u ostvarivanju svojih marketinških ciljeva na ciljnom tržištu [2]. Suštinski, to je ono što tržište – kupac dobija od preduzeća, kao rezultat svih napora preduzeća da zadovolji potrebe kupaca. Kombinacija elemenata u marketing-miksu daje ponudi preduzeća kvalitet više i kod kupaca stvara odgovarajuću sliku (imidž) o preduzeću i proizvodu. Pitanje izbora instrumenata za marketing-miks, optimalne kombinacije tih instrumenata i faktora koji utiču na nju specifični su za svaku delatnost i svako konkretno preduzeće.

Savremeni marketing-koncept, sa težištem na potrošaču, ne razmatra marketing-miks kao 4P proizvođača, već kao 4C potrošača (Customer needs and wants – potrebe i želje potrošača, Cost to the consumer – troškovi kupaca, Convenience – ugodnost za potrošače i Communication – komuniciranje). S druge strane, produbljivanje izvornog pristupa marketing-miksu evoluiralo je u proširivanje spiska njegovih instrumenata sa 4P na 7P, kod organizacija u uslužnim delatnostima, dodajući People – ljude, Process – procese pružanja usluga i Physical evidence – fizičku sredinu u kojoj se usluga pruža [3], ali i 3C (Consumerism – obez-

beđenje dugoročnih interesa potrošača, Control – kontrolu i racionalno korišćenje resursa i Conservation – očuvanje okoline) [1].

Praksa je pokazala da prava kombinacija instrumenata marketinga, u pravilno doziranom marketing-miksu, daje bolje rezultate od opredeljivanja za samo jedan instrument. Pri tome, svako preduzeće mora pratiti promene u skupu faktora koji definišu prirodu uloge pojedinih instrumenata u marketing-miksu.

Statički pristup oblikovanju marketing-miksa je neefikasan, jer su vrednosti i efekti pojedinih instrumenata vremenski ograničeni. Stoga, jednom formirana kombinacija marketing-miksa treba da predstavlja okvir u kojem će se, shodno dinamici promena uslova poslovanja, menjati i međusobni odnosi pojedinih instrumenata u marketing-miksu, ali i njihovo prisustvo.

Bez obzira na vrstu delatnosti i uslove u okruženju, u marketing-miksu svakog preduzeća su, modifikovana ili ne, uvek prisutna četiri osnovna instrumenta (4P) ili, bolje rečeno, odgovarajući miks svakog od instrumenata.

Primena marketing-miksa u obezbeđenju kadrova za potrebe saobraćajne službe Vojske Srbije

Optimalna kombinacija instrumenata marketing-miksa bitno je uslovljena karakterom delatnosti, odnosno tržištem na kojem preduzeće obavlja svoju poslovnu aktivnost.

Vojska, kao organizacija koja se finansira isključivo iz budžeta i kojoj je primarni cilj sprovođenje njene odbram-

bene misije, a ne ostvarenje profita, može se smatrati neprofitnom organizacijom. Aktivnosti SbSl, kao nosioca saobraćajne podrške Vojske, raznolike su i podrazumevaju, pored ostalog, i školovanje i razvoj kadrova za sopstvene potrebe. S obzirom na karakter delatnosti SbSl, uz epitet neprofitne, može se pripojiti i epitet uslužne organizacije, sa svim aspektima marketinga specifičnog za uslužni i neprofitni sektor.

Poznato je da su ljudski resursi najvažniji, dinamički, kreativni i inovativni element proizvodnje usluga iz oblasti saobraćaja, ali i logističkih usluga u vezi sa saobraćajem. Jedino obrazovan, osposobljen, iskusan, vešt i motivisan kadar iz oblasti saobraćaja može omogućiti sigurne, brze i racionalne procese proizvodnje saobraćajnih, odnosno logističkih usluga.

Specifičnost delatnosti, uz sve druge ograničavajuće faktore, pred SbSl stavlja problem obezbeđenja kadrova potrebne stručnosti i kvalifikacije. Ponajviše zbog toga, ali imajući u vidu i činjenicu da obrazovanjem sopstvenog kadra organizacija povećava svoj ljudski kapital, SbSl Vojske se opredelila da kadar za sopstvene potrebe, u najvećoj meri, samostalno školuje. Usled specifičnosti radnih zadataka u saobraćajnoj podršci Vojske, angažovanje kadra iz građanstva veoma je ograničeno, tako da se gotovo celokupna strategija obezbeđenja kadrova za potrebe SbSl oslanja na školovanje kadrova u Srednjoj vojnoj školi i Vojnoj akademiji (VA). Pri tome je jedino kadar školovan u VA projektovan i za upravne nivoe u hijerarhiji SbSl.

Protekle decenije se vojna organizacija, a u okviru nje i SbSl, suočila sa nizom problema upravo u obezbeđenju tog kadra. Danas je ona primorana da, u procesu re-

formi, nađe rešenje koje će joj obezbediti kontinuiran priliv kvalitetnog kadra.

U tom smislu i u okviru strategijskih opredeljenja, SbSl Vojske danas, nužno, mora da prihvati savremeni marketinški koncept i definiše adekvatnu marketing-strategiju. Dosadašnje marketinške aktivnosti SbSl, na području obezbeđenja kadrova, nisu dale očekivane rezultate. Naravno, ni jedna marketing-strategija ne može dati pozitivne rezultate na duži period, ako nije podržana kvalitetom i rezultatima ostalih poslovnih funkcija. Aktuelni reformski tokovi u SbSl Vojske su, ujedno, prilika da se i marketing, na adekvatan način, uključi u kreiranje savremene i moderne saobraćajne podrške vojne organizacije.

Pri tome, polaznu tačku svih aktivnosti predstavlja tržište. Država, kao donator, nepromenljiv je faktor u funkcionisanju Vojske, tako da je izlišno govoriti o tržištu donatora. Ali, sa aspekta školovanja u Vojsci, „potrošačko“ tržište je geografski omeđeno teritorijom Republike Srbije, a ciljni segmenti su okvirno vezani za starosnu dob stanovništva od petnaeste do tridesete godine života. Naime, kadrovski interesantna populacija za SbSl Vojske je populacija mladih ljudi, prvenstveno muškog pola, a u skladu sa savremenim trendovima i ženskog, koji se školuju u odgovarajućim srednjim, višim školama i fakultetima, ili onih koji su to školovanje završili.

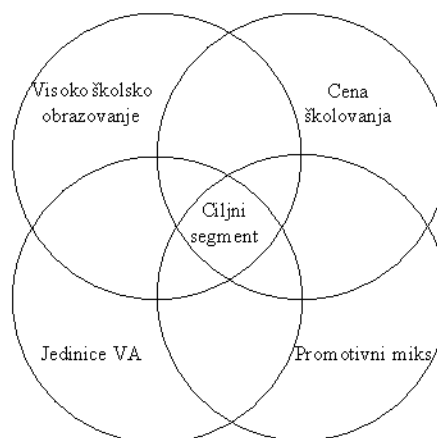
Adekvatna tržišna istraživanja i osamostaljenje funkcije marketinga SbSl, u smislu odvajanja marketinga SbSl od marketinga ostalih službi u Vojsci, polazne su pretpostavke pri definisanju osnovnih instrumenata marketing-miksa VA (slika 1), kao ustanove u kojoj se školuje najveći deo kadrovskog potencijala SbSl.

Sa aspekta školovanja kadra SbSl u VA, proizvod (usluga), koji u marketing-miksu VA može da ponudi tržištu, predstavlja visokoškolsko obrazovanje. Trenutno, VA nema tržišno prepoznatljiv proizvod, uprkos njegovoj specifičnosti u odnosu na slične proizvode konkurenata (Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu ili Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu). Analiza konkurentskih proizvoda nameće potrebu za modernizovanjem sistema školovanja u VA, diferencijaciju programa školovanja i izgradnju prepoznatljivog imidža.

Neophodnost pribavljanja dovoljno dobrih i upotrebljivih sekundarnih podataka o potencijalnim kadrovskim resursima i njihovim željama, zahtevima i stavovima, upućuje i na intenzivnija tržišna istraživanja. Pri tome, u formulisanju konačne ponude, korisnija su sopstvena i „naručena“ istraživanja stavova građana (u vidu anketa ili nekom drugom metodom) od oslanjanja na podatke drugih institucija i ustanova. U tim istraživanjima moraju biti obuhvaćeni ne samo ciljni segmenti već i šira populacija, koja u velikoj meri utiče na stavove i donošenje konačne odluke ciljnih segmenata.

Ključno pitanje u definisanju „proizvodne“ ponude VA jeste: šta ponuditi kao „nešto više“ koristi od onoga što ciljni segment očekuje i kako istaći diferenciranost svog programa u odnosu na konkurenciju?

Odgovor treba tražiti, najpre, u isticanju postojećih specifičnosti školovanja u VA, uslovljenih prirodom poslova za koje se kadar i školuje, a zatim i u inoviranju i obogaćivanju sadržaja školovanja. U tom smislu, svrsishodno je istaći da



Sl 1. – „4P“ marketing-miksa Vojne akademije

sam pojam akademija podrazumeva ne samo znanja, već i njihov spoj sa veštinama i sposobnostima. Ono što u školovanju kadrova saobraćajne struke ponudu VA diferencira od konkurentnih ponuda su, svakako, raznovrsni sadržaji obuke, koji su, provereno, interesantni ciljnim segmentima i koji se odnose na polaganje vozačkog ispita za upravljanje vozilima A, B, C i E kategorije, obuku u skijanju, obuku u upravljanju motornim vozilima u zimskim i terenskim uslovima, obuku u plivanju, u boričkim veštinama, opštu vojnu obuku u zimskim i letnjim uslovima i slično. Zatim, kao argument diferencijacije svoje ponude i stvaranje preferencije na ciljnim tržištima treba istaći i mogućnost pohađanja niza sve prisutnijih i, kadru SbSl koji se školuje u VA, dostupnijih, kurseva različitog sadržaja (kursevi stranih jezika, kurs padobranstva, kurs mačevanja, itd.). U skladu sa reformama sistema odbrane, otvorena je i mogućnost školovanja u inostranstvu (u najprestižnijim vojnim akademijama svetskih vojnih sila), za onaj kadar koji pokaže potreban kvalitet.

Ovi specifični sadržaji, naravno, nisu dovoljni da kreiraju „vrednost više“ samo ako su zadovoljeni osnovni nivoi svake usluge. Drugim rečima, potrebno je obezbediti visok kvalitet osnovnog obrazovnog procesa (bazičnog programa), kroz kvalitetan nastavni kadar, kvalitetan i savremen nastavni program, kao i bogatu i savremenu materijalnu nastavnu bazu.

Na ovaj način formiran proizvod – usluga u tržišnoj ponudi lako je prepoznatljiv i olakšano je njegovo pozicioniranje. Mogućnosti inoviranja proizvoda su, takođe, velike (proširivanje saradnje sa srodnim fakultetima i školama u zemlji i inostranstvu, intenziviranje učešća u raznim projektima, naučnim i stručnim skupovima, učešća u humanitarnim akcijama, studentska putovanja, saradnja sa inostranim vojnim akademijama, uključivanje u međunarodne bezbednosne tokove i sl.), a posebne pogodnosti, u vidu usluga smeštaja, ishrane, korišćenja biblioteke i ostalih pratećih usluga školovanja, ali i obezbeđenje radnog mesta odmah po završetku školovanja, bacaju posebno svetlo na ponudu VA. Pri tome, i proces pružanja ovih usluga mora biti visoko kvalitetan, jer je on od presudnog značaja za formiranje satisfakcije potrošača – korisnika i izgradnju odgovarajućeg imidža organizacije i usluge.

U kreiranju imidža organizacije i proizvoda, „opipljivi“ elementi usluge imaju ogromnu ulogu, jer upućuju na visok kvalitet usluge. Vojna akademija i SbSl Vojske već imaju formirane simbole (ambleme), koje uz druge „opipljive“ elemente (adekvatnu boju, fizički ambijent, osoblje, opremu, promotivni materijal...) samo treba učiniti prepoznatljivim. Ali, da bi imidž bio u potpunosti izgra-

đen i održiv neophodno je da i status pripadnika SbSl i Vojske u celini bude na kvalitativno višem nivou.

Ovako formulisan proizvod VA, uz izgrađen potrebiti imidž, veoma je konkurentan na tržištu. Ali, on ima i visoke „proizvodne“ troškove. Aktuelni vremenski trenutak u mnogim segmentima onemogućava formiranje ovakvog proizvoda. S obzirom na potrebu za kontinuiranim prilivom kadra, SbSl je primorana da obezbeđenju željenih karakteristika proizvoda pristupi kao srednjoročnom ili dugoročnom cilju.

S obzirom na neprofitni karakter organizacije i na činjenicu da školuje kadar za sopstvene potrebe, veoma upotrebljiv instrument marketing-miksa, radi ostvarenja konkurentske prednosti, može biti cena. U prilog tome govori i činjenica da, zbog visokog percipiranog rizika pri kupovini usluga, potrošači često cenu, kao vidljiv element upoređivanja različitih usluga, koriste i kao važan kriterijum pri odlučivanju (pretpostavljajući da viša cena podrazumeva i viši kvalitet). Stoga, viša cena školovanja kadra saobraćajne struke u VA, u odnosu na konkurentske cene, može predstavljati prednost, ako se na pravi način prezentuje. Ne treba zapostaviti ni ulogu, neke vrste „kreditiranja“ pri realizaciji – naplati utvrđene cene. Naime, naplata nije novčanog karaktera, sem u slučajevima kada dođe do prekida saradnje u pružanju usluge (što zavisi od volje i osećaja odgovornosti korisnika) ili do prekida poslovne saradnje nakon realizovane usluge. Konkretnije, kako je usluga školovanja u VA usluga visokog kontakta, koja zahteva prisustvo i angažovanje korisnika u procesu pružanja

usluge, i sam korisnik ima odgovarajuće obaveze. Za uzvrat, omogućeno mu je da cenu isporučene usluge plati po njenoj realizaciji, i to ne novcem, već svojom radnom angažovanošću u predviđenom periodu.

Ono što je karakteristično za instrument cene u obrazovnoj ponudi VA jeste nemogućnost diferenciranja cene usluge, ni po kojem osnovu, osim na bazi različite verzije usluge (školovanje u VA, školovanje u inostranim vojnim akademijama i sl.). Dakle, nije moguće diferenciranje cene na osnovu različitih grupa korisnika usluge, niti na bazi lokacije pružanja usluge ili različitog vremena korišćenja usluge...

Sa aspekta distribucije usluge, pružanje usluge u slučaju školovanja kadra SbSl vezano je za VA i lokaciju njenih organizacijskih jedinica. Specifičnost i priroda usluge VA ne omogućavaju lokalnu pristupačnost usluge, niti decentralizaciju u pružanju usluge, usled enormnog povećanja troškova i nerentabilnosti takvog distributivnog rešenja. Ni preispitivanje trenutne lokacije pružanja usluge (grad Beograd) nije potrebno, jer pozitivni efekti, u slučaju predislukacije VA, nisu značajni, a ne idu ni u prilog imidžu organizacije.

Drugi aspekt distributivnog miksa – angažovanje posrednika u distributivnom kanalu, takođe nije moguće u konkretnom slučaju. Usled visokospecijalizovane usluge i mogućnosti narušavanja očekivanih standarda u kvalitetu usluge, direktna isporuka usluge je, trenutno, najbolje i jedino rešenje. U prilog tom rešenju govori i ograničen broj korisnika usluge (samo nekoliko desetina na kon-

kursu odabranih korisnika). Čak ni indirektno pružanje usluga (uz pomoć tehnoloških dostignuća, kao posrednika) nije moguće, usled karaktera usluge.

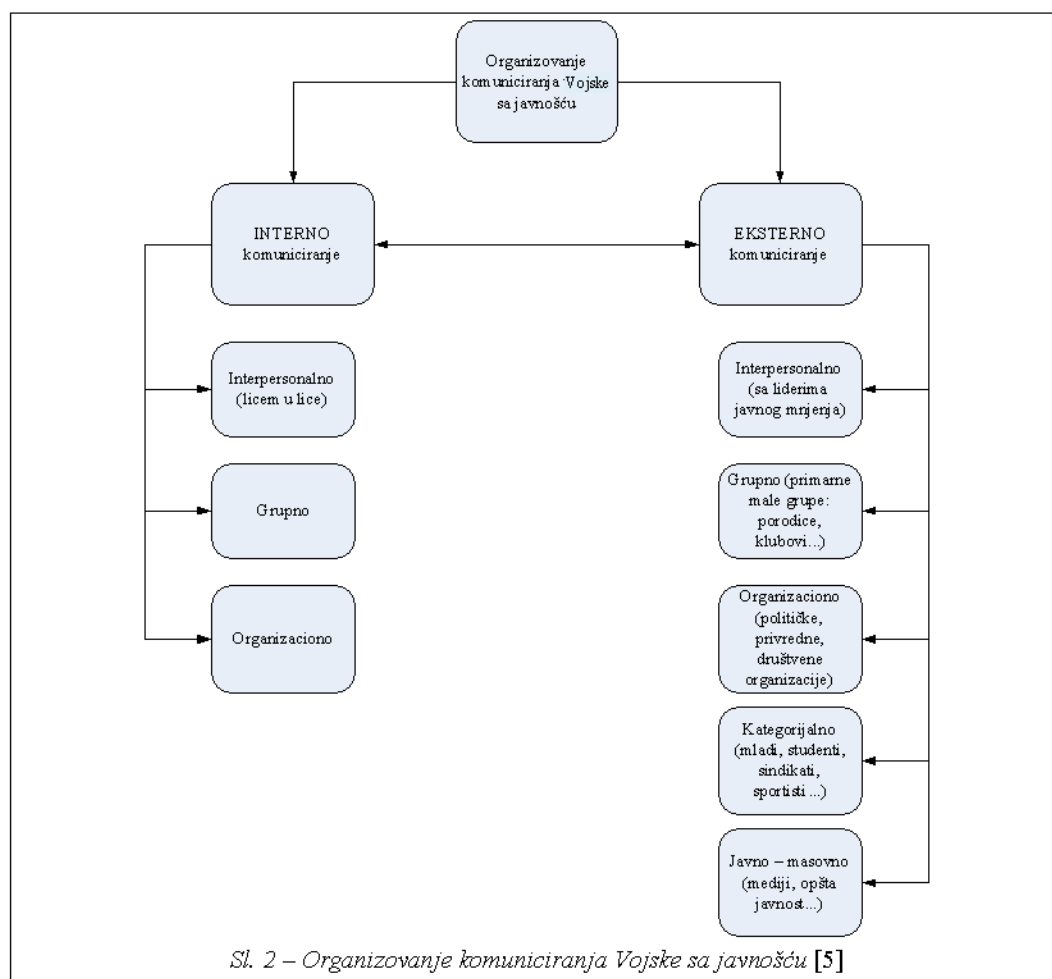
Dakle, distribucija je veoma ograničen instrument marketing-miksa, kada su u pitanju usluge školovanja kadrova SbSl u VA. Za razliku od distribucije, instrument promocije je veoma širok.

Promotivni miks, ne samo SbSl i VA, već i celokupne vojne organizacije je, do sada, podrazumevao nekoliko ustaljenih promotivnih oblika, koji su, uz to, bili i nedovoljno eksploatisani. Pored ostalog, posledica takvih marketinških aktivnosti je i nedovoljna obaveštenost građana o Vojsci i dešavanjima u njoj i visoka nezainteresovanost za pitanja koja se tiču Vojske i odbrane. Prema određenim istraživanjima [4], sprovedenim poslednjih godina, tek svaki osmi građanin (12% punoletne populacije) pokazuje interesovanje za pitanja koja se tiču Vojske, a svaki treći (30% populacije) smatra ove teme potpuno neinteresantnim. U preostalih 58% su oni koji pokazuju „donekle“ ili „malo“ interesovanje. Indikativno je da je isto toliko građana (69%) „loše“ i „veoma loše“ obavešteno o događajima u Vojsci, dok je gotovo zamegljiv broj onih koji su „dobro“ informisani (2,5%).

Ovi rezultati nedvosmisleno ukazuju na probleme u komunikaciji na relaciji Vojska – građani. U okviru novog marketinškog pristupa Vojska Srbije mora iskoristiti sve promotivne mogućnosti ne bi li promenila lošu komunikacionu sliku. Pri tome, ciljna grupa treba da bude prvenstveno 58% „malo“ ili „donekle“ zainteresovanog stanovništva.

U uslovima globalizacije medija, programa i publike, kada je postignuto trenutno i neposredno obaveštavanje o zbivanjima u svim delovima društva, javno mnjenje se brzo formira i menja. Imajući to u vidu, ali i činjenicu da je uticaj javnosti na vojsku sve veći, nastojanja savremenih vojski da pridobiju poverenje ciljnih grupa u društvu postaju izraženija. Usko vezan sa nastojanjima da se pridobije naklonost javnosti jeste i imidž vojne organizacije. U skladu s tim, sistem komuniciranja vojne organizacije sa javnošću ima komponente usmerene na interno i eksterno komuniciranje (slika 2).

Eksterno komuniciranje Vojske sa javnošću je, prema istraživanjima, u velikoj meri neefikasno. Za oko 50% građana najvažniji izvori informisanja javnosti [4] su „lično iskustvo iz Vojske“ i „poznanici koji su sada u Vojsci ili su skoro napustili Vojsku“. Mediji (televizija, novine, radio, časopisi...) učestvuju u informisanju javnosti sa svega 35%, dok veliki broj ispitanika (15%) „ne zna“ koji izvor saznanja je za njih „najvažniji“. Slika je još više poražavajuća kada se analiziraju odgovori na pitanje poverenja u izvore saznanja (gotovo 30% ispitanika



„ne veruje ni jednom izvoru“ ili „ne zna kome da veruje“). Postavlja se pitanje: šta je uzrok ovolikoj skeptičnosti i sumnjičavosti prema informacijama koje se tiču Vojske?

Logično je da postoji zavisnost između interesa javnosti i istinitosti, tačnosti, ali i tajnosti vojnih informacija i podataka. Posebni timovi u službama za odnose sa javnošću Ministarstva odbrane i Generalštaba Vojske odgovorni su za obezbeđivanje uverljivih i tačnih podataka i informacija u odnosima sa ciljnim grupama, ali i za izbor pravog načina prenošenja tih informacija.

Postoje najmanje dva gledišta koja se odnose na prava na informacije vezane za Vojsku. Prema jednom, svaki građanin ima pravo na dostupnost informacija i podataka u vezi sa sistemom odbrane, jer je dužnost države, Vojske i medija da ga o tome pravovremeno obaveštavaju. Na osnovu drugog pristupa, država ima prioritet u odnosu na građane, usled čega za država pravo da javnosti prenese samo informacije za koje ona proceni da su neophodne. U prvom slučaju evidentan je koncept dvosmernog komuniciranja, koji je poželjan, a u drugom jednosmerni oblik koji je, naravno, nepoželjan. Vojne informativne službe komuniciraju sa javnošću uglavnom posredstvom mas-medija, zapostavljajući druge nivoe informisanja (međusobni, grupni...) i zanemarujući, tako, kanale koji omogućavaju povratni tok kritičkih i inovacijskih poruka. Komunikacioni proces je, na taj način, podložan formalizaciji, a informacije koje se objavljuju su faktografske, selektovane i neinteresantne za javnost. Ovaj problem u komunikaciji uočilo je i 65% građana [4].

Posledica takve komunikacije je i moguća pogrešna slika javnosti o Vojsci. Naime, tematski sadržaj komuniciranja se u preko 60% slučajeva odnosi na reformu Vojske, priključivanju Partnerstvu za mir i ratno nasleđe, vezano za Haški tribunal... S druge strane, teme koje su interesantne za javnost (preko 30% zainteresovanih) tiču se svakodnevnih aktivnosti Vojske, obuku, vežbe, školovanje, standard i status njenih pripadnika [4]. Jasno je da samo autonoman informaciono-komunikacioni sistem može da realizuje funkciju brzog, dinamičnog, dvosmernog i višestranog protoka informacija. To je pretpostavka prevazilaženja uočenih komunikacijskih problema Vojske i javnosti, ali i uspešne primene različitih promotivnih aktivnosti.

Neadekvatan odnos predstavnika Vojske prema javnosti može imati samo negativne konsekvence i po imidž Vojske.

Postoje izvesni problemi i kada su u pitanju interne komunikacije u vojnoj organizaciji. Aktivnosti su, u najvećoj meri, oslonjene na samoinicijativu menadžerskog kadra (komandante jedinica), koji, često, ima ograničene mogućnosti, ali i znanja iz oblasti marketinga. Tako se one svode na obaveštavanje pripadnika Vojske, njihovo motivisanje, razvijanje opšte kulture, instrukcije za odnose sa mas-medijima... i usmerene su težišno ka osnovnim jedinicama i vojničkom sastavu.

Sem potrebe za uspostavljanjem kvalitativno novih odnosa sa javnošću, promotivni miks VA, u obezbeđenju kadrova saobraćajne struke, zahteva i prisustvo ostalih oblika promocije, ali upotrebljenih na pravi način i u pravom trenutku. Odnosi sa javnošću su promotivni

oblik koji mora biti konstantno prisutan u marketing-miksu VA, ali i drugi oblici promocije, kao što je propaganda ili direktni marketing, treba da budu stalnog, eventualno povremenog karaktera.

Propaganda, i kao institucionalna i kao propaganda proizvoda, usmerena ka ciljnim grupama, mora biti ravnomernog intenziteta da bi bila efikasna. Posebno važnu ulogu može odigrati adekvatan oblik tzv. misionarske promocije, kojom bi se povećao publicitet i stekla pozitivna društvena reputacija Vojske (apelovanjem na patriotizam, tradiciju, humanost i šire društvene vrednosti).

Mediji u propagandnim aktivnostima VA, putem kojih će se propagandna poruka preneti ciljnom segmentu, takođe, moraju biti pažljivo odabrani. Novine i časopisi veoma su pogodni mediji, prvenstveno zbog svog tiraža, ali i zbog geografske fleksibilnosti. Pri tome su časopisi veoma efikasni i u internom marketingu. Do sada je u tu svrhu korišćeno nekoliko časopisa, ali je moguće proširiti domen njihovog delovanja. Svrishodno bi bilo da ti časopisi, donekle modifikovanog sadržaja, budu dostupni i ciljnim segmentima tržišta i široj publici. Kao takvi, mogu postati veoma važan medij eksternog marketinga.

O televiziji, kao mediju, suviše je govoriti. Međutim, Vojska ga do sada nije eksploatisala u dovoljnoj meri, a VA gotovo nikako. Vojska (Jugoslovenska armija, Vojska Jugoslavije, Vojska Srbije i Crne Gore...) već decenijama ima samo jednu televizijsku emisiju u toku sedmice, i to u neatraktivnom terminu i na programu koji nije u vrhu liste gledanosti. Zanimljivo je analizirati moguće efekte obogaćivanja i modernizovanja sadržaja

te emisije, i preispitati promenu termina i programa emitovanja, a možda i televizije na kojoj se emituje. U prilog tome govore i podaci o gledanosti emisija čiji su tematski sadržaji bliski vojnim aktivnostima, a koje su emitovane u drugom terminu i na drugim programima.

I ostali mediji: filmovi, reklame, katalogi, prospekti, takođe, mogu biti efikasni za prenošenje propagandnih poruka, ali povremeno i za relativno kratak period (u vreme završetka školske godine u srednjim školama, npr.).

U skladu sa zahtevima vremena i oblici direktnog marketinga ne smeju se zapostaviti. Konkretno, aktivnosti VA treba usmeriti ka pojedinim srednjim školama i njihovim najboljim učenicima. Na osnovu rezultata školovanja studenata VA, iz više generacija, analizom baze podataka kojom raspolaže VA, moguće je utvrditi konkretno koje srednje škole daju kvalitetan potencijalni kadar i, zatim, ka tim školama usmeriti težište svojih marketinških aktivnosti. Svoju ponudu najboljim učenicima tih škola Vojna akademija može prezentovati poštom (raznim katalogima i drugim štampanim medijima), telefonom, e-mailom.

Od ostalih oblika promocije moguća su i učešća na sajmovima i izložbama, organizovanje taktičko-tehničkih zborova, kao i određeni vidovi unapređenja prodaje organizovanjem plaćenih poseta najboljih srednjih škola VA, odnosno, poseta marketing-timova VA određenim školama, kao vid lične prodaje i sl.

Mogućnosti SbSl u eksploataciji instrumenata promocije su velike. Njihovim pažljivim planiranjem i realizacijom SbSl bi zaokružila set osnovnih instrumenata marketinga i na tržište izašla kao

ozbiljan i dominantan činilac. U planiranje i realizaciju promotivnih aktivnosti treba da budu uključeni svi pripadnici SbSl Vojske, a ne samo njen segment u VA, ali i ostali pripadnici Vojske (prvenstveno po vojnoteritorijalnim odsecima).

Jedino sveobuhvatnim prihvatanjem marketing-koncepta i strateškim pristupom formiranju adekvatnog marketing-miksa, uz angažovanje svih resursa SbSl, i drugih, moguće je obezbediti potreban kadrovski potencijal. Pasivan pristup i prepuštanje slučaju neminovno vodi padu kvaliteta i deficitu kadra, što jedna ozbiljna i važna organizacija, kao što je Vojska, ne sme dopustiti.

Zaključak

Osnovni zadatak marketinga u organizacijama profitnog tipa jeste plasiranje i prodaja proizvoda. Danas je taj zadatak dobio novu dimenziju u humanitarnim i društvenim institucijama. Shodno savremenim marketinškim trendovima, i neprofitno orijentisane organizacije na domaćem tržištu počele su da preuzimaju i primenjuju marketinške metode i tehnike iz oblasti profitnog sektora.

Za adekvatnu i pravilnu primenu marketing-akcija, od presudnog su značaja pravilno shvatanje marketing-filozofije, sistemski pristup u rešavanju marketing-problema i spremnost da se prihvate marketing-tehnike iz profitnog sektora. Teorija marketinga služi se marketing-miksom (formulom 4P), pri čemu je mera uspeha uspostavljanje ravnoteže između njegovih instrumenata.

Ako se u neprofitnim organizacijama program smatra proizvodom, a spoljašnji imidž organizacije „pakovanjem“,

cilj marketing-menadžera se, prvenstveno, ogleda u diferenciranju programa od konkurentskih. Sa aspekta obezbeđenja kadrova za potrebe Vojske, odnosno njene SbSl, proizvod – program koji se nudi tržištu jeste program školovanja u VA.

Opšti pad vrednosti u društvu, protekla ratna zbivanja na prostorima prethodne Jugoslavije i uloga Vojske u njima, uz nefleksibilne marketing-aktivnosti Vojske, doveli su do pada interesovanja za program školovanja u VA, kao i do pada imidža celokupne vojne organizacije. Sve se to reflektovalo i na manjak kvalitetnog kadra za potrebe SbSl. Aktuelni problemi, sa kojima se SbSl danas suočava, zahtevaju postojanje i dobru koordinaciju marketing-tima, koji će usmeravati svoje akcije u skladu sa reformskom politikom SbSl i Vojske.

Postavlja se pitanje: da li marketing u Vojsci može doneti i tržišnu logiku, koja će degradirati i vulgarizovati svrhu njenog postojanja? „Tržište“ i „potrošači“, u tom kontekstu, poprimaju drugačije značenje i, kada se radi o vojnoj organizaciji i odbrani, ne treba ih posmatrati kao eksterni privredni činilac već kao partnera. Takav pristup tržištu treba da inicira svesno i usmereno delovanje ka ostvarivanju društveno prihvaćenih ciljeva u oblasti odbrane, a uz pomoć odgovarajućih mera, instrumenata i aktivnosti. Sve planove na tom polju treba zasnivati na procesima istraživanja potreba, motiva i ponašanja korisnika.

Prihvatanje marketing-koncepta u reformskim tokovima se, stoga, nameće kao neminovnost. Adekvatan marketing-miks, za potrebe obezbeđenja kvalitetnih kadrova, zahteva detaljnu analizu šansi i mogućnosti, a kao prvi koraci u

definisaju njegovih instrumenata nameću se diferenciranje programa koji se nudi i njegovo repozicioniranje. Uz statusnu cenu takvog programa i kontinuiran rad na izgradnji imidža, a oslanjajući se na postojeće distributivne kanale i pojačane promotivne aktivnosti, program SbsI i VA može težiti leaderskoj poziciji na tržištu.

Pravci daljeg razvoja marketinga u SbsI moraju se usmeravati ka građenju pogodne organizacione strukture i njenim tehničkim i materijalnim poboljšanjima, te stvaranju programa za marketing-edukaciju menadžmenta i strategij-

skom planiranju marketing-projekata. Realizacija ovih aktivnosti zahteva i saradnju SbsI sa ostalim segmentima Vojske, ali i sa institucijama i ustanovama van Vojske, kako bi se zaokružila slika njenih marketinških delovanja.

Literatura:

- [1] Filipović, V.; Kostić, M.: Marketing menadžment (teorija i praksa), Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2001.
- [2] Milisavljević, M.; Maričić, B.; Gligorijević, M.: Osnovi marketinga, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu, Beograd, 2005.
- [3] www.netmba.com
- [4] ccmr-bd.org
- [5] Bojović, M.: Vojska pred očima javnosti, Interpres, Beograd, 1999.

Mr Dušan Ostojić,
dipl. inž.
dr Dragoljub Brkić,
dipl. inž.
Tehnički opitni centar,
Beograd

ODREĐIVANJE POUZDANOSTI I RASPOLOŽIVOSTI JEDNOG TELEKOMUNIKACIONOG SISTEMA METODOM „MONTE KARLO“

UDC: 519.245 : 621.39

Rezime:

U radu je predstavljena primena aproksimativne metode „Monte Karlo“ za određivanje pouzdanosti i raspoloživosti telekomunikacionog sistema. Za predloženu simulacionu metodu urađen je odgovarajući računarski program koji je proveren na jednom ilustrativnom primeru.

Ključne reči: pouzdanost, raspoloživost, telekomunikacioni sistemi, metoda „Monte Karlo“, simulacija.

CALCULATION OF RELIABILITY AND AVAILABILITY OF TELECOMMUNICATION SYSTEM BY USING MONTE CARLO METHOD

Summary:

In this paper, the approximative method for determination the reliability and availability of a telecommunication system is described. This approximative method is based on the Monte Carlo method. For this purpose, the specially computer program was developed, by wich the validity of this proposed method was verified. Application of this method is illusrated by one example.

Key words: reliability, availability, telecommunication system, Monte Carlo method, simulation.

Uvod

Telekomunikacioni sistemi obezbeđuju brz i efikasan prenos informacija od njihovog izvora do krajnjeg korisnika. Uporedo sa razvojem sve složenijih telekomunikacionih sistema logično je da se javlja i problem njihovog pouzdanog funkcionisanja. Primena telekomunikacionih sistema za specijalne namene u svakom trenutku zahteva očuvanje visokog nivoa kvaliteta sistema radi obezbeđenja neprekidnosti komunikacija. Pošto se radi o popravljivim sistemima specijalne namene, kod kojih se održavanje može

vršiti u određenom intervalu, pouzdanost i raspoloživost predstavljaju dva najvažnija pokazatelja kvaliteta.

Pouzdanost telekomunikacionog sistema predstavlja verovatnoću, sa određenim nivoom poverenja, da će sistem obezbediti prenos informacija u vremenu t , pod propisanim radnim režimima i uslovima okoline.

Kada su u pitanju sistemi naoružanja, pouzdanost direktno utiče na borbeni gotovost. Ako je pouzdanost jednog takvog sistema 50%, onda je efektivni broj ovakvih raspoloživih sistema jednak najviše jednoj polovini stvarnog broja tih

sistema. Kada se ova činjenica ne bi uzela u obzir, smatralo bi se da je pouzdanost ovih sistema 100%, iako je stvarna situacija drugačija. To znači da se, pored ekonomskog aspekta i po pitanju bezbednosti mora poznavati nivo pouzdanosti sistema naoružanja radi planiranja njihovog efektivnog broja a ne samo fizičkog broja.

Raspoloživost telekomunikacionog sistema predstavlja verovatnoću, sa određenim nivoom poverenja, da će sistem obezbediti zadovoljavajući prenos informacija u trenutku vremena t , pod propisanim radnim režimima i uslovima okoline, uz mogućnost brze popravke, tj. dobre logističke podrške (raspoloživ alat, oprema, rezervni delovi i obučeno osoblje).

Funkcija pouzdanosti $R(t)$ predstavlja verovatnoću rada sistema u intervalu vremena od 0 do t , a funkcija raspoloživosti $A(t)$ definiše se kao verovatnoća da će sistem raditi u trenutku vremena t .

Odnos funkcija pouzdanosti $R(t)$ i raspoloživosti $A(t)$ prikazan je na sledećem primeru:

ako je za neki sistem $R(350) = 0,95$ i ako je 100 takvih sistema radilo 350 časova, u proseku je 95 sistema radilo bez otkaza u toku 350 časova dok je 5 sistema otkazalo u nekim vremenima unutar

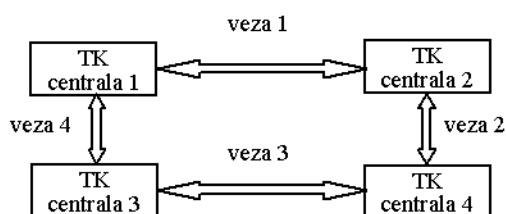
tog intervala. S druge strane, ako je $A(350) = 0,95$ i ako je 100 takvih sistema radilo 350 časova, u proseku će na kraju tog perioda biti 95 operativnih sistema i 5 sistema u različitim fazama popravke. Iz navedenog sledi da je zahtev $R(350) = 0,95$ stroži od zahteva $A(350) = 0,95$, odnosno u opštem slučaju je

$$R(t) \leq A(t).$$

Pouzdanost i raspoloživost telekomunikacionih sistema teško je odrediti analitičkim putem, jer zahteva postavljanje i rešavanje sistema velikog broja jednačina [1]. Ovaj rad predlaže primenu simulacione metode „Monte Karlo“ za određivanje pouzdanosti i raspoloživosti telekomunikacionog sistema. U tu svrhu razvijen je odgovarajući matematičko-fizički simulacioni model i računarski program koji ga podržava [2]. Spoljne smetnje (ometanje) pri prenošenju informacija, kao ni mogući otkazi softvera nisu uzeti u razmatranje u ovom radu.

Konfiguracija telekomunikacionog sistema

Predmet razmatranja je telekomunikacioni sistem koji se sastoji od četiri telekomunikacione (TK) centrale, $n = 4$, povezane u prsten dupleks-vezama prema slici 1. Telekomunikacioni sistem radi ispravno ako su sve četiri TK centrale ispravne i ako je moguće uspostaviti vezu između njih. Sistem ne radi ispravno ako je bar jedna TK centrala neispravna, ili ako su sve TK centrale ispravne ali ne postoji mogućnost uspostavljanja veze između svake od njih.



Sl. 1 – Sistem od četiri TK centrale povezane u prsten dupleks-vezama

Moguća su dva načina komunikacija među centralama:

- direktni (primer TK centrala 1 i 2 preko dupleks-veze 1) i
- preko tranzitne centrale (primer TK centrala 1 i 4 komuniciraju preko dupleks-veza 1 i 2 i tranzitne centrale 2).

TK centrale su organizovane kao primopredajnici.

Određivanje pouzdanosti i raspoloživosti telekomunikacionog sistema metodom simulacije

Za određivanje pouzdanosti i raspoloživosti telekomunikacionog sistema razmatra se sistem u periodu normalnog rada, kada su intenziteti otkaza u vremenu konstantni, a kvarovi se dešavaju, uglavnom, slučajno. Tada se koristi eksponencijalna raspodela otkaza kao matematički model da aproksimira ovaj period rada sistema.

Telekomunikacioni sistemi građeni su od većeg broja TK centrala i dupleks-veza, što omogućava uspostavljanje komunikacija – većeg broja povoljnih stanja sistema, ali zato, s druge strane, znatno otežava određivanje analitičkih izraza za pouzdanost i raspoloživost sistema.

Za proračun pouzdanosti i raspoloživosti telekomunikacionih sistema potrebno je poznavati sledeće osnovne karakteristike TK centrala i linija veza:

λ_i ; $i = 1, 2, \dots, n$ – intenzitet otkaza TK centrala,

λ_{ij} ; $i \neq j$; $i, j = 1, 2, \dots, n$ – intenzitet otkaza linija veza u jednom smeru,

λ_{ji} ; $j \neq i$; $i, j = 1, 2, \dots, n$ – intenzitet otkaza linija veza u drugom smeru,

μ_i ; $i = 1, 2, \dots, n$ – intenzitet opravke TK centrala,

μ_{ij} ; $i \neq j$; $i, j = 1, 2, \dots, n$ – intenzitet opravke linija veza,

$\lambda = \frac{1}{m}$; m – srednje vreme rada

do/između otkaza,

$\mu = \frac{1}{\tau}$; τ – srednje vreme aktivne

opravke.

Za dupleks-veze intenziteti otkaza linija veza, u oba smera, jednaki su i iznose:

$$\lambda_{IJ} = \lambda_{ji} + \lambda_{ji}$$

Pouzdanost $R(t)$ telekomunikacionog sistema definiše se kao:

$$R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{t}{m}} \quad (1)$$

Raspoloživost $A(t)$ telekomunikacionog sistema definiše se kao:

$$A(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t} \quad (2)$$

Za datu konfiguraciju telekomunikacionog sistema i zadate vrednosti λ_i , λ_{ij} , λ_{ji} , μ_i i μ_{ij} , prema simulacionoj metodi „Monte Karlo“, generišu se pseudoslučajni brojevi:

t_i – vreme do otkaza TK centrala i

t_{IJ} – vreme do otkaza linija veza između dve TK centrale.

Kada je u pitanju pouzdanost sistema, navedena vremena otkaza sastavnih delova generišu se iz izraza za pouzdanost:

$$t_i = -\frac{1}{\lambda_i} \ln R; \quad R \in (0, 1) \quad (3)$$

$$t_{IJ} = -\frac{1}{\lambda_{IJ}} \ln R; \quad R \in (0, 1) \quad (4)$$

U drugom slučaju, kada se razmatra raspoloživost sistema, navedena vremena otkaza sastavnih delova generišu se iz izraza za raspoloživost:

$$t_i = - \frac{1}{\lambda_i + \mu_i} \ln \left[\frac{A * \lambda_i + (A-1) * \mu_i}{\lambda_i} \right];$$

$$A \in (0, 1), \quad (5)$$

$$t_U = - \frac{1}{\lambda_U + \mu_U}$$

$$\ln \left[\frac{A * \lambda_U + (A-1) * \mu_U}{\lambda_U} \right];$$

$$A \in (0, 1).$$

Sada su R i A pseudoslučajni brojevi koji imaju ravnomernu raspodelu u intervalu $(0, 1)$.

Ako je zadato vreme bezotkaznog rada sistema T_0 , između dve razmatrane TK centrale, za sastavne delove postavljaju se dva sledeća uslova:

$$t_i > T_0 \text{ i}$$

$$t_U > T_0.$$

Kada su ispunjena oba ova uslova, tada postoji komunikaciona veza, odnosno putanja, između ulazne TK centrale 1 i izlazne TK centrale n . Ukoliko ne postoji ni jedna putanja od TK centrale 1 do TK centrale n , smatra se da telekomunikacioni sistem nije pouzdan/raspoloživ, tj. otkazao je u odnosu na ove dve posmatrane TK centrale. U sledećoj iteraciji pokušava da se nađe nova putanja koja će zadovoljiti postavljene zahteve. Dakle, po simulacionoj metodi „Monte Karlo“ svaka nova iteracija znači promenu konfiguracije telekomunikacionog sistema, jer otkazuju TK centrale i linije veza između njih. Određivanje ispravnog stanja, ispravne putanje, između ulazne-po-

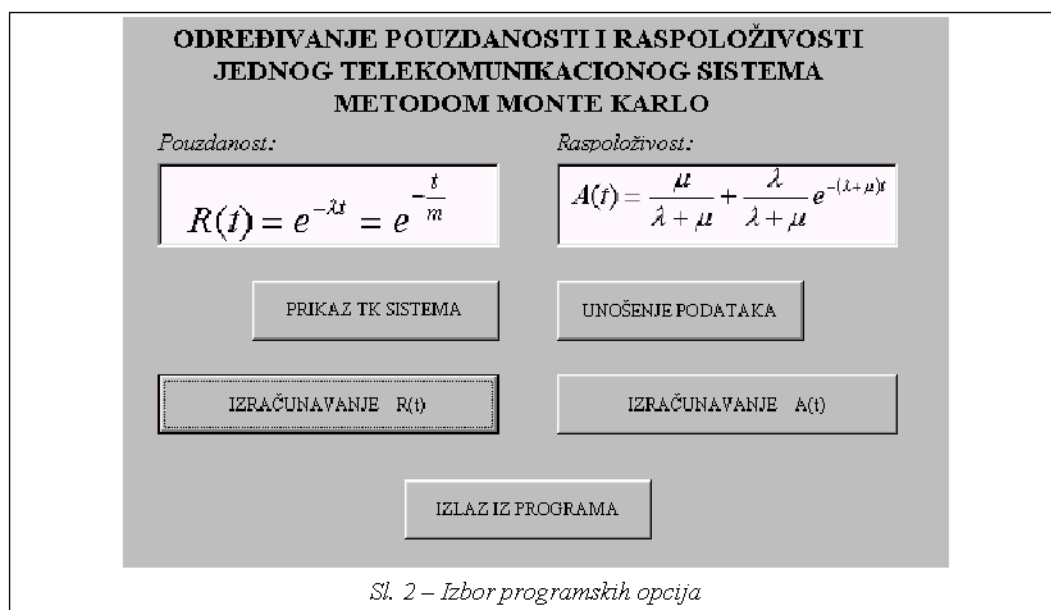
lazne TK centrale 1 i izlazne-dolazne TK centrale n odvija se po iteracijama. Kreće se od polazne TK centrale 1, a sledeća dolazna (tranzitna) TK centrala određuje se na slučajan način (broj te tranzitne TK centrale generisan je kao pseudoslučajni broj između 1 i n).

Za slučaj da su te dve susedne TK centrale ispravne, kao i linijska veza među njima, za sledeću iteraciju dolazna (tranzitna) TK centrala postaje polazna, i postupak se nastavlja, korak po korak dalje, dok se ne dođe do željene izlazne TK centrale n , kao konačnog odredišta.

Ako se ne ostvari veza između polazne i dolazne TK centrale, generiše se novi pseudoslučajni broj koji predstavlja novu dolaznu (tranzitnu) TK centralu. U jednoj iteraciji, ako treba, postupak može da se ponavlja i do 1 000 000 puta. Ako ne uspe da se nađe „prohodna putanja“ od TK centrale 1 do n smatra se da iteracija nije uspela; putanja u stvari nije otkrivena, iako fizički veza između TK centrala 1 i n možda i postoji.

Pouzdanost i raspoloživost predstavljaju verovatnoće, odnosno broj između 0 i 1 ili 0 i 100%, te se mogu predstaviti kao odnos između broja uspešnih zadataka prema ukupnom broju zadataka. U našem slučaju, gde je primenjena simulaciona metoda „Monte Karlo“, N je ukupan broj iteracija, a M broj uspešnih iteracija, pri kojima je moguće uspostaviti vezu između ulazne i izlazne TK centrale. Tada se pouzdanost/raspoloživost telekomunikacionog sistema između dve posmatrane TK centrale može odrediti iz izraza:

$$R = \frac{M}{N}, \text{ odnosno } A = \frac{M}{N}.$$



Za obe karakteristike – pouzdanost i raspoloživost, ukupan broj iteracija N je isti, a broj uspešnih iteracija M različit, jer se u simulacioni proces ulazi sa različitim izrazima za vremena zastoja sastavnih de-

lova, kako je to već opisano. Proces simulacije, po metodi „Monte Karlo“, odvija se po svim sastavnim delovima sistema – prvo za jednu karakteristiku – pouzdanost, a zatim za drugu – raspoloživost.

UNOŠENJE PODATAKA

☐ Novi podaci
☒ Stari podaci

Snimiti podatke ? - D/N ?

Drajv:

Srednje vreme rada do/između otkaza centrale [h]

1.	2.	3.	4.
100000	100000	100000	100000

Srednje vreme do popravke centrale [h]

1.	2.	3.	4.
10	10	10	10

Srednje vreme rada do/između otkaza veze [h]

1.	2.	3.	4.
	20000	20000	20000
20000		20000	20000
20000	20000		20000
20000	20000	20000	

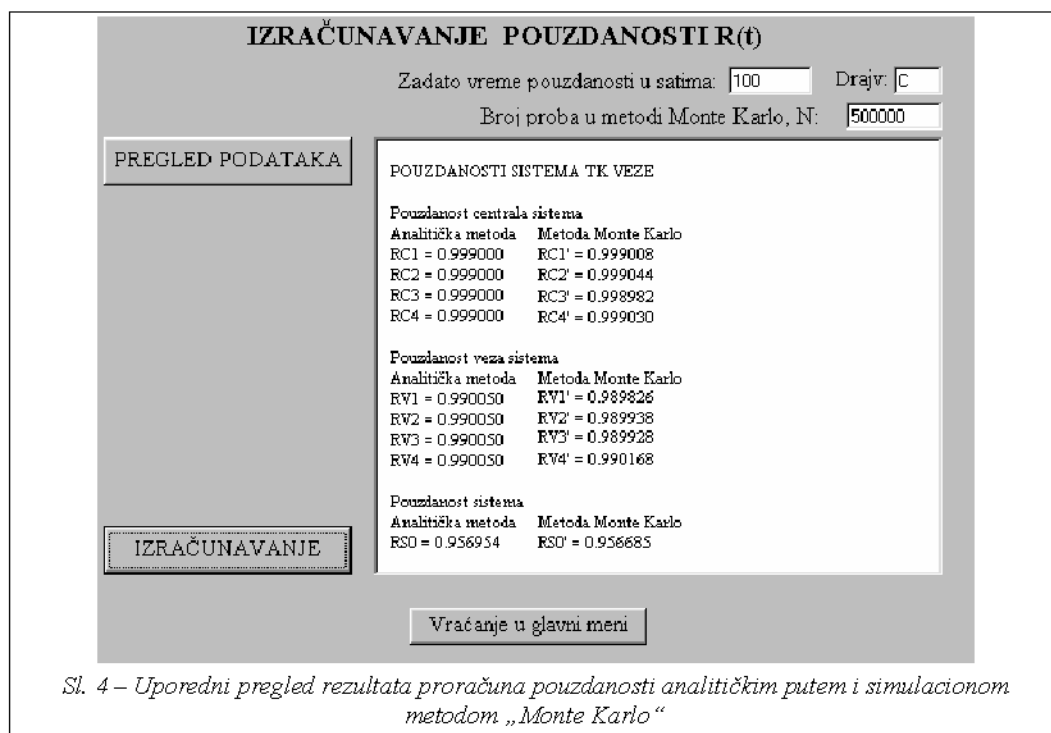
Srednje vreme do popravke veze [h]

1.	2.	3.	4.
	10	10	10
10		10	10
10	10		10
10	10	10	

SNIMANJE PODATAKA

Vraćanje u glavni meni

Sl. 3 – Ulazni podaci



Numerički primer

Za telekomunikacioni sistem na slici 1 sve četiri TK centrale sa relevantnim du-pleks-vezama su jednake. Ulazni podaci [1] za datu konfiguraciju sistema iznose:

$$\lambda_i = 0,00001 \text{ h}^{-1}; i = 1, 2, 3, 4,$$

$$\lambda_{ij} = 0,00005 \text{ h}^{-1}; i, j = 1, 2, 3, 4; i \neq j,$$

$$\mu_i = 0,1 \text{ h}^{-1}; i = 1, 2, 3, 4,$$

$$\mu_{ij} = 0,1 \text{ h}^{-1}; i, j = 1, 2, 3, 4; i \neq j.$$

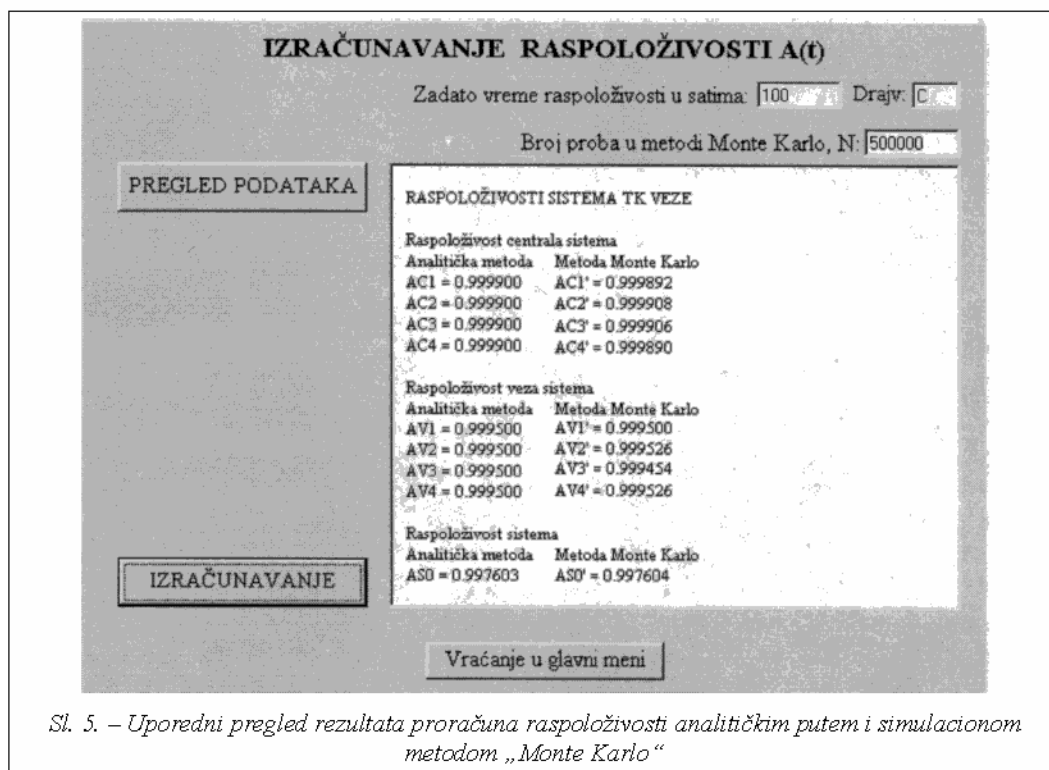
Za određivanje pouzdanosti i raspo-loživosti telekomunikacionog sistema, de-finisanog navedenim parametrima, prime-nom metode „Monte Karlo“, urađen je ra-čunarski program, koji kao ulazne podat-ke uzima:

- srednja vremena rada do/između otkaza TK centrala i linija veza, i
- srednja vremena aktivne popravke TK centrala i linija veza.

Opcije koje nudi programski paket prikazane su na slici 2, a unošenje ula-znih podataka na slici 3. Primenom datog programa dobijeni su rezultati proračuna pouzdanosti i raspoloživosti TK centrala, međusobnih veza, kao i kompletnog tele-komunikacionog sistema (slike 4 i 5).

Zaključak

S obzirom na to da se radi o relativno jednostavnom primeru telekomunikacio-nog sistema, analitičkim putem određene su karakteristike pouzdanosti i raspoloži-vosti sastavnih delova i sistema. Za zadato vreme bezotkaznog rada sistema od 100 časova, uporednom analizom rezul-tata dobijenih analitičkom i simulacionom me-to-dom uočljivo je da se rezultati proračuna pouzdanosti/raspoloživosti celog sistema, za 500 000 proba, razlikuju tek u četvrtoj



Slika 5. – Uporedni pregled rezultata proračuna raspoloživosti analitičkim putem i simulacionom metodom „Monte Karlo“

decimali, što je potvrda ispravnosti primene predložene simulacione metode „Monte Karlo“ za određivanje pouzdanosti/raspoloživosti telekomunikacionog sistema. Pozitivni efekti primene predložene metode mnogo su veći kada je u pitanju složeni telekomunikacioni sistem.

Literatura:

- [1] Pokorni, S.; Ramović, R.: Pouzdanost i raspoloživost različitih varijanti rezerviranja sistema sa 4 telekomunikacione

centrale, Zbornik radova konferencije SYM-OP-IS, 2003, str. 439–442.

- [2] Brkić, D.: Određivanje pouzdanosti komunikacione mreže metodom „Monte Karlo“, Zbornik radova konferencije SYM-OP-IS, 2001, str. 431–434.
- [3] Pokorni, S.; Ramović, R.: Optimizacija pouzdanosti i troškova redundovanja jednog telekomunikacionog sistema, Zbornik radova konferencije SYM-OP-IS, 2002, str. XI–1 do XI–4.
- [4] Ostojić, D.; Brkić, D.; Pokorni, S.: Određivanje raspoloživosti jednog telekomunikacionog sistema metodom „Monte Karlo“, Zbornik radova 9. međunarodne konferencije UPRAVLJANJE KVALITETOM I POUZDANOŠĆU DQM-2006, Beograd, 2006, str. 596–600.
- [5] Vujanović, N.: Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd, 1987.

Mr Nenko Brkljač,
major, dipl. inž.
Tehnički opitni centar,
Beograd

KVALITET U FUNKCIJI MAKSIMIZACIJE BORBENE GOTOVOSTI

UDC: 005.6 : 623.483

Rezime:

U sistemu opremanja Vojske sredstvima NVO sistemu menadžmenta kvalitetom mora biti podređena čitava organizacija, kao i opredeljenje najvišeg rukovodstva i zaposlenih. Neophodni preduslovi za uspostavljanje efikasnog (racionalnog) sistema sadržani su u primeni savremenih pristupa obezbeđenju kvaliteta, koji isključuju eklektički pristup pitanju „dokumentovanosti“, koja je samo jedan u nizu velikog broja elemenata (složenih procesa) za obezbeđenje kvaliteta, koje treba oživotvoriti da bi se kreirala, kao krajnji rezultat, maksimalna borbena gotovost.

Ključne reči: kvalitet, sistem menadžmenta kvalitetom, procesni pristup, sistem opremanja Vojske, odlučivanje.

QUALITY IN THE FUNCTION OF COMBAT READINESS MAXIMIZATION

Summary:

In order to achieve top combat readiness, it is necessary that military system provision top management recognize need for quality management system establishment based on „process approach“. Whole organization and orientation of top management and employee must be subjected to quality management system. For efficient (rational) quality management system consolidation it is necessary to assure contemporary approach quality assurance, excluding eclectic approach to „documentation“. „Documentation“ is only one condition among many difficult elements (process) for quality assurance which is necessary to create top combat readiness, as a final result.

Key words: quality management system, evaluation admission, military system provision, decision making.

Uvod

Aktuelni pristupi u mnogim organizacijama „uspostavljanju sistema menadžmenta kvalitetom“ su različiti, i za sve je karakterističan eklektički pristup pitanju kvaliteta. U dosadašnjoj praksi, iz ugla organizacije rada na uspostavljanju sistema menadžmenta kvalitetom, prisutni su različiti pristupi, koji se mogu svrstati u četiri karakteristične grupe. Radi lakše ilustracije (slika 1) pomenutih gru-

pa koriste se skupovi koji označavaju funkcionalni skup „poslovnog sistema“¹ (veći krug) i funkcionalni skup za obezbeđenje kvaliteta (manji krug).

Slika 1a ilustruje pristup (u organizacionom smislu) na taj način što se u okviru organizacije formira „radna grupa“ čiji je zadatak „uspostavljanje sistema menadžmenta kvalitetom“ po seriji standarda JUS ISO 9001. Svoje aktivno-

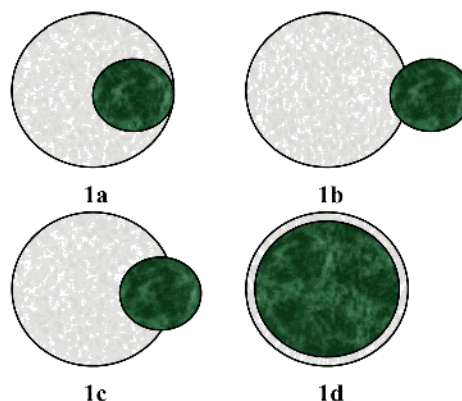
¹ Termin „poslovni sistem“ koristi se kao termin za dinamički izraz organizacije.

sti ovaj skup ljudi, uglavnom, orijentiše na eksterno obezbeđenje kvaliteta u smislu „neophodne papirologije“, koja treba da omogući organizaciji sticanje sertifikata i statusa „priznati isporučilac“. Pri izradi dokumentacione osnove za sticanje pomenutog statusa, uglavnom se najčešće koriste „etalon“ dokumenti, koji se sa određenim izmenama usvajaju kao matični dokumenti organizacije.

Slika 1b ilustruje pristup kada organizacija plaća „konsalting usluge“, gde za znatne sume novca dobija veliki broj dokumenata koji su „prilagođeni potrebama“ konkretne organizacije kroz izmene uglavnom generalija na dokumentima (naziv organizacije, znak, oznaka i slično).

Slika 1c ilustruje stanje između 1a i 1b, a u osnovi se, kao i kod 1a i 1b, javljaju isti nedostaci u odnosu na suštinsku dinamičku prirodu organizacije. Naime, velikim brojem dokumenata, koji nastaju na opisan način, ne može se rešiti u osnovi kompleksna funkcionalna priroda organizacionog sistema, pa ni sistema opremanja Vojske. Pored toga, osoblje koje je neposredno angažovano na projektu „uspostavljanja sistema menadžmenta kvalitetom“ u većini organizacija dobija „specijalni status“, što doprinosi većem „organizacionom sektaštvu“ i produbljivanju otpora prema promenama. „Dokumentovanost“ koja nastaje na osnovu tipiziranih dokumenata proizvodi velike otpore kod ljudi koji ta dokumenta treba da uvide u primenu, a koja često i ne odslikavaju realnu funkcionalnu prirodu procesa koje opisuju.

Slika 1d ilustruje značaj primene „procesnog pristupa“² u sistemu oprema-



Slika 1

nja Vojske. Procesni pristup integrisan sa sistemskim pristupom menadžmentu³ jedinstven je po tome što usmerava sistem opremanja Vojske ka kreiranju maksimalne borbene gotovosti posredstvom razvoja i obezbeđenja kvaliteta sredstava NVO.

Obezbeđenje kvaliteta sredstava NVO

Neophodno je odrediti koji je, za sistem opremanja Vojske, najviši hijerarhijski princip iz kojeg se izводе svi drugi principi i stavovi. Uzimajući u obzir činjenicu da je glavni generator zbivanja u sistemu opremanja Vojske sredstvo NVO, može se zaključiti da je najviši hijerarhijski princip „kreiranje maksimalne borbene gotovosti“, što se ostvaruje kvalitetom sredstava na nivou konkurentnosti na svetskom tržištu naoružanja i vojne opreme. Uzimajući ovaj princip za osnovu, neophodno je logikom dekompozicije projektovati jedinstven „procesni model“ sistema opremanja Vojske.

Dakle, ma kakva bila „dokumentovanost“ u sistemu opremanja Vojske, ona

² Definicija procesnog pristupa prema standardu JUS ISO 9000:2001: „Željeni rezultat se može efikasnije ostvariti ako se menadžment odgovarajućim aktivnostima i resursima ostvaruje kao proces“.

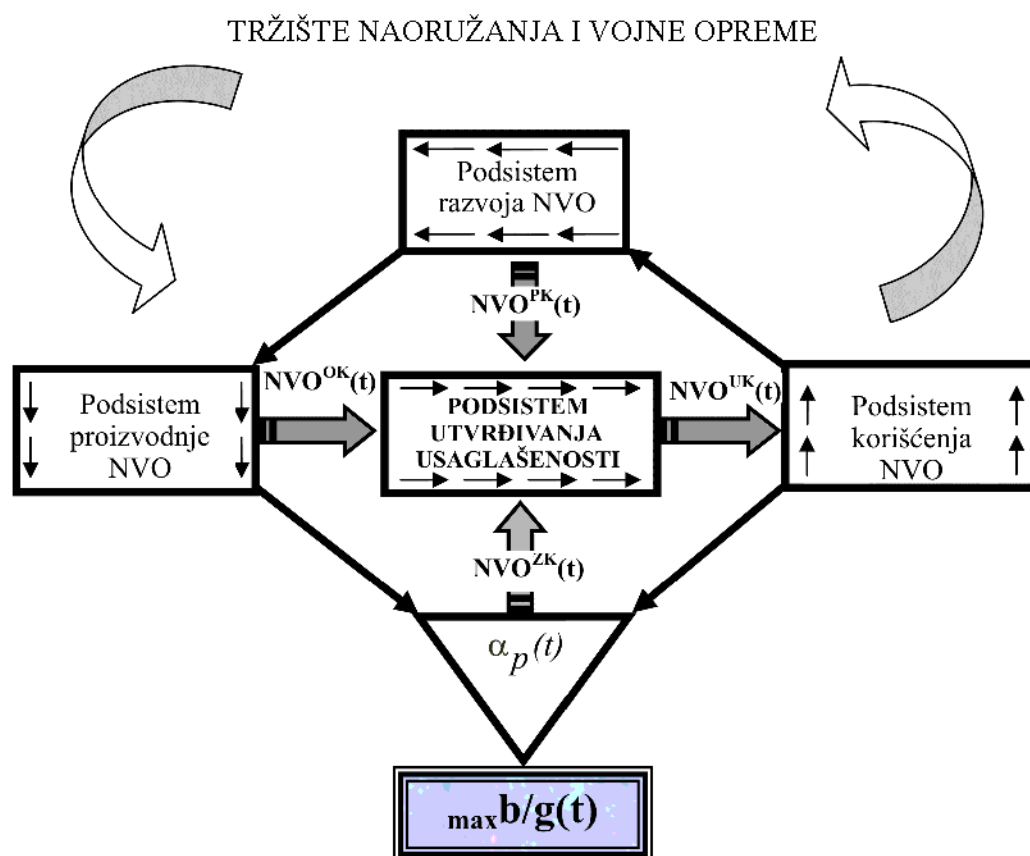
³ Definicija sistemskog pristupa menadžmentu prema standardu JUS ISO 9000:2001: „Identifikovanje i razumevanje nekog sistema međusobno povezanih procesa i menadžment tim sistemom doprinose efektivnosti i efikasnosti organizacije u ostvarivanju njenih ciljeva“.

sama ne obezbeđuje kretanje sistema u željenom smeru, čime se njena uloga ne dovodi u pitanje, već ističe neophodnost uključivanja u ta ostvarenja mnoštvo drugih složenih procesa.

Svodni podsistemi koji generišu kvalitet sredstava NVO prikazani su na slici 2.

U različitim fazama kvalitet sredstva NVO varira, tj. sredstvo NVO prolazi kroz

određene faze, a svaka faza postavlja pred sistem opremanja Vojske različite izazove. Bez obzira na to u kojoj se fazi sredstvo NVO nalazi (razvoj, proizvodnja, utvrđivanje usaglašenosti, korišćenje, remont) kvalitet je generator njegove vrednosti. Faza je značajna iz ugla odluke najvišeg rukovodstva u sistemu opremanja Vojske u pogledu izbora i primene različitih strategija (izbor



Slika 2

$NVO^{ZK}(t)$ – zahtevani nivo kvaliteta sredstava NVO (TTZ),

$NVO^{PK}(t)$ – projektovani nivo kvaliteta sredstava NVO,

$NVO^{OK}(t)$ – ostvareni nivo kvaliteta sredstava NVO u proizvodnji,

$NVO^{UK}(t)$ – upotrebnii nivo kvaliteta sredstava NVO,

$\alpha_p(t)$ – koeficijent iskorišćenja međuzavisnih potencijala [$\alpha_p(t) \leq 1$],

$\max b/g(t)$ – maksimizacija borbene gotovosti u funkciji od kvantitativne i kvalitativne raspoloživosti sredstava NVO.

modela opremanja Vojske – sopstveni razvoj ili nabavka gotovog sredstva NVO sa tržišta; model finansiranja, model podugovaranja određenih aktivnosti, itd.) dok je strategija kvaliteta kontinualna i permanentna.

Jedan od ciljeva primene „procesnog pristupa“ jeste postizanje „sistem-ske konzistentnosti“ u funkcionisanju sistema opremanja Vojske koja će omogućiti maksimizaciju koeficijenta iskorišćenja međuzavisnih potencijala – $\alpha_p(t)$, a samim tim obezbediti uslove za ostvarenje maksimalne borbene gotovosti – $\max b/g(t)$ pri datim uslovima ograničenja.

U praksi postoje najmanje četiri stanja kvaliteta sredstva NVO: projektovani kvalitet, ostvareni kvalitet, upotrebnii kvalitet (fazna stanja) i stanje željenog kvaliteta (zahtevani kvalitet). Kvalitet sredstva NVO mora da zadovolji izražene potrebe Vojske (TTZ) i potrebe koje se podrazumevaju.

Ako se posmatra stanje kvaliteta sredstava NVO (slika 2), može se zaključiti da je integralni cilj sistema opremanja Vojske ostvarenje uravnoteženja naznačenih faznih stanja kvaliteta sredstava NVO.

Uslovi za optimizaciju (racionalizaciju) u sistemu opremanja Vojske obezbeđeni su, iz ugla kvaliteta proizvoda, ako se postignu ekvivalenti navedeni na slici 2.

Slika 3 ilustruje ekvivalente koji jedino mogu da se ostvaruju primenom „procesnog pristupa“ u sistemu opremanja Vojske. To je preduslov da koeficijent iskorišćenja međuzavisnih potencijala teži svom maksimumu (jedinici) [$\alpha_p(t) \rightarrow 1$]. Iz toga se može zaključiti da maksimalna borbena gotovost zavisi od kvaliteta sredstava NVO, odnosno koeficijenta iskorišćenja međuzavisnih potencijala.

Prirodni uslovi sa slike 2 i 3 determinišu sledeću zavisnost:

$$\begin{aligned} {}_{NVO}Q_{opt}^{KK}(t) &\equiv \oint [KAP_{SOV}(t); T_{NVO}(t)] = \\ &= \alpha_p(t) \cdot {}_{NVO}Q^{*K}(t) \end{aligned} \quad (1)$$

gde je:

${}_{NVO}Q_{opt}^{KK}(t)$ – optimalna količina sredstava NVO u kvantitativnom i kvalitativnom smislu koja obezbeđuje $\max b/g(t)$ u datim prirodnim uslovima;
 $KAP_{SOV}(t)$ – kvalitet angažovanih potencijala u sistemu opremanja Vojske;
 $T_{NVO}(t)$ – raspoloživost sredstava NVO na tržištu naoružanja i vojne opreme;
 $\alpha_p(t)$ – koeficijent iskorišćenja međuzavisnih potencijala [$\alpha_p(t) \leq 1$] i
 ${}_{NVO}Q^{*K}(t)$ – maksimalno moguće ostvarenje.

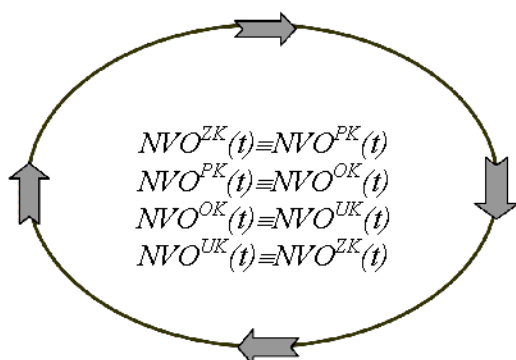
Iz navedenog sledi da maksimalna borbena gotovost zavisi od kvaliteta sredstava NVO, kvaliteta sistema menadžmenta, kvaliteta potencijala u sistemu opremanja Vojske, odnosno od koeficijenta iskorišćenja međuzavisnih potencijala.

$$\max b/g(t) \equiv \oint [{}_{NVO}Q_{opt}^{KK}(t); \max \alpha_p(t)] \quad (2)$$

Ako se sa $\zeta_i(t)$ označi koeficijent efikasnosti sistema opremanja Vojske, sa aspekta obezbeđenja zahtevanog kvaliteta sredstava NVO (TTZ), tada je:

$$\zeta_i(t) = {}_{NVO}Q^{OK}(t) / {}_{NVO}Q^{ZK}(t); (\zeta_i \rightarrow 1) \quad (3)$$

Veličina ovog koeficijenta (kao vremenske funkcije) ima značajan uticaj na maksimizaciju borbene gotovosti. Trajna orijentacija sistema menadžmenta kvalitetom u sistemu opremanja Vojske je da obezbeđuje kontinualan priraštaj optimalnih količina sredstava NVO u kvantitativnom i kvalitativnom smislu, uz minimizaciju ukupnih troškova. Ova orijentacija ilustrovana je na slici 4.



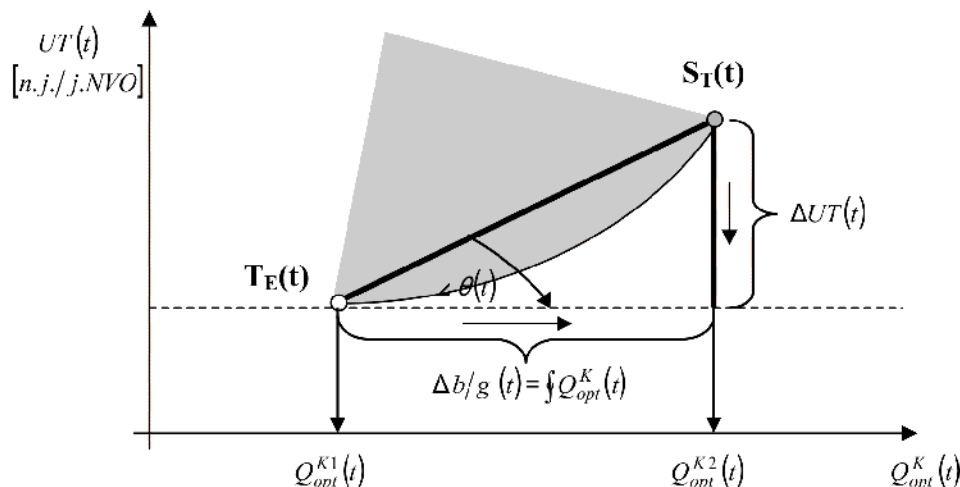
Slika 3

Efikasnost (racionalnost) sistema opremanja Vojske može se uspešno ostvarivati samo ako se potpuno integrišu elementi sistema primenom „procesnog pristupa“ i ako se primenjuju savremene – formalizovane metode „odlučivanja“.

Jedan značajan proces u „procesnom modelu“ sistema opremanja Voj-

ske jeste „proces odlučivanja“. Karakterističan izlaz iz ovog procesa je odluka da li sredstvo NVO treba razvijati potencijalima sistema opremanja Vojske i namenske industrije ili ga kupovati kao gotovo sredstvo NVO sa tržišta naoružanja i vojne opreme. Granične vrednosti elemenata za donošenje ovih odluka ilustrovane su na slici 5 (kvalitet, kvantitet, nacionalni značaj...).

Maksimizacija borbene gotovosti, kao funkcija kvaliteta sredstava NVO, može se uspešno ostvarivati samo ako se potpuno integrišu elementi sistema opremanja Vojske. Za tu integraciju neophodno je oživotvoriti mnoge procese (kao što je proces odlučivanja), preko kojih će se sistem opremanja Vojske usmeravati na postizanje maksimalne borbene gotovosti.



Slika 4

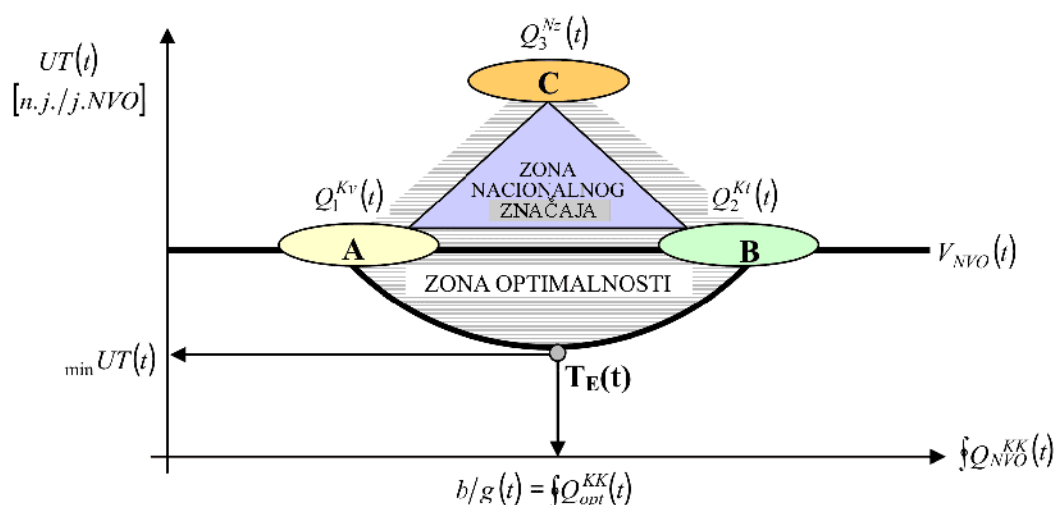
$T_E(t)$ – polazna tačka efektivnosti sistema opremanja Vojske,

$S_T(t)$ – stacionarna tačka u kojoj se preispituje odluka alternativa: sopstveni razvoj ili nabavka sa tržišta „gotovih sredstava NVO“,

$\Delta b/g(t) = \int Q_{opt}^K(t)$ – priraštaj borbene gotovosti u funkciji unapređenja karakteristika i svojstava sredstava NVO,

$\Delta UT(t)$ – priraštaj ukupnih troškova po osnovu unapređenja i održavanja kvaliteta sredstava NVO,

$\angle \theta(t)$ – ugao koji određuje stacionarnu tačku – funkcionalni cilj je da $\theta \rightarrow 0$.



Slika 5

$Q_1^{Kv}(t)$ (A) – granična vrednost za sredstvo NVO sa aspekta mogućnosti obezbeđenja kvaliteta putem sopstvenog razvoja ili kupovinom na tržištu NVO;
 $Q_2^{Kt}(t)$ (B) – granična vrednost za sredstvo NVO iz kvantitativnog aspekta u odnosu na potrebne količine i racionalnost sopstvenog razvoja i proizvodnje tih količina;
 $Q_3^{Nz}(t)$ (C) – granična vrednost za sredstvo NVO od nacionalnog značaja za koje su opravdani potencijalno veći ukupni troškovi;
 $V_{NVO}(t)$ – vrednost sredstava NVO u funkciji: cene (nabavne cene), kvaliteta (upotrebne vrednosti) i njegovog nacionalnog značaja.

Zaključak

U prošlosti se često bezuspešno pokušavalo da se savremenim informacionim sistemom reši suštinska funkcionalna priroda poslovnog sistema. Isto tako, „dokumentovanost“ u organizaciji ne rešava funkcionalnu prirodu te organizacije. Ona je značajan element obezbeđenja kvaliteta sredstava NVO, ali se cilj ne postiže isključivo preko nje, jer je neophodno oživotvoriti i niz drugih procesa i permanentno raditi na kontinuitetu njihovog uticaja na efikasnost (racionalnost) funkcionisanja sistema opremanja Vojske.

Ostvarenja maksimalne borbene gotovosti i kvaliteta sredstava NVO na savremenom nivou su dva pola jednog jedinstva. Za postizanje ovih ostvarenja

neophodno je uspostaviti sistem menadžmenta kvalitetom u sistemu opremanja Vojske, koji će biti baziran na određenom procesnom modelu. Osnovna karakteristika procesnog modela sistema opremanja Vojske jeste da orijentiše potencijale u željenom pravcu ostvarenja. Na taj način obezbediće se integracija svih elemenata (organizacionih entiteta) u sistemu opremanja Vojske.

Literatura:

- [1] Mitrović, Ž. i dr.: Kako uvesti sistem kvaliteta, Kultura, Beograd, 1999.
- [2] Mitrović, Ž.: Sistem integralne kontrole kvaliteta, Sloboda, Beograd, 1989.
- [3] JUS ISO 9001:2001 – Sistemi menadžmenta kvalitetom – Zahtevi, Zavod za standardizaciju, 2001.
- [4] Brkljač, N.: Magistarski rad Razvoj sistemskog pristupa obezbeđenju kvaliteta integrisanog u model poslovnog sistema za ostvarenje maksimalne dobiti, Mašinski fakultet, Beograd, 1997.

Viši naučni saradnik
dr Mirjana Anđelković-
-Lukić, dipl. inž.

EKOLOŠKI ASPEKTI PRIMENE PIRALENA

UDC: 621.315.615 : 504.06

Rezime:

Piralen se koristi kao rashladni fluid u električnim transformatorima visokog napona. Spada u najopasnije zagađivače čovekove okoline. U radu su prikazane njegove fizičko-hemijske karakteristike, postupci pri isticanju iz ambalaže ili transformatora usled požara, postupci dekontaminacije i način gašenja požara na piralenu i piralenskim transformatorima.

Ključne reči: piralen, genotoksin, ulje za hlađenje, dekontaminacija, gašenje požara.

ECOLOGICAL ASPECT OF PYRALEN APPLICATION

Summary:

Pyralen is used as a cooling fluid in high voltage electrical transformers. It belongs to a group of the most dangerous polluters of the environment. In the article it is presented pyralen's physical and chemical characteristics, procedures of decontamination and procedures in cases of leaking of pyralen from package or transformers, as well as procedures of firefight on pyralen and pyralen transformers.

Key words: Pyralen, genotoxis, cooling oil, decontamination, firefight.

Uvod

Životna sredina je s napretkom nauke i tehnologije sve ugroženija. Nekonrolisano izlivanje zagađenih industrijskih voda u otvorene vodotokove izaziva dugoročno zagađenje i otežano snabdevanje stanovništva vodom. Velika emisija gasova i čađi iz dimnjaka termocentrala na ugalj, cementara, železara i drugih industrijskih grana u atmosferu, izaziva efekat staklene bašte, usled čega dolazi do povećanog zagrevanja zemljine atmosfere i promene klime i ugrožavanja života različitih životinjskih i biljnih vrsta, ali i samog čoveka.

Očuvanje životne sredine danas je jedan od najvažnijih zahteva koji se posta-

vlja pred proizvođače različitih hemijskih proizvoda. Ovi zahtevi odnose se na smanjenje emisije otrovnih gasova (Protokol iz Kjota), prečišćavanje otpadnih voda koje se ispuštaju u otvorene vodotokove – reke, na zbrinjavanje (skladištenje) određenih hemijskih međuprodukata i hemijskog otpada koji ne mogu biti prerađeni, kao i na njihovo uklanjanje mehaničkim i hemijskim putem ili termičkom razgradnjom. Većina proizvoda hemijske industrije su zagađivači okoline, među kojima posebno mesto zauzimaju raznovrsni sintetski materijali koji se nalaze u širokoj primeni: polietileni, polipropileni, polivinilhloridi, i druge vrste plastičnih materijala, koji se nekontrolisano izbacuju u vi-

du otpada u okolinu i čija razgradnja u prirodi traje dugi niz godina. U grupu zagađivača spadaju i razne vrste sintetskog ulja, među kojima je najpoznatije transformatorsko ulje, trgovačkog naziva „piralen“. Transformatorska ulja koriste se za hlađenje električnih transformatora, ali se primenjuju i kao maziva u nekim specifičnim slučajevima zatvorenih sistema. Ova ulja su nerazgrađiva i spadaju u izuzetno opasne zagađivače čovekove okoline. Prodiranjem u tlo trajno zagađuju zemljište i podzemne vode.

Njihovim sagorevanjem na otvorenom prostoru oslobađa se veliki broj otrovnih kancerogenih produkata. Gašenje požara izazvanih gorenjem piralena, povezano je s velikim rizikom od trovanja i zagađenja okoline. Piralen je veoma stabilno, nerazgrađivo ulje. Njegovo efikasno uklanjanje vrši se razgradnjom, termičkim putem, u posebno projektovanim pećima s filtrima, kako ni jedan opasan produkt sagorevanja piralena ne bi izašao u okolinu. Kod nas ovakav termički način uništavanja piralena ne postoji, pa se zbog toga izvozi u druge zemlje (Francuska), gde se vrši njegova inače izuzetno skupa termička razgradnja. Evropska unija ima veoma stroge ekološke propise i, s obzirom na to da je piralen toksičan i kancerogen, njegovo korišćenje je trajno zabranjeno. Požari na piralenskim transformatorima vrlo su retki, tako da je iskustvo koje su naši vatrogasci stekli tokom gašenja požara na piralenskim transformatorima u toku agresije NATO-a novo i za stručnjake iz EU. Posebna nepoznanica je uticaj produkata sagorevanja piralena na zdravlje stanovništva.

U radu su prikazane karakteristike i upotreba sintetičkih transformatorskih ulja, njihovo štetno delovanje na čoveka i njegovu okolinu, način zbrinjavanja ukoliko iscuri u okolinu i postupak gašenja požara na zapaljenim piralenskim transformatorima.

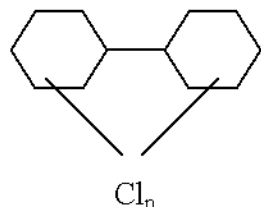
Karakteristike transformatorskih ulja i primena

Hlađenje velikih transformatora, koji su u sastavu elektroenergetskih sistema, neophodno je za njihov bezbedan i ispravan rad. Za hlađenje se koriste transformatorska ulja (trafo-ulja) – prirodna i sintetička [1].

Prirodno transformatorsko ulje ili „obično trafa-ulje“ je laneno, kome su dodati aditivi – dielektrični stabilizatori, otrovne i genotoksične supstance. Ova trafa-ulja nisu trajna i svake godine moraju da se prerađuju, odnosno, suše, jer su veoma higroskopna i apsorbiraju vlagu iz vazduha. Njihova periodična prerada je neophodna, ali skupa i obavlja se u posebnim postrojenjima službe elektroodržavanja. Zbog toga se primena ovih ulja u preduzećima elektroprenosa sve više izbegava.

Sintetička, odnosno trajna ulja za hlađenje, sipaju se u transformatore kada se oni formiraju i traju koliko i sam transformator, tako da je cena njihovog održavanja zanemarljiva. Sintetička trafa-ulja imaju više naziva (hlorovani bifenili, polihlorovani difenili, polihlorovani polifenili, arohlor 1254, askarel, solvotol) od kojih je najrasprostranjeniji i svakako najpoznatiji piralen ili polihlorovani bifenil (PHB).

Strukturna formula polihlorovanih bifenila prikazana je na slici.



Strukturna formula polihlorovanih bifenila

Poznato je 46 izomera pentahlorbifenila. Za trajna transformatorska ulja najčešće se koristi pentahlorbifenil, bruto hemijske formule $\text{C}_{12}\text{H}_5\text{Cl}_5$.

Pentahlorbifenil sa 54% hlora je bleđožuta, viskozna tečnost sa blagim mirisom ugljovodonika. Fizičko-hemijske osobine pentahlorbifenila su sledeće [1]:

- molekulska masa 326 (aproksimativno);
- temperatura ključanja $365\text{--}369^\circ\text{C}$;
- temperatura topljenja 10°C ;
- temperatura paljenja 222°C ;
- rastvorljivost u vodi (na 20°C) $<1\text{mg/dm}^3$;
- zapreminska masa $1,505\text{ g/cm}^3$.

Sintetička ulja su trajna, ne moraju periodično da se prerađuju, što predstavlja veliku prednost u odnosu na prirodna ulja. Međutim, sintetička trafo-ulja, piraleni, veoma su opasni zagađivači životne sredine i zbog toga se u Evropskoj uniji trajno eliminišu iz upotrebe [2].

Opasnost pri radu s piralenom

Polihlorovani bifenili, koji spadaju u „mešavine“, genotoksične su hemikalije i, prema katalogizaciji Svetske zdravstvene

organizacije pri UN, svrstane su u grupu 2A hemikalija sa verovatno kancerogenim delovanjem po ljude. Maksimalno dozvoljena količina (MDK) za piralen sa 54% hlora je $0,5\text{ mg/m}^3$, za prosečno 8 sati. Prema američkim standardima (NIOSH), MDK je $0,001\text{ mg/m}^3$, za radni dan od najviše 10 sati i radnu nedelju od 40 sati. Piralen se smatra potencijalnim kancerogenom iz radne sredine (NIOSH 1992) [3].

Zbog dobre resorpcije preko kože, rad s ovim uljem je rizičan bez zaštitne opreme, čak i za navedene koncentracije MDK. Piralen spada u kumulativne otrove i ima sistemske efekte trovanja [3], koji se ispoljavaju u bliskoj ili daljoj budućnosti.

Velika opasnost u radu s piralenom je mogućnost nastajanja požara jačim zagrevanjem. U dodiru s plamenom piralen gori, usled čega nastaje čitava lepeza genotoksina koji se kondenzuju u čađi ili se jednostavno nalaze u dimu. Neki od nastalih genotoksina su: polihlorovani dibenzofurani; hlorovani benzo-para-dioksini; hlorovani fenoli; hlorovani naftaleni; ugljenmonoksid i hlorovodonik.

Sva jedinjenja nastala gorenjem piralena su otrovna i kancerogena. Pored navedenih jedinjenja, tokom gorenja piralena nastaje i znatna količina čađi, kao čvrst proizvod sagorevanja.

Zaštita od kontaminacije piralenom

Kontaminacija ljudi piralenom moguća je na nekoliko načina, udisanjem kontaminiranog vazduha, kontaktom s očima, apsorpcijom preko kože, i gutanjem, pri konzumiranju hrane, vode ili pušenju.

Ako piralen dođe u dodir s kožom, to mesto treba odmah isprati s mnogo vode, i to je najefikasnije uraditi ispod slavine, a zatim oprati vodom i sapunom više puta. Odeća kontaminirana piralenom treba odmah da se skine i da se telo opere, kako je opisano. Odeća se odlaze na propisana mesta i pere. Osobe koje peru odeću treba da budu upozorene na opasna svojstva piralena, posebno na mogućnost resorpcije preko kože.

Vatrogasci koji gase požar na transformatorima s piralenom ne smeju u istom odelu i istim cipelama da odlaze van područja ugroženog požarom, kako ne bi došlo do dalje kontaminacije piralenom. Neposredno posle gašenja požara obavezno je detaljno pranje celog tela toplom vodom i sapunom (ne deterdžentom ni šamponom). Svi vatrogasci angažovani na gašenju požara na transformatorima s piralenom moraju da koriste zaštitna odela, rukavice, čizme i maske.

Piralen ima veliku sposobnost prodiranja kroz različite polimerne materijale koji se koriste i za izradu delova zaštitne opreme, pa pri izboru materijala za zaštitnu opremu vatrogasaca angažovanih na gašenju piralenskih požara o tome treba voditi računa.

U tabeli je prikazana otpornost različitih materijala na prodor piralena [4]:

Tabela
Vreme prodora piralena kroz različite materijale
(debljina folije 2 mm)

R. br.	Materijal	Vreme prodora piralena (h)
1.	Butil guma	> 8
2.	Neopren guma	> 8
3.	Teflon plastika	> 8
4.	Viton guma	> 8
5.	Nitril guma	1–4
6.	Prirodna guma (*)	< 1
7.	Polietylen plastika (*)	< 1

(*) ne preporučuje se zbog moguće razgradnje

Zaštitna odeća posle gašenja na transformatorima s piralenom mora da se dekontaminira pranjem vodom. Takođe, ona mora da se čuva od ulja i maziva, kako bi bila efikasna za zaštitu od piralena.

Preventivne mere

Zbog opasnosti od izlivanja polihlorovanih bifenila i njihovog prodora u lanac ishrane, kao i opasnosti od produkata sagorevanja koji nastaju pri požarima ovih opasnih hemikalija, preventivne mere su od izuzetnog značaja. Da bi se rizik od posledica primene ove hemikalije sveo na minimum, neophodno je sprovedsti sledeće mere bezbednosti:

- piralen mora biti skladišten prema uputstvu proizvođača i zahtevu o zaštiti daleko od oksidacionih sredstava, kao i od transformatora u eksploataciji koji sadrže piralen. To se posebno odnosi na prekidače i drugu opremu koja sadrži ovo opasno ulje. U slučaju ratnih opasnosti, bombardovanja ili bilo kojih neregularnih i nestabilnih stanja, transformatori i oprema koja sadrži piralen moraju biti isključeni, kako voltin luk ne bi upalio trafo-ulje i izazvao požar;

- transformatori s piralenom i sam piralen moraju biti zaštićeni od plamena požara, a piralen uskladišten u posebnoj prostoriji bez prisustva ikakvih drugih zapaljivih ili opasnih materijala;

- bezuslovno sprečavanje požara na transformatorima i piralenu imperativ je svakog preventivnog delovanja.

Ove mere zaštite neophodne su kako bi se eliminisali uzroci gorenja, izlivanja ili curenja piralena u okolnu sredinu.

Gašenje požara na transformatorima i skladištima piralena

O transformatorskim uljima pripadnici vatrogasnih jedinica nisu bili dovoljno obavešteni, jer su požari na piralenskim transformatorima bili izuzetno retki [4]. Takođe, o njima nisu mnogo znali ni stručnjaci koji se bave ekologijom. Postoje različita mišljenja o štetnosti transformatorskih ulja, ali se svi slažu da ona ostavljaju dugoročne posledice po živi svet. Korisnici ovih ulja, pak, ističu da su bezopasna i da spadaju u obična trafo-ulja, jer alternativno, a efikasno hlađenje bez ovih ulja nije moguće.

Za gašenje požara na postrojenjima koja sadrže piralen koriste se različita sredstva, a reagovanje na požar mora da bude brzo.

Mali požar na skladištima piralena lakše se neutrališe nego požar na transformatorima ili drugoj opremi koja sadrži ovo opasno ulje, a postoji i opasnost od visokog napona. Požar na buradima u kojima se skladišti piralen treba gasiti prahom, halonima (vrsta pene), ugljendioksidom, običnom srednjom ili teškom vazdušno-mehaničkom penom i raspršenom vodom. Ako je u pitanju požar na postrojenju pod visokim naponom, gašenje malih požara vrši se ugljendioksidom do nazivnog napona od 10 000 volti, odnosno halonom i halogenim derivatima ugljovodonika do 100 000 volti.

Veliki požar na piralenskim transformatorima ali i samog piralena, uspešno se može gasiti jedino halonima. Preko nazivnog napona od 100 000 volti gašenje se mora obustaviti do isključenja transformatora sa napona. Po isključenju transformatora sa napona, za gašenje požara primenjuje se srednja vatrogasna pena. Dobre rezultate daje i fino raspršena voda, kao i vodena magla [4].

Zbog genotoksičnosti piralena i još veće opasnosti od produkata nastalih sagorevanjem ovog opasnog ulja, pri gašenju požara vatrogasci treba da deluju sa što veće udaljenosti, s kompletnom zaštitnom opremom, uvek iz smera duvanja vetra, s najmanjim mogućim brojem ljudi u zoni hemijske kontaminacije.

Pri gašenju požara vatrogasci ne treba da povećavaju zonu kontaminacije piralenom korišćenjem snažnih mlazeva vode, niti da dozvole da piralen prodire u zemlju, vodu ili vazduh, naročito pri upotrebi pogrešnih sredstava za gašenje požara.

Požari na piralenu, nažalost, prouzrokuju žrtve u bliskoj i daljoj budućnosti, zavisno od količine akumuliranog piralena i oslobođenog genotoksina koji je nekontrolisano rasejan u životnoj sredini.

Postupak s izlivenim piralenom

Ukoliko dođe do isticanja piralena na tlo usled vanrednih okolnosti (požari na piralenskim transformatorima) ili iz oštećene ambalaže u kojoj je smešten (plastična burad), preduzimaju se mere čišćenja i sprečavanja prodiranja piralena i njegovih produkata u tlo [1].

Pri prosipanju manjih količina piralena na beton koristi se suv pesak ili drugi adsorbensi, kako bi se genotoksin upio. Pesak s upijanim piralenom pakuje se u plastične kese ili burad. Korišćeni alat, kontaminirana odeća i obuća dobro se zatvore u tu istu burad. Pri velikom isticanju piralena na beton ili u uljnu jamu, neophodno je ograničiti razlivanje. Ako je spoljašnja temperatura manja od 10°C, piralen će očvrsnuti i tada se može lako

sakupiti. Pri većim spoljašnjim temperaturama (iznad 10°C) mora da se obavi prepumpavanje pumpama u plastičnu burad ili vreće. Pri tom se za upijanje koristi pesak, kao i za mala isticanja.

Kada se dogode isticanja piralena u zemlju ili peščano tle, neophodno je da se:

- angažuje stručno lice za dekontaminaciju;
- otpočne skidanje uljne mrlje od periferije ka centru, tako da se obuhvati i jedan deo nekontaminiranog tla, oko 50 cm od ivice mrlje;
- delovi kontaminiranog tla pakuju u plastičnu ambalažu, koju treba dobro zatvoriti;
- kontroliše kvalitet dekontaminacije tla preko ovlašćenih laboratorija;
- dekontaminacija ponavlja sve dok hemijske analize ne pokažu da piralen nije prisutan u zemlji;
- vreće i burad sa kontaminiranim materijalom uskladište na sigurno mesto, podlogu sa ilovačom.

Zbog svojih genotoksičnih karakteristika, ova ulja ne smeju da se prosipaju u okolinu ni pod kakvim uslovima.

Zaključak

Transformatorska ulja koriste se za hlađenje električnih transformatora, nerazgradiva su i spadaju u izuzetno opasne zagađivače čovekove okoline. Piralen, smeša hlorovanih bifenila s različitim sadržajem hlora, najčešće 54%, sintetički je proizvod, izuzetno stabilan i nerazgradiv.

Rasuti piralen mora brzo i efikasno da se mehanički ukloni sa površine tla, kako ne bi prodro u zemljište i dospao do podzemnih voda. Prodiranjem u tlo trajno zagađuje zemljište i podzemne vode.

Jedini efikasan način uklanjanja ovog ulja vrši se termičkom razgradnjom, odnosno precizno vođenim postupkom sagorevanja, kako ni jedan opasan produkt sagorevanja ne bi izašao u spoljnu sredinu.

Sagorevanjem piralena na otvorenom prostoru oslobađa se veliki broj otrovnih i kancerogenih produkata. Gašenje požara na piralenu rizično je, jer postoji opasnost od trovanja i zagađenja okoline.

Požari na piralenskim transformatorima izuzetno su opasni, kako po vatrogasce, tako i po okolno stanovništvo, zbog oslobađanja velike količine opasnih produkata koji nastaju sagorevanjem piralena.

Piralen spada u genotoksične i kancerogene supstance s produženim vremenom delovanja, pa je njegova upotreba trajno zabranjena u zemljama Evropske unije.

Literatura:

- [1] Sovrlić, M.; Stevanović-Čarapina, H.: Komercijalna upotreba polihlorovanih bifenila i moguće zagađenje životne sredine, *Elektroprivreda*, br. 2, Beograd, 2002, 63–71.
- [2] Jovičić, Z.: Opasne materije, Institut za kvalitet radne i životne sredine 1 maj, Niš, 1996.
- [3] Anđelković-Lukić, M.: Produkti detonacije i sagorevanja eksplozivnih i drugih materija izazvanih NATO bombardovanjem SRJ – ekološko razmatranje, Kumulativna naučno-tehnička informacija br. 11, Vojnotehnički institut, Beograd 2004.
- [4] Karabasil, D. i dr.: Gašenje požara na transformatorima sa piralenom, *Zbornik radova – 7. jugoslovensko 4. međunarodno savetovanje zaštite od požara i eksplozije*, Novi Sad 2000, 268–276.

Mr Ivan Vulić,
potpukovnik, dipl. inž.
VP 9445-1,
Kruševac

MOBILNI GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI U SISTEMIMA C4I2

UDC: 004.65 : 912

Rezime:

Geografski informacijski sistemi (GIS) mogu se definisati kao sistemi za prostornu vizualizaciju, upravljanje podacima, definisanje pravila odlučivanja i prostornu podršku u odlučivanju. Mobilni GIS pružaju mogućnosti GIS na terenu, gde je potreba za njim najveća. Takva vrsta GIS vrlo je važna za sisteme C4I2 i donosiocima odluka u vojnim jedinicama. U radu je opisana pozicija i važnost mobilnih GIS u sistemima C4I2. Takođe, razmatrana je različita arhitektura mobilnih GIS.

Ključne reči: sistemi C4I2, geografski informacijski sistemi (GIS), mobilni GIS, informatički rat, informatička operacija, podrška u donošenju odluka, jedinstvena operativna slika, sistem TETRA.

MOBILE GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN C4I2 SYSTEMS

Summary:

Geographical information systems (GIS) can be defined like a system for spatial visualization, data management, decision modeling and spatial decision support. Mobile Geographical Information Systems provide GIS functionality in the field. This type of GIS is very important for C4I2 systems and for decision makers people in military forces. In this paper will be described position and importance mobile GIS in C4I2 systems. Also, the discussion will be extended with the architecture of mobile GIS.

Key words: C4I2 systems, geographical information systems (GIS), mobile GIS, information warfare, information operations, decision support, common operational picture, TETRA system.

Uvod

„Istorija čovečanstva je istorija ratovanja“, a „lekcije naučene iz vojne istorije pokazuju da, ako se zanemari veličina neprijateljskih snaga, ključ za dobijanje rata je biti korak ispred neprijatelja u smislu vremena, ispravnosti komandovanja, kontrole, komunikacije, elektronskih i informacionih sistema. Ako odbrambeni sistem, vojna oprema i naoružanje mogu da upozore na vreme i mesto napada sa velikom tačnošću i dovoljno informacija, mnogo je lakše zauzeti povoljniji položaj pre neprijatelja i uništiti ga“ [1].

Brz tehnološko-tehnički napredak u svim oblastima društva uslovio je razvoj novog, savremenog, ubojitijeg i preciznijeg naoružanja i vojne opreme. Veća brzina izvođenja borbenih dejstava uticala je na povećanje brzine manevra jedinica na bojnopolju. Donosioci odluka, komandiri i komandanti imaju sve manje vremena za donošenje odluka o aktivnostima svojih jedinica na osnovu sve veće količine informacija čije se prostorne komponente menjaju u vremenu. Prime na računarske i telekomunikacione tehnike i tehnologije u procesu prikupljanja, obrade i prenosa informacija i komandi

postala je nužnost. Prateći trendove u razvoju naoružanja i vojne opreme i računarska tehnika i sredstva telekomunikacije razvijale su se u smeru zadovoljavanja vojnih informacionih potreba. Povećani kapaciteti prenosa podataka u jedinici vremena, upotreba bežičnih i satelitskih komunikacija informaciju pretvaraju u još jače i moćnije oružje. Bojno polje postaje rezultat materijalizacije informatičke bitke. U prednosti je ona strana koja:

- donosi odluke o svojim aktivnostima na osnovu informacija i podataka koji sadrže i prostorno-vremensku komponentu, a dobijaju se sa terena u realnom vremenu;
- koristi bliža i dalja vojna istorijska iskustva i saznanja o upotrebi snaga, sredstava i taktike iz sličnih situacija pri donošenju odluka;
- prenosi komande jedinicama na terenu u realnom vremenu u razumljivom i jasnom obliku bez potrebe za dodatnim razjašnjavanjem značenja;
- koristi sistem za višekriterijumsku prostornu podršku u donošenju odluka;
- preduzima sve neophodne mere i aktivnosti na zaštiti telekomunikacionih prenosnih puteva i samih informacija od neprijatelja.

Podršku u sprovođenju navedenih mera radi postizanja prednosti na bojnopolju, vojnim donosiocima odluka pružaju komandno-informacioni sistemi. Poseban oblik komandno-informacionih sistema koji objedinjuje sve prednosti upotrebe savremenih komunikacija, računara, informacija i obaveštajnih podataka u procesu komandovanja su sistemi C4I2 (C4 = Command + Control + Communication + Computers, I2 = Intelligence + Infor-

mation). Brigu o prostornim podacima i prostornim relacijama vode GIS. Integracijom ekspertnih sistema u GIS, sistemi C4I2 dobijaju sistem za prostornu podršku u odlučivanju. Prilagođavanjem GIS za upotrebu na mobilnim uređajima na terenu (mobilni GIS), sistemi C4I2 dobijaju neophodnu i preko potrebnu mobilnost i raspoloživi su komandirima na terenu.

Sistemi C4I2

Sposobnost i uspešnost vojnih komandanata i komandira u komandovanju svojim snagama na bojnopolju ogleda se u njihovoj mogućnosti donošenja i sprovođenja u delo najbolje moguće odluke u što kraćem vremenu. Odluke koje donose zavise od vrste, količine i načina prikaza informacija koje su im na raspolaganju o bojnopolju. Borbenim aktivnostima prethode aktivnosti na prikupljanju, obradi i analizi relevantnih informacija i podataka, njihovom pretvaranju u adekvatne odluke i komande i distribuciji, koje se mogu definisati kao informacioni rat (IR).

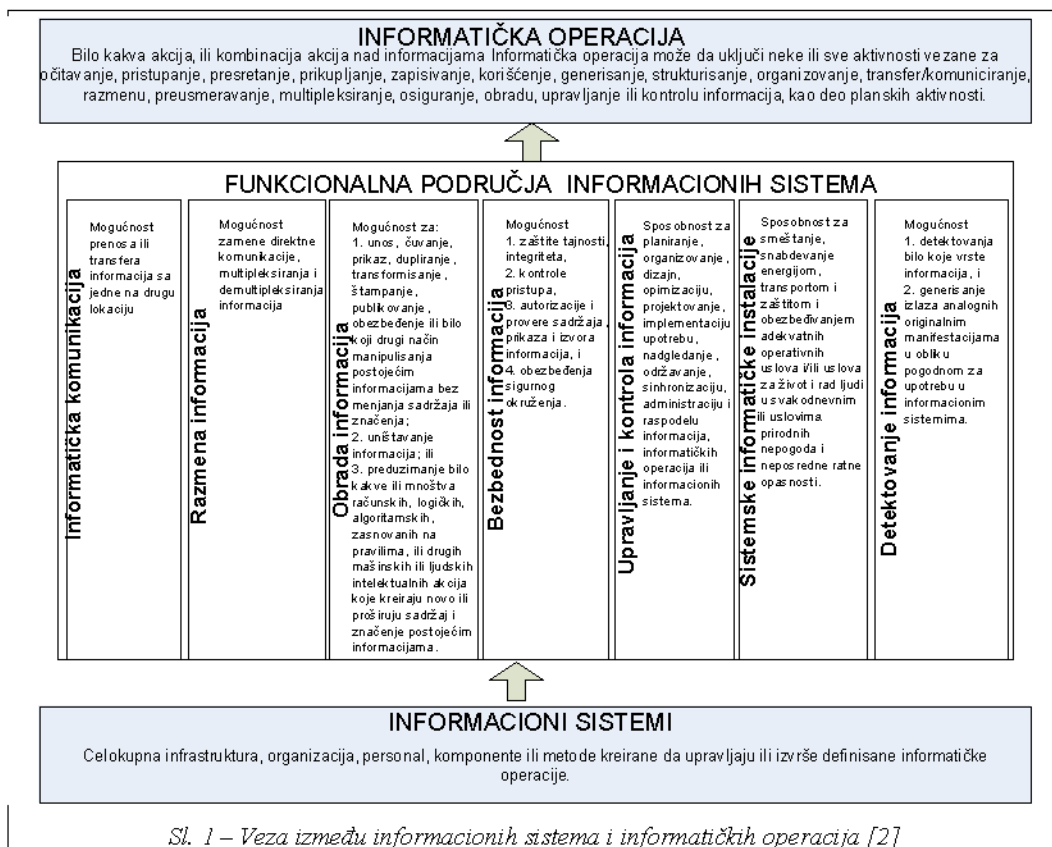
Sistemi C4I2 su funkcionalni, namenski definisani i projektovani skupovi računarske opreme, namenskog softvera, telekomunikacionog okruženja, aktivnosti i procesa koji se nad njima odvijaju radi pružanja podrške vojnim komandirima i komandantima u vođenju informacionog rata i uspešnog komandovanja jedinica na bojnopolju. Projektovani su da zadovolje tri ključne potrebe:

- snabdevanje informacijama i obaveštajnim podacima komandnih struktura,
- pružanje podrške u donošenju odluka komandnim strukturama, i

– obezbeđivanje mogućnosti prosleđivanja odluka i komandi potčinjenim sastavima.

U praksi, sistemi C4I2 su interdisciplinarne strukture, jer kao sastavne delove sadrže sistem za upravljanje informacijama, DBMS (Data Base Management System), GIS, komunikacionu mrežu, WEB tehnologiju i ekspertne sisteme. Svi pojedinačni delovi definisane infrastrukture čine mehanizam za podršku u donošenju odluka u složenim uslovima u kratkom periodu. Vrlo važna osobina sistema C4I2 je visok stepen raspoloživosti, što se u distribuiranom okruženju postiže redundancijom podataka i uređaja i backup-

-serverima. Savremeni sistemi C4I2 sadrže fleksibilno jezgro, nezavisno od vrste hardversko-softverske-komunikacione platforme, mrežno-centrično orijentisano, koje omogućava brzu i jednostavnu integraciju proizvoljnih IT (Information Technology) komponenti. Oni omogućavaju komandnim strukturama informatičku superiornost u odnosu na protivnika u osnovnom elementu vojnih aktivnosti na bojnopolju u takozvanom IDA (Information-Decision-Action) ciklusu ili OODA (Observe-Orient-Decide-Act) petlji. Informatička superiornost postiže se u informatičkom ratu kroz informatičke operacije (IO).



Informatičke operacije

„Informatičke operacije integrišu sve aspekte informacija za podršku i povećanje borbenih mogućnosti, radi postizanja dominacije na bojnopolju u pravo vreme, na pravom mestu sa odgovarajućim naoružanjem i resursima“ [2].

Adekvatno snabdevanje informacijama u realnom vremenu, ili vremenu blizu realnog, omogućava komandnim strukturama bolju procenu situacije, određivanje adekvatne vrste aktivnosti (pregrupisanje snaga, oslobađanje resursa, izbor ciljeva,...) i pravovremeno izdavanje i izvršavanje komandi.

Na slici 1 prikazana je veza između informacionih sistema i informatičkih operacija.

Geografski informacioni sistemi (GIS)

Neizbežna komponenta sistema C4I2 su GIS. Neke od definicija koje se mogu naći u literaturi opisuju GIS kao [4]: „informacioni sistem projektovan tako da radi sa podacima koji su referencirani sa prostornim ili geografskim koordinatama“, „sistem za manipulaciju sa prostornim-geografskim podacima“ ili „sistem za obradu i analizu geografski definisanih prostornih podataka“.

Geografski-informacioni sistem povezuje prostorne i druge oblike informacija u jedinstven sistem. On nudi postojano radno okruženje za analizu geografskih podataka. Pretvaranjem mapa, karata i drugih oblika prostornih informacija u digitalni oblik, GIS omogućava manipulisanje i prikazivanje geografskog znanja na novi i mnogo objektivniji način.

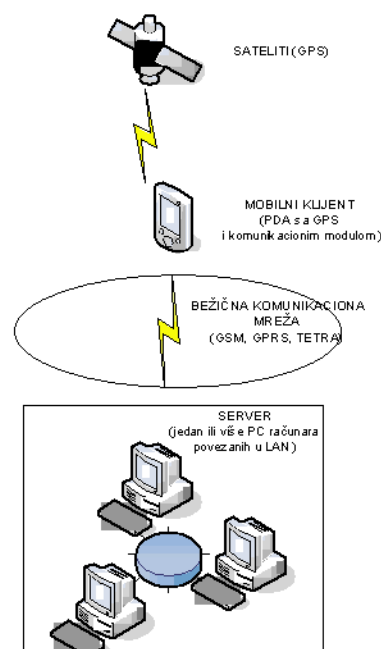
Ovaj sistem je u prednosti u odnosu na ostale informatičke sisteme ne samo po postojanju prostornih podataka, već i po tome što upravlja velikim brojem svojstava objekata, što zahteva složene koncepte za opis geometrijskih osobina i topoloških veza među objektima. Ponekad se izjednačuje sa digitalnim mapama, jer one čine osnovu ili podlogu na kojoj GIS upravlja prostornim objektima.

Mobilni GIS

Mobilni geografski informacioni sistemi (MGIS) predstavljaju funkcionalni skup koji se sastoji od servera, mobilnih klijenata, bežične telekomunikacione mreže i sistema za globalno pozicioniranje (GPS), slika 2 [5].

Mobilni klijent predstavlja mobilni uređaj sa mogućnostima:

- prijema GPS signala,



Sl. 2 – Arhitektura mobilnih GIS [5]

- komuniciranja preko bežične komunikacione mreže sa serverom, i
- izvršavanja GIS aplikacija.

Hand-held računari ili PDA uređaji sa GPS prijemnikom i sistemom za bežičnu komunikaciju su najbolji predstavnici mobilnih klijenata. Serveri u MGIS sistemima predstavljaju pojedinačne desktop-računare, ili operativne centre sa većim brojem lokalno umreženih desktop-računara na kojima se izvršava serverska GIS aplikacija. Opremljeni su hardverskim podsistemima za bežičnu komunikaciju sa mobilnim klijentima.

Bežična telekomunikaciona mreža omogućava prenos podataka između servera i mobilnih klijenata i između samih mobilnih klijenata. Koja će vrsta mreže biti upotrebljena zavisi od potreba za količinom prenetih podataka u jedinici vremena, a najviše od trenutno raspoloživih javnih ili vojnih komunikacionih mreža. Najzastupljeniji sistemi za bežični prenos podataka kod nas i u okruženju su GSM (Global System for Mobile Communications) i GPRS (General Packet Radio Service). Poslednjih godina u našoj zemlji se instalira sistem TETRA koji predstavlja novu dimenziju u prenosu svih vrsta podataka bežičnim putem na našim prostorima i postaje idealno rešenje za MGIS.

Prostorna podrška u donošenju odluka

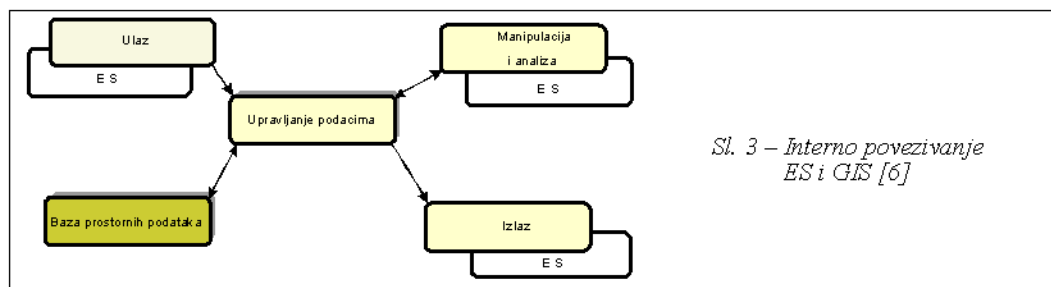
Interno povezivanje ekspertskih sistema (ES) sa komponentama GIS (slika 3) pretvara mobilni GIS u višekriterijumski prostorni sistem za podršku u odlučivanju (VPSPPO) koji [6, 7]:

- sadrži mehanizam za unos prostornih podataka,
- omogućava prikaz prostornih relacija i struktura,
- uključuje tehnike za analizu prostornih i geografskih podataka, i
- omogućava prikaz izlaznih podataka kroz različite oblike grafičkih formi koje uključuju i mape.

Na taj način, pored komponenti nasleđenih od GIS, MGIS sadrži još dve nove:

- sistem za upravljanje modelima (mogućnosti analitičkog modeliranja i analitičke procedure), i
- generator dijaloga (korisnički interfejs sa generatorom grafičkih ulazno-izlaznih formi i generatorom izveštaja).

Zahvaljujući postojanju navedenih komponenti MGIS u sistemima C4I2 poseduje specifične mogućnosti za automatizaciju, upravljanje i analizu jednokorisničkih i timskih zahteva za prostornu podršku u odlučivanju sa velikim brojem praktičnih mogućnosti i višestrukih modela odlučivanja.



Sl. 3 – Interno povezivanje ES i GIS [6]

Osnovni razlog i svrha uključivanja ekspertskih sistema u strukturu mobilnih GIS aplikacija jeste da se u realnom vremenu odgovori na sledeća pitanja: ŠTA, KADA, GDE, KAKO [7]. Navedena pitanja odnose se, kako na upravljanje i distribuciju, tako i na značenje informacija i podataka. Sa strane upravljanja i distribucije informacija i podataka MGIS u okviru sistema C4I2 na postavljena pitanja daje sledeće odgovore: ŠTA – šta je od informacija i podataka potrebno donosiocima odluka i izvršiocima odluka; KADA – kada se informacije koriste i kada ih je potrebno isporučiti; GDE – gde su informacije potrebne, a gde se trenutno nalaze; KAKO – kako doći do potrebnih informacija i kako ih isporučiti mobilnom klijentu.

Iz ugla značenja informacija i podataka VPSP u okviru MGIS takođe pruža podršku u tumačenju: ŠTA – šta informacija znači mobilnom klijentu, a šta serveru; KADA – kada se nešto desilo ili kada će se desiti; GDE – gde se nešto de-

silo, gde će se desiti i gde bi trebalo da se desi; KAKO – kako je nešto urađeno i kako nešto uraditi (podrška u donošenju odluka).

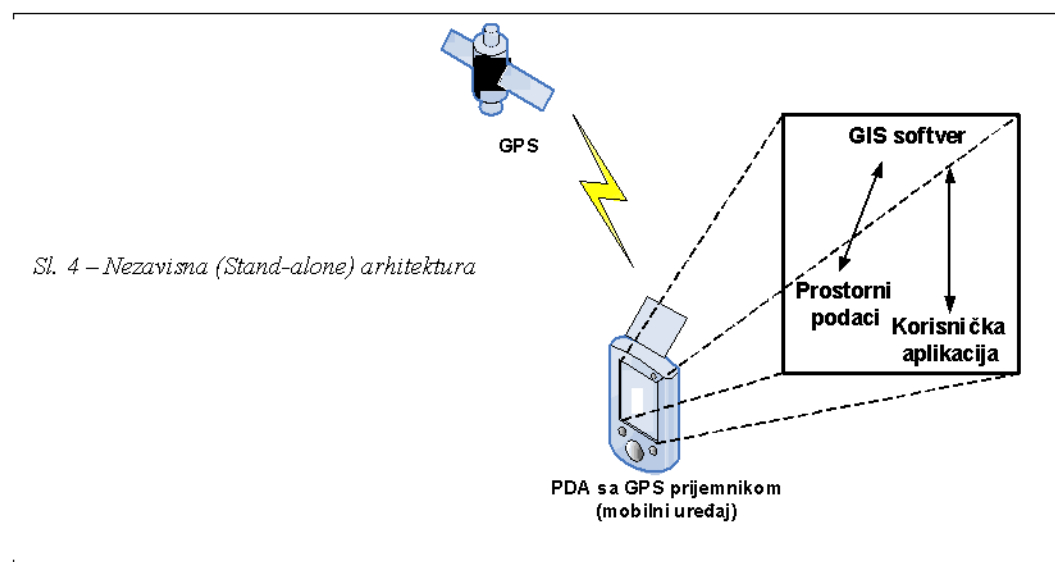
Arhitekture mobilnih GIS aplikacija

Zastupljenost mobilnog GIS u C4I2 sistemima zavisi od:

- potreba za prostornim informacijama u realnom vremenu,
- raspoloživosti hardvera, i
- raspoloživosti komunikacione infrastrukture.

Sva tri navedena razloga utiču na arhitekturu mobilnih GIS aplikacija u sistemima C4I2.

Na slici 4 prikazana je nezavisna (Stand-alone), najjednostavnija arhitektura mobilnog GIS [8]. U ovoj arhitekturi prostorni podaci i aplikacija koja njima pristupa nalaze se na mobilnom uređaju. Ne postoji komunikacija između mobilnog uređaja i komandno-kontrolnog centra sistema C4I2 (serverske strane). Mo-

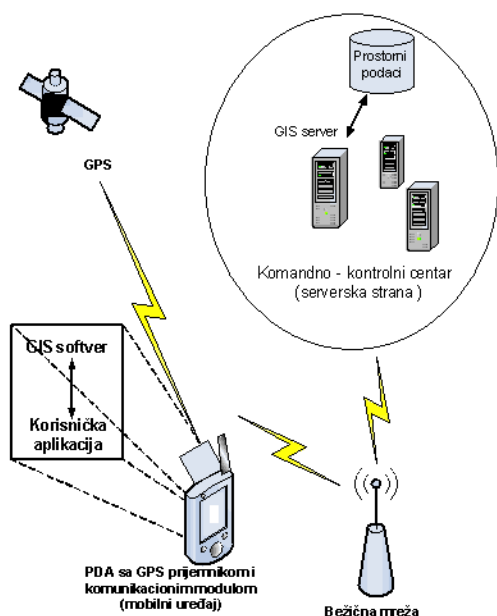


bilni uređaj opremljen je jedino GPS modulom za prijem GPS signala, čime je omogućena upotreba na terenu i određivanje sopstvene pozicije u prostoru. Zbog umanjениh hardverskih mogućnosti mobilnog uređaja količina prostornih podataka i funkcije softvera su ograničene. Set prostornih podataka neophodnih za upotrebu mobilnog uređaja na terenu instalira se u komandno-kontrolno centru.

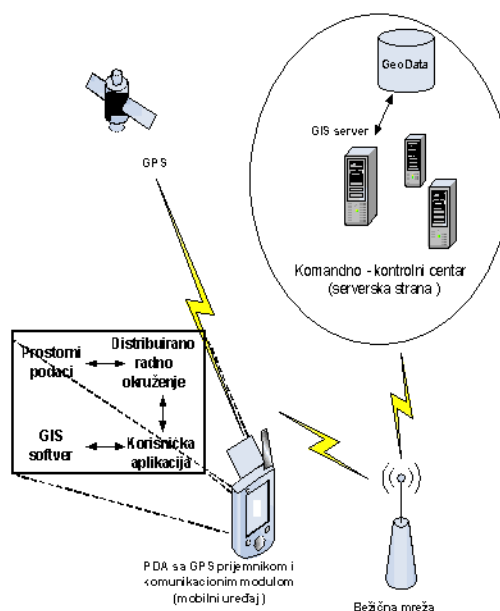
Ograničenja nezavisne arhitekture mogu biti prevaziđena primenom klijent-server (client-server) arhitekture, prikazane na slici 5. U ovoj arhitekturi prostorni podaci se u potpunosti nalaze na posebnom GIS serveru koji je sastavni deo komandno-kontrolnog centra. Mobilni uređaj opremljen je dodatnom hardverskom komponentom – komunikacionim modulom, pomoću kojeg bežičnom mrežom ostvaruje razmenu podataka sa serverskom stranom, komandno-kontrolnim centrom. Na GIS serveru izvršava se serverska GIS aplikacija, a na mobilnom

uređaju – klijentska verzija. Korisnik mobilnog uređaja, komandir jedinice na terenu, ima mogućnost pristupa svim podacima u realnom vremenu. Na ekranu mobilnog uređaja moguć je prikaz georeferenciranih karata područja na kojem se korisnik nalazi, izvršavanje prostornih upita i grafički prikaz alternativa rešenja postavljenog zadatka od strane pretpostavljene komande, kao podrška u donošenju odluka. U istom trenutku, veći broj klijentskih aplikacija sa različitih mobilnih uređaja može konkurentno pristupiti GIS serveru i postavljati različite upite. Klijent-server arhitektura nema ograničenja vezanih za smeštajni prostor podataka na mobilnom uređaju, ali zavisi od postojanja i propusne moći komunikacione mreže. U slučaju prekida komunikacije sa komandno-kontrolnim centrom, mobilni uređaj postaje neupotrebljiv.

Na slici 6 prikazana je distribuirana klijent-server (Distributed Client-Server) arhitektura mobilnih GIS u C4I2 [8]. Pri-



Sl. 5 – Klijent-server arhitektura

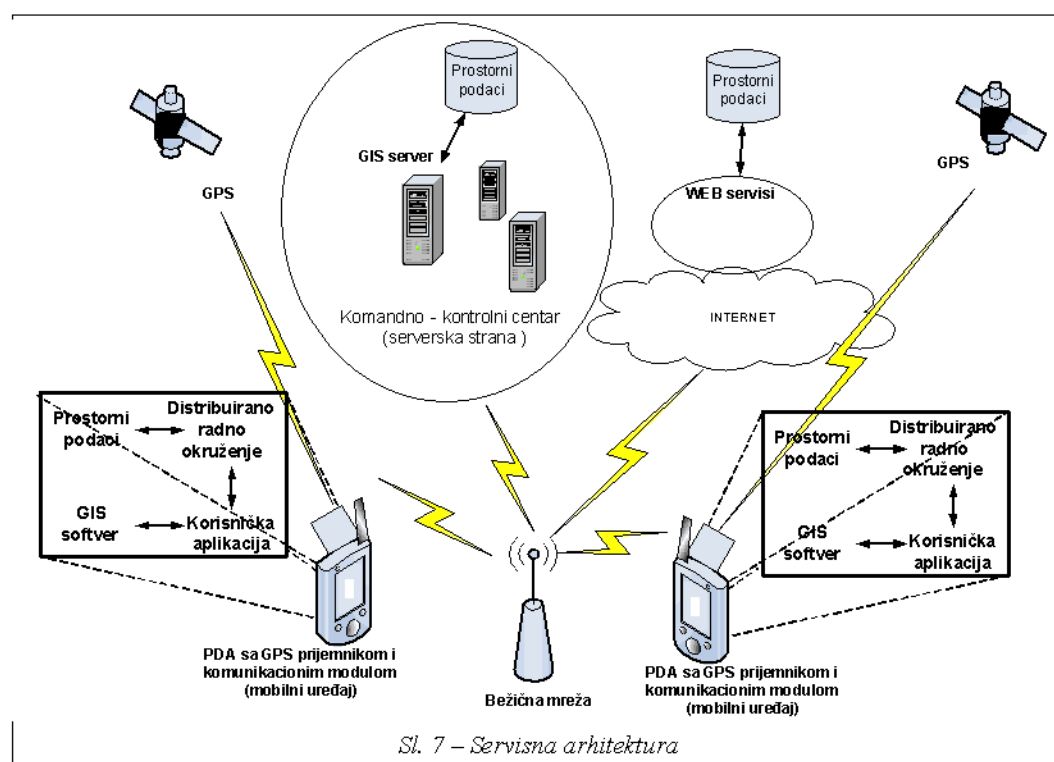


Sl. 6 – Distribuirana klijent-server arhitektura

kazana arhitektura ublažava problem prekida komunikacije sa serverskom stranom. Rešenje problema prekida komunikacija zahteva postojanje dva ključna koncepta distribuiranih sistema: otpornosti i upravljanja resursima. Otpornost podrazumeva sposobnost mobilnog uređaja da u slučaju prekida veze sa serverom uporno pokušava da uspostavi vezu, ali da ne dođe do „pada“ klijentske aplikacije koja se na njemu izvršava. Upravljanje resursima omogućava klijentskoj aplikaciji da u vremenskom periodu nepostojanja komunikacije koristi set podataka (podskup podataka sa servera) koji se lokalno nalazi na mobilnom uređaju. Po uspostavljanju veze automatski se vrši sinhronizacija podataka sa serverom. Softverska komponenta instalirana na

mobilnom uređaju koja omogućava ovakav način rada, naziva se distribuirano radno okruženje (Distributed Framework). Nedostatak distribuirane klijent-server arhitekture jeste nemogućnost korišćenja proširenih mogućnosti serverske aplikacije i podataka na serverskoj strani u slučaju prekida veze.

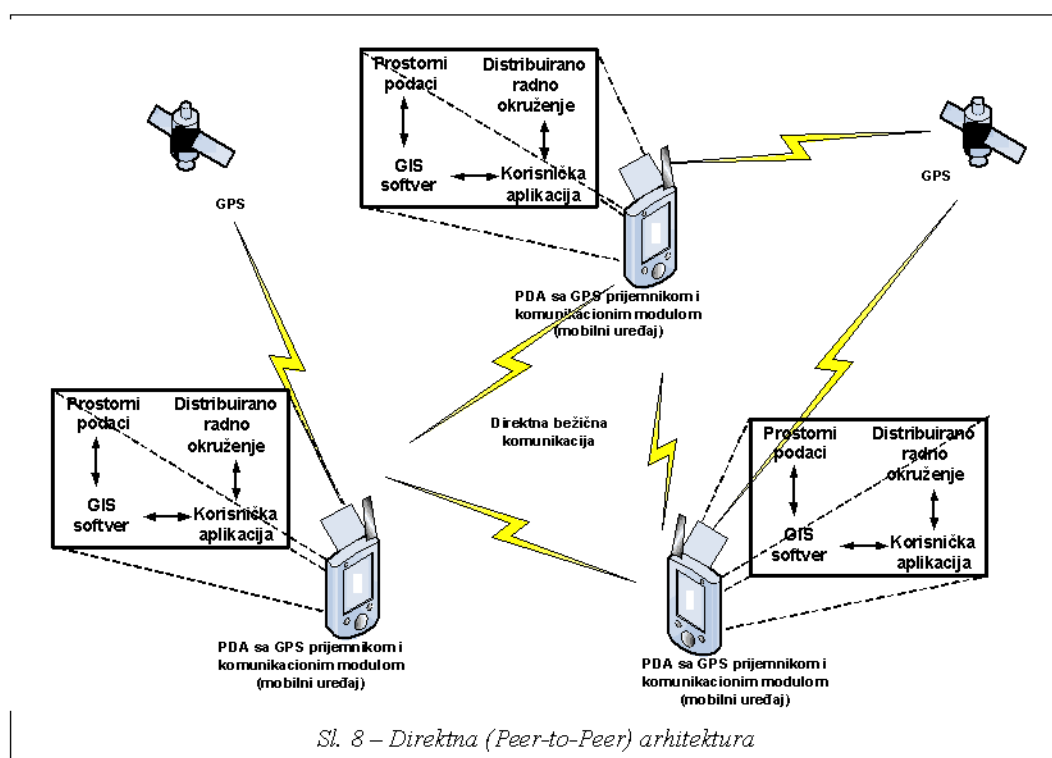
Proširenje mogućnosti distribuirane klijent-server arhitekture predstavlja servisna (Services) arhitektura prikazana na slici 7 [8]. Ona vidi GIS server kao web servis i omogućava drugim web servisima da budu ravnopravni delovi klijent-server aplikacije. Mobilni klijenti, pomoću mobilnih uređaja, mogu koristiti sve servise preko bežične mreže, koristeći web protokole. Na taj način proširuju bazu podataka i informacija neophodnih u



procesu donošenja odluka. Nedostatak i ove arhitekture ogleda se u neophodnosti postojanja komunikacione mreže za uspostavljanje veze sa serverom ili Internet okruženjem.

Slika 8 prikazuje direktnu (Peer-to-Peer) arhitekturu mobilnog GIS [8]. U prikazanom scenariju upotrebe mobilnih uređaja ne postoji potreba za komunikacijom sa komandno-kontrolnim centrom i komunikacionom mrežom. Komunikacija se odvija direktno samo između mobilnih uređaja. Slično nezavisnoj arhitekturi, i ovde se deo podataka neophodnih za izvršenje lokalnih prostornih upita i analiza nalazi distribuirano na samom mobilnom uređaju. Distribuirano radno okruženje koje se nalazi na mobilnim uređajima, u ovom slučaju, omogućava

korišćenje seta podataka sa drugih dostupnih mobilnih uređaja. Ovakav pristup zahteva postojanje još jednog koncepta u distribuiranim sistemima poznatog kao identifikacija. Ona podrazumeva jedinstveno obeležavanje svakog mobilnog uređaja i postojanje logike za njihovo pojedinačno raspoznavanje. Pored identifikacije, u direktnoj arhitekturi potrebno je obezbediti i redundantnost seta podataka u okviru mobilnih uređaja koji imaju lokalnu međusobnu komunikaciju. To znači da se deo podataka koji se nalazi na uređaju B, a koristi za potrebe uređaja A, nalazi i na uređaju A. Ista logika primenjena je i u slučaju postojanja mobilnog uređaja C. U slučaju prekida komunikacije između uređaja A i B, distribuirano radno okruženje znaće da potrebne po-

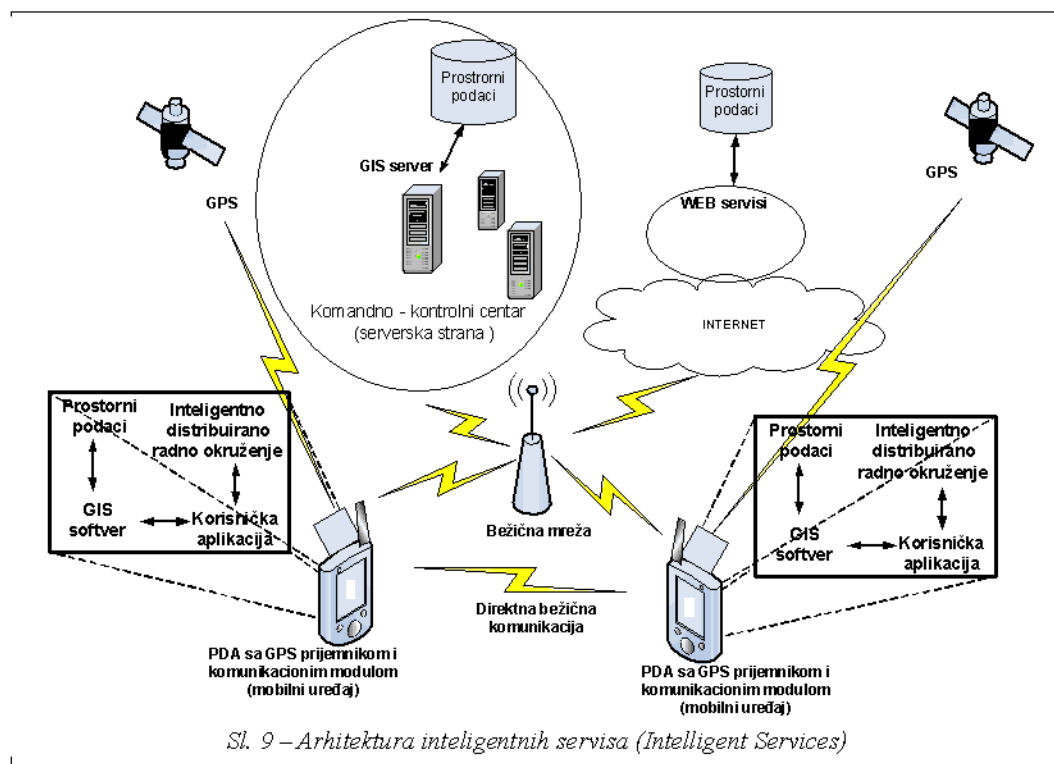


datke može dobiti i sa uređaja C sa kojim ima komunikaciju. Ova mogućnost vrlo je važna u borbenim dejstvima, gde zbog pokreta jedinica i nepovoljne konfiguracije terena može doći do prekida u komunikaciji između pojedinih mobilnih uređaja.

Opisane arhitekture ugrađene su u arhitekturu prikazanu na slici 9 koja je nazvana arhitektura inteligentnih servisa. Na slici se vidi da mobilni uređaji mogu ostvariti vezu sa komandno-kontrolnim centrom i Internet okruženjem preko komunikacione mreže, dok u isto vreme mogu direktno komunicirati međusobno. Na svakom mobilnom uređaju nalazi se set podataka koji odgovara prostornoj lokaciji mobilnog uređaja. Sve dok postoji komunikacija sa komandno-kontrolnim centrom, inteligentno distribuirano okru-

ženje vrši ažuriranje podataka na mobilnom uređaju sa GIS servera. Inteligentna distribuirana serverska aplikacija ima podatke, u realnom vremenu, o geografskoj poziciji svakog mobilnog uređaja i njihovom međusobnom prostorno-komunikacionom odnosu (gde se nalaze, da li mogu direktno uspostaviti vezu, da li će u bližem narednom periodu moći da uspostave vezu, da li će biti u vezi sa serverom, ...). Na osnovu toga vrši distribuiranje i ažuriranje seta podataka na svakom pojedinačnom mobilnom uređaju.

Ovakva arhitektura mobilnog GIS omogućava sistemima C4I2 podršku u donošenju odluke komandnim strukturama u komandno-kontrolnom centru i komandirima jedinica na terenu u realnom vremenu. Zahvaljujući velikoj otpornosti na totalni prekid veza i postojanju redun-



dance podataka na različitim lokacijama, komandne strukture će, sa velikom vjerovatnoćom, biti snabdjevene neophodnim informacijama za donošenje najboljih odluka o angažovanju svojih snaga.

*Mobilni GIS i jedinstvena
operativna slika (Common
Operational Picture)*

Jedinstvena operativna slika (JOS, Common Operational Picture – COP) definiše se kao „jedinstveni prikaz relevantnih informacija na displeju, deljiv između većeg broja komandi“. To je neophodan vizuelni alat u pružanju podrške u donošenju odluka komandantima i komandirima jedinica. Zahvaljujući njemu, proces donošenja odluka pretpostavljenih komandi se ubrzava omogućavanjem potčinjenim sastavima da sami donose odluke na svom nivou. Zadatak pretpostavljene komande jeste usaglašavanje pojedinačnih odluka relevantnih potčinjenih snaga koje izvode borbena dej-

stva, u njenoj zoni odgovornosti. To predstavlja mrežnocentrični pristup u izvođenju borbenih dejstava, čime se IDA ciklus (Information-Decision-Action) smanjuje i stiče prednost u odnosu na neprijateljeve snage.

Arhitektura inteligentnih servisa MGIS u sistemima C4I2 obezbeđuje JOS. Distribuirana arhitektura baze, kao i njena denormalizovana forma i redundantna struktura podataka omogućava mrežnocentrični pristup u analizi prostornih podataka na serverskom nivou i na nivou mobilnih klijenata. Proces podrške komandnim strukturama u donošenju odluke se ubrzava, uzimajući pri tom u obzir podatke iz realnog i prošlog vremena. Komplikovane vremensko-prostorne analize, neophodne u procesu donošenja odluka u borbenim situacijama, izvršavaju se mnogo lakše i brže. Na slici 10 prikazana je zavisnost brzine izvršavanja prostorno-vremenske analize u zavisnosti od vrste primenjenih alata.

Vrste analiza	Složenost problema /Brzina izvršavanja	
• Analiza 1 Prostorna analiza – 1 tema, 1 vremenski period	prosta/brzo	prosta/brzo
• Analiza 2 Prostorna analiza – više tema, 1 vremenski period	složena/sporo	prosta/brzo
• Analiza 3 Prostorna analiza – više tema, više vremenskih perioda	Vrlo složena - nemoguća / dani	prosta / sekunde
Alati/ vrste baza	GIS/ transakcionalne baze	SOLAP*/ baze za podršku u odlučivanju

*SOLAP – Spatial On-Line Analytical Processing

Sl. 10 – Brzina izvršavanja analize [7]

Primenom arhitekture inteligentnih servisa MGIS u sistemima C4I2, omogućavaju prostorno vremensku analizu u realnom vremenu sa realnim podacima iz prostora i mogućnost distribucije podataka za podršku u donošenju odluka na svakom mestu i u svako vreme.

Komunikacija u mobilnim GIS

Mogućnost MGIS sistema i njihova upotrebnost vrednost u sistemima C4I2 zavisi od kvaliteta bežične komunikacije između servera i mobilnih klijenata. Sve prethodno opisane arhitekture MGIS, osim stand-alone, zahtevaju komunikaciju mobilnih klijenata i servera. Arhitektura inteligentnih servisa (slika 9) najzahtevnija je po pitanju komunikacija i sve njene prednosti i mogućnosti direktno zavise od bežične komunikacione infrastrukture i od mogućnosti komunikacionih modula u mobilnim uređajima.

Bežična komunikacija mora zadovoljiti potrebe MGIS aplikacija za prenosom neophodne količine podataka u realnom vremenu:

- uspostavljanjem dvostrane komunikacije u realnom vremenu;
- omogućavanjem prenosa glasa, podataka, slika i video zapisa;
- kreiranjem komunikacionih podgrupa za sve učesnike u izvršavanju istog zadatka i definisanja JOS;
- obezbeđivanjem zaštite podataka na celom prenosnom putu od početka do kraja.

Na osnovu definisanih potreba za komunikacijom između komandno-kontrolnog centra i mobilnih klijenata, između samih mobilnih klijenata i sa sistemom fiksne infrastrukture zasnovane na komercijalnim tehnologijama (pristup Internetu), koje uslovljavaju postojanje mobilnog radio-komunikacionog sistema visokog nivoa usluga, pouzdanog i otpornog, kako na prisluškivanje, tako i na ometanje, uz prihvatljivu cenu, kao idealno rešenje nameće se sistem TETRA.

Sistem za digitalni prenos podataka – TETRA

TETRA je skraćenica od engleskog naziva *Terrestrial Trunked Radio*. Ona objedinjuje osobine mobilne telefonije i klasičnog radija, a obezbeđuje, osim govora i prenos podataka (slika 11).

Sistem TETRA, za razliku od GSM, omogućava [9]:

- definisanje govornih grupa – Talk Groups,
- postavljanje različitih nivoa prioriteta učesnicima mreže – Priority,
- grupni poziv – Group Call, opšti poziv – Broadcast call, hitni poziv – Emergency call,
- definisanje dispečera – Dispatch,
- kreiranje privremenih govornih grupa – Dynamic group assignment,
- direktni način rada – Direct Mode Operation DMO,
- povećanje teritorije pokrivenosti – Rural Coverage,



=

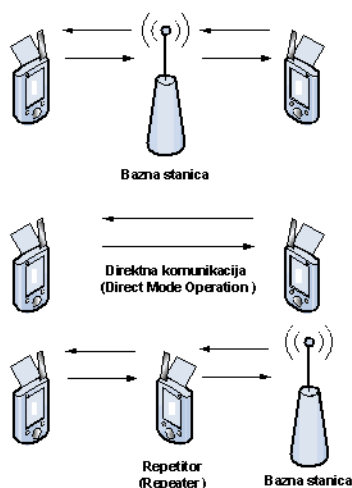


Sl. 11 – Mogućnosti sistema TETRA

- brzu uspostavu veze – Fast Call Setup, kvalitetnu kriptozastitu – Encryption.

Navedene prednosti u odnosu na GSM opravdavaju primenu TETRA sistema u vojsci u sistemima C4I2, jer zadovoljavaju specifične zahteve rada u vojnim uslovima, kao što su [9]:

- sposobnost da se upravlja raznom lepezom operativnih scenarija;
- veoma kvalitetna kriptozastita, autentičnost i integritet poruka, dupleks veze;
- celularna struktura mreže sa svim standardima i osobinama celularnih telefona;
- imunitet protiv neprijateljevog ometanja;
- interoperabilnost sa stratejskim sistemima veza;
- otpornost na uslove okoline i povećana izdržljivost;
- rad na vojnom frekvencijskom opsegu, mogućnost ugradnje u vozila, i
- prenosiva komunikacijska struktura (brzo raspoređivanje u ruralnim područjima radi brzog proširenja područja pokrivanja) (slika 12).



Sl. 12 – Način proširenja područja pokrivanja u sistemu TETRA [9]

Zaključak

Mrežnocentrični savremeni pristup u vođenju rata i borbenih dejstava zahteva brze i pouzdane reakcije komandnih struktura. Komandanti i komandiri vojnih jedinica suočeni su sa velikim brojem podataka i informacija na osnovu kojih u kratkom periodu moraju doneti odluke. Da bi one bile najbolje, i donete na osnovu svih trenutno raspoloživih informacija i podataka u procesu komandovanja i odlučivanja, koriste se sistemi C4I2 za podršku u donošenju odluka.

Sistemi C4I2 su interdisciplinarne strukture. Mobilni geografski informacijski sistemi su bitna komponenta takve strukture. Predstavljaju vrlo važan alat koji sistemima C4I2 omogućava:

- pristup geografskim i prostornim podacima na terenu i sa terena u realnom vremenu;
- unos prostornih podataka na terenu u realnom vremenu;
- pridruživanje prostorne komponente ulaznim podacima;
- funkcionalnost i mogućnost GIS aplikacija na terenu.

Inteligentni servisi MGIS svojom arhitekturom u sistemima C4I2 obezbeđuju donosiocima odluka jedinstvenu operativnu sliku. Mrežnocentrični pristup, koji se ostvaruje u analizi prostornih podataka na serverskom nivou i na nivou mobilnih klijenata, omogućava izvršavanje komplikovanih vremensko-prostornih analiza neophodnih u procesu donošenja odluka u borbenim situacijama.

Upotrebna vrednost MGIS u sistemima C4I2 zavisi od kvaliteta bežične komunikacije između servera i mobilnih klijenata.

Potrebe za komunikacijom mobilnih geografskih sistema u sistemima C4I2 uslovljavaju postojanje mobilnog radio-komunikacionog sistema visokog nivoa usluga, pouzdanog i otpornog na prisluškivanje i ometanje. Prihvatljiva cena, usluge i servisi, neophodni za primenu u vojne svrhe koje poseduje, kao idealno rešenje nameću sistem TETRA za komunikaciono rešenje u C4I2, a samim tim i u mobilnim GIS sistemima.

Literatura:

- [1] Ucuzal, P.: GIS in CCIS, www.gisess.org/cis2003/pdf/GI-SinCIS%203.pdf
- [2] DoD USA, Developing Critical Technologies, Military Critical Technologies, Part III, Section 10, 2000.
- [3] Burrough, P. A.: Principles of Geographical Information Systems, Oxford Science Publication, Oxford, New York, Toronto, 1991.
- [4] Vulić, I.: Primena tehnologije GIS u lociranju izvora radiotalasa, Magistarska teza, Elektronski fakultet Niš, 1998.
- [5] Luqun, L.: Investigation on the concept model of mobile GIS, Symposium on Geospatial Theory, Ottawa 2002.
- [6] Devedžić, M.: Povezivanje GIS tehnologije sa ES sistemima, YUGIS, zbornik radova, 1996.
- [7] Ascough, J.: Multicriteria Spatial Decision Support Systems, www.iemss.org/iemss2002/proceedings/pdf/volume%20tre/290_ascough%202.pdf
- [8] Hassin, B.: Mobile GIS: How to get there from here, R7 Solution, Houston, 2004.
- [9] Obradović, M.: Primena TETRA sistema u vojsci, OTEH, Beograd 2005.

Uputstvo saradnicima

„Vojnotehnički glasnik“ je stručni i naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije, koji objavljuje: originalne naučne radove, prethodna saopštenja, pregledne radove i stručne radove, prikaze naučno-stručnih skupova kao i tehničke informacije o savremenim sistemima naoružanja i savremenim vojnim tehnologijama.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata jedinstvenu intervidovsku tehničku podršku Vojske na principu logističke systemske podrške, oblasti osnovnih, primenjenih i razvojnih istraživanja, kao i proizvodnju i upotrebu sredstava NVO, i ostala teorijska i praktična dostignuća koja doprinose usavršavanju pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Republike Srbije.

Članak se dostavlja Redakciji na disketi ili CD-u (Times New Roman, srpska latinica, 12 pt, prored 1,5) i odštampan 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 prilozima originalni, a koji pozajmljeni.

Članak treba da sadrži rezime (u najviše osam do deset redova), sa ključnim rečima na srpskom i engleskom jeziku, uvod, razradu i zaključak. Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica A4 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 obrazača (formula) označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. 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.

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, SO mesta stanovanja i JMB građana.

Rukopise slati na adresu: Redakcija časopisa „Vojnotehnički glasnik“, 11002 Beograd, Balkanska 53, VE-1.

REDAKCIJA

Tehničko uređenje
Zvezda Jovanović

Lektor
Dobriša Miletić, profesor

Korice
Milojko Milinković

Korektor
Bojana Uzelac

Cena: 324,00 dinara
Tiraž 700 primeraka

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije, broj 413-00-1201/2001-01 od 12. 09. 2001. godine, časopis „Vojno-tehnički glasnik“ je publikacija od posebnog interesa za nauku.

UDC: Centar za vojnonaučnu dokumentaciju i informacije (CVNDI)