



1
2011

VIZNOMOTEHNIČKI glasnik NAUČNI ČASOPIS MINISTARSTVA ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE



ISSN 0042-8469



www.vtg.mod.gov.rs

1

UDC 623 + 355/359

GODINA LIX JANUAR-MART 2011.

MINISTARSTVO ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

DIREKTOR

Slavoljub M. Marković, potpukovnik

ODSEK ZA IZDAVAČKU DELATNOST

GLAVNI UREDNIK

Dragana Marković

ODGOVORNI UREDNIK

mr *Nebojša* Gaćeša, potpukovnik

e-mail: nebojsa.gacesa@mod.gov.rs

tel.: 011/3349-497, 064/80-80-118

UREĐIVAČKI ODBOR

Brigadni general dr *Danko* Jovanović, dipl. inž. (predsednik Odbora); brigadni general dr *Mladen* Vuruna, dipl. inž.; pukovnik dr *Bojan* Zrnčić, dipl. inž.; pukovnik dr *Slobodan* Ilić, dipl. inž. (zamenik predsednika Odbora); pukovnik dr *Branislav* Jakić, dipl. inž.; pukovnik dr *Jugoslav* Radulović, dipl. inž.; pukovnik dr *Marko* Andrejić, dipl. inž.; pukovnik dr *Goran* Dikić, dipl. inž.; pukovnik dr *Željko* Ranković, dipl. inž.; pukovnik dr *Zoran* Rajić, dipl. inž.; pukovnik *Zoran* Patić, dipl. inž.; dr *Dragoljub* Vujić, dipl. inž.; dr *Slobodan* Jaramaz, dipl. inž.; dr *Zoran* Filipović, dipl. inž.; dr *Miljko* Erić, dipl. inž.; dr *Mladen* Pantić, dipl. inž.; potpukovnik mr *Nebojša* Gaćeša, dipl. inž. (sekretar Odbora)

Adresa redakcije:

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK,

Braće Jugovića 19, Beograd

<http://www.vtg.mod.gov.rs>

<http://scindeks.nb.rs/journaldetails.aspx?issn=0042-8469>

e-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs

Pretplata: e-mail: pretplata@odbrana.mod.gov.rs;

tel.-fax: 011/3241-009; tekući račun: 840-49849-58

Rukopisi se ne vraćaju

Časopis izlazi tromesečno

Prvi štampani broj Vojnotehničkog glasnika objavljen je 1. 1. 1953. godine.

Prvo elektronsko izdanje Vojnotehničkog glasnika na internetu objavljeno je 1. 1. 2011. godine.

Štampa: Vojna štamparija – Beograd, Resavska 40b

e-mail: vojsta@sezampro.rs

SADRŽAJ

NAUČNI ČLANCI

Andrejić D. <i>Marko</i> Radosavljević R. <i>Vladan</i> Arsić N. <i>Slaviša</i>	
Logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja	5–26
Đorđević Lj. <i>Miroslav</i>	
Uticaj cevi topa tenka na dijagram zračenja monopol antene	27–39
Radonjić M. <i>Vojkan</i> Gaćeša N. <i>Nebojša</i>	
Uticaj sredine na prostiranje elektromagnetnih talasa kod digitalnih radio-relejnih uređaja GRC 408E	40–61
Borisov A. <i>Mirko</i> Banković D. <i>Radoje</i> Drobnjak M. <i>Siniša</i>	
Evaluacija morfometrijskih karakteristika zemljišta pri izradi karte tenkoprohodnosti	62–80

STRUČNI ČLANCI

Sokolović S. <i>Vlada</i>	
Analiza akvizicije signala u softverskom GPS prijemniku	81–95
Jevtović V. <i>Milojko</i> Pavlović Z. <i>Boban</i>	
Topološka analiza telekomunikacionih mreža	96–110
Terzić R. <i>Miroslav</i>	
Predlog ad hoc računarske mreže Katedre vojnih elektronskih sistema VA primenom bluetooth tehnologije	111–120
Pejanović J. <i>Miloš</i>	
Razvoj informacionih sistema u internet okruženju korišćenjem softverskih komponenti sa posebnim osvrtom na primenu u vojnoj organizaciji	121–148
Pokorni J. <i>Slavko</i>	
13. Međunarodna konferencija ICDQM 2010	149–159
Radonjić M. <i>Vojkan</i> Gaćeša N. <i>Nebojša</i>	
XXXVII Simpozijum o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2010	160–177
SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA	178–183
POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA	184–195
SPISAK RECENZENATA VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA	196–212

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

Andrejić D. <i>Marko</i> , Radosavljević R. <i>Vladan</i> , Arsić N. <i>Slaviša</i> Education in logistics and training of non-logistic personnel	5–26
Đorđević Lj. <i>Miroslav</i> Effect of the tank main gun on the radiation pattern of the monopole antenna	27–39
Radonjić M. <i>Vojkan</i> Gaćeša N. <i>Nebojša</i> Effect of environment on the propagation of electromagnetic waves in GRC 408E digital radio-relay devices	40–61
Borisov A. <i>Mirko</i> Banković D. <i>Radoje</i> Drobnjak M. <i>Siniša</i> Evaluation of terrain geomorphometric characteristics for ground clearance charts production	62–80

PROFESSIONAL PAPERS

Sokolović S. <i>Vlada</i> Analysis of signal acquisition in GPS receiver software	81–95
Jevtović V. <i>Milojko</i> Pavlović Z. <i>Boban</i> Topological analysis of telecommunications networks	96–110
Terzić R. <i>Miroslav</i> Proposal for an ad hoc computer network in the military electronic systems department at the military academy applying Bluetooth technology	111–120
Pejanović J. <i>Miloš</i> Development of internet-based information systems using software components with the emphasis on the application in the military organization	121–148
Pokorni J. <i>Slavko</i> The 13 th International Conference ICDQM 2010	149–159
Radonjić M. <i>Vojkan</i> Gaćeša N. <i>Nebojša</i> XXXVII Symposium on Operational Research SYM-OP-IS 2010	160–177
MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT	178–183
CALL FOR PAPERS AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	184–195
LIST OF REFEREES OF THE MILITARY TECHNICAL COURIER	196–212

NAUČNI ČLANCI

LOGISTIČNO OBRAZOVANJE I OBUČAVANJE NELOGISTIČKOG OSOBLJA

Andrejić D. Marko, Vojna akademija, Katedra logistike, Beograd,
Radosavljević R. Vladan, Vojni zavod za preventivnu medicinu,
Beograd,
Arsić N. Slaviša, Vojna akademija, Katedra logistike, Beograd

UDC: 355.233 ; 355.41

Sažetak:

U radu se ukazuje na značaj logističkog obrazovanja i obučavanja studenata i slušalaca koji ne pripadaju logističkim službama (nelogističko osoblje). Obrađeni su logistički aspekti obrazovanja nelogističkog osoblja, pregled sadržaja iz oblasti logistike koje je neophodno, kroz nastavni proces, dati nelogističkom osoblju radi uspešnog obavljanja njihovih funkcionalnih dužnosti, opšti pristup i načini pri logističkom obrazovanju i usavršavanju nelogističkog osoblja i institucionalni preduslovi koje je neophodno obezbediti da bi se kvalitet logističkog obrazovanja i obučavanja, nelogističkog obučavanja, unapredio.

Od kvaliteta znanja iz ove oblasti, njihove implementacije u način razmišljanja i donošenja odluka od strane nelogističkog osoblja, zavisi i sama saradnja nelogističkih oficira sa oficirima logistike što direktno utiče na kvalitet života i rada jedinica i ustanova i kvalitet i sinergiju u izvršavanju zadataka u okvirima definisanih misija Vojske. Kroz rad su prikazani potrebni sadržaji i načini na koje iste treba učiniti dostupnim na svim nivoima i oblicima školovanja, u skladu sa predznanjem studenata i slušalaca, obrazovnim nivoom i oblikom usavršavanja. Iznete teorijske osnove i iskustva su opšteg karaktera i imaju univerzalnu primenu u obrazovnom procesu.

Ključne reči: logističko obrazovanje i obučavanje, nelogističko osoblje, logistički aspekti obrazovanja i obučavanja, logistički sadržaji, opšti pristup logističkom obrazovanju i usavršavanju, načini logističkog obrazovanja, institucionalni preduslovi za unapređenje logističkog obučavanja i obrazovanja.

Uvod

U našoj novijoj teoriji i operativnoj praksi odbrane logističko obrazovanje nelogističkog osoblja¹ nije u dovoljnoj meri razmatrano, ni sa organizacionog ni sa tehnološkog aspekta, uz uvažavanje načela i logike sistemskog i situacionog pristupa.

Analizom stečenih iskustava iz operativne prakse uočen je blagi pad u kvalitetu izvršavanja zadataka usled neposedovanja potrebnih logističkih znanja i navika i povećan komunikacijski jaz između logističkog i nelogističkog osoblja, što za posledicu može imati pad ukupnog potencijala i ukupnih performansi sistema odbrane. Nekompatibilnosti u načinu razmišljanja, nepoznavanje validnih parametara za donošenje celishodnih odluka, neusaglašenost potreba i mogućnosti, proizvod je odsustva logističkih aspekata obrazovanja, nesklada u obimu i kvalitetu logističkih znanja kojima raspolaže nelogističko osoblje i potrebnih znanja (po obimu i kvalitetu) koja nameće operativna praksa.

Savremena realnost nametnula je sistemu odbrane veće otvaranje prema internom i eksternom okruženju, a Vojsci nove misije i zadatke, što ima za posledicu potrebu za povećanjem obima i kvaliteta logističkih sadržaja koji se daju nelogističkom osoblju i potrebu za unapređenjem logističkog obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja.

Pod logističkim obrazovanjem nelogističkog osoblja u ovom radu podrazumevaju se logistički aspekti obrazovanja nelogističkog osoblja, pregled sadržaja iz oblasti logistike koje je neophodno, kroz nastavni proces, dati nelogističkom osoblju radi uspešnog obavljanja njihovih funkcionalnih dužnosti, opšti pristup i načini pri logističkom obrazovanju i usavršavanju nelogističkog osoblja i institucionalni preduslovi koje je neophodno obezbediti da bi se kvalitet logističkog obrazovanja i obučavanja² nelogističkog osoblja unapredio.

Obimne i vrlo dinamične organizacione promene koje su sprovedene u sistemu odbrane u poslednjih desetak godina, potrebe prakse, zahtevi vremena i savremeni trendovi u načinu planiranja i realizaciji postavljenih ciljeva zahtevaju sistemski pristup tretiranju logističkog obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja.

Logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja treba uklapati u dugoročni koncept razvoja ukupnog obrazovanja u sistemu odbrane i šire u društvu, koji sadrži ugrađeni organizacioni aspekt i logistički pristup.

Određena iskustva i saznanja koja se odnose na logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja postoje na Katedri logistike, a nastala su kao rezultat vlastitog rada razmene iskustva i znanja sa internim i

¹ Pod nelogističkim osobljem podrazumeva se kadar koji ne pripada logističkim službama, a školuje se i usavršava u Vojnoj akademiji.

² U Vojnoj akademiji.

eksternim okruženjem. Njihovom primenom u operativnoj obrazovnoj praksi dao bi se znatan doprinos unapređenju obrazovanja u sistemu odbrane, a posredno i unapređenju ukupnih performansi sistema odbrane.

Kvalitetnom kritičkom analizom, zasnovanom na načelima i logici sistemskog pristupa, postojeća znanja treba objektivizirati i uvesti u realnu praksu obrazovanja nelogističkog osoblja u sistemu odbrane, što je Katedra logistike dobrim delom i uspela.

Dugoročni koncept razvoja logističkog obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja treba biti logistički održiv, tj. zasnovan na željama, realnim potrebama i mogućnostima.

U središtu razmatranja je obrazovanje i obučavanje studenata (budućih oficira) i oficira koji se školuju i usavršavaju na svim nivoima i oblicima školovanja u Vojnoj akademiji, a ne pripadaju logističkim službama, u skladu sa trendovima u obrazovanju koji prate Bolonjski proces.³

Ovaj članak obrađuje logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja sa visokim stepenom uopštavanja, korišćenjem saznanja i iskustava autora i osloncem na dostupne pisane izvore znanja. Navedeni pristup omogućava veću generalnost izrečenih stavova i pruža kvalitetnu osnovu za operacionalizaciju u svakom pojedinačnom slučaju, čime će dobiti na snazi (dubini i preciznosti).

Opšti pristup logističkom obrazovanju nelogističkog osoblja

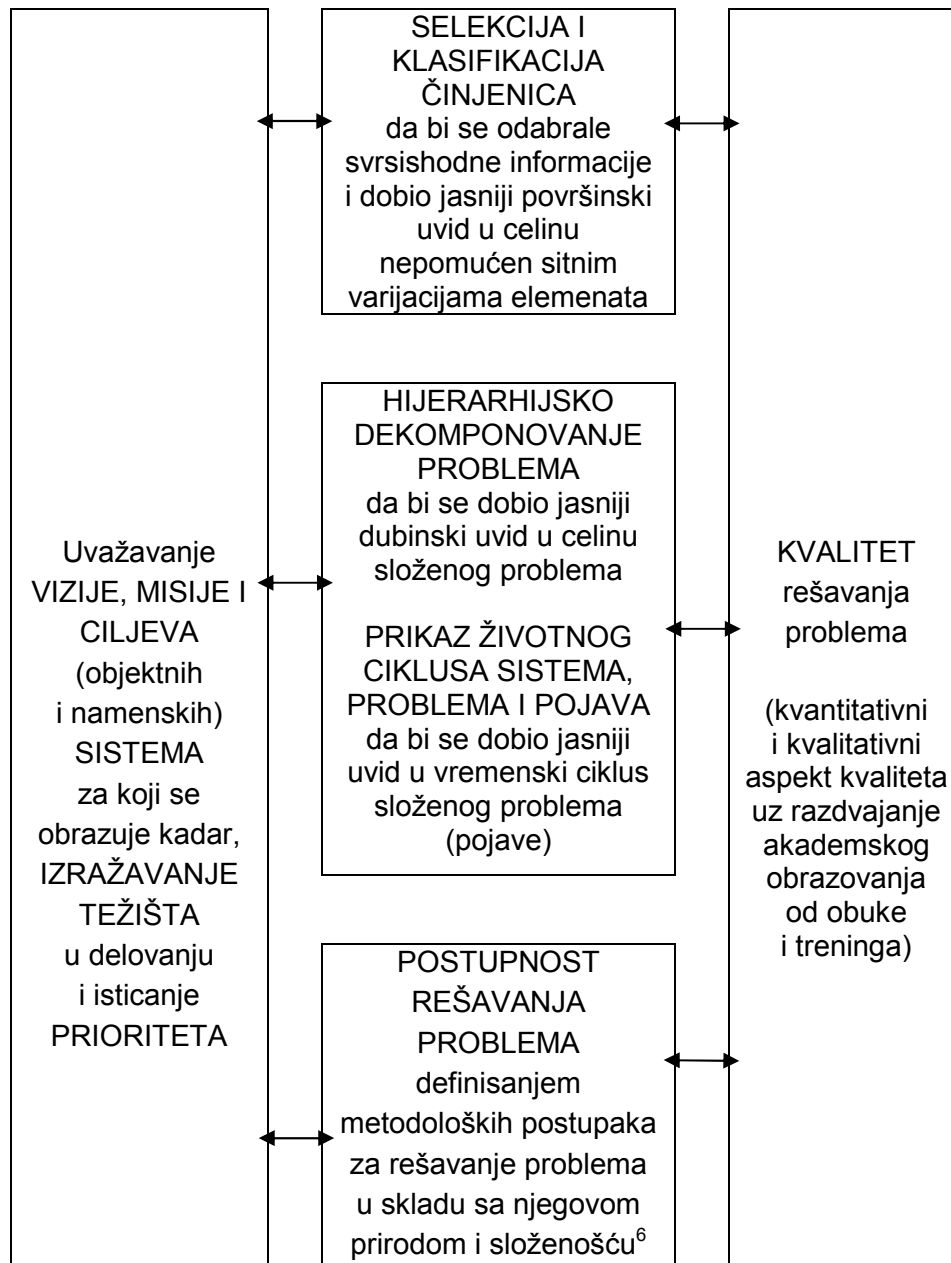
Opšti pristup obrazovanju nelogističkog osoblja u oblasti sticanja znanja⁴ iz oblasti logistike može se prikazati u sintetizovanoj formi slikom 1. Predloženim pristupom žele se sprovesti određene promene⁵ koje kao krajnji ishod imaju unapređenje znanja, sposobnosti i kvaliteta izvršavanja zadataka od strane nelogističkog osoblja.

Opšti pristup karakteriše velika generalizacija koja svoju punu upotrebnost vrednost dobija implementiranjem i konkretizacijom u svakom pojedinačnom slučaju.

³ Bolonjski proces je deo širokog pristupa razvoju obrazovnog biznisa i rastućih investicija. U funkciji je globalizacije, kretanja i obrazovanja, a takođe i namera da se unapredi produkcija kvalitetnih kadrova. Ideju Bolonjske reforme obrazovanja sistem odbrane treba da prilagodi potrebama sistema odbrane i domaće privrede. Potrebna je kreativnost i inicijativa svih strana u procesu: države, Ministarstva odbrane, privrede, Vojne akademije i drugih obrazovnih institucija.

⁴ U najširem smislu pod znanjem se podrazumeva skup sadržaja o nekom predmetu ili pojavi i njihovim odredbama zasnovanim na istini.

⁵ Cilj promena u obrazovanju jeste da se obezbedi kvalitetno i svrsishodno obrazovanje. Do sada smo školi nudili centralizovano upravljanje, jednoobrazne programe i udžbenike i čisto birokratski nadzor. Merili smo i normirali samo ono što u školu ulazi, a nikada količinu znanja koja se iz nje iznosi (sem sporadično ocenama pojedinaca), kao i koliko je ono realno upotrebljivo.



Slika 1 – Opšti pristup izučavanju logističkih sadržaja
Picture 1 – General approach to logistics education

⁶ Od bližeg ka daljem, od jednostavnijeg ka složenijem, od poznatog ka nepoznatom.

Radi dostizanja visokog nivoa kvaliteta logističkog obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja neophodno je uspostaviti i održavati logističku mrežu (veza Katedre logistike sa logističkim upravama i organima u GŠ VS i MO i uključivanje kvalifikovanog logističkog kadra iz sistema odbrane u nastavni proces u Vojnoj akademiji) radi održavanja funkcionalne logističke veze, jedinstva logističke teorije i prakse, sinergije u logističkom delovanju i ostvarenja potrebnog stepena logističkog jedinstva⁷ u sistemu odbrane.

Logistička mreža omogućava bržu i pouzdaniju izmenu (cirkulaciju) postojećih znanja i iskustava u sistemu odbrane i unapređenje performansi sistema bez dodatnih ulaganja resursa i doprinosi formiranju jedinstvenog logističkog učenja⁸ u sistemu odbrane. Logističku mrežu, posle početnog formiranja i uhodavanja, treba proširiti na obrazovne institucije koje se bave logistikom i na logističke privredne subjekte, čime se uspostavlja veza unutar nacionalne logistike.

Nelogističko osoblje treba upoznati sa sistemom, podsistemima i elementima sistema logistike, koncepcijom, organizacijom i tehnologijom. Nakon toga logističke sadržaje treba prezentovati po funkcijama logistike (grupa srodnih poslova grupisanih po izabranom kriterijumu) uz uvažavanje prostorne, vremenske i organizacionotehnološke dimenzije logistike, a stepen detaljnosti prilagoditi predznanju i obrazovnom nivou osoblja koje se obrazuje i obučava. U okviru logističkih funkcija treba postupno objašnjavati procese, tehnološke elemente i zahteve i njihove karakteristike, takođe sa sadržajima prilagođenim predznanju i obrazovnom nivou studenata i slušalaca.

Na svim nivoima obrazovanja i obučavanja treba koristiti jedinstven koncept i pristup, jedinstvenu terminologiju i jedinstvene procedure, a stepen detaljnosti prilagoditi predznanju i obrazovnom nivou osoblja koje se obrazuje i obučava. Neophodno je uspostaviti svrsishodnu vezu između opšteg, posebnog i pojedinačnog pri tretiranju logističkih sadržaja.

U obrazovni proces treba unositi sadržaje koji omogućavaju veću interoperabilnost sa međunarodnim okruženjem, radi sagledavanja sopstvene pozicije, usavršavanja vlastitog sistema, kao i uspešnijih međunarodnih integracija.

Opšti pristup unapređenju logističkog obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja podrazumeva:

- identifikovanje i adekvatno prezentovanje logističkih aspekata obrazovanja nelogističkog osoblja;
- identifikovanje nedostajućih logističkih znanja (potrebni logistički sadržaji) kod nelogističkog osoblja;

⁷ Da bi unapredili stanje u oblasti logistike i šire u sistemu odbrane, neophodno je dostići jedinstvo: filozofsko, intelektualno, doktrinarno, tehničko i operativno, a sve to zahteva vreme, resurse, planski i organizovan rad.

⁸ To dovodi do jedinstvenog postupanja (homogena akcija) usklađenog delovanja (koordinirano sadejstvo).

- iznalaženje adekvatnog načina za pružanje logističkih znanja potrebnih nelogističkom osoblju;
- sagledavanje organizacionih oblika za pružanje znanja nelogističkom osoblju, i
- sagledavanje institucionalnih preduslova za unapređenje postojećeg stanja.

Logistički aspekti obrazovanja i obučavanja

Adekvatnim pristupom logističkim aspektima obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja u sistemu odbrane doprinosi se formiranju jedinstvenog, političkog, ekonomskog i vojnog gledanja na logistiku odbrane⁹ i formiranju jedinstvenog logističkog učenja u sistemu odbrane.

Logistički aspekti obrazovanja nelogističkog osoblja podrazumevaju da se kroz složene predmete, koji sadrže logističke sadržaje, „provlači“ logistička nit, odnosno važne logističke poruke i stavovi koji doprinose pravilnom shvatanju misije,¹⁰ ciljeva i zadataka logistike u sistemu odbrane.

Sistem odbrane, a posebno Vojska kao njegov najveći podsistem, i osnovna delatnost u njemu treba da budu projektovani tako da omoguće ili olakšaju podršku.¹¹ Logistika odbrane treba da se racionalizuje i rešava na mnogo široj osnovi, koja obuhvata celokupne nacionalne, pa i multinacionalne resurse.

Logistički pristup u organizovanju Vojske podrazumeva projektovanje logistički održive Vojske i sprovođenje logistike Vojske optimalnim deljenjem logističkih resursa države (državni resursi, resursi Vojske; izbegavanje dupliranja resursa), pri čemu je logistika aktivni subjekat upravljanja.

Logistički pristup zahteva da sistem bude projektovan tako da omogućiti ili da olakša osnovnu delatnost koju obavlja, uz zahtev da se može i uspešno logistički podržati¹² (pogodnost sistema za logističku podršku).

Logistika nalaže da se objekat njenog interesa (čovek, sredstvo, integrisani borbeni sistem, organizacioni sistem) sveobuhvatno tretira kroz čitav životni ciklus i time doprinosi optimizaciji utroška resursa i kvalitetu podrške. Zahteva da se podržavani sistem aktivno odnosi prema sistemu koji ga podržava (logistici) i da zna stanje i mogućnosti resursa, odnosno, šta se može učiniti sa resursima koje ima i koji su resursi potrebni za ono što se želi ostvariti.

⁹ Logistika je istovremeno vojni (odbrambeni) element u privredi i privredni element u aktivnostima Vojske, odnosno sistema odbrane.

¹⁰ Vremenom se iskristalisalo mišljenje među teoretičarima i praktičarima u oblasti odbrane da logistika ne dobija rat, ali se ratovi gube zbog logistike.

¹¹ Pored ostalog i kroz racionalizaciju mnogih zahteva u pojavljivanju.

¹² Onda kad treba, tamo gde treba, u meri u kojoj treba i na zahtevani način, „odozgo (od postavljene komande)“ prema „dole“.

Logistički koncept zahteva eksplicitno izražavanje cene donete odluke i pristup upotrebi resursa u kojem su odluke rezultat odmeravanja činjenica i sagledavanja stanja resursa, potreba i mogućnosti, a ne unapred zadati cilj i nerealne želje donosioca odluka (racionalni pristup). Zahteva da menadžment zna cenu donete odluke i njene posledice po ljude, sredstva i prostor i vreme, kroz čitav životni ciklus organizacionog i ekonomskog sistema, odnosno duži period (gubici resursa po strukturi i značajnosti: invaliditet, povratni i nepovratni gubici, rashodovanje, otuđenje iz sistema, uništavanje – reciklaža, dugoročni benefiti i troškovi, itd.).

S obzirom na značaj koji ima za sistem odbrane i moderne trendove u organizaciji odbrambenih sistema, logistika je aktivni subjekt, a ne pasivni objekt upravljanja u sistemu odbrane. Logistička podrška funkcioniše na relativno autonoman način, u uslovima postojanja funkcionalno organizovane podrške, pri čemu jedan organ odgovara, u što većoj meri, za jednu funkciju u meri u kojoj to dozvoljavaju organizacija i tehnologija izvršavanja zadataka u okviru definisane funkcije.

Zbog ograničenosti resursa (svih vrsta), opštih civilizacijskih i društvenih promena logistika zahteva veću civilnu kontrolu planiranja, odobravanja i trošenja svih vrsta resursa.

Usled promene tehnologije izvršavanja zadataka i izmenjenih zahteva - očekivanja „savremenog vojnika“, logistika postepeno preuzima „ulogu prednjeg odreda“ i prva dolazi na mesto nastanka problema koji sistem (organizacioni i ekonomski) rešava, umesto nekadašnjeg bitisanja isključivo iza elemenata borbenog rasporeda.

Zbog brzog tehničko-tehnološkog i organizacionog razvoja vremenom dolazi do izvesne profesionalne krize identiteta kod kadra pojedinih logističkih službi, jer ono što je nekada predstavljalo podršku osnovnoj delatnosti danas predstavlja osnovnu delatnost (transport – prevoz ljudi i materijala, upravljanje kretanjem pojedinaca i jedinica pri izvršavanju zadataka u okviru definisanih misija i dr.), pa se javlja problem definisanja osnovne i podržavajuće delatnosti u sistemu odbrane, novih uloga pojedinih struktura Vojske i nadležnosti po pitanju upravljanja.

Brojno smanjenje Vojske i podizanje nivoa operativnih sposobnosti zahteva povećanje udela logističkog kadra i ostalih logističkih resursa u ukupnoj strukturi Vojske i šire u sistemu odbrane.

Moderan koncept logistike odbrane podrazumeva niz novina:

- kvalitetno, dugoročno, srednjoročno i godišnje planiranje logistike odbrane;
- upravljanje materijalnim resursima, zasnovano na naučnim dostignućima, poznavanju logističkih potreba i mogućnosti;
- projektovanje logistički održivog sistema odbrane i insistiranje na sagledavanju i poznavanje cene svake upravljačke odluke;
- eksplicitno izražavanje težišta i prioriteta u odbrani, time i u logistici odbrane;

- posmatranje objekata interesa logistike (čovjek, sredstvo, integrisani borbeni sistem, organizacioni sistem, ekonomski sistem) kroz čitav životni ciklus;
- optimizaciju utroška resursa, vojnih i civilnih, za potrebe odbrane i insistiranje na kvalitetu;
- pozicioniranje upravljačkog vrha logistike u MO (Vladi), civilnu demokratsku kontrolu logistike odbrane i prihvatljivu transparentnost u funkcionisanju logistike;
- optimizaciju snaga koje vrše logističku podršku i skraćivanje vremena reagovanja logističkog sistema koja se vrši uz: prihvatljivu centralizaciju logističkog upravljanja, uz stalno usavršavanje i primenu proceduralnih i tehnoloških inovacija, uz bolju informacionu vidljivost stanja resursa za podršku i uz brži transport;
- ofanzivno uključanje logistike odbrane u međunarodnu logistiku – podelu rada uz poštovanje međunarodnih zakona i standarda.

Logistički sadržaji za nelogističko osoblje

Logistička znanja¹³ potrebna nelogističkom osoblju stiču se izučavanjem logističkih sadržaja na više načina: školovanjem i usavršavanjem u Vojnoj akademiji; obavljanjem određenih poslova na funkcionalnim dužnostima i kontinuiranim samoobrazovanjem uz rad.

Znanja koja se stiču školovanjem i usavršavanjem u Vojnoj akademiji usvajaju se na sledećim nivoima i oblicima školovanja i usavršavanja: osnovne akademske studije; diplomatske akademske studije; specijalističke akademske studije,¹⁴ školovanje slušalaca na kursu za rezervne oficire; osnovni komandno-štabni kurs; komandno-štabno usavršavanje i generalštabno usavršavanje.

Na navedenim oblicima i nivoima školovanja i usavršavanja nelogističkog osoblja logistička znanja se čine dostupnim kroz logističke predmete i sadržaje u drugim složenim (nelogističkim) predmetima (taktika, operatika, strategija i dr.).

Načelno, u nelogističkim predmetima¹⁵ logističke sadržaje treba „ugrađivati“ u optimalnoj meri, jer previše logističkih sadržaja u tim predmetima dovodi u pitanje njihovo postojanje kao takvih i stvara probleme

¹³ Znanja nadalje možemo klasifikovati na više načina (tehnička, koncepcijska, humanistička; funkcionalna, sistemska znanja i znanja iz oblasti situacione analize; znanja prema poreklu, znanja prema nameni, znanja prema naučnim oblastima i područjima rešavanja problema, znanja prema stepenu opštosti, itd.).

¹⁴ Trenutno ne egzistira, ali postoji zakonska mogućnost i objektivna potreba u sistemu odbrane.

¹⁵ Podrazumevaju se predmeti koji nisu u funkcionalnoj nadležnosti katedre logistike, a sadrže deo logističkih sadržaja.

organizacione i stručne prirode pri realizaciji nastave, otežava praćenje opterećenja katedri i nastavnika i upravljanje nastavnim procesom uopšte.

Logistički predmeti treba da pružaju nelogističkom osoblju znanje koje se generalno odnosi na shvatanje logističke strukture u sistemu odbrane i njenih horizontalnih veza i odnosa sa civilnim okruženjem u kojima su dominantni ekonomski aspekti, te njen uticaj na odlučivanje (logistički aspekti odlučivanja) u raznim oblastima njihovog delovanja, života i rada, dok kroz logističke sadržaje u nelogističkim predmetima nelogističko osoblje treba da stekne znanja koja se generalno odnose na podršku njihovih odluka u raznim oblastima njihovog delovanja, života i rada, gde su dominantni „borbeni aspekti i faktori“.

Pri definisanju logističkih sadržaja koji se daju nelogističkom osoblju treba uzeti u obzir:

- stav i mišljenje organa koji su zainteresovani i nadležni za stručno profilisanje pojedinih kategorija nelogističkog kadra;
- trendove koji u ovoj oblasti postoje u savremeno organizovanim i opremljenim Vojskama;
- stav Katedre logistike i njeno iskustvo;
- stav i mišljenje logističkih uprava u MO i GŠ VS i logističkih organa u jedinicama i ustanovama VS.

Na planski i organizovan način, putem raznih nivoa i oblika usavršavanja u Vojnoj akademiji nelogističkom osoblju treba pružiti znanja iz sledećih oblasti:

- pojmovno i sadržajno određenje logistike, istorija razvoja i klasifikacija logistike. Nacionalna (državna) logistika; civilna logistika; logistika odbrane; vojna logistika; ostale grane (oblasti) logistike;
- ekonomija odbrane i logistika odbrane; uticajni faktori na razvoj i funkcionisanje logistike; osnove organizaciono-tehnološkog projektovanja logističkih sistema i procesa i modelovanja logističkih resursa za „ad hoc“ i standardne zadatke; trendovi u razvoju i operativnom delovanju sistema logistike odbrane;
- logistički aspekti planiranja i organizovanja odbrane; planiranje logističke podrške odbrane; osnove upravljanja resursima u logistici; finansijski aspekti planiranja odbrane; sistem logistike; logističke funkcije i procesi; logistički rečnik, normativa i dokumentacija; logistički informacioni sistemi [1].

Pokazatelji efikasnosti funkcionisanja logističkih sistema i kvantifikacija u logistici odbrane;

- opremanje Vojske; naučnoistraživačka delatnost u oblasti razvoja NVO; proizvodnja NVO; integralna logistička podrška sredstava naoružanja i vojne opreme [2]; nabavke za potrebe odbrane (u zemlji i inostranstvu);

- osnove kvaliteta u sistemu odbrane (teorija kvaliteta, standardizacija, metrologija, nomenklatura, kodifikacija);
- zaštita resursa u sistemu odbrane (bezbednost i zdravlje na radu, zaštita od požara, zaštita životne sredine, logističke operacije: disperzija, raseljavanje, manevar rezervama, izmeštanje proizvodnih i remontnih kapaciteta, asanacija bojišta);
- logistika savremenih vojski i vojnih saveza i logistička interoperabilnost;
- sistem logistike, logističke funkcije i zadaci; koncepcija, organizacija i tehnologija logistike; logistika u miru, kriznim situacijama, mobilizaciji i ratu; logistika druge i treće misije Vojske; logistički i finansijski aspekti odlučivanja; logistička i finansijska podrška operacija i drugih aktivnosti Vojske; organizaciona struktura, nadležnosti, lična i materijalna formacija logističkih organa i jedinica.
- intelektualna svojina u oblasti odbrane; inventivna delatnost u odbrani; ekspertsko ocenjivanje za potrebe odbrane.

Pristup u usvajanju logističkih sadržaja

U postupku usvajanja logističkih sadržaja treba da bude zastupljena kombinacija tradicionalnih i savremenih načina podučavanja, sa težištem na aktivnom učešću studenata i slušalaca u procesu učenja.

Studente i slušaoce treba motivisati da koriste različite izvore znanja (živi ljudi, pokretne stvari, dokumenta, literatura, prostor, vreme i dr.) i da se prema njima odnose na adekvatan način.

Ljudima treba pomoći da nauče da donose optimalne odluke i rešavaju tipične probleme u konkretnim situacijama, uvažavanjem logističkih aspekata odlučivanja, da nauče veštinu prikupljanja i sistematizovanja informacija iz različitih oblasti i izvora, veštinu selekcije i analiziranja tih informacija, da nauče da traže mogućnosti rešenja problema i delovanja prema vlastitom izboru (ne insistiranje na „državnim rešenjima“), da povezuju sopstvena iskustva i školsko znanje, da samostalno istražuju i uče.

Veća individualizacija nastave omogućiće da se smanji fond časova koji su neophodni za usvajanje znanja, a veći fond časova za izbornu nastavu naknadno će povećati motivaciju studenata i slušalaca.

U procesu logističkog obrazovanja nelogističkog osoblja potrebno je osposobljavati u uočavanju odnosa a ne sadržaja, razumevanju a ne znanju, bavljenju svim aspektima problema, kao i ciljnom rešavanju problema (motivacija). Uči se putem delovanja, posmatranja posledica, reorganizovanja percepcije stvarnosti i ponovnog delovanja uz eliminaciju suvišnih i necelishodnih koraka i rešenja.

Potrebno je više insistirati na edukaciji u rešavanju potencijalnih problemskih situacija vezanih za formacijsku dužnost i u ambijentu približnom okruženju konkretnog radnog mesta.

Usvajanjem znanja treba da upravljaju kvalitetni (licencirani) nastavnici (organizatori procesa usvajanja znanja) koji kontinuirano rade na sebi i unapređenju svojih sposobnosti,¹⁶ koji su u stanju da kvalitetno objašnjavaju i kritički analiziraju sadašnjost (postojeće stanje) i predviđaju budućnost.¹⁷ Neophodna je modernizacija postojećih organizacionih oblika i načina rada¹⁸, pored ostalog i većim uključivanjem u nastavni proces kvalifikovanog kadra koji nije stalno zaposlen u Vojnoj akademiji, uključujući i nastavnike iz inostranstva (međunarodna razmena nastavnika).

Pri traganju za novim rešenjima u logistici ne treba se oslanjati na intuiciju, već koristiti dostignuća nauke. Povremeno isti problem treba dodeljivati na rešavanje i licima koja se usavršavaju i licima koja su na studijama, odnosno licima koja su na raznim nivoima studija odnosno usavršavanja radi upoređivanja pristupa rešenju i dokumentovanja „specifične težine“, odnosno kvaliteta rešenja.

Kada situacija dopušta, studentima i slušaocima treba omogućiti da sagledaju rešenja logističke podrške određenih vežbi¹⁹ koje se organizuju u Vojsci Srbije, susrete sa osobljem koje je učestvovalo u misijama izvan teritorije Srbije, licima koja su bila na školovanju u inostranstvu i dr.

Neophodan je kontinuiran rad, ne samo na unapređenju obrazovanja (sticanje znanja) već i na metodici sticanja i davanja znanja. Industrija znanja je industrija budućnosti i ulaganje u znanje je ulaganje u budućnost.

Težište treba da bude na aktivnom učenju, na transferu znanja od osoba sa većim znanjem ka osobama sa manjim znanjem. Aktivno učenje podrazumeva davanje odgovora na pitanje: „Šta treba da uradi učenik, a ne profesor“. Nastavnik nije onaj ko emituje znanje, već onaj ko organizuje proces sticanja znanja.

Nastavnik²⁰ i student (slušalac) treba da budu partneri u procesu sticanja znanja, pri čemu treba voditi računa i o potrebama i sklonosti-

¹⁶ Kontinuirano usavršavanje postaje deo jedinstvenog sistema profesionalnog razvoja nastavnika.

¹⁷ Duhovna aktivnost jedne sredine ne može večitito da bude orijentisana samo na njenu prošlost. Neki naši ljudi sa predikcijskim sposobnostima su svojim radovima dosta prisutni, u nekim drugim sredinama jer im njihova u dovoljnoj meri ne otvara svoja vrata.

¹⁸ Dakle modernizacija društva može se postići samo reformom obrazovanja, međutim ona zahteva adekvatan nastavnički kadar koji je provodi i u tome je čvor problema (dvostruki kadrovski vid reforme). Reformu je lakše zacrtati nego provesti jer je otpor u akterima (treba menjati i navike i sticati nova znanja).

¹⁹ Posebno je značajno jer se sada mali broj vežbi organizuje u VS, pa je neophodno da se što veći broj ljudi upozna sa njihovom pripremom i realizacijom.

²⁰ Vrednost univerzitetske nastave jeste u profesorovom načinu promatranja i njegovom ličnom uticaju na duhovno izgrađivanje studenata (Arčibald Rajs, 1928).

ma slušalaca. U procesu aktivnog učenja nastavnik sebe doživljava kao vrhunskog profesionalca koji se potvrđuje u jednom vrlo odgovornom poslu.

Proces usvajanja logističkih znanja treba da prate adekvatni udžbenici i druga nastavno-obrazovna literatura, nastavna sredstva i pomagala. Unapređenje logističkog obrazovanja nelogističkog osoblja može se realizovati na razne organizacione načine: predavanja, vežbe, seminarsku obradu logističkih oblasti i problema, izradu seminarskih radova grupno i pojedinačno; nastavno-stručne posete jedinicama i ustanovama logistike; aktivno (sa radom) i pasivno prisustvo logističkim stručnim i naučnim skupovima i konferencijama; nastavno-stručne posete logističkim organima, jedinicama i ustanovama u MO i VS, uz stručno vođenje od strane predmetnog nastavnika i odgovornih lica iz jedinica i ustanova koje se obilaze.

Institucionalni okvir za unapređenje obrazovanja i obučavanja

Unapređenje kvaliteta logističkog obrazovanja i obučavanja treba uklopiti u dugoročni koncept razvoja obrazovanja i obučavanja u sistemu odbrane i šire u društvu,²¹ uz uvažavanje tehnologije odvijanja procesa obrazovanja i obučavanja i ne tragati za brzim, jeftinim i kvalitetnim rešenjima u obrazovanju, jer takva rešenja u teoriji i praksi obrazovanja ne postoje.

Na obrazovanje ne treba gledati kao na trošak već kao na investiciju, koja se ozbiljno priprema u adekvatnom organizacionom ambijentu. Obrazovni sistem treba da bude otvoreniji i sa eksplicitnim kriterijumima uspešnosti, jer bez toga nema ni kvalitetnih visokoobrazovanih kadrova.

Stvaranjem pozitivne organizacione klime treba uklanjati negativne odnose koji postoje prema svakoj inovaciji u obrazovanju koja doprinosi ukupnim promenama i napretku i rušenju stečenih i administrativno brađenih pozicija.

Radi unapređenja efikasnosti Vojne akademije i njenih katedri, neophodne su promene orijentacije „sa organizacije vođene pravilima na or-

²¹ Današnji sistem obrazovanja daje i suviše neaplikativna znanja, a premalo aktuelnih, pogotovo u odnosu na tehnički napredak, razvoj nauke o upravljanju i globalne promene. Zato formalna sprema ne odgovara u dovoljnoj meri radnom mestu. Deo znanja postaje inertan ili odumire. Posebno je neadekvatan dijalektički pristup obrazovanju. Veliki broj zanimanja (samim tim i onih koji se bave upravljanjem, rukovođenjem i kadrovima) nije stečen putem škole (nema programa) već amaterski. Među njima je veliki broj ključnih profila (koje donosi razvoj tehnike i razvoj društva uopšte).

ganizaciju vođenu misijom“. Naime, osnovne prednosti ovakve orijentacije u odnosu na organizaciju vođenu pravilima su sledeće [5]:

1. povećanje efikasnosti,
2. povećanje efektivnosti,
3. povećanje inovativnosti,
4. veća fleksibilnost,
5. povećani nivo trebala zaposlenih.

Da bi unapredili efikasnost rada, obučavanja i usavršavanja u Vojnoj akademiji i ostvarili navedene prednosti, neophodno je kontinuirano sprovoditi proces reformi. Ovaj proces sastoji se od dva dela: povećanje svesti o neophodnosti promena, s jedne strane, i iniciranje i upravljanje reformama, s druge strane. Navedeni proces prikazan je na slici 2 [6]. Početni uslov za poboljšanje stanja u oblasti logističkog (i šire) obrazovanja i obučavanja jeste obezbediti kvalitetan kadar koji dolazi u Vojnu akademiju na osnovne studije i razne oblike i nivoe usavršavanja.

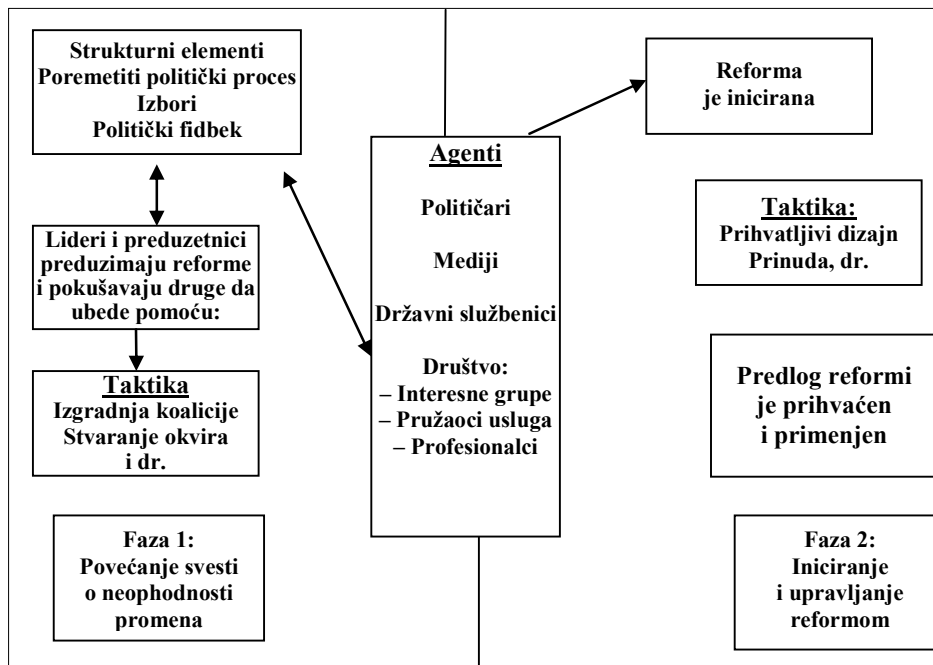
Jasnim javnim prezentovanjem dugoročnih i srednjoročnih programa rada i delovanja i upravljačkih namera treba obezbediti uslove za homogeno postupanje i usklađeno delovanje svih ključnih aktera procesa obrazovanja i obučavanja.

U Vojnoj akademiji kao visokoobrazovnoj ustanovi treba uvesti radno-stimulativni sistem u kojem se status i pozicija svakog nastavnika i rukovodioca određuju na osnovu rezultata rada (kompetentnost, trebalnost, zakonitost rada, ostvareni rezultati). Pored toga, treba povećati transparentnost u zakonitost i rezultate rada u oblasti obrazovanja, obučavanja i NIR-a, a radi popune što kvalitetnijim kadrom za ključne upravljačke pozicije (načelnici odseka, načelnici katedri, prodekani, dekan, načelnik) uvesti instituciju konkursa.

Ključna delatnost kojom se Vojna akademija kao visoka škola bavi treba da bude jasno uočljiva (centar za obuku ili visoka škola) pri skeniranju Vojne akademije od strane spoljne objektivne i nezavisne revizorske institucije i sve treba da bude podređeno toj osnovnoj delatnosti.²²

Proces obuke (svi vojni programi na svim nivoima i oblicima školovanja i usavršavanja) koji se realizuje u Vojnoj akademiji treba u što kraćem periodu razdvojiti od obrazovanja, harmonizovati sa ukupnim sistemom obuke u VS, racionalizovati i preneti u nadležnost GŠVS, a kadar koji se bavi svim oblicima i nivoima obuke grupisati na jednom mestu u sistemu odbrane.

²² Sportski centar, ski centar i ostala logistika samo su podrška i treba eksplicitno da budu smešteni u drugi plan, a učenje stranih jezika za nastavnike i saradnike treba da bude obezbeđeno u radno vreme.



Slika 2 – Faze u reformi birokratskih organizacija
 Picture 2 – The phases in the reform of bureaucratic organizations

Organizaciju i tehnologiju rada u Vojnoj akademiji treba preuzeti od najboljih institucija koje se bave time, bez obzira na to kakve to posledice ima po postojeće upravljačke strukture (svest o neophodnosti promena, istinski patriotizam, stvarne namere), a već preuzeta rešenja kritički analizirati. Formiranjem i radom upravljačkog borda (saveta) treba obezbediti najviši kvalitet visokog obrazovanja u Vojnoj akademiji, koju treba otvoriti prema akademskoj javnosti i staviti u poziciju takmičenja sa konkurencijom i sprečiti da funkcioniše kao režijska organizacija. Centralizaciju planiranja i upravljanja nastavnim procesom izvršiti na nivou dekanata, a „strukture“ koje se bave rutinskim poslovima dnevne logistike osnovne delatnosti isključiti iz procesa obrazovanja.

Procesi u Vojnoj akademiji treba da budu naučno isprojektovani (korisno je iskustvo Univerziteta odbrane Republike Češke), poslovanje u svim oblastima rada treba automatizovati u većoj meri, katedre rasteretiti brojnih zahteva i izveštaja koji se mogu dobiti iz automatizovanih informacionih sistema²³ i od organa (planski organ, organ za ljudske resurse, organ logistike) kojima je osnovni posao da vrhovni menadžment snabdevaju određenom vrstom podataka i informacija.

²³ Automatizovane informacione sisteme KAIS, LIS – PAIS, VEDIS i POMAK treba modernizovati i zadejstvovati u praksi.

Sve upravne organe i prateće službe staviti u funkciju servisa osnovne delatnosti u Vojnoj akademiji (obrazovanje i obuka), a ne organa vlasti. Studentskim grupama treba odrediti mentore koji će pratiti studente od ulaska u Vojnu akademiju do izlaska iz nje. Kvalitetnim osmišljavanjem predispitnih obaveza i njihovim normativnim pokrićem treba onemogućiti izlazak na usmeni ispit bez regulisanih predispitnih obaveza.

Studentska služba treba da bude racionalizovana, automatizovana i organizaciono modernizovana. Internatsku službu takođe treba racionalizovati, a kadru koji se njome bavi odrediti status primeren značaju posla.

Pri angažovanju nastavnog kadra izvan sastava Vojne akademije u nastavnom procesu treba biti konkurentan u ponudi uslova i cene rada, uz insistiranje na zakonitosti rada, kvalitetu rada, standardima i principima. U Vojnoj akademiji redovno treba da se održavaju naučni i stručni skupovi koji tretiraju osnovnu delatnost kojom bi ona trebalo da se bavi.

Kadar koji se bavi nastavničkim i istraživačkim radom treba novčano stimulirati i adekvatnim organizacionim merama i postupcima podsticati i usmeravati da se usavršava, s obzirom na to da su u odnosu na prethodni period otežani uslovi za dostizanje nastavnih i naučnih zvanja, a postoji i realna šansa da postojeći kadar ode iz sistema odbrane na bolje plaćena radna mesta. U tom smislu korisno je proučiti iskustvo o stimulisanju nastavničkog i naučnog kadra na Univerzitetu odbrane Republike Češke (platni razredi²⁴ koji „u startu raspoznaju i nagrađuju najobrazovaniji kadar“ koji se bavi nastavničkim i naučnim radom, povećanje plate u narednoj godini s obzirom na ostvarne radne rezultate u prethodnoj godini, omogućavanje usavršavanja u zemlji i inostranstvu, putovanje na seminare u zemlji i inostranstvu, adekvatno opremanje radnih mesta nastavnika, uslovi za učenje stranih jezika, učešće u projektima, radno angažovanje po osnovu ugovora,²⁵ promovisanje nastavnika od strane predsednika Republike Češke u profesorska zvanja i na druge načine).

Nastavnici treba da posećuju akreditovane programe u periodu od 5 godina, čime proširuju svoja znanja²⁶ i ispunjavaju uslove za produženje licence.²⁷ Rad nastavnika treba da kontroliše prosvetna inspekcija, a prosvetni savetnici da im pomažu da što kvalitetnije obavljaju svoj posao.

Kontinuirano usavršavanje treba da postane deo jedinstvenog sistema profesionalnog razvoja nastavnika, ali i ostalih oficira, naročito rukovodilaca u Vojnoj akademiji.

²⁴ Mali raspon u platama dovodi do toga da niko nije zainteresovan da pređe u viši platni razred. Očekivani benefiti su nesrazmerni uloženom trudu.

²⁵ Za ugovorni period od dve do četiri godine definišu se obaveze i zadaci koje treba realizovati da bi se sačuvalo radno mesto. Time se sprečava da neko radi na formacijskom radnom mestu nastavnika, nema rezultate rada i ne drži nastavu a prima, na primer, platu pukovnika.

²⁶ Zahteva se permanentno obrazovanje i osvežavanje znanja aktuelnim programima.

²⁷ Budućnost nije za neuke i poslušne već za kvalifikovane ljude, koji neprestano dograđuju svoje znanje. Moć i uticaj sve više će pripadati onima koji znaju, a ne prema unapred dodeljenim ulogama.

Uspešni nastavnici treba da napreduju u profesiji dobijanjem viših zvanja, a unapređenje u svako zvanje treba materijalno vrednovati.²⁸ Sadašnje vrednovanje rezultata rada vrlo je destimulativno.

Katedru logistike kao vrlo važnu organizacionu celinu Vojne akademije,²⁹ kao složene organizacije, treba projektovati primenom savremene metodologije projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema, uz uvažavanje razvojnih aspekata. Novom strukturom i dimenzioniranjem Katedre logistike³⁰ treba omogućiti ubrzani razvoj postojećeg kadra i dovođenje novog kadra, motivisanog da se razvija nastavnim i naučnim tipom karijere. Nakon toga treba izvršiti ubranu popunu Katedre kvalitetnim nastavnicima i saradnicima iz sistema odbrane i civilstva.

Rad na unapređenju sposobnosti nastavničkog kadra u Katedri logistike u svim segmentima bitnim za uspešnu nastavničku karijeru, a intenziviranje učenja engleskog jezika i unapređenje informatičke pismenosti, treba da bude trajna orijentacija u delovanju katedre. Vrlo je važno ostvariti jaču integraciju rada u Katedri logistike i katedre logistike sa ostalim katedrama, po osnovi zajedničkog cilja i uvažavanja misije i specifičnosti svake katedre u Vojnoj akademiji [2].

Saradnju Katedre logistike sa logističkim upravama, ustanovama i jedinicama u sistemu odbrane, a takođe i komandama taktičkog i operativnog nivoa intenzivirati u obostranom interesu i uticati da se logistički kadar obučava uz veće uvažavanje zahteva i mišljenja logističkih organa u sistemu odbrane. Oblasti logistike koje su neopravdano zaboravljene u nastavnim planovima i programima, nakon kadrovskog osveženja Katedre logistike, treba naglo oživeti.

Neophodno je kontinuirano i kritički analizirati nastavne planove i programe i vršiti njihovu izmenu, kao i izmenu sadržaja u postojećim predmetima i otvarati nove predmete, precizno definisati šta studenti i slušaoci nakon završetka određenog programa, modula ili predmeta treba da znaju i za koje se poslove, odnosno radne zadatke, pripremaju posle toga.

Saradnja Katedre logistike sa nelogističkim strukturama u sistemu odbrane zainteresovanim za logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja treba da se odvija većim intenzitetom.

²⁸ Pred nama je vreme kvalifikovanog i organizovanog rada u svim oblastima ljudske delatnosti. Ukoliko ne ostvarimo pravilan odnos prema školovanim i obrazovanim ljudima ne možemo da ostvarimo ni pravilan odnos prema svojoj budućnosti, ne možemo da računamo na uspešan razvoj i značajne rezultate.

²⁹ S obzirom na to da se bavi sadržajima multidisciplinarnog karaktera, da realizuje nastavu na svim nivoima i oblicima školovanja i da za objekat svog delovanja ima i čoveka i sredstvo i organizacioni i ekonomski sistem.

³⁰ Značaj, uticaj i snaga Katedre logistike izviru iz života i činjenica, velikog udela u „proizvođenju“ specijalista, magistara i doktora nauka i jakih socijalnih veza u logističkom okruženju. Ona predstavlja jak integrativni faktor među ostalim katedrama u Vojnoj akademiji i logistici odbrane, s obzirom na misiju koju ima u sistemu odbrane. Jedina je katedra koja ima bogato iskustvo u organizovanju i realizaciji posle diplomskih studija oblika magisterija i specijalizacije (tri programa specijalističkih i tri programa magistarskih studija iz oblasti: tehničkog obezbeđenja, saobraćajnog obezbeđenja i interdiktorskog obezbeđenja) i učestvuje u brojnim projektima, u oblasti logistike, sistemskog karaktera.

Katedru logistike treba, više interesno, otvoriti prema akademskoj zajednici Republike Srbije i međunarodnoj logističkoj akademskoj javnosti, putem organizovanja logističkih naučnih i stručnih konferencija³¹ i skupova i učešćem na takvim skupovima.

Pre preduzimanja organizacionih mera i postupaka usmerenih na unapređenje logističkog obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja u sistemu odbrane neophodno je poznavati relevantne činioce koji utiču na promene sistema odbrane, a samim tim i na promene u domenu unapređenja logističkog obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja (tabela 1).

Tabela 1
Table 1

Preduslovi za uspešne organizacione promene u sistemu odbrane
Prerequisites for successful organizational change in the defense system

IMATI VIZIJU I DOBRU VOLJU nije dovoljno za uspeh organizacionih promena, potrebni su konkretne pretpostavke i čvrsta uveravanja					
Vizija +	Veštine Iskustvo + Znanje	Pobuda Podsticaj + Motivacija Inicijativa	Resursi +	Akcioni plan +	= PROMENE
	Veštine Iskustvo + Znanje	Pobuda Podsticaj + Motivacija Inicijativa	Resursi +	Akcioni plan +	= KONFUZIJA
Vizija +		Pobuda Podsticaj + Motivacija Inicijativa	Resursi +	Akcioni plan +	AKCIOZNOST = ZABRINUTOST UZNEMIRENOST
Vizija +	Veštine Iskustvo + Znanje	Pobuda Podsticaj + Motivacija Inicijativa	Resursi +		POGREŠAN, = VARLJIV, NETAČAN POČETAK
Vizija +	Veštine Iskustvo + Znanje	Pobuda Podsticaj + Motivacija Inicijativa		Akcioni plan +	= FRUSTRACIJE
Vizija +	Veštine Iskustvo + Znanje		Resursi +	Akcioni plan +	= SPORE PROMENE
DA BI ORGANIZACIONE PROMENE USPELE TREBA IMATI:					
STRATEGIJU za dostizanje ciljeva	ORGANIZACIJU za ostvarenje rezultata	KADAR sa izgrađenim sposobnostima potrebnim za realizaciju zadataka koji zna ili koji je spreman da nauči to što je potrebno i druge RESURSE, u potrebnoj meri i pravilno raspoređene			
PARTICIPIRANJE U REFORMAMA LJUDI KOJI ĆE DA SPROVODE ISTE je vrlo bitno Brzo, jeftino i kvalitetno rešenje ne postoji					

³¹ U saradnji sa logističkim upravama u GŠVS i MO.

Sistem upravljanja visokim obrazovanjem u sistemu odbrane treba radikalno da se promeni, ne sme biti birokratizovan i bez uvažavanja specifične intelektualne težine ključnih činilaca obrazovanja, a subjektivizam u odlučivanju u oblasti obrazovanja treba da bude sveden na minimum.³² Svakog aktera treba dovesti u situaciju da se takmiči, pod podjednakim uslovima, sa potencijalnim konkurentima i da gradi autoritet koji izvire iz života i činjenica. Radni rezultati, trebalnost³³ i poštivanje zakona i standarda treba da budu preporuka za vertikalno pomeranje u organizacionoj hijerarhiji.

Uz sinergiju napora logističkih struktura u sistemu odbrane neophodno je omogućiti razvoj (ili nabavku) logističkog informacionog sistema koji može da prati stanje resursa i pruža podršku pri planiranju i odlučivanju u oblasti logističke podrške.

Postepeno, uvažavajući viziju katedre, okupljanjem kvalitetnog kadra, unapređenjem sposobnosti kadra, nabavkom i izradom kvalitetnog softvera, literature, adekvatne opreme i nastavnih pomagala postepeno stvarati uslove za razvoj vežbaonice logistike, kao krajnjeg cilja Katedre logistike.

Zaključak

Potrebe prakse, zahtevi vremena i savremeni trendovi zahtevaju da se logističkom obrazovanju i obučavanju u sistemu odbrane posveti veći značaj, jer direktno utiču na unapređenje operativnih sposobnosti Vojske i sistema odbrane.

Logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja treba uklapati u dugoročni koncept razvoja ukupnog obrazovanja u sistemu odbrane i u društvu, u koji treba ugraditi organizacioni aspekt i logistički pristup.

Radi ispunjenja logističke misije u oblasti obrazovanja i obučavanja za potrebe odbrane, neophodno je neprekidno delovanje, usmereno na: podršku ostvarenja ciljeva višeg sistema; unapređenje logističkih aspekata obrazovanja i obučavanja; promenu strukture, obima i kvaliteta logističkih znanja; primenu savremenih organizacionih oblika i načina (metoda) pružanja i primanja logističkih znanja; stvaranje institucionalnih mogućnosti za unapređenje logističkog obrazovanja i obučavanja.

Uvažavajući trenutno stanje u domenu logističkog obrazovanja i obučavanja nelogističkog osoblja neophodno je što pre preduzeti adekvatne mere i aktivnosti usmerene na stvaranje institucionalnih pretpostavki za eksploataciju ostvarenih rezultata, ali još je važnije stvaranje institucional-

³² Radi toga je neophodno osposobljavati upravljačke organe, kroz kraće kurseve, da upravljaju procesima u obrazovanju i obuci, u skladu sa potrebama prakse, zahtevima vremena i savremenim trendovima.

³³ Svako materijalno siromaštvo, po pravilu, prati trebalno osiromašenje, a iz trebalnog siromaštva se teže izlazi jer duže traje i ostavlja teže posledice.

nih okvira za unapređenje postojećeg stanja, uz prateću selekciju i dodatno motivisanje kadra koji može izneti započete reforme u oblasti obrazovanja kadra za potrebe odbrane.

Neophodno je ofanzivno promovisati stav da ulaganje u logistički kadar nije trošak, već najbolja investicija i garancija uspešne i izvesne budućnosti sistema odbrane, te da nema razvoja³⁴ odbrane (i logistike odbrane) bez ulaganja u obrazovanje i naučno-istraživački rad. Ključnim kadrovima logistike koji rade u obrazovanju za potrebe odbrane poslodavac treba što pre da pošalje jasnu poruku o boljem vrednovanju rezultata rada, jer ni vremenska, ni kadrovska rezerva više ne postoji.

Logističko obrazovanje i obuka se ne smeju, pri projektovanju, tretirati odvojeno, jer su to komplementarni procesi, a pri projektovanju logističkih sistema (struktura i dimenzioniranje Katedre logistike, logističkih organa, jedinica i procesa) u obzir treba da se uzmu misija, vizija i ciljevi sistema (objektni i namenski), prostorna, vremenska i organizaciono-tehnološka dimenzija, te u svetu prihvaćeni principi, standardi i zakoni.

Logističko obučavanje i obrazovanje nelogističkog osoblja, sadržajno, treba da pokrije prostornu, vremensku i organizaciono-tehnološku dimenziju logistike.

Reakcije realnog sistema na uvođenje promena u domenu logističkog obrazovanja i obučavanja uglavnom su poznate i sistem treba da stvori uslove za ublažavanje potencijalnih reakcija, koje mogu biti:

- prihvatanje/saradnja i podrška puna entuzijazma;
- saradnja pod pritiskom upravljačkih struktura, pristajanje, mirenje sa sudbinom;
- indiferencija/ravnodušnost, apatija, gubitak interesovanja, minimalni doprinos;
- pasivan otpor/regresivno stereotipno, protestno ponašanje, ponašanje po preskripciji;
- aktivan otpor/minimalni učinak, usporena aktivnost, povlačenje, svesno činjenje propusta, sabotaza.

Generalno, svim organizacionim promenama se u početku suprotstavlja većina ljudi u jednoj organizaciji, ali kasnije kada konture vizije postanu prepoznatljive rapidno se smanjuje broj oponenta, a na kraju sprovedenih organizacionih promena najveći protivnici promena nastoje da dokažu da su oni, u stvari, bili za te promene, ali ih drugi nisu pravilno shvatali.

Povećanje svesti o neophodnosti promena potreban je uslov za reformu svih birokratskih institucija, uključujući i sistem odbrane i njegov obrazovni sistem. Nakon toga, neophodno je da različite zainteresovane strane iniciraju promene i efikasno upravljaju njima. Kao krajnji rezultat uspostavlja se efikasna organizacija spremna da odgovori novim izazovima, što je i krajnji društveni cilj.

³⁴ Ekonomski profit je centralna vrednost svake odluke i jedina ideologija kada je razvoj u pitanju.

Literatura

- [1] Andrejić, M., Milenkov, M., Sokolović, V., *Logistički informacioni sistem* /Marko Andrejić, Marjan Milenkov, Vlada Sokolović/ U: VOJNOTEHNIČKI GLASNIK – Beograd, Godina 58, broj 1 (2010): strana 33–61. – YU ISSN 0042-8469, UDC: 004.7:355.41]: 623.618 007: 004]: 623.618 (naučni rad).
- [2] Andrejić, M., Sokolović, V., *Integralna logistička podrška sredstava naoružanja i vojne opreme*, /Marko Andrejić, Vlada Sokolović/ U: VOJNOTEHNIČKI GLASNIK – Beograd, Godina 57, broj 1 (2009): strana 32–53. – YU ISSN 0042-8469, UDC: 623.4.018:355.41 623.4/5:355.41 (naučni rad).
- [3] Andrejić, M., Milenkov, M., Conić, N., Sokolović, V., *Logistički aspekti obrazovanja nelogističkog osoblja*, POTREBNA ZNANJA OFICIRA VOJSKE SRBIJE 2010–2020, NAUČNO-STRUČNI SKUP sa međunarodnim učešćem, Sektor za politiku odbrane MO i Sektor za ljudske resurse MO – Vojna akademija, Beograd, 2009.
- [4] GŠ VS Uprava za logistiku (J-4), *Studija „Koncept razvoja službi logistike“*, GŠ VS – Uprava za logistiku: (Naređenje Načelnika Uprave za logistiku GŠ VS (J-4), Int. broj 128-1, od 21. 01. 2009. godine).
- [5] Osborne, D. & Gaebler, T., *Reinventing government*. New York: Plum, (1992).
- [6] Heyse, L., B. Lettinga and M. Groenleer, *Explaining Reform in Europe: Comparison, Patterns, and Reflections*, in: L. Heyse, S. Resodihardjo, T. Lantink and B. Lettinga (eds), *Reform in Europe, Breaking the Barriers in Government*, Aldershot: Ashgate Publishers, pp. 171–192. (2006).
- [7] Andrejić, M., Bukvić V., *Koncept sistema na bazi znanja za podršku operativnog obučavanja organa TSI* /M. Andrejić, V. Bukvić/ U: VOJNOTEHNIČKI GLASNIK. – Beograd, God. 45, broj 2 (1997): str. 32–56. – YU ISSN 0042-8469.
- [8] Andrejić, M., Nikolić, N., Stojković, D., *Logistička podrška logističkim operacijama* /Marko Andrejić/ U: VOJNOTEHNIČKI GLASNIK – Beograd, Godina 52, broj 3–4 (2004): strana 275–285. – YU ISSN 0042-8469, UDK 623+355/359.
- [9] Milosavljević, G., *Menadžment (Obrazovanje menadžera)*, FON, Beograd, 1996.

EDUCATION IN LOGISTICS AND TRAINING OF NON-LOGISTIC PERSONNEL

Summary

The significance of education in logistics and education and training of cadets who belong to non-logistic services (non-logistic personnel) will be presented. The logistical aspects of education of non-logistic personnel are elaborated as well as the knowledge in the area of logistics which is necessary to be transferred through the educational process to non-logistic personnel for the successful accomplishment of their functional duties. A general approach and the methods of logistics education and improvement of non-logistic personnel are presented as well as the institutional prerequisites necessary for improving the quality of logistics education and training.

The quality of the knowledge in this area and its implementation into the methods of thinking and decision making of non-logistic personnel

affect the cooperation between the non-logistic and the logistic personnel, directly contributing to the quality of life and working conditions of units and institutions as well as to the quality and synergy in task accomplishments in the framework defined by the missions of the Army of Serbia. The necessary content and means of its transfer to cadets are discussed since they are supposed to be available at all levels and forms of education, depending on the previous cadet education levels. The theoretical bases and experiences shown are of general character and they have a universal application in the process of education.

Introduction

In our recent defence theory and operational practice, logistics education of non-logistic personnel is not sufficiently analyzed either in organizational or technological aspects, considering the concept and the logic of a systematic and a situational approach.

The analysis of the experiences gained from operational practice shows a slight decrease in the quality of task accomplishment due to the lack of necessary logistic knowledge and habits as well as an increased communication gap between logistic and non-logistic personnel. This can result in the decrease of overall potential and performances of the whole defense system. Incompatibility in the ways of thinking, lack of knowledge for valid parameters needed to adequately make decisions and discordance between needs and possibilities occur due to the lack of the logistical aspects of education as well as the lack of balance in quality and quantity between the logistics knowledge for non-logistic personnel and the necessary knowledge imposed by operational practice.

General approach to the logistics education of non-logistic personnel

A general approach to the logistics education for non-logistic personnel implies the implementation of certain changes which aim at the enhancement of capabilities and quality of task accomplishments by the non-logistic personnel. The general approach is characterized by a broad generalization which gains its full value in practice by being implemented to each particular case.

Logistical aspects of education and training

An adequate approach to the logistical aspects of education and training of non-logistic personnel in the defense system contributes to forming a unique, political, economical and military view on the defense logistics as well as to forming a unique logistics theory in the defense system.

A logistical aspect of education of non-logistic personnel should be applied through complex subjects with logistics contents, with important logistics messages and attitudes which contribute to an adequate comprehension of missions, aims and tasks of logistics within the defense system.

Logistics content for non-logistic personnel

Logistics knowledge needed for non-logistic personnel is gained by studying logistics content: education and further improvement in the Military Academy, through accomplishments of certain tasks on functional duties and continuous self-education throughout work.

To non-logistic personnel, logistics subjects should provide knowledge generally connected with the comprehension of the logistics structure in the defense system and its horizontal connections and relations with civil surroundings where economic aspects are dominant. This structure has influence on decision-making (logistics aspects of decision-making) in various aspects of their lives and work. Through logistics content in non-logistics subjects, non-logistic personnel should acquire knowledge referring to the support of their decision-making processes in various aspects of their lives and work where combat aspects and factors are predominant.

Approach to the adoption of logistics content

In the process of adoption of logistics content, a combination of traditional and modern ways of studying should be applied, emphasizing active participation of cadets in the process of learning.

Cadets should be motivated to use different sources of knowledge (people, documents, space, time...) and they should apply them adequately. They should be helped to learn how to make optimal decisions and to solve typical problems in particular situations, considering logistical aspects of decision-making, to learn the art of gathering and classification of information from different areas and sources, art of selection and analysis of information, to learn how to find possibilities of problem-solving and acting according to their own choice (not insisting on conventional solutions), to connect their own experiences and their education as well as to learn and explore on their own.

Institutional framework for enhancing education and training

Enhancement of quality of logistics education and training should be incorporated in a long-term concept of development of education and training in the defense system and society, considering the technology of education and training process. There should not be a search for fast, cheap and high-quality solutions in education since such solutions do not exist either in theory or practice. Education should not be considered as an expense but as an investment seriously prepared in adequate organizational surroundings.

Key words: logistics education and training, non-logistic personnel, logistical aspects of education and training, logistics content, general approach to logistics education and improvement, methods of logistics education, institutional prerequisites for the enhancement of logistics education and training.

Datum prijema članka: 27. 04. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 13. 05. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 15. 05. 2010.

UTICAJ CEVI TOPA TENKA NA DIJAGRAM ZRAČENJA MONOPOL ANTENE

Đorđević Lj. Miroslav, Visoka škola strukovnih studija za
informacione i komunikacione tehnologije, Beograd

UDK: 623.438.5:621.396.67

Sažetak:

Za potrebe telekomunikacija na kupolu tenka se obično postavlja monopol antena. Na niskim učestanostima čitav tenk se mora tretirati kao deo antenskog sistema. U ovom radu prikazana je metoda za elektromagnetsko modelovanje metalnih struktura koja je zatim primenjena na analizu zračenja monopol antene na tenku. Simulacije zračenja su vršene u opsegu učestanosti od 1 MHz do 30 MHz. Posebna pažnja posvećena je analizi efekata koje na dijagram zračenja antene ima povećanje elevacije cevi topa. Analiza zračenja monopola na tenku vršena je bez prisustva i u prisustvu provodne zemlje. Pokazano je da povećanje elevacije cevi topa na određenim učestanostima može da dovede do degradacije uniformnosti zračenja u horizontalnoj ravni.

Ključne reči: elektromagnetska analiza, metod momenata, monopol antena, tenk, telekomunikacije.

Uvod

U modernim vojnim doktrinama, informacione tehnologije zauzimaju sve bitnije mesto. Brza razmena raznovrsnih tipova informacija na bojnopolju postaje neophodan sastojak vojnih dejstava, jer smanjuje neophodne resurse, povećava sigurnost i mobilnost i omogućava brže i tačnije donošenje odluka u komandnom centru [1]. Sa stanovišta telekomunikacija, zbog dizajna antenskih sistema i propagacije radio-talasa, oklopna vozila, a pogotovu tenkovi, predstavljaju specifičan problem. Za razliku od, recimo, kamiona, gde je moguće održavati radio-vezu, čak i pomoću prenosne telekomunikacione opreme, tenkovi predstavljaju Faradejev kavez, tako da je neophodno postavljanje spoljašnje antene. Tenkovi se sastoje od delova čiji međusobni položaj nije skoro statičan (kao kod aviona), već se umnogome menja u zavisnosti od potrebe (orijentacija kupole, elevacija cevi topa). Finalno, u opsegu učestanosti do nekoliko desetina megaherca, dimenzije tenka su ili male ili poredive sa talasnom dužinom, tako da nije moguće efikasno ukloniti nega-

tivne efekte strukture na propagaciju talasa na taj način što će se antene fizički udaljiti od ostalih delova ili podići na veću visinu, kao što je to moguće uraditi pri projektovanju telekomunikacionog sistema na brodu.

U ovom radu biće ukratko predstavljene teorijske osnove jedne od metoda za elektromagnetsku analizu metalnih struktura i opisan način modelovanja tenka i monopol antene pozicionirane na kupoli. Zatim će biti ispitan uticaj tenka na zračenje antene u slučaju usamljenog tenka i tenka iznad provodne zemlje, a posebno će biti opisani efekti koje izaziva povećanje elevacije cevi topa.

Metod momenata

Metod momenata (MoM), koji je u numeričku elektromagnetiku prvi uveo R. F. Harrington [2], predstavlja metod za približno rešavanje integralnih jednačina. U ovom delu rada biće ukratko predstavljeni osnovni principi MoM-a (za detalje čitalac se upućuje na [2] i [3]).

Neka je dat sistem provodnih tela u vakuumu, pobuđen incidentnim električnim poljem E_i , kružne učestanosti ω . Označimo površinske struje indukovane po provodnim telima sa J_s . U skladu sa graničnim uslovima ukupno tangencijalno električno polje uz površ provodnika mora biti jednako nuli:

$$[E(J_s)]_{\text{tang}} + (E_i)_{\text{tang}} = 0 \quad (1)$$

Rasejano električno polje dato je sa

$$E(J_s) = -j\omega A - \nabla\phi, \quad (2)$$

$$A = \mu \int_S J_s g dS, \quad (3)$$

$$\phi = \frac{j}{\omega\epsilon} \int_S \nabla_s \cdot J_s g dS, \quad (4)$$

$$g = \frac{e^{-\gamma R}}{4\pi R}, \quad \gamma = j\omega\sqrt{\epsilon\mu}, \quad (5)$$

gde su A i Φ magnetski vektor potencijal i električni skalar potencijal, respektivno, g je Greenova funkcija, a γ koeficijent propagacije u posmatranom medijumu.

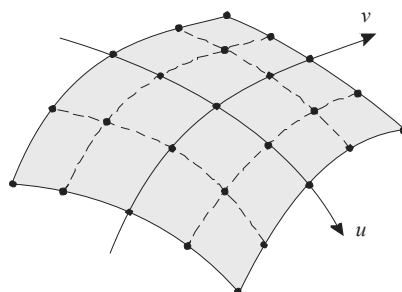
Zamenom (2–5) u (1) dobija se napokon integralna jednačina po nepoznatim strujama J_s . Kada se odrede nepoznate struje dijagram zračenja i ostali parametri elektromagnetskog sistema se lako mogu izračunati.

MoM rešava integralnu jednačinu (1) tako što nepoznatu funkciju J_s aproksimira zbirom proizvoda nepoznatih koeficijenata i poznatih funkcija.

Na taj način (uz nekoliko dodatnih operacija – videti [3]) integralna jednačina (1) transformiše se u sistem linearnih jednačina po nepoznatim koeficijentima koji se zatim rešava klasičnim metodima linearne algebre.

Pošto za svaki elektromagnetski problem koji želimo da analiziramo nije praktično birati posebne skupove funkcija pomoću kojih aproksimiramo nepoznate površinske struje, geometrija problema obično se modeluje jednostavnim oblicima kao što su mali trouglovi i četvorouglovi i na tim oblicima se definišu funkcije (takozvane funkcije bazisa) koje koristimo za aproksimaciju struja.

U ovom radu je, kao osnovni geometrijski element, korišćen četvorougao višeg reda predstavljen na slici 1. Ovu površ određuje $(N+1)^2$ tačaka, proizvoljno raspoređenih u prostoru, gde je N red površi.



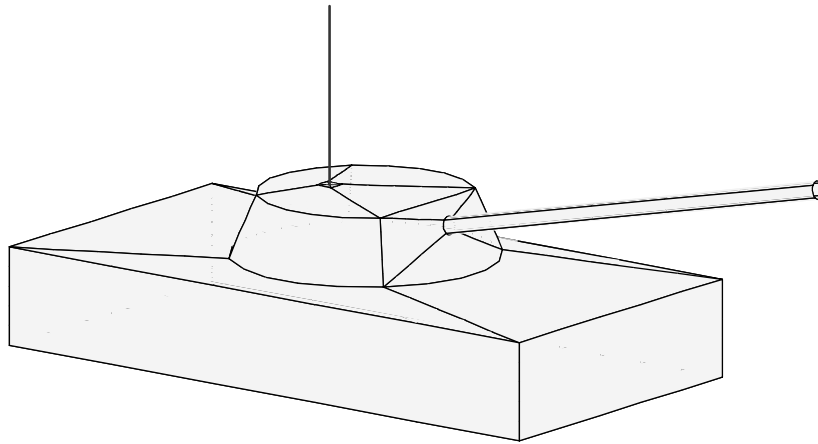
Slika 1 – Četvorougao višeg reda

U slučaju $N=1$ dobijamo bilinearni četvorougao čije su sve stranice prave linije, mada mu površ u generalnom slučaju može biti zakrivljena.

Pošto je četvorougao višeg reda dvodimenziona parametarska (polinomska) funkcija lokalnih koordinata (u, v) , sa koeficijentima koji se izračunavaju pomoću pozicionih vektora $(N+1)^2$ čvorova, za aproksimaciju struja izabrani su polinomi višeg reda lokalnih koordinata [3].

Modelovanje geometrije tenka

Tenk je modelovan pomoću 28 površi, od toga 10 bilinearnih četvorouglova (elemenata prvog reda) i 18 elemenata drugog reda (slika 2). Elementi drugog reda omogućavaju lako modelovanje zakrivljenih delova strukture, kao što su kupola i cev topa. Dužina tenka (bez cevi) iznosi 7,00 m, širina 3,60 m, a visina bez kupole 1,50 m. Visina tenka sa kupolom je 2,20 m, a gornji i donji poluprečnik kupole iznose 1,20 m i 1,50 m, respektivno. Centar kupole pozicioniran je 3,50 m od zadnje ivice tenka. Monopol je modelovan pomoću jednog segmenta žice, ima dužinu od 2,00 m i pozicioniran je na kupoli 3,0 m od zadnje ivice tenka. Monopol ima prečnik od 20 mm i napaja se na spoju sa kupolom. Dužina topovske cevi je 5,20 m, a njen spoljašnji prečnik iznosi 0,20 m.



Slika 2 – Model tenka sa monopol antenom na kupoli

Rezultati

Analiza zračenja monopol antene na tenku vršena je na laptop računararu Dell Vostro 1015 sa Intel Core2Duo procesorom na 2,10 GHz. U sadašnjoj verziji program koristi samo jedan core procesora.

Za razliku od klasičnih metoda elektromagnetske analize koje koriste male trouglove i linearnu aproksimaciju površinskih struja po njima, u našem metodu težimo korišćenju što je moguće manjeg broja velikih elemenata za modelovanje geometrije problema i bismo polinomsku aproksimaciju struja višeg reda, koja omogućava nekoliko puta manji broj nepoznatih za zadati problem, čime se drastično smanjuje ukupno vreme analize.

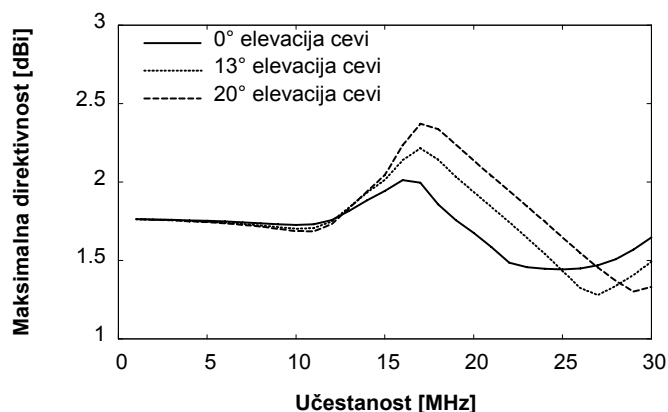
Broj nepoznatih koeficijenata u našem MoM metodu raste sa učestanošću i iznosi 130 na učestanosti od 1 MHz i 337 na učestanosti od 30 MHz. Proračun dijagrama zračenja antene u tri ravni, na 30 učestanosti (od 1 MHz, do 30 MHz, sa korakom od 1 MHz), zahteva oko 2,5 MB memorije i svega 41 sekundu računarskog vremena u slučaju analize usamljenog tenka, odnosno oko 70 sekundi u slučaju analize tenka u prisustvu provodne ravni.

Tenk u slobodnom prostoru

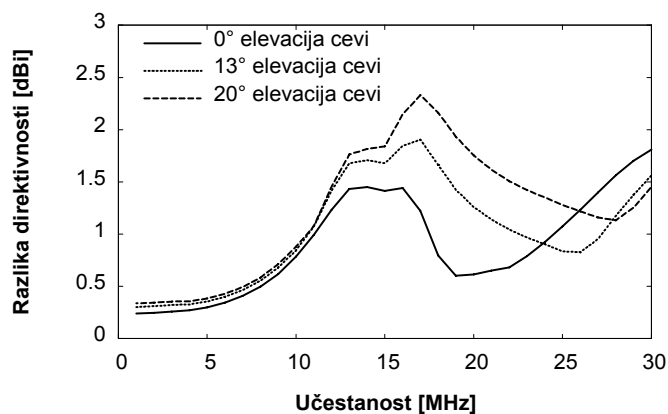
Kao prvi slučaj u našoj analizi dijagram zračenja antene proračunat je u slučaju tenka usamljenog u prostoru, dakle bez uticaja tla. Slika 3 prikazuje maksimalnu direktivnost antene u horizontalnoj ravni kao funkciju učestanosti, u slučaju tri različite pozicije cevi topa. Na niskim učestanostima čitav sistem monopol-tenk ponaša se kao kratka dipol antena (dimenzije monopola i tenka su male u poređenju sa talasnom dužinom koja iznosi 300 m na 1 MHz), tako da je maksimalna proračunata direktivnost oko 1,76 dBi. Na vi-

šim učestanostima dimenzije tenka postaju porediva sa talasnom dužinom, odnosno čitav tenk postaje rezonantna struktura, tako da i dijagram zračenja počinje da odstupa od dijagrama zračenja idealnog dipola.

Slika 4 prikazuje razliku između maksimalnog i minimalnog dalekog polja u horizontalnoj ravni. Na niskim učestanostima varijacija dalekog polja u horizontalnoj ravni iznosi 0,24 dB, za slučaj horizontalne cevi, 0,30 dB za slučaj elevacije od 13°, odnosno 0,34 dB za slučaj elevacije od 20°. Ove male varijacije koje ne predstavljaju nikakav problem za komunikaciju mogu se pripisati činjenici da tenk nije osnosimetričan, dok je uticaj same elevacije cevi skoro neprimetan.



Slika 3 – Maksimalna direktivnost u horizontalnoj ravni

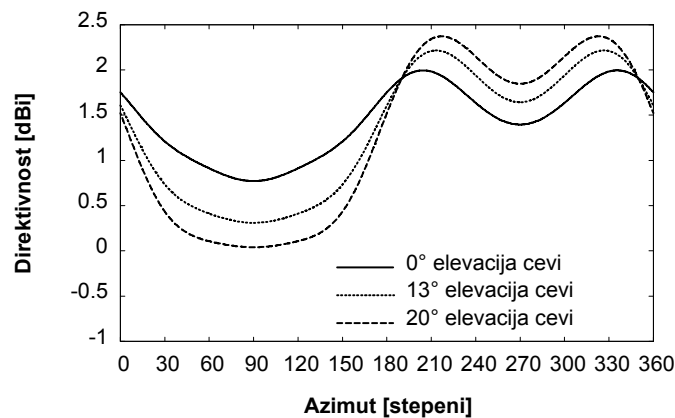


Slika 4 – Varijacija dalekog polja u horizontalnoj ravni

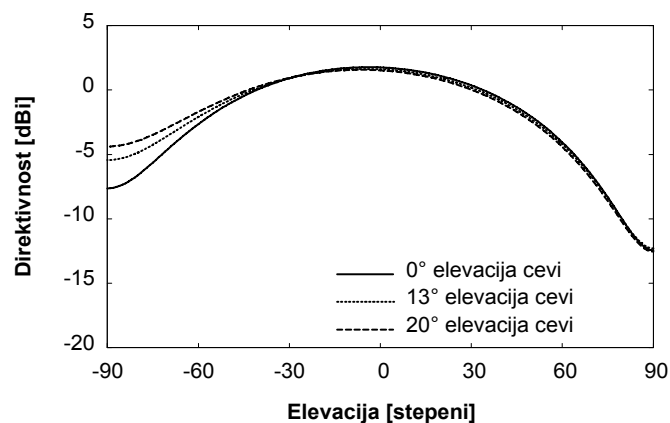
Iako je promena u direktivnosti u opsegu od 15 MHz do 20 MHz manja od 1 dB, uticaj elevacije cevi na dijagram zračenja u horizontalnoj ravni postaje mnogo izraženiji. Na učestanosti od 17 MHz varijacija dale-

kog polja u horizontalnoj ravni iznosi 1,22 dB, 1,90 dB i 2,33 dB u slučaju elevacije cevi od 0° , 13° i 20° , respektivno.

Slika 5 prikazuje dijagram zračenja u horizontalnoj ravni na učestanosti od 17 MHz za tri različite elevacije cevi topa. Azimut od 0° odgovara pravcu ka bočnoj strani tenka, 90° odgovara smeru napred, odnosno duž cevi topa, 180° odgovara smeru ka drugoj bočnoj strani i 270° smeru ka zadnjoj strani tenka. Primećujemo da jačina ka napred izračenog električnog polja opada sa povećanjem nagiba cevi, dok u smeru ka zadnjoj strani tenka u isto vreme opada. Ovakav dijagram zračenja je posledica rezonantnog ponašanja sistema monopol–telo tenka–cev topa, a ne direktno efekat blokade prouzrokovane topom. Polje može biti najjače upravo u smeru ka cevi ukoliko se promene neki parametri.



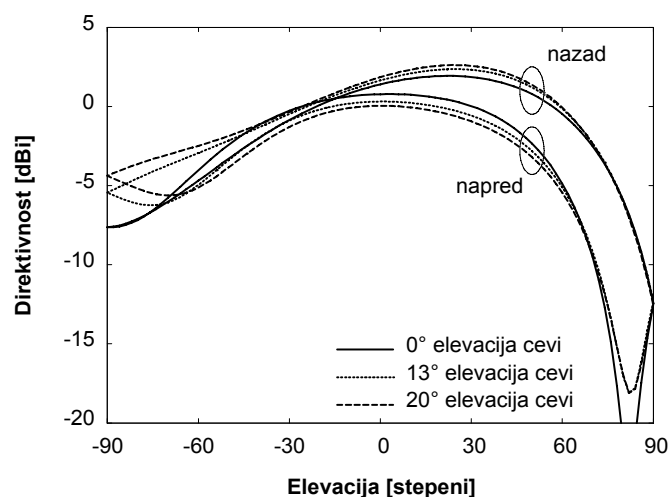
Slika 5 – Dijagram zračenja na učestanosti od 17 MHz u horizontalnoj ravni



Slika 6 – Dijagram zračenja na učestanosti od 17 MHz u ravni koja sadrži monopol i normalna je na ravan simetrije tenka

Slika 6 prikazuje dijagram zračenja antene u ravni normalnoj na ravan simetrije tenka. Zračenje sa dve strane tenka je simetrično, tako da slika prikazuje samo jednu stranu. Dijagram zračenja podseća na dijagram zračenja dipola, uz blago pomeranje pravca maksimalnog zračenja ispod linije horizonta. Zbog asimetrije daleko polje horizontalnih komponenti indukovanih struja po tenku se ne poništava u potpunosti, tako da su nule zračenja na osi monopola (iznad tenka – 90° i ispod tenka – -90° elevacije) mnogo slabije izražene nego kod dipola.

Dijagram zračenja u ravni simetrije tenka, prikazan na slici 7, pokazuje pomeranje maksimuma na oko 30° elevacije, ka zadnjoj strani tenka.



Slika 7 – Dijagram zračenja na učestanosti od 17 MHz u ravni simetrije tenka

Uticaj provodne zemlje

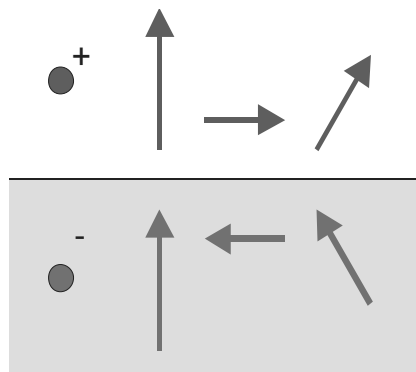
Uticaj provodne zemlje se obično u analizi antenskih sistema pojednostavljuje uzima u obzir kroz metodu likova (slika 8). Zračenje struja indukovanih po površini zemlje zamenjuje se zračenjem ekvivalentnih struja koje su pozicionirane kao lik u ogledalu originalnih struja, s tim da komponente struje normalne na provodnu zemlju imaju isti smer kao i originalne struje, dok struje paralelne provodnoj zemlji menjaju smer. Izračena elektromagnetska polja originalne strukture u prisustvu provodne zemlje jednaka su poljima sistema original–lik iznad provodne ravni i identički jednaka nuli ispod ravni.

Proračun antenskih sistema iznad realne zemlje (dakle, bez pretpostavke o savršenoj provodnosti) generalno je težak problem, koji se ponekad rešava na taj način što se modifikuje teorema likova [4].

U slučaju antena na tenku koje rade u opsegu relativno niskih učestanosti, struje indukovane po površi tenka i njihovi likovi su veoma blizu (u po-

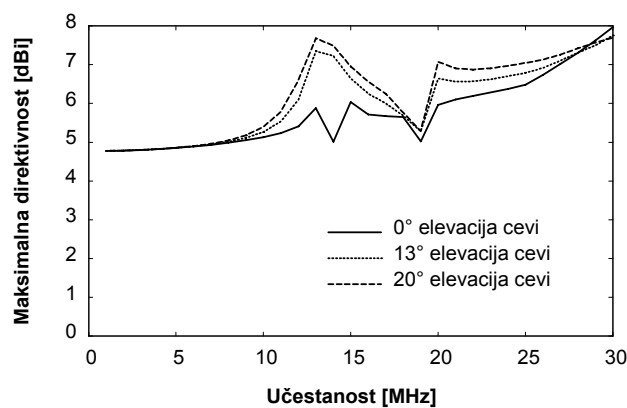
ređenju sa talasnom dužinom), pa se mora uzeti u obzir i njihov međusobni uticaj (ekvivalentne struje lika mogu da dovedu do promene raspodele struja po tenku, a samim tim i do promene u zračenju antenskog sistema).

U rezultatima simulacija predstavljenim u ovoj sekciji, zemlja je aproksimirana pomoću idealno provodne ravni, uticaj likova na originalne struje je preko integralne jednačine uzet u obzir, ali broj nepoznatih koeficijenata nije morao biti povećan zbog toga što likovi imaju amplitude jednake originalnim strujama.



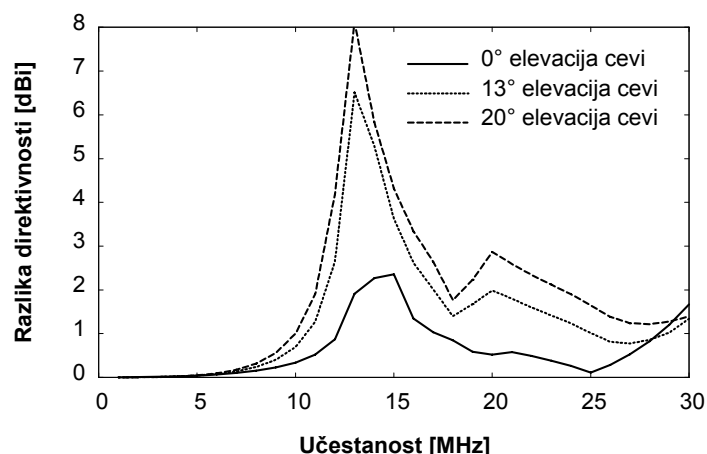
Slika 8 – Metoda likova

Slika 9 prikazuje maksimalnu direktivnost monopol antene na tenku postavljenom iznad provodne ravni. Kao i u slučaju usamljenog tenka, na niskim učestanostima direktivnost je jednaka direktivnosti kratkog vertikalnog dipola iznad provodne ravni (oko 4,76 dBi). Uvećanje od 3 dB u odnosu na usamljeni tenk jeste posledica toga što se ista snaga zrači samo u gornji poluprostor. Na višim učestanostima direktivnost antene relativno glatko raste u slučaju horizontalne cevi topa, dok se za podignutu cev uočava nagli porast direktivnosti na učestanosti od oko 13 MHz.



Slika 9 – Maksimalna direktivnost u horizontalnoj ravni

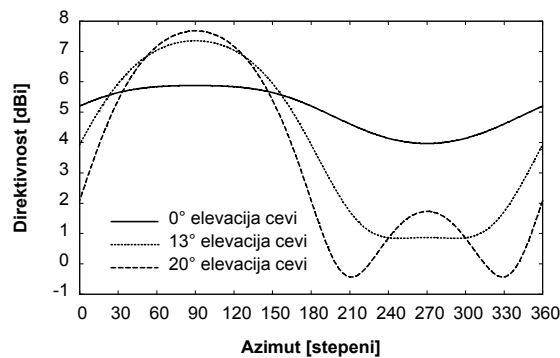
Na učestanostima manjim od 5 MHz (talasna dužina je veća od 60 m, pa se čitav tenk može smatrati električno malim objektom) izračena polja horizontalnih komponenti struja indukovanih po površi tenka i njihovih likova se praktično poništavaju, a vertikalne komponente struja i njihovi likovi zrače sinfazna polja u svim smerovima, tako da je dijagram zračenja gotovo uniforman u horizontalnoj ravni (slika 10). U rezonantnom regionu varijacije u dalekom polju u horizontalnoj ravni postaju izraženije, tako da na 13 MHz razlika između maksimalnog i minimalnog izračenog polja u horizontalnoj ravni iznosi skoro 8 dB.



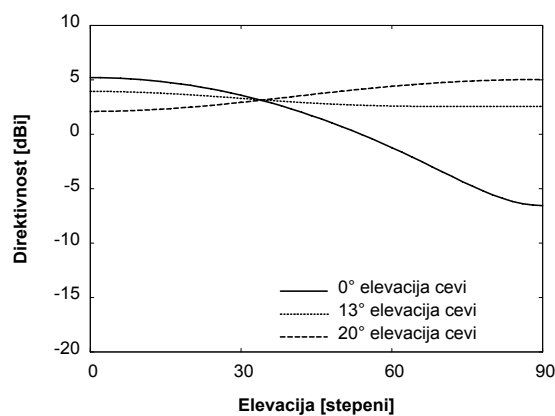
Slika 10 – Varijacija dalekog polja u horizontalnoj ravni

Slika 11 prikazuje dijagram zračenja u horizontalnoj ravni na učestanosti od 13 MHz za tri elevacije topa. Podizanje cevi za 20° poboljšava zračenje u smeru ka zadnjoj strani tenka za oko 1.8 dB u odnosu na horizontalno postavljenu cev, ali istovremeno pogoršava zračenje u azimutalnom smeru od 210° i 330° za oko 5 dB, odnosno skoro prepolovljava domet u tim smerovima.

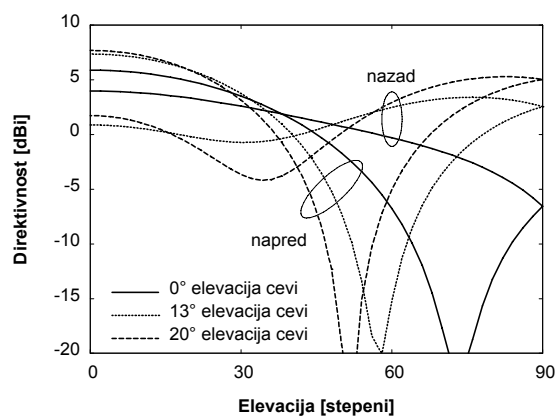
Na slikama 12 i 13 prikazana je zavisnost direktivnosti od elevacije u ravni simetrije tenka i u ravni normalnoj na nju. Maksimalno zračenje je u horizontalnoj ravni, ka prednjem delu tenka. Zanimljivo je primetiti da se, kada je cev topa podignuta, veliki deo energije zrači u pravcu direktno iznad tenka, što sa stanovišta zemaljske komunikacije predstavlja čisto rasipanje predajne snage. Maksimalna direktivnost na učestanosti od 13 MHz povećava se sa povećavanjem elevacije cevi topa, ali je to postignuto uz istovremeno smanjivanje uniformnosti zračenja u horizontalnoj ravni i povećano zračenje u smeru zenita.



Slika 11 – Dijagram zračenja na učestanosti od 13 MHz u horizontalnoj ravni



Slika 12 – Dijagram zračenja na učestanosti od 13 MHz u ravni koja sadrži monopol i normalna je na ravan simetrije tenka



Slika 13 – Dijagram zračenja na učestanosti od 13 MHz u ravni simetrije tenka

Zaključak

U ovom radu predstavljeno je elektromagnetsko modelovanje i analiza monopola antene pozicionirane na kupoli tenka. Model tenka u našoj analizi nije veoma detaljan, jer nisu uzimani u obzir detalji čije su dimenzije mnogostruko manje od talasne dužine na najvišoj analiziranoj učestanosti, za koje se moglo pretpostaviti da neće imati veliki uticaj na zračenje antene. Zračenje antene analizirano je u opsegu od 1 MHz do 30 MHz i ispitivan je uticaj elevacije cevi topa na dijagram zračenja. Utvrđeno je da je uticaj elevacije cevi veoma mali na niskim učestanostima, ali da sa povećanjem učestanosti, u opsegu gde se čitav tenk ponaša kao rezonantna struktura (dimenzije tenka su poredive sa talasnom dužinom), postoji veliki uticaj na dijagram zračenja antene. Degradacija dijagrama zračenja u horizontalnoj ravni, usled povećanog nagiba cevi, izražena je u slučaju tenka analiziranog u prisustvu provodne ravni. Na učestanosti od 13 MHz domet komunikacije u smeru horizonta za pojedine smerove smanjuje se na skoro polovinu ukoliko se cev topa podigne 20° .

Iz rezultata prezentovanih u radu može se zaključiti da elevacija cevi topa ima veliki uticaj na dijagram zračenja antene na određenim učestanostima, tako da pri projektovanju telekomunikacionih sistema tenka to mora biti (putem rigoroznih merenja na specifičnom tipu tenka) uzeto u obzir.

Literatura

[1] Raduege, H., *Net-centric Warfare Is Changing the Battlefield Environment*, Crosstalk: The Journal of Defense Software Engineering, Jan 2004. Str 7–9, <http://www.stsc.hill.af.mil/crossTalk/2004/01/0401Raduege.pdf> (Avgust 2010).

[2] Harrington, R. F., *Field Computation by Moment Methods*, IEEE PRESS Series on Electromagnetic Waves, Piscataway, 1993.

[3] Djordjević, M. i Notaroš, B. M., *Double higher order method of moments for surface integral equation modeling of metallic and dielectric antennas and scatterers*, IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 52, no. 8, 2004, str. 2118–2129.

[4] Lindell, I., Alanen, E., Mannersalo, K., *Exact image method for impedance computation of antennas above the ground*, IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 33, no. 9, 1985, str. 937–945.

EFFECT OF THE TANK MAIN GUN ON THE RADIATION PATTERN OF THE MONOPOLE ANTENNA

Summary:

For telecommunication purposes, a monopole antenna is usually positioned on the tank turret. At low frequencies the whole tank has to be treated as a part of the antenna system. In this paper a method for

electromagnetic modeling of metallic structures is presented and applied to the analysis of radiation of a tank monopole antenna. Radiation simulations are performed at the frequency range from 1MHz to 30MHz. A special attention is given to the analysis of the effects of increased elevation of the tank main gun to the radiation pattern of the antenna. The analysis of the radiation of the tank monopole is performed with and without the presence of conducting ground. It is shown that the increase in the main gun elevation at certain frequencies can lead to degradation of uniformity of radiation in the horizontal plane.

Introduction

Informational technologies and reliable and secure communications are an important part of a modern military doctrine. Regarding telecommunications, armored vehicles and tanks in particular present a specific problem. In this paper, a theoretical basis of the electromagnetic analysis of metallic structures and a modeling technique will be presented. The effect of the tank on the radiation pattern will be investigated both for a tank in free space and above the conducting ground.

Method of moments

The method of moments (MoM) is a method for an approximate solution of integral equations. This section presents the fundamentals of the MoM and the higher-order quadrilaterals as the basic elements used for geometry modeling. The currents in our method are approximated using high-order two-dimensional polynomials.

Modeling of the tank geometry

The tank is modeled using only 28 elements, out of which 10 bilinear quadrilaterals and 18 second-order surfaces. The monopole antenna is modeled using one straight wire segment.

Results

The use of the polynomial current approximation yields a reduction in the number of unknowns required for the analysis, compared to classical methods that use linear current distribution defined on small triangles. The analysis of the tank from 1MHz to 30MHz, with a 1MHz step, requires from 130 to 337 unknowns and about one minute of the CPU time on a Dell Vostro 1015 laptop computer.

Tank in free space

At low frequencies, the monopole-tank system acts as a dipole antenna and the computed directivity is 1.76dBi, almost equal to that of a short dipole. The elevation of the tank main gun does not influence the radiation pattern much at low frequencies. In the resonant range, the effect of the main gun elevation is much more pronounced. At 17MHz, the difference between the minimum and the maximum of radiation in the horizontal plane is 1.22dB, 1.90dB, and 2.33dB for the main gun elevation of 0°, 13°, and 20°, respectively.

The effect of conducting ground

The effect of the conducting ground (in this paper we assume the ground is perfectly conducting) is taken into account using the image theory. Since the original currents and their images are electrically close at low frequencies (their distance is small compared to the wavelength), their mutual coupling cannot be neglected. Once again, at low frequencies the whole structure acts as a short dipole antenna and the computed directivity is 4.76dBi; at the same time, the radiation pattern in the horizontal plane is almost uniform. At the frequency of 13MHz, however, the difference between the minimum and the maximum of the radiation in the horizontal plane is almost 8dB for the main gun elevation of 20°.

Conclusion

This paper presented an electromagnetic modeling and an analysis of the monopole antenna positioned on the tank turret. The antenna was analyzed at frequencies from 1MHz to 30MHz, and the effect of the main gun elevation on the antenna radiation pattern was studied. It was determined that at low frequencies the elevation of the gun does not influence the radiation pattern much, but at higher frequencies, where the tank can be considered as a resonant structure, the detrimental effect on the radiation pattern can be quite substantial. At the frequency of 13MHz, the range of communication in the horizontal plane can be almost cut in half for certain directions if the elevation of the main gun is 20°.

Key words: electromagnetic analysis, method of moments, monopole antenna, tank, telecommunications.

Datum prijema članka: 28. 09. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 30. 09. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 30. 09. 2010.

UTICAJ SREDINE NA PROSTIRANJE ELEKTROMAGNETNIH TALASA KOD DIGITALNIH RADIO-RELEJNIH UREĐAJA GRC 408E

Radonjić M. *Vojkan*, Vojska Srbije, Kopnena vojska,
Tehnički remontni zavod „Čačak“, Čačak,
Gaćeša N. *Nebojša*, Ministarstvo odbrane Republike
Srbije, Uprava za odnose sa javnošću, Medija centar
„Odbrana“, Beograd

UDK: 537.87:621.396.6

Sažetak:

Kvalitet prenosa digitalnog signala od predajnog do prijemnog radio-relejnog uređaja zavisi od uticaja efekata sredine na prostiranje elektromagnetnih talasa. U ovom radu su objašnjeni i modelovani neki od najvažnijih efekata, koji su karakteristični za frekventni opseg u kome radio-relejni uređaj GRC 408E radi.

Na osnovu rezultata modelovanja doneti su zaključci o kvalitetu prenosa digitalnih signala kod radio-relejnih uređaja GRC 408E.

Ključne reči: elektromagnetni talasi, radio-relejni uređaji, greške u primljenom bitu, pojave koje prate prostiranje, uticaji sredine.

Uvod

Rad je nastao kao rezultat sveobuhvatne analize uticaja sredine na prostiranje elektromagnetnih talasa (EMT) kod digitalnih radio-relejnih veza. Ideja za ovu vrstu analize nastala je nakon što su Ministarstvo odbrane i Vojska Srbije nabavili moderne digitalne radio-relejne uređaje (RRU) GRC 408 E namenjene za ugradnju u pokretne centre veze. Njihovom ugrađivanju prethodi izrada glavnog projekta sistema veza u VS, pa bi ovakva analiza bila vrlo korisna. Pristup svim analizama, počev od proračuna profila deonice, efekata uticaja sredine na prostiranje EMT, kao i od načina odražavanja tog efekta na kvalitet prenosa digitalnog signala, potpuno je drugačiji nego kod analognih radio-relejnih sistema. Kod digitalnih RRU osnovni parametar za ocenu kvaliteta prenosa je greška u prenosu, odnosno greška po primljenom bitu, koja je i korišćena u sprovedenom modelovanju za ocenu kvaliteta prijemnog signala pri modelovanju različitih efekata uticaja sredine na prostiranje EMT.

Prostiranje elektromagnetnih talasa

Prostiranje elektromagnetnih talasa u realnim uslovima razmatra se sa stanovišta izvora koji zrači EMT, puta i sredine kroz koju se EMT šire. U analizi koja će biti prikazana u ovom radu izvor EMT je RRU GRC 408E, put i sredina se modeluju, a zatim se ispituje kako se uticaj sredine odražava na kvalitet veze (prenosa informacija).

Sva elektromagnetna energija širi se od izvora elektromagnetnih talasa različitim putanjama, što zavisi od frekvencijskog opsega i karakteristika zračenja predajne antene. Zavisno od putanje u atmosferi kojom talasi pristižu do prijemne antene postoje sledeće vrste talasa: površinski, prostorni i direktni talasi [1].

Površinski elektromagnetni talasi prostiru se uz samu površinu zemlje. Prostorni ili jonosferski elektromagnetni talasi prostiru se kroz visoke slojeve atmosfere. **Direktni elektromagnetni talasi** prostiru se pravolinijski od predajne ka prijemnoj anteni. Radio-veza koja se ostvaruje pomoću direktnih elektromagnetnih talasa naziva se radio-relejna veza, a ostvaruje se uz **uslov optičke vidljivosti** između predajne i prijemne antene radio-relejnih uređaja.

Digitalne radio-relejne veze koriste opseg supervisokih frekvencija, a radio-relejna veza ostvaruje se superkratkim talasima. Predmetni digitalni radio-relejni uređaji rade u frekventnom opsegu od oko 2,5 GHz, pa za EMT koji se prostire u aktuelnom frekventnom opsegu važi sledeće:

- elektromagnetni talas se kroz vazduh prostire pravolinijski, sve dok vazduh ne promeni svoje električne osobine;
- pri prelasku EMT, tokom prostiranja, iz jednog sloja vazduha u drugi, dolazi do savijanja talasa;
- kada EMT pri svom prostiranju naiđe na predmete od provodnog materijala oni se dalje ne prostiru, već se odbijaju;
- pri prostiranju EMT iznad terena sa većim naseljenim mestima ili sa velikim površinama prekrivenim vegetacijom nastaje veliko upijanje EMT, usled čega se smanjuje jačina električnog i magnetnog polja, a time i kvalitet prijema.

Navedene osobine EMT pokazuju neke od efekata uticaja sredine na prostiranje EMT. Usled ovih efekata sredine kvalitet prenosa informacija, od predajnog do prijemnog RRU, biće slabijeg kvaliteta, tj. sa greškom.

Na prostiranje EMT kod digitalnih radio-relejnih veza utiču: frekvencija, zakrivljenost Zemljine površine, magnetno Zemljino polje, sastav zemljišta, sastav atmosfere, stanje jonosfere, doba dana i godine, meteorološki uslovi i slično.

Pristup analizi kvaliteta prenosa informacija kod analognih i digitalnih radio-relejnih sistema se razlikuje i to u sledećem [2]:

- kod analognih radio-relejnih veza kvalitet veza se posmatra preko odnosa signal/šum, dok se kod digitalnih radio-relejnih veza kvalitet veza posmatra preko greške po primljenom bitu **BER** (**Bit Error Ratio**);

- kod digitalnih radio-relejnih veza, za razliku od analognih radio-relejnih veza, uzimaju se u obzir uslovi propagacije (talasnost terena, tip zemljišta, blizina velikih vodenih površina);
- drugačiji je pristup određivanju uticaja fedinga i rezerve za feding;
- prenosna vrednost sistema i domet veza kod analognih radio-relejnih veza u odnosu na digitalne radio-relejne veze, imaju drugačije uslovljenosti i druge dijagrame,
- zbog većeg frekvencijskog opsega i direktnosti talasa zadiranje prepreke u Frenelovu zonu se drugačije tretira.

Pojave koje prate prostiranje elektromagnetnih talasa kod digitalnih radio-relejnih veza

Prostiranje direktnih EMT prate sledeće pojave:

- slabljenje usled propagacije,
- difrakcija (povijanje),
- refrakcija (prelamanje),
- refleksija (odbijanje),
- apsorpcija (upijanje), i
- višestruko prostiranje talasa (engl. *multipath*).

Svaki od navedenih efekata negativno utiče na kvalitet primljenog signala na prijemnoj anteni radio-relejnih uređaja.

Slabljenje usled propagacije elektromagnetnih talasa

Osnovni parametar za ocenu kvaliteta radio-relejne veze (prenosa signala) jeste nivo polja na prijemu n_{Rp} [dB], odnosno snaga signala koja se dobija na ulazu u prijemnik, jer jedan od najvažnijih kriterijuma za ocenu kvaliteta prenosa signala, **verovatnoća greške** [BER], jeste u funkciji nivoa polja na prijemu.

BER je funkcija prijemnog polja i što je prijemno polje manje, to je **BER** veći. Nivo prijemnog polja pri kojem **BER** prevazilazi specificiranu vrednost naziva se prag prijema za dati **BER**.

Na nivo prijemnog polja kod digitalnih radio-relejnih veza utiču sledeći parametri [5]:

- predajna snaga radio-relejnog uređaja,
- slabljenje antenskog kabla predajnika,
- dobitak predajne antene,
- slabljenje u slobodnom prostoru,
- slabljenje usled apsorpcije kiseonika i vodene pare,

- slabljenje usled fedinga, čiji uzrok može biti višestruka propagacija,
- dobitak prijemne antene i
- slabljenje antenskog kabla prijemnika.

Nivo prijemnog polja u odsustvu fedinga naziva se **nominalni nivo prijemnog polja**. Razlika nominalnog nivoa i praga prijema predstavlja rezervu ili budžet za feding za dati *BER*.

Nivo polja na predajniku n_E i prijemu n_{Rp} se međusobno razlikuju, odnosno nivo polja na prijemu je manji. Razlika postoji zbog međusobne udaljenosti predajne i prijemne antene i gubitaka usled slabljenja signala tokom prostiranja kroz slobodni prostor.

Nivo polja na prijemu izražava se formulom:

$$n_{Rp} = n_E - a_L, \quad (4)$$

gde je: – n_E – nivo polja na izlazu predajnika izražena u [dBm],

– a_L – slabljenje na trasi (slobodnom prostoru) izraženo u [dB].

Slabljenje usled propagacije može se predstaviti izrazom:

$$a_L = 92 + 20 \log f + 20 \log d - g_A - g_B, \quad (5)$$

gde je f centralna frekvencija posmatranog frekventnog opsega izražena u GHz, d je rastojanje između predajnika i prijemnika radio-relejnih uređaja u kilometrima, g_A i g_B pojačanje predajne i prijemne antene RRU (oko 25dBi), respektivno. Iz izraza se može zaključiti da je slabljenje signala na određenom rastojanju d približno konstantno za sve frekvencije u posmatranom opsegu pri konstantnim dimenzijama antena. Navedene formule će koristiti u matematičkom modelovanju radio-relejnog sistema pri izračunavanju slabljenja signala pri različitim udaljenostima predajnika i prijemnika sa kojima se ostvaruje radio-relejna veza.

Difrakcija

Difrakcija je pojava koja prati prostiranje elektromagnetnih talasa i označava njihovu sposobnost da se **povijaju** oko reljefnih oblika na Zemlji, neravnih površina i drugih prepreka prilikom prostiranja kroz sredinu. Difrakcija se razmatra kada prepreke, koje se nalaze na putu prostiranja elektromagnetnih talasa, zadiru u prvu Frenelovu zonu. U ovom radu analizira se slučaj koji je karakterističan za frekventni opseg u kojem radi radio-relejni uređaj GRC 408E.

U literaturi se često koristi veličina „slabljenje usled difrakcije“, koje se definiše izrazom:

$$a_D = 20 \log \frac{E_{R0}}{E_R}, \quad (1)$$

gde su: – E_{R0} – intenzitet električnog polja u idealnim uslovima propagacije kroz slobodan prostor,

– E_R – intenzitet rezultujućeg polja na prijemnoj anteni RRU GRC 408E.

Refrakcija

Refrakcija predstavlja prelamanje elektromagnetnih talasa u nižim slojevima atmosfere. Pojava refrakcije uzrokovana je nehomogenošću atmosfere. Kada bi atmosfera bila potpuno homogena prostiranje elektromagnetnih talasa bilo bi strogo pravolinijsko. Pri prelasku elektromagnetnog talasa iz jednog sloja atmosfere u drugi elektromagnetni talas se prelama blaže ili oštrije, u zavisnosti od veličine razlike dielektričnih konstanti ε_r i postepeno se savija ka Zemlji. Brzina prostiranja elektromagnetnih talasa veća je u slojevima udaljenijim od Zemlje (ređa sredina). Gornji deo talasnog fronta elektromagnetnog talasa brže *napreduje* i dolazi do krivljenja talasa prema Zemlji, što se naziva **refrakcija**.

Refleksija

Kada se elektromagnetni talas prostire u blizini Zemljine površine, deo talasnog fronta može da, reflektovan od nje, stigne u prijemnu antenu radio-relejnog uređaja, zajedno sa direktnim elektromagnetnim talasom. To znači da su na prijemniku, pored direktnih talasa, prisutni i reflektovani talasi. Pri tome direktni i reflektovani talas prelaze različite puteve, što znači da na mestu prijema imaju različite fazne stavove. Elektromagnetni talasi na prijemniku (direktni i reflektovani) se vektorski sabiraju, čineći rezultujući EMT. To može da prouzrokuje znatno smanjenje rezultujućeg polja u odnosu na polje koje bi imali u idealnim uslovima. Pod posebno nepovoljnim slučajevima refleksije može doći do delimičnog ili potpunog prekida veze. Ova pojava naziva se **feeding**.

Uticaj refleksije se u dostupnoj literaturi uvodi u proračun preko veličine koja se naziva **slabljenje usled refleksije**, izražene u decibelima, na sledeći način [3]:

$$a_R = 20 \log \left(\frac{E_0}{E_R} \right), \quad (2)$$

ili

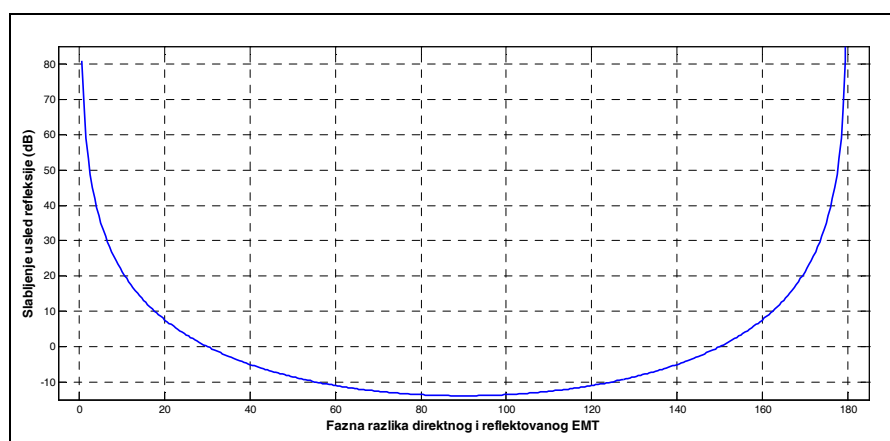
$$a_R = 20 \log \left[\frac{1}{2 \sin \theta_R} \right], \quad (3)$$

gde su: – E_0 – intenzitet električnog polja direktnog EMT,

– E_R – intenzitet rezultujućeg polja i

– θ_R – fazna razlika direktnog i reflektovanog EMT na mestu prijema.

Na slici 1 prikazano je slabljenje usled refleksije u funkciji ekvivalentnog ugla refleksije, odnosno u funkciji fazne razlike direktnog i reflektovanog EMT.



Slika 1 – Slabljenje usled refleksije

Analizirajući formulu (3) i grafikon slabljenja usled refleksije na slici 1 vidi se da za vrednosti θ_R između 30° i 150° dobija pojačanje signala na prijemu, odnosno $E_R > E_0$. Za ugao od 90° pojačanje dostiže dva puta veću vrednost (6 dB), odnosno $E_{R \max} = 2E_0$. Bez obzira na ove konstatacije pojavu refleksije treba izbegavati, jer je promenljivog karaktera. Refleksija se uzima u obzir ako ima difuzni karakter usled neravnina u zoni refleksije.

Apsorpcija

Apsorpcija ili upijanje EMT javlja se kod svih frekvencijskih opsega i odražava veće ili manje slabljenje elektromagnetnih talasa. Za područje UKT (300 MHz–3 GHz) i SKT (3–30 GHz) izražena je velika apsorpcija za EMT koji se prostiru površinski. Apsorpcija kod ove vrste EMT je

prisutna, jer se oni prostiru iznad terena sa: većim naseljenim mestima, velikim površinama pokrivenim vegetacijom i sl. Usled toga smanjuje se jačina električnog i magnetnog polja, a time i kvalitet prijema.

Kod supervisokih frekvencija slabljenje usled apsorpcije mora se uzeti u razmatranje i dodati ostalom slabljenju EMT. Kada direktni talasi naiđu na kišu, sneg, maglu ili oblake dolazi do slabljenja elektromagnetnih talasa. Efekat slabljenja usled apsorpcije izražen je na frekvencijama preko 7 GHz. Do ove frekvencije snaga EM polja opada sa kvadratom rastojanja, a preko ove frekvencije snaga dodatno opada eksponencijalno sa rastojanjem.

S obzirom na to da predmetni radio-relejni uređaj GRC 408E radi na frekvencijama od oko 2.5 MHz, pojava apsorpcije elektromagnetnih talasa neće biti predmet ovog rada.

Višestruko prostiranje elektromagnetnih talasa

EMT od predajnika do prijemnika može stići različitim putevima, pa je takvo prostiranje EMT poznato pod nazivom višestruko prostiranje EMT.

Rezultujuće elektromagnetno polje je kombinacija direktnog i indirektnog EMT. Ako su elektromagnetni talasi na prijemnoj anteni primljeni u fazi, pojačavaju jedan drugog i na mestu prijema je veći nivo elektromagnetnog polja. Ako su fazno pomereni može doći do delimičnog ili potpunog nestajanja intenziteta polja na prijemu. Ova pojava naziva se **feeding** [4].

Feeding

Pojam feedinga obuhvata pojavu koja se ispoljava kao nestabilnost nivoa polja EMT na mestu prijema, a rezultat je promenljivih (nestabilnih) uslova prostiranja elektromagnetnih talasa. Feeding izaziva kratkotrajno slabljenje elektromagnetnih talasa na prijemu. Promene amplitude signala na mestu prijemnika nastaju usled interakcije signala i objekata koji se nalaze u prostoru između predajnika i prijemnika, a koji uzrokuju da na prijem umesto jednog signala pristiže više kopija korisnog signala različitih amplituda i kašnjenja. Do pojave velikog broja kopija korisnog signala na prijemu dolazi usled efekata uticaja sredine na prostiranje elektromagnetnih talasa duž trase, kao što su: refleksija, refrakcija, difrakcija i njihova kombinacija.

Ukupno slabljenje usled prostiranja elektromagnetnih talasa na trasi je:

$$a_0(t) = a_L + a_F(t). \quad (6)$$

Dodatno slabljenje $a_F(t)$ naziva se **slabljenje usled fedinga**, a pri-
raštaj ovog slabljenja **dubina fedinga**. Na osnovu iskustava, u radio-re-
lejnim vezama konstatovane su sledeće zakonitosti:

- dubina fedinga raste sa povećanjem frekvencije nosioca prenoše-
nog signala,
- dubina fedinga raste sa porastom dužine trase,
- pojava fedinga zavisi od konfiguracije terena i klimatskih uslova
datog područja,
- feding zavisi od doba dana i godine (kod nas se češće javlja u let-
njim mesecima i u kasnim noćnim i ranim jutarnjim časovima),
- u talasnom području iznad 10GHz pojava fedinga ne zavisi od po-
larizacije, dok je u području ispod 1GHz, sa aspekta fedinga, povoljnija
horizontalna polarizacija.

Vrste fedinga

Propagacijski feding

Propagacijski feding je posledica varijacije polja elektromagnetnih talasa
usled poremećaja uslova prostiranja direktnog EMT (to znači da EMT ne ide
ravno do cilja već je povijen nagore ili nadole, pa je EM polje slabije u odnosu
na glavni talasni front). Uglavnom je spor i javlja se iznad homogenog tla, kao
što su voda, jezera, mora i pustinje, zatim posle kiše i sl. Ne zavisi od fre-
kvencije, a njegov efekat delovanja u celom opsegu frekvencija je isti.

Interferencijski feding

Interferencijski feding (*multipath* – feding usled višestruke propagaci-
je talasa po više putanja) posledica je pojave jednog ili više indirektnih ta-
lasa na prijemu, pored postojanja željenog direktnog elektromagnetnog
talasa. Faze ovih talasa mogu se dosta razlikovati, a kao posledica može
se desiti i potpuni prekid veze. Indirektni talas, koji je posledica refleksije
od tla, relativno je konstantan i stalno prisutan, dok se u gornjim slojevi-
ma atmosfere javlja elektromagnetni talas kao posledica složenijih pojava
refleksije i refrakcije, tj. višestruke propagacije.

Interferencijski feding može da bude vrlo dubok i deli se u dve klase:
ravni i selektivni. Ukupni prekid veze zbog višestrukog fedinga jednak je
zbiru prekida zbog ravnog fedinga i prekida zbog selektivnog fedinga.

Ravni feding

Prema samom nazivu fedinga jasno je da interferencijski feding
usled višestruke propagacije deluje isto u celom frekventnom opsegu sig-

nala, odnosno kanala. Prenosna funkcija radio-frekventnog kanala, u slučaju ravnog fednga, ravna je linija, pa otuda i naziv **ravni feding**.

Analitički, verovatnoća pojave fedinga u funkciji slabljenja usled fedinga može se aproksimativno izračunati relacijom:

$$P_{RF}(a_F) = P_0 10^{\frac{-a_F}{10}}, \quad (7)$$

gde je P_0 faktor pojave fedinga za najgori mesec, a a_F je slabljenje usled fedinga u [dB].

Faktor pojave fedinga predstavlja se kao:

$$P_0 = K Q f d^3, \quad (8)$$

- gde su: – K – faktor koji uzima u obzir uticaj terena i klime,
 – Q – faktor koji uzima u obzir efekte na trasi koji su drugačiji od uticaja koje izazivaju frekvencija i dužina deonice,
 – f – frekvencija nosioca u [GHz], i
 – d – dužina deonice u [km].

Selektivni feding

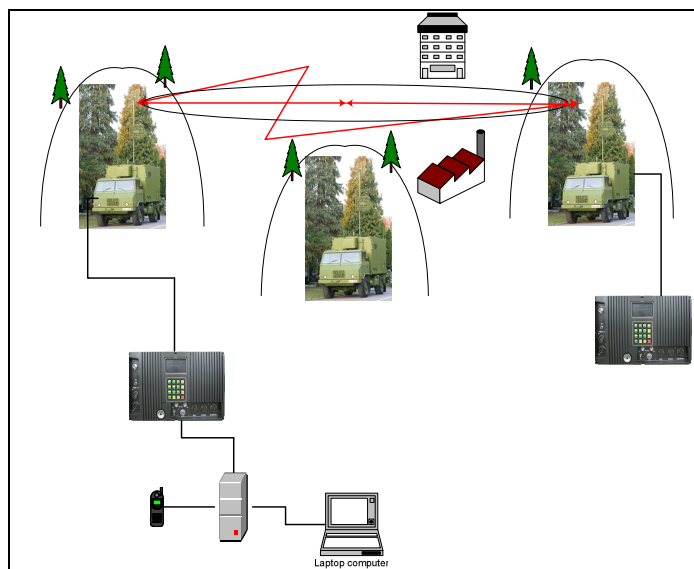
EMT modulisan osnovnim signalom stiže na prijemnu antenu kao grupa talasa (u okviru modulacionog spektra) sa različitim intenzitetom pojedinih komponenata u spektru u odnosu na emitovani spektar. Intenzitet je različit, jer je uticaj sredine na komponentu iz spektra različit (svaka komponenta je različito reflektovana, neka komponenta je apsorbovana i sl.). Snaga sadržana u nosećem talasu i bočnim talasima zavisiće na mestu prijema od njihovih položaja u frekventnom spektru modulisanih signala i menjaće se sa promenama koje nastaju usled uticaja sredine na prostiranje elektromagnetnih talasa, dajući kao proizvod pojavu koja se naziva **selektivni feding**.

Kada se pojavi selektivni feding sve frekvencije emitovanog signala ne zadržavaju svoje originalne faze i amplitude. Ova vrsta fedinga prouzrokuje iskrivljenost signala i ograničava celi emitovani signal.

Selektivni feding tek na srednjim protocima podataka (34 Mbit/s) i višim frekvencijama počinje da se uzima u obzir, tj. postaje uporediv sa ravnim fedingom, a u punoj meri počinje da utiče na kvalitet prenosa tek na velikim protocima podataka. S obzirom na to da predmetni radio-relejni uređaj GRC 408E radi sa maksimalnim protokom podataka od 8 Mbit/s, uticaj selektivnog fedinga je mali i neće se razmatrati u ovom radu.

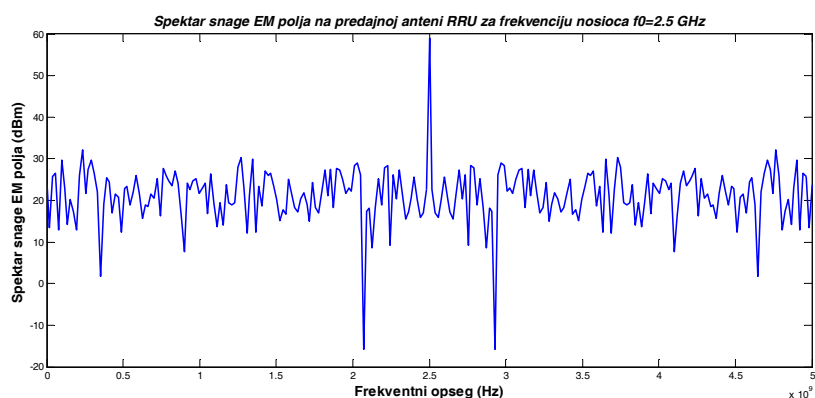
Model radio-relejnog sistema i rezultati modelovanja

Pretpostavljeni model radio-relejnog sistema prikazan je na slici 2.



Slika 2 – Model radio-relejnog sistema

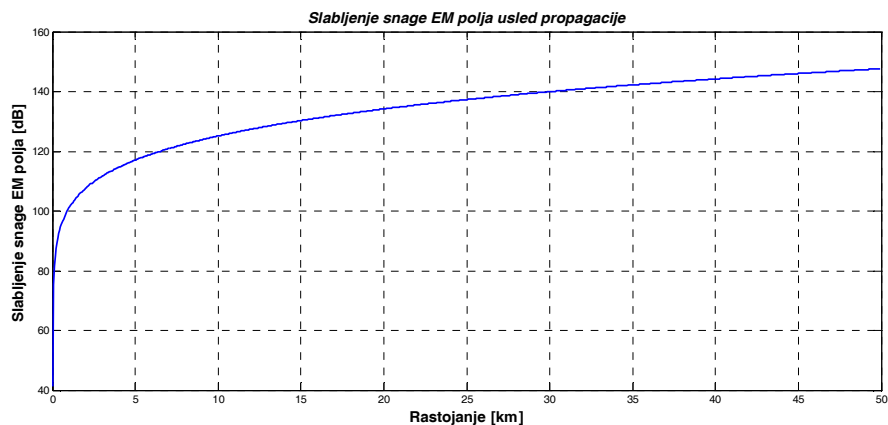
Modelovani su različiti uticaji sredine: slabljenje usled propagacije, slabljenje usled difrakcije, slabljenje usled refleksije, slabljenje usled višestruke propagacije i izračunata je verovatnoća da će u modelovanoj sredini biti prisutan ravni fading.



Slika 3 – Spektar snage EM polja na predajnoj anteni za slučaj QAM modulisanog signala

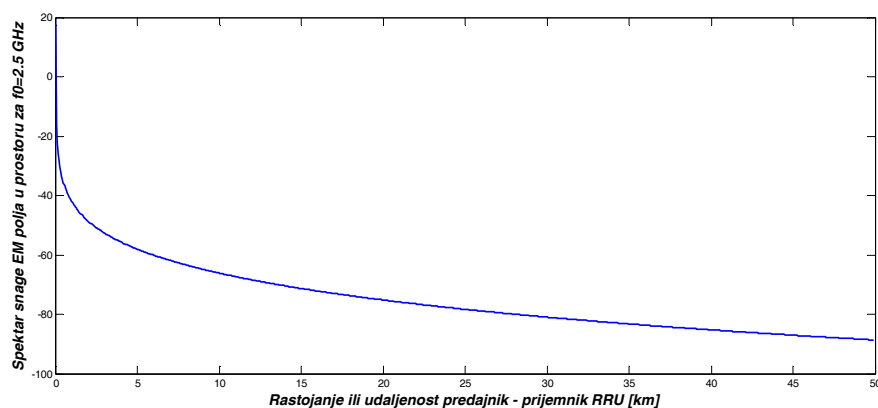
Modelovanje je izvršeno na način da je generisan slučajni binarni niz koji je modulisan jednom od modulacija koju nudi uređaj GRC 408E (16 QAM ili QPSK) [6]. Tako modulisani signal je, uslovno rečeno, poslat sa predajne antene RRU ka prijemnoj anteni uređaja koja se nalazi na udaljenosti od 30 km. Spektar snage EM polja na predajnoj anteni za slučaj 16QAM modulisanog signala prikazan je na slici 3.

EMT koji nosi korisnu informaciju (binarni niz) jeste direktni EMT. On je na svom putu do prijemne antene RRU izložen slabljenju usled propagacije. Na slici 4 prikazano je slabljenje spektra snage EM polja u funkciji rastojanja predajna – prijemna antena RRU.



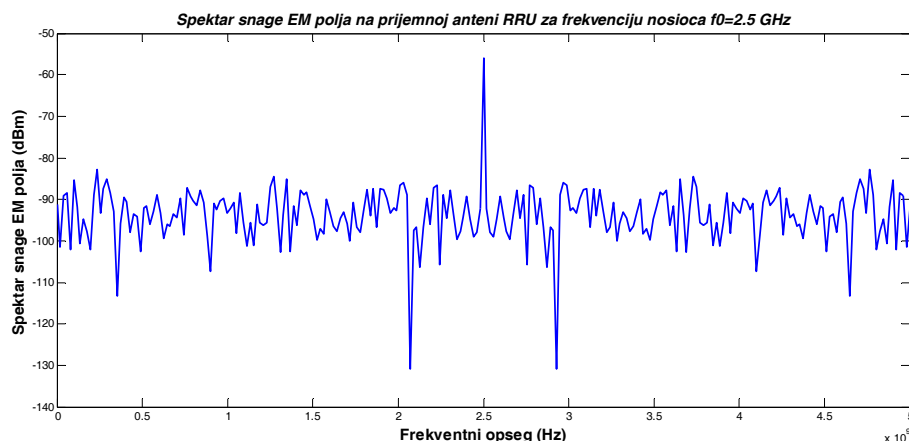
Slika 4 – Slabljenje snage EM polja usled propagacije

Slabljenje usled propagacije raste sa povećanjem rastojanja d , tako i snaga EM polja opada sa povećanjem rastojanja. Snaga EM polja opada sa kvadratom rastojanja, kao što je prikazano na slici 5.



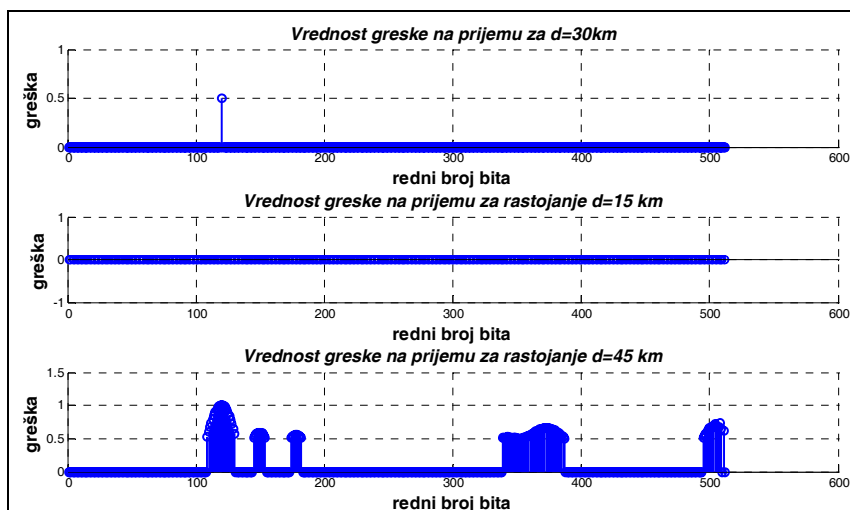
Slika 5 – Snaga EM polja u prostoru u funkciji udaljenosti predajne i prijemne antene

Na slici 6 prikazan je spektar snage EM polja na prijemnoj anteni RRU. Snaga EM polja je opala u odnosu na snagu EM polja na predajnoj anteni usled slabljenja prilikom propagacije EMT, od predajne do prijemne antene RRU.



Slika 6 – Spektar snage EM polja na prijemnoj anteni za slučaj propagacije

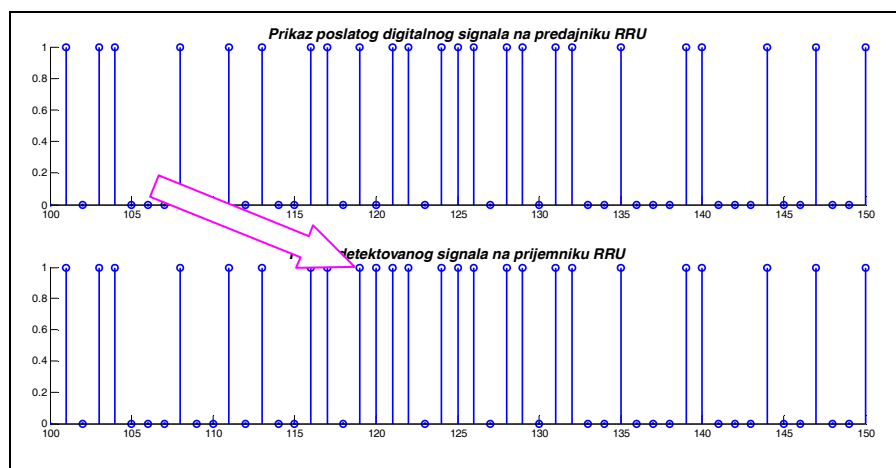
Nakon antenskog pojačanja i demodulacije vrši se analiza poslatog i primljenog signala, radi donošenja zaključka o veličini greške u prenosu osnovnog digitalnog signala, do koje je došlo zbog uticaja slabljenja usled propagacije.



Slika 7 – Vrednost greške na prijemu za slučajeve $d = 30$ km, $d = 15$ km i $d = 45$ km

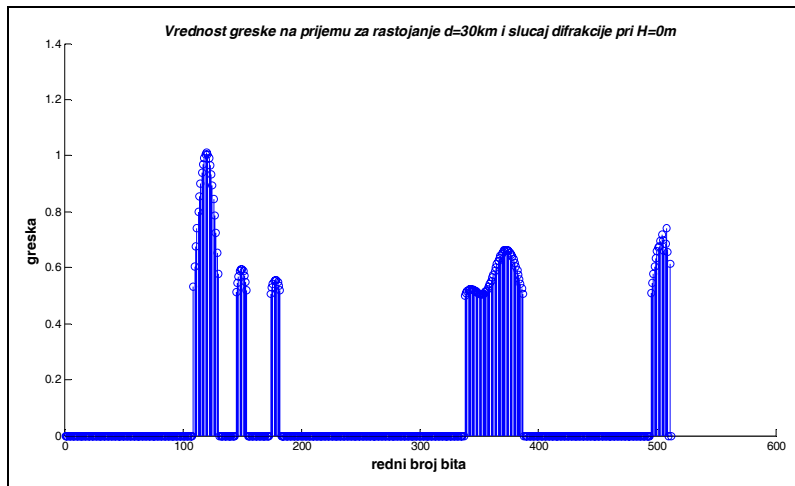
Na slici 7 prikazana su tri karakteristična slučaja pri kojima je računata greška zbog slabljenja usled propagacije. Analizirani su slučajevi kada je $d = 30$ km, $d = 15$ km i $d = 45$ km. Kao što se vidi sa slike greška u prenosu postoji za $d = 30$ km i $d = 45$ km, dok za $d = 15$ km ne postoji greška u prenosu. Rezultat je očekivani, jer po fabričkoj karakteristici RRU GRC 408E vrši kvalitetan prenos digitalnih signala za rastojanja d oko 25 do 30 kilometara, odnosno do ovih vrednosti propisani BER je manji od 10^{-6} . Dobijena greška u prenosu je za ekstremni slučaj kada je $d = 30$ km. Dobijeni rezultati su u skladu sa korišćenom literaturom.

Za detaljnije sagledavanje greške u prenosu izvršeno je poređenje spektra poslatog i primljenog signala. Prikaz uporednih signala sa prikazom greške predstavljen je na slici 8.



Slika 8 – Prikaz poslatog i primljenog digitalnog signala

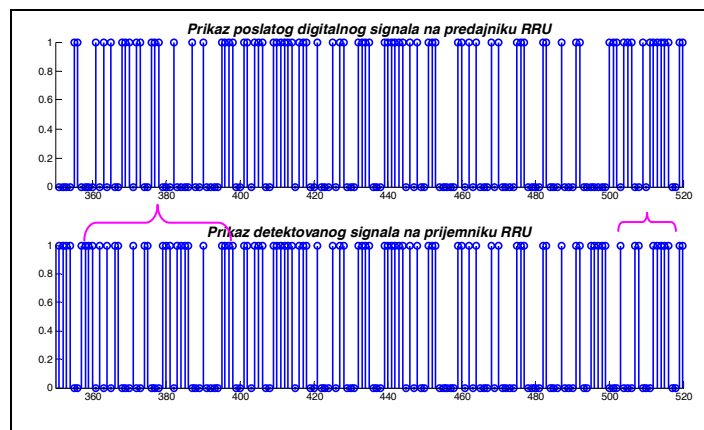
Pretpostavka za kvalitetan prenos digitalnog signala radio-relejnog vezom jeste da se izabere takav reljef terena i izbor položaja u prirodi, za postavljanje u rad radio-relejnog sistema (pokretnog centra veze) na kojem je ugrađen GRC 408 E, tako da su ispunjeni osnovni uslovi za rad radio-relejnih centara. Potrebno je da postoji linija optičke vidljivosti između predajne i prijemne antene RRU i da je slobodna prva Frenelova zona. Kada nije ispunjen slučaj da je prva Frenelova zona slobodna, odnosno kada prepreka u prirodi zadire u Frenelovu zonu dolazi do slučaja difrakcije. U nastavku će biti prikazani rezultati modelovanja dva slučaja difrakcije i to kada prepreka tangira liniju optičke vidljivosti i slučaj kada se prepreka nalazi na određenoj udaljenosti ispod linije optičke vidljivosti.



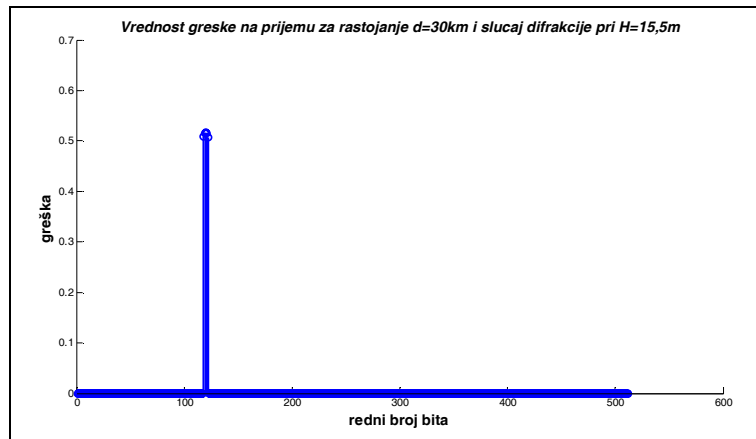
Slika 9 – Prikaz greške na prijemu za slučaj difrakcije kada je $H = 0$ m

Na slikama 9 i 10 se vidi da postoji dosta grešaka pri prenosu digitalnog signala kada je EMT na svom putu ka prijemniku izložen uticaju difrakcije i to za slučaj kada prepreka tangira liniju optičke vidljivosti. Slabljenje usled difrakcije u ovom slučaju iznosi $a_D = 6$ dB. Na slici 10 označena je neka od grešaka koje nastaju usled uticaja efekta sredine (difrakcije) na prostiranje EMT kod digitalnih radio-relejnih veza.

Na slikama 11 i 12 prikazani su rezultati za slučaj difrakcije, s tim da je prepreka udaljena 16 metara ispod linije optičke vidljivosti, pri poluprečniku Frenelovog elipsoida od $r_F = 28,2$ m.

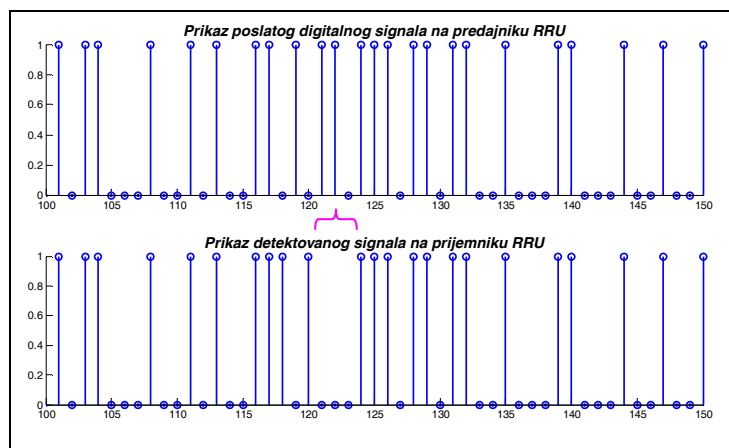


Slika 10 – Prikaz poslatog i primljenog signala za slučaj difrakcije kada je $H = 0$ m



Slika 11 – Prikaz greške na prijemu za slučaj difrakcije kada je $H = 16\text{ m}$

Iz rezultata modelovanja sa slika 11 i 12 zaključuje se da je broj grešaka smanjen povećanjem rastojanja prepreke od linije optičke vidljivosti. Rezultat je očekivan i u skladu je sa korišćenom literaturom. Na slici 12 označene su greške u prijemnom digitalnom signalu koje su nastale kao posledica uticaja difrakcije na prostiranje EMT kod digitalnih radio-relejnih veza.



Slika 12 – Prikaz poslatog i primljenog signala za slučaj difrakcije kada je $H = 16\text{ m}$

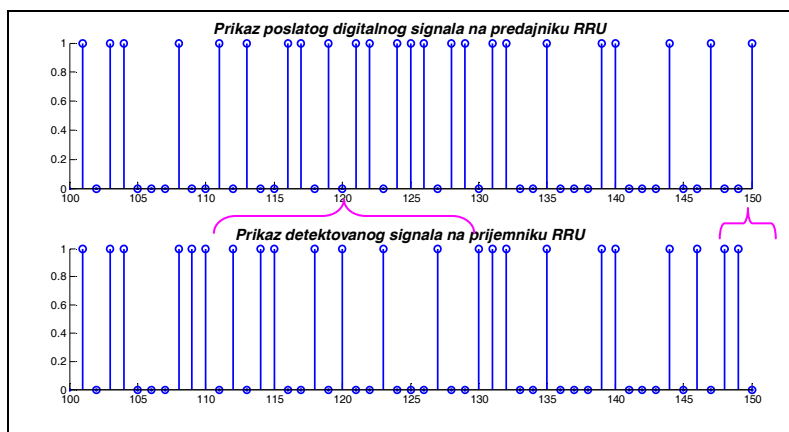
Zaključak je da se pri odabiru terena i proračuna profila deonice mora voditi računa o tome da nijedna prepreka ne zadire u Frenelovu zonu kako bi se zadržala propisana $BER = 10^{-6}$ i izvršio kvalitetan prenos digitalnog signala od predajnika ka predajniku.

EMT od predajne do prijemne antene RRU može stići različitim putevima, zavisno od efekata sredine kroz koju se EMT prostire. Jedan od najčešćih slučajeva do kojih može doći u praksi jeste da na prijemnoj anteni dolazi do vektorskog sumiranja direktnog EMT i reflektovanog EMT. Zavisno od reflektovanog EMT rezultujuće polje na prijemu imaće veću ili manju vrednost, odnosno rezultujuće polje na prijemu će varirati. Reflektovani EMT predstavlja kopiju direktnog EMT samo što je fazno zakašnjen u odnosu na direktni EMT. Vreme kašnjenja odgovara razlici u pređenom putu između direktnog i reflektovanog EMT. Prema karakteristici slabljenja usled refleksije, slabljenje usled refleksije je nepovoljno za fazna kašnjenja od 0° – 30° i od 150° – 180° . Slabljenje usled refleksije ima pozitivan efekat za fazno kašnjenje od 30° – 150° .

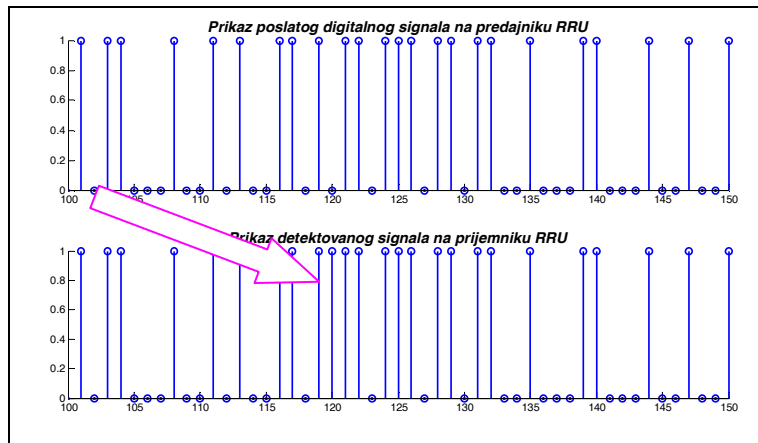
Na slici 13 prikazan je slučaj refleksije pri faznom kašnjenju reflektovanog EMT u odnosu na direktni EMT za ugao $\theta = 10^\circ$. Snaga EM polja na prijemu je opala, a poslani digitalni signal se znatno razlikuje od primljenog signala, čime je BER veći od dozvoljenog. S obzirom na to da je slabljenje usled refleksije izraženo pri ovim vrednostima faznog kašnjenja dobijeni rezultat je očekivani i u skladu je sa teorijskim razmatranjima efekata sredine na prostiranje EMT kod digitalnih radio-relejnih veza.

Na slici 14 povećana je vrednost faznog ugla, tako da je $\theta = 60^\circ$, čime je smanjeno slabljenje usled refleksije. Vektorska suma direktnog i reflektovanog EMT povećala je snagu rezultujućeg EM polja na prijemu, čime je greška usled refleksije znatno smanjena. Poslati i primljeni signal su slični.

Kao što se vidi, refleksija može imati pozitivan karakter, ali je treba izbegavati. Pri odabiru terena treba izabrati takvu lokaciju za postavljanje RRU GRC 408E da se izbegne postojanje refleksije između predajne i prijemne antene RRU. Ako se refleksija ne može izbeći, treba birati tačku refleksije gde je teren neravan kako bi reflektovani EMT bio rasut, čime se smanjuje njegov uticaj na rezultujuće EM polje u prijemnoj anteni.

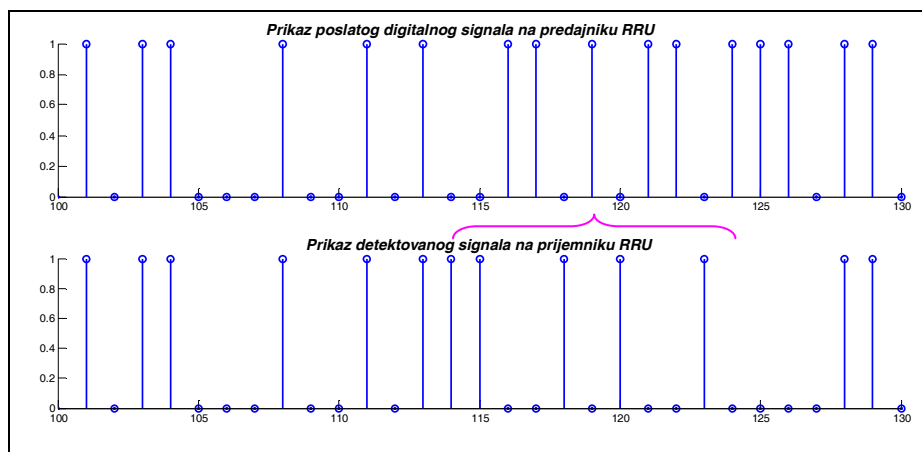


Slika 13 – Prikaz poslatog i primljenog signala za slučaj refleksije pri $\theta = 10^\circ$



Slika 14 – Prikaz poslatog i primljenog signala za slučaj refleksije pri $\theta = 60^\circ$

Na slici 15 prikazan je izgled poslatog i primljenog digitalnog signala za slučaj kada na prijemnoj anteni rezultujuće EM polja varira, odnosno na prijemnoj anteni RRU imamo feding. To može biti čest slučaj u praksi ako se ne izabere dobra lokacija za postavljanje RRU GRC 408 E. Modelovan je slučaj kada na prijemnoj anteni sumarno EM polje nastaje kao suma jednog direktnog EMT i tri indirektna EMT (1 reflektovani od tla, 1 reflektovani od atmosfere i 1 refraktovan). Indirektni EMT dolaze pod različitim uglovima na prijemnu antenu i promjenjivog su intenziteta, čineći da se rezultujuće EM polje na prijemnoj anteni menja. Rezultujuće EM polje na prijemnoj anteni uzrokuje grešku u prenosu digitalnog signala, odnosno da je $BER > 10^{-6}$.



Slika 15 – Prikaz poslatog i primljenog signala za slučaj fedinga

Verovatnoća ravnog fedinga dobija se računskim putem koristeći izraze za verovatnoću ravnog fedinga (7) [9].

Tabela 1

Proračun verovatnoće ravnog fedinga

PARAMETRI	VREDNOST
Frekvencija (GHz)	2,5
Rastojanje d (km)	30
Izlazna snaga (dBm)	36
Pojačanje antene (dBi)	25
Slabljenje u slobodnom prostoru (dB)	129,95
Tolerancija slabljenja (dB)	1
Prag prijema za $BER > 10^{-6}$	-86
Nivo signala na ulazu u prijemnik u odsustvu fedinga (dBm)	-44,95
Rezerva za feding za $BER = 10^{-6}$	41,05
Talasnost terena (m)	42
Geoklimatski faktor	$1,629 \cdot 10^{-7}$
Faktor pojave fedinga	0,01099
Verovatnoća ravnog fedinga (%)	0,01909

Zaključak

U radu su prikazani rezultati analize uticaja sredine na prostiranje EMT kod digitalnih RRU GRC 408E. Izvršeno je modelovanje situacija koje se najčešće sreću u praksi i pri tome su korišćeni deklarirani parametri RRU GRC 408 E, koje je propisao proizvođač.

Kako je pristup oceni kvaliteta prenosa signala i analiza uticaja sredine na prostiranje EMT kod digitalnih RR veza drugačiji od onog kod analognih RR veza, rezultati dobijeni modelovanjem različitih efekata sredine na prostiranje EMT biće korisni za projektante pri izradi glavnog projekta sistema veza u VS, za poslužioce digitalnih radio-relejnih sistema, kako pri izradi profila deonice (trase), tako i pri odabiru terena za postavljanje i puštanje sistema u rad.

U perspektivi je da se izvrši modelovanje uticaja sredine na prostiranje EMT kod digitalnih radio-relejnih uređaja GRC 408E/34, koji se, takođe, uvode u operativnu upotrebu u VS, i koji rade u višem frekventnom opsegu i pri brzini protoka podataka od oko 34 Mbit/s, pri kojoj se ispoljava efekat sredine u obliku selektivnog fedinga. Takođe, od interesa je da se kod ovih uređaja analizira efekat uticaja sredine u obliku apsorpcije.

Literatura

- [1] Surutka, J.: *Elektromagnetika*, Akademska misao, Beograd, 2006.
- [2] Čosović, D.: *Priručnik za planiranje i projektovanje digitalnih radio-relejnih veza*, Vojnoizdavački zavod Beograd, 2008.

- [3] Todorović, B.: *Radio-relejna tehnika*, Vojnoizdavački zavod Beograd, 2002.
- [4] Šunjevarić, M.: *Radiogoniometrija*, VINC, Beograd, 1991.
- [5] Lazarević, M.: *Prostiranje elektromagnetnih talasa kod digitalnih radio-relejnih veza*, GŠVSCG, Uprava za školstvo i obuku - Vojna akademija, Beograd, 2003.
- [6] Tadiran, *Originalna tehnička dokumentacija za IV nivo održavanja*.
- [7] Radonjić, V.: *Analiza interferometarskih metoda fazne interferometrije*, Specijalistički rad, Tehnički fakultet Čačak, 2005.
- [8] Šunjevarić, M., Radonjić, V.: *Analiza faznih metoda radio-goniometrije u uslovima realnog okruženja*, ETRAN 98, 1998.
- [9] *Uputstvo o projektovanju digitalnih radio-relejnih sistema*, Zajednica JPPT, Br. 021□925/1, Beograd, 1990.

EFFECT OF ENVIRONMENT ON THE PROPAGATION OF ELECTROMAGNETIC WAVES IN GRC 408E DIGITAL RADIO-RELAY DEVICES

Summary:

Quality transmission of digital signals from a transmitting radio-relay device to a receiving one depends on the impact of environmental effects on the propagation of electromagnetic waves. In this paper some of the most important effects are explained and modeled, especially those characteristic for the frequency range within which the GRC 408E operates. The modeling resulted in the conclusions about the quality of transmission of digital signals in the GRC 408E radio-relay equipment.

Propagation of electromagnetic waves

A radio-relay link is achieved by direct electromagnetic waves, provided there is a line of sight between the transmitting and receiving antenna of a radio-relay device. Electromagnetic waves on the road are exposed to various environmental influences causing phenomena such as bending, reflection, refraction, absorption and multiple propagation. Due to these environmental effects, the quality of information transmission is not satisfactory and a radio-relay link is not reliable.

The approach to the analysis of the quality of links in digital radio-relay devices is different from the one in analog radio-relay devices. Therefore, the quality is seen through errors in the received bit (BER), the propagation conditions are taken into account, a reservation for the fading is determined by other means, etc..

Phenomena which accompany the propagation of electromagnetic waves in digital radio-relay links

The propagation of direct EM waves is followed by the following phenomena:

- attenuation due to propagation,*
- diffraction (changing table),*
- refraction (refraction),*
- reflection (refusing),*
- absorption (absorption) and*
- multiple wave propagation.*

Each of these has a negative effect on the quality of the received signal at the receiving antenna of the radio-relay device.

Attenuation due to propagation of electromagnetic waves

The main parameter for evaluating the quality of radio-relay links is the level of the field at the reception, i.e. the strength of a signal received at the entrance of the receiver. The error in the received bit (BER) is a function of the receiving field. By reducing the level of the field the BER increases and vice versa.

The level of the receiving field in the absence of margin is called the nominal level of the receiving field. The difference between the nominal level and the receiving threshold represents a margin or a budget for the fading for the given BER.

Diffraction

Diffraction is a phenomenon that follows the propagation of electromagnetic waves and indicates their ability to bend round the relief, uneven surfaces and other obstacles, during propagation through the environment. Diffraction is considered when the obstacles on the path of propagation of electromagnetic waves enter the first Fresnel zone, because then an error in the information transmission occurs.

Refraction

Refraction is the refraction of electromagnetic waves in the lower layers of the atmosphere and is caused by its unhomogeneity. The upper part of the EM wave front progresses faster and the wave bends towards the Earth. The phenomenon of EM wave bending towards the Earth is called refraction.

Reflection

When electromagnetic waves propagate near the Earth surface, a part of the wave front, reflected from the surface of the Earth, may arrive in the receiving antenna of radio relay equipment together with direct electromagnetic waves. EM waves (direct and reflected) are summed up vectorially in the receiver giving the resulting EM wave. This can cause a substantial reduction in the resulting field when compared to the field in ideal conditions, which leads to the error increase.

Absorption

Absorption or EM wave absorption occurs in all frequency bands and signifies a higher or lower level of attenuation of electromagnetic waves. It is taken into consideration in digital radio-relay devices which operate in the frequency range over 7 GHz.

Multiple propagation of electromagnetic waves

EM waves from the transmitter can reach the receiver in different ways, and such EMW propagation is known as multiple EM wave propagation in the literature. The result of multiple propagation can be the reduction of the EM field intensity or its complete disappearance. This phenomenon is called fading.

Fading

Fading is caused by short-term weakening of electromagnetic waves at the reception. During EMW propagation, the interaction between EM waves and objects occurs resulting in multiple copies of useful signals of different amplitude and delay values at the reception point, thus making the resulting EM field unstable. A large number of copies of the useful signal at the reception are caused by the effects of environmental impacts on the propagation of electromagnetic waves along the route, such as reflection, refraction, diffraction, and their combination.

The total loss is equal to the sum of propagation weakening and fading weakening. Fading is divided into propagation fading and interference fading. Propagation fading is generally slow and does not depend on frequency. Interference fading occurs due to the appearance of multiple EM wave propagation and it can be flat or selective. Flat fading is the same in the entire frequency range. In selective fading there is degradation of basic signals, i.e. Intersymbol interference which is present at RR devices operating at higher frequencies with the data flow around 34 MBit/s and over.

Model of the radio-relay system and the results of modeling

The paper deals with a model as the one given in Fig. 2 The GRC 408E RR devices are supposed to be built into mobile call centers. The following phenomena are modeled: attenuation due to propagation, diffraction, reflection and fading. Each phenomenon is modeled for typical cases. The input signal in the GRC RR 408E device is a random binary sequence, modulated by a modulation device provided by the RR. Such a signal propagates through the particular medium towards the RR device receiving antenna. At the reception point, the transmitted and the received signal are compared in order to find an error due to the influence of some of the modeled phenomena. The modeling results are presented graphically for different effects of environmental impacts on the propagation of EM waves in RR digital devices. The graphs indicate the errors occurred during the propagation of EM waves.

Conclusion

Modeling the impact of environment on the propagation of EM waves in RR digital devices can show the influence of environment on the propagation of EM waves, as well as on the quality of transmission signals. The conclusion is that the choice of the terrain for setting a mobile communication center is essential for high-quality signal transmission. For high-quality transmission of digital signals in RR devices, another requirement is also important and that is the requirement for the line-of-sight transmission and free first Fresnel zone. While in analog RR devices the conditions of EMW propagation are not a key factor in calculating the quality of communication, the results of modeling show that the conditions of propagation in digital RR devices are an important factor in the calculation of the quality of communication. The obtained results are useful for modeling RR devices in mobile communication centers and for engineers working on the main design of communication systems in the Serbian Army. The next aim is to model the impact of environment on the propagation of EM waves in GRC RR 408E/34 digital devices which operate within a higher frequency range and at higher data flow speeds.

Key words: electromagnetic waves, radio-relay devices, the error in the received bit, phenomena accompanying the propagation, environmental effects

Datum prijema članka: 02. 04. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 27. 04. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 29. 04. 2010.

EVALUACIJA MORFOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA ZEMLJIŠTA PRI IZRADI KARTE TENKOPROHODNOSTI

Borisov A. *Mirko*, Banković D. *Radoje*, Drobnjak M. *Siniša*,
Vojska Srbije, Vojnogeografski institut, Beograd

UDK: 528.718

Sažetak:

Geomorfometrijska istraživanja u vojnogeografskoj analizi terena zasnivaju se na GIS prostornim analizama. One podrazumevaju vrednovanje geomorfoloških parametara reljefa radi obezbeđivanja karata tenkoprohodnosti potrebnih za analizu prohodnosti i preglednosti terena, kao i mogućnosti zaštite i maskiranja oružanih snaga. Analiza vrednovanja geomorfoloških parametara terena urađena je za test-područje Avale pomoću nekoliko topografskih atributa (vidljivost, ekspozicija terena, nagib terena) koji su određeni na osnovu analize digitalnog modela terena primenom GIS alata i njima su pridružene pojedine kvalitativne osobine terena (gustina vegetacionog pokrivača, tipovi tla).

Ključne reči: geomorfometrija, nagib, ekspozicija i prohodnost terena.

Uvod

Reljef je jedan od najznačajnijih elemenata prirodne sredine, upravo zbog toga što se najsporije i najmanje menja. Od njega umnogome zavise najznačajnija svojstva određenog prostora, kao što su: klima, karakteristike hidrografije, pedološki i vegetacioni pokrivač, raspored naselja, komunikacije, poljoprivreda i industrija. Posmatrano sa vojnog aspekta, reljef ima veliku ulogu u izradi zaklona, utiče na borbeni raspored, određuje prohodnost, a i pruža velike mogućnosti za orijentaciju u prostoru.

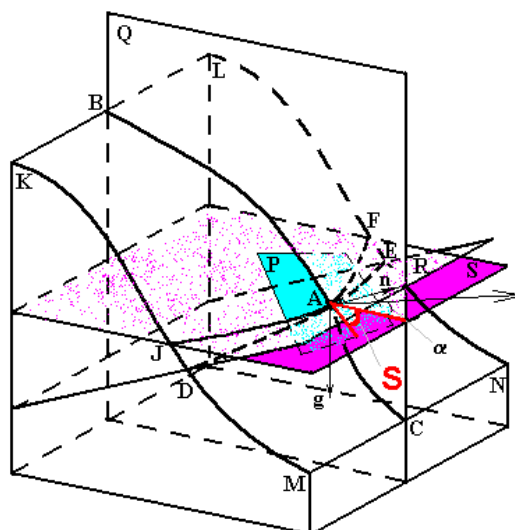
Topografski atributi ili geomorfološki parametri mogu se podeliti na primarne topografske attribute, koji se računaju direktno iz digitalnog modela terena (DMT), i složene ili sekundarne attribute, koji sadrže kombinaciju primarnih atributa. Kao primarni topografski parametri izdvajaju se veličine koje mogu karakterisati bilo koju dvodimenzionalnu površ i koji predstavljaju morfometrijske karakteristike reljefa nad kojim se sprovodi evaluacija, a to su [1]: nagib terena (engl: Slope) i ekspozicija (engl: Aspect).

Nagib terena

Nagib terena (S) predstavlja najznačajniji topografski parametar, s obzirom na to da je površ terena kompletno formirana od nagiba i nagibni uglovi kontrolišu gravitacione sile koje pokreću sve geomorfološke procese. Nagib terena definiše gradijent terena koji predstavlja vektor koji pokazuje pravac najvećeg rasta skalarne funkcije $z = f(x, y)$. On predstavlja magnitudu ovog vektora ili intenzitet promene visine u pravcu najveće kosine.

Nagib terena u nekoj tački definiše se kao ugao meren u vertikalnoj ravni koji zahvata tangencijalna ravan na površ terena u datoj tački sa horizontalnom ravni u istoj tački (slika 1).

$$S = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} = \sqrt{z_x^2 + z_y^2} \quad (1)$$



Slika 1 – Računanje ugla nagiba
Figure 1 – Slope calculation

Od nagiba terena, pored ostalog, zavisi brzina oticanja površinskih voda, zasićenost zemljišta vlagom i intenzitet geomorfoloških procesa.

Pri računanju nagiba terena treba imati u vidu sledeće važne napomene:

- DMT visoke rezolucije rezultira visokom tačnošću sračunatih nagiba terena;
- srednja vrednost i disperzija sračunatih nagiba opadaju sa povećanjem rastojanja (dimenzije gridne ćelije) DMT-a;

– uticaj rezolucije DMT-a očigledniji je duž karakterističnih zemljišnih oblika (doline, vododelnice, itd.);

– uticaj nesigurnosti DMT-a mnogo je veći na tačnost sračunatih nagiba nego na tačnost interpolovanih visina.

Određivanje ugla nagiba terena može se izvršiti na dva načina: klasičnim i savremenim načinom određivanja ugla nagiba terena.

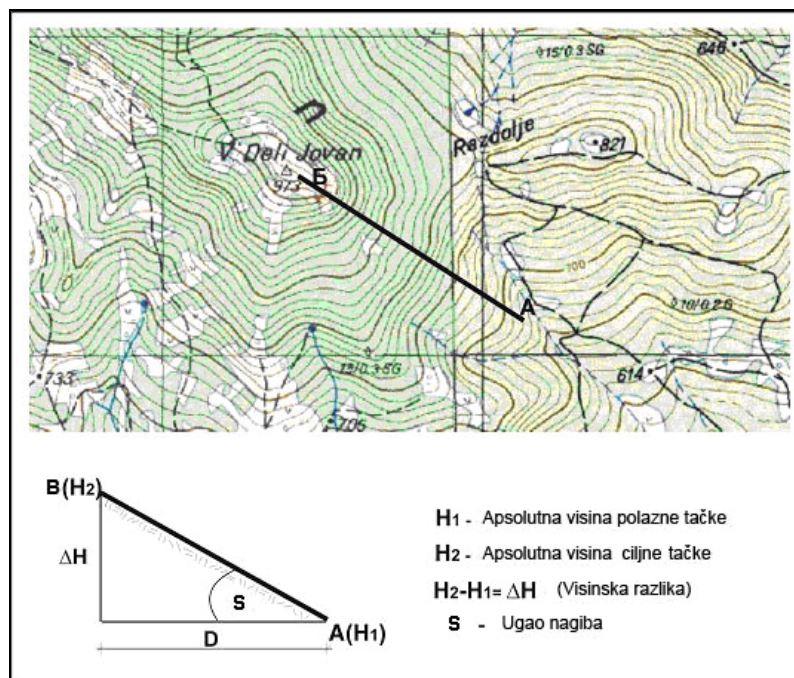
Pri klasičnom načinu određivanja ugla nagiba, uglom nagiba (S) smatra se vertikalni ugao pod kojim je zemljište nagnuto u određenom pravcu. Takođe, uglom nagiba može se smatrati vertikalni ugao koji bi zaklapao pravac od polazne tačke do ciljne tačke sa njihovim horizontalnim rastojanjem (slika 2).

Ugao nagiba u reljefu zemljišta može se odrediti klasičnom metodom na dva načina [2]:

a. grafički – konstrukcijom pravouglog trougla (slika 2), gde je potrebno poznavati sledeće veličine: D – pravolinijsko rastojanje na karti između tačaka A i B, i ΔH – visinsku razliku između tačaka, a zatim sa konstruisanog pravouglog trougla izmeriti oštar ugao S – ugao nagiba;

b. pomoću formule broj 2:

$$\operatorname{tg} S^{\circ} = \frac{\Delta H}{D} \quad (2)$$



Slika 2 – Ugao nagiba
Figure 2 – Slope

Pomenute načine određivanja ugla nagiba moguće je primeniti samo na pravcima na kojima je nagib zemljišta ujednačen. U suprotnom, nagib je potrebno određivati parcijalno (od tačaka gde se nagib drastično menja).

Formirani DMT može se predstaviti pomoću mreže nepravilnih trouglova (TIN – *Triangulated Irregular Network*) i u formi rastera (GRID) [3].

Savremeni način računanja ugla nagiba zasniva se na prethodno formiranom DMT sa odgovarajućom bazom podataka. Ukoliko se radi o DMT koji je formiran u obliku TIN-a ugao nagiba za neku lokaciju na površi određuje se tako što se proračunava ugao nagiba za svaki trougao u TIN-u. Kada se radi o gridu onda se vrši proračun za svaku ćeliju rastera. Kod TIN-a ugao nagiba predstavlja maksimalnu veličinu promene nagiba duž svakog trougla, dok kod grida postoji više načina računanja ugla nagiba na osnovu svake ćelije grida i njenih osam susednih ćelija. Kada vršimo određivanje nagiba terena pomoću grida ulaz predstavlja ulazni raster površi terena, dok kao rezultat dobijamo raster koji sadrži proračun nagiba svake ćelije ulaznog rastera. Pri proračunu ugla nagiba kod TIN-a računa se nagib nad svakim trouglom, a kao izlaz takođe se dobija raster. Manja vrednost sračunatog nagiba, bilo da se radi o TIN-u ili gridu, ukazuje na ravniji teren, a veća vrednost nagiba na strmiji teren [4].

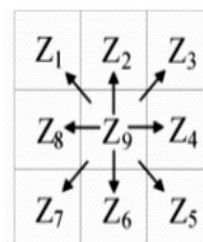
Ako je DMT formiran u obliku rastera (GRID-a) postoji više načina za računanje ugla nagiba, kao što su:

a) metod kraljice:

$$S = \sqrt{S_{e-w}^2 + S_{n-s}^2} \times 100$$

$$S_{e-w} = \frac{(z_3 + 2z_4 + z_5) - (z_1 + 2z_8 + z_7)}{8 \times d} \quad (3)$$

$$S_{n-s} = \frac{(z_1 + 2z_2 + z_3) - (z_7 + 2z_6 + z_5)}{8 \times d}$$



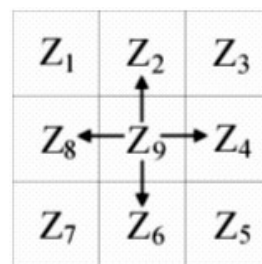
Slika 3 – Metod kraljice
Figure 3 – Queen's case

b) metod topa:

$$S = \sqrt{S_{e-w}^2 + S_{n-s}^2} \times 100 \quad (4)$$

$$S_{e-w} = \frac{z_4 - z_8}{2 \times d}$$

$$S_{n-s} = \frac{z_2 - z_6}{2 \times d}$$



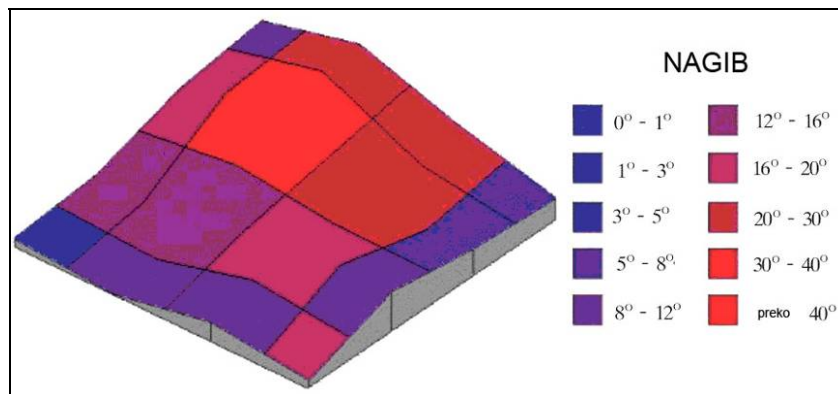
Slika 4 – Metod topa
Figure 4 – Rook's case

c) metod maksimalnog gradijenta:

$$S = \max \left(\frac{z_9 - z_i}{d_c} \right) \times 100 \quad (5)$$

gde su S – nagib terena, z_i – ćelija GRID-a i d – rezolucija GRID-a

Nagib terena može se izraziti u procentima i promilima. Ugao nagiba terena ima veliki značaj u određivanju predispozicija nekog prostora za odvijanje različitih procesa u prirodnoj sredini, a posebno je značajan za sprovođenje ljudskih aktivnosti. Radi lakše analize i sagledavanja potencijalnih mogućnosti za razvoj nekog geografskog prostora, izvršena je opšta klasifikacija terena u zavisnosti od nagiba (tabela 1 i slika 5)



Slika 5 – Nagib terena
Figure 5 – Slope

Tabela 1
Table 1

Opšta klasifikacija terena u zavisnosti od veličine ugla nagiba terena
General terrain classification subject to slope angular magnitude

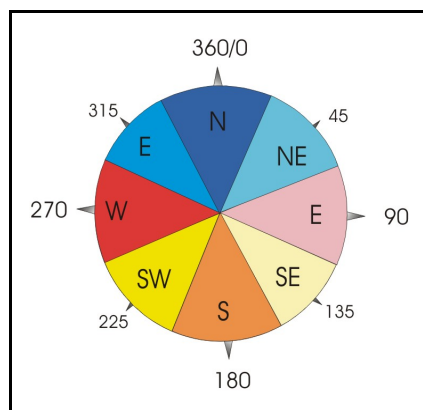
Ugao nagiba	Tip terena u zavisnosti od veličine ugla nagiba
do 1°	RAVAN TEREN
okt. 30	VRLO BLAGO NAGNUT TEREN
3–5°	BLAGO NAGNUT TEREN
5–8°	PRILIČNO NAGNUT TEREN
8–12°	ISKOŠEN TEREN
12–16°	VRLO ISKOŠEN TEREN
16–20°	UMERENO STRM TEREN
20–30°	SREDNJE STRM TEREN
30–40°	JAKO STRM TEREN
preko 40°	

Razvojem tehnologije omogućeno je da se pojedine ljudske delatnosti obavljaju i pod mnogo nepovoljnijim reljefnim uslovima. Ipak, nagib terena ostao je neizbežan prirodni elemenat koji ima veliki uticaj na razvoj poljoprivrede, naselja i turizma.

Ekspozicija terena

Ekspozicija (eng. aspect) terena predstavlja orijentaciju linije najvećeg nagiba za posmatranu tačku. Ona se definiše kao orijentacioni ugao (azimut) pravca najvećeg pada terena. Određuje se od pravca severa do pravca najvećeg pada terena, mereno u pravcu kretanja kazaljke na satu. Ovaj topografski parametar posebno je značajan u hidrologiji, ekološkom inženjerstvu i agronomiji. Aspekt praktično određuje pravac oticanja površinskih voda i vrlo je bitan pri izradi modela osunčanosti terena. On, takođe, utiče na sadržaj vlage u zemljištu, isparenja, kao i zastupljenost biljnih vrsta [7].

Ekspozicija terena danas je vrlo značajan prirodni faktor i njeno proučavanje u novije vreme sve više dobija na težini kada govorimo o evaluaciji morfometrijskih karakteristika terena. Ekspozicija terena predstavlja orijentaciju nagiba terena u odnosu na strane sveta. Ekspozicija se u DMT proračunava za svaki trougao u TIN-u ili za svaku ćeliju rastera kada se radi o gridu. Ekspozicija terena može imati vrednosti od 0° (pravac severa) do 360° (opet pravac severa), što se može videti na slici 6. Vrednost svake ćelije grida ekspozicije ukazuje na orijentaciju površi terena u zavisnosti od ugla nagiba. Ukoliko je teren ravan, to znači da je neekspozicioniran i za njegovu vrednost se uzima (-1) .



Slika 6 – Šablon za određivanje orijentacije nagiba terena
Figure 6 – Pattern for aspect determination

Na šablonu koji se nalazi na slici 6 može se videti da teren, na osnovu svog nagiba, može da bude orijentisan u sledećim pravcima: N, NE, E, SE, S, SW, W i NW. Značaj u određivanju ekspozicije terena ogleda se u sledećem:

- pronalaženju severnih strana planine sa povoljnim nagibima za izradu skijaških staza;
- proračunu količine sunčeve svetlosti za svaku lokaciju u posmatranom regionu kao delu studije koja se sprovodi o načinu i organizaciji života koji su uslovljeni Sunčevom energijom;
- pronalaženju terena koji su orijentisani ka jugu, posebno planinskih koji se identifikuju kao lokacije sa kojih će doći do prvog otapanja snega i mogućnosti stvaranja bujica razornog dejstva po čoveka i njegova naselja;
- identifikovanju oblasti sa ravnim terenom, koje bi mogle da posluže za sletanje aviona u hitnim slučajevima.

Klasifikacija terena na osnovu njegovog potencijala, u zavisnosti od ekspozicije, prikazana je u tabeli 2.

Tabela 2
Table 2

Ekspozicija terena
Terrain aspect

	EKSPOZICIJA TERENA			
	NAJPOVOLJNIJI	POVOLJNI	USLOVNO POVOLJNI	NEPOVOLJNI
POLJOPRIVREDA	neeksponirane S, SE, SW	E	W	N, NE, NW
NASELJAVANJE	S, SE, SW	Neeksponirane	W, E	N, NE, NW
ZIMSKI TURIZAM	N, NE, NW	E	W	S, SE, SW Neeksponirane

Analiza ugla nagiba i prohodnosti terena za potrebe oružanih snaga

Prohodnost terena je od izuzetnog značaja za uspešno izvođenje borbenih dejstava na određenom prostoru. Pored informacije o prohodnosti terena od velikog značaja je i brzina kojom se vrši analiza terena i određivanje ugla nagiba na osnovu kojeg se i zasniva ocena o prohodnosti terena. Do brze i precizne informacije o prohodnosti može se doći na

osnovu urađenog DMT-a i odgovarajuće baze podataka koja ga prati. Iz toga proizilazi značaj da svaka država poseduje DMT određene tačnosti.

Kada se govori o prohodnosti nekog terena prvenstveno se misli na razvijenost i kvalitet putne mreže na tom prostoru. Što je putna infrastruktura gušća i dobrog kvaliteta utoliko se odgovarajući zemljišni prostor smatra komunikativnijim, što znači da je samim tim i prohodniji. Međutim, kada se govori o prohodnosti određenog zemljišnog prostora treba imati u vidu da se njegova prohodnost ne ocenjuje samo na osnovu putne mreže, već i na osnovu mogućnosti da se po tom terenu vrši kretanje i van putne mreže. Na prohodnost nekog terena utiče više faktora, kao što su [2]:

- reljef zemljišta,
- vegetacioni pokrivač,
- vrste zemljišta,
- površinske vode,
- atmosferske prilike,
- godišnja doba i
- taktičko-tehničke karakteristike samih vozila.

Tabela 3
Table 3

Prohodnost vozila van puteva u zavisnosti od nagiba terena
Cross-country vehicle ground clearance subject to terrain slope

KATEGORIJE PROHODNOSTI ZA LJUDSTVO, TERENSKA I TERETNA VOZILA	PROSEČAN NAGIB (u stepenima)	KATEGORIJE PROHODNOSTI
Terenska i teretna vozila – točkaši sa prikolicom	0–5°	prohodno
	5–10°	ograničeno prohodno
Tenkovi, terenska i teretna vozila bez prikolice	10–20°	jako ograničeno prohodno
Tenkovi, vozila – točkaši sa dva pogonska mosta, vozila guseničari, tovarna grla sa lakim teretom	20–30°	
Samohodna oruđa do 35°, na kraćem odstojanju po ujednačenom nagibu u nekim slučajevima tenkovi i do 40°	30–40°	neprohodno
Za grupe vojnika, a u slučajevima kada je nagib veći od 45° moraju se pridržavati za rastinje i ispuste	40–60°	
Posebno obučeno ljudstvo sa specijalnom opremom	preko 60°	

Od svih navedenih činilaca reljef terena i vegetacioni pokrivač mogli bi se izdvojiti kao činioci koji imaju najveći uticaj na prohodnost terena. Ispresecanost reljefa, nagib terena, visinske razlike, gustina vegetacionog pokrivača i gustina komunikacijske mreže jesu osobine koje najviše utiču na prohodnost zemljišta [8].

Prohodnost vozila van puteva, u zavisnosti od nagiba terena, može se sagledati u tabeli 3. U drugoj koloni tabele nalaze se numeričke vrednosti kategorija, dok treća kolona prikazuje kategorije prohodnosti. Prohodnost u tabeli 3 odnosi se na kretanje po tvrdom i suvom tlu.

Pored informacije da neka vozila mogu savladati odgovarajući nagib na nekom terenu, za planiranje borbenih dejstava takođe je bitno i saznanje o brzini kojom se mogu savladati nagibi (tabela 4).

Tabela 4

Table 4

Brzina kretanja vozila na suvom i tvrdom terenu u zavisnosti od nagiba terena

Vehicle velocity on hard and dry ground subject to terrain slope

VRSTA VOZILA	Brzina kretanja (km/h) pri nagibu terena (u stepenima)			
	3–6°	6–10°	10–15°	15–20°
Kamioni	20–15 km/h	15–12 km/h	12–8 km/h	8–5 km/h
Tenkovi	15–12 km/h	12–10 km/h	10–6 km/h	6–4 km/h
Oklopni transporteri i tegljači guseničari	12–10 km/h	10–7 km/h	7–5 km/h	5–3 km/h
Ljudstvo	5 km/h	4 km/h	3,5 km/h	3 km/h

U tabeli 4 prikazana je prohodnost vozila na terenu koji je tvrd i suv. Međutim, prohodnost umnogome zavisi od klimatskih uslova i tehničkih karakteristika vozila. U tabeli 5 prikazana je prohodnost nekog terena za vozila, u zavisnosti od visine snežnog pokrivača i ugla nagiba.

Tabela 5

Table 5

Brzina kretanja vozila na snežnom pokrivaču u zavisnosti od nagiba terena

Vehicle velocity on snowy ground subject to terrain slope

Vrsta vozila ili oruđa	Nagib terena (u stepenima)	Debljina snežnog pokrivača koji se može savladati (cm)
Tenkovi	do 5	od 60 do 75 cm
	5–10	od 40 do 55 cm
	10–15	od 30 do 45 cm
	15–20	do 25 cm
Traktori i tegljači	do 5	od 50 do 60 cm
Kamioni	do 5	od 25 do 30 cm

U praktičnom delu rada urađena je karta prohodnosti za područje Avale, odnosno lista karte 1:25000 Smederevo 430-3-1. U procesu izrade karte prohodnosti korišćeni su algoritmi za računanje nagiba terena i ekspozicije reljefa softverskog paketa ArcGis 9.3 i SAGA GIS .

Analiza uticaja vegetacionog pokrivača na prohodnosti terena za potrebe oružanih snaga

Vegetacioni pokrivač, pored nagiba terena, predstavlja jedan od najznačajnijih činilaca pri analizi i određivanju prohodnosti određenog zemljišta van komunikacija. Veće šumske komplekse i voćnjake treba razvrstati prema kategorijama prohodnosti šuma na sledeći način [9]:

- prohodne šume i voćnjaci su prohodni na celoj svojoj površini ili se lako obilaze;

- ograničeno prohodne šume i voćnjaci imaju više prohodnih proplana, proseka i šumskih puteva;

- vrlo ograničeno prohodne šume i voćnjaci jesu kompleksi šuma i voćnjaka sa malim brojem proseka i puteva;

- neprohodne šume i voćnjaci.

Šumske komplekse i voćnjake na neprohodnom zemljištu nije potrebno posebno razmatrati jer spadaju u kategoriju neprohodnog zemljišta. Kao osnovni izvor podataka o stanju vegetacije na određenom zemljištu korišćeni su podaci dobijeni postupkom automatske klasifikacije i ekstrakcije podataka vegetacije sa satelitskih snimaka, koji su rađeni za potrebe dopune i ažuriranja topografske karte 1:25000 [10]. Urađena je automatska ekstrakcija vegetacionog pokrivača sa SPOT satelitskog snimka i analiza uticaja vegetacionog pokrivača na prohodnost terena, za područje Avale, odnosno lista karte 1:25000 Smederevo 430-3-1. U procesu klasifikacije i ekstrakcije vegetacije sa satelitskih snimaka primenjeni su brojni algoritmi dva osnovna tipa klasifikacije: automatske i poluautomatske klasifikacije.

Automatska klasifikacija

Automatski klasifikacioni proces (slika 7) razdvaja rasterske objekte zasnovane na statističkim grupisanjima spektralnih osobina određenih malom korisničkom intervencijom. Proces je dizajniran tako da radi sa rasterima koji predstavljaju multispektralne snimke. Multispektralni snimak obuhvata crveni, zeleni i plavi spektralni kanal skenirane kolor fotografije, ali se može sastojati od seta vidljivih i infracrvenih kanala kao kod landsat ili SPOT snimaka. Automatska klasifikacija dizajnirana je za upotrebu sa konvencionalnim multispektralnim snimcima, ali većina programskih paketa omogućava učitava-

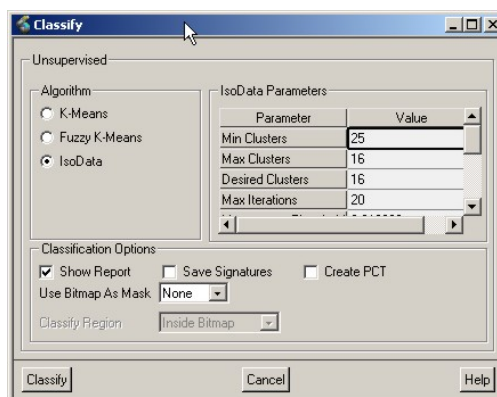
vanje neograničenog broja rasterskih objekata (kanala). Takođe, postoji mogućnost da se istovremeno u klasifikacione procese uključe rasterski podaci iz različitih senzora, kao što su landsat i radarski snimci.



Slika 7 – Jedan od oblika automatske klasifikacije zemljišta
Figure 7 – One of automatic soil classification views

Automatski klasifikacioni proces obezbeđuje nekoliko metoda za upoređivanje spektralnog rasporeda svih piksela i dodeljivanje piksela sa sličnim rasporedom istoj klasi. Proces automatski vrši kategorizaciju piksela snimka u spektralne klase koje su interpretacija specifičnog površinskog materijala ili odgovarajuće vrste Zemljinog pokrivača.

Kod ovog tipa klasifikacije nije potrebno nikakvo prethodno editovanje snimka, jer tu praktično nema subjektivnog uticaja na krajnji rezultat klasifikacije. Potrebno je zadati odgovarajuće parametre (ulazne kanale, broj klasa, broj iteracija, željeni procenat nepromenjenosti, tip klasifikacije (K-means, FuzzyK-means, ISODATA), kao što je prikazano na slici 8), posle čega je proces automatizovan korišćenjem odgovarajućih matematičkih algoritama [5].



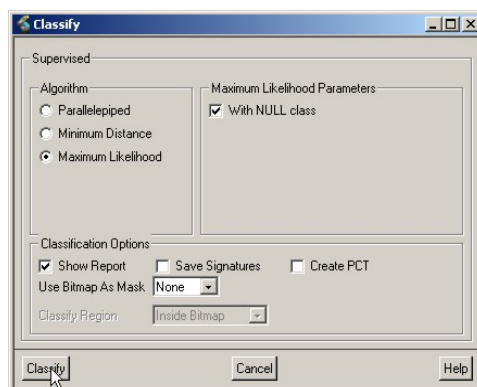
Slika 8 – Parametri i tip automatske klasifikacije
Figure 8 – Unsupervised classification algorithm

Poluautomatska klasifikacija

Poluautomatska klasifikacija podrazumeva izvršavanje zadatih instrukcija na osnovu formiranog „ključa“ za analizu multispektralnih snimaka. Izdvojena test-područja odlikuju se jedinstvenim spektralnim karakteristikama, što predstavlja osnov za izdvajanje tematskih kategorija, tj. klasa podataka sa istim osobinama. Drugi deo poluautomatske klasifikacije obavlja se kompjuterskom analizom vrednosti piksela izabranih klasa, primenom statističkih parametara, kao što su srednja vrednost, standardna devijacija i dr. Na taj način se procenjuje svaki piksel i pridružuje određenoj klasi na osnovu utvrđene sličnosti, saglasno prethodno formulisanim ključu klasifikacije. Nakon izvršene klasifikacije utvrđuje se kvalitet dobijenih rezultata. Ukoliko rezultati nisu prihvatljivi pristupa se popravkama koje obuhvataju ponovno i preciznije određivanje klasa.

Pri sprovođenju ovog postupka klasifikacije potreban je znatno veći uticaj interpretatora, kao i prethodno istraživanje područja (terensko iskustvo, podaci iz drugih izvora i dr.). Na početku ovog postupka potrebno je utvrditi uzorke i brojeve klasa koji se definišu, što se postiže odabiranjem test-uzorka. Interpretator treba da odabere piksel-uzorak, kao reprezentativni piksel za svaku klasu (test-training uzorci). Podaci o spektralnoj refleksiji određenih uzoraka (jedan uzorak po klasi) čine reprezentativni podatak za određenu klasu. Skup tih uzoraka poslužiće kasnije u računskoj klasifikaciji na celom snimku [5].

Posle utvrđivanja kvaliteta odabranih uzoraka prelazi se na sam proces klasifikacije biranjem jednog od nekoliko algoritama klasifikacije. Pri klasifikaciji se najčešće koriste algoritmi: „kutijski klasifikator“, minimalno rastojanje do grupe prosečnog klasifikatora i maksimalna verovatnoća klasifikatora (slika 9).



Slika 9 – Algoritmi poluautomatske klasifikacije
Figure 9 – Supervised classification algorithms

Tačnost klasifikacije

Tačnost klasifikacije vegetacionog pokrivača, s obzirom na terensko opažanje, definiše se vrednošću kapa koeficijenta $\kappa \in [-1, +1]$. Uopšteno, kapa koeficijent se smanjuje sa povećanjem broja klasa, tj. što se izaberu finije klase veća je mogućnost greške u klasifikaciji. Kapa koeficijent je $\kappa = 0$ za čisto podudaranje između dve ukupne slučajne klasifikacije i dostiže $\kappa = 1$ za kompletnu usaglašenost između klasifikacije i podataka. Tačnost klasifikacije vegetacije sa satelitskih snimaka najčešće se izražava u procentima i kreće se od 88,9% kod landsatovih TM snimaka do 96% kod SPOT i IKONOS multispektralnih snimaka. Dobijena tačnost klasifikovane vegetacije iznosi 94,4 %.

Test-područje i ulazni podaci

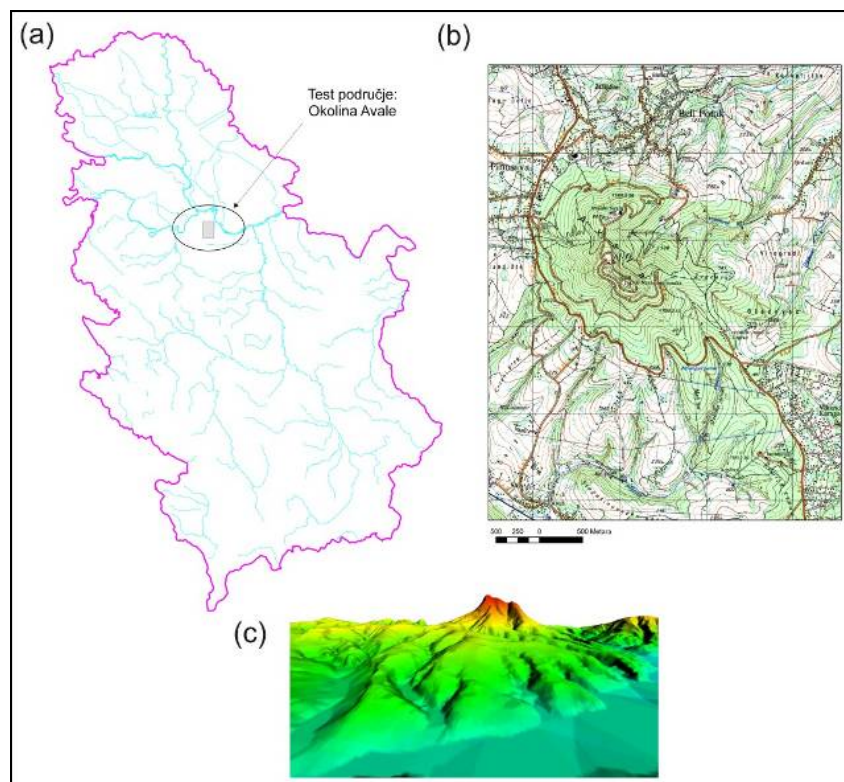
Test-područje obuhvata planinu Avalu, kao i predele južno i jugozapadno od Avale, na površini koju pokriva jedan list topografske karte razmere 1:25000 (TK25 nomenklatura: 430-3-1) izdanja Vojnogeografskog instituta (VGI). Kao osnovni podaci za generisanje DMT-a korišćeni su vektorski podaci reljefa koji se sastoji od vektorizovanog sadržaja reljefa TK25 (kote i izohipse). Vektorizovanim elementima sadržaja reljefa dodeljeni su podaci o njihovim visinama. U procesu generisanja DMT-a, osim ovih podataka, korišćeni su i podaci sadržani u Digitalnom katalogu trigonometrijskih tačaka, što je znatno doprinelo poboljšanju tačnosti generisanog DMT-a. Na slici 10 možemo videti test-područje Avale [6].

Kao osnovni izvor podataka, za ekstrakciju vegetacije korišćen je snimak satelitskog sistema za konstantno osmatranje SPOT 5 HRS (Systeme Pour l'Observation de la Terre). Ovaj sistem je opremljen sa dva senzora tipa HRS (High Resolution Stereoscopic – sistem visoke rezolucije u vidljivom i infracrvenom delu spektra sa mogućnošću stereoskopskog preklapanja dva susedna snimka) sa karakteristikama prikazanim u tabeli 6.

Tabela 6
Table 6

Karakteristike snimka SPOT 5
Characteristics of SPOT5 images

Kanal	Talasne dužine	Područje u spektru	Rezolucija
Panhromatski	0,48–0,71 μm	vidljivi deo spektra	2,5 ili 5 m
Kanal 1	0,50–0,59 μm	zeleno	10 m
Kanal 2	0,61–0,68 μm	crveno	10 m
Kanal 3	0,78–0,89 μm	blisko infracrveno	10 m
Kanal 4	1,58–1,75 μm	srednje infracrveno	20 m



Slika 10 – Test područje Avale: (a) Položaj u Republici Srbiji; (b) TK25; (c) Perspektivni prikaz test područja
 Figure 10 – Avala test area: (a) Location in the Republic of Serbia; (b) TM 1:25 000; (c) 3D view of the test area

Snimak zahvata sledeće područje:

Zahvaćeno područje
 Covered area of SPOT 5 image

Tabela 7
 Table 7

	Geografska širina	Geografska dužina
1	44° 37' 30 ''	20° 30 '
2	44° 37' 30 ''	20° 37 ' 30 ''
3	44° 45 '	20° 37 ' 30 ''
4	44° 45 '	20° 30 '

Površina koju zahvataju SPOT snimci iznosi $60 \times 60 \text{ km}^2$. Međutim, za klasifikaciju vegetacije korišćen je već pripremljen satelitski snimak isečen tačno da zahvata područje jednog lista topografske karte razmere 1:25000. U zavisnosti od potreba korisnika firma SPOT Image isporučuje već obrađene satelitske snimke na različitim nivoima (1A, 1V i 2A).

Snimak je isporučen na nivo 2A, što znači da je urađena prethodna obrada koja podrazumeva radiometrijsku korekciju snimka, georeferenciranje u UTM WGS 84 projekciju bez upotrebe kontrolnih tačaka i rektifikaciju snimka sa srednjom visinom scene. Pošto je rezolucija snimka 10 m, potrebno je uraditi što preciznije georeferenciranje, jer se svaka nepreciznost odražava na kasnijem položaju vektora granica kultura.

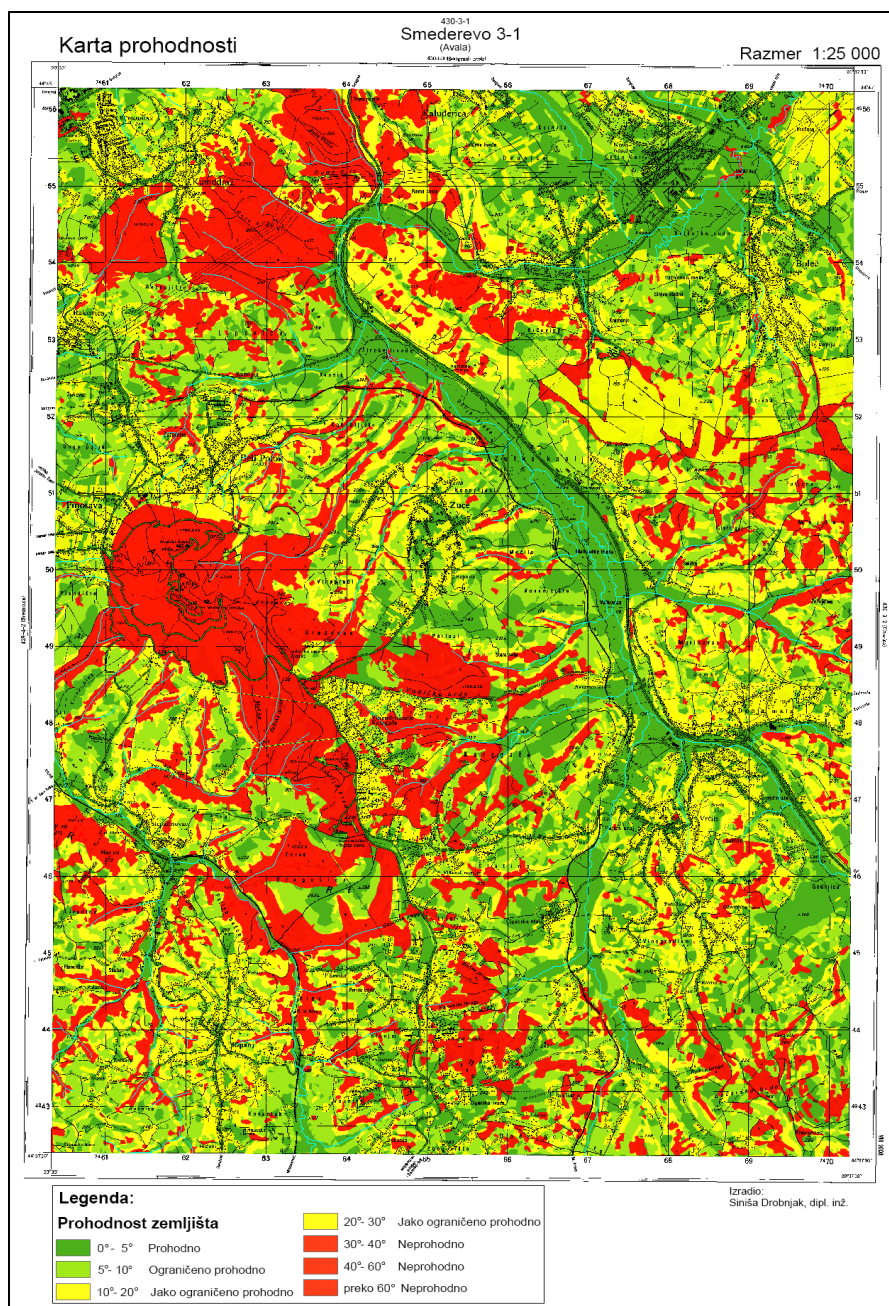
Konačni rezultati analize prohodnosti zemljišta prikazani su na karti prohodnosti terena (prilog 1).

Zaključak

U ovom radu sagledane su mogućnosti evaluacije morfometrijskih karakteristika terena, na osnovu formiranog DMT, radi izrade karte prohodnosti zemljišta test-područja. Posebna pažnja posvećena je prostornoj analizi podataka organizovanih u obliku DMT i njihovoj evaluaciji, primenom savremenih tehnologija i softvera. Sam rad ne treba posmatrati vezano za konkretni prostor, već kao metodološki postupak analize bilo kog prostora za civilne i vojne potrebe pri izradi karata tenkoprohodnosti. Formiranjem DMT-a pruža se mogućnost za neograničenim brojem kombinovanja različitih vrednosti morfometrijskih karakteristika radi analize i sintezne ocene za različite namene, pri čemu se dobijaju precizni podaci u kratkom roku.

Poseban značaj rada ogleda se u oceni morfometrijskih karakteristika za potrebe obaveštajne pripreme bojišta i formiranju preciznih karata prohodnosti za potrebe oružanih snaga. Takođe, treba istaći i jednu od najznačajnijih karakteristika ovako organizovanih podataka, a to je da se mogu lako kombinovati i sa drugim digitalnim podacima, kao što su geološke karte, karte podzemnih voda, hidrometeorološke karte i drugi.

Može se očekivati da će u bliskoj budućnosti primena prostorne analize i evaluacija prirodnih potencijala na ovaj način biti standardna procedura, jer će vremenom većina podataka biti prevedena u vektorski oblik, a i novi podaci o prostoru biće prikupljani u vektorskom obliku, pa neće biti potrebe za njihovim prevođenjem.



Literatura

- [1] Bajat, B.: Predavanja iz predmeta geomorfometrija, doktorske studije, Građevinski fakultet, Beograd, 2008.
- [2] Kostić, M.: „Digitalno modelovanje u prostornom planiranju – evaluacija morfometrijskih karakteristika“, Magistarski rad, Geografski fakultet, Beograd, 2007.
- [3] Borisov, M., Banković, R.: „*Digitalni model terena za razmeru 1:50 000*“. Vojnogeografski institut . Zbornik radova, Beograd, 2003.
- [4] Cvjetinović, Ž.: „*Razvoj metodologije i tehnoloških postupaka za formiranje modela terena za teritoriju države*“. Doktorska disertacija. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2005.
- [5] Drobnyak, S.: „Automatska ekstrakcija vegetacionog pokrivača sa satelitskih snimaka“, diplomski rad, Vojna akademija, Beograd, 2005.
- [6] Drobnyak, S., Banković R.: „*Primena simulacija u GIS analizama*“, Simpozijum o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS09, Ivanjica, 2009.
- [7] Đorđević, J.: „*Evaluacija morfometrijskih karakteristika na primeru slivova Jablanice i Veternice*“. Geografski institut “Jovan Cvijić”. Posebna izdanja, knjiga 47. Beograd, 1996.
- [8] Pavlović, M.: „*Regionalna vojna geografija i vojno - geografske karakteristike kopnenog prostora SRJ*“. Sektor za školstvo, obuku, naučnu i izdavačku delatnost, Vojna akademija Vojske Jugoslavije, Beograd, 1999.
- [9] „Uputstvo za izradu karte tenkoprohodnosti zemljišta teritorije SFRJ razmera 1:200000“, Vojnogeografski institut, Beograd, 1973.
- [10] Borisov, M.: Digitalna topografska karta 1:250000 – prema NATO standardima, Vojnotehnički glasnik br. 4/2007, str. 475-478, Beograd, 2007.

EVALUATION OF TERRAIN GEOMORPHOMETRIC CHARACTERISTICS FOR GROUND CLEARANCE CHARTS PRODUCTION

Summary:

Geomorphometric exploration applied in the military terrain analysis is based on the GIS methodology of spatial analyses and is related primarily to military terrain analyses. It includes relief assessment aiming at producing ground clearance charts for the analysis of terrain manoeuvrability and its deployment, cover and concealment possibilities. An evaluation analysis of geomorphological parameters was performed for the Avala test area using a few terrain parameters (visibility, terrain aspect and slope) as well as some terrain qualitative categories (e.g. vegetation density).

Terrain slope

Slope and aspect are morphometric terrain parameters that can be derived directly from the DTM using some GIS operations.

Slope is the first derivative of a surface and has both magnitude and direction. Slope is perhaps the most important aspect of the surface form, since surfaces are formed completely of slopes, and slope angles control the gravitational force available for geomorphic work. Mathematically, the tangent of the slope angle is the first derivative of altitude, and it is a tangent or percent slope as this surface parameter is generally referred to. Slope is defined at each point as the slope of a plane tangent to the surface at that point. In practice, however, slope is generally measured over a finite distance, especially when data are obtained from a contour map.

Terrain aspect

Aspect is also the first derivative of a surface and has both magnitude and direction. The term aspect is defined as the direction of the biggest slope vector on the tangent plane projected onto the horizontal plane. Aspect is the bearing (or azimuth) of the slope direction, and its angle ranges from 0 to 360°.

Analyses of terrain slope and ground clearance for military forces

The analysis of land assessment of the Avala test area included the definition of relief categories in relation to cover and concealment purposes with the aim to include the geomorphological basis into the standard military procedure OCOKA (Observation and fields of fires; Cover and concealment; Obstacles and movement; Key terrain; Avenues of approach). A few parameters of relief significantly influencing the possibilities for cover and concealment (visibility, slope and aspect) were included into the definition of the model of terrain spatial analysis. The morphometric data included in partial assessment categories were determined on the basis of the digital model relief analysis and by using GIS tools and given morphometric relief exploration methods.

Analysis of vegetation effects on ground clearance for military forces

Vegetation, in addition to terrain slope, presents one of the main factors in cross-country analyses and ground clearance assessments. In classification and extraction of vegetation from satellite images, numerous algorithms of two basic classification types, supervised and unsupervised classification, are applied.

Supervised classification requires the identification of cover types of interest by user. Samples of pixels are then selected, based on available ground real information to represent each cover type. These samples are called training areas. The selection of appropriate training areas is based on the analyst's familiarity with the geographical area and his knowledge of the actual surface cover types presented in the image. Thus, the analyst "supervises" the categorization of a set of specific classes.

Unsupervised classification basically reverses the supervised classification process. Spectral classes are grouped first, based solely on the numerical information in the data, and then they are matched by the analyst to information classes (if possible). Programs, called clustering algorithms, are used to determine the natural (statistical) groupings or structures in the data. The analyst usually specifies how many groups or clusters are to be looked for in the data. In addition to specifying the desired number of classes, the analyst may also specify parameters related to the separation distance among the clusters and the variation within each cluster. The result of this iterative clustering process may result in some clusters that the analyst will want to combine subsequently, or clusters that should be broken down further on – each of these requiring a further application of the clustering algorithm. Thus, unsupervised classification is not completely without human intervention.

Study area and THE used data

The Avala hill test area, located in the central part of the Republic of Serbia, has been mapped extensively over the years and several GIS layers are available at various scales. The study area corresponds with one sheet topographic map at a scale of 1:25 000 (TM25 430-3-1) produced in the Military Geographical Institute (MGI). The main geomorphometric features of the test area include hill summits and shoulders, eroded slopes of small valleys, valley bottoms, a large abandoned river channel, and the river terrace. The elevation of the area ranges from 70 m to 500 m with an average of 195.05 m and a standard deviation of 56.7 m.

The basic sources of information were the SPOT 5 image and the digital elevation model generated from the contour lines.

Key words: Geomorphometry, slope, aspect and ground clearance

Datum prijema članka: 28. 04. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 31. 05. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 01. 06. 2010.

STRUČNI ČLANCI

ANALIZA AKVIZICIJE SIGNALA U SOFTVERSKOM GPS PRIJEMNIKU

Sokolović S. *Vlada*, Vojna akademija,
Katedra logistike, Beograd

UDC: 007:527.621]:004

Sažetak:

U radu je prikazana kritička analiza toka obrade signala u softverski realizovanom GPS prijemniku, kao i kritičko poređenje različitih arhitektura za obradu signala u okviru GPS prijemnika. Najpre je prikazana osnovna struktura GPS signala, a zatim i model softverskog prijemnika. Na osnovu prikazanog modela realizovan je prijemnik u programskom paketu MATLAB u kojem su izvršene simulacije obrade signala. Radi uporednog prikaza karakteristika pojedinih metoda početne sinhronizacije (akvizicije) signala prikazane su arhitekture obrade signala pojedinih metoda za implementaciju u softverskom prijemniku. Posebno su analizirani i opisani metodi serijske, paralelne i akvizicije pomoću metoda ciklične konvolucije signala. Na osnovu izvršene analize i prikupljenih podataka predložen je najprihvatljiviji metod akvizicije za implementaciju u softverskom GPS prijemniku. Celokupna obrada signala izvršena je na signalu L1 i podacima prikupljenim pomoću ulaznog kola SE4110.

Ključne reči: GPS, akvizicija, obrada signala, softverski prijemnik.

Uvod

Razvoj prvih GPS (*Global Positioning System*) prijemnika zasnivao se na analognoj tehnologiji prijema i obrade signala. Savremena tehnologija omogućila je razvoj brzih mikroprocesora, što je pozitivno uticalo i na razvoj tehnologije izrade GPS prijemnika. Radi toga se neprekidno vrši analiza ponašanja i karakteristika GPS signala u raznim uslovima prostiranja elektromagnetnih talasa, kao i procesa akvizicije i praćenja signala sa satelita.

Povećanje fleksibilnosti i smanjenje cene GPS uređaja za komercijalnu upotrebu, uključujući i mobilne uređaje moguće je ostvariti primenom tehnologije softverskog radija (SDR, *Software Defined Radio*). Primenom SDR ostvaruje se mogućnost zamene pojedinih hardverskih komponenti u GPS prijemniku.

Obrada signala u okviru SDR realizuje se pomoću programabilnih DSP (*Digital Signal Processing*) ili FPGA (*Field Programmable Gate Array*) kola, što omogućava jednostavnu promenu algoritama digitalne obrade signala i jednostavnu promenu parametara prijemnika.

Osnovni cilj ovog rada je da se izvrši analiza početne sinhronizacije signala u softverski realizovanom GPS prijemniku. Na osnovu analize različitih metoda akvizicije izvršeno je poređenje rezultata akvizicije i predložen najprihvatljiviji metod za implementaciju u softverskom GPS prijemniku.

Analiza postupaka akvizicije izvršena je primenom stacionarnog prijemnika na signalu L1. Softverski GPS prijemnik, korišćen u ovom radu, realizovan je primenom programskog paketa MATLAB, u kojem je i simuliran tok obrade signala.

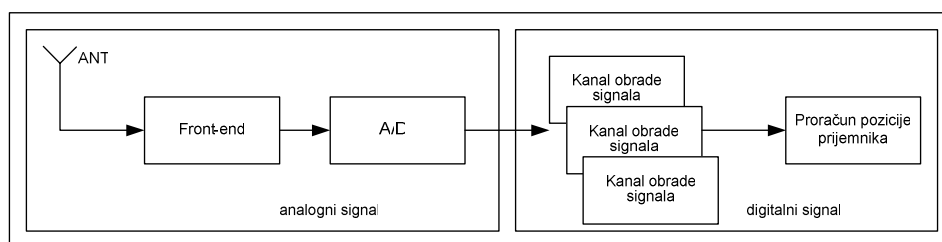
Osnovne karakteristike GPS signala

Satelit emituje GPS signal na dve učestanosti, L_1 (1575.42 MHz) i L_2 (1227.6 MHz), od kojih je učestanost L_1 primarna, a učestanost L_2 sekundarna, korišćenjem CDMA (*Code Division Multiple Access*). Signali L_1 i L_2 modulirani su signalima proširenog spektra, koji čine jedinstvena pseudoslučajna PRN (*PseudoRandom Noise*) [6] sekvenca i navigaciona poruka. Na taj način, primenom CDMA tehnike (tehnika izdvajanja signala sa kodnom raspodelom), moguće je izdvojiti i detektovati signal sa odgovarajućeg satelita. U toku praćenja jednog signala, sa satelita koji se nalazi u vidnom polju GPS prijemnika, pomoću CDMA tehnike, GPS prijemnik generiše PRN sekvencu satelita koji se prati, uzimajući u obzir Doplerov efekat [2].

Učestanost L_1 ($154 f_0$) modulirana je pomoću dva PRN koda: prosti/akvizicijski C/A (*Coarse/Acquisition*) kod i precizni kod, P-kod (*Precision code*). C/A kod namenjen je za početnu akviziciju signala i omogućava grubo određivanje pozicije GPS prijemnika. Precizni kod rezervisan je za institucije vlade SAD. Pored navedenih PRN kodova, modulacija signala L_1 vrši se i podacima koji predstavljaju navigacionu poruku. Signal učestanosti L_2 ($120 f_0$), u nekom vremenskom intervalu, može biti modulirana samo PRN P-kodom.

Model softverskog GPS prijemnika

Blok-šema softverskog GPS prijemnika prikazana je na slici 1. Prijemnik je realizovan kroz dva osnovna bloka. Blok u kojem se vrši obrada analognog signala i blok u kojem se vrši obrada digitalnog signala. Prvi blok realizuje se fizički i služi za prihvatanje signala sa satelita, filtriranje, spuštavanje signala na MF i konverziju u digitalni oblik. U drugom bloku vrši se akvizicija GPS signala, praćenje sinhronizacije, detekcija, dekodiranje i proračun pozicije prijemnika. Drugi blok realizuje se softverski.

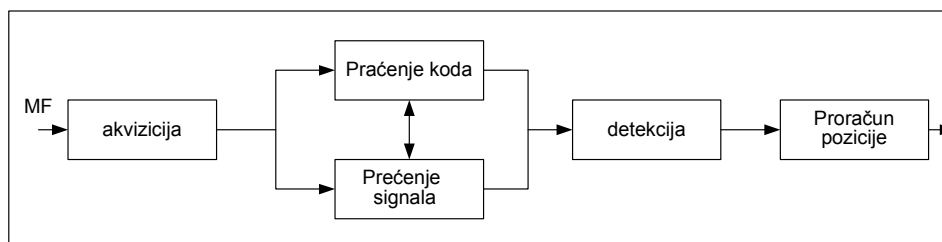


Slika 1 – Blok-šema softverskog prijemnika

U radu je korišćeno ulazno kolo SE4110, izrađeno u ASIC tehnologiji, pomoć kojeg su prikupljeni podaci za obradu.

Akvizicija GPS signala

Nakon ulaznog kola, gde se signal digitalizuje, sledi softverska obrada signala. Blok-šema softverskog dela prijemnika prikazana je na slici 2.



Slika 2 – Blok-šema obrade signala u softverskom delu prijemnika

Radi detekcije navigacionih podataka prijemnik mora najpre da obezbedi detekciju prisustva GPS signala. Kada se ustanovi prisustvo signala procesom akvizicije neophodno je odrediti učestanost nosioca i Doplerovu učestanost (f_d), kao parametre neophodne za dalji proces obrade signala.

Promenljiva vrednost učestanosti nosioca posledica je kretanja prijemnika i satelita. Brzina kretanja satelita iznosi oko 929 m/s i glavni je uzročnik nastajanja Doplerovog pomeraja učestanosti nosioca [2]. Za signal na učestanosti L1, f_d izračunava se prema sledećoj jednačini:

$$f_d = \frac{f_{L1} v_s}{c} = \frac{1575.42 \cdot 929}{3 \cdot 10^8} \approx 4.9 \text{ KHz} \quad (1)$$

gde su v_s – brzina kretanja satelita, c – brzina svetlosti.

Na osnovu prethodne jednačine za stacionarne prijemnike opseg pretraživanja f_d uzima se u granicama ± 5 kHz. Ukoliko se prijemnik nalazi na avionu tada se opseg pretraživanja kreće u granicama ± 10 kHz, jer brzina kretanja aviona ima znatan uticaj na učestanost signala. Na ulaz bloka akvizicije dovodi se signal nakon A/D konverzije u ulaznom kolu, na MF učestanosti, pri čemu sadrži signale sa više satelita. Svi ti signali modulirani su različitim C/A kodom, pri čemu je početak svakog bloka C/A koda različit, kao i f_d nosioca u svakom od signala. Zadatak bloka akvizicije jeste da prepozna signal sa svakog od satelita, odredi početak sekvence C/A koda, utvrdi učestanost nosioca i fazu C/A koda.

Demodulacijom signala nastaje BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) modulisan signal kojem je relativno lako odrediti učestanost. Ova dva podatka, učestanost i početak sekvence C/A koda, prosleđuju se u blok sinhronizacije signala kao početni elementi podešavanja kola sinhronizacije.

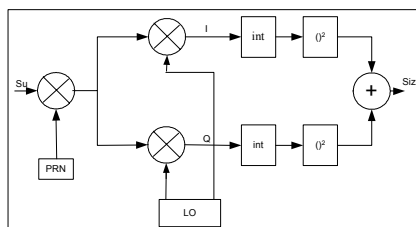
U softverskom prijemniku akvizicija se vrši na bloku podataka. Trajanje bita navigacionih podataka iznosi 20 ms ili 20 perioda C/A koda [5]. Zato maksimalni blok podataka treba da iznosi 10 ms. U 20 ms moguće je da samo jednom nastane promena faze bita navigacionih podataka, odnosno promena faze signala. Ukoliko se uzme kao blok podataka od 10 ms moguće je da promena faze nastane samo jednom, ali sigurno neće nastati i u sledećih 10 ms. U ovom periodu od 10 ms, ukoliko nastane promena faze signala, proširenje spektra signala nije veliko. Recimo da promena faze nastane u 5 ms tada je širina spektra signala $(2/5 \cdot 10^{-3}) = 400$ Hz. Ovakav pik može biti detektovan, odnosno početak sekvence C/A koda određen.

Ograničenje dužine bloka podataka zbog posledica Doplerovog efekta na C/A kodu ima znatno manji uticaj u odnosu na prethodni slučaj. Ukoliko je, recimo, maksimalna korelacija usklađenih C/A kodova jednaka 1, tada je korelacioni pik jednak 0,5 za C/A kodove pomerene za $\frac{1}{2}$. To odgovara oko 6 dB nižoj vrednosti korelacionog pika. Ukoliko je maksimalno neslaganje C/A sekvenci $\frac{1}{2}$ čipa tada je maksimalni f_d za učestanost čipova C/A koda jednak 6,4 Hz. U vremenskom domenu to iznosi $(1/2 \cdot 6,4) = 78$ ms. Ovo vremensko ograničenje mnogo je duže od 10 ms, te je zbog toga 10 ms uzeto kao blok obrade podataka [5].

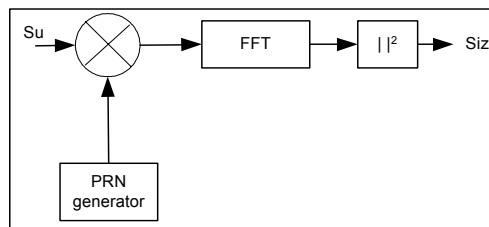
U radu su analizirani sledeći metodi akvizicije, odnosno pretraživanja signala: serijsko pretraživanje, paralelno pretraživanje i ciklična konvolucija. Cilj teorijske analize pojedinih metoda jeste da omogući izbor najprihvatljivijeg metoda u realizaciji softverskog GPS prijemnika.

Serijsko i paralelno pretraživanje signala

Jedan od metoda realizacije bloka akvizicije jeste putem serijskog pretraživača čija je blok-šema prikazana na slici 4. Serijska akvizicija je prva metoda korišćena u akviziciji CDMA tehnika prenosa signala. Ovaj metod još uvek ima primenu u pojedinim hardverskim prijemnicima. Na slici 5 prikazana je blok-šema paralelnog pretraživanja.



Slika 3 – Blok šema serijskog pretraživača signala



Slika 4 – Blok-šema paralelnog pretraživača signala

Kao što je prikazano na slici 3, ulazni signal množi se PRN sekvencom. Generator PRN sekvence ima mogućnost promene faze od 1 do 1023 čipa. Nakon množenja PRN sekvencom množi se sa lokalno generisanom replikom signala nosioca. Nakon toga nastaju dva signala I i Q, fazno pomereni za $\pi/2$.

U slučaju potpune sinhronizacije celokupna energija signala nalazi se u okviru I komponente. Realno to nije slučaj zato što se faza ulaznog signala ne zna unapred. Iz tog razloga neophodno je vršiti pretraživanje u obe grane. U procesu korelacije koji sledi vrši se ispitivanje sinhronizacije signala iz lokalnog oscilatora LO sa ulaznim signalom. Kada korelacioni pik pređe određeni prag smatra se da je postignuta sinhronizacija signala, tj. da je detektovano prisustvo signala za određenu PRN, nakon čega se signal dalje odvodi u blok praćenja sinhronizacije, sa svim izmerenim parametrima.

Algoritam serijskog pretraživanja odvija se u dva pravca: prebrisavanje učestanosti oko $MF \pm 10$ kHz sa korakom od 500 Hz i pretraživanje faze čipa od ukupno 1023. Ukupan broj kombinacija izračunava se na osnovu jednačine (2) [4].

$$1023(2 \frac{10000}{500} + 1) = 1023 * 41 = 41943 - \text{kombinacija} \quad (2)$$

Na osnovu prikazane jednačine izračunava se broj koraka operacija koje prijemnik treba da uradi radi ispitivanja prisutnosti signala sa svih satelita. Očigledno je da je to veoma veliki broj kombinacija, što predstavlja i osnovni nedostatak ovakvog načina pretraživanja.

S obzirom na to da serijsko pretraživanje zahteva dugo vreme pretrage pristupa se nekim drugim metodama akvizicije signala. Ukoliko bi bilo moguće izdvojiti bilo koji parametar, učestanost ili fazu, i implementirati u proces paralelnog pretraživanja, proces akvizicije bio bi znatno ubrzan [2,4].

Metod paralelnog pretraživanja, prikazan na slici 4, zasniva se na Furijerovoj transformaciji ulaznog signala iz vremenskog u domen učestanosti. Ulazni signal dolazi do množača gde se množi sa replikom iz PRN generatora koji ima mogućnost promene faze sekvence u rasponu od 1 do 1023, za sve moguće signale paralelno.

Nakon toga vrši se Furijerova transformacija signala. Spektar ovog signala nalazi se oko centralne MF učestanosti nosioca. Ukoliko faze signala nisu usklađene spektar ovog signala pomeren je u odnosu na centralnu MF učestanost nosioca.

Analizom 1 ms signala ukupan broj odbiraka nalazi se kao 1/1000 od učestanosti odabiranja. Ukoliko je učestanost odabiranja $f_s = 10 \text{ MHz}$ onda je broj odbiraka $N = 10000$. Za diskretnu Furijerovu transformaciju dužine 10 000, prvih $N/2$ odbiraka predstavlja učestanosti od 0 do $f_s/2$. Rezolucija učestanosti izračunava se prema jednačini (3):

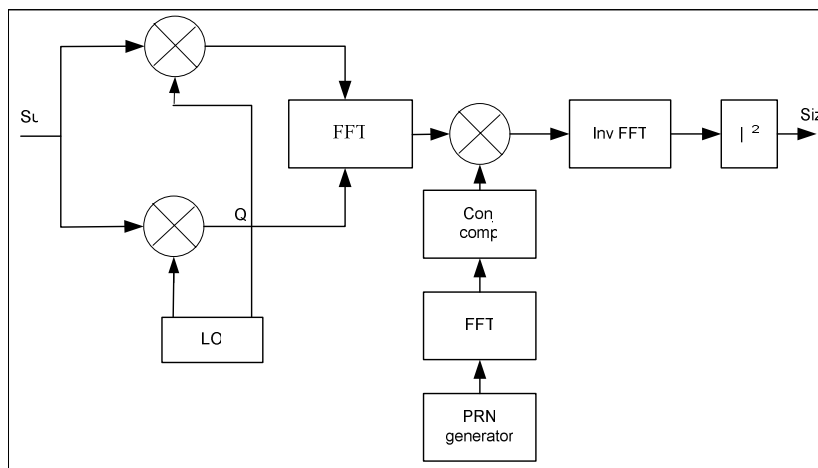
$$\Delta f = \frac{f_s / 2}{N / 2} = \frac{f_s}{N} = \frac{10 \text{ MHz}}{10000} = 1 \text{ kHz} \quad (3)$$

Za razliku od metode serijskog pretraživanja, gde je rezolucija 500 kHz, u ovoj metodi pretraživanje rezolucijom od 1 kHz je znatno brže. U metodi serijskog pretraživanja, gde se vrši pretraživanje i po fazi koda i učestanosti nosioca, u paralelnom pretraživanju vrši se pretraživanje ili po učestanosti ili fazi koda. Pretraživanje signala po učestanosti, na osnovu jednačine (2), pokazuje da je broj koraka jednovremenog pretraživanja svih signala jednak 1023. To pokazuje da je znatno brži od serijskog pretraživača. Posledica toga je transformacija signala iz vremenskog u domen učestanosti, pri čemu nastaju gubici od 1,1 dB. Ukupno vreme obrade iznosi 10 ms [4,5].

Ciklična konvolucija

Ukoliko signal prođe kroz linearni i vremenski invarijantni sistem izlazni signal može se izračunati u vremenskom domenu konvolucijom ili u domenu učestanosti korelacijom. U daljem tekstu objašnjen je metod ciklične korelacije kroz Furijerovu transformaciju [1,8].

Na slici 5 prikazana je blok-šema paralelnog pretraživača faze koda u kojem je realizovana ciklična korelacija. Ulazni signal u blok pretraživanja množi se sa lokalno generisanim signalom, nakon čega nastaju I i Q signal u fazi i kvadraturi. Ova dva signala kombinuju se na ulazu u blok DFT i čine kompleksni signal $x(n) = I(n) + jQ(n)$.



Slika 5 – Blok-šema paralelnog pretraživanja faze koda [4]

DFT ovog signala množi se konjugovanom DFT lokalno generisane PRN sekvence. Njihov proizvod prevodi se u vremenski domen u bloku IFFT. Apsolutna vrednost signala na izlazu predstavlja korelaciju ulaznog signala i PRN sekvence. Ukoliko je na izlazu prisutan korelacioni pik, njegov indeks označava fazu ulaznog signala.

Na slici 6 prikazan je proces dvodimenzionalnog pretraživanja signala po učestanosti i fazi koda. Celokupan opseg pretraživanja podeljen je na ćelije, tako da svaka ćelija predstavlja određeni PRN kod za odgovarajući f_d ofset. Signal nastao korelacijom dovodi se na detektor sa unapred postavljenim pragom odlučivanja radi donošenja odluke o prisustvu signala. Ukoliko je korelacija uspešna nastavlja se dalji proces obrade. Obrada signala vrši se istovremeno za signale sa svih satelita. Faza koda pretražuje se u inkrementima od $\frac{1}{2}$ čipa, a pretraživanje učestanosti nosioca zavisi od rezolucije odabiranja signala, jer prijemnik daje korelaciju za svaki odbirak.

Prilikom pretrage svake ćelije formira se anvelopa $\sqrt{I^2 + Q^2}$ koja se poredi sa pragom detekcije u detektoru. Ukoliko signal prebacuje prag odlučivanja odvodi se u blok praćenja. Prag detekcije ujedno predstavlja i nivo šuma i postavlja se na osnovu spektralne gustine snage šuma i dozvoljene verovatnoće greške. Ukupno vreme obrade iznosi 1 ms [5], koliko je i trajanje jedne sekvence C/A koda.

Precizno određivanje učestanosti signala nosioca

Kada je C/A kod detektovan i odstranjen iz signala ostaje BPSK modulisan signal. Neka je najveća komponenta u spektru signala amplitude $X_m(k)$ u trenutku m u okviru 1 ms signala, a k učestanost te komponente. Faza ovog signala nalazi se uz pomoć DFT iz jednačine koja sledi.

$$\theta_m(k) = \tan^{-1} \left(\frac{I_m(X_m(k))}{R_e(X_m(k))} \right) \quad (4)$$

Neka se u kratkom trenutku n , nakon trenutka m , pojavi još jedan korelacioni pik, tako da se učestanost u kratkom intervalu relativno neće promeniti. Tada je faza ove komponente prikazana sledećom jednačinom:

$$\theta_n(k) = \tan^{-1} \left(\frac{I_n(X_n(k))}{R_e(X_n(k))} \right) \quad (5)$$

Ove dve faze signala iskorišćene su za fino određivanje učestanosti signala pomoću jednačine (6).

$$f = \frac{\theta_n(k) - \theta_m(k)}{2\pi(n - m)} \quad (6)$$

Ova jednačina omogućuje mnogo bolje podešavanje učestanosti signala nego u slučaju DFT. Radi zadržavanja učestanosti signala nosioca na konstantan nivo između ove dve komponente u trenucima n i m , fazna razlika $\theta_n - \theta_m$ mora biti manja od $2\pi/5$ [5,7]. Vremenski opseg konstantne učestanosti za maksimalnu faznu razliku od 2π iznosi $1/(n-m)$. Neka je amplituda odbirka u k -tom trenutku $X(k)$ nešto veća od $X(k-1)$. Razlika u učestanosti ova dva signala može biti maksimalno 500 Hz [4,5]. Međutim, neka su učestanosti signala $X(k)$ i $X(k-1)$ međusobno bliže i veće od učestanosti signala $X(k+1)$. Pri određivanju precizne učestanosti, faza signala može biti između $X(k-1)$ i $X(k)$ ili $X(k)$ i $X(k+1)$.

Poređenje metoda akvizicije

Sinhronizacija PSS u praksi je veoma složen problem, jer su korišćene dugačke sekvence, odnos (S/N) na ulazu u prijemnik je nizak, a često je potrebno izvršiti sinhronizaciju u prisustvu interferirajućeg signala. Osnovni parametar za poređenje različitih postupaka sinhronizacije je srednje vreme sinhronizacije. Konvencionalno, smatra se da je sistem za ostvarivanje početne sinhronizacije optimalan ako se sinhronizacija ostvaruje sa zadatom verovatnoćom u što kraćem vremenu.

Tabela 1

Vreme početne sinhronizacije u zavisnosti od primenjene metode obrade

Primenjena metoda	Vreme izvršenja (ms)	Broj operacija
Serijsko pretraživanje	87	41943
Paralelno pretraživanje	10	1023
Ciklična konvolucija	1	41

Poređenjem svih metoda pretraživanja ciklična konvolucija (paralelno pretraživanje faze koda) svodi se na pretraživanje opsega od $41 f_d$ učestanosti sekvence u najkraćem vremenu izvršenja svih operacija. Ovom metodom postiže se i znatno bolja rezolucija učestanosti i faze koda, jer daje korelaciju svakog odbirka. Iz tabele 1 vidi se da je primenom metode ciklične konvolucije potrebno izvršiti najmanji broj operacija za ispitivanje svih kombinacija pretraživanja signala. Na taj način ovaj metod je najprihvatljiviji za realizaciju akvizicije u softverskom GPS prijemniku. Primena serijskog pretraživanja u softverskoj realizaciji zahtevala bi veći broj memorijskih lokacija za smeštanje podataka pri akviziciji za razliku od metoda paralelnog pretraživanja ili ciklične konvolucije.

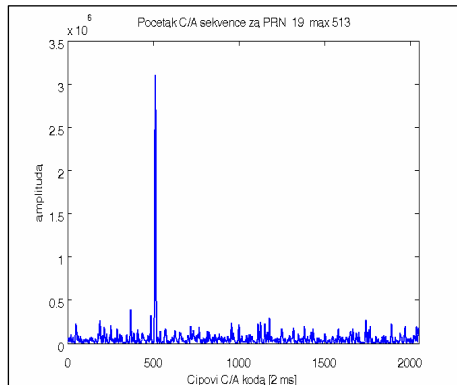
Radi sagledavanja toka obrade signala i dobijenih rezultata pomoću metode ciklične konvolucije, u tabeli 2 prikazani su rezultati merenja na osnovu signala snimljenih 31. 10. 2008. godine u 19.00 časova. Prikazano je 7 detektovanih signala i vrednosti izmerene faze i MF učestanosti nosioca. U drugoj koloni prikazana je PRN sekvenca sa određenog satelita. Za svaki signal određena je Doplerova učestanost i ofset koda izražen u čipovima.

Tabela 2

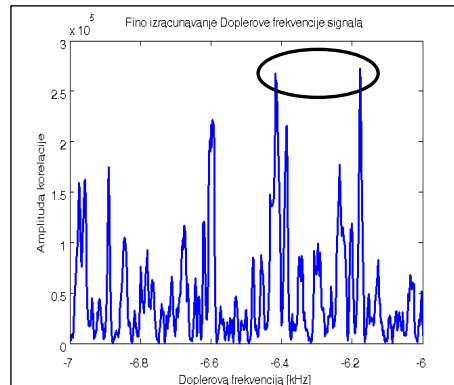
Signali sa satelita prisutni na ulazu u prijemnik, detektovani u procesu akvizicije

Kanal	PRN	MF (Hz)	Doplerov ofset (Hz)	Ofset koda (čip)
1	19	3.84068e+004	7	513
2	14	4.02487e+004	1849	3063
3	11	4.19736e+004	3574	1488
4	22	3.66820e+004	-1718	4701
5	32	4.19033e+004	3503	4990
6	3	3.61513e+004	-2249	2114
7	6	3.60108e+004	-2389	344

Na slici 6 prikazana je korelacija merenog signala i lokalno generisane replike za PRN 19 iz tabele 2. Pored utvrđivanja koji je PRN u pitanju, u ovom slučaju PRN 19, potrebno je odrediti i početak C/A sekvence.



Slika 6 – Korrelacija ulaznog signala i lokalne replike

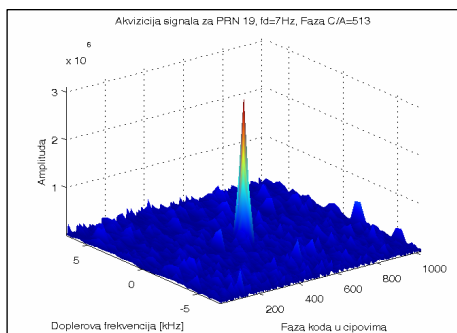


Slika 7 – Precizno određivanje učestanosti signala nosioca

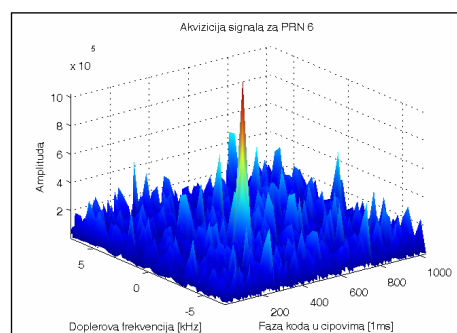
Na slici 6 maksimum korelacije postiže se na 513. čipu, što označava početak C/A sekvence. Pored toga, treba utvrditi fazu koda i učestanost signala nosioca. Učestanost signala ispitivana je u opsegu ± 7 kHz oko centralne MF signala, sa koracima od 500 Hz zbog uticaja Doplerovog efekta. Međutim, to je gruba rezolucija.

Na slici 7, na primeru signala PRN 6 iz tabele 2, prikazan je postupak preciznog određivanja učestanosti nosioca. Gruba rezolucija od 500 Hz propustiće prisustvo signala između -6 kHz, odnosno -6.5 kHz.

Na slici 7 vide se dve jake amplitude signala između ove dve učestanosti. Poređenjem njihovih faza i amplituda utvrđuje se precizna učestanost signala nosioca na osnovu jednačine (6).



Slika 8 – Detekcija signala za PRN 19



Slika 9 – Rezultat akvizicije za prag detekcije 2.5

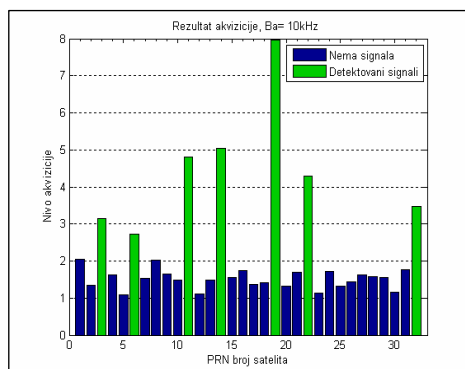
Na slici 8 prikazan je detektovani signal za PRN 19. Pik pokazuje položaj detektovanog signala u celokupnom opsegu pretraživanja. Mere-

nja pokazuju da f_d iznosi 7 Hz, a faza C/A koda 513 čipa. S obzirom na to da za stacionarne prijemnike f_d ne prelazi 5 kHz, maksimalni opseg pretraživanja postavljen je na $MF \pm 5$ kHz. Sa slike 8 se vidi da je signal relativno jak u odnosu na prisutni šum, jer su bočni lobovi mnogo ispod maksimalnog pika.

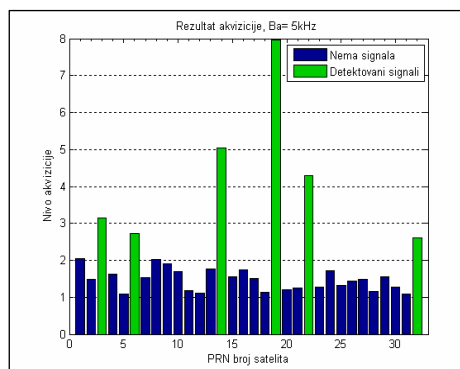
Na slici 9 prikazan je detektovani signal za PRN 6. S obzirom na to da je amplituda detektovanog signala mnogo manja u odnosu na PRN19, cilj je da se pokaže kako izgleda akvizicija signala sa manjim odnosom S/N. Na slici 9 prikazani su visoki bočni lobovi nastali procesom korelacije kao posledica šuma. Izmerena Doplerova učestanost ovog signala iznosi -2249 Hz, a faza koda 344 čipa.

Postavljanje praga detekcije ima bitnu ulogu pri donošenju odluke o detekciji signala. Pri ispitivanju relativno slabih signala moguća je pojava lažnog alarma zbog čega je bitno postaviti odgovarajući prag odlučivanja. Prag detekcije postavlja se na osnovu srednje snage šuma i verovatnoće lažnog alarma.

Na slikama 10 i 11 prikazani su detektovani signali u procesu pretraživanja. Rezultati merenja detektovanih signala prikazani su u tabeli 2. Na pomenutim slikama vidi se da u zavisnosti od opsega pretraživanja Doplerovih učestanosti, u kojima se vrši pretraživanje signala, neki signali mogu biti detektovani, a neki ne.

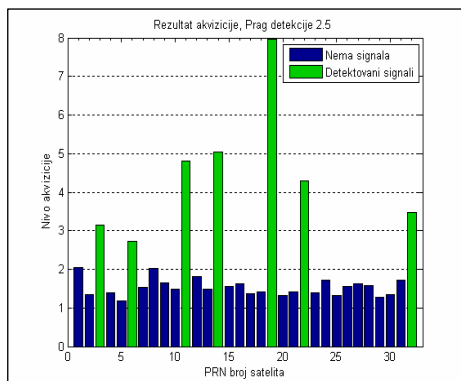


Slika 10 – Rezultat pretraživanja signala u opsegu pretraživanja $MF \pm 5$ kHz

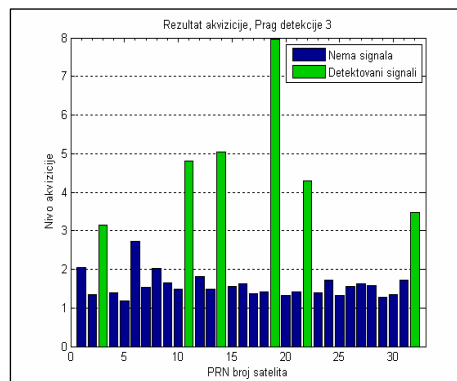


Slika 11 – Rezultat pretraživanja signala u opsegu pretraživanja $MF \pm 2.5$ kHz

Na slici 11 prikazan je rezultat za opseg pretraživanja $MF \pm 2.5$ kHz. Za razliku rezultata na slici 10, gde je opseg pretraživanja signala $MF \pm 5$ kHz, vidi se da signal sa satelita PRN11 nije detektovan, jer f_d za PRN11 iznosi 3574 Hz. S obzirom na to da za stacionarne prijemnike f_d ne prelazi 5 kHz, maksimalni opseg pretraživanja postavljen je na $MF \pm 5$ kHz.



Slika 12 – Rezultat akvizicije za prag detekcije 2.5



Slika 13 – Rezultat akvizicije za prag detekcije 3

Na slici 12 i slici 13 prikazani su rezultati akvizicije za različite pragove detekcije. U prethodnim analizama prag detekcije bio je postavljen na 2.5 [4,7]. Na slici 12 prikazani su rezultati akvizicije za prag detekcije 2.5.

Na slici 13 prikazan je rezultat akvizicije za signal sa pragom detekcije 3. Tom prilikom nema detekcije signala za PRN 6, jer nivo signala ne prelazi zadati prag odlučivanja.

Prag detekcije ne sme se preterano smanjivati jer može doći pojave lažnog alarma, tj. biće detektovan nepostojeći signal. U tabeli 3 prikazani su rezultati pretraživanja i početne sinhronizacije, akvizicije, kada je prag detekcije 2. Za razliku od slučaja kada je prag detekcije 2.5, sada je detektovano prisustvo još dva signala. Detektovani signali za PRN1 i PRN8 prikazani su u tabeli 3, pod rednim brojem 8 i 9. U ovim signalima, zbog relativno male srednje snage signala, izražen je uticaj šuma, te iz njih ne mogu biti detektovani navigacioni podaci. Na ovom primeru pokazan je značaj pravilnog postavljanja praga detekcije. Najpogodnije rešenje jeste postavljanje adaptivnog praga detekcije signala.

Tabela 3

Rezultati akvizicije signala za prag detekcije 2

Kanal	PRN	MF	Doplerov ofset (Hz)	Ofset koda (čip)
1	19	3.84068e+004	7	513
2	14	4.02487e+004	1849	3063
3	11	4.19736e+004	3574	1488
4	22	3.66820e+004	-1718	4701
5	32	4.19033e+004	3503	4990
6	3	3.61513e+004	-2249	2114
7	6	3.60108e+004	-2389	344
8	1	7.59395e+003	-45994	3378
9	8	9.65439e+003	-48054	3950

Zaključak

Dve osnovne komponente prijemnika, realizovanog primenom SDR tehnologija, jesu ulazno kolo i softver za obradu signala. Drugi deo GPS prijemnika predstavlja softver za digitalnu obradu signala. Različiti algoritmi za realizaciju akvizicije i praćenja GPS signala pokazuju fleksibilnost softverskog prijemnika u pogledu obrade signala radi određivanja najprihvatljivijeg rešenja, uz uslov što preciznijeg određivanja pozicije prijemnika.

Kao najpogodniji metod za realizaciju akvizicije određen je metod sa primenom ciklične konvolucije zbog mogućnosti preciznog merenja učestanosti signala i kratkog vremena obrade. Metodom ciklične konvolucije postiže se dobra rezolucija merenja učestanosti signala, jer se dobija korelacija za pomeraj u vremenu trajanja jednog perioda odabiranja signala.

Ukoliko je učestanost odabiranja 8.184 MHz onda postoji 8000 različitih faza signala. Na taj način preciznost određivanja faze koda znatno se povećava u odnosu na metod serijskog ili paralelnog pretraživanja.

Dodatnu prednost metode ciklične konvolucije u procesu akvizicije predstavlja brzina obrade signala, pošto se u ovom slučaju lokalna replika signala generiše samo jednom, a zatim se izračunava korelacija sa promenljivim ulaznim signalom.

Preciznost određivanja učestanosti nosioca i Doplerove učestanosti, primenom ciklične konvolucije sa većim brojem faza signala, vrši se sa preciznošću do 2 Hz, poređenjem susednih faza signala.

Literatura

- [1] Dukić, L. M., *Principi Telekomunikacija*, Akademska misao, Beograd, 2008.
- [2] Misra, P., Enge P., *Global Positioning System, signals, measurements and performance*, Ganga-Jamuna Press, 2006.
- [3] Kaplan, E., *Understanding GPS Principles and Applications*, MitreCorporation, Bedford MA, 1996.0
- [4] Render, P., Kai, B., *Software-Defined GPS and Galileo Receiver*, Birkhauser, 2006.
- [5] Bao, J., Tsui, Y., *Fundamentals of Global Positioning System Receivers*, John Wiley & Sons, New Jersey, 2005.
- [6] Radojević, S., Ćurčić, J., *Razvoj Globalnih Satelitskih Navigacionih Sistema*, Vojnotehnički glasnik br. 3, str. 111–126, Beograd, 2009.
- [7] Meyr, H., Moeneclaey M., *Synchronization, Channel Estimation, and Signal Processing*, John Wiley & Sons, New York, 1998.
- [8] Marvin, K., *Spread Spectrum Communication Handbook*, McGraw-Hill, New York 1994.

ANALYSIS OF SIGNAL ACQUISITION IN GPS RECEIVER SOFTWARE

Summary:

This paper presents a critical analysis of the flow signal processing carried out in GPS receiver software, which served as a basis for a critical comparison of different signal processing architectures within the GPS receiver.

It is possible to achieve Increased flexibility and reduction of GPS device commercial costs, including those of mobile devices, by using radio technology software (SDR, Software Defined Radio). The SDR application can be realized when certain hardware components in a GPS receiver are replaced.

Signal processing in the SDR is implemented using a programmable DSP (Digital Signal Processing) or FPGA (Field Programmable Gate Array) circuit, which allows a simple change of digital signal processing algorithms and a simple change of the receiver parameters.

The starting point of the research is the signal generated on the satellite the structure of which is shown in the paper. Based on the GPS signal structure, a receiver is realized with a task to extract an appropriate signal from the spectrum and detect it. Based on collected navigation data, the receiver calculates the position of the end user.

The signal coming from the satellite may be at the carrier frequencies of L1 and L2. Since the SPS is used in the civil service, all the tests shown in the work were performed on the L1 signal.

The signal coming to the receiver is generated in the spread spectrum technology and is situated below the level of noise. Such signals often interfere with signals from the environment which presents a difficulty for a receiver to perform proper detection and signal processing. Therefore, signal processing technology is continually being improved, aiming at more accurate and faster signal processing.

All tests were carried out on a signal acquired from the satellite using the SE4110 input circuit used for filtering, amplification and signal selection. The samples of the received signal were forwarded to a computer for data post processing, i. e. the whole receiver is software implemented in a MATLAB software package.

One of the processes during the signal processing is the initial synchronization (acquisition), where a signal is detected and the carrier frequency is determined as well as the phase sequence code and the carrier Doppler frequency. The acquisition aim is to determine, in the shortest time possible, the parameters of the detected signals and forward them to the next block in synchronization. Depending on the speed and accuracy of the signal parameter determination, different methods of acquisition are applied in practice.

The paper presents the methods of serial, parallel and cyclic convolution. For comparison purposes, the architectures of signal processing of particular methods for implementation in receiver software are shown.

All measurements were performed on the same signal under the same conditions. On the basis of the tests performed, a detailed analysis of the collected data was carried out and the most acceptable acquisition method for implementation in software GPS receiver was proposed. Because of a relatively high level of noise at the receiver entrance and the received signal interference, the comparison of the results has been done on the basis of the analytical results and the mean time of signal synchronization.

The measurement results are shown in tables for easy comparison. The results of measurements using the proposed method are presented as well.

The technology of receiver software allows the user to access easily to the architecture of the receiver and therefore allows a simple change of parameters. The influence of the parameters on the process of signal acquisition is also shown in the paper. The graphic presentation shows how and to what extent some of the parameters affect the process of the receiver signal processing.

All listed acquisition methods are used in practice. The proposed method is the most suitable for application in software receivers. Based on the analysis, a constructor can apply an adequate acquisition method, depending on the requirements of the final user.

Key words: GPS, acquisition, signal processing, software receiver.

Datum prijema članka: 05. 10. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 07. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 08. 10. 2009.

TOPOLOŠKA ANALIZA TELEKOMUNIKACIONIH MREŽA

Jevtović V. *Milojko*, Jugoslovenska inženjerska akademija,
Beograd,

Pavlović Z. *Boban*, Vojna akademija, Katedra vojnih
elektronskih sistema, Beograd

UDK: 515.14:621.39

Sažetak:

U radu je izložena metodologija analize topološke strukture telekomunikacionih mreža. Prikazane se metode grafičkog predstavljanja i dati osnovni topološki oblici mreža. Izvršena je matematička analiza topologije i na primeru mreže sa šest čvorova određeni su pokazatelji pouzdanosti. U radu su analizirani aspekti efikasnosti telekomunikacione mreže i predložena nova definicija efikasnosti uvođenjem pojma funkcionalne otpornosti telekomunikacionih mreža.

Ključne reči: mrežna topologija, efikasnost, pouzdanost, funkcionalna otpornost.

Uvod

Topološka analiza strukture telekomunikacionih i računarskih mreža prisutna je kao predmet istraživanja i razvoja, čiji je cilj da se sagledaju mogućnosti realizacije pouzdanih, funkcionalno otpornih i ekonomičnih konfiguracija mreža. Problem je kako topologiju mreže prilagoditi realnim potrebama korisnika. To je ne samo istraživački, već i ključni problem projektovanja i planiranja telekomunikacione mreže. Zadovoljavanje više kriterijuma za izbor lokacija komutacionih čvorova i njihovo povezivanje određenim vrstama linikova i prenosnih sistema, uz uvažavanje postavljenih zahteva za kapacitet, brzine prenosa, povezanost mreže, pouzdanost, raspoloživost, ekonomičnost, kao i niza drugih zahteva, predstavlja ozbiljan projektantski problem.

Bavljenje topologijom mreža podstaknuto je potrebom da se dođe do optimalnih rešenja u projektovanju mreža, ali i do metoda za ocenu efikasnosti i ekonomičnosti upotrebe već projektovanih mreža.

Osnovna analiza topologije mreža

Može se reći da topologija predstavlja način na koji se povezuju i razmeštaju geografski udaljeni čvorovi i linkovi (linije povezivanja čvorova) mreže. Postoje tri osnovna načina da se grafički predstavi topologija telekomunikacione mreže, pomoću tabela, matrica ili grafova.

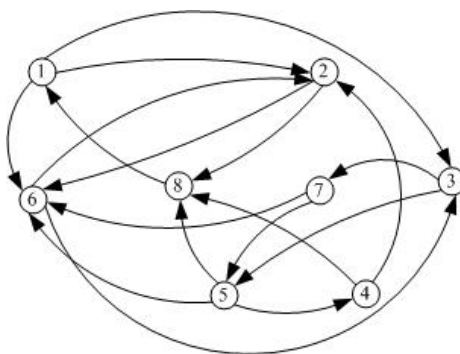
Metoda tabela. Metodom tabela moguće je predstaviti mrežu određene topologije. Primena metode tabela pogodna je pri predstavljanju mreža, koje imaju relativno mali broj čvorova u odnosu na broj spojnih puteva (linkova). Za mrežu sa osam čvorova, čiji je izgled predstavljen grafom na slici 1, definisana je tabela 1, u kojoj su dati podaci o vezama između čvorova.

Tabela 1

Table 1

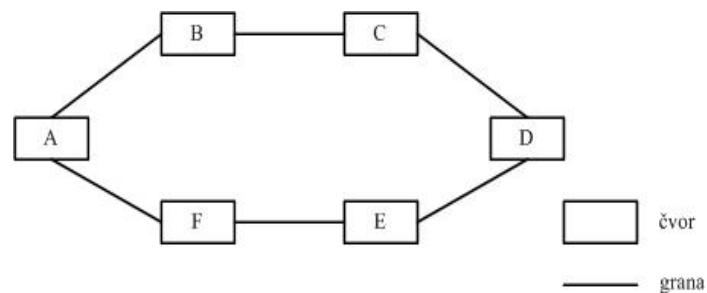
Veze između čvorova mreže
Connections between network nodes

1	2	3	4	5	6	7	8
2, 3, 6	6, 8	5, 7	8, 2	4, 6, 8	2, 3	5, 6	1



Slika 1 – Primer mreže predstavljene metodom tabela
Figure 1 – Example of the network with the table method

Matrična metoda. Topologija jedne mreže može se predstaviti pomoću tzv. *konekcionih matrica* (matrice povezivanja) u kojoj su u *koloni matrice* predstavljeni čvorovi (*komutacioni sistemi*) izvora saobraćaja, a *redovima matrice* – komutacioni sistemi odredišta. Tako, na primer, mreža prikazana na slici 2 može se predstaviti konekcionom matricom (slika 3).



Slika 2 – Graf mreže
Figure 2 – Network graph

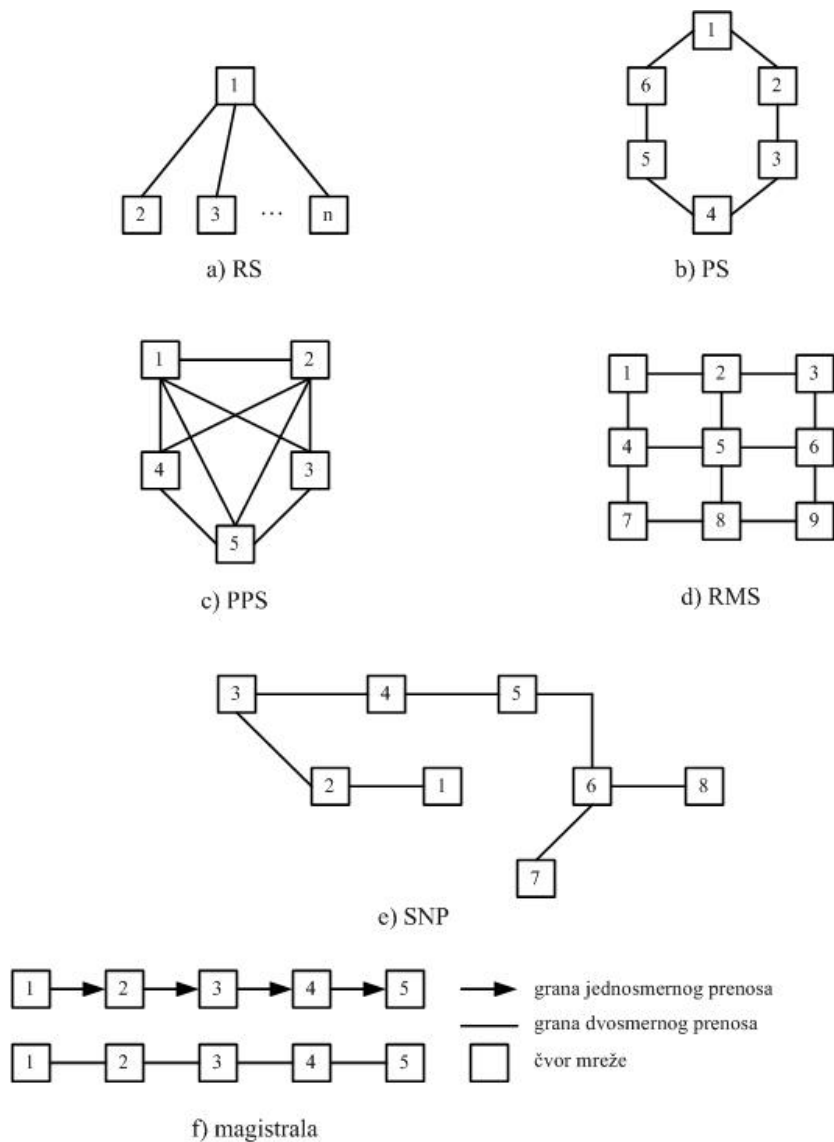
	odredišta					
	A	B	C	D	E	F
A	0	1	0	0	0	0
B	0	0	1	0	0	0
C	0	0	0	1	0	0
D	0	0	0	0	1	0
E	0	0	0	0	0	1
F	1	0	0	0	0	0

Slika 3 – Matrica konekcije
Figure 3 – Connection matrix

U matrici konekcije sa „0“ je označeno da ne postoji veza, dok se sa „1“ označava da veza postoji. Umesto „1“ u konekcionu matricu mogu da se unesu rastojanja između čvorova izražena u kilometrima, pa tako dobijamo *matricu gustine* čvorova. Takođe, umesto „1“ mogu se uneti podaci o spojnom putu između čvorova, kao što su: slabljenje signala, kašnjenje, varijacija kašnjenja, verovatnoća bitske greške, itd. Na taj način dobijamo *matricu kvaliteta*.

Tipovi topoloških oblika. Razlikuje se više tipova topoloških oblika telekomunikacionih mreža. Na slici 4 prikazani su osnovni tipovi topoloških oblika (struktura):

- zvezdasta ili radijalna struktura (RS),
- prstenasta struktura (PS),
- petljasta potpuno povezana struktura (PPS),
- rešetkasta mrežna struktura (RMS),
- stablo najkraćeg puta (SNP) ili magistrala kao njen specijalni oblik.



Slika 4 – Tipovi topoloških oblika mreža
Figure 4 – Types of the topological network shapes

Zvezdasta ili radijalna struktura mreže (RS), prikazana na slici 4a, najjednostavniji je tip mreže u kojoj je jedan od n čvorova mreže povezan sa svim ostalim čvorovima.

Prstenasta mreža (PS), prikazana na slici 4b, predstavlja mrežu u kojoj je svaki čvor povezan sa dva susedna čvora.

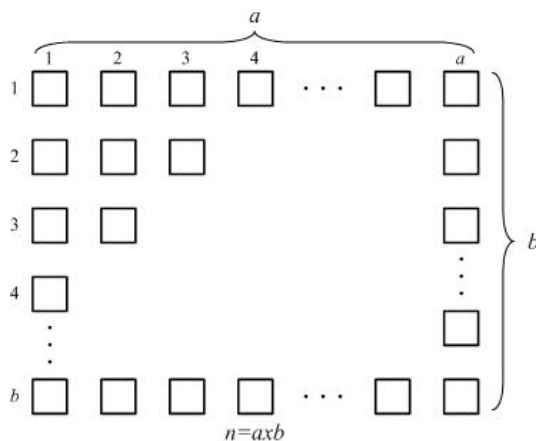
Petljasta potpuno povezana mreža (PPS), prikazana na slici 4c, spada u složene mreže u kojima je ostvarena veza svakog čvora sa svakim čvorom.

Rešetkasta ili matrična struktura mreže (RMS), prikazana na slici 4d, predstavlja mrežu u kojoj su ostvarene nepotpune veze između čvorova.

Stablo najkraćeg puta (SNP), slika 4e, jeste mreža gde je veza između pojedinih čvorova ostvarena po najkraćem prenosnom putu kroz mrežu. Specijalni oblik (slika 4f) predstavlja *magistrala*, koja može da omogućiti jednosmernu ili dvosmernu komunikaciju.

Matematička analiza topologije

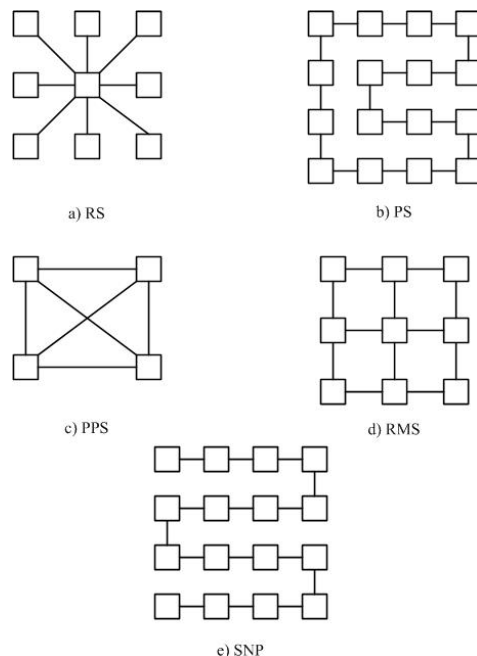
U analizi topologije mreža čvorovi u mreži se uobičajeno označavaju sa N ili n , i predstavljaju komutacione sisteme, a linije ili grane grafa se označavaju sa L ili l . Grane predstavljaju spojne puteve između komutacionih sistema. Za matematičku analizu i softversko modeliranje (simulacije) od interesa je da se prethodno definisane topološke strukture mreža tretiraju i posmatraju sa pravilno i ravnomerno (ekvidistantno) raspoređenim čvorovima mreže. Na slici 5 prikazana je ravnomerna ili matrična raspodela $n = a \times b$ čvorova.



Slika 5 – Matrična ravnomerna raspodela čvorova mreža

Figure 5 – Unique matrix distribution of the network nodes

Polazeći od matrične raspodele čvorova, tipovi topoloških oblika mreža mogu se predstaviti geometrijski ekvidistantno, na način kako je to prikazano na slici 6.



Slika 6 – Matrična ekvidistantna raspodela čvorova
Figure 6 – Matrix equal distance distribution of the network nodes

Geometrijsko predstavljanje pomenutih topoloških struktura (oblika) mreža daje mogućnost da se numeričkom metodologijom uporede njihove osnovne, tzv. strukturne karakteristike. Strukturne karakteristike pomenutih tipova mreža: broj grana, srednji stepen povezanosti čvorova, srednja dužina puta i srednja dužina grane su matematičkom metodologijom izračunate i prikazane u tabeli 2 u kojoj je broj čvorova označen sa n , a njihov broj se dobija preko $n = a \times b$.

Tabela 2
Table 2

Strukturne karakteristike topoloških tipova mreža
Structured characteristics of the topological network shapes

Topološki oblik mreže	Broj grana (l)	Srednji stepen povezanosti	Srednja dužina puta	Srednja dužina grane
Radialna (RS)	$n-1$	$2(n-1)/n$	2	$(0,24a+0,1b)/\sqrt{n}$
Prstenasta (PS)	n	2	$n^2/4(n-1)$	$(a+b)/(2\sqrt{n})$
Petljasta potpuno povezana (PPS)	$n(n-1)/2$	$n-1$	1	$0,32a+0,13b$
Rešetkasta matrična (RMS)	$2\sqrt{n}(\sqrt{n}-1)$	$4(\sqrt{n}-1)/\sqrt{n}$	$2\sqrt{n}/3$	$(a+b)/(2\sqrt{n})$
Stablo najkraćeg puta (SNP)	$n-1$	$2(n-1)/n$	$(n+1)/3$	$(a+b/n)/(1+\sqrt{n})$

Napomena: broj čvorova $n = a \times b$

Analizom strukturnih karakteristika topoloških oblika mreža mogu se doneti sledeći zaključci:

- prednost imaju mreže sa potpunom povezanošću, koje obezbeđuju maksimalnu funkcionalnu otpornost. Nedostatak ovakvog tipa mreže ogleda se u neekonomičnosti ulaganja u maksimalno razgranatu mrežu;
- ekonomski je povoljnija rešetkasta struktura mreže, koja obezbeđuje uštedu broja linkova – grana (prenosnih puteva između čvorova). Povezanost u rešetkastoj mreži je konkurentna ostalim tipovima mrežnih konfiguracija;
- zbog porasta broja deonica (grana) i dužine puta između čvorova mreže raste kašnjenje u paketskom prenosu poruka (govor, video slika, podaci, tekst, itd.). To nastaje zbog toga što se u svakom čvoru uspostavlja signalizacija pri traženju puta ka sledećem čvoru. Zbog toga srednja dužina puta i srednja dužina grane (linka) predstavljaju kritične veličine pri izboru konfiguracije funkcionalno otporne mreže;
- maksimalna povezanost i minimalna povredivost predstavljaju inherentne karakteristike pouzdanosti i raspoloživosti telekomunikacione mreže. Optimalne strukture mreže imaju veliku važnost, pa se o tome mora voditi računa pri izboru topološke strukture mreže.

Topološka analiza primenom teorije grafova

Model telekomunikacione mreže može se predstaviti *povezanim multigrafom* $G(V, E)$, čiji čvorovi G odgovaraju čvorovima, odnosno komutacionim sistemima mreže, a grane E vezama, odnosno linkovima l između čvorova telekomunikacione mreže [1].

Skup čvorova $V=\{n\}$ i skup grana $E=\{l\}$ mogu formirati mrežu najviše na K načina:

$$K = n \left[\frac{(n-1)}{2!} \left\{ \frac{n(n-1)}{2} - l \right\} ! l! \right] \quad (1)$$

Naime, toliko postoji načina razmeštaja l grana između n čvorova u grafu G .

Kod složenijih mreža sa $n > 10$ čvorova broj kombinacija mogućih povezivanja veoma raste, pa je mala korist od upotrebe brojnih kombinacija. U većini slučajeva praktična ograničenja i potrebe korisnika isključuju najveći broj nekonkurentnih kombinacija.

Za vrednovanje topološke strukture telekomunikacione mreže u pogledu povezanosti, a implicitno i pouzdanosti, koriste se pojmovi i teoreme iz teorije grafova.

U razmatranju topologije telekomunikacione mreže polazi se od toga da graf mreže $G(V, E)$ pripada klasi tzv. bestežinskih grafova. S obzirom na to da je pouzdanost mreže u korelaciji sa njenom topologijom, ona se može opisati topološkim parametrima grafa mreže.

Za određivanje pouzdanosti mreže potrebni su sledeći parametri grafa mreže:

- broj čvorova n i grana l povezanog grafa definiše se kao skup parova celobrojnih vrednosti (n, l) ;

- povezanost u odnosu na čvorove $\chi(G)$ definiše se kao najmanji broj čvorova koje treba izbaciti iz grafa da bi on postao nepovezan, tj. da ne postoji komunikacija između svih čvorova mreže;

- povezanost u odnosu na grane $\lambda(G)$ definiše se kao najmanji broj grana koje treba izbaciti da bi graf postao nepovezan;

- prečnik ili dijametar $D(G)$ definiše se kao najveće rastojanje dva čvora u grafu; rastojanje između dva čvora d u grafu jednako je dužini najkraćeg puta između ta dva čvora merenog brojem pređenih grana;

- venac $g(G)$ definiše se kao najmanja dužina ciklički zatvorenog puta, kada su polazni i završni čvor koincidentni;

- kohezija grafa po čvorovima $\delta_{(n_0)}^n$ definiše se kao minimalan broj čvorova koje treba izostaviti iz grafa, pa da se iz njega izdvoji ma koji podgraf sa n_0 čvorova;

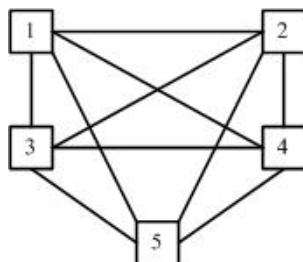
- kohezija grafa po granama $\delta_{(n_0)}^l$ definiše se kao minimalan broj grana koje treba izostaviti iz grafa da bi se iz njega izdvojio ma koji podgraf sa n_0 čvorova;

- artikulacija grafa nivoa m po granama i čvorovima $\chi^l(m)$ i $\chi^n(m)$ definiše se kao minimalna grupa od $\chi^l(m)$ grana/čvorova koja, ako se izdvoji, uzrokuje transformaciju grafa u dva međusobno nepovezana grafa;

- gustina grafa $\Gamma(G)$ definiše se kao odnos broja postojećih grana i broja grana potpuno povezanog grafa sa istim brojem čvorova;

- broj kružnih puteva $h(G)$ koji imaju dužinu jednaku vencu grafa.

Na slici 7 prikazana je petljasta potpuno povezana mreža, kao primer na kojem se može pokazati postupak topološke analize mreže metodom teorije grafova.



Slika 7 – Petljasta potpuno povezana struktura mreže (PPS)
Figure 7 – Fully connected loop network structure (FCL)

Za ovaj tip mreže izrazi koji daju matematičku interpretaciju opisanih parametara grafa dati su u tabeli 3.

Tabela 3
Table 3

Topološki parametri grafa PPS mreže sa pet čvorova
Topological parameters of the FCN graph with five nodes

Parametar	(n, l)	$\chi(G)$	$\lambda(G)$	$D(G)$	$g(G)$	
Izraz	–	$\min_{i,j} \chi_{ij}$	$\min_{i,j} \lambda_{ij}$	$\max_{i,j} d_{ij}$	$\min_{i,j} g_{ij}$	
Vrednost	(5, 10)	2	4	4	4	
Parametar	$\delta^n(n_o)$	$\delta^l(n_o)$	$\chi^n(m)$	$\chi^l(m)$	$\Gamma(G)$	$h(G)$
Izraz	$\min \delta_{ij}^n$	$\min \delta_{ij}^l$	$\max \chi_{ij}^n$	$\max \chi_{ij}^l$	$\frac{l}{n(n-1)}$	–
Vrednost	2	6	2	6	1	6

U tabeli 3 sa i i j označeni su parovi čvorova grafa.

Vrednovanje strukture mreže na osnovu topoloških parametara pouzdanosti

Prema radovima autora navedenih u literaturi za vrednovanje topologije telekomunikacione mreže preporučuju se heuristički pokazatelji koji objedinjavaju opisane parametre grafa u odnosu na pouzdanost, operativnost i funkcionalnu otpornost mreže. Ovde se pod operativnošću telekomunikacione mreže podrazumeva blagovremeni prenos informacija (poruka) po direktnim i redundantnim putevima mreže [2].

Na osnovu topoloških parametara definišu se integralni i raspodeljeni topološki pokazatelji definisani sledećim relacijama:

a) integralni pokazatelj:

$$P_\alpha = \frac{g + \delta^n + \alpha \chi}{D + \chi^n + \chi^l} + \frac{2l}{n}; \quad \alpha = 0 \text{ ili } \alpha = 1 \quad (2)$$

b) pokazatelji raspodeljeni na grane i čvorove:

$$P_l = \frac{\lambda + \delta^l}{D} + \frac{l}{c_n^2} + \frac{h}{c_n^g (g-1)! / 2} \quad (3)$$

$$P_n = \frac{\chi + \delta^n}{D} + \frac{l}{c_n^2} + \frac{h}{c_n^g (g-1)!/2} \quad (4)$$

gde c_n^g označava operaciju određivanja broja kombinacija.

Pokazatelji P_l i P_n su pogodniji za primenu jer pružaju mogućnost optimizacije mreže, posebno po broju čvorova, odnosno po broju grana. Za potpuno povezanu petljastu mrežu, koja je prikazana na slici 7, a na osnovu podataka datih u tabeli 2, dobijaju se sledeće vrednosti pokazatelja pouzdanosti:

$$P_{(\alpha=0)}=4,5; P_{(\alpha=1)}=4,66; P_l=6,6; P_n=3,6;$$

Ovi pokazatelji, uz činjenicu da je $\Gamma(G)=1$, jasno ukazuju na visoku pouzdanost pomenute petljaste mreže.

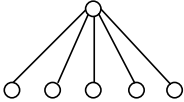
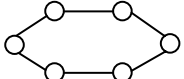
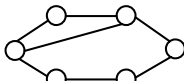
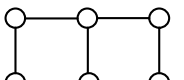
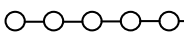
Pažnju zaslužuje pitanje kako se na bazi topoloških parametara pouzdanosti može vrednovati struktura mreže. Pokazatelji pouzdanosti P_α , P_l i P_n , dati u prethodno navedenim relacijama 2, 3 i 4, koriste se za globalnu ocenu tipičnih topoloških struktura mreže (zvezdasta, prstenasta, petljasta, rešetkasta, stablo najkraćeg puta). Formalna identifikacija pouzdanosti mreže sa pouzdanošću grafa znači da se pri ovakvom razmatranju stohastički karakter pouzdanosti iskazuje, odnosno predstavlja, samo kroz mogućnost slučajnih prekida grana ili ispada čvorova.

Treba imati u vidu da je cilj optimizacije topologije telekomunikacione mreže u tome da se postigne: minimalna složenost, maksimalni kapacitet, najkraći putevi prenosa poruka, maksimalna brzina komuniciranja, maksimalna ekonomičnost, itd. Ovako definisan cilj, u suštini, predstavlja predmet teorije grafova.

Kao primer vrednovanja strukture mreže na osnovu topoloških pokazatelja pouzdanosti uzeti su tipični oblici mreža koje se mogu formirati sa šest čvorova. Za te primere mreža topološki parametri pouzdanosti prikazani su u tabeli 4, a na osnovu podataka iz tabele 2. Uočljiva je pogodnost rešetkaste mreže, izuzimajući petljaste strukture mreža veće povezanosti.

Tabela 4
Table 4

Primeri topoloških parametara pouzdanosti tipičnih struktura mreža
Examples of the topological parameters reliability within typical networks structure

Struktura mreže	Topološki oblik mreže	Topološki parametri	Pokazatelji pouzdanosti u odnosu na grane i čvorove
Zvezdasta		$(n, l) = (6, 5); \Gamma = 0, 3;$ $\chi = \lambda = \delta^n = \delta^l = 1;$ $D = 2; g = 0; h = 0;$	$P_l = 1, 50$ $P_n = 1, 50$
Prstenasta		$(n, l) = (6, 6); \Gamma = 0, 4;$ $\chi = \lambda = \delta^n = \delta^l = 2;$ $D = 3; g = 6; h = 1;$	$P_l = 1, 75$ $P_n = 1, 75$
Petljasta (nepotpuna)		$(n, l) = (6, 7); \Gamma = 0, 46;$ $\chi = \lambda = \delta^n = \delta^l = 2;$ $D = 3; g = 3; h = 1;$	$P_l = 1, 84$ $P_n = 1, 84$
Rešetkasta		$(n, l) = (6, 7); \Gamma = 0, 46;$ $\chi = \lambda = \delta^n = \delta^l = 2;$ $D = 3; g = 4; h = 2;$	$P_l = 1, 84$ $P_n = 1, 84$
Stablo najkraćeg puta		$(n, l) = (6, 5); \Gamma = 0, 3;$ $\chi = \lambda = \delta^n = \delta^l = 1;$ $D = 5; g = 0; h = 0;$	$P_l = 0, 74$ $P_n = 0, 74$

Efikasnost telekomunikacione mreže

U stručnoj literaturi *efikasnost mreže* kao tehničkog sistema definiše se kao proizvod njene pouzdanosti, raspoloživosti i adekvatnosti za određenu namenu. Ova definicija efikasnosti telekomunikacione mreže prihvaćena je ne samo u publikovanim naučno-stručnim radovima, već je našla primenu u državnim i vojnim standardima.

Prema prethodnoj definiciji, *efikasnost telekomunikacione mreže*, kao tehničkog sistema, data je izrazom:

$$E = R \times A \times D \quad (5)$$

gde je:

R – pouzdanost mreže, definisana kao verovatnoća ispravnosti u toku određenog perioda i pri određenim uslovima;

A – raspoloživost (spremnost), definisana kao verovatnoća ispravnosti mreže u određenom momentu;

D – adekvatnost (prikladnost) za izvršenje misije telekomunikacione mreže.

Može se reći da *efikasnost* kao integralna karakteristika predstavlja merilo zadovoljenja specifičnih zahteva misije (adekvatnost) u toku vremena (pouzdanost) i u određenom momentu (raspoloživost) [3].

Međutim, danas se od telekomunikacione mreže traži još više, a to je da, pored prethodno definisanog, mreža radi u izuzetno ekstremnim uslovima. Zahteva se da bude *funkcionalno otporna* u najtežim mogućim uslovima, a to su:

- velike poplave koje zahvataju široka prostranstva, posebno poplave u primorskim krajevima, izazvane zemljotresima sa epicentrima u moru („cunami“),

- katastrofalni zemljotresi velike jačine i razorne moći na širokim prostranstvima, koji dovode do rušenja komunikacionih čvorišta i kidanja kablovskih sistema (metalni i optički kablovi, radio-relejni čvorišta),

- šumski požari velikih razmera, koji pored šumskih površina zahvataju slabije naseljena područja, mesta i gradove,

- snažna elektromagnetna ometanja sa satelita, koja onemogućavaju propagaciju elektromagnetnih talasa na zemlji, a u određenim uslovima ometaju i prenos signala preko bežičnih sistema veza,

- bombardovanja iz aviona ili daljinski navođenim raketnim sistemima, koji precizno pogađaju vitalne delove stacionarnih telekomunikacionih sistema (mrežna čvorišta, komutacioni sistemi, centrale, vitalne kablovske instalacije, mobilni radio-predajnici i antenski sistemi, itd.

U ekstremno nenormalnim uslovima od telekomunikacione mreže se zahteva da bude funkcionalno raspoloživa. Funkcionalna otpornost telekomunikacione mreže (engl. *Network Survivability*) definiše se kao sposobnost mreže da (u ekstremno teškim uslovima) održi komunikacione karakteristike pri uspostavljanju, održavanju i raskidanju veza. Pri tome treba da obezbedi zahtevani nivo kvaliteta usluga u slučaju otkaza segmenata mreže ili dela komunikacione opreme (linkovi, komutacioni čvorovi, radio-relejni sistemi ili kablovski sistemi prenosa).

U vezi s tim, može se predložiti potpunija definicija *efikasnosti* mreže:

Efikasnost mreže kao tehničkog sistema definiše se kao proizvod nje-
ne pouzdanosti, raspoloživosti, adekvatnosti za određenu namenu i funkci-
onisanja u ekstremno teškim uslovima (*Survivability*). Na osnovu nove de-
finicije *efikasnost telekomunikacione mreže* je data sledećim izrazom:

$$E = R \times A \times D \times S; \quad 0 \leq \{E, R, A, D, S\} \leq 1 \quad (7)$$

gde je sa *S* označena funkcionalna otpornost mreže u ekstremnim uslovima.

Sada se može reći da *efikasnost* kao integralna karakteristika telekomu-
nikacione mreže predstavlja merilo zadovoljenja specifičnih zahteva misije
(adekvatnost) u toku vremena (pouzdanost), u određenom momentu vreme-
na (raspoloživost) i u ekstremno teškim uslovima (funkcionalna otpornost).

Zaključak

U radu su detaljno predstavljeni topološki oblici telekomunikacionih
mreža i prikazana matrična ekvidistantna raspodela mrežnih čvorova. Tabe-
larno su prikazane karakteristike topoloških tipova mreža (broj grana, srednji
stepen povezanosti, srednja dužina puta i srednja dužina grana). Navedeni
su parametri za određivanje pouzdanosti mreža i na primeru petljaste potpu-
no povezane mreže sa pet čvorova određena je njihova vrednost.

Za različite strukture mreža sa šest čvorova (zvezdasta, prstenasta,
petljasta – nepotpuna, rešetkasta i stablo najkraćeg puta) izvršena je kom-
parativna analiza integralnog pokazatelja pouzdanosti u odnosu na čvorove
i grane, pri čemu je dokazana pogodnost primene rešetkaste mreže.

Predložena je potpunija definicija *efikasnosti telekomunikacione mreže*
uvođenjem pojma funkcionalne otpornosti (*network survivability*), koja predsta-
vlja sposobnost mreže da održi funkcionalnost u ekstremno teškim uslovima.

Literatura

- [1] Cvetković, D., *Teorija grafova i njene promene*, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [2] Soi, I. M., Aggarval, K. K., *Reliability Indices for Topological Design of Computer-Communications Networks*, IEEE Transactions on Reliability, Vol. R-20, No5, december 1995.
- [3] Catanuanu, V. M., Popentiu, F., *New reliability Indices for Topological Design*, Microelectronics and Reliability, Vol. R-27, No 1, January 1997.
- [4] Pundamale, S. S., *Survivable Networks*, Special Volume, Department of Computer Science, University of Helsinki, 2004.
- [5] Grover, W. D., Doucette, J. D., *Topological Design of Survivable Mesh-Based Transport Network*, Annals of Operations Research, Volume 106, pages 79–125, 2001.

TOPOLOGICAL ANALYSIS OF TELECOMMUNICATIONS NETWORKS

Summary:

A topological analysis of the structure of telecommunications networks is a very interesting topic in the network research, but also a key issue in their design and planning. Satisfying multiple criteria in terms of locations of switching nodes as well as their connectivity with respect to the requests for capacity, transmission speed, reliability, availability and cost are the main research objectives.

There are three ways of presenting the topology of telecommunications networks: table, matrix or graph method. The table method is suitable for a network of a relatively small number of nodes in relation to the number of links. The matrix method involves the formation of a connection matrix in which its columns present source traffic nodes and its rows are the switching systems that belong to the destination. The method of the topology graph means that the network nodes are connected via directional or undirectional links. We can thus easily analyze the structural parameters of telecommunications networks.

This paper presents the mathematical analysis of the star-, ring-, fully connected loop- and grid (matrix)-shaped topology as well as the topology based on the shortest path tree. For each of these topologies, the expressions for determining the number of branches, the middle level of reliability, the medium length and the average length of the link are given in tables.

For the fully connected loop network with five nodes the values of all topological parameters are calculated. Based on the topological parameters, the relationships that represent integral and distributed indicators of reliability are given in this work as well as the values of the particular network. The main objectives of the topology optimization of telecommunications networks are: achieving the minimum complexity, maximum capacity, the shortest path message transfer, the maximum speed of communication and maximum economy.

The performance of telecommunications networks is analyzed in particular. Efficiency as an integral feature of reliability represents a measure of satisfying specific requirements of the mission (adequacy) over time (reliability) in a certain moment of time (availability).

Today, modern telecommunications networks face another condition: the operation in extreme conditions (major floods, catastrophic earthquakes, forest fires, electromagnetic jamming and bombing from aircraft or remote control posts). In order to realize communication in such circumstances, it is necessary to introduce a new parameter - network survivability. The network survivability is defined as the ability of a network to maintain communication features while establishing, maintaining and terminating connections in extremely difficult conditions.

This paper proposes a comprehensive definition of telecommunications networks including the network survivability as a very important factor.

The best results in terms of network survivability are obtained by the network with full connection, but the drawback is its high implementation cost. The grid network is more favorable since it results in reducing the number of links between network nodes. With the number of branches increasing, the delay in the network also increases. The previous analysis shows that the average path length and the average length of links are critical values when selecting a configuration of functionally resistant telecommunications networks.

Key words: topology, efficiency, reliability, network survivability.

Datum prijema članka: 24. 11. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 27. 11. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 28. 11. 2009.

PREDLOG AD HOC RAČUNARSKE MREŽE NA KATEDRI VOJNIH ELEKTRONSKIH SISTEMA VA PRIMENOM BLUETOOTH TEHNOLOGIJE

Terzić R. *Miroslav*, Vojna akademija, Katedra vojnih
elektronskih sistema, Beograd

UDK: 621.39:654.16]:004.7

Sažetak:

U profesionalnim organizacijama gde ne postoji mrežna infrastruktura za povezivanje računara u lokalne mreže (LAN) prelazi se na druga (alternativna) rešenja. Ukoliko je organizacija razmeštena u jednom objektu i razmak između najudaljenijih tačaka (računara) nije veći od 100 m povezivanje je moguće realizovati u ad hoc mrežama primenom bluetooth modula. U radu je predložena ad hoc računarska mreža Katedre vojnih elektronskih sistema primenom bluetooth tehnologije.

Ključne reči: bluetooth, ad hoc, računarska mreža, Katedra vojnih elektronskih sistema, bezbednost.

Uvod

Početak novog milenijuma predstavlja prekretnicu u razvoju bluetooth modula. Bluetooth je otvoren standard za digitalni radio malog dometa. Odlikuje se niskim troškovima, malom snagom i tehnologijom niskog profila, koja obezbeđuje mehanizme za stvaranje malih bežičnih mreža zasnovanih na trenutnim potrebama. Pored toga, nudi brz i pouzdan prenos i glasa i podataka. Zbog navedenih odlika bluetooth moduli postaju standardne komponente većine elektronskih sistema od mobilnih telefona, ličnih digitalnih asistencija (PDA), preko jedinica za industrijsku kontrolu do kućnih uređaja. Bluetooth je prvobitno bio zamišljen kao zamena za kablove u bežičnim komunikacijama. Međutim, članovi SIG (zajednica sa posebnim interesovanjima za specifična područja tehnike) planiraju razvoj širokog spektra korisničkih uređaja i poboljšanje bežičnog povezivanja. Danas je bluetooth standardizovan unutar IEEE 802.11 PAN radne grupe formirane početkom 1999. godine. Današnje ad hoc mreže su primarno bazirane na bluetooth tehnologiji. Tokom realizacije ad hoc mreža primenom bluetooth modula posebnu pažnju treba posvetiti aspektu bezbednosti.

U radu je opisana lokalna računarska mreža primenom bluetooth tehnologije koja bi se mogla koristiti na Katedri vojnih elektronskih sistema Vojne akademije. Predložena računarska mreža doprinosi povećanju efikasnosti organizacije i rada katedre. Zbog određenih nedostataka koji se javljaju kod komunikacija primenom bluetooth modula, deo rada opisuje i bezbednosni aspekt predložene mreže.

Organizacija katedre vojnih elektronskih sistema vojne akademije

Katedra Vojnih elektronskih sistema (VES) Vojne akademije obavlja sve poslove koji se odnose na: organizaciju i rad katedre, planiranje, organizaciju i realizaciju nastave, vežbi i posebnih oblika nastave iz matičnih predmeta; kontrolu i praćenje realizacije nastave, ispita i ostalih zadataka; planiranje i realizaciju vojnostručne obuke pripadnika katedre; planiranje i realizaciju naučnoistraživačkih projekata iz matičnih oblasti od interesa za Vojsku Srbije; održavanje i unapređenje nastavne materijalne baze; vođenje propisane nastavne dokumentacije i dr.

Na Katedri vojnih elektronskih sistema obrazuju se sledeće uže unutrašnje jedinice:

1. Odsek za radarske i elektronske sisteme,
2. Odsek za raketne sisteme i sisteme upravljanja vatrom,
3. Odsek za elektroopremu vazduhoplova,
4. Odsek vojnih telekomunikacionih sistema i elektronskih dejstava, i
5. Grupa nastavnika za zaštitu informacija (slika 1).



Slika 1 – Organizacija Katedre VES

Pripadnici Katedre vojnih elektronskih sistema razmešteni su u 19 kancelarija u jednoj zgradi na dva nivoa. Načelnik Katedre i šefovi odseka nalaze se u zasebnim kancelarijama, dok su u ostalim kancelarijama jedan do dva pripadnika Katedre VES. Svaka kancelarija opremljena je računarima. Razmak između dve najudaljenije kancelarije nije veći od 30 m linijom optičke vidljivosti. U zgradi ne postoji adekvatna mrežna struktura, pa bi lokalno umrežavanje računara primenom LAN tehnologije iziskivalo, pored ostalog, i određene građevinske radove, što u ovom trenutku nije izvodljivo. Otežavajuću okolnost predstavlja i reorganizacija Katedre VES, koja se odvija u skladu sa akreditacijom Vojne akademije.

Imajući u vidu navedena ograničenja jedno od rešenja za povezivanje računara na Katedri VES predstavlja *ad hoc računarska mreža primenom bluetooth tehnologije*.

Koncept ad hoc računarske mreže na katedri vojnih elektronskih sistema primenom bluetooth tehnologije

Bluetooth je bežična tehnologija povezivanja uređaja na kratkim rastojanjima koja primenjuje male snage zračenja. Dizajnirana je kao zamena za kablovske sisteme povezivanja, kao i druge tehnologije kratkog dometa (kao što je infracrveno zračenje IrDA). Bluetooth se primenjuje u personalnom okruženju koje se proteže u radijusu do 100 m.

Bluetooth obezbeđuje tri različite klase upravljanja snagom. Uređaji prve klase (najveće snage) imaju izlaznu snagu od 100 mW i domet do 100 m. Uređaji druge klase imaju izlaznu snagu 2,5 mW i domet do 10 m. Uređaji treće klase (najmanje snage) imaju izlaznu snagu od 1 mW i domet od 10 cm do 10 m. To je sažeto prikazano u tabeli 1.

Tabela 1

Klase uređaja prema snazi

Tip	Snaga	Nivo snage	Operativni domet
Klasa 1	visoka	100 mW (20 dBm)	do 100 m
Klasa 2	srednja	2.5 mW (4 dBm)	do 10 m
Klasa 3	niska	1 mW (0 dBm)	10 cm – 10 m

Osnovne karakteristike bluetooth tehnologije prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2

Osnovne karakteristike bluetooth tehnologije

Karakteristika	Opis
Fizički sloj	Prošireni spektar sa frekventnim skakanjem (FHSS)
Frekventni opseg	2,4–2,4835 GHz (ISM opseg)
Frekvencija skakanja	1600 hops/s
Brzina prenosa	do 3 Mbps
Bezbednost mreže i podataka	Tri režima bezbednosti (bez, nivo linka i nivo servisa), dva nivoa poverenja u uređaj, tri nivoa bezbednosti servisa. Sekvencijalno šifrovanje za poverljivost, pitanje–odgovor za autentikaciju. Ključevi na osnovu PIN–a i ograničeno upravljanje.
Operativni domet	Oko 10 m do 100 m
Prednosti	Nisu potrebne žice i kablovi. Moguć prolaz kroz zidove i druge prepreke. Troškovi u opadanju. Mala snaga i minimalni hardver.
Nedostaci	Mogućnost preplitanja sa drugim korisnicima ISM opsega. Relativno niska brzina prenosa. Oticanje signala izvan željenih granica.

Najznačajniji detalji tehničkih specifikacija za povezivanje korišćenjem bluetooth tehnologije su:

- bluetooth uređaji formiraju pikomreže (bežične ad hoc mreže za mobilne uređaje) i dele zajednički komutacioni kanal. Ukupni kapacitet kanala je 723,2 kb/s, odnosno 2,1 Mbps kod novijih uređaja. Zaglavlja i informacije o pregovaranju (handshaking) troše oko 20% kapaciteta;
- pikomreža se sastoji od upravne stanice (master) i do 7 potčinjenih stanica - klijenata (slave). Master može istovremeno biti klijent u drugoj pikomreži, ali ne može istovremeno biti master u dve pikomreže;
- više pikomreža može paralelno biti u funkciji sve dok uzajamno ometanje ne poništi koristi paralelnog rada;
- master vrši prenos u parnim vremenskim odsečcima, a klijent u neparnim. Takav prenos naziva se „duplex sa podelom vremena“ (Time Division Duplex – TDD);
- direktna komunikacija je moguća samo između master i slave ili obrnuto. Komunikacija između klijenata se usmerava preko mastera;
- svi uređaji imaju mogućnost da budu ili master ili klijent. U opštem slučaju uloga mastera dodeljuje se uređaju koji inicira komunikaciju;
- između uređaja postoje dva načina prenosa podataka: SCO (sinhrona konekcija) za prenos zvuka ili glasa i ACL (asinhrono) za prenos podataka;

- u pikomreži mogu biti do 3 SCO linka (sa jednim, dva ili tri slave) gde svaki koristi 64000 b/s;
- SCO linkovi od tačke do tačke koriste odsečke koje rezervišu master, kako bi se izbegli problemi kolizije;
- ACL klijenti mogu vršiti prenos samo po zahtevu mastera;
- ACL je ili link od tačke do tačke ili od tačke do više tačaka (broadcast), odnosno do svih klijenata u pikomreži;
- U Evropi i SAD bluetooth koristi frekventni opseg od 2400 do 2483,5 MHz u slobodnom ISM radio-opsegu, sa 79 kanala radio-frekvencija (RF) širine 1 MHz. U praksi taj opseg iznosi od 2402 do 2480 MHz. U Japanu se koristi frekventni opseg od 2472 do 2497 MHz sa 23 RF kanala od 1 MHz;
- kanal za podatke vrši skok na slučajan način 1600 puta u sekundi sa jednog na drugi od 79 (23) RF kanala. To je frekvencijsko skakanje (frequency hopping) i smanjuje interferenciju sa drugim uređajima u ISM opsegu;
- svaki kanal je podeljen na odsečke u trajanju od 625 μ s;
- paketi mogu biti dužine do 5 odsečaka;
- maksimalna snaga prenosa ograničena je na 100 mW, čime se postiže domet do oko 100 m. Uređaji male snage koriste 2,5 mW i imaju domet do 10 m;
- nivo osetljivosti definisan je tako da je u odnosu na broj pogrešnih bitova (BER – Bit Error Rate) 10^{-3} , čime se ograničava prosečna verovatnoća prijema pogrešnog bita;
- pri prenosu podataka koristi se provera redundantnosti (CRC), dok su kodovi za ispravke grešaka opciona. Zbog toga se u slučaju detekcije greške vrši retransmisija.

Topologija mreže

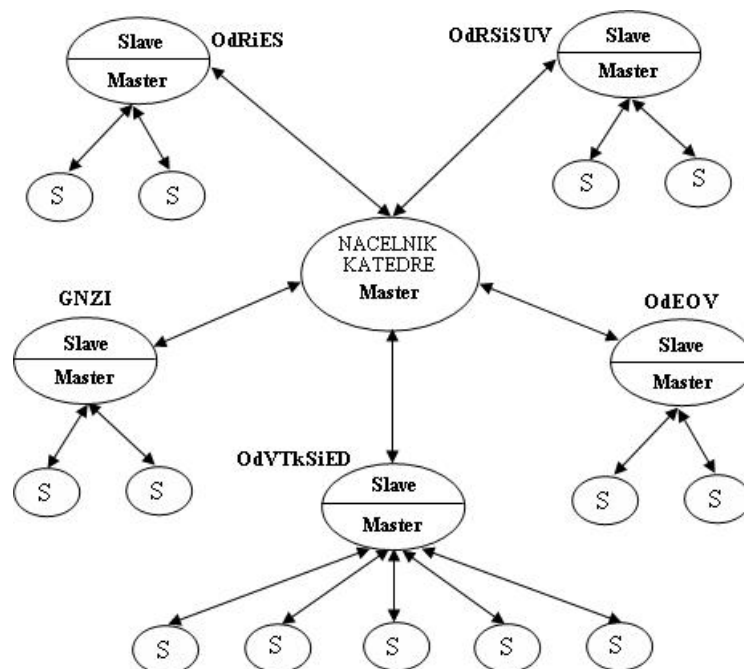
Mobilni usmerivači u bluetooth mreži kontrolišu promenjivu topologiju i tok podataka između uređaja (kompjutera) koji mogu da uspostave direktnu vezu. Uređaji se mogu pomerati (kretati) na slučajan način i mreže se moraju prekonfigurisati u hodu da bi održale topologiju. Bluetooth koristi kombinaciju tehnologije prenosa paketa i tehnologije circuit-switching.¹

Prednost prenosa paketa je u tome što dozvoljava uređajima da šalju više paketa informacija istim putem. Pošto taj metod ne troši sve resurse, olakšava udaljenim uređajima održavanje toka podataka širom rasprostranjene mreže.

¹ Circuit-switching tehnologija odnosi se na komutaciju veze u decentralizovanim mrežama sa postojanjem redundantnih puteva za prenos podataka između dve tačke – dva korisnika. Circuit-switching obezbeđuje: podelu poruka koje se razmenjuju u blokove ili pakete i prenos paketa između čvorova metodom store and forward – sačuvaj i prosledi.

Kada bluetooth uređaji komuniciraju međusobno formiraju takozvanu pikomrežu, koja može imati do 8 aktivnih uređaja i tri kanala za prenos glasa.

U bluetooth komunikaciji koristi se specifičan uzorak frekvencijskog skakanja, a sve pristupe kanalima kontroliše i sinhronizuje upravni uređaj. Uzimajući u obzir organizaciju Katedre vojnih elektronskih sistema, u njoj je moguće formirati 6 pikomreža. Jedna pikomreža odnosi se na vezu između načelnika katedre i šefova odseka, dok su ostalih 5 pikomreža mreže odseka. Više pikomreža formira scatternet (slika 2).



Slika 2 – Raspršena mreža Katedre VES sa pikomrežama, upravnim uređajima i klijentima

Upravni uređaj u jednoj pikomreži može biti klijent u drugoj pikomreži, a uređaji mogu istovremeno biti klijenti u više pikomreža. Za prebacivanje između pikomreža koristi se vremensko multipleksiranje. Topologija scatterneta obezbeđuje fleksibilan metod kojim uređaji održavaju višestruke veze. To može biti od velike koristi za mobilne uređaje koji često ulaze i izlaze iz okruženja drugih uređaja. Uloga uređaja (master ili slave), nakon uspostave veze od tačke do tačke sa drugim uređajem, često nema značaj za protokole višeg nivoa i korisnike.

Režimi rada

U bluetooth specifikaciji, osim normalnog aktivnog režima, postoje i osnovni režimi koji omogućavaju uštedu energije, omogućavanjem da radio-čipovi na klijentima uđu u režim parkiranja (park), osluškivanja (sniff) ili zadržavanja (hold) bluetooth konekcije (ali ne i celog uređaja). Kada uređaj nije u vezi nalazi se u stanju pripravnosti (standby).

Aktivni režim

Kada je slave u aktivnom režimu uvek „sluša“ transmisiju od mastera. Master šalje pakete aktivnim klijentima da bi očuvao sinhronizaciju i da bi im javio kada mogu da šalju povratne pakete. Klijenti u aktivnom stanju slušaju sve pakete od mastera. Ako se zna da u tom trenutku neki drugi slave komunicira sa masterom, dovoljno je da se slušaju samo zaglavlja paketa, a ne celi paketi. Aktivno stanje obezbeđuje kraće vreme odgovora ali i troši najviše energije pošto slave sve vreme prima pakete i spreman je za slanje paketa.

Režim osluškivanja

U režimu osluškivanja klijent može smanjiti potrošnju energije tako što je aktivan samo povremeno. Master može određenom klijentu slati pakete u određenim redovnim intervalima (mada ne mora to uraditi u svakom intervalu). Klijent treba da sluša pakete od mastera samo na početku takvog intervala (uz određenu vremensku toleranciju). Ukoliko se paketi šalju, klijent mora da ih primi, ako ne, može biti na stand by (da „spava“) do narednog intervala. Snaga i odzivnost zavise od dužine intervala osluškivanja i biće manji u odnosu na aktivan režim.

Režim zadržavanja

U režimu zadržavanja klijent se dogovori sa masterom o trajanju zadržavanja i u tom intervalu potpuno obustavi slušanje paketa. Za to vreme slave može realizovati druge aktivnosti, poput povezivanja sa drugim uređajima, ili jednostavno „spavati“. Kada vreme zadržavanja istekne klijent nastavlja da sluša masterov paket. U režimu zadržavanja odzivnost može biti slabija od odzivnosti u režimu osluškivanja. Ušteda energije zavisi od trajanja perioda zadržavanja i od aktivnosti klijenata u tom periodu.

Režim parkiranja

U režimu parkiranja klijenti održavaju sinhronizaciju sa masterom, ali se više ne smatraju aktivnim članovima pikomreže. Taj režim omogućava masteru da organizuje komunikaciju sa više od sedam klijenata, koliko je dozvoljeno u pikomreži, menjanjem aktivnih i parkiranih klijenata. Parkirani klijenti ostaju u sinhronizaciji periodičnim slušanjem mastera. Režim parkiranja je najmanje odzivan pošto klijent mora izvršiti tranziciju da bi postao aktivan član pikomreže, pre nego što se nastavi komunikacija. Režim parkiranja omogućava veću uštedu energije nego ostali režimi.

Bezbednosni aspekt predložene mreže

Ad hoc računarska mreža primenom bluetooth tehnologije, pored prednosti koje nudi, ima i određenih slabosti. Posebnu pažnju treba obratiti na tajnost, integritet podataka i raspoloživost mreže. Neželjenim bezbednosnim propustima korisnika uređaja, koji su manje svesni opasnosti nego administratori bezbednosti, olakšavaju se napadi na sigurnost mreže.

U osnovi, napadi su akcije koje su usmerene na ugrožavanje sigurnosti informacija, računarskih sistema i mreža. Postoje različite vrste napada, ali se oni generalno mogu klasifikovati u četiri osnovne kategorije: presecanje, tj. prekidanje (engl. interruption) – napad na raspoloživost; presretanje (engl. interception) – napad na poverljivost; izmena (engl. modification) – napad na integritet; fabrikovanje (engl. fabrication) – napad na autentičnost.

Metode zaštite

Za metode zaštite postoji nekoliko pristupa i podela. S vremenom ove klasifikacije evoluiraju i menjaju se s razvojem tehnologije i primene računarskih sistema i mreža. Prema nekim autorima postoje četiri grupe metoda zaštite: kriptografske metode, programske metode, organizacione metode i fizičke metode.

Aspekti zaštite

Aspekti zaštite često se definišu u odnosu na položaj mehanizama zaštite u računarskom ili informacionom sistemu ili računarskoj mreži. Oni često podrazumevaju sledeće nivoe:

– zaštitu na nivou aplikacije. Ona može da obuhvati, na primer, sledeće elemente: softversku zaštitu aplikacije (recimo, zaštitu od prekora-

čenja bafera), razvijanje sopstvene aplikacije za komunikaciju bluetoothom, upotrebu promenljivih i što dužih PIN-ova, izradu programa koji zahteva autentifikaciju lozinkom, izolovanje bitnih aplikacija na umreženim računarima (na primer, aplikacija koje se odnose na povezivanje sa mobilnim telefonima i PDA uređajima, aplikacija koja se odnose na internet konekciju), primenu specifičnih protokola (na primer, kriptografski zaštićenog protokola SSH, korišćenje sopstvenog šifarskog algoritma²);

- zaštitu na nivou operativnog sistema. Ona obuhvata i vezu operativni sistem-aplikacija za komunikaciju bluetoothom, kao i odnos prema vezama sa drugim sistemima (na primer, blokiranje nepotrebnih servisa, obezbeđivanje sveobuhvatne i obavezne kontrole na nivou korisnika, obezbeđivanje integriteta softvera koji čini operativni sistem);

- zaštitu na nivou mrežne infrastrukture. Ona se, uglavnom, odnosi na primenu mrežnih barijera (engl. firewalls), blokiranje nepotrebnih portova, šifrovanje putanje..;

- proceduralnu i operacionu zaštitu. Ovaj nivo zaštite obuhvata sledeće elemente: definisanje i sprovođenje pravila zaštite, politike i procedure, detekciju napada, sprovođenje preventivnih mera radi zaštite i smanjivanja ranjivosti sistema, upravljanje konfiguracijom sistema, podizanje svesti o sigurnosnim problemima i obrazovanje pripadnika katedre.

Zaključak

Predložena lokalna ad hoc računarska mreža može da se koristi u manjim organizacijama ili zasebnim organizacionim celinama veće organizacije. Katedra vojnih elektronskih sistema je manja organizaciona celina Vojne akademije Vojske Srbije i funkcioniše na principima jednostarešinstva i subordinacije. Nalazi se u objektu u kojem ne postoji mrežna infrastruktura za povezivanje računara u LAN. Jedno od rešenja za povezivanje računara u lokalnu mrežu, koje bi zadovoljilo ekonomski i bezbednosni aspekt, kao i principe funkcionisanja katedre, predstavlja ad hoc računarska mreža primenom bluetooth tehnologije.

Rešenje predstavljeno u ovom radu zasnovano je na iskustvima u realnom profesionalnom mobilnom okruženju, gde postoji potreba za umrežavanjem računara na kratkim odstojanjima, i može biti primenjeno na takvo i slično okruženje.

² Pojedini autori [7] razvili su sopstveni šifarski algoritam, nazvan MGAE2. Ovaj šifarski algoritam integrisan je u jezgro Linuks operativnog sistema, a njegova upotreba se vrši putem Ipsec bezbednog sistema. To znači da je sadržaj celokupne komunikacije šifrovan na IP (mrežnom) nivou OSI i TCP/IP modela i da ne postoji potreba za izmenom nosećeg bežičnog hardvera i protokola na sloju veze.

Literatura

- [1] Bluetooth SIG Security Expert Group: Bluetooth™ Security White Paper (2002).
- [2] Bluetooth SIG Security Expert Group: Specification of the Bluetooth system (Vol. 0–4), Covered Core Package version: 2.1 + EDR (2007).
- [3] Bluetooth Technology (), 15.10. 2009.
- [4] Bluetooth Tutorial (www.palowireless.com/bluetooth/infotooth/tutorial.asp), 15. 10. 2009.
- [5] Dave Singel'ee and Bart Preneel: Improved Pairing Protocol for Bluetooth (2005).
- [6] Zavodnik, G.: Bezbednost bluetooth komunikacija – magistarski rad, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2008.
- [7] Vejnović, M., Jevremović, A., Šimić, G.: Primena sopstvenog šifarskog algoritma za zaštitu ajax poziva kod WEB aplikacija, ETRAN, Palić, 2008.
- [8] Vejnović, M., Jevremović, A.: Uvod u računarske mreže, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2007.

PROPOSAL FOR AN AD HOC COMPUTER NETWORK IN THE MILITARY ELECTRONIC SYSTEMS DEPARTMENT AT THE MILITARY ACADEMY APPLYING BLUETOOTH TECHNOLOGY

Summary:

The historical development of the Bluetooth module is given in the introduction of this paper. The importance of the Bluetooth standard for wireless connection on small distances is shown as well.

The organization of the Department of Military Electronic Systems is presented with its area of duties, subordinate sections and deployment.

The concept of a local area network for this Department, using Bluetooth technology, includes network topology and working regimes based on the main characteristics and technical specifications for the connection with Bluetooth technology. The Department's disperse computer network is proposed as a scatter net where one piconetwork includes the Head of Department and the Heads of Sections while other piconetworks are formed from the Heads of Sections and their subordinates.

The security aspect of the presented network deals with basic computer network attack categories, protection methods and aspects.

The paper concludes with some recommendations for the local area network using Bluetooth technology with respect to its economical and security aspects as well as to the managing principles of the Department.

Key words: *Bluetooth, ad hoc, computer network, Military Electronic Systems Department, security.*

Datum prijema članka: 25. 11. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 27. 11. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 28. 11. 2009.

RAZVOJ INFORMACIONIH SISTEMA U INTERNET OKRUŽENJU KORIŠĆENJEM SOFTVERSKIH KOMPONENTI SA POSEBNIM OSVRATOM NA PRIMENU U VOJNOJ ORGANIZACIJI

Pejanović J. Miloš, Generalštab Vojske Srbije, Uprava za
telekomunikacije i informatiku (J-6), Centar za komandno-
-informacione sisteme i informatičku podršku, Beograd

UDK: 004.738.5:355.1

Sažetak:

Razvoj personalnih računara i internet tehnologije uzrokuje neprekidne promene u metodološkim pristupima i konceptima razvoja informacionih¹ sistema. Većina postojećih informacionih sistema, zbog heterogenosti, ima problem integrisanja podsistema. Radi prevazilaženja ovog problema proizvođači softvera nude različita rešenja. U ovom radu se istražuju pristupi i predlaže optimalan put, sa posebnim osvrtom na primenu u vojnoj organizaciji.

Primenom savremenih pristupa u razvoju informacionih sistema na konceptu distribuiranih komponentnih sistema dolazi se do skupa predloženih rešenja različitih proizvođača. Rešenja se odnose na mehanizme koji bi trebalo da omoguće da komponente pisane u različitim jezicima međusobno sarađuju u heterogenim sistemima koji se nalaze u različitim čvorovima u mreži računara.

U radu je prikazan koncept komponentnih distribuiranih informacionih sistema u internet tehnologiji i njihove mogućnosti. Na kraju se predlaže rešenje sa specifičnostima implementacionog okruženja u vojnoj organizaciji.

Ključne reči: internet tehnologija, distribuirani sistemi, komponentni sistemi, softverske komponente, vojna organizacija, heterogeni sistem, metodološki pristup.

Uvod

Danas je nezamisliv razvoj distribuiranih informacionih sistema bez računarskih mreža i koncepta objektno-orijentisanog razvoja aplikacija. Time se uvode konkretniji standardi u računarskoj tehnologiji,

¹ U užem smislu, u ovom radu se misli na poslovne ili bazične informacione sisteme.

koji omogućavaju povezivanje udaljenih komponenti distribuiranog hardvera ili softvera. Prelazak sa strukturnog i modularnog programiranja u objektnoorijentisano programiranje redukuje cenu softvera. Takve *softverske komponente* integrišu se sa aplikacijama, a aplikacije u celoviti sistem. Zbog toga je razvoj *komponentnih modela* postao popularan poslednjih godina. Brz tehnološki razvoj, posebno pojava internet tehnologije, uzrokuje promene u navedenim metodološkim pristupima. Problem kod većine postojećih informacionih sistema jeste heterogenost i veliki broj neintegriranih podsistema. Zbog toga se teži definisanju određenih standarda koji umanjuju ove probleme. Oni omogućavaju da se komponente softvera mogu koristiti ako su već jednom napisane ili da se mogu nabaviti od drugih proizvođača. Standard se odnosi na interfejs koji bi trebalo da omogući da distribuirane komponente, pisane u različitim jezicima, međusobno sarađuju. To je od velikog značaja za definisanje metodoloških pristupa u razvoju informacionih sistema kod velikih organizacionih sistema, kao što je vojna organizacija.

Posebno su značajna iskustva u primeni metoda i standarda u razvoju informacionih sistema sa primenom internet tehnologije. Pojava različitih proizvođača stvara dileme u opredeljenju za pristup u razvoju kompleksnijih informacionih sistema, posebno kada je reč o primeni u vojnoj organizaciji.

Pristup u razvoju informacionih sistema

Cilj procesa razvoja sistema je izrada kvalitetnog softvera koji će zadovoljiti potrebe korisnika. Pored toga, razvoj softvera treba da predstavlja proces s predvidivim vremenskim trajanjem i budžetom. Postoji više različitih procesa razvoja sistema, a primena određenog procesa zavisi od domena problema, tehnologije koja se može koristiti u implementaciji i sposobnosti i veštini projektnog tima.

U razvoju informacionih sistema važnu ulogu ima izbor odgovarajućih metoda i alata.² Za velike sisteme, kao što je, na primer, vojna organizacija, preporučuju se standardizovani postupci i metodologije za razvoj informacionih sistema. Postoje različiti metodološki pristupi u razvoju informacionih sistema: **sistemske integralni pristup razvoju** (od projektovanja, implementacije do uvođenja i održavanja) i **razvoj informacionih sistema kao tehničko-tehnološke strukture** (standardna mreža računara i servisa). **Kombinacija** ova dva pristupa vodi efikasnom rešenju u razvoju informacionih sistema, pri čemu treba imati u vidu **koncept „otvorenih sistema“** koji omogućavaju da različiti informatički standardi

² **Metode** predstavljaju skup postupaka, dok su **alati** sredstva u procesu razvoja informacionih sistema (na primer: dijagrami toka podataka, dijagrami objekti – veze, objektni dijagrami – dijagrami klasa, dijagrami promene stanja, Petrijeve mreže, itd.).

i servisi mogu da funkcionišu na tim sistemima (uključujući operative sisteme, baze podataka, računarske komunikacije i korisničke interfejsse).

Osnovni problem u razvoju složenijih informacionih sistema jeste savladavanje njihove složenosti. Pri tome, analiziraju se dva aspekta: **podela celokupnog razvoja na faze i dekompozicija sistema**. Podela razvoja na faze može se posmatrati kroz poznati konvencionalni životni ciklus informacionih sistema: **1. planiranje razvoja, 2. analiza i specifikacija zahteva, 3. projektovanje, 4. implementacija (kodiranje i testiranje), 5. uvođenje, 6. održavanje**.

Pojedinačne metode koriste skup alata, tehnika i aktivnosti za rešavanje problema u razvoju informacionih sistema. U pojedinim fazama životnog ciklusa informacionih sistema mogu se koristiti različiti alati i metode (tabeli 1).

Tabela 1³

Metode i alati za razvoj složenih informacionih sistema

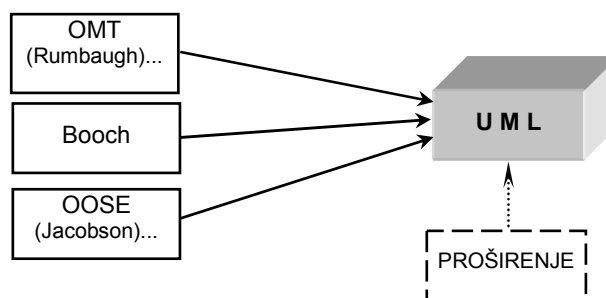
Konvencionalne metode	Objektne metode
1. Planiranje razvoja informacionih sistema (nije metoda već služi da razloži sistem na podsisteme)	
2. Analiza sistema	
Specifikacija	
Model procesa (strukturna sistem analiza)	Analiza „slučajeva korišćenja“ (<i>Use Case</i>)
Model podataka (model objekti – veze)	Objektno modeliranje. Dijagrami „klasa–objekti“
Specifikacija aplikacija (model aplikacionog složenog objekta)	Modeliranje dinamike sistema, preko dijagrama prelaza stanja (na primer, Petrijeve mreže)
Modeliranje funkcija (dijagrami toka podataka)	
3. Projektovanje	
Logičko i fizičko projektovanje	Projektovanje sistema, podela na podsisteme, definisanje arhitekture
Projektovanje programa	Projektovanje objekata
4. Implementacija (kodiranje i testiranje)	
5. Uvođenje	
6. Održavanje	

Aplikativno najpogodniji je **objektni pristup**. Kod različitih pristupa postoji problem izbora metoda projektovanja, odnosno stvaranja optimalnog metodološkog pristupa razvoja informacionih sistema. Takođe, postoji problem razvoja zbog parcijalne automatizacije u uslovima masovnog uvođenja personalnih računara. U takvim uslovima često se pristupa

³ Izvor: B.Lazarević, S.Nešković, Objektnoorijentisana transformaciona metoda razvoja informacionih sistema, SYMOPIS 90.

razvoju informacijskih sistema kao infrastrukture i definisanju standarda, ne čekajući globalni projekat. Nakon izvesnog vremena postoji mogućnost da dođe do redundancija i haosa, zbog čega je potrebno ostvariti kontrolu i upravljati razvojem. Koordinacija nad lokalnim podsistemima, pored standarda, podrazumeva **rečnik podataka**, što znači postojanje „informacionog sistema o informacionim sistemima“. Ovakav pristup u razvoju informacijskih sistema zahteva dosta znanja.

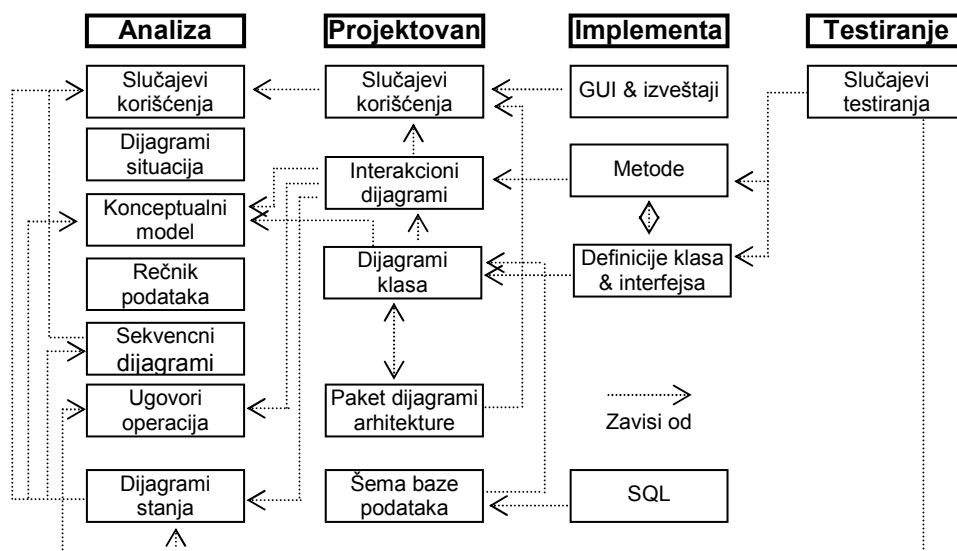
Postoje različite objektnoorijentisane metode koje predlažu različite pristupe objektnoorijentisanoj analizi i projektovanju informacijskih sistema. Među njima su najpoznatije **OMT metod** (*Object Modeling Technique*), **Boochov metod** i **OOSE metod** (*Object – Oriented Software Engineering*) [4]. U OMT metodu posmatraju se tri različita modela: objektni, dinamički i funkcionalni. Oni predstavljaju različite poglede na sistem i međusobno su komplementarni. Ovaj metod daje prednost pristupu u kojem analiza sistema započinje definisanjem entiteta i formiranjem objektnog modela. Ovaj pristup naziva se **pristup orijentisan podacima** (*data driven approach*). U Boochovom metodu definisani su različiti dijagrami: dijagram klase, dijagram objekata, dijagram interakcije objekata i dijagram prelaza stanja. Njima su predstavljene statičke i dinamičke karakteristike sistema. U ovom metodu posebno je naglašen onaj deo procesa razvoja sistema koji se odnosi na projektovanje i implementaciju sistema [5]. U OOSE metodu definisane su tri vrste objekata. To su objekti entiteta (*entity objects*), interfejs objekti (*interface objects*) i upravljački objekti (*control objects*). Za opis dinamike sistema uvedeni su slučajevi korišćenja (*use cases*). Ovaj metod daje prednost pristupu u kojem definisanje zahteva i analiza sistema započinju definisanjem slučajeva korišćenja i formiranjem modela slučajeva korišćenja. Ovaj pristup naziva se **pristup orijentisan slučajevima korišćenja** (*use case approach*) [4]. Uvidom u navedene objektnoorijentisane metode dolazi se do zaključka da sve te metode imaju jedan zajednički skup elemenata koji se koristi u modeliranju sistema (slika 1).



Slika 1 – Razvoj UML

Objedinjeni jezik modeliranja (*Unified Modeling Language – UML*) nastao je sredinom 90-ih,⁴ prvenstveno objedinjavanjem tri pomenute metode, OMT metode, Boochove metode i OOSE metode. Analizom koncepata obuhvaćenih u objektnoorijentisanim metodama došlo se do skupa modela i elemenata modela koji se koriste pri analizi, projektovanju i dokumentovanju elemenata sistema.

Da bi se UML primenio na procese razvoja sistema definisana su proširenja UML-a: UML proširenje za proces razvoja softvera i UML proširenje za modeliranje poslovnih sistema. UML je široko primenljiv bez proširenja i uvode se u projekte samo ukoliko su neophodna za uvođenje novih oznaka i terminologije. UML proširenje oslanja se na UML metamodel. UML metamodel definiše koncepte i način njihovog korišćenja u modelima UML-a. UML proširenje predstavlja predefinisani skup stereotipova, označenih vrednosti i notacija, koji zajedno proširuju i oblikuju UML za primenu u specifičnom domenu ili procesu.



Slika 2 – Zavisnost između elemenata u fazama razvoja softvera⁵

UML sistem za opis procesa razvoja softvera sadrži više različitih, ali međusobno povezanih modela. Svaki model predstavlja odgovarajuću fazu životnog ciklusa sistema. Definisani su sledeći stereotipovi modela [4]:

– model slučajeva korišćenja,

⁴ Prva verzija UML data je 1995. godine pod nazivom Unified Method, autora G. Boocha i J. Rumbaugh. Novije verzije prihvatile su i vodeće svetske kompanije u proizvodnji softvera, kao što su ORACLE, IBM, Digital Equipment, Microsoft i drugi.

⁵ Metode razvoja softvera – Larmanova metoda, prof.dr Vidojko Čirić, mr Siniša Vlajić, FON.

- model analize,
- model projektovanja, i
- model implementacije.

Metode razvoja informacionih sistema koje su prethodno opisane mogu se sistematizovati i opisati na jedinstven način pod nazivom Larmanova metoda [9], po pravilu kroz nekoliko faza: 1. specifikacija zahteva, 2. analiza, 3. projektovanje, 4. implementacija i 5. testiranje (slika 2).

Razvoj informacionih sistema u vojnoj organizaciji

Vojni organizacioni sistem je složen i sastoji se od hijerarhijski povezanih organizacionih jedinica. Svoje ciljeve i zadatke ostvaruje preko svojih upravljačkih funkcija. Delovanje tih funkcija zavisi isključivo od brzine, pouzdanosti u pristupu i obradi potrebnih informacija. U Vojsci⁶ su do sada postojala parcijalna istraživanja iz oblasti razvoja informacionih sistema. Rezultati tih istraživanja poznati su stručnim službama u Vojsci, delimično se primenjuju u praksi i mogu se koristiti kao polazna osnova za istraživanja u razvoju vojnih informacionih sistema.

Razmatranjem pristupa u razvoju informacionih sistema u internet okruženju korišćenjem softverskih komponenti nameće se potreba da se u različitim uslovima i ograničenjima obezbedi maksimalna efikasnost organizacijskih sastava Vojske. To zahteva preispitivanje postojećih pristupa i metoda u razvoju informacionih sistema u vojnoj organizaciji i uvođenje novih i savremenih, koje mogu biti prihvaćene kao sopstveni standard. Problem razvoja informacionih sistema u internet okruženju korišćenjem softverskih komponenti svodi se na **iznalaženje načina određivanja skupa metodoloških postupaka, koncepata i pristupa iz repozitorijuma metoda koje podržavaju distribuirane informacione sisteme u internet tehnologiji**. To znači da je potrebno osmisliti metodološki pristup koji će biti adaptivan u skladu sa specifičnostima vojne organizacije.

Većina stranih oružanih snaga u razvoju svojih informacionih sistema koriste standardizovane postupke i metodologije koje se primenjuju u njihovom okruženju. U slučajevima kada to nije posebno definisano teži se korišćenju najsavremenijih metodoloških postupaka u skladu sa tehničko-tehnološkim razvojem. Ekonomski najrazvijenije zemlje, a time i njihove armije, vodeće su u razvoju i modernizaciji informacionih sistema. U prethodnim decenijama su informacije o njima bile relativno nedostupne, posebno u istočnoevropskim armijama. Danas je veoma izražen uticaj internet tehnologije na utvrđivanju standarda i metodologija u razvoju informacionih sistema. Time dolazi do mogućnosti prevazilaženja problema nastalih zbog razvoja mnoštva parcijalno razvijenih informacionih sistema, tako što se definiše standard koji omogućava komuniciranje različitih komponenti i povezuje ih u jedinstvenu globalnu mrežu.

⁶ Vojska Srbije.

Na primer, američka vojska je publikovala standard za razvoj svojih tehničkih sistema i informacionih sistema pod nazivom *Joint Technical Architecture (JTA)*. Ovaj standard se bavi problemom razvoja tehničkih sistema uopšte. Postoji nekoliko verzija ovog dokumenta, koji se neprekidno usavršava. Osnovni cilj JTA jeste da obezbedi što veću efikasnost u izvršavanju vojnih operacija sa bilo kojim snagama, bilo gde u svetu. Kritična potreba je da se obezbedi takav sistem informacionih tehnologija koji će omogućiti sadejstvo i razmenu informacija. Proučavajući u praksi različita iskustva iz konflikata i operacija, došlo je do nove vizije u američkom ministarstvu za odbranu (*DoD*). Kao konceptualni obrazac javlja se JV 2010 (*Joint Vision 2010*), tako da JTA predstavlja krucijalni dokument ministarstva za odbranu u ostvarenju JV 2010. Ovaj dokument se stalno usavršava i otvoren je za pristup svim zainteresovanim. JTA obezbeđuje osnovu za neprekidnu i dobro povezanu međuoperativnost sistema *DoD*. JTA definiše područje servisa, interfejse i standarde (JTA elemente) primenjive u svim *DoD* sistemima, pri čemu su primenjivi u upravljanju, razvoju i lociranju novih ili postojećih sistema kroz *DoD*. JTA sadrži dva glavna dela: JTA jezgro i JTA dodatke. JTA jezgro sadrži minimalni skup JTA elemenata primenjivih u svim *DoD* sistemima za obezbeđenje međuoperativnosti. JTA dodatak sadrži dodatne JTA elemente primenjive u specifičnim funkcionalnim domenima (familijama sistema). Na primer, verzija 3.1. ovog dokumenta uključuje dodatak za C4ISR⁷ domene, zatim *Combat Support domain*, *Modeling and Simulation domain* i *Weapon Systems domain*. Može sadržavati i poddomene neke domene [7]. JTA je komplementaran i konzistentan sa drugim *DoD* programima i inicijativama u razvoju „efektiva“ i međuoperativnih informacionih sistema. JTA je otvoreni dokument koji sadrži razvojne tehnologije i objedinjene bazične standarde i javno je dostupan.

Kada govorimo o standardima u razvoju vojnih informacionih sistema postoji veliki značaj primene TCP/IP protokola u razvoju računarskih mreža, što u suštini predstavlja razvoj telekomunikacione infrastrukture sa multiservisnim sposobnostima [8].

Komponentni distribuirani informacioni sistemi sa objektno-orijentisanim pristupom u internet okruženju

Informacioni sistemi koji imaju karakteristike distribuiranog hardvera, i/ili distribuiranog upravljanja i/ili distribuiranih podataka, predstavljaju **distribuirane informacione sisteme**. Distribuirani hardver podrazumeva dva ili više međusobno povezanih računara pomoću sistemske magistrale, lokalne mreže ili komunikacione mreže [1].

⁷ *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*

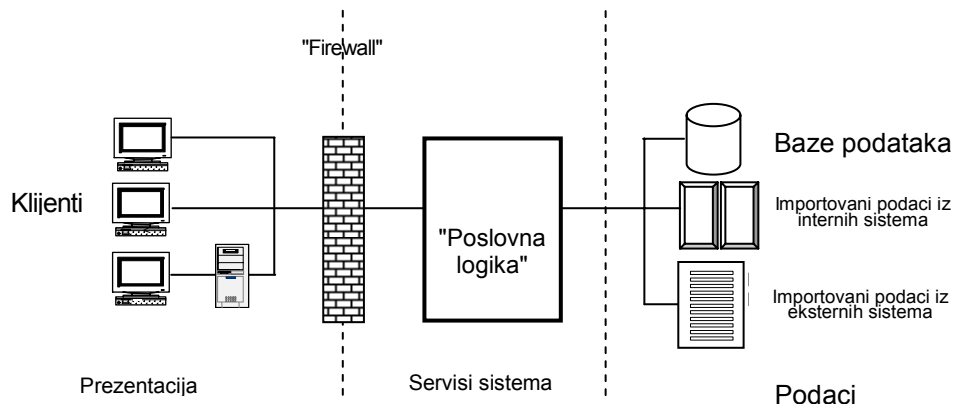
ISO/OSI⁸ referentni model predstavlja polaznu osnovu pri povezivanju otvorenih sistema. Arhitektura referentnog modela služi kao osnova svih budućih razvoja standarda za potrebe distribuiranih informacionih sistema. U suštini, to su računarske mreže sa informacionim sistemima koji imaju karakteristike distribuiranih resursa.

Razvoj personalnih računara i komunikacionih tehnologija, pre svega **internet tehnologije**, uslovio je potrebu za nadogradnjom postojećih sistema i povezivanjem sa korisnicima sistema ili drugim sistemima u okviru i izvan vojne organizacije.

Razvoj globalne računarske mreže bazirane na internet tehnologiji i **klijent-server arhitekturi**, kao i njena masovna upotreba, bitno utiču na redefinisane standarda za razvoj objektno orijentisanih distribuiranih informacionih sistema.

Pored postojećeg skupa metoda i tehnika za razvoj informacionih sistema postavlja se pitanje metodološkog pristupa razvoju u internet okruženju. Rešenje je nađeno u troslojnim (slika 3) i višeslojnim sistemima.

Na ovaj način ostvaruje se nezavisnost u smislu odvojenog razvoja klijentskih aplikacija, dodavanja novih operacija unutar poslovne logike ili intervencija na samoj bazi. Komponente aplikacije mogu biti distribuirane po različitim računarima: ulazimo u eru arhitekture distribuiranih objekata. **Distribuirani objekat** definiše se na jednom sistemu, a može se koristiti na drugom. U ovoj komunikaciji može učestvovati jedan ili više kompjutera. Cilj je da se obezbedi integracija servisa sa različitim platformi.

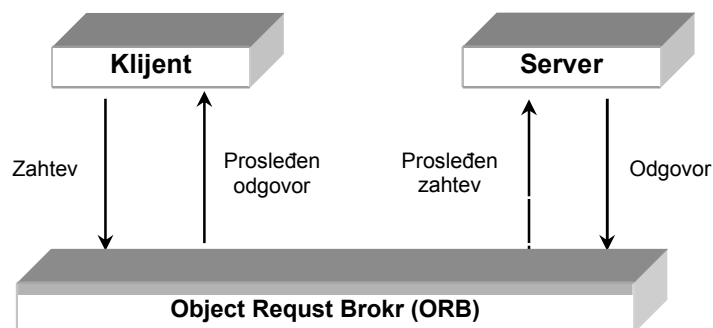


Slika 3 – Troslojna arhitektura

⁸ Referentni model za povezivanje otvorenih sistema zasnovan je na konceptu hijerarhijske organizacije komunikacione arhitekture u sedam diskretnih slojeva.

Primenom distribuiranih objekata mogu se kreirati klijent/server aplikacije sa troslojnom ili višeslojnom arhitekturom, koje omogućavaju implementaciju sinhronih ili asinhronih rešenja za internet i intranet. Novi trendovi u primeni internet tehnologije postavili su nove zahteve pred serverske aplikacije koje moraju podržati transakcije u novom okruženju. Proširivanje uloge servera vodi stvaranju kompleksnijih aplikativnih servera. Transakcije se mogu izvršavati direktno ili svrstavajući se u red čekanja. U direktnim se uspostavlja sinhronizovana komunikacija između klijenta i servera, čime se dobija utisak da je uspostavljena direktna veza.⁹ Noviji pristup koji se oslanja na CORBA model (*Common Object Request Broker Architecture*) i Object Request Broker (ORB) jeste primer direktnog izvršenja transakcija. S druge strane, pristigle transakcije se ne moraju izvršavati sinhronizovano, već mogu dolaziti u red transakcija na serveru i zatim se izvršavati po pravilima koja važe za taj red (npr. izvršenje po nastanku nekog događaja ili u nekom vremenskom trenutku i sl.). Isto važi i za poruke o rezultatima transakcija.

Transakcije koje se mogu izvršiti kompletno, na jednom čvoru mreže, nazivaju se lokalnim transakcijama. Priroda distribuiranih sistema uslovlila je pojavu distribuiranih transakcija, za čije je izvršenje potrebno više čvorova mreže. One su kompleksnije i teže za implementaciju. Implementacija aplikacije zahteva upravljanje deljivim resursima servera (kao što je memorija ili procesorsko vreme) i upravljanje kontekstom. To je zahtev koji može usporiti razvoj aplikacije, jer bi se svaka transakcija programirala.



Slika 4 – Klijent–server komunikacija kroz ORB

Takve transakcije nazivaju se programirane transakcije (*eng. Programmatic transactions*). Aplikacije koje ih koriste su teške i skupe za održavanje. To je jedan od razloga zbog kojih je razvoj **komponentnih modela** postao popularan i doživeo veliki razvoj poslednjih godina. Komponente kojima je **implementiran mehanizam izvršavanja transakcija** na

⁹ Tipičan primer ovakvog izvršavanja transakcija uočava se u CGI aplikacijama koje podržavaju web serveri.

ovaj način se mogu koristiti u izradi novih aplikacija. Komponentni model omogućava lakše izmene i održavanje, a istovremeno se skraćuje vreme potrebno za implementaciju, jer postoje različite gotove komponente koje se mogu iskoristiti. Ovakav pristup implementaciji transakcija naziva se deklarativnim pristupom. Programeri su oslobođeni brige o realizaciji mehanizama za kontrolu izvršenja transakcija. Značajni komponentni modeli realizovani su u tehnologijama COM+ (*eng. Component Object Model*), EJB (*eng. Enterprise Java Beans*), CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*) i SOA (*Service Oriented Architecture*) [2].

Tehnologije za implementaciju komponentnih distribuiranih informacionih sistema sa objektnoorijentisanim pristupom u internet okruženju

S obzirom na to da se sistemi zasnovani na distribuiranim objektima razvijaju godinama unazad, na tržištu postoji niz različitih platformi (tehnologija) za implementaciju višeslojne arhitekture. Pri odabiru distribuirane tehnologije treba obratiti pažnju na sledeće parametre:

- prenosivost (portabilnost) klijentske i serverske platforme,
- prenosivost programskog jezika,
- performanse pri izvršavanju,
- jednostavnost razvoja,
- sigurnost.

Rezultati testiranja sa različitim komunikacionim modelima za udaljeno pozivanje komponenti rezultirali su sledećim tehnologijama:

- COM+/DCOML,
- CORBA/IIOP,
- EJB/RMI/IIOP,
- SOAP.

COM+ / DCOM

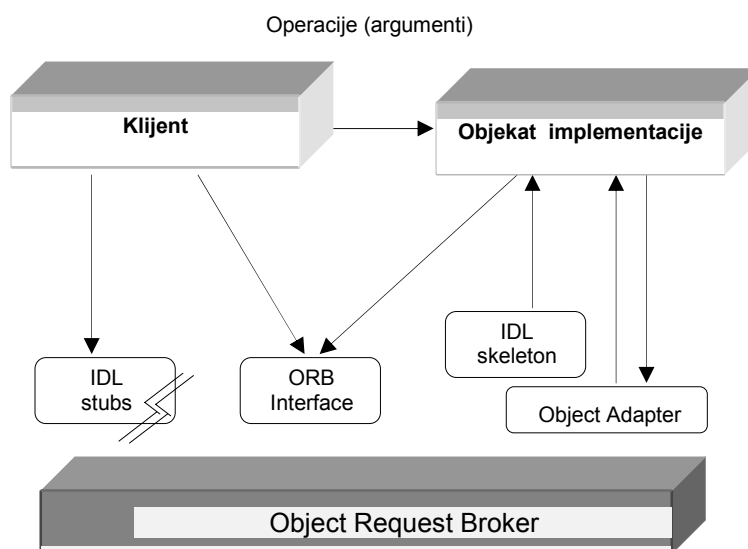
COM+ predstavlja evoluciju starije tehnologije COM (*Component Object Model*). COM je specifikacija za objekte koja definiše interfejs preko koga različiti objekti mogu da komuniciraju. COM je nezavisan od programskog jezika ukoliko implementira COM interfejs i teoretski može da se implementira na različitim operativnim sistemima. Međutim, ne podržava ih niko osim Microsoft Windowsa. Da bi se omogućilo da COM objekti sa različitih sistema međusobno razmenjuju informacije, COM specifikacija je proširena i nastao je DCOM (*Distributed COM*), koji poseduje znatno kompleksniji model konfiguracije i sigurnosti.

CORBA / IIOP

CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*) jeste konkurentna specifikacija koju je kreirala Object Management Group, OMG – grupe kompanija (*Object Management Group*) koje razvijaju srednji sloj. CORBA je nezavisna od jezika i implementirana na većem broju platformi nego COM. Međutim, postoje nekompatibilnosti između implementacija različitih proizvođača. CORBA predstavlja magistralu objekata (*object bus*) koji omogućava klijentu da poziva metode sa objekta na serveru uz nezavisnost programskog jezika i lokacije objekta. Interakcija je omogućena preko ORB (*Object Request Brokers*) komponenta na klijentu i na serveru, a komunikacija se odvija preko IIOP (*Internet Inter-ORB Protocol*)[3].

EJB / RMI over IIOP

EJB (*Enterprise JavaBeans*) jeste specifikacija koju je izdao Sun Microsystems za Java Platformu. EJB je nezavisna od platforme, ali ne i od jezika. Svi EJB objekti moraju biti napisani u jeziku java. Za komunikaciju između različitih sistema EJB koristi varijantu IIOP, nazvanu RMI preko IIOP (*Remote Method Invocation over IIOP*). RMI je protokol rezervisan samo za javu.



Slika 5 – Mogućnosti CORBA objekata definisane su pomoću IDL (Interface Definition language)

SOAP

SOAP (*Simple Object Access Protocol*) jeste kompletno kreiran na postojećim, proverenim i široko prihvaćenim tehnologijama kao što su HTTP i XML za prenos podataka između aplikacija. Pošto je XML univerzalni standard, sve platforme mogu da pristupe i obrade informaciju. Pristup različitim aplikacijama na raznim platformama sa SOAP-om postaje jednostavan, Java aplikacija na *Unix-u* jednostavno može da poziva metode COM objekta na *Windows* serveru. Klijentska aplikacija na *iMac-u* pristupa objektu na mainframe računaru. Sve to postaje transparentno i ne zahteva bilo kakvu posebnu administraciju.

Internet tehnologija omogućava korišćenje različitih servisa u komunikaciji između elemenata računarske mreže. Osnovna ideja je da se elementi informacionog sistema u Vojsci definišu kao komponente različitog softvera koje se mogu koristiti, ako su već napisane i postavljene na različite čvorove u mreži. Bez obzira na to da li su na istom serveru ili su distribuirani kroz mrežu, komponente komuniciraju. Osnovno pitanje u razvoju ovakvih informacionih sistema je tehnološko opredeljenje. U tabeli 2 predstavljen je uporedni prikaz prethodno opisanih tehnologija.

Tabela 2

Uporedni prikaz tehnologija za implementaciju komponentnih distribuiranih informacionih sistema

	DCOM	IIOP	RMI/IIOP	SOAP
Format	Binarni	Binarni	Binarni	Unicode
Platforma	Windows	Unix	Nezavisan	Nezavisan
Programski jezik	Nezavisan	Nezavisan	Java	Nezavisan
Izrada	Moderna (RAD)	Složen	Moderna (RAD)	Jednostavna
Sigurnost	Win NT Security	CORBA security service	JAVA security	HTTP/SSL, XML signature
Omogućava pristup kroz firewall	Ne	Ne	Ne	Da
Lociranje		Referenca		URL
Obrada grešaka		IDL Exception		SOAP Fault messages
Događaji	COM+ Events	CORBA Event service		N/A
Otkrivanje servisa		CORBA Naming/Traning service	RMI registry	UDDI
Opis tipova podataka		IDL		XML Schemas

Glavni **problem kod starijih protokola**, kao što su DCOM, IIOP i RMI/IIOP, nalazi se u nekompatibilnosti (teško prilagođavanje datih protoko-

la), tako da različite aplikacije međusobno ne mogu da komuniciraju. Druga bitna činjenica jeste da ne funkcionišu u prisustvu *firewalla*, što znači da aplikacije sa raznih lokacija ne mogu uvek međusobno da komuniciraju. Postavlja se pitanje smisla funkcija CORBA usvajanjem *Enterprise Java Beans* specifikacije, pošto u tom slučaju posedujete java aplikacije i na klijentu i na serveru. Pored toga, *Sun* je razvio RMI za komunikaciju java-java aplikacija, što je direktna konkurencija za CORBA i dovešće do daljih podela u ovom pristupu.

CORBA je specifikacija koju kompanije implementiraju po specifičnom zahtevu (želji), a pitanje komuniciranja između ORB-ova različitih proizvođača još nije u potpunosti rešeno. Ne postoji administriranje, sve se svodi na programiranje. Kada se želi povećati nivo sigurnosti sopstvenih komponenti potrebno je instalirati novi API i vršiti programiranje. CORBA je zasnovana na deljenim objektima (*shared objects*) koji čuvaju svoje podatke između dva poziva i tako zauzimaju memoriju. Broj klijenata koji istovremeno mogu da se povežu na server je sigurno mnogo manji nego kod *Microsofta*, gde se primenjuje princip deljenih podataka (*shared data*), a objekat između dva poziva oslobađa memoriju.

Web servisi predstavljaju osnovne gradivne blokove budućih informacionih sistema, a u suštini su aplikacije koje su raspoložive na mreži i koje mogu da urade ono što je u tom trenutku potrebno. Drugim rečima, to su resursi koji se adresiraju primenom URL-a koji vraćaju informaciju korisniku koji želi da ih koristi. Glavni komunikacioni protokol je SOAP, tj. XML preko HTTP-a. Osnovni pokretač ovih promena je XML, koji kroz svoju jednostavnost omogućuje praktičnu nezavisnost aplikacija i sistema jer je razumljiv i za čoveka i za mašinu. Web servisi objavljuju se na jedinstvenoj lokaciji i nude se kao usluge. Ukoliko se poseduju već napisane aplikacije koje nude stabilna i proverena rešenja, jednostavno je moguće objaviti aplikaciju kao uslugu korisnicima u vojnoj intranet mreži. Zbog te specifičnosti ova tehnologija se brzo raširila i u potpunosti se prihvata za implementaciju kako otvorenih, tako i zatvorenih informacionih sistema, kao što su vojni.

Odnos SOAP-CORBA i CORBA-SOAP prikazan je u tabeli 3.

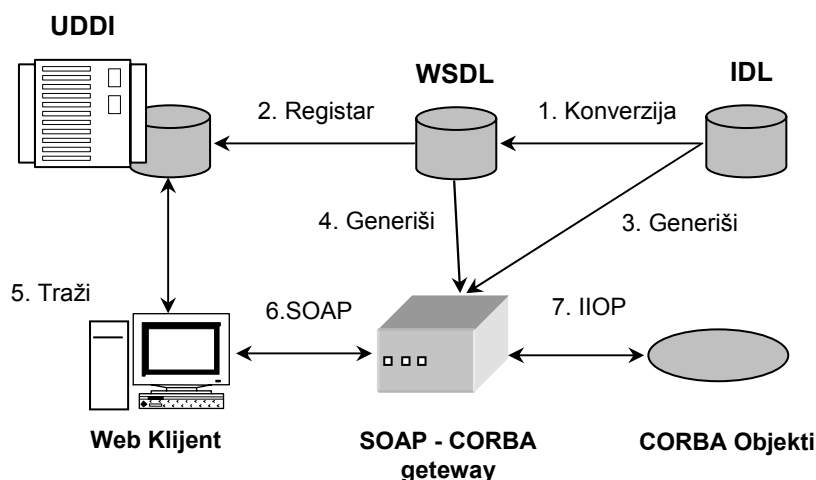
Tabela 3

Uporedni prikaz CORBA i SOAP

	CORBA	SOAP
Podrška raznim platformama	CORBA 1.0 teško je radila sa firewallovima, dok CORBA 2.0 radi preko TCP/IP protokola i teži uključivanju web-a.	Zasniva se na internet specifikacijama, te se lako nadograđuje na postojeće web okruženje koje je podržano na svakoj platformi.
Format podatak za prenos	Pošiljalac i primalac moraju da poseduju puno značenje konteksta poruke u prenosu, jer koristi binarno kodovanje podatka bez podataka o podacima (<i>metadata</i>)	Koristi XML koji omogućava jednostavnu obradu poruka u svakom koraku procesa. Jednostavno debugovanje i komprimovanje (zbog svoje ponovljivosti).
Interoperabilnost	Postoji više različitih implementacija CORBA, koje poseduju problem interoperabilnosti	Pošto je zasnovan na HTTP i XML omogućava jednostavnu interoperabilnost između različitih SOAP sistema.

	CORBA	SOAP
Skalabilnost	U CORBA postoji jednostavan mehanizam koji omogućuje ORB zahtev bez pamćenja stanja.	HTTP protokol ne pamti stanja između dva poziva.
	Izbor između mehanizma za pamćenje (stateful) ili bez pamćenja (stateless) zavisi od sistemske izvedbe.	SOAP server može da upravlja stanjem, korišćenjem klijentskih kolačića (<i>cookies</i>) ili specijalnih identifikacionih objekata sa SOAP pozivima. SOAP će posedovati mehanizam sesije kako bi se omogućili transakcioni zahtevi.
Životni ciklus	Određena instanca CORBA objekta identifikuje se referencom objekta instance.	SOAP indentifikuje objekte samo pomoću URL-a.
	CORBA se koristi za transparentnu komunikaciju između objekata aplikacije.	Životni vek SOAP objekta na serveru određen je vremenskim intervalom upravljanja stanjem.
Transportni protokoli	CORBA2 implementacija koristi Internet Inter-ORB protokol (IIOP), koji spada u GIOP (General Inter-ORB Protocol) preko TCP/IP.	HTTP protokol je definisan za prenos poziva metoda, a mogu se koristiti i SMTP, FTP.
	Dodatni portokol se zove DCE CIOP (DCE Common Inter-ORB Protocol) koji takođe podržan u CORBA2.	Drugi transportni protokoli kao što je SMTP nisu široko prihvaćeni pošto dopuštaju pozive u jednom smeru.
Sigurnost	Corba Security Service obezbeđuje sigurnosnu arhitekturu koja podržava veliki broj sigurnosnih politika kako bi se izašlo u susret različitim potrebama.	Na najnižem nivou SOAP poruke se mogu transportovati preko HTTPS kako bi se sprečilo prisluškivanje (snooping) i obezbedila identifikacija klijenta i servera.
	Servis specificira autentifikaciju, autorizaciju i enkripciju poruka.	Standard XML Key Management Specification (XKMS) obezbeđuje kvalitet-niju sigurnost koja je neophodna za autentifikaciju korisnika određenog web servisa.
Upotreba	Programiranje CORBA sistema je kompleksno.	HTTP i XML olakšavaju implementiranje i debugovanje.
Vreme kompilacije	Kompilacija CORBA „Hello World“ traje više od minuta na 400 mhz/128 Mb.	SOAP ekvivalentu je potrebno manje od sekunde.
Prvi koraci	Sa CORBA je potrebno opsežno znanje, dugotrajno programiranje.	Sa SOAP-om je moguće uraditi nešto korisno za manje od 30 minuta.

Web pristup servisima izgrađenim u CORBA može se realizovati pomoću gatewaya koji automatski vrši konverziju između SOAP i CORBA IIOP poruka. Pošto su SOAP poruke čisti tekstualni dokumenti, tj. XML, konverzija se, u stvari, vrši između XML (slika 6).



Slika 6 – Šema (XML Schemas) i/ili DTDs (Document Type Definitions) prema odgovarajućem IDL elementima.

Set protokola web servisa stalno se razvija i koristi se da definiše, otkriva i implementira web servise. Osnova ovih protokola leži u sledeća četiri nivoa:

Service Transport: Ovaj nivo je odgovoran za prenos poruka između aplikacija i u njega su trenutno uključeni HTTP, SMTP, FTP, i novi protokoli kao što je BEEP – *Blocks Extensible Exchange Protocol*.

XML Messaging: Ovaj nivo je odgovoran za razumevanje poruka za razmenjivanje koje se implementiraju u XML formatu i trenutno se koristi XML-RPC (*XML – Remote Procedure Call*) i SOAP (*Simple Object Access Protocol*).

Service Description: Ovaj nivo definiše javni interfejs za određeni Web servis, i trenutno se opisuje kroz WSDL (*Web Service Description Language*).

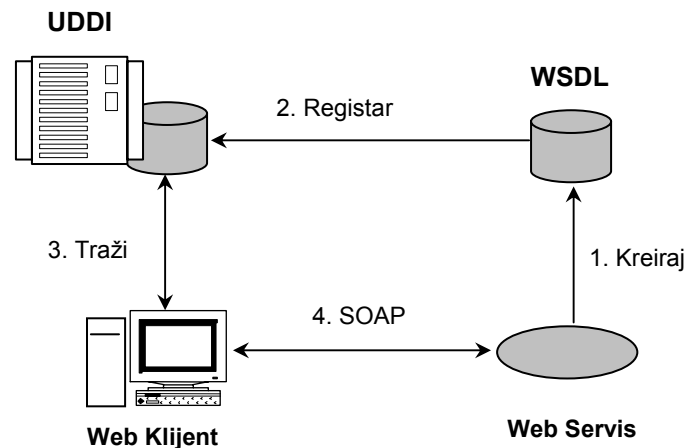
Service Discovery: Ovaj nivo je odgovoran za centralizovanje servisa u zajednički i jedinstveni registar koji obezbeđuje jednostavno objavljivanje i pronalaženje servisa. Otkrivanje servisa trenutno se obrađuje kroz UDDI (*Universal Description, Discovery, and Integration*).

Pored pomenutih, set sadrži nove protokole koji se još razvijaju, uključujući WSFL (*Web Services Flow Language*), SOAP-DSIG (*SOAP Security Extensions: Digital Signature*) i USML (*UDDI Search Markup Language*).

Nije potrebno razumevanje kompletnog seta protokola da bi se radi-lo sa Web servisima. Ukoliko se poznaju osnove HTTP-a, dovoljno je za-početi sa *XML Messaging* nivoom.

Web servisi mogu se kreirati od već gotovih aplikacija ili od početka, pri čemu se programski jezici, gotove komponente i platforme mogu koristiti po svom izboru.

Nakon što se usluga osmisli i kreira potrebno je (slika 7):



Slika 7 – Kreiranje web servisa

1. Opisati servis pomoću WSDL jezika.

WSDL je zasnovan na XML i predstavlja opis interfejsa web servisa koji treba da sadrži:

- opis interakcije koju servis nudi,
- opis argumenata i rezultata koji su uključeni u interakciju,
- adresu za lociranje servisa,
- komunikacioni protokol,
- format podataka koji se koristi u porukama.

Definisanje interfejsa je, u stvari, ugovor između servera i klijenta.

2. Registrovati servis na UDDI registru, internet lokaciji predviđenoj za objave servisa i time omogućiti i svom softveru da koristi tuđe usluge i zainteresovanim korisnicima da pronađu vaš servis.

UDDI predstavlja centralizovanu lokaciju koja obezbeđuje mehanizam za registrovanje i pronalaženje servisa. Koristi SOAP za komunikaciju i omogućuje klijentima da pronađu servis i serveru da ga objavi.

3. Omogućiti pristup svom web servisu posredstvom SOAP-a, koji koristi XML jezik za specificiranje pozivnih parametara i rezultata rada servisa.

SOAP predstavlja okruženje za razmenu poruka zasnovanih na XML-u u mreži, a služi se aplikativnim HTTP protokolom koji koriste web serveri.

Implementacija komponentnih distribuiranih informacionih sistema sa objektnoorijentisanim pristupom u internet okruženju

Brzina razvoja interneta dovela je do pojave mnogih tehnologija i standarda koji su istom tom brzinom i nestali. Sa aspekta istraživanja u ovom radu može se zaključiti da se izdvajaju dva pristupa i to kroz: J2EE (*Java 2 Platform Enterprise Edition*) okruženje i *Microsoftov*. NET skup tehnologija.

J2EE

J2EE je skup industrijskih standarda sa zadatkom da podrži i pojednostavi projektovanje, dizajn i implementaciju višeslojnih složenih web aplikacija u otvorenom distribuiranom okruženju koje predstavlja internet (Firma *Sun Microsystems* predvodi udruženje koje radi na daljem razvoju J2EE standarda, kao pogleda na distribuirane informacione sisteme zasnovane na korišćenju web servisa) [6].

Osnova svakog J2EE rešenja je programski jezik java, koji predstavlja platformski neutralan jezik, što znači da svaka platforma predstavlja njeno prirodno okruženje.

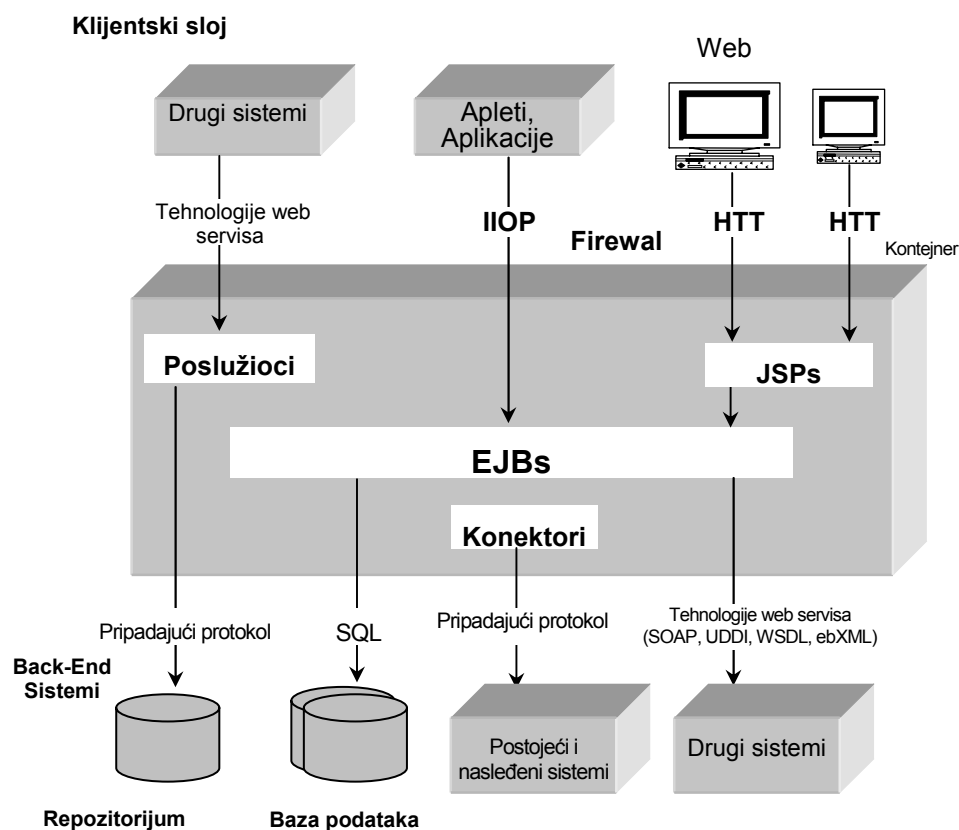
Razvojni inženjeri pišu izvorni kod na javi, koji se zatim prevodi u tzv. *bytecode*, koji predstavlja intermedijalni jezik koji mora biti interpretiran na svakoj platformi specifično pomoću JRE (*Java Runtime Enviroment*) da bi bio izvršen. Aplikacija mora biti pisana na javi da bi bila po J2EE standardu. Komponente koje sačinjavaju aplikaciju prevode se u *bytecode* i u vremenu izvršavanja interpretiraju pomoću JRE-a.

Sama J2EE aplikacija je zatvorena pomoću komponente *kontejner* koja pruža gotove odgovarajuće servise telu aplikacije, kao što su transakcioni servis, servis zaštite u transportu i servis trajnog skladištenja.

Poslovni sloj vrši obradu specificiranu logikom posla nad datim poslovnim podacima. Za veće J2EE aplikacije ima smisla koristiti EJB komponente, koje realizuju logiku posla i rad sa poslovnim podacima. Veza prema bazi podataka ostvaruje se preko JDBC (*Java Database Connectivity*), preko SQL/J ili zatečenih mehanizama korišćenjem JCA (*Java Connector Architecture*). Sa slike se vidi da se veza sa poslovnim partnerima ostvaruje i korišćenjem web servisa (SOAP, UDDI, WSDL, ebXML) preko java API-ja za XML (JAX API).

Drugi sistemi mogu se povezati na J2EE aplikaciju preko web servis tehnologija. *Poslužilac (Servlet)*, kao specifičnost java okruženja, može prihvatiti zahtev drugog sistema za web servisom. Poslužilac koristi JAX API da bi obradio i izvršio zahtev web servisa.

Sa slike 8 se vidi da J2EE model podržava i rad sa tzv. „debelim“ (*thick*) klijentima, na primer, preko EJB komponente sa apletima ili drugim aplikacijama korišćenjem internet inter-ORB protokolom (IIOP). Web čitači i uređaji mobilne telefonije povezuju se na J2EE aplikaciju preko *JavaServer Pages (JSP)*, koja ima zadatak da pripremi HTML ili WML stranicu, koja se zatim šalje čitaču [6].



Slika 8 – Koncept Java 2 Platform Enterprise Edition

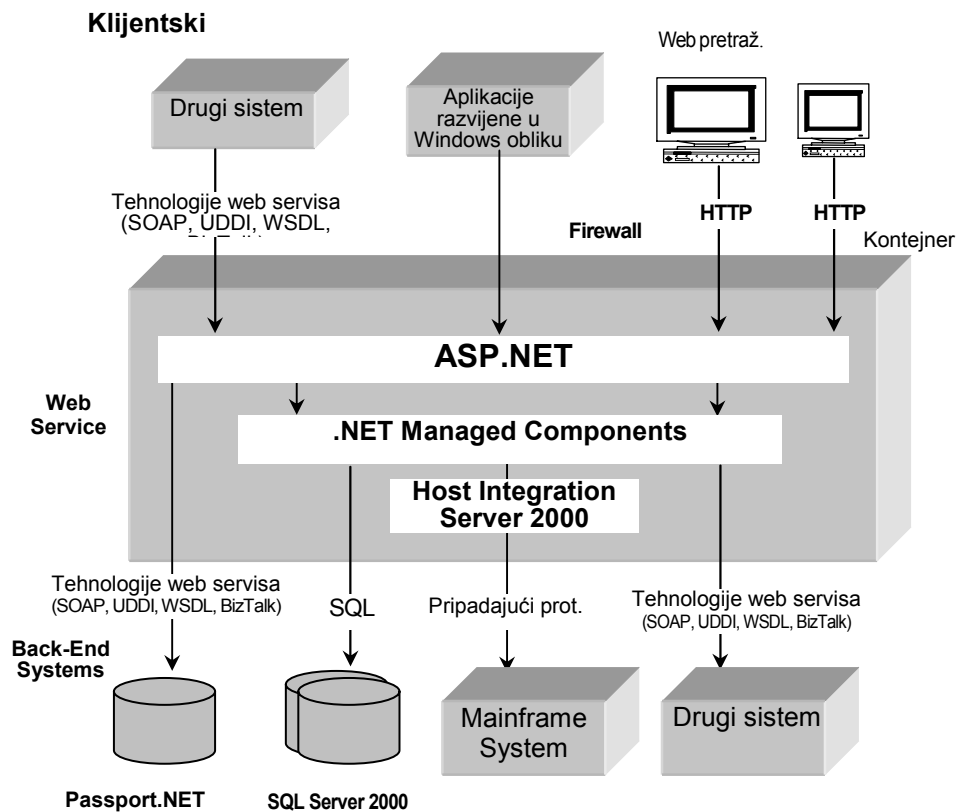
.NET (dot-net) predstavlja *Microsoftov* pogled na arhitekturu i tehnologiju rada informacionih sistema zasnovanih na korišćenju web servisa. Za razliku od J2EE pristupa, .NET nije samo skup standarda već, pre svega, skup komercijalnih tehnologija koje omogućavaju razvoj aplikacija orijentisanih na web servise. Možda je najpreciznije reći da .NET platforma polazi od nadgradnje zatečenih tehnologija kompanije *Microsoft*, odnosno, do same arhitekture. .NET informacionog sistema došlo se postupkom reinženjeringa. U slučaju J2EE arhitektura je rezultat dogovora grupacije firmi okupljenih oko *Sun Microsystems*, a tek zatim se razvijaju odgovarajuće tehnologije za podršku razvoja sistema.

Dok je J2EE oslonjen na koncept jednog univerzalno prihvaćenog jezika – *Jave*, raspoloživog na svakoj konkretnoj platformi, kao gradivnog elementa J2EE aplikacije, .NET dozvoljava da gradivni elementi .NET aplikacije budu sastavljeni od programa napisanih na različitim programskim jezicima, ali istog proizvođača.

Kao i u slučaju J2EE aplikacije, sama aplikacija je zatvorena u *kontejner* koji aplikaciji pruža važne servise, kao što su transakcioni i sigurnosni. Telo .NET aplikacije gradi se od .NET poslovnih komponenti koje sarađuju sa komponentama mehanizma za rad sa bazom podataka, ADO.NET. Za vezu sa softverskim nasleđem postoji *MS Host Integration Server 2000* sa svojim skupom servisa.

Veza sa drugim sistemima ostvaruje se uz pomoć web servis tehnologija, kao što su SOAP, UDDI i WSDL. Poslovni partneri se na .NET aplikaciju takođe povezuju korišćenjem ovih protokola, a *Microsoft* poseduje i sopstvenu tehnologiju za podršku zahtevnim poslovnim aplikacijama, *BizTalk*, koja, nažalost, nije kompatibilna sa ebXML-om. Raniji „debeli“ klijenti, web čitači i mobilni uređaji povezuju se na .NET aplikaciju posredstvom unapređene ASP tehnologije, ASP.NET, koja generiše potreban HTML ili WML kod. Obezbeđena je i podrška za tradicionalne Windows aplikacije.

Zahvaljujući pristupu reinženjeringa postojećih MS tehnologija, *Microsoft* nudi kao elemente .NET-a *SQL Server 2000* kao server baza podataka, *Exchange 2000 Server* kao kolaboracionu platformu i server unificiranih poruka, *Commerce Server 2000* za elektronsku trgovinu, *Application Center Server 2000* za rad klastera servera (serverskih „farmi“), *Host Integration Server 2000* za integraciju aplikacije sa softverskim nasleđem, *Internet Security and Acceleration (ISA) Server 2000* kao osnovni mehanizam zaštite (*firewall* – sigurnosni zid i *proxy*), *BizTalk Server 2000* za podršku integraciji složenih poslovnih procesa, bilo unutar organizacione jedinice ili sa drugim sistemima, posredstvom interneta.



Slika 9 – Razvojno okruženje .NET aplikacije

Microsoft je razvio *Visual Studio .NET* i snažno integrisano razvojno okruženje za .NET aplikacije. C# je programski jezik veoma sličan javi, koji je posebno pogodan za razvoj .NET aplikacija, koji je Microsoft razvio kao konkurenciju javi. Za podršku pri razvoju i radu sa već razvijenim web servisima Microsoft je razvio i *Haillstorm*, servis čiji su predmet rada drugi servisi.

Odnos J2EE – .NET

Obe platforme su korisne i vode ka istom cilju. Odluka o izboru između ove dve tehnologije (razvojna alata) zavisi od već postojeće baze inženjerskog znanja u organizaciji, postojećih informacionih sistema i veza sa drugim sistemima. Odluka zavisi od odgovora na ova pitanja, a ne od minorne razlike u funkcionalnosti.

Karakteristike za obe platforme:

- za obe platforme potrebno je edukovanje razvojnog tima (java podučavanje za J2EE, objektnoorijentisano podučavanje za .NET),
- servise je moguće kreirati koristeći obe platforme,
- skalabilnost obe platforme teoretski je neograničena.

Uporedni prikaz funkcionalnosti obe platforme dat je u tabeli 4.

Tabela 4

Uporedni prikaz funkcionalnosti Microsoft .NET i Java 2 platforme

Service or Feature	Microsoft .NET Platform	Java 2 Platform EE
Language	VB, C++, C#, Java, Jscript, Perl...	Java
OS Platform & Runtime	Windows - CLR	Any – JRE, JVM
Mobile Platform	.NET Compact Framework	Java 2 Micro Edition
GUI/In-proc Component	.NET class	JavaBeans
Server-side Component	.NET, sa COM+ services	EJB
Persistent Objects	ADO. NET DataSet	EJB Entity Beans
Web Page Generation	ASP. NET	JSP
„Code Behind“	ASP. NET	Java Servlet
Relational Data Access	ADO. NET	JDBC, SQL/J
Hierarchical Data Access	ADO. NET	
Queuing	System. Messaging	JMS
Asynchronous Invocation	COM+ Queued Components	Message Beans (EJB 2.0)
Eventing	COM+ Events	
Remoting	SOAP/HTTP/DCOM	RMI-over-IIOP
Naming	ADSI	JNDI
HTTP Engine	IIS	Apache
XML	System. XML	JAXP, JAXM, JAXB, JAXR...
Web Services	(.NET) XML Web Services	Sun ONE, IBM, BEA, Oracle Legacy Integration HIS (COMTI), BizTalk, MSMQ, WS JCA, JMS, WS, CORBA, JNI
Shared Context	Passport	The Liberty Alliance, JXTA
Security API	System. Security	JAAS

Istraživanjem u ovoj oblasti dolazi se do sledećih rezultata:

- SOAP je novi pristup u profesionalnom razvoju distribuiranih aplikacija. Rešava glavne probleme kod platformske zavisnosti i jezičke zavisnosti. Može da radi preko interneta i predstavlja otvoreni standard, koji se održava od strane W3C (*The World Wide Web Consortium*);
- nedostatak SOAP je što interoperabilnost sa CORBA nije uvek 100% izvodiva, odnosno postojeće implementacije ne zadovoljavaju uvek

traženu pouzdanost. S tim u vezi, OMG ima zadatak unapređivanja CORBA u smislu kompatibilnosti sa navedenim komunikacionim protokolom. To može biti jedan od uzroka nedovoljnog broja dostupnih web servisa na internetu;

- problem kod SOAP je i postojanje verovatnoće obilaženja firewala, koji obezbeđuju sigurnost autorizovanja ili blokiranja poziva na određenim portovima. Time bi praćenje HTTP protoka informacija moglo postati još složenije;

- implementacija SOAP moguća je u skoro svakom programskom jeziku, na svim popularnim platformama. Postojeća distribuirana okruženja proširuju se za podršku SOAP-u;

- *Microsoft* je, izdajući .NET Visual Studio, zajedno sa konceptom .NET runtime-a, napravio ozbiljan korak ka usvajanju SOAP-a za standard u razvoju distribuiranih aplikacija. *Sun*¹⁰ je najavio nešto slično u vidu svoje ONE (*Open Network Environment*) platforme. IBM (*WebSphere*) i ostali industrijski giganti na ovom polju takođe najavljuju opsežnu SOAP podršku;

- SOAP poseduje potencijale da kreira transparentni web za servise i aplikacije kojima se može pristupiti na zahtev svakoga sa svake tačke, što će dovesti do eksplozivnog rasta novih servisa i prihoda od njih;

- SOAP ne pokušava da zameni CORBA ili bilo koji drugi distribuirani sistem. U poređenju sa CORBA SOAP je manje moćan, ali je impresivan u svojoj jednostavnosti i proširivosti, što je veoma korisno s aspekta potrebe da ga kompanije i programeri što više prihvate. Jednostavne stvari se mnogo brže usvajaju i prihvataju;

- CORBA i web servisi kreirani su iz različitih razloga, korišćenjem različitih tehnologija, iako su po prirodi komplementarni. CORBA omogućava razvijanje infrastrukture srednjeg sloja, sa snažnim i skalabilnim funkcionalnostima i servisima za kreiranje kritičnih sistema;

- platforme za razvoj web servisa mogu da obezbede neophodnu tehnologiju za iskorišćavanje postojećeg CORBA razvoja;

- kreiranje novog koda po CORBA arhitekturi dovedeno je u pitanje, s obzirom na to da je to arhitektura 90-tih i većina CORBA snadbevača ne nastavlja investiranje u ovu tehnologiju;

- velika prednost za SOAP i web servise jeste što imaju podršku velikih kompanija, kao što su IBM i Microsoft, kao i već postojeću veliku strukturu koja je izgrađena za WEB i HTTP;

- SOAP se i dalje razvija, pa će se pojaviti čitav niz novih protokola koji će pojednostaviti i olakšati primenu web servisa u svim sferama poslovanja, uključujući i vojne informacione sisteme.

¹⁰ Sun Application Server, kasnije prerastao u Glassfish server (v1 do v3), već godinama sadrži kompletnu podršku za gotovo sve tipove standardnih web servisa. Takođe, Apache Jakarta projekat daje web servis podršku za Tomcat apl.server kroz biblioteke klasa, za PHP.

Zaključak

Ubrzani razvoj informacionih tehnologija i porast protoka informacija utiče na metodološke pristupe i koncepte u razvoju informacionih sistema. U poslednjem nizu godina došlo je do razvoja računarskih mreža i internet tehnologije, što je od velikog značaja i za pristup u razvoju vojnih informacionih sistema.

Za velike organizacione sisteme, kao što je vojna organizacija, poželjno je da u razvoju informacionih sistema postoje standardizovane metode i alati. Analizom poznatih metoda može se zaključiti da većina ima zajednički skup elemenata koji se koristi u modeliranju sistema. Zato je u radu predloženo korišćenje objedinjenog jezika modeliranja – UML, kao standarda za dokumentovanje, projektovanje i razvoj informacionih sistema.

Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO je, kao osnovu razvoja distribuiranih informacionih sistema, definisala referentni model za povezivanje otvorenih sistema. On je zasnovan na konceptu hijerarhijske organizacije komunikacione arhitekture u sedam diskretnih slojeva. Zaključuje se da je potrebno obratiti pažnju na značaj TCP/IP u okviru telekomunikacione infrastrukture sa multiservisnim sposobnostima, koji predstavljaju jezgro projektovanih distribuiranih informacionih sistema. Zbog postojanja sopstvene (interne) telekomunikacione infrastrukture može se preporučiti da se i vojni informaciono-komunikacioni sistemi zasnivaju na navedenim standardima.

Pri određivanju strategije razvoja informacionih sistema u Vojsci, kao i za većinu kompleksnih organizacionih sistema koji sadrže heterogene hardverske i softverske platforme, od velikog je značaja mogućnost povezivanja postojećih rešenja.

Istraživanjem i analizom primene navedenih standardizovanih koncepta, tehnologija i razvojnih platformi, uključujući iskustva iz stranih oružanih snaga, zaključuje se da je koncept razvoja informacionih sistema u internet okruženju korišćenjem softverskih komponenti preporuka za strategijsko opredeljenje u prevazilaženju nekompatibilnih i nepovezanih postojećih parcijalnih softverskih rešenja. Osnovna ideja zasniva se na web servisima, koji se mogu kreirati od već gotovih aplikacija ili od početka, pri čemu se programski jezici, gotove komponente i platforme mogu koristiti po svom izboru.

Ranije su aplikacije za međusobnu udaljenu komunikaciju koristile pozive udaljenih procedura (Remote Procedure Calls – RPC) poput DCOM i CORBA ili su bile potpuno nepovezane. SOAP protokol omogućava komunikaciju između aplikacija na različitim operativnim sistemima, na različitim platformama, pisanih u različitim programskim jezicima. Inače, svetska organizacija W3C¹¹ objavila je kao preporuku SOAP verzije 1.1. i nastavlja s razvojem preporuke SOAP verzije 1.2.

¹¹ <http://www.w3.org/TR/soap/>

Aplikacije razmenjuju poruke dogovorenog formata. Poruke su formatirane kao XML dokumenti, pa je njihova obrada i provera jednostavna i može ih realizovati bilo koji program namenjen za rad sa XML dokumentima. SOAP klijent kreira XML dokument koji sadrži odgovarajući zahtev. Taj dokument formatiran je u skladu sa SOAP specifikacijom. Dokument dolazi do SOAP protokola koji obrađuje pristigle zahteve i na osnovu pristiglih zahteva pokreće odgovarajuću aplikaciju. Po završenoj obradi SOAP protokol vraća poruku odgovora SOAP klijentu. Dakle, zaključuje se da se transformacija podataka odnosi jednostavno na korišćenje XML formata.

Web servisi predstavljaju osnovne gradivne blokove budućih informacionih sistema, odnosno, u suštini, to mogu biti aplikacije raspoložive na vojnoj mreži. Pri opredeljenju za vrstu servisa zaključuje se da nije odlučujuće da li će biti implementiran standardni web servis ili specifični, posebno razvijen, na primer za vojnu primenu. Drugim rečima, to su resursi koji se adresiraju primenom URL-a i koji vraćaju informaciju korisniku. Analize opredeljuju komunikacioni protokol SOAP, tj. XML preko HTTP-a. Takođe, zaključuje se da je osnovni pokretač ovih promena XML, koji kroz svoju jednostavnost omogućuje praktičnu nezavisnost aplikacija i sistema, jer je razumljiv i za čoveka i za mašinu.

Literatura

- [1] Sloman, M. and Kramer, J.: Distributed Systems and Computer Networks, Prentice – Hall, 1987.
- [2] Siegel, J., CORBA 3, Object Management Group, COMPUTER, str. 114, May 1999.
- [3] OMG, Common Object Request Broker Architecture: Core Specification, Nov. 2002, Version 3.0.
- [4] Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, J., Unified Modelling Language. Version J.3, Rational Software Corporation, 1999.
- [5] Booch, G., Object–Oriented Analysis and Design with Application, 2. edition, Benjamin/Cummings, 1994.
- [6] Java, Communications of the ACM vol. 41 No 6, June 1998.
- [7] Department of Defense USA, Joint Technical Architecture, 2001.
- [8] VJINFO2001 zbornik radova sa seminara o primeni informatike u Vojsci, Beograd, april 2001.
- [9] Craig, L., Applying UML and Patterns, Prentice Hall, PTR, New Jersey.

DEVELOPMENT OF INTERNET-BASED INFORMATION SYSTEMS USING SOFTWARE COMPONENTS WITH THE EMPHASIS ON THE APPLICATION IN THE MILITARY ORGANIZATION

Summary:

The development of personal computers and Internet technology causes continuous changes in methodological approaches and concepts of development of information systems. Most existing information systems, due to their heterogeneity, have a problem of integration of subsystems. In order to overcome this problem, software vendors offer different solutions. In this work we explore different approaches and propose an optimal way, with a special emphasis on its application in the military organization.

By applying modern approaches in the development of information systems on the concept of distributed component systems, we come to the set of proposed solutions from different manufacturers. The solutions are related to the mechanisms which should ensure that components written in different languages cooperate with each other in heterogeneous systems that are in different nodes in the computer network.

This work describes the concept of component distributed information systems of Internet technology and their capabilities and offers a solution specifying the implementation environment in the military organization.

Access to the development of information systems

*In the development of information systems, an important role is given to the choice of appropriate methods and tools. For large systems such as military organizations, standardized procedures and methodologies for the development of information systems are recommended. There are different methodological approaches in the development of information systems: **a systematic integrated approach to development** (from design, implementation to implementation and maintenance) and **development of information systems as technical – technological structures** (standard computer and network service). The **combination** of these two approaches leads to the **concept of „open systems“** that allow different standards and IT services to operate on these systems. The UML system description of the process of software development has many different but interconnected models: use case model, analysis model, design model and implementation model. The previously mentioned methods of development of information systems can be systematized and described in a unique way called the Larmanova method, usually through several stages: 1. Specification request 2. Analysis, 3. Design, 4. Implementation and 5. Testing.*

Development of information systems in a military organization

*The problem of development of information systems in the Internet environment by using software components is reduced to **finding ways of determining a set of methodological procedures, concepts and approaches from the repositories of methods that support distribu-***

ted information systems in Internet technology. Therefore, it is necessary to design a methodological approach that will be adaptive in accordance with the specific characteristics of military organizations.

While developing their information systems, most foreign armed forces use standardized procedures and methodologies applied in their environment. In cases where it is not specifically defined, there is a tendency to use modern methodological procedures in accordance with technical and technological development.

Component distributed information systems with an object-oriented approach in the Internet environment

The usage of distributed objects can create client/server applications with a three-layer or multi-layer architecture which enables the implementation of synchronous or asynchronous solutions for the Internet and intranet. An example of a direct execution of transactions is an approach that relies on the CORBA model (Common Object Request Broker Architecture) and the Object Request Broker (ORB). However, the applications that use them are difficult and expensive to maintain. It is one of the reasons why the development of **component models** has become popular and experienced great development in recent years. Components with the **implemented mechanism for performing transactions** can be thus used in developing new applications. The component model allows easier changes and maintenance, and also shortens the time required for implementation, because there are various ready-made components that can be used. This approach to the implementation of transactions is called the declarative approach. Developers are free of care for the realization of mechanisms for controlling the execution of transactions. Important component models are implemented in COM + technologies (Component Object Model), EJB (Enterprise Java Beans), CORBA (Common Object Request Broker Architecture) and SOA (Service Oriented Architecture).

Technologies for the implementation of component distributed information systems with an object-oriented approach in the Internet environment

The results of testing with different communication models for remote component calls resulted in the following technologies: COM + / DCOM, CORBA / IIOP, EJB / RMI / IIOP and SOAP. Web Services represent the basic building blocks of future information systems, and in fact are applications available on the network and suitable for executing what is necessary at that moment. The main communication protocol is SOAP, ie. XML over HTTP. They can be created from the already made applications or from the start, while programming languages, finished components and platforms can be used by the user's choice. SOAP represents the environment for message exchange based on XML in the network and it uses the HTTP protocol application used by Web servers.

Implementation of component distributed information systems with an object-oriented approach in the Internet environment

From the aspect of this study, it can be concluded that there are two approaches through the J2EE (Java 2 Platform Enterprise Edition) environment and the Microsoft. NET set of technologies. SOAP is a new approach to professional development of distributed applications. It solves major problems with the platform and language dependences. It is able to work over the Internet and represents an open standard maintained by the W3C (the World Wide Web Consortium). The drawback of SOAP is interoperability which is not always 100% practicable with CORBA, ie. the existing implementation does not always meet the required reliability. This may be one of the causes of an insufficient number of available Web services on the Internet. The implementation of SOAP is possible in almost any programming language, on all popular platforms, so it has the potential to create a transparent web of services and applications that can be accessed on demand by everyone from every point, which will lead to the explosive growth of new services and therefore profits. SOAP does not try to replace CORBA or any other distributed system. Compared to CORBA, SOAP is less powerful, but it is impressive in its simplicity and scalability, which is very useful from the aspect of need for a wider acceptance by companies and by developers. SOAP is still developing, and a number of new protocols will appear, simplifying and facilitating the implementation of Web services in all business areas, including military information systems.

Conclusion

The possibility to connect the existing solutions is of great importance in determining the development strategy of information systems in the Army as well as in other complex organizational systems that contain heterogeneous hardware and software platforms. The research and analysis of the application of these standardized concepts, technologies and development platforms, including the experience of foreign armed forces lead to the conclusion that the concept of development of information systems in the Internet environment by using software components is a recommendation for strategic determination to overcome incompatible and unrelated existing partial software solutions. The basic idea is based on Web services which can be created from finished applications or from the start, while programming languages, finished components and platforms can be used by the user's choice.

The applications for mutual remote communication used to use Remote Procedure Calls – RPC such as DCOM and CORBA, or they used to be completely unrelated. The SOAP protocol allows communication between applications on different operating systems, on different platforms, written in different programming languages. The world organization W3C¹² has already published the SOAP version 1.1 as re-

¹² <http://www.w3.org/TR/soap/>

commendation. and it continues with the development of the recommendation of the SOAP version 1.2.

The applications exchange messages of the agreed format. Since the messages are formatted as XML documents, their processing and testing is simple and can be realized by any program designed to work with XML documents. The SOAP client creates an XML document that contains the corresponding request. This document is formatted in accordance with the SOAP specification. The document comes to the SOAP protocol which processes incoming requests and based on the received requests launches the appropriate application. Upon completion of processing, the SOAP protocol returns a response message to the SOAP client. It is, therefore, concluded that the data transformation relates to the use of the XML format.

Web Services represent the basic building blocks of future information systems, ie. in fact they may be available applications on the military network. When the decision on a type of service is concerned, it is not decisive whether the standard Web service will be implemented or a specific, particularly developed one, for example for military use. In other words, these are resources which are addressable using a URL and which return the information to the user. Analyses determine the SOAP communication protocol ie. XML over HTTP. It also concluded that the main initiator of these changes is XML which through its simplicity allows the practical independence of applications and systems because it is understandable both for a man and a machine.

Key words: Internet technology, distributed systems, component systems, software components, military organization, heterogenic system, methodological approach.

Datum prijema članka: 25. 11. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 08. 02. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 09. 02. 2010.

13. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA ICDQM 2010

Pokorni J. *Slavko*, Visoka škola strukovnih studija
za informacione tehnologije, Zemun

U toku 29. i 30. juna 2010. godine održana je u Beogradu, u hotelu Srbija, trinaesta DQM međunarodna konferencija Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću ICDQM-2010 (13th DQM International Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2010). Ove godine je, uporedo sa ovom konferencijom, održana i 1. DQM međunarodna konferencija Upravljanje inženjerstvom životnog ciklusa (1st DQM International Conference Life Cycle Engineering and Management) pod istom oznakom ICDQM 2010. Organizator konferencije je, kao i do sada, DQM istraživački centar (Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću) 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 obe ove konferencije.

Međunarodna naučna konferencija ICDQM, kako se u predgovoru zbornika radova sa ove konferencije konstatuje, „dugi niz godina predstavlja forum za prezentovanje novih naučnih rezultata, razvojnih istraživanja i privrednih primena u oblasti inženjerstva kvaliteta i inženjerstva pouzdanosti kroz sve faze životnog ciklusa proizvoda i sistema, od marketinga, preko projektovanja, proizvodnje, ispitivanja, korišćenja, do povlačenja iz upotrebe. Zato logičnu celinu konferencije čine i tematske oblasti: konkurentno inženjerstvo i inženjerstvo sistema“. U predgovoru se, takođe, konstatuje da je ICDQM-2010 „jedan od najvećih skupova koji se ove godine održavaju u Srbiji“.

Ove su oblasti veoma interesantne i značajne i za Vojsku Srbije, pa nije neobično što se svake godine pojavljuje značajan broj radova pripadnika Vojske i Ministarstva odbrane (MO). Ovo je druga godina kako su radovi pripadnika Vojske Srbije izdvojeni u posebnu tematsku celinu *Vojno inženjerstvo*, čime je odato priznanje kontinuitetu i značaju radova i učešća pripadnika Vojske i Ministarstva odbrane Republike Srbije, a posebno pripadnika Vojne akademije (VA), koji su po pravilu najbrojniji na ovoj konferenciji.

Sastav programskog odbora ove dve konferencije, pored naučnih radnika iz Srbije, u većini čine naučni radnici iz inostranstva, iz zemalja kao što su Holandija, Indija, Izrael, Kanada, Rusija, SAD, Španija, Ukrajina, Velika Britanija.

Komisija ovog programskog odbora, od radova saopštenih na konferenciji, već tradicionalno, bira dva najbolja, jedan iz oblasti akademskih istraživanja, a jedan iz oblasti primenjenih istraživanja u privredi, a autori primaju priznanje i nagradu na narednoj konferenciji. Ove godine, od radova saopštenih na prošloj, 12. konferenciji, u oblasti naučnih istraživanja nagrađen je dr Dragan Šaletić sa Računarskog fakulteta iz Beograda (za saopštenje: „Nanoroboti – čime raspolažemo, a šta nam još treba da bismo ih realizovali“), a u oblasti primenjenih istraživanja nagrađena je mr Ružica Perić iz preduzeća Ružica Comerc d. o.o. iz Beograda (za saopštenje: „Interno okruženje i zadovoljstvo zaposlenih – analiza rezultata istraživanja“).

Za konferenciju su štampana dva zbornika radova, što je, takođe, podvig organizatora ovog simpozijuma, jer većina drugih ne štampa zbornik radova, već ih radi samo na CD-ovima.

U zborniku radova *1st DQM International Conference Life Cycle Engineering and Management* objavljeno je 65 radova, na engleskom jeziku, od čega 12 plenarnih saopštenja, 10 u sekciji Quality Engineering, 10 u Reliability engineering, 14 u Concurrent Engineering, 17 u Systems Engineering i 4 u sekciji From Theory to Science of Business Organization.

U zborniku radova *13th DQM International Conference Dependability and Quality Management ICDM-2010*, objavljeno je 97 radova na srpskom jeziku, i to 3 plenarna saopštenja, 26 radova u sekciji inženjerstvo kvaliteta, 12 u sekciji inženjerstvo pouzdanosti, 15 u sekciji konkurentno inženjerstvo, 23 u sekciji inženjerstvo sistema, 18 u sekciji vojno inženjerstvo, 5 u sekciji menadžment znanjem i konkurentnost organizacije i 5 u sekciji neprekidno unapređenje kvaliteta.

Ukupan broj radova (172) je veći nego prošlih godina, što ukazuje na povećan interes za ovu konferenciju. Zvanični jezici konferencije bili su engleski, ruski i srpski.

Na konferenciji, ne samo na plenarnom delu, nego i u sekcijama, pored učesnika iz Srbije, prezentirani su i radovi učesnika iz Rusije, Velike Britanije, Francuske, Kine, Austrije, Izraela, Češke, Hrvatske, Slovenije, Bosne i Hercegovine.

Pripadnici Vojske, odnosno Ministarstva odbrane Srbije, imaju 28 radova, što je, takođe, znatno više nego prošlih godina kada je bilo 10 do 15 radova. Najviše radova predstavili su autori iz Vojne akademije – 23 (prošle godine 13).

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

Interesantno je da su samo dva rada pripadnika Vojske štampana u zborniku na engleskom jeziku.

Radovi u zborniku na engleskom jeziku

U oblasti *reliability engineering* objavljen je jedan rad.

Dušan Ostojić, Dragoljub Brkić, Tehnički očitni centar, Beograd,
Slavko Pokorni, Information Technology School, Beograd

Availability estimation of a complex communication network bz simulation method

U radu su dati osnovni podaci i prikazan primer procene raspoloživosti složene komunikacione mreže simulacionom metodom, pomoću razvijenog softverskog paketa koji može da se primeni na mrežu složenosti do 50 čvorova (komunikacionih centara) i do 150 veza između njih, uz primenu Vejbulove rapodele, čime se mogu uzeti u obzir elektronske, elektromehaničke i mehaničke komponente.

U oblasti from theory to science of business organization, objavljen je jedan rad.

Zoran Krsmanović, Vojna akademija, Beograd

Method and language of science as a constituent

U radu se razmatraju metod i jezik kao konstitutivni elementi nauke.

Radovi u zborniku na srpskom jeziku

U klasi plenarnih sopštenja, objavljen je jedan rad.

Dragoljub Sekulović, Ljubomir Gigović, Vojna akademija, Beograd

Digitalni modeli visina i analiza terena

Predstavljanje zemljišnih oblika na konvencionalni način klasičnim topografskim kartama bilo je mnogo teže nego predstavljanje ma kog drugog elementa kartografskog sadržaja. Pojavom GIS tehnologija stvoreni su povoljniji uslovi kreiranja i predstavljanja prirodnog i prostornog izgleda reljefa. Digitalni model terena (DMT) predstavlja savremeni metod visinskog predstavljanja zemljišta i reljefnih oblika. Nastao je razvojem računarske tehnike i čini osnovu savremenih geografskih informacionih sistema. Na osnovu DMT, kroz algoritamsku analizu morfometrijskih parametara reljefa, omogućen je kvalitativno nov način sagledavanja prostornih odnosa i reljefnih svojstava, što obezbeđuje kvalitetniju, višestruko bržu i racionalniju analizu terena.

U oblasti *vojno inženjerstvo* objavljeno je 18 radova pripadnika Vojske i Ministarstva odbrane, od čega 15 iz Vojne akademije.

Nebojša Nikolić, Institut za strategijska istraživanja, Ministarstvo odbrane, Beograd

Unapređenje kvaliteta naučnoistraživačkog rada u sistemu odbrane kroz standarde akreditacije

Akreditacija naučnih i visokoškolskih ustanova istakla je u prvi plan visoke standarde u pogledu naučno-stručne kompetencije kadra. Jedan od najkritičnijih elemenata su radovi međunarodnog značaja, pre svega članci objavljeni u časopisima sa Impakt faktorom. Trenutno, ovo je velika prepreka za mnoge istraživače i njihove ustanove. Međutim, ova trenutna teškoća može postati prilika za dugoročno unapređenje kvaliteta naučnog rada.

Darko Božanić, Dragan Pamučar, Duško Milojević, Vesko Lukovac, Vojna akademija, Beograd

Fuzzy pristup kao podrška procesu vrednovanja lokacije za skelsko mesto prelaza

Neposredno sa razvojem teorije vrednovanja razvijali su se i modeli vrednovanja. Različiti ciljevi vrednovanja i druge razlike u čitavom postupku uticali su i na razvijanje većeg broja modela prilagođenih različitim zahtevima. Izbor metoda zavisi od karaktera, odnosno značaja odluke koja se donosi. U radu je izvršen izbor optimalne lokacije za skelsko mesto prelaska vodenih prepreka primenom fuzzy logičkog modela. Fuzzy logički model zasnovan na algoritmu aproksimativnog rezonovanja razvijen je u programskom paketu matlab.

Miroslav Terzić, Saša Devetak, Ivan Anđelković, Vojna akademija, Beograd

Prilog unapređenju vojnoobaveštajne delatnosti u združenim operativnim komandama

U radu je opisana vojnoobaveštajna delatnost u Združenim operativnim komandama kroz ključne funkcije, i dat predlog za unapređenje vojnoobaveštajne delatnosti formiranjem odseka za prikupljanje podataka iz svih izvora.

Slobodan Radojević, Svetislav Šoškić, Goran Lazić, Vojna akademija, Beograd

Mere bezbednosti u lukama

Svrha bezbednosti luka je zaštita kritične infrastrukture luke od terorizma, posebno napada korišćenjem eksploziva i nekonvencionalnih pretinji koje mogu prouzrokovati velike poremećaje u trgovini. Lučke mere bezbednosti imaju prvenstveno za cilj da pomognu u jačanju svesti u domenu bezbednosti, mogućnosti za sprečavanje, otkrivanje, odgovor i

oporavak od napada koji uključuju upotrebu improvizovanih eksplozivnih naprava ili prljave bombe, unapređenje upravljanja rizicima, kao i obuku i vežbe za bezbednost u lukama.

Goran Župac, Vojna akademija, Beograd

Slavko Pokorni, Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije, Zemun,

Milorad Markagić, Vojna akademija, Beograd

Ocenjivanje kvaliteta vojnih eksperata u procesu ekspertize pri izboru raketnog sistema PVD

Na osnovu detaljnih analiza i procena rizika i pretnji po bezbednost zemlje i stanja raspoloživih raketnih sistema protivvazduhoplovnih dejstava (RS PVD), jasno se nameće problem hitne nabavke savremenog sistema PVD i njegovog uvođenja u naoružanje V i PVO radi povećanja operativnih sposobnosti i prevazilaženja jaza tehnološkog zaostajanja. Neophodno je da strategijski vojni menadžment formira ekspertske tim koji će definisati kriterijume izbora RS PVD, izvrši njihovu evaluaciju i rangiranje i na osnovu takvog modela i aktuelne ponude na svetskom tržištu odredi optimalnu varijantu opremanja Vojske Srbije sa RS PVD. Ekspertske ocenjivanje predstavlja veoma složen proces, a osnovni problem je prevazilaženje nejednakog kvaliteta eksperata i njihove zainteresovanosti za kvalitetna rešenja.

Biljana Ivanova, Marko Andrejić, Novica Conić, Vojna akademija, Beograd

Holistički marketing kao pretpostavka konkurentnosti namenske industrije

Poslovne aktivnosti vezane za naoružanje i vojnu opremu spadaju najčešće u domen službene tajne i nisu transparentne. Sa te strane gledano i marketing bi imao malo dodira sa tim aktivnostima. Međutim, konkurencija je učinila da se i to dovodi u pitanje. Kako bi jedna nacionalna ekonomija bila konkurentna bitno je da svi njeni segmenti budu što uspešniji na međunarodnom tržištu. To zahteva odgovarajuće organizovanje ekonomskih subjekata odgovornih za razvoj, proizvodnju i promociju proizvoda namenske industrije.

Ljubomir Gigović, Zlate Veličković, Vojna akademija, Beograd

Praćenje transporta opasnih materija primenom GIS tehnologije

Rezime: U kompleksnoj oblasti koja za krajnji cilj ima brzu, potpunu i efikasnu akciju u sprečavanju i neutralizaciji posledica kontaminacije opasnih materija pri transportu, nezaobilazni deo predstavlja implementacija savremenih GIS sistema i tehnologija. Prednosti upotrebe GIS tehnologija mo-

gu se identifikovati kroz: brzo i sigurno dostavljanje podataka o potencijalnom mestu udesa upotrebom GPS sistema, brze procene efekata dejstva kontaminanata kombinacijom matematičkih modela u okviru GIS okruženja i programskog paketa „HeSPRO“ i putem obaveštavanja subjekata o podacima koji su neophodni za pravovremenu reakciju na svim nivoima i koordinaciju njihovog dejstva upotrebom GPRS komunikacijskog servisa.

Dušan Matić, Miroslav Terzić, Dejan Sokolović, Vojna akademija, Beograd

Komparativna analiza satelitskih sistema „IRIDIUM“ i „ODYSSEY“

U radu su opisane osnovne karakteristike i arhitektura satelitskih sistema „Iridium“ i „Odyssey“. Na osnovu analize osnovnih karakteristika i arhitekture pomenutih sistema u zaključku su dati predlozi za korišćenje pomenutih sistema u vojsci i civilnim strukturama.

Dejan Đorđević, Saša Stanković, Vojnogeografski institut, Beograd,
Miodrag Regodić, Vojna akademija, Beograd

Automatska klasifikacija podataka o vegetacijskom pokrivaču primenom satelitskih snimaka

U radu se navode osnovne naznake o daljinskoj detekciji, obradi i analizi snimaka i prezentuju rezultati istraživanja, koje je još uvek u toku, radi definisanja metodologije ekstrakcije vegetacije sa komercijalnih satelitskih snimaka.

Saša Stanković, Dejan Đorđević, Vojnogeografski institut, Beograd,
Dragoljub Sekulović, Vojna akademija, Beograd

Optimizovani višekriterijumski izbor sistema za aerofotogrametrijsko snimanje

U radu je prikazana primena metode višekriterijumske analize VI-KOR, pri izboru optimalnog rešenja pri uspostavljanju sistema za aerofotogrametrijsko snimanje.

Marjan Milenković, Marko Andrejić, Vojna akademija, Beograd
Momir Stanković, Goran Kostić, Vojska Srbije, Beograd

Koncept unapređenja kvaliteta rada organa logistike

U radu su opisani problemi koji opterećuju rad organa logistike i dat je koncept unapređenja rada organa logistike u skladu sa potrebama prakse, zahtevima vremena i trendovima u savremenim vojskama.

Marko Andrejić, Marjan Milenkov, Božidar Međedović, Aleksandar Dragojlović, Vojna akademija, Beograd

Primena projekt menadžmenta u logističkom obezbeđenju mobilizacije

U radu je obrađena mogućnost primene projekt menadžmenta u operativnoj praksi Vojske Srbije. Prikazane su prednosti projekt menadžmenta i razvijenog modela za podršku upravljanja logističkim obezbeđenjem mobilizacije izabranih jedinica.

Slaviša M. Ilić, Komanda za obuku, Beograd,

Vladan R. Radosavljević, Vojni zavod za preventivnu medicinu, Beograd

Analiza opsluživanja na pumpnim stanicama primenom teorije masovnog opsluživanja

U radu je izvršena analiza efikasnosti mogućih modela opsluživanja na pumpnim stanicama, primenom matematičkog modela teorije masovnog opsluživanja. Na osnovu stvarnih prikupljenih podataka i statističke analize očekivanog intenziteta dolazaka i opsluživanja vozila na pumpnim stanicama, izvršeno je matematičko modelovanje realnih procesa opsluživanja i kvantifikovanje određenih parametara, u smislu sagledavanja slabosti postojećih modela i prednosti mogućih automatizovanih modela opsluživanja.

Slaviša M. Ilić, Komanda za obuku, Beograd,

Vladan R. Radosavljević, Vojni zavod za preventivnu medicinu, Beograd

Praćenje kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha pogonskog goriva na pumpnim stanicama

U radu je izvršeno istraživanje postojećih organizacionih modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na pumpnim stanicama u vojsci i na civilnim pumpnim stanicama, kako bi se na bazi stečenih saznanja i primenom naučno zasnovanih postupaka pripremila teorijska podloga za izbor modela i organizaciono – tehnoloških rešenja koja najviše odgovaraju sistemu odbrane. Na osnovu izvršenog anketiranja kompetentnih lica u vojsci, metode ekspertskog ocenjivanja i dobijenih kvantitativnih pokazatelja o ispitivanim modelima, izvršena je višekriterijumska optimizacija, radi izbora optimalnog modela. Optimizacija postojećih modela, sa aspekta efikasnosti i ekonomičnosti, ogledala bi se u racionalizaciji i modernizaciji – automatizaciji dela imajućih vojnih kapaciteta i većim oslanjanjem na automatizovane civilne pumpne stanice.

Vinko Žnidaršič, Samed Karović, Vladimir Ristić, Milutin Pušara, Vojna akademija, Beograd

Procena rizika u procesu donošenja vojnih odluka

Bez jasnih standarda i termina koji imaju konkretna značenja do sada je bilo teško sprovoditi analizu misija, dodeljenih i izvedenih zadataka tokom procesa donošenja vojnih odluka. Problem je rešen proširivanjem postojeće procedure u skladu sa načelima menadžmenta rizika prema kojima se procena stepena rizika utvrđuje očitavanjem uporednog pregleda u standardizovanoj tabeli, a na osnovu ocenjene verovatnoće i posledica od događaja koji predstavljaju opasnost.

Miloš Arsić, Bogdan Kaličanin, Vojna akademija, Beograd

Savremene tehnologije u upravljanju saobraćajnom podrškom u vanrednim uslovima

U radu su analizirane mogućnosti primene savremenih informacionih tehnologija u upravljanju saobraćajnim procesima u vanrednim uslovima. Efikasnost funkcionisanja saobraćajnog sistema moguće je sagledati kroz sposobnost sistema i svih njegovih podsistema da se suprotstave haosu i dezorganizovanju. Sprečavanje dezorganizovanosti pojedinih podsistema i celog saobraćajnog sistema moguće je obezbediti uvođenjem savremenih upravljačkih sistema primenom savremenih tehnologija.

Vladan Tadić, Ministarstvo odbrane, Beograd,

Dragoljub Sekulović, Vojna akademija, Beograd

Obrada satelitskog snimka Worldview-1 za potrebe izrade digitalnog ortofotoa

Usavršavanjem tehnike i tehnologije izrade satelitskih senzorskih sistema omogućilo je komercijalnim satelitskim kompanijama snimanje iz svemira sa prostornom rezolucijom satelitskog snimka od 0,4 do 1 m. Pojavom satelitskih snimaka visoke prostorne rezolucije znatno su uvećane mogućnosti njihove upotrebe za izradu geodetskih podloga krupnijih razmera. Sa razlogom se može očekivati da će u budućnosti doći do značajnije upotrebe satelitskih snimaka WORLDVIEW-1 u ove svrhe.

Vojislav Đorđević, Vojna akademija, Beograd

Osnove organizacione stabilnosti akcionih organizacija

Proces ostvarivanja ciljeva organizacijom određenim tokom realizacije zadataka gotovo na svim jezicima sveta imenuje se kao akcija, tj. operacija, a njen nosilac akciona organizacija. U teoriji, najopštiji pristup akcionim organizacijama zasniva se na: njihovoj moći; jedinstvu činilaca;

uslovima njihovog ispoljavanja; razmeni materije, energije, informacija; efektima i stanju. U analizama akcija preovladavaju pristupi interakcijama sistema, ponašanju i ciljnom prilagođavanju ovih organizacija. U praksi je neophodno pratiti i održavati stabilnost organizacije, kao odlučujućeg činioca njene sposobnosti i pouzdanosti za realizaciju zadataka i cilja. Rešavanje ovog problema olakšava poznavanje osnova prožimanja i ispoljavanja organizacionih tvorevina određene organizacione i funkcionalne strukture, kao činilaca njihove stabilnosti.

U oblasti *inženjerstvo kvaliteta* objavljena su dva rada pripadnika VA.

Duško Bugarski, Vojna akademija, Beograd

Primena sistema upravljanja kvalitetom u savremenom preduzeću

Radi povećanja svoje konkurentnosti na svetskom tržištu savremena preduzeća primenjuju međunarodne standarde poslovanja. Jedan od osnovnih i najznačajnijih je standard ISO 9000 kojima se uvodi sistem upravljanja kvalitetom. Primena ISO standarda u savremenom preduzeću uslovljena je nivoom primene standarda od strane pojedinačnih korisnika. Neki korisnici koji su već uveli ove standarde imaju drugačije potrebe od onih koji tek nameravaju da ove standarde uvedu. Primena ovog modela u praksi predstavlja klasičan projekat QMS, za koji se preporučuje primena tehnika koje se koriste za upravljanje projektima, ali su mogući različiti pristupi.

Branko Tešanović, Vojna akademija, Beograd

Saša Jović, Niš,

Slaviša Arsić, Vojna akademija, Beograd

Menadžment sistema kvaliteta – osnov bezbednosti hrane u sistemu odbrane Srbije

Deklaracija Svetskog samita o hrani (FAO, 1996) ističe „pravo svakog pojedinca da ima obezbeđen pristup zdravstveno bezbednoj i kvalitetnoj hrani, što je u skladu sa pravom na adekvatnu ishranu i pravom svakog ljudskog bića da bude zaštićeno od gladi“. Ishrana stanovništva i vojske kao njegovog sastavnog dela predstavlja jedan od stratejskih ciljeva čovečanstva od postanka pa do današnjih dana. Biološka, odnosno higijensko – sanitarna, toksikološka, fizička i drugi vidovi bezbednosti prehrambenih proizvoda jesu elementarni uslov kvalitetne ishrane. Ovakav stav je u savremenom poslovnom ambijentu, prihvaćen od strane svih učesnika u lancu hrane, počev od proizvođača, preko distributera do potrošača. Integracija u multinacionalni vojni kontigent kao i tendencija stvaranja moderne i efikasne vojske, nametnuli su potrebu za usvajanjem međunarodnih standarda koji normativno regulišu bezbednost hrane i nji-

hovem implementacijom u sistem ishrane VS. Svrha istraživanja u oblasti ishrane u sistemu odbrane Srbije jeste potreba za njenim stalnim usavršavanjem, i prilagođavanjem aktuelnim uslovima i zahtevima. Zato se danas u sistemu odbrane Srbije proizvodnji zdravstveno bezbedne hrane posvećuje izuzetno velika pažnja.

U tematskoj oblasti *inženjerstvo pouzdanosti*, objavljena su dva rada.

Sreten Perić, Vojna akademija, Beograd

Održavanje prema stvarnom stanju tehničkih sredstava

Utvrđivanje osnovnih uzročnika otkaza i njihova eliminacija, potpunom kontrolom određenih pojava, definiše proaktivno održavanje, kao novu metodu koja smanjuje troškove održavanja i produžava vek trajanja sredstva. Savremeni trendovi dijagnostike poslednjih godina kreću se u pravcu afirmacije monitoringa ulja, što ima za posledicu porast interesovanja i proizvođača i korisnika ulja. Razlozi, pre svega, leže u povećanju pouzdanosti, efektivnosti, ekonomičnosti i u novije vreme sve više prisutne zaštite životne sredine.

Vlada Sokolović, Marko Andrejić, Vojna akademija, Beograd,

Darko Tumanov, Ministarstvo odbrane, Beograd,

Darko Janković, Vojna akademija, Beograd

Modeli održavanja vazduhoplova

U ovom radu analizirani su modeli održavanja sa dva, tri i četiri stepena održavanja vazduhoplova, njihove prednosti nedostatke i uticaj na operativne sposobnosti vazduhoplovnih jedinica. Predloženi model održavanja mora da bude ispraćen odgovarajućom organizacijsko-formacionom strukturom. U radu je dat predlog modela održavanja kao jednog od mogućih rešenja pri primeni u vojnom vazduhoplovstvu. Takođe, navedeni su neki od kriterijuma koje treba uzeti u obzir pri izboru modela održavanja.

U tematskoj oblasti *inženjerstvo sistema* objavljena su dva rada autora iz VA.

Milorad S. Markagić, Goran Župac, Miroslav Terzić, Vojna Akademija, Beograd

Kriptozaštita govora u javnim telefonskim mrežama

Ne samo snage bezbednosti, političari, poslovni ljudi već i obični građani često pitaju kako da zaštitite telefonski razgovor. Prevelika je cena gubljenja informacija bilo da one predstavljaju vojnu, političku, poslovnu, ličnu ili bilo koju drugu tajnu. Ali, pre nego što se izvrši izbor metoda i

sredstava za zaštitu, mora se imati tačna predstava o tome ko će, kako i kojim sredstvima pokušati da prisluškuje razgovor, odnosno treba poznavati snage i sredstva protivne strane.

Miloš Dašić, Branko Tešanović, Vojna akademija, Beograd

Slaviša Trajković, Ekonomski fakultet – Priština, Kosovska Mitrovica

Milan Mihajlović, Vojna akademija, Beograd

Upravljanje rizicima u elektronskom bankarstvu i sistemima elektronskog novca

Na internetu se može naći velika količina podataka i informacija i, kao takav, predstavlja najveću bazu „znanja“ do koje se može doći. Iako se u početku koristio samo za vojne i istraživačke institucije, kasnije se proširio na fakultete, osnovne i srednje škole i javne biblioteke, a u sledećoj fazi na sve poslovne jedinice bez obzira na vrstu delatnosti kojom se bavi. Mogućnosti interneta i primena u poslovanju bankarskog sektora se svakim danom povećava i već sada je nezamislivo poslovanje bilo koje banke bez primene interneta i drugih informacionih tehnologija. Više se ne mora čekati na šalteru banaka već se svi bankarski poslovi mogu obavljati putem računara iz svojih domova. Najveće tehnološko otkriće u razvoju bankarstva je, svakako, pojava elektronskog novca, a samim tim i elektronskog bankarstva. Elektronski novac, koji praktično zamenjuje gotovinu i čekove, omogućava kupovinu roba ili usluga pomoću računara u okviru komercijalnih računarskih mreža ili poslovnih bankarskih mreža, a, sa druge strane, poslovnim subjektima omogućava da mimo uobičajenih kanala direktno posluju putem računarskih mreža. Ovakvo poslovanje donosi i određene rizike, pa se svi učesnici u transakcijama moraju upoznatiti sa njima kako bi ih sveli na minimum.

Na kraju, može se konstatovati da su i ovogodišnji ICDQM obeležili pripadnici Vojske, odnosno Ministarstva odbrane Republike Srbije. Uočava se njihov sve veći interes za ovu konferenciju i povećana saradnja sa autorima iz drugih institucija. Treba pomenuti da su, kao i prethodnih godina, na konferenciji učestvovali i izlagali radove, uključujući i plenarna izlaganja, i nekadašnji pripadnici Vojske, koji su penzionisani, ali sada rade u visokoobrazovnim institucijama u civilstvu. Međutim, zbog ograničenog obima ovog prikaza oni nisu predstavljeni.

Datum prijema članka: 05. 07. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 06. 07. 2010.

XXXVII SIMPOZIJUM O OPERACIONIM ISTRAŽIVANJIMA SYM-OP-IS 2010

Radonjić M. *Vojkan*, Vojska Srbije, Kopnena vojska,
Tehnički remontni zavod „Čačak“, Čačak,
Gaćeša N. *Nebojša*, Ministarstvo odbrane Republike
Srbije, Uprava za odnose sa javnošću, Medija centar
„Obrana“, Beograd

XXXVII simpozijum o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2010 održan je od 21. do 24. septembra 2010. godine, na Tari. Kao i prethodnih godina, ovaj simpozijum ima nacionalni karakter sa međunarodnim učešćem, a njegov cilj ostaje razmena najnovijih iskustava stečenih na polju operacionih istraživanja.

Ministarstvo odbrane Republike Srbije i Vojska Srbije bili su glavni organizatori ovogodišnjeg SYM-OP-IS-a. Pripadnici MO i VS u dužem periodu učestvuju na simpozijumu i povremeno preuzimaju ulogu organizatora tog značajnog skupa. Glavni motiv za organizaciju ovogodišnjeg SYM-OP-IS-a je iskrena želja Ministarstva odbrane da doprinese razmeni znanja i iskustava naučnika i istraživača iz MO i VS i civilnih naučnih institucija iz zemlje i inostranstva.

Zato je osnovni cilj ovogodišnjeg naučnog skupa unapređenje i razvoj operacionih istraživanja posredstvom koordiniranog i organizovanog programa razmene naučnog i stručnog znanja. Operaciona istraživanja, kao posebna naučna disciplina, dugo godina se izučava i primenjuje u sistemu odbrane. Postoje brojni teorijski radovi i praktična istraživanja u sistemu odbrane koji potvrđuju da primena modela i metoda operacionih istraživanja predstavljaju sredstva racionalnog, realnog, višekriterijumskog, kompromisnog i naučno utemeljenog prilaza pri rešavanju različitih problema u praksi. U sistemu odbrane se široko primenjuju operaciona istraživanja: u procesu donošenja odluka, optimizacije sistema komandovanja, organizacije rada, organizacije naučnoistraživačke delatnosti, u vojnom obrazovanju, obuci pripadnika Vojsci Srbije i u izvršavanju drugih složenih funkcija u sistemu odbrane.

U vremenu pred nama, postavljaju se novi zadaci i izazovi za intenzivniji razvoj operacionih istraživanja u svim oblastima naučnoistraživačke delatnosti. Za Vojsku Srbije, ti zadaci posebno proističu iz organizaci-

onih promena usled procesa profesionalizacije njenog sastava. Razvoj operacionih istraživanja u narednom periodu potrebno je usmeriti u pravcu unapređenja mogućnosti postojećih metoda, ne isključujući mogućnost nastanka novih metoda i metodskih postupaka i njihovu integraciju u proces složenih istraživanja.

Za SYM-OP-IS 2010 je prijavljeno preko 200 radova od strane više od 350 autora, nakon čega je, posle stručne recenzije, za štampanje u Zborniku radova, odabrano i pripremljeno 186 radova, koji su razvrstani u 26 standardnih sekcija simpozijuma. Od navedenog broja prihvaćenih radova 45 su radovi pripadnika MO i VS. Autori prihvaćenih radova su pripadnici vojnih visokoškolskih i naučnoistraživačkih ustanova, ali i operativnih sastava VS. Kao i prethodnih godina, najveći broj radova prijavljeno je u sekciji „Primene operacionih istraživanja u odbrani“, što potvrđuje činjenicu da je SYM-OP-IS od samog početka organizacije ovog naučnog skupa za Vojsku Srbije bio jedan od najznačajnijih simpozijuma na kojem su se kontinuirano iznosili najznačajniji problemi i rešenja u oblasti vojne primene modela i metoda operacionih istraživanja.

Pregled radova pripadnika MO i VS po sekcijama

Ekologija

Zlate Veličković, Ljubomir Gigović, Vojna akademija, Beograd

PROCENA UTICAJA HEMIJSKOG AKCIDENTA NA STANOVNIŠTVO I ŽIVOTNU SREDINU

Procena uticaja na stanovništvo i životnu sredinu pri hemijskim akcidentima je od presudnog značaja za pravilno postupanje nakon akcidenta. Poznavanje razvoja situacije pri akcidentu i pravilnim odgovorom izbegavaju se dalekosežne posledice koje mogu nastupiti. Naša zakonska i podzakonska regulativa definisala je samo postupke nakon akcidenta, ne zalazeći u metodologiju procene i odgovora koje stručne službe treba da pruže. Vojska Srbije je za analizu akcidenata i procenu rizika nakon akcidenta uradila matematički model ponašanja opasnih hemijskih materija pri akcidentima i predočila ga u softverski paket HesPro. Softverskim paketom uz implementaciju GIS-a brzo, lako i jednostavno vršimo procenu ugrožene teritorije sa ciljem da se stručne službe pravilno usmere na spasavanje života i preduzimanju mera zaštite najugroženijih, pružanja prve medicinske pomoći i preduzimanju pravilnih mera sanacije i otklanjanja posledica akcidenta.

Ekonomski modeli i ekonometrija

Miroslav Stanić, Uprava za stratejsko planiranje, Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd

EKONOMSKE MOGUĆNOSTI ZA FINANSIRANJE POTREBA OD- BRANE REPUBLIKE SRBIJE

U privrednom razvoju sadržan je materijalni okvir za izgradnju sistema odbrane Republike Srbije. Cilj ovog rada je da se na osnovu analize makro-ekonomskih parametara sagledaju realne ekonomske mogućnosti za finansiranje potreba odbrane. U vezi s tim, prezentovani su rezultati o modelu utvrđivanja visine izdvajanja za potrebe odbrane koja je ekonomski održiva.

Elektronsko poslovanje

Dalibor Šare, Komanda Vazduhoplovstva i PVO VS, Beograd

Dragan Avramović, Vojna akademija, Beograd

E-TRGOVINA U SRBIJI

Ovaj rad opisuje razvoj i perspektive elektronske trgovine u Srbiji.

Dejan Milenković, Uprava za telekomunikacije i informatiku Generalštaba Vojske Srbije, Beograd

Marina Jovanović Milenković, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

Zoran Radojičić, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

Dragan Vukmirović, Republički zavod za statistiku, Beograd

OD ARHIVIRANJA DOKUMENTA DO UPRAVLJANJA ZAPISOM

Postavljanje i precizno definisanje zahteva pred programskim rešenjima koja treba da budu uvedena u poslovno okruženje izuzetno je bitno, posebno kada se radi o programskom rešenju koje treba da obezbedi pouzdano upravljanje korporativnim dokumentima. U ovom radu se govori o standardu koji definiše potrebne zahteve za kreiranje modela upravljanja elektronskim zapisima.

Marina Jovanović Milenković, Fakultet organizacionih nauka, Beograd,

Dejan Milenković, Uprava za telekomunikacije i informatiku Generalštab Vojske Srbije, Beograd,

Zoran Radojičić, Fakultet organizacionih nauka, Beograd,

Dragan Vukmirović, Republički zavod za statistiku, Beograd

PRIMENA WEB I SMS TEHNOLOGIJA U ZDRAVSTVU

Jedan od osnovnih problema u zdravstvu i savremenoj medicini, uopšte, upravo je prikupljanje, manipulisanje, obrada i korišćenje podataka koji se svakodnevno u velikim količinama sakupljaju u obliku obimne doku-

mentacije zdravstvenih ustanova. Uvođenjem informaciono-komunikacionih tehnologija povećava se efikasnost, produktivnost i kvalitet rada u zdravstvenoj ustanovi, evaluira rad, eliminiše dupliranje podataka, omogućava sveobuhvatnije korišćenje podataka. Mogući interfejs prema korisnicima zdravstvenih usluga može da bude putem web i SMS tehnologija.

Borko Lepojević, Uprava za odnose sa javnošću, Medija Centar „Odbrana“, Beograd,

Srećko Jovanović, Uprava za telekomunikacije i informatiku, GŠ VS, Beograd,

Aleksandar Radulović, „NetSeT“, Beograd

STARFISH: CERTIFIKACIONI AUTORITET NOVE GENERACIJE

Sertifikacioni autoritet nove generacije Starfish CA razvijen je u duhu najaktuelnijih standarda, koristeći najsavremenije Java EE tehnologije. Ideja rada je da se putem prezentacije konkretnog proizvoda istakne značaj sertifikacionog autoriteta i njegove uloge u infrastrukturi sistema sa javnim ključevima, zasnovanoj na standardima radi povećane upotrebljivosti, sigurnosti, raspoloživosti resursa i jednostavnosti.

Finansije i bankarstvo

Milena Knežević, Saša Joksimović, Uprava za stratejsko planiranje MO, Beograd

PROGRAMSKO BUDŽETIRANJE I OPTIMIZACIJA TROŠKOVA INVESTICIONOG PROJEKTA

U članku je opisan jedan od matematičkih modela za optimizaciju troškova investicionih projekata u okviru modela programskog budžetiranja kao pristupa i procesa, čiji je cilj uspostavljanje veza između angažovanih resursa i predloženih, odnosno postignutih rezultata. Posebna pažnja posvećena je potrebi ali i rezultatima primene matematičkih modela u svrhu racionalnog raspolaganja sredstvima i u krajnjem efikasnoj realizaciji utvrđenih zadataka.

Saša Joksimović, Milena Knežević, Uprava za stratejsko planiranje MO, Beograd,

PROGRAMSKO BUDŽETIRANJE KAO MODEL UPRAVLJANJA FINANSIJSKIM RESURSIMA ODBRANE

U članku je opisan model programskog budžetiranja kao pristupa, odnosno procesa, čiji je cilj uspostavljanje veza između angažovanih resursa i predloženih, odnosno postignutih rezultata. Posebna pažnja posvećena je potrebi ali i očekivanim rezultatima primene ovog modela u svrhu racionalnog raspolaganja finansijskim sredstvima i u krajnjem efikasnoj realizaciji utvrđenih zadataka.

Dalibor Šare, Komanda Vazduhoplovstva i PVO VS, Beograd
RAZVOJ I PERSPEKTIVE HIPOTEKARNOG TRŽIŠTA REPUBLIKE SRBIJE

Cilj ovog rada je da se sagledaju mogućnosti razvoja hipotekarnog tržišta Republike Srbije, uloga Nacionalne korporacije za osiguranje stambenih kredita, uticaj državne regulacije i modeli kreditiranja. Dati su i predlozi mera koje treba preduzeti da bi hipotekarno tržište postalo još razvijenije.

Geoinformacioni sistemi (GIS)

Dragoljub J. Sekulović, Miodrag Regodić, Vojna akademija, Beograd
DIGITALNI MODEL TERENA U GEOLOŠKOJ ANALIZI TERENA

Digitalni model terena (DMT) danas predstavlja standardan način za predstavljanje površi terena u digitalnom obliku. Površina terena predstavlja se matematičkim modelom koji se zasniva na korišćenju pravilne mreže visina (GRID) ili na korišćenju mreže nepravilnih trouglova (TIN). DMT je izuzetno koristan kod svih vrsta prostornih analiza i pri izradi i realizaciji projekata izgradnje različitih objekata na površi terena (analize dogledanja, 3D vizuelizacija, procena erozije, zemljani radovi, računanje kubatura i drugo).

Vladan Tadić, Sektor za politiku odbrane MO, Beograd
 Slaviša Tatomirović, Vojnogeografski institut, Beograd
MOGUĆNOST KORIŠĆENJA SATELITSKIH SNIMAKA WORLDVIEW-1 KAO OSNOVE ZA KREIRANJE I AŽURIRANJE KARTOGRAFSKIH MATERIJALA

Članak prikazuje mogućnosti korišćenja snimaka satelita WORLDVIEW-1 kao podloge za kreiranje i ažuriranje kartografskih materijala. Takođe je opisana kompletna primenjena procedura za obradu satelitskih snimaka radi dovođenja u stanje pogodno za kartografske primene.

Mirko Petrović, Vladimir Đokić, Aleksandar Stanojević, Uprava za telekomunikacije i informatiku GŠ VS, Beograd
 Biljana Panić, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
MOGUĆNOSTI ORACLE TEHNOLOGIJA U RAZVOJU GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA

U radu su opisani koncepti i mogućnosti Oracle tehnologija namenjenih razvoju geografskih informacionih sistema za čuvanje, analizu i vizuelizacije prostornih podataka korišćenjem Oracle Spatial opcije i MapViewer aplikacije.

Dragan Ćirković, Generalštab Vojske Srbije, Beograd,
Željko Ratković, MH Elektroprivreda Republike Srpske, Matično
preduzeće a. d. Trebinje

Zoran Obradović, PDS Fakultet organizacionih nauka, Beograd
NEKE MOGUĆNOSTI OPTIMIZACIJE PROJEKT MENADŽMENTA
NA PRIMERU GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA (GIS)

Ovaj rad bavi se mogućnošću primene geografskih informacionih sistema (GIS) u korišćenju metoda operacionih istraživanja za rešavanje problema projekt menadžmenta, posebno onih koji se odnose na planiranje i upravljanje, a s obzirom na matematički aparat – metode simulacije i metode matematičkog prognoziranja.

Miodrag Regodić, Dragoljub Sekulović, Vojna akademija, Beograd
PRIMENA SATELITSKIH SNIMANJA PRI PRAĆENJU ATMOSFER-
SKIH POJAVA

Oduvek postoji realna potreba za neposrednim opažanjem i proučavanjem pojava čije dimenzije prelaze gornju granicu ljudskih mogućnosti. Iz potrebe da se dobiju novi podaci, da osmatranja i izučavanja budu objektivnija od dosadašnjih sinteza prihvaćen je novi istraživački metod – daljinska detekcija. U radu su predstavljeni principi i elementi daljinske detekcije, kao i osnovni aspekti primene daljinskih istraživanja pri istraživanjima meteoroloških parametara i stanja atmosfere, u prvom redu ozona. Primena satelitskih snimaka moguća je u svim fazama globalnog i sistematskog istraživanja različitih atmosferskih pojava. Pri tim istraživanjima koriste se aero i satelitski snimci različitih osobina, a analiza i interpretacija se sprovodi vizuelnim i računarski podržanim postupcima.

Siniša Drobniak, Mirko Borisov, Radoje Banković, Vojnogeografski
institut, Beograd

PRIMENA GIS TEHNOLOGIJE PRI IZRADI KARTE TENKOPRO-
HODNOSTI

Geomorfometrijska istraživanja u vojnogeografskoj analizi terena zasnivaju se na GIS prostornim analizama. One podrazumevaju vrednovanje geomorfoloških parametara reljefa radi obezbeđivanja karata tenkoprohodnosti potrebnih za analizu prohodnosti i preglednosti terena, kao i na mogućnost zaštite i maskiranja oružanih snaga. Analiza vrednovanja geomorfoloških parametara terena urađena je za test područje Avale pomoću nekoliko topografskih atributa (vidljivost, ekspozicija terena, nagib terena) koji su određeni na osnovu analize digitalnog modela terena primenom GIS alata i njima su pridružene pojedine kvalitativne osobine terena (gustina vegetacionog pokrivača, tipovi tla).

Mirko Borisov, Radoje Banković, Siniša Drobniak, Vojnogeografski institut, Beograd

SAVREMENA ARHITEKTURA GIS U OKRUŽENJU WEB MAP SERVERA

Primena informacionih tehnologija u oblasti GIS i digitalne kartografije dovela je do pojave i kreiranja novih rešenja u datim naučnim disciplinama. Posebno su značajne tehnologije novih arhitektura u GIS. U radu se opisuje primena savremene arhitekture GIS u okruženju Web Map Servera. Sve to predstavlja novo prilagođavanje softverskim platformama, odnosno omogućava širi višekorisnički i multifunkcionalni pristup geoprostornim podacima.

Informacioni sistemi

Savić Dejan, Trikoš Mladen, Vojna akademija, Beograd

Bunjac Srđan, RCUB, Beograd

IMPLEMENTACIJA DATA CENTRA SA OGRANIČENIM RESURSIMA

Opšta sveprisutnost raznih servisa u poslovne svrhe zahteva postojanje centralizovanog data centra koji opslužuje korisnike i čuva poslovne podatke. U većini slučajeva serverska oprema koju poseduju manje poslovne organizacije nisu nadogradivi blade serveri i data-storage sistemi već su standalone serveri. Autori su istraživali kako uposliti takvu opremu i implementirati data centar koji može da zadovolji poslovne potrebe manje organizacije.

Veselin Gredić, Dalibor Stanković, Aleksandar Stanojević, Marko Dragonjić,

Uprava za telekomunikacije i informatiku GŠ VS, Beograd

KONCEPT GENERATORA PROGRAMA ZASNOVANOG NA DOKUMENTIMA KROZ PRIMENU XML TEHNOLOGIJA

Generatori aplikacija treba da odvoje specifikaciju od kodiranja i da se praktično ekspertskom specifikacijom generiše aplikacija prihvatljivih performansi. Kroz ovaj koncept promovisu se dve tehnologije, jedna koja je zasnovana na atributivnim gramatikama i jezicima za određeni domen i druga koja je zasnovana na XML tehnologijama. Primena ovog generatora biće implementirana za domen C4I aplikacija i prihvaćenog BML jezika koji predstavlja jezik za podršku borbenim dejstvima.

Saša Probojčević, Uprava za obaveze odbrane MO, Beograd

Miloš Pejanović, Centar za komandno-informacione sisteme i informatičku podršku VS, Beograd

PREDLOG REŠENJA SOFTVERSKOG GENERATORA IZVEŠTAJA IZ RAZLIČITIH BAZA PODATAKA KAO PRILOG SISTEMU ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

U ovom radu je predstavljeno softversko rešenje za generisanje izveštaja iz heterogenih baza podataka. Ovo rešenje je nastalo kao odgovor na potrebu da se u realnom vremenu generišu izveštaji za podršku odlučivanju. Osnovni problemi koji su doveli do potrebe za razvojem ovakvog softvera su: ogromna količina podataka koju treba obraditi u realnom vremenu, razuđenost podataka po heterogenim bazama podataka po velikoj teritoriji, kao i veoma veliki broj vrsta izveštaja koji treba da se izrade u vremenu prihvatljivom za odlučivanje. Ovo rešenje predstavlja generički mehanizam koji omogućava da se prvo definišu tipovi izveštaja, a da se nakon toga za izabrani tip izveštaja i izabrane baze podataka generišu konkretni izveštaji.

Miloš Durković, 3. Centar za obuku, Vojska Srbije, Jakovo

Srđan Ljubojević, Vojna akademija, Beograd

Saša Tešić, Garda, Vojska Srbije, Beograd

PRIMENA FUZZY DELFI METODE ZA PREDVIĐANJE RAZVOJA INTERNET OGLAŠAVANJA U SRBIJI

Internet oglašavanje je deo medijskih oglašavanja i predstavlja pravac ka kojem teži oglašavanje u evropskim zemljama. U radu je prikazana Fuzzy Delfi metoda koja je korišćena za predviđanje razvoja internet oglašavanja u Srbiji.

Aleksandar Stanojević, Mirko Petrović, Aleksandar Dimić, Miloš Trboljevac,

Uprava za telekomunikacije i informatiku GŠ VS, Beograd

PRISTUP IMPLEMENTACIJI INFORMACIONIH SISTEMA KORIŠĆENJEM ORACLE ADF TEHNOLOGIJE

Svaki informacioni sistem trebalo bi da bude dovoljno fleksibilan da da odgovor promenljivim poslovnim potrebama. Takođe, od razvojnih timova očekuje se da razvoj sistema bude brz, po najnižoj ceni i po najnovijim industrijski standardima. U Oracle Application Development Frameworku (ADF) implementirana su višegodišnja iskustva kako bi se pomoglo programerima pri projektovanju i izgradi sigurnih J2EE aplikacija, visokih performansi.

Mladen Trikoš, Dejan Savić, Siniša Gujić, Military academy MoD, Belgrade

RADIUS SERVER APPLICATION IN COMPUTER NETWORK CAMPUS

Exponential development of computer networks, and increasing number of users and their demands for resources leads to a problem on how to control access to a computer network, especially in a campus sized network, where connected computers may expand to a few different buildings. The solution we use to authenticate and authorize user access is to apply RADIUS server with AAA protocol and Windows 2003 server including Active Directory, Certification Authority and Internet Authentication Service. This paper presents an explanation and a practical implementation of these solutions.

Dalibor Stanković, Marko Dragonjić, Veselin Gredić,

Uprava za telekomunikacije i informatiku GŠ VS MO, Beograd

UPOTREBA WEB SERVISA ZA RAZMENU PODATAKA U KADROVSKOM INFORMACIONOM SISTEMU VOJSKE SRBIJE

Web servisi predstavljaju deo poslovne logike kojoj korisnici mogu pristupiti putem standardnih mrežnih protokola. Oni predstavljaju novu eru u razvoju distribuiranih informacionih sistema, kao i dobar mehanizam za izgradnju sistema koji se baziraju na servisnoorijentisanoj arhitekturi koja omogućava razvoj slabo povezanih distribuiranih aplikacija.

Logistika

Saša Veselinović, Sektor za politiku odbrane MO, Beograd

Srđan Milenković, Institut za strategijska istraživanja, Beograd

PRILOG POJMOVNOM ODREĐENJU LOGISTIKE

Razvoj logistike kroz istoriju uslovio je promene konceptualnog shvatanja suštine i sadržaja pojma logistike. Razvoj logistike može se podeliti u četiri perioda i svaki karakteriše napredak u sadržajnom smislu. Sadašnje shvatanje logistike često se meša sa pojmom lanci snabdevanja, pri čemu je razlika između ovih pojmova izražena na najvišem nivou upravljanja.

Meko računarstvo – Soft Computing

Dragan Pamučar, Boban Đorović, Vojna akademija, Beograd

Darko Živković, Ministarstvo odbrane, Beograd

Vesko Lukovac, Darko Božanić, Vojna akademija, Beograd

SELEKCIJA VOZAČA U TRANSPORTNIM ORGANIZACIJAMA KORISĆENJEM FUZZY PRISTUPA

U radu je prikazan model za selekciju vozača koji je zasnovan na principima fuzzy logike. Prikazani model je zasnovan na poređenju izlaznih veličina postojećeg i projektovanog modela. Proces donošenja odluke praćen je većim ili manjim stepenom neodređenosti kriterijuma koji su neophodni za donošenje relevantne odluke. Pošto je fuzzy logika veoma pogodna za izražavanje neodređenosti i neizvesnosti za eksploataciju navedenih neodređenosti i neizvesnosti korišćena je fuzzy logika.

Vladimir Bukvić, Direkcija za standardizaciju, kodifikaciju i metrologiju UOT SMR MO, Beograd

SISTEMATIZACIJA MULTIDISCIPLINARNOG MODELA PODATAKA O GEOPROSTORU U ODNOSU NA STEPEN ZNAČAJNOSTI

U ovom radu pokazane su značajne razlike koje postoje među krajnjim korisnicima GIS, što povlači drugačiji pristup razvoju GIS modela podataka. To je naročito važno u implementaciji komandno-informacionih sistema. Rezultati posebno ističu potrebu primene mekog fazi pristupa.

Menadžment

Miodrag Sekulić, Uprava za školstvo MO, Beograd

Jelena Branković, Ministarstvo omladine i sporta, Beograd

STRES NA RADNOM MESTU

Rad je posvećen pojmu stresa na radnom mestu kao čitavog niza kompleksnih i komplementarnih psihičkih i psihofizičkih smetnji i poremećaja vezanih za radno mesto i posao koji se na radnom mestu obavlja.

Miroslav Mitrović, Institut za strategijska istraživanja MO, Beograd

UPRAVLJANJE MODELOM 3-D PREGOVARANJA

Upravljanje modelima pregovaračkih strategija predstavlja integralni segment višedimenzionalnog i interdisciplinarnog pristupa upravljanju korporativnim sistemima. Strateško opredeljenje organizacije na izvršnju zadataka kojima teži ostvarenje misije, bilo da je u pitanju profit, poja-

čanje tržišne pozicije, prevazilaženje krize ili jačanje imidža, pretpostavlja potrebu analitičkog i višedimenzionalnog pristupa pregovaranju, kao formi poslovne komunikacije. Osim kreiranja pozicija i upravljanja alatima komunikacije, potrebno je dizajnirati željene i projektovane odnose, koji omogućavaju realizaciju interesa organizacije u perspektivi budućih odnosa na tržištu. Mogući pristup 3D modela pregovaranja, pospešuje poziciju organizacije u analitičkom smislu, čime se pretpostavlja stabilniji i dugoročniji pristup planiranju i upravljanju organizacijom.

Milan Kankaraš, Komanda za obuku VS, Beograd

Ranko Lojić, Vojna akademija, Beograd

UTICAJ REGRUTOVANJA I SELEKCIJE LJUDSKIH RESURSA NA STRUČNU SPOSOBNOST PERSONALA

Pravovremeno regrutovanje kvalitetnih kadrova smatra se jednim od najvećih izazova savremenih organizacija, uključujući i vojne, jer se bez takvog pristupa teško obezbeđuje funkcionalna sposobnost i ostvarivanje organizacionih ciljeva. Za razliku od regrutovanja, kojim se traže i obezbeđuju kandidati za radna mesta, u broju većem od nedostajućeg broja ljudi, selekcijom se utvrđuju njihovi kvaliteti i na osnovu dobijenih rezultata vrši njihov odabir. U kojoj meri regrutovanje i selekcija ljudskih resursa utiče na stručnu sposobnost personala prikazano je u ovom radu.

Primene OI u odbrani

Nebojša Nikolić, Institut za strategijska istraživanja MO, Beograd

DATA FARMING – NOVI KONCEPT U VOJNIM PRIMENAMA SIMULACIJA

U radu su izložene osnovne informacije i glavna ideja novog simulacionog pristupa poznatog pod imenom Data Farming. Ovaj simulacioni koncept nastao je u okviru vojnih istraživačkih organizacija Marinskog korpusa SAD, za potrebe oružanih snaga. Suština simulacionog koncepta Data Farming je u generisanju, obuhvatu i analizi većeg broja mogućih ishoda modelovane situacije, što je posledica prisustva stohastičkih veličina u modelu. Suprotno od cilja u klasičnom simulacionom pristupu, gde se traži očekivano ili srednje rešenje, Data Farming je orijentisan na traženje skupa više mogućih rešenja bez obzira na malu verovatnoću nastupanja tih pojedinačnih rešenja. Tako se donosiocu odluke predočava skup mogućih ishoda proučavane situacije i sprečava iznenađenje na pojavu maloverovatnih, ali mogućih opcija.

Vesko Lukovac, Vojna akademija,
Snežana Pejčić Tarle, Saobraćajni fakultet, Beograd
Dragan Pamučar, Vojna akademija, Beograd

IDENTIFIKACIJA DISTRIBUCIJSKIH GREŠAKA OCENJIVAČA PRI OCENJIVANJU KVALITETA RADA VOJNIH VOZAČA

Ocenjivanje kvaliteta rada je proces u kojem se ocenjuje doprinos zaposlenih ostvarenju organizacionih ciljeva u nekom definisanom vremenskom periodu. Ova procedura obično zahteva od nadređenog da popuni standardizovani obrazac za ocenjivanje kojim ocenjuje zaposlenog u nekoliko dimenzija, a potom o rezultatima ocenjivanja razgovara sa zaposlenim. Budući da se u ovom procesu od pojedinca – ocenjivača zahteva da donosi subjektivan sud o drugima, neophodno je da se vodi računa o mogućim greškama koje su uvek vezane za subjektivan sud, a koje se mogu pojaviti sa namerom ili bez nje. Postoji više tipova grešaka koje ocenjivači mogu počinuti pri ocenjivanju kvaliteta rada zaposlenih, a u ovom radu je prikazan pristup identifikaciji distribucijskih grešaka ocenjivača pri ocenjivanju kvaliteta rada vojnih vozača.

Boriša Jovanović, Bratislav Planić, Centar za primenjenu matematiku i elektroniku, Beograd

KRITERIJUMI ZA OCENU PERFORMANSI ALGORITAMA SELEKTIVNOG ŠIFROVANJA

Tradicionalni sistemi kriptografske obrade u sistemima za prenos digitalnih multimedijalnih informacija garantuju visok stepen sigurnosti, ali imaju i svoje nedostatke – visoku cenu implementacije i znatno kašnjenje u prenosu podataka. Pomenuti nedostaci prevazilaze se primenom algoritama selektivnog šifrovanja. U ovom radu prikazani su kriterijumi za ocenu performansi različitih algoritama selektivnog šifrovanja.

Veljko Petrović, Uprava za opštu logistiku MO, Beograd
Nikola Pekić, Uprava za stratejsko planiranje, MO, Beograd
LAYOUT SISTEMA ODRŽAVANJA

Ovaj dokument prikazuje metodologiju za uspostavljanje prostorne konfiguracije fizičkih elemenata radioničkog pogona (opreme, radnih mesta, alata, pribora, postrojenja za opsluživanje proizvodnje i obezbeđenje uslova rada), radne snage i logističkih podсистема u sistemu održavanja uz vremensku sinhronizaciju svih aktivnosti

Marjan Milenkov, Marko Andrejić, Vojna akademija MO, Beograd
Momir Stanković, Milan Bukvić, Centralna logistička baza GŠ VS, Beograd
LOGISTIČKI INFORMACIONI SISTEMI U ORUŽANIM SNAGAMA

U radu su date osnovne napomene o logističkim informacionim potrebama. Opisani su informacioni sistemi koji se koriste u modernim oružanim snagama i dat je koncept razvoja logističkog informacionog sistema Vojske Srbije.

Marko Andrejić, Marjan Milenkov, Vojna akademija, MO, Beograd

Goran Krstić, Garda, Vojska Srbije, Beograd

MATEMATIČKI MODEL RADA ORGANA LOGISTIKE U BATALJONU

U radu je dat predlog matematičkog modela rada upravnog organa logistike u jedinici ranga bataljon, sa mogućnostima primene metoda linearnog programiranja za analizu i optimizaciju izvršavanja zadataka.

Samed Karović, Milutin Pušara, Hajradin Radončić, Vojna akademija, Beograd

ODNOS KRITERIJUMA U PROCESU ODLUČIVANJA ZA ANGAŽOVANJE SNAGA U BORBENIM OPERACIJAMA PRIMENOM ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA

U radu se govori o kriterijumima za angažovanje snaga u borbenim operacijama. Pri tome se imalo u vidu da su kriterijumi identifikovani od strane eksperata na osnovu sprovedenog istraživanja i primenom metode AHP određen je njihov odnos u određenoj vrsti borbene operacije. To je osnova koja ima uticaj za aspekt angažovanja snaga pri izboru kursa akcije u konkretnoj borbenoj operaciji. Kao podrška procesu odlučivanja korišćen je softverski alat Expert choice 2000.

Kosta Velimirović, Vojnotehnički institut, Beograd

Nemanja Velimirović, Mašinski fakultet, Beograd

ODREĐIVANJE MAKSIMALNOG TAKTIČKOG RADIJUSA NAORUŽANOG KLIPNO-ELISNOG AVIONA, PROGRAM SWALLOW

U radu je prikazan jedan metod proračuna optimalnog taktičkog radijusa klipno-elisnog naoružanog aviona. Kao osnova za računarski program za proračun performansi je poslužio optimizacioni postupak totalne energije nelinearnog modela. Metod optimizacije je nelinearno programiranje. Metoda i njeni rezultati ilustrovani su numeričkim primerom.

Milan Bajović, Vojnotehnički institut, Beograd

Zlatko Petrović, Mašinski fakultet, Beograd

OPTIMALNO PROJEKTOVANJE LAKOG HELIKOPTERA POMOĆU SOFTVERSKOG PAKETA CVLR

U radu je prikazana primena kompjuterski orijentisane metode koja omogućava da se automatizuje proces izbora optimalnih parametara lakog helikoptera za unapred definisane uslove i ograničenja.

Srboljub Nikolić, Centar za obuku logistike Vojske Srbije
Branko Tešanović, Slaviša Arsić, Vojna akademija – Katedra opšte logistike, Beograd

PLANIRANJE I PROGRAMIRANJE ISHRANE U SISTEMU ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

Pravilna ishrana je jedan od osnovnih preduslova za izvršenje postavljenih zadataka u miru i ratu. U intendantskoj službi 70% poslova odnosi se na oblast ishrane, a ostalih 30% na odevanje pripadnika sistema odbrane. Time planiranje i programiranje ishrane dobija posebno na značaju. Male uštede artikala hrane na mikronivou predstavljaju velike uštede na makronivou. Interesantno je i značajno programiranje ishrane u sistemu odbrane Republike Srbije, gde se mogu postići velike uštede. Česte promene cena namirnica utiču na pad kvaliteta ishrane, jer se voće, meso i sveže povrće manje koristi, što umnogome utiče na biološku vrednost ishrane. Takođe, velika količina nekvalitetnih jela se baca. Kroz analizu postojećeg stanja ishrane vojnika definisane su pretpostavke za formulisanje modela linearnog programiranja za optimizaciju ishrane vojnika, imajući u vidu zahteve koje pravilna ishrana treba da ispunjava. Korišćenjem metoda linearnog programiranja kroz matematički model ishrane u radu je prikazana metodologija planiranja i programiranja ishrane vojnika.

Milutin Pušara, Samed Karović, Mile Jelić, Vojna akademija, Beograd

PRIMENA ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA U ANALIZI SADRŽAJA KOMANDOVANJA KAO OSNOVNOG KRITERIJUMA ZA IZBOR KURSA AKCIJE

Rad analizira komandovanje kao jednom od osnovnih kriterijuma za izbor kursa akcije u procesu donošenja vojnih odluka i bitnim elementima koji čine taj sadržaj. Kao osnova u analizi sadržaja komandovanja poslužili su rezultati sprovedenog istraživanja sa ekspertima iz oblasti odlučivanja u vojnom menadžmentu. U tom smislu identifikovani su osnovni sadržaji komandovanja te njihov međusobni odnos i specifični značaj sa aspekta donošenja vojnih odluka. Za određivanje i vrednovanje elemenata koji čine sadržaj komandovanja korišćena je AHP metoda i softverski alat Expert choice 2000.

Goran Župac, Vojna akademija, Beograd

Milić Milićević, Uprava za strategijsko planiranje MO, Beograd

Slavko Pokorni, Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije, Zemun

PRIMENA EKSPERTSKOG OCENJIVANJA U PROCESU IZBORA RAKETNOG SISTEMA PVD

U radu su predstavljeni problemi koji se javljaju pri izboru raketnog sistema za PVD primenom ekspertskog ocenjivanja. Procedura se sastoji od sledećih koraka: donošenje odluke o pokretanju ekspertize, definisa-

nje cilja i zadataka ekspertize, izbor i formiranje radne grupe, razrada plana i programa ekspertize, izbor eksperata i ocena njihove kompetentnosti, realizacija programa ekspertize, analiza i obrada informacija dobijenih od eksperata i izrada konačne ekspertske ocene.

Ivan Tot, Vojna akademija, Beograd

Alempije Veljović, Tehnički fakultet, Čačak

PRIMENA OLAP SISTEMA ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

Informacioni sistem institucije polazi od definisanih ciljeva vezanih za podršku top menadžmentu za donošenje poslovnih odluka. Ovaj cilj uslovljava da se pri razvoju informacionog sistema već u fazi definisanja zahteva mora uzeti u obzir i implementacija sistema za podršku odlučivanju. To podrazumeva da je potrebno uporedo modelirati transakcionu (OLTP) i analitičku (OLAP) bazu podataka. Dobijeni rezultati pokazuju da OLAP sistemi mogu biti podrška odlučivanju.

Nikola Pekić, Uprava za stratejsko planiranje MO, Beograd

Veljko Petrović, Uprava za opštu logistiku MO, Beograd

PRIMENA TEORIJE MASOVNOG OPSLUŽIVANJA NA SISTEME ODRŽAVANJA

U radu je prikazana metodologija i uslovi za primenu Teorije masovnog opsluživanja na sistemima održavanja. Razmatran je odnos između klijenata koji traže opslugu i kanala koji ih opslužuju na osnovu prikupljenih podataka iz konkretnog sistema u posmatranom vremenskom periodu. Analizom šireg spektra tehnološki zahteva za održavanjem sagledane su karakteristike ulaznog i izlaznog potoka opsluživanja. Primenom poznatih matematičkih modela Teorije masovnog opsluživanja stvorene su neophodne pretpostavke za dimenzionisanje tehnoloških elemenata.

Milić Milićević, Uprava za stratejsko planiranje MO, Beograd

Vasilije Mišković, Visoka škola za projektni menadžment, Beograd

Goran Župac, Vojna Akademija, Beograd

PROCEDURA ANALIZE I OBRADJE REZULTATA EKSPERTSKOG OCENJIVANJA

U radu je prikazana procedura analize i obrade podataka prikupljenih provođenjem ekspertskeg ocenjivanja. Procedura načelno sadrži: analizu pomoćnih podataka, analizu saglasnosti odgovora eksperata, izdvajanje saglasnih grupa eksperata, u slučaju nesaglasnosti, ispitivanje uzroka nesaglasnosti ekspertskeg odgovora, i formiranje grupne ocene. Na primeru ekspertskeg ocenjivanja metodom parnih poređenja po Sati-jevoj skali prikazana je mogućnost primene opisane procedure.

Ivan Petrović, Miodrag Gordić, 250. RBR PVO, VS, Beograd

Miloš Durković, 3. CzO, VS, Beograd

RANGIRANJE CIVILNIH LICA U SISTEMU ODBRANE PRIMENOM AHP METODE

U radu je prikazana mogućnost primene AHP metode u rangiranju kadra u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije. Kao osnova za izradu rada poslužio je Program upravljanja kadrom u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije, koji je izradila Uprava za kadrove 2005. godine. Iz ovog programa su uzeti kriterijumi za rangiranje civilnih lica na osnovu kojih je izvršena višekriterijumska analiza primenom AHP metode. Težinske vrednosti koeficijenta određene su ispitivanjem eksperata iz Vojske Srbije. Na osnovu dobijenih rezultata dat je primer rangiranja civilnih lica u sistemu odbrane.

Srđan Dimić, Srđan Ljubojević, Vojna akademija, Beograd

SIMULACIJA MODELA IZBORA PROVAJDERA TRANSPORTNIH USLUGA ZA POTREBE VOJSKE SRBIJE

Vojska Srbije se sve češće pojavljuje na transportnom tržištu kao kupac transportne usluge. Postojeća metodologija izbora provajdera pokazala je dosta manjkavosti. Usled toga, kvalitet transportne usluge često je nezadovoljavajući. U radu je prikazan model izbora provajdera transportnih usluga, sa ciljem poboljšanja funkcionisanja transporta, povećanja kvaliteta transportne usluge, kao i smanjenja vremena trajanja i troškova transporta. Simulacija modela izvršena je fuzzy pristupom, radi adekvatnog tretiranja svih ulaznih parametara.

Dejan Stojković, Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd

Ljupča Stojanović, Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije, Beograd

STRATEGIJSKO PLANIRANJE ODBRANE – PRIMENA SOFTVERA KOSTMOD 4.0

U radu je prikazan softver za dugoročnu analizu troškova oružanih snaga KOSTMOD 4.0 i njegova primena u strategijskom planiranju odbrane. Rad objašnjava opšti model KOSTMOD-a, potrebne informacije o resursima i rezultate analize troškova.

Simulacija

Miroslav Trmčić, Vojna pošta 2827, Novi Sad

Milorad Stanojević, Saobraćajni fakultet, Beograd

PRIMENA METODA SIMULACIJE I TEORIJE IGARA U OPTIMIZACIJI TOKOVA SAOBRAĆAJA U RAČUNARSKIM MREŽAMA

U radu se razmatra primena koncepta fiktivne igre kao pogodnog okvira za efikasnu realizaciju višekriterijumske optimizacije parametara saobraćajnih tokova preko simulacije budućeg ponašanja saobraćaja u

računarskim mrežama. Saobraćajni tokovi su predstavljeni kao igrači u procesu fiktivne igre. Na osnovu simulacije interakcije igrača vrši se istraživanje prostora optimalnih rešenja. Komponente optimalnog rešenja dobijenog na ovaj način predstavljaju optimalne rute tokova saobraćaja, a odlučivanje zasnovano na ovom procesu konvergira ka ravnotežnom stanju. Na osnovu definisanog modela formiran je heuristički algoritam za rešavanja problema kontinualne višekriterijumske optimizacije tokova saobraćaja u računarskim mrežama, putem simulacije. Karakteristike konvergencije i efikasnost algoritma poboljšani su modeliranjem funkcije težina linkova, promenom pravila učenja i iterativnim formiranjem raspoloživih strategija igrača. Ovaj pristup omogućava efikasno rešavanje RWA (Routing and Wavelength Assignment) problema u optičkim mrežama, a pogodan je i za rešavanje problema u oblasti optimizacije i teorije igara.

Statistički modeli

Tomislav B. Unkašević, Centar za primenjenu matematiku i elektroniku, Beograd

O JEDNOJ OSOBINI VIŠESTRUKIH LINEARNIH POMERAČKIH REGISTARA

U ovom radu su definisani uslovi pod kojima sprega k-linearnih pomeračkih registara daje na izlazu sve binarne k-torke. Izloženi dokaz može se lako prilagoditi za linearne pomeračke registre nad konačnim poljem GFp.

Upravljanje rizikom

Nenad Komazec, Goran Glišić, Vojna akademija, Beograd

Zoran Keković, Fakultet bezbednosti, Beograd

STANDARDIZACIJA UPRAVLJANJA RIZIKOM U OBLASTI DRUŠTVENE BEZBEDNOSTI

Upravljanje rizikom treba da bude permanentan proces u organizaciji. Težište upravljanja rizikom je na identifikaciji potencijalnih opasnosti i tretmanu uočenih rizika koje nose te opasnosti. Njegov cilj je postizanje, zaštita i održavanje maksimalno održivih vrednosti za sve planirane aktivnosti organizacije. To obezbeđuje razumevanje potencijalnih opasnosti i svih onih faktora koji mogu da utiču na organizaciju. Upravljanje rizikom povećava mogućnost uspeha i smanjuje mogućnost neuspeha i neizvesnost realizacije planiranih ciljeva. Neophodnost uređenja oblasti upravljanja rizikom postiže se, između ostalog, kroz izradu standarda. Za potrebe upravljanja rizikom razvijeni su evropski standardi, a na osnovu njih i srpski standardi.

Workshop Radionica

Spasoje Mučibabić, Dragan Ćirković, Radoje Banković, Ksenija Kelemenis, Željko Ratković

PRIMENA METODA OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA U REŠAVANJU KRIZNE SITUACIJE NA HE „BAJINA BAŠTA“

Polazeći od teorijskih postavki kriza i konflikata čije je rešavanje osnova kriznog menadžmenta dat je model jedne konfliktne situacije izazvane terorističkim dejstvima na hidroelektrani i banci.

Organizovano je timsko (grupno) rešavanje konfliktne situacije korišćenjem GIS-a. na kraju, data je mogućnost provere rešenja u realnoj situaciji izviđanjem na terenu, u dve varijante: korišćenjem motornih vozila i peške.

Program ovogodišnjeg simpozijuma bio je veoma interesantan, ne samo za naučne radnike, već i za studente i privrednike koji su zainteresovani za implementaciju novih rešenja, zasnovanih na metodama operacionih istraživanja.

Datum prijema članka: 01. 10. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 01. 10. 2010.

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

Transformabilno vozilo revitalizuje koncept „ležećeg džipa“*

Agencija SAD za napredna istraživanja iz domena odbrane (*Defense Advanced Research Agency – DARPA*) otpočela je program razvoja eksperimentalnog transformabilnog vozila dvojne konfiguracije (*Transformer – TX*), koje bi objedinilo performanse drumsko-terenskog vozila i mogućnost da se transformiše u vazduhoplov sa vertikalnim poletanjem i sletanjem (*VTOL*). Maksimalna nosivost bila bi 454 kg korisnog tereta, a imalo bi primenu u širokom spektru borbenih i logističkih misija. Sama ideja umnogome podseća na koncept „letećeg džipa“, čiji je prototip napravljen kasnih 50-tih godina prošlog veka za potrebe KoV SAD.

Prema saopštenju iz *DARPA*, cilj programa *TX* je „prikaz letećeg/drumskog vozila za četiri osobe koje borcima omogućava pokretljivost nezavisnu od uslova na terenu. Ono, bez presedana, pruža mogućnost neutralisanja tradicionalnih i asimetričnih pretnji izbegavanjem prepreka na putu“. Mogući oblici primene su: udar, prepad, intervencija, pobunjenička/protivpobunjenička dejstva, izviđanje, medicinska evakuacija i logistička podrška. Namera je da vozilo *TX* kombinuje *VTOL* sposobnost sa minimalnim borbenim radijusom od 460 kilometara.

Primarni fokus programa *TX* biće razvoj integrisanog skupa kritičnih tehnologija koje omogućavaju transport dvojnog moda, *VTOL* sposobnost, efikasne letne performanse i borbeni radijus uporediv sa savremenim helikopterima. „Zamišljeno je da će ovaj program, u najmanju ruku, demonstrirati sposobnost izrade terenskog vozila koje može da se konfigurise u *VTOL* vazduhoplov koji pruža dovoljne letne performanse i radijus, noseći korisni teret u vidu četiri vojnika sa kompletnom borbenom opremom“.

Osnovna ideja *TX* vozila je da jedinicama u borbenoj zoni obezbedi platformu koja pruža mogućnost pokretljivosti bez obzira na stanje prohodnosti terena. *DARPA* ukazuje da savremeni taktički transportni sistemi „prikazuju operativna ograničenja u kojima su borci ili vezani za zemlju sa *HMMWV*-ima (**High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle**) i tako ranjivi iz zaseda, ili se uzdaju u helikoptere koji su ograničeno raspoloživi. *TX* vozilo pruža moguć-

* Izvor: *Janes's International Defence Review*, volume 43, jun 2010.

nost transporta koji nije više ograničen samo na saobraćajnu mrežu na terenu, koja daje mogućnost predvidljivosti kretanja. Time se mogu izbeći improvizovane eksplozivne naprave i zasede, a uz to omogućiti borcu da priđe ciljevima iz pravaca koji pružaju prednost u kopnenim operacijama“.

DARPA je identifikovala specifične tehnologije koje se mogu primeniti u programu TX: hibridni električni pogon; baterije visokih performansi; adaptivne strukture krila; kanalisani ventilatorski propulzivni sistemi; usavršeni laki motori na teško gorivo; laki materijali; usavršeni senzori i kontrole leta za stabilni prelaz iz vertikalnog u horizontalni let. Tehnički pristup programa inicijalno će se fokusirati na dizajn potpuno funkcionalnog terenskog vozila iz kojeg će se izvesti dizajn prototipskog vozila u kojem će se implementirati sve kritične tehnologije. Prototipskim vozilom treba da se dokaže koncept izvodljivosti i primena ključnih tehnologija. Njime će se demonstrirati vozne performanse slične sportskom terenskom vozilu radijusa od 460 kilometara sa jednim rezervoarom za gorivo (sa tri moguće varijante: kombinacija vožnje i leta, samo vožnje ili samo leta) i letne performanse sa krstarećom brzinom lakog jednomotornog aviona sa visinom leta do 3.000 m.

Razmatra se i mnoštvo drugih mogućnosti i modova projektovanih za operativnu upotrebu, koje neće biti prikazane na prototipskom vozilu, kao što su: automatizovano poletanje i sletanje (time se izbegava potreba za kvalifikovanim pilotom); sposobnost kratkog poletanja i sletanja uz dodatak VTOL; interna rekonfiguracija za jedno nosilo i jednog putnika radi medicinske evakuacije; niski profil i visoki gaz; pogon na sva četiri točka; upotreba standardnog vojnog goriva (prvenstveno JP-8); smanjenje buke na nivo buke koju izaziva običan automobil ili, u varijanti letelice, jednomotorni helikopter. Razmatra se i mogućnost prevoza (kao teret) brodovima Mornarice SAD, avionima Vazduhoplovstva SAD, trgovačkim brodovima i komercijalnim teretnim avionima.

DARPA planira tri faze realizacije: faza I – konceptualni dizajn sistema, redukcija rizika i planiranje demonstracije (budžet od 9 miliona US dolara); faza II – redukcija rizika i dizajn demonstracionog sistema (10 miliona US dolara) i faza III – izrada sistema i demonstracija (oko 35 miliona US dolara). Program će se realizovati u dve zadate oblasti – zadatak A obuhvata osnovni dizajn TX vozila i integraciju, dok zadatak B obuhvata razvoj kritičnih tehnologija za ugradnju.

*Sikorski koristi tehnologiju X2 za razvoj lakog taktičkog helikoptera**

Vazduhoplovna korporacija Sikorski (*Sikorsky Aircraft Corporation*) objavila je 20. oktobra 2010. godine da je započela program razvoja lakog taktičkog helikoptera (*Light Tactical Helicopter – LTH*) u kojem će

* Izvor: *Janes's Defence Review*, volume 47, issue 43, 27 october 2010.

primeniti tehnologiju isprobanu na svom demonstratoru X2, koji je služio za razvoj vazduhoplova velike brzine za potrebe vojske.

Govoreći na promociji programa u Obitnom centru Sikorski na Floridi, predsednik korporacije Džefri Pino (*Jeffrey Pino*) rekao je da će se napraviti dve obitne letelice tipa X2 na kojima će se prikazati primena najnovije tehnologije za potrebe vojske SAD. „Razvoj X2 tehnologije u pravcu njene vojne primene je sledeći logični korak“, kaže on, dodajući: „Kad smo demonstrirali X2 tehnologiju naši korisnici su počeli da nam sugerišu gde bi se ona mogla iskoristiti, i ispostavilo se da je to vojska“.



Sikorski će iskoristiti tehnologiju X2 za razvoj platforme S-97 Raider

Nazvan *S-97 Raider*, prototip će demonstrirati upotrebu letelice za specijalne operacije dugog radijusa, kao i za potrebe napada, izviđanja i medicinske evakuacije. Prema rečima Krisa Van Bjutena (*Chris Van Buiten*), direktora Odeljenja Sikorskog za inovacije: „U potpunosti će se primeniti X2 tehnologija. Na bojištu ćemo demonstrirati izvođenje zaokreta pri 3 g opterećenju pri velikoj brzini. Manevar pri takvim brzinama i sa tako malom radijusom zaokreta nikada do sada nije bilo moguće izvesti helikopterom“.

Sikorski je promovisao ovaj vazduhoplov u sva četiri vida vojske SAD, a nadaju se da će i na međunarodnom tržištu naći zainteresovane kupce. Preliminarna analiza dizajna obaviće se u 2011. godinu, a prvi probni let očekuje se za 40 do 50 meseci. Sikorski je u potpunosti finansirao X2, ali S-97 će finansirati zajednički sa svojim industrijskim partnerima.

Na slikama, koje je objavio Sikorski, uočava se da je S-97 po izgledu veoma sličan tehnološkom demonstratoru X2, ali je po dimenzijama nešto veći. Inače, demonstrator X2 je 15. septembra 2010. godine postavio nezvanični svetski rekord za helikoptere, dostižući brzinu od 463 km/h. To je bilo moguće korišćenjem kontrarotirajućeg koaksialnog sklopa glavnog rotora, koji obezbeđuje uzdizanje, i repnog potisnog propelera, koji stvara potisak.

Rusija uspešno testirala raketu topuz^{*}



Sa atomske podmornice „Dmitrij Donski“ u Belom moru, 29. oktobra 2010. godine, uspešno je lansirana najnovija ruska trostepena interkontinentalna balistička raketa *topuz*. Ovo je 14. probno lansiranje *topuza* (*RSM-56*, *SS-NX-30* po zapadnoj klasifikaciji), a prema zvaničnim podacima od 13 testiranja šest je bilo uspešno ili delimično uspešno. Prema pres službi Ministarstva odbrane Ruske Federacije, ta raketa je dostigla cilj na poligonu Kura na Kamčatki.

To je drugi od tri planirana probna lansiranja, koje je izvršeno sa atomske podmornice „Jurij Dolgorukij“, koja će biti opremljena ovakvim raketama.

Bojna glava *topuza* može da nosi do deset nuklearnih sekcija sa individualnim navođenjem, sposobnih da menjaju pravac letenja po visini i kursu, sa dometom do 8.000 kilometara.

Topuz, kojim će biti opremljene mornaričke jedinice ruske vojske, uz sistem *topola-M*, treba da čini buduću okosnicu strateških nuklearnih snaga Rusije do 2040–2045. godine.

Raketa je lansirana dan nakon lansiranja tri interkontinentalne rakete sa kosmodroma Pleseck i iz nuklearnih podmornica u Barentovom i Ohotskom moru. Bile su to *topola* (*RS-12M*, po zapadnoj klasifikaciji *Š-25 sajkl*), *RSM-54 plavetnilo* (po zapadnoj klasifikaciji *skiff*) i *RSM-50* (po zapadnoj klasifikaciji *stingrej*).

^{*} Tanjug/Politika, 29. 10. 2010.

*Indija testirala nuklearni projektil srednjeg dometa **



Kako je saopštilo Ministarstvo odbrane u Nju Delhiju, poboljšana verzija *agni-1* ispaljena je sa jednog ostrva kraj istočne obale Indije i uspešno je pogodila metu u Bengalskom zalivu.

Projektil ima unapređen navigacioni sistem i domet od 700 km; težak je jednu tonu, a može da ponese još jednu tonu tereta.

Regionalni nuklearni rivali Indija i Pakistan redovno testiraju projekte. Predstavnici indijskog ministarstva odbrane rekli su da je Pakistan unapred informisan o poslednjem testiranju i dodali da je to „standardni postupak“.

*Minijaturni šatl vraća se na Zemlju posle tajne misije ***

Minijaturni šatl, koji je američka vojska lansirala iz Kejp Kaneverala u aprilu 2010. godine, završio je strogo poverljivu devetomesečnu misiju, a na Zemlju je sleteo 3. decembra 2010. godine.

Ovaj šatl se smatra minijaturnom varijantom kada se uporedi sa ostalima.

Ono što se zna jeste da ga je Američko vazduhoplovstvo poslalo u svemir da utvrdi kako se nova oprema, senzori i materijali ponašaju u tim uslovima. Namera je bila da se kasnije inkorporiraju u satelite i operativne sisteme nove generacije.

* Beta/Blic, 25. 11. 2010.

** Tanjug/Blic, 1. 12. 2010.



Projekat je pokrenula Američka svemirska agencija još 1990. godine, a ubrzo ga je preuzelo Američko vazduhoplovstvo.

Šatl, nazvan X-37B, visok je samo 8,9 metara, dok je raspon njegovih krila 4,5 metara. Poređenja radi, većina šatlova koji se šalju u iste misije visoki su oko 37 metara, sa rasponom krila koji dostižu čak 78 metara.

X-37B može sam da sleti na pistu po povratku iz svemira, gde se zadržava čak i do devet meseci, a ne dve nedelje kao većina NASA orbitera. Američko vazduhoplovstvo planira da drugu ovakvu letelicu pošalje u svemir već na proleće sledeće godine.

*Indija testirala supersoničnu krstareću raketu **

Indija je 2. decembra 2010. godine testirala svoju supersoničnu krstareću raketu *Brahmos* koju je razvila zajedno sa Rusijom.

Raketa, izrađena tako da može da nosi konvencionalne bojne glave, ispaljena je iz glavnog indijskog centra za testiranje raketa u državi Orisa u istočnoj Indiji.

Raketu *Brahmos*, koja je dobila naziv po početnim slovima indijske reke Brahmaputra i ruske reke Moskva, Indija i Rusija razvile su zajedno pre skoro 13 godina.

Priredili
Milan Babić i Nebojša Gaćeša

* Tanjug/Blic, 2.12.2010.

POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA O NAČINU PRIPREME ČLANKA

Uputstvo autorima o načinu pripreme članka za objavljivanje u *Vojnotehničkom glasniku* urađeno je na osnovu Akta o uređivanju naučnih časopisa, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, evidencioni broj 110-00-17/2009-01, od 09. 07. 2009. godine. Primena ovog Akta prvenstveno služi unapređenju kvaliteta domaćih časopisa i njihovog potpunijeg uključivanja u međunarodni sistem razmene naučnih informacija. Zasnovano je na međunarodnim standardima ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 i ISO 5122, odnosno odgovarajućim domaćim standardima.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK (www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – štampano izdanje, ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) jeste multidisciplinarni naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije, koji objavljuje naučne i stručne članke, kao i tehničke informacije o savremenim sistemima naoružanja i savremenim vojnim tehnologijama. Časopis prati jedinstvenu intervi-dovsku tehničku podršku Vojske na principu logističke systemske podrške, obla-sti osnovnih, primenjenih i razvojnih istraživanja, kao i proizvodnju i upotrebu sredstava naoružanja i vojne opreme, i ostala teorijska i praktična dostignuća koja doprinose usavršavanju pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije.

Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, saglasno odluci iz člana 27. stav 1. tačka 4), a po pribavljenom mišljenju iz člana 25. stav 1. tačka 5) Zakona o naučnoistraživačkoj delatnosti („Službeni glasnik RS”, br. 110/05, 50/06-isp. i 18/10), utvrdilo je kategorizaciju Vojnotehničkog glasnika, za 2010. godinu:

za oblast **tehnološki razvoj**:

- na listi časopisa za elektroniku i telekomunikacije: kategorija naučni časopis (M₅₃),
- na listi časopisa za industrijski softver i informatiku: kategorija naučni časopis (M₅₃),
- na listi časopisa za mašinstvo: kategorija naučni časopis (M₅₃).

Usvojene liste domaćih časopisa za 2010. godinu mogu se videti na:

http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=1120&Itemid=43

Podaci o kategorizaciji mogu se pratiti i na sajtu KOBSON-a (Konzorcijum biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku):

<http://nainfo.nb.rs/kobson.82.html> ili <http://nainfo.nb.rs/kategorizacija>.

Pristup ovoj stranici dopušten je samo ovlašćenim korisnicima Akademske mreže Srbije (AMRES).

Kategorizacija časopisa izvršena je prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, koji je propisao Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj (Službeni glasnik RS, broj 38/2008). Detaljnije informacije mogu se pronaći na sajtu Ministarstva za nauku: http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=621&Itemid=37.

U skladu sa ovim pravilnikom i tabelom o vrsti i kvantifikaciji individualnih naučnoistraživačkih rezultata (u sastavu Pravilnika), objavljeni rad u *Vojnotehničkom glasniku* vrednuje se sa 1 (jednim) bodom.

Časopis se prati u kontekstu Srpskog citatnog indeksa – SCindeks (baza podataka domaćih naučnih časopisa – detalji dostupni na sajtu <http://scindeks.nb.rs>) i podvrgnut je stalnom vrednovanju (monitoringu) u zavisnosti od uticajnosti (impakta) u samoj bazi i, dopunski, u međunarodnim (Thompson-ISI) citatnim indeksima.

Članci se dostavljaju Redakciji elektronskom poštom na adresu vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs, na srpskom, engleskom, ruskom, nemačkom ili francuskom jeziku (arial, srpska latinica, veličina slova 11 pt, prored exactly).

Članak treba da sadrži sažetak sa ključnim rečima, uvod, razradu, zaključak, literaturu i rezime sa ključnim rečima na engleskom jeziku (bez numeracije naslova i podnaslova). Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica formata A4 sa proredom exactly).

Obrazac za pisanje članka u elektronskoj formi može se preuzeti sa adrese <http://www.vtg.mod.gov.rs/OBRAZAC%20ZA%20CLANKE/08%20Obrazac%20za%20pisanje%20clanka.doc>.

Naslov

Naslov treba da odražava temu članka. U interesu je časopisa i autora da se koriste reči prikladne za indeksiranje i pretraživanje. Ako takvih reči nema u naslovu, poželjno je da se pridoda i podnaslov. Naslov treba da bude preveden i na engleski jezik.

Ovi naslovi ispisuju se ispred sažetka na odgovarajućem jeziku.

Tekući naslov

Tekući naslov se ispisuje u zaglavlju svake stranice članka radi lakše identifikacije, posebno kopija članaka u elektronskom obliku. Sadrži prezime i inicijal imena autora (ako autora ima više, preostali se označavaju sa „et al.“ ili „i dr.“), naslove rada i časopisa i kolaciju (godina, volumen, sveska, početna i završna stranica). Naslovi časopisa i članka mogu se dati u skraćenom obliku.

Ime autora

Navodi se puno prezime i ime (svih) autora. Veoma je poželjno da se navedu i srednja slova autora. Prezimena i imena domaćih autora uvek se ispisuju u originalnom obliku (sa srpskim dijakritičkim znakovima), nezavisno od jezika na kojem je napisan rad.

Naziv ustanove autora (afilijacija)

Navodi se pun (zvanični) naziv i sedište ustanove u kojoj je autor zaposlen, a eventualno i naziv ustanove u kojoj je autor obavio istraživanje. U složenim organizacijama navodi se ukupna hijerarhija (na primer, Vojna akademija, Katedra

vojnih elektronskih sistema, Beograd). Bar jedna organizacija u hijerarhiji mora biti pravno lice. Ako autora ima više, a neki potiču iz iste ustanove, mora se, posebnim oznakama ili na drugi način, naznačiti iz koje od navedenih ustanova potiče svaki od navedenih autora. Afilijacija se ispisuje neposredno nakon imena autora. Funkcija i zvanje autora se ne navode.

Kontakt podaci

Adresa ili e-adresa autora daje se u napomeni pri dnu prve stranice članka. Ako autora ima više, daje se samo adresa jednog, obično prvog autora.

Kategorija (tip) članka

Kategorizacija članaka obaveza je uredništva i od posebne je važnosti. Kategoriju članka mogu predlagati recenzenti i članovi uredništva, odnosno urednici rubrika, ali odgovornost za kategorizaciju snosi isključivo glavni urednik.

Članci u časopisima se razvrstavaju u sledeće kategorije:

Naučni članci:

1. originalan naučni rad (rad u kojem se iznose prethodno neobjavljivani rezultati sopstvenih istraživanja naučnim metodom);
2. pregledni rad (rad koji sadrži originalan, detaljan i kritički prikaz istraživačkog problema ili područja u kojem je autor ostvario određeni doprinos, vidljiv na osnovu autocitata);
3. kratko ili prethodno saopštenje (originalni naučni rad punog formata, ali manjeg obima ili preliminarnog karaktera);
4. naučna kritika, odnosno polemika (rasprava na određenu naučnu temu, zasnovana isključivo na naučnoj argumentaciji) i osvrti.

Izuzetno, u nekim oblastima, naučni rad u časopisu može imati oblik monografske studije, kao i kritičkog izdanja naučne građe (istorijsko-arhivske, leksikografske, bibliografske, pregleda podataka i sl.) – dotad nepoznate ili nedovoljno pristupačne za naučna istraživanja.

Radovi klasifikovani kao naučni moraju imati bar dve pozitivne recenzije.

Spisak recenzenata Vojnotehničkog glasnika može se videti na adresi <http://www.vtg.mod.gov.rs/spisak%20rec.html>

Ako se u časopisu objavljuju i prilozi vannaučnog karaktera, naučni članci treba da budu grupisani i jasno izdvojeni u prvom delu sveske.

Stručni članci:

1. stručni rad (prilog u kojem se nude iskustva korisna za unapređenje profesionalne prakse, ali koja nisu nužno zasnovana na naučnom metodu);
2. informativni prilog (uvodnik, komentar i sl.);
3. prikaz (knjige, računarskog programa, slučaja, naučnog događaja, i sl.).

Jezik rada

Jezik rada može biti srpski, engleski ili drugi jezik koji se koristi u međunarodnoj komunikaciji u određenoj naučnoj oblasti (ruski, nemački ili francuski).

Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, bez skraćenica (osim standardnih). Sve fizičke veličine moraju biti izražene u Međunarodnom sistemu mernih jedinica – SI. Redosled obrazaca (formula) označava se rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama.

Sažetak (apstrakt) i rezime

Sažetak (apstrakt) jeste kratak informativan prikaz sadržaja članka koji čitaocu omogućava da brzo i tačno oceni njegovu relevantnost. U interesu je uredništava i autora da sažetak sadrži termine koji se često koriste za indeksiranje i pretragu članaka. Sastavni delovi sažetka su cilj istraživanja, metodi, rezultati i zaključak. Sažetak treba da ima od 100 do 250 reči i treba da se nalazi između zaglavlja (naslov, imena autora i dr.) i ključnih reči, nakon kojih sledi tekst članka. Ako je rad napisan na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom) jeziku poželjno je da se, pored sažetka na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom), daje i sažetak u proširenom obliku na engleskom jeziku – kao tzv. rezime (summary). Ovakav rezime treba da bude na kraju članka, nakon odeljka Literatura. Važno je da rezime bude u strukturiranom obliku, a njegova dužina može biti do 1/10 dužine članka (opširniji je od sažetka sa početka članka). Početak ovog rezimea može biti prevedeni sažetak (sa početka članka), a zatim treba da slede prevedeni glavni naslovi, podnaslovi i osnove zaključka članka (literatura se ne prevodi). Potrebno je da se u strukturiranom rezimeu prevede i deo teksta ispod naslova i podnaslova, vodeći računa da on bude proporcionalan njihovoj veličini, a da odražava suštinu. Nakon rezimea na engleskom jeziku (proširenog sažetka) dodaje se njegov prevod na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom), da bi redakcija izvršila proveru i lekturu.

Ključne reči

Ključne reči su termini ili fraze koje adekvatno predstavljaju sadržaj članka za potrebe indeksiranja i pretraživanja. Treba ih dodeljivati oslanjajući se na neki međunarodni izvor (popis, rečnik ili tezaurus) koji je najšire prihvaćen ili unutar date naučne oblasti. Za npr. nauku uopšte, to je lista ključnih reči Web of Science. Broj ključnih reči ne može biti veći od 10, a u interesu je uredništva i autora da učestalost njihove upotrebe bude što veća. Ključne reči daju se na jeziku na kojem je napisan članak (sažetak) i na engleskom jeziku. U članku se pišu neposredno nakon sažetka, odnosno nakon rezimea.

Datum prihvatanja članka

Datum kada je uredništvo primilo članak, datum kada je uredništvo konačno prihvatilo članak za objavljivanje, kao i datumi kada su u međuvremenu dostavljene eventualne ispravke rukopisa navode se hronološkim redosledom, na stalnom mestu, po pravilu na kraju članka.

Zahvalnica

Naziv i broj projekta, odnosno naziv programa u okviru kojeg je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat ili program, navodi se u posebnoj napomeni na stalnom mestu, po pravilu pri dnu prve strane članka.

Prethodne verzije rada

Ako je članak u prethodnoj verziji bio izložen na skupu u vidu usmenog saopštenja (pod istim ili sličnim naslovom), podatak o tome treba da bude naveden u posebnoj napomeni, po pravilu pri dnu prve strane članka. Rad koji je već objavljen u nekom časopisu ne može se objaviti u *Vojnotehničkom glasniku* (preštampati), ni pod sličnim naslovom i izmenjenom obliku.

Tabelarni i grafički prikazi

Poželjno je da naslovi svih prikaza, a po mogućstvu i tekstualni sadržaj, budu dati dvojezično, na jeziku rada i na engleskom jeziku.

Tabele se pišu na isti način kao i tekst, a označavaju se rednim brojevima sa gornje strane. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Crteže treba raditi u programu word ili corel. Fotografije i crteže treba postaviti na željeno mesto u tekstu.

Navođenje (citiranje) u tekstu

Način pozivanja na izvore u okviru članka mora biti jednoobrazan. U samom tekstu, u uglastim zagradama, obavezno napisati redni broj iz odeljka Literatura sa kraja članka, na mestu na kojem se vrši pozivanje, odnosno citiranje.

Napomene (fusnote)

Napomene se daju pri dnu strane na kojoj se nalazi tekst na koji se odnose. Mogu sadržati manje važne detalje, dopunska objašnjenja, naznake o korišćenim izvorima (na primer, naučnoj građi, priručnicima), ali ne mogu biti zamena za citiranu literaturu.

Lista referenci (literatura)

Citirana literatura obuhvata, po pravilu, bibliografske izvore (članke, monografije i sl.) i daje se isključivo u zasebnom odeljku članka, u vidu liste referenci. Reference se nabrajaju redosledom kojim se navode u tekstu. Reference se ne prevode na jezik rada i navode se u uglastim zagradama. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdanja, kao i broj stranice. Naslovi citiranih domaćih časopisa daju se u originalnom, punom ili skraćenom, ali nikako u prevedenom obliku. Pri navođenju internet sajta kao literature navodi se i datum korišćenja. Obavezno je pozivanje na literaturu u samom tekstu članka (takođe se navodi brojevima u uglastim zagradama). Brojevi treba da odgovaraju spisku literature koji je dat u zasebnom odeljku, pri kraju članka.

Veoma je preporučljiva upotreba punih formata referenci koje podržavaju vodeće međunarodne baze namenjene vrednovanju, kao i Srpski citatni indeks, a propisani su uputstvima:

1. APA – Publication Manual of the American Psychological Association,
2. CBE – Council of Biology Editors Manual, Scientific Style and Format,

3. Chicago – The Chicago Manual of Style,
4. Harvard – Harvard Style Manual,
5. Harvard-BS – Harvard Style Manual – British Standard,
6. MLA – Modern Language Association Handbook for Writers of Research Papers i

7. NLM – The National Library of Medicine Style Guide for Authors, Editors, and Publishers.

Takođe, prihvaćeni su i formati dati u uputstvima:

1. American Chemical Society (ACS) Style Guide i
2. American Institute of Physics (AIP) Style Manual.

Nestandardno, nepotpuno ili nedosledno navođenje literature u sistemima vrednovanja časopisa smatra se dovoljnim razlogom za osporavanje naučnog statusa časopisa.

Pored članka dostavlja se propratno pismo u kojem treba istaći o kojoj vrsti članka se radi, koji su grafički prilozi (fotografije i crteži) originalni, a koji pozajmljeni.

U propratnom pismu navode se i podaci autora: ime, srednje slovo, prezime, čin, zvanje, e-mail, adresa poslodavca (VP), kućna adresa, telefon na radnom mestu i kućni (mobilni) telefon, račun i naziv banke, SO mesta stanovanja i JMB građana.

Ako je više autora članka, u propratnom pismu se navodi pojedinačni procentualni udeo radi obračuna honorara.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije honoriraju se prema važećim propisima.

Adresa redakcije: Vojnotehnički glasnik, 11000 Beograd, Braće Jugovića 19.

E-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.

Odgovorni urednik
 Nebojša Gaćeša
 nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
 tel.: 011/3349-497

CALL FOR PAPERS AND ARTICLE FORMATTING INSTRUCTIONS

The instructions to authors about the article preparation for publication in the *Military Technical Courier* are based on the Act on scientific journal editing of the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, No 110-00-17/2009-01 of 9th July 2009. This Act aims at improving the quality of national journals and raising the level of their compliance with the international system of scientific information exchange. It is based on international standards ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 and ISO 5122 and their national equivalents.

THE MILITARY TECHNICAL COURIER (www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – print issue, ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) is a multidisciplinary scientific journal of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia. It publishes scientific and professional papers as well as technical data about contemporary weapon systems and modern military technologies. Offering a logistic system support, the *Courier* is a part of a unique technical support to the Army services in the field of fundamental, applied and development research. It also deals with production and use of weapons and military equipment as well as with theoretical and practical achievements leading to professional development of the personnel of the Ministry of Defence and the Army of the Republic of Serbia.

Pursuant to the decision given in Article 27, paragraph 1, point 4, and in accordance with the acquired opinion given in Article 25, paragraph 1, point 5 of the Act on Scientific and Research Activities (*Official Gazette of the Republic of Serbia*, No 110/05, 50/06-cor and 18/10), the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia classified the *Military Technological Courier* for the year 2010

in the field **technological development**

- on the list of periodicals for electronics and telecommunications, category scientific periodical (M₅₃),
- on the list of periodicals for industrial software and IT, category scientific periodical (M₅₃),
- on the list of periodicals for mechanical engineering, category scientific periodical (M₅₃).

The approved lists of national periodicals for the year 2010 can be viewed at:

http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=120&Itemid=43,

The information on the categorization can be also found on the website of KOBSON (Consortium of Libraries of Serbia for Unified Acquisition), <http://nainfo.nb.rs/kobson.82.html> or . The access to this web page is possible only from computers linked to the Internet via the Academic computer network.

The periodical is categorized in compliance with the Regulations on the procedure and method of evaluation and quantitative formulation of scientific and research results of researchers, stipulated by the National Council for Scientific and Technological

Development (*Official Gazette of RS*, No 38/2008). More detailed information can be found on the website of the Ministry of Science: http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=621&Itemid=37. In accordance with the Regulations and the table about types and quantification of individual scientific and research results (as a part of the Regulations), a paper published in the *Military Technical Courier* scores 1(one) point.

The journal is in the Serbian Citation Index – SC index (data base of national scientific journals – details available at <http://scindeks.nb.rs>) and is constantly monitored depending on the impact within the base itself and on the international (Thompson-ISI) citation indexes.

Articles are submitted electronically to the Editorial Office at the e-address in Serbian, English, Russian, German or French, using Arial, a font size of 11pt and Exactly spacing.

The article should contain the abstract with keywords, introduction, body, conclusion, references and the summary in English language (without heading and subheading enumeration). The article length should not exceed 16 pages of A4 paper format.

The article should be formatted following the instructions in the Article Form which can be downloaded from:

<http://www.vtg.mod.gov.rs/OBRAZAC%20ZA%20CLANKE/ARTICLE%20FORM.doc>

Title

The title should be informative. It is in both Journal's and author's best interest to use terms suitable for indexing and word search. If there are no such terms in the title, the author is strongly advised to add a subtitle. The title should be given in English as well.

The titles precede the abstract and the summary in an appropriate language.

Letterhead title

The letterhead title is given at a top of each page for easier identification of article copies in an electronic form in particular. It contains the author's surname and first name initial (for multiple authors add "et al"), article title, journal title and collation (year, volume, issue, first and last page). The journal and article titles can be given in a shortened form.

Author's name

Full name(s) of author(s) should be used. It is advisable to give the middle initial. Names are given in their original form (with diacritic signs if in Serbian).

Author's affiliation

The full official name and seat of the author's affiliation is given, possibly with the name of the institution where the research was carried out. For organizations with complex structures, give the whole hierarchy (for example, Military

Academy, Department for Military Electronic Systems, Belgrade). At least one organization in the hierarchy must be a legal entity. When some of multiple authors have the same affiliation, it must be clearly stated, by special signs or in other way, which department exactly they are affiliated with. The affiliation follows the author's name. The function and title are not given.

Contact details

The postal address or the e-mail address of the author (usually of the first one if there are more authors) is given in the footnote at the bottom of the first page.

Type of articles

Classification of articles is a duty of the editorial staff and is of special importance. Referees and the members of the editorial staff, or section editors, can propose a category, but the editor-in-chief has the sole responsibility for their classification.

Journal articles are classified as follows:

Scientific articles:

1. Original scientific paper (giving the previously unpublished results of the author's own research based on scientific methods);
2. Survey paper (giving an original, detailed and critical view of a research problem or an area to which the author has made a contribution visible through his self-citation);
3. Short or preliminary communication (original scientific paper of full format but of a smaller extent or of a preliminary character);
4. Scientific critique or forum (discussion on a particular scientific topic, based exclusively on scientific argumentation) and commentaries.

Exceptionally, in particular areas, a scientific paper in the Journal can be in a form of a monograph or a critical edition of scientific data (historical, archival, lexicographic, bibliographic, data survey, etc.) which were unknown or hardly accessible for scientific research.

Papers classified as scientific must have at least two positive reviews.

The list of referees of the Military Technical Courier can be viewed at:
<http://www.vtg.mod.gov.rs/01-list%20of%20referes.htm>

If the journal contains non-scientific contributions as well, the section with scientific papers should be clearly denoted in the first part of the Journal.

Professional articles:

1. Professional paper (contribution offering experience useful for improvement of professional practice but not necessarily based on scientific methods);
2. Informative contribution (editorial, commentary, etc.);
3. Review (of a book, software, case study, scientific event, etc.)

Language

The article can be in Serbian, English or other language used in international communication in a particular scientific field (Russian, German or French).

The grammar and style of the article should be of good quality. The systematized text should be without abbreviations (except standard ones). All measurements must be in SI units. The sequence of formulae is denoted in Arabic numerals in parentheses on the right-hand side.

Abstract and summary

An abstract is a concise informative presentation of the article content for fast and accurate evaluation of its relevance. It is both in the Editorial Office's and the author's best interest for an abstract to contain terms often used for indexing and article search. The abstract describes the purpose of the study and the methods, outlines the findings and state the conclusions. A 100- to 250-word abstract should be placed between the title and the keywords with the body text to follow. Besides an abstract in Serbian (Russian, German or French), articles in Serbian (Russian, German or French) are advised to have a summary in English, at the end of the article, after the Reference list. The summary should be structured and long up to 1/10 of the article length (it is more extensive than the abstract). It can start with the translated Serbian (Russian, German or French) abstract from the beginning of the article with translated main headings, subheadings and major conclusions to follow (Reference list is not translated). The structured summary should also contain the proportional informative parts of the text below the headings and subheadings. The summary in English is followed by its Serbian (Russian, German or French) version for the Editorial Office to perform checking and proofreading.

Keywords

Keywords are terms or phrases showing adequately the article content for indexing and search purposes. They should be allocated heaving in mind widely accepted international sources (index, dictionary or thesaurus), such as the Web of Science keyword list for science in general. The higher their usage frequency is, the better. Up to 10 keywords immediately follow the abstract and the summary, in respective languages.

Article acceptance date

The date of the reception of the article, the dates of submitted corrections in the manuscript (optional) and the date when the Editorial Board accepted the article for publication are all given in a chronological order at the end of the article.

Acknowledgements

The name and the number of the project or programme within which the article was realised is given in a separate note at the bottom of the first page together with the name of the institution which financially supported the project or programme.

Article preliminary version

If an article preliminary version has appeared previously at a meeting in a form of an oral presentation (under the same or similar title), this should be sta-

ted in a separate note at the bottom of the first page. An article published previously cannot be published in the *Military Technical Courier* even under a similar title or in a changed form.

Tables and illustrations

All the captions should be in the original language as well as in English, together with the texts in illustrations if possible. Tables are typed in the same style as the text and are denoted by Arabic numerals at the top. Photographs and drawings, placed appropriately in the text, should be clear, precise and suitable for reproduction. Drawings should be created in Word or Corel.

Citation in the text

Citation in the text must be uniform. When citing references in the text, use the reference number set in square brackets from the Reference list at the end of the article.

Footnotes

Footnotes are given at the bottom of the page with the text they refer to. They can contain less relevant details, additional explanations or used sources (e.g. scientific material, manuals). They cannot replace the cited literature.

Reference list (Literature)

The cited literature encompasses bibliographic sources such as articles and monographs and is given in a separate section in a form of a reference list. References, quoted in square brackets, are not translated to the language of the article. A bibliographic entry for a book contains the author's surname and first name initial, book title, publisher, place and year of publication. A bibliographic entry for an article contains the author's surname and first name, article title, journal title, issue number, year of publication and page numbers. Titles of cited national journals are given in their full or shortened original form, but never translated. Web references are given with the retrieval date. Citations in the body of the text are necessary. Numbers in square brackets must correspond to the numbers in the Reference list at the end of the article. It is highly advisable to use full format references supported by leading international evaluation bases as well as the Serbian Citation Index. Here are the recommended style guides:

1. APA – Publication Manual of the American Psychological Association,
2. CBE – Council of Biology Editors Manual, Scientific Style and Format,
3. Chicago – The Chicago Manual of Style,
4. Harvard – Harvard Style Manual,
5. Harvard-BS – Harvard Style Manual – British Standard,
6. MLA – Modern Language Association Handbook for Writers of Research Papers and
7. NLM – The National Library of Medicine Style Guide for Authors, Editors, and Publishers.

The formatting given in the following instructions is also acceptable:

1. American Chemical Society (ACS) Style Guide and
2. American Institute of Physics (AIP) Style Manual.

In journal evaluation systems, non-standard, insufficient or inconsequent citation is considered to be a sufficient cause for denying the scientific status to a journal.

The article should be accompanied with a cover letter with the information about the author(s): surname, middle initial, first name, citizen personal number, rank, title, e-mail address, affiliation address, home address including municipality, phone number in the office and at home (or a mobile phone number), bank account and the name of the bank.

If there are more authors, their share in the article should be given in percents for honorarium calculation purposes.

The cover letter should state the type of the article and tell which illustrations are original and which are not.

All articles are peer reviewed. All authors and reviewers are paid an honorarium on publication of the article.

Address of the Editorial Office:
Vojnotehnički glasnik, 11000 Beograd,
Braće Jugovića 19.
E-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.
Managing Editor
Nebojša Gaćeša
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: +381 11 3349 497, +381 64 80 80 118

SPISAK RECENZENATA VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Pukovnik prof. dr Marko D. Andrejić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik Katedre logistike	Logistika odbrane	markoandrejic@hotmail.com
Pukovnik doc. dr Miloš Ž. Arsić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik odeljenja logistike	Menadžment saobraćajnom podrškom	arsa.misa@yahoo.com
Doc. dr Vojislav J. Batinić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, docent na Katedri prirodno-matematičkih i tehničkih nauka	Opšte mašinske konstrukcije	beregvojo@yahoo.com
Doc. dr Radivoje M. Biljić	Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, docent na Katedri za telekomunikacije	Telekomunikacije, Napadno navigacijski sistemi vazduhoplova, Mikrotalasna tehnika, Elektromagnetika, Satelitski sistemi	biljic@etf.rs
Prof. dr Branislav A. Borovac	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment, redovni profesor na Katedri za mehatroniku, robotiku i automatizaciju	Robotika	borovac@uns.ac.rs
Vanr. prof. dr Uglješa S. Bugarić	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, vanredni profesor na Katedri za industrijsko inženjerstvo	Operaciona istraživanja, Terotehnologija – održavanje, Transportni i skladišni sistemi	ubugaric@mas.bg.ac.rs
Prof. dr Ilija Čosić	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, dekan fakulteta	Industrijsko inženjerstvo i inženjerski menadžment	ftndean@uns.ac.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Pukovnik doc. dr Goran D. Dikić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik Katedre vojnih elektronskih sistema	Sistemi automatskog upravljanja, Praćenje ciljeva, Sistemi vođenja i upravljanja raketa	grandi@beotel.net
Pukovnik doc. dr Nenad P. Dimitrijević	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, rukovodilac poslediplomskih studija	Bezbednost u saobraćaju, Zaštita resursa u saobraćaju i transportu	neshadim@nadlanu.com
Pukovnik doc. dr Radenko S. Dimitrijević	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik katedre vojnohemijskog inženjerstva	Municija, Eksplozivne materije	radenkod@beotelnet.rs
Pukovnik vanr. prof. dr Boban D. Đorović	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, prodekan	Procesi i metode u saobraćaju i transportu, Transportne mreže, Organizacija transporta	lukema@ptt.rs
Vanr. prof. dr Vlado P. Đurković	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra prirodno-matematičkih i tehničkih nauka, rukovodilac grupe nastavnika zajedničkih predmeta mašinstva	Primenjena mehanika krutog i deformabilnog tela	svskom@scnet.rs
Doc. dr Predrag M. Elek	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, docent na Katedri za sisteme naoružanja	Balistika na cilju, Konstrukcija projektila, Fizika eksplozije	pelek@mas.bg.ac.rs
Doc. dr Miljko M. Erić	Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, docent na Katedri za telekomunikacije	Telekomunikacije, Digitalna obrada signala, Elektronsko izviđanje, radio-goniometrija, antenski nizovi, mikrofonski nizovi, array processing	meric@open.telekom.rs miljko.eric@etf.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Dr Miloš R. Filipović	Naučni savetnik u penziji	Energetski materijali (eksplozivi, pirotehnika, baruti i raketna goriva, sagorevanje, detonacija, eksplozija)	milosf321@gmail.com
Doc. dr Zoran Lj. Filipović	Institut Goša, naučni saradnik	Elektronika i telekomunikacije (avionika, metrologija, telekomunikacije)	filipovicz@open.telekom.rs
Doc. dr Vasko G. Fotev	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, docent na Katedri za vazduhoplovstvo	Pogon letelica (avionski i raketni motori)	vfotev@mas.bg.ac.rs
Prof. dr Katarina D. Gerić	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za proizvodno mašinstvo, redovni profesor na Katedri za materijale i spajanje materijala	Nauka o materijalima, Inženjerstvo materijala, Ispitivanje materijala	gerick@uns.ac.rs
Major doc. dr Ljubomir J. Gigović	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra prirodno-matematičkih i tehničkih nauka, rukovodilac grupe nastavnika za vojnu geografiju i topografiju	Geo-nauke, Geodetsko inženjerstvo	ljgigovic@yahoo.com
Vanr. prof. dr Miro J. Govedarica	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za računarstvo i automatiku, vanredni profesor na Katedri za sisteme, signale i upravljanje	Geoinformatika	miro@uns.ac.rs
Prof. dr Janko J. Hodolić	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, prodekan fakulteta	Metrologija, Kvalitet, Pribori i ekološko-inženjerski aspekti	hodolic@uns.ac.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Pukovnik doc. dr Slobodan S. Ilić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema, šef odseka naoružanja	Sistemi održavanja, Naoružanje	simill@ptt.rs
Pukovnik vanr. prof. Branislav V. Jakić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Vojna kontrola kvaliteta, direktor	Logistika, Kvalitet, Standardizacija, Metrologija, Nomenklatura, Kodifikacija, Tehnološki menadžment	bjakic@yahoo.com
Prof. dr Slobodan S. Jaramaz	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, šef Katedre za sisteme naoružanja	Unutrašnja balistika, Konstrukcija projektila, Fizika eksplozije, Balistika na cilju, Sagorevanje baruta	sjaramaz@mas.bg.ac.rs
Prof. dr Radun B. Jeremić	Pukovnik u penziji	Municija, Eksplozivne materije	radun@mail.com
Brigadni general doc. dr Danko M. Jovanović	Generalštab Vojske Srbije, Uprava za logistiku (J-4), načelnik uprave	Upravljanje proizvodnjom, Logistika, Održavanje tehničkih sistema, Kvalitet, Rizici, Standardizacija	danko.jovanovic@mod.gov.rs
Major doc. dr Radovan M. Karkalić	Generalštab, Uprava za planiranje i razvoj (J-5), Tehnički opitni centar, Pomoćnik direktora za NIR	Hemijska tehnologija (nuklearno-hemijsko-biološka zaštita, detekcija, identifikacija i dekontaminacija)	rkarkalic@yahoo.com
Prof. dr Vladimir A. Katić	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, prodekan fakulteta	Energetska elektronika, Električne mašine, Elektromotorni pogoni, Kvalitet električne energije, Obnovljivi izvori električne energije	katav@uns.ac.rs
Prof. dr Srđan R. Kolaković	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, prodekan	Građevinarstvo – hidrotehnika	kolak@uns.ac.rs
Pukovnik dr Zbyšek Korecki	Univerzitet odbrane Republike Češke, Fakultet za ekonomiku i menadžment, načelnik Katedre logistike	Logistika odbrane, Multinacionalna logistika	zbysek.korecki@unob.cz
Docent dr Mirko S. Kozić, viši naučni saradnik	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut	Mehanika fluida, Numerička dinamika fluida, Aerodinamička opterećenja	mkozic@open.telekom.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Pukovnik doc. dr Nikola L. Lekić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih elektronskih sistema, šef odseka za raketne sisteme i sisteme upravljanja vatrom	Radarski ciljevi, Radarske antene, Merenje radarskih ciljeva i antena, Radarska tehnika i sistemi	lekicn@ptt.rs
Prof. dr Rado M. Maksimović	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment, šef Katedre za proizvodne sisteme, organizaciju i menadžment	Proizvodni sistemi, Organizacija preduzeća, Razvojni procesi u preduzeću	rado@uns.ac.rs
Naučni savetnik dr Stevan M. Maksimović	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut, načelnik odeljenja čvrstoće	Čvrstoća konstrukcija, Mehanika loma, Zamor, Numeričke metode	s.maksimovic@open.telekom.rs
Vanr. prof. dr Dejan M. Micković	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, vanredni profesor na Katedri za sisteme naoružanja	Konstrukcija klasičnog naoružanja, Automatska oružja, Unutrašnja balistika	dmickovic@mas.bg.ac.rs
Prof. dr Momčilo P. Milinović	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, redovni profesor na Katedri vojnog mašinstva	Raketni sistemi, Lanseri, Sistemi upravljanja vatrom	mmilinovic@mas.bg.ac.rs
Prof. dr Zoran Đ. Miljković	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, redovni profesor na Katedri za proizvodno mašinstvo	Tehnologija mašinske obrade, Robotika, Veštačka inteligencija, Autonomni sistemi i mašinsko učenje, Veštačke neuronske mreže, Inteligentni tehnološki sistemi, Metode dlučivanja	zmiljkovic@mas.bg.ac.rs
Major doc. dr Slavko R. Muždeka	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema, šef odseka za borbena vozila	Motorna vozila, Bobena vozila	mslavko@beotel.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Prof. dr Mladen D. Pantić	Pukovnik u penziji	Borbena vozila	emily983@sbb.rs
Pukovnik Zoran S. Patić	Generalštab Vojske Srbije, Uprava za logistiku (J-4), načelnik 3. odeljenja	Logistika, Održavanje, Snabdevanje, Projektovanje organizacije logističkih sistema	zpatic@yahoo.co.uk
Major dr Sreten R. Perić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema	Tehnologija održavanja motornih vozila	sretenperic@yahoo.com
Prof. dr Miroslav V. Popović	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, redovni profesor na Katedri za računarsku tehniku	Računarska tehnika i komunikacije (inženjering sistema zasnovanih na računarima)	miroslav.popovic@rt-rk.com
Pukovnik doc. dr Jugoslav R. Radulović	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, direktor TRZ Kragujevac	Municija, Menadžment, Kvalitet	yugoslav@ptt.rs
Naučni savetnik pukovnik vanr. prof. dr Dušan S. Rajić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut, zamenik direktora	Protivhemijaska zaštita, Oružje za masovno uništavanje (NHB borbena sredstva), Teorija rešavanja inovativnih zadataka	rajic.dusan1@gmail.com
Pukovnik doc. dr Zoran M. Rajić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, direktor Vojnotehničkog instituta	Aerodinamika	rajic_zoran@yahoo.com
Pukovnik doc. dr Miodrag D. Regodić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik Katedre prirodno-matematičkih i tehničkih nauka	Geo-nauke, Geodetsko inženjerstvo	mregodic62@gmail.com
Dr Milorad D. Savković	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut	Raketni motori, Raketna i bestrzajna sredstva za PO borbu	savkovic.milorad@gmail.com

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Vanr. prof. dr Dragoljub J. Sekulović	Pukovnik u penziji	Geo-nauke, Geodetsko inženjerstvo	sekulovicdr@yahoo.co.uk
Doc. dr Tomislav B. Šekara	Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, docent na Katedri za signale i sisteme	Upravljanje procesima sa koncentrisanim i raspoređenim parametrima, Optimalni industrijski regulatori, Frakcioni zakoni upravljanja sa primenom u industriji, Karakterizacija procesa, Adekvatna diskretizacija i obrada signala, Senzori i aktuatori, Kompensacija i ušteda električne energije u distributivnim elektroenergetskim sistemima	tomi@etf.rs
Prof. dr Dragan D. Šešlija	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment, redovni profesor na Katedri za mehatroniku, robotiku i automatizaciju	Mehatronika, Robotika, Automatizacija	seslija@uns.ac.rs
Potpukovnik doc. dr Goran P. Šimić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, docent na Katedri vojnoelektronskih sistema	Informatika i računarstvo	gshimic@gmail.com
Prof. dr Vladimir S. Škiljaica	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za saobraćaj, redovni profesor na Katedri za tehnologije transportnih sistema	Tehnologija vodnog saobraćaja, Brodovi, Bezbednost plovidbe	vlaski@uns.ac.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Prof. dr Ljubiša K. Tančić	Pukovnik u penziji	Unutrašnja balistika, Naoružanje	ljtancic@gmail.com
Pukovnik vanr. prof. dr Branko M. Tešanović	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra logistike, načelnik odseka za opštu logistiku	Opšta logistika	brate@verat.net
Major doc. dr Ivan A. Tot	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, rukovodilac grupe za informacione sisteme na Katedri Telekomunikacija i informatike sistema	Baze podataka, Informacioni sistemi, Zaštita informacionih sistema	ivanceid@yahoo.com
Naučni savetnik prof. dr Dragoljub A. Vujić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut	Primenjena mehanika, Dijagnostika, Sofisticirani sistemi održavanja tehničkih sistema	vujicd@eunet.rs
Brigadni general doc. dr Mladen M. Vuruna	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, načelnik Vojne akademije	Vojno-hemijsko inženjerstvo (pogonska sredstva, toksikološka sredstva, zaštita od NHB oružja, zaštita životne sredine)	mladenvuruna@yahoo.com
Pukovnik vanr. prof. dr Bojan M. Zrnić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, načelnik uprave	Senzorski sistemi, Strategijsko planiranje	bojan.zrnic@vs.rs

**LIST OF REFEREES
OF THE MILITARY TECHNICAL COURIER**

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Professor Colonel Marko D. Andrejić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Head of Logistics Department	Military logistics	markodandrejic@hotmail.com
Assistant Professor Colonel Miloš Ž. Arsić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Head of Logistics Unit	Transportation support management	arsa.misa@yahoo.com
Assistant Professor Vojislav J. Batinić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Assistant Professor at Department of Natural Sciences, Mathematics and Technology	General mechanical engineering constructions	beregvojo@yahoo.com
Assistant Professor Radivoje M. Biljić, PhD	Belgrade University, Faculty of Electrical Engineering, Assistant Professor at Department of Telecommunications	Telecommunications, navigation/attack systems, electromagnetics, satellite systems	biljic@etf.rs
Professor Branislav A. Borovac, PhD	University in Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Industrial Engineering and Management, Full Professor at Chair for Mechatronics, Robotics and Automation	Robotics	borovac@uns.ac.rs
Associate Professor Uglješa S. Bugarić, PhD	Belgrade University, Faculty of Mechanical Engineering, Associate Professor at Department for Industrial Engineering	Operational research, terotechnology – transportation and storage systems	ubugaric@mas.bg.ac.rs

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Professor Ilija Čosić, PhD	University in Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Dean of the Faculty	Industrial Engineering and engineering management	ftndean@uns.ac.rs
Assistant Professor Colonel Goran D. Dikić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Head of Department of Military Electronic Systems	Automatic control systems, target tracking, missile guidance and control systems	grandi@beotel.net
Assistant Professor Colonel Nenad P. Dimitrijević, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Director of Postgraduate Studies	Traffic safety, protection of resources in traffic and transportation	neshadim@nadlanu.com
Assistant Professor Colonel Radenko S. Dimitrijević, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Head of Department of Military Chemical Engineering	Ammunition, ordnance	radenkod@beotelnet.rs
Associate Professor Colonel Boban D. Đorović, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Vice Dean	Processes and methods in traffic and transportation, transportation networks, transport organization	lukema@ptt.rs
Associate Professor Vlado P. Đurković, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Department of Natural Sciences, Mathematics and Technology, Head of Faculty Staff Teaching General Subjects in Mechanical Engineering	Applied mechanics of rigid and deformable body	svskom@scnet.rs
Assistant Professor Predrag M. Elek, PhD	Belgrade University, Faculty of Mechanical Engineering, Assistant Professor at Department of Weapon Systems	Terminal ballistic, Projectile construction, Physics of explosion	pelek@mas.bg.ac.rs

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Assistant Professor Miljko M. Erić, PhD	Belgrade University, Faculty of Electrical Engineering, Assistant Professor at Department of Telecommunications	Telecommunications, digital signal processing, electronic reconnaissance, radio direction finding, antenna arrays, microphone arrays, array processing	meric@open.telekom.rs miljko.eric@etf.rs
Scientific Advisor Miloš R. Filipović, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Military Technical Institute, Head of Sector for Materials and Protection	Ordnance (explosives, pyrotechnics, gunpowders and rocket propellants, combustion, detonation, explosion)	milosf321@gmail.com
Assistant Professor Zoran Lj. Filipović, PhD	Goša Institute Research Fellow	Electronics and telecommunications (avionics, metrology, telecommunications)	filipovicz@open.telecom.rs
Assistant Professor Vasko G. Fotev, PhD	Belgrade University, Faculty of Mechanical Engineering, Assistant Professor at Department of Aviation	Aircraft propulsion (aircraft and rocket engines)	vfotev@mas.bg.ac.rs
Professor Katarina D. Gerić, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Production Engineering, Full Professor at Chair of Materials and Technology of Connection	Materials science, materials engineering, materials testing	gerick@uns.ac.rs
Assistant Professor Major Ljubomir J. Gigović, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Department of Natural Sciences, Mathematics and Technology, Head of Faculty Staff Teaching Military Geography and Topography	Geosciences, geodetic engineering	ljgigovic@yahoo.com

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Associate Professor Miro J. Govedarica, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Computing and Automatics, Associate Professor at Chair of Systems, Signals and Control	Geoinformatics	miro@uns.ac.rs
Professor Janko J. Hodolić, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Vice Dean	Metrology, quality, tools and ecological-engineering aspects	hodolic@uns.ac.rs
Assistant Professor Colonel Slobodan S. Ilić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Department of Military Mechanical Engineering, Head of Armament Section	Maintenance systems, armament	simill@ptt.rs
Associate Professor Colonel Branislav V. Jakić, PhD	Ministry of Defence, Material Resources Sector, Military Quality Control, Director	Logistics, quality, standardisation, metrology, nomenclature, codification, technology management	bjakic@yahoo.com
Professor Slobodan S. Jaramaz, PhD	Belgrade University, Faculty of Mechanical Engineering, Head of Department of Weapon Systems	Internal ballistics, projectile construction, physics of explosion, terminal ballistics, gunpowder combustion	sjaramaz@mas.bg.ac.rs
Professor Radun B. Jeremić, PhD	Retired Colonel	Ammunition, ordnance	radun@mail.com
Assistant Professor Brigadier General Danko M. Jovanović, PhD	General Staff of the Armed Forces of Serbia, Director of Logistics Directorate (J-4)	Production management, logistics, maintenance of technical systems, quality, risks, standardisation	danko.jovanovic@mod.gov.rs
Assistant Professor Major Radovan M. Karkalić, PhD	General Staff of the Armed Forces of Serbia, Planning and Development Directorate (J-5), Technical Test Centre, Assistant Director for R&D	Chemical technology (nuclear-biological-chemical protection, detection, identification and decontamination)	rkarkalic@yahoo.com

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Professor Vladimir A. Katić, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Vice Dean	Power electronics, electric machines, electric power systems and stations, electric power quality, renewable sources of electric power	katav@uns.ac.rs
Professor Srđan R. Kolaković, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Vice Dean	Civil engineering, hydrotechnology	kolak@uns.ac.rs
Colonel Zbyšek Korecki, PhD	University of Defence of the Czech Republic, Faculty of Economics and Management, Head of Department of Logistics	Logistics of defence, multinational logistics	zbysek.korecki@unob.cz
Assistant Professor Mirko S. Kozić, PhD, senior scientific associate	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Military Technical Institute	Mechanics of fluids, computational fluid dynamics, aerodynamic load	mkozic@open.telekom.rs
Assistant Professor Colonel Nikola L. Lekić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Department of Military Electronic Systems, Head of Section for Rocket Systems and Fire Control Systems	Radar targets, radar antennas, measurement of radar targets and antennas, radar technique and systems	lekicn@ptt.rs
Professor Rado M. Maksimović, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Industrial Engineering and Management, Head of Chair of Production Systems, Organization and Management	Production systems, organization of industrial systems, development processes in industrial systems	rado@uns.ac.rs

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Scientific Advisor Stevan M. Maksimović, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Military Technical Institute, Head of Laboratory for Strength	Structural strength, fracture mechanics, fatigue, numerical methods	s.maksimovic@open.telekom.rs
Associate Professor Dejan M. Micković, PhD	Belgrade University, Faculty of Mechanical Engineering, Associate Professor at Department of Weapon Systems	Construction of classic weapons, automatic weapons, internal ballistics	dmickovic@mas.bg.ac.rs
Professor Momčilo P. Milinović, PhD	Belgrade University, Faculty of Mechanical Engineering, Full Professor at Department of Military Mechanical Engineering	Rocket systems, launchers, fire control systems	mmilinovic@mas.bg.ac.rs
Professor Zoran Đ. Miljković, PhD	Belgrade University, Faculty of Mechanical Engineering, Full Professor at Department of Production Engineering	Manufacturing technology, robotics, artificial intelligence, autonomous systems and machine learning, artificial neural networks, intelligent technological systems, decision-making methods	zmiljkovic@mas.bg.ac.rs
Assistant Professor Major Slavko R. Muždeka, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Department of Military Mechanical Engineering, Head of Section for Combat Vehicles	Motor vehicles, combat vehicles	mslavko@beotel.rs

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Professor Mladen D. Pantić, PhD	Retired Colonel	Combat vehicles	emily983@sbb.rs
Colonel Zoran S. Patić	General Staff of the Armed Forces of Serbia, Logistics Directorate (J-4), Head of 3rd Section	Logistics, maintenance, supply, design of logistic system organisation	zpatic@yahoo.co.uk
Major Sreten R. Perić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Department of Military Mechanical Engineering	Technology of motor vehicle maintenance	sretenperic@yahoo.com
Professor Miroslav V. Popović, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Full Professor at Chair of Computer Technology	Computer technology and communications (computer-based system engineering)	miroslav.popovic@rt-rk.com
Assistant Professor Colonel Jugoslav R. Radulović, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Director of TRZ (Technical Overhauling Institution), Kragujevac	Ammunition, management, quality	yugoslav@ptt.rs
Scientific Advisor Associate Professor Colonel Dušan S. Rajić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Military Technical Institute, Deputy Director	Chemical protection, weapons of mass destruction (NBC weapons), theory of inventive problem solving	rajic.dusan1@gmail.com
Assistant Professor Colonel Zoran M. Rajić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Director of Military Technical Institute	Aerodynamics	rajic_zoran@yahoo.com

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Assistant Professor Colonel Miodrag D. Regodić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Head of Department of Natural Sciences, Mathematics and Technology	Geosciences, geodetic engineering	mregodic62@gmail.com
Milorad D. Savković, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Military Technical Institute	Rocket motors, rocket and recoilless AT weapons	savkovic.milorad@gmail.com
Associate Professor Dragoljub J. Sekulović, PhD	Retired Colonel	Geosciences, geodetic engineering	sekulovicdr@yahoo.co.uk
Assistant Professor Tomislav B. Šekara, PhD	Belgrade University, Faculty of Electrical Engineering, Assistant Professor at Department for Signals and Systems	Control of processes with concentrated and distributed parameters, industrial regulators with optimum performance, fraction laws of control in industrial application, process characterisation, adequate signal discretisation and processing, sensors and actuators, electric energy compensation and saving in electric energy distribution systems	tomi@etf.rs
Professor Dragan D. Šešlija, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Industrial Engineering and Management, Full Professor at Chair of Mechatronics, Robotics and Automation	Mechatronics, Robotics and Automation	seslija@uns.ac.rs
Assistant Professor LtColonel Goran P. Šimić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Assistant Professor at Department of Military Electronic Systems	Information technology and computing	gshimic@gmail.com

Title, name, middle initial and surname	Affiliation and position	Competence area (scientific research)	e-mail
Professor Vladimir S. Škiljaica, PhD	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Traffic Engineering, Full Professor at Chair of Technology of Transportation Systems	Technology of water transportation, ships, navigation safety	vlaski@uns.ac.rs
Professor Ljubiša K. Tančić, PhD	Retired Colonel	Internal ballistics, armament	ljtancic@gmail.com
Associate Professor Colonel Branko M. Tešanović, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Department of Logistics, Head of Section for General Logistics	General logistics	brate@verat.net
Assistant Professor Major Ivan A. Tot, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Military Academy, Head of Group for Information Systems at Department of Telecommunications and Information Science	Data bases, information systems, information systems protection	ivanceid@yahoo.com
Scientific Advisor Professor Dragoljub A. Vujić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Military Technical Institute	Applied mechanics, diagnostics, sophisticated systems for technical system maintenance	vujicd@eunet.rs
Assistant Professor Brigadier General Mladen M. Vuruna, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Head of Military Academy	Military chemical engineering (propellants, toxicology, NBC protection, environmental protection)	mladenvuruna@yahoo.com
Associate Professor Colonel Bojan M. Zrnić, PhD	Ministry of Defence, Human Resources Sector, Department for Defence Technologies, Head of Department	Sensor systems, strategic planning	bojan.zrnic@vs.rs

MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

- Braće Jugovića 19, 11000 Beograd •
- Telefoni: (011) 3201-995 i 23-995
Telefaks: (011) 3241-009 •
- Tekući račun: 840-49849-58 • PIB: 102116082
- Broj potvrde o evidentiranju za PDV: 135328814 •

POZIV NA PRETPLATU ZA 2011. GODINU

Pretplaćujemo se na časopis:

br. primeraka

1. „Vojnotehnički glasnik“

Godišnja pretplata 1.200,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 54

.....

2. „Novi glasnik“

Godišnja pretplata 1.800,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 53

.....

3. „Vojno delo“

Godišnja pretplata 1.400,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 51

.....

Pretplatne cene važe do 31. 12. 2011. godine.

Broj primeraka izdanja koja se naručuju upisati u narudžbenicu, a primerak narudžbenice sa dokazom o izvršenoj uplati na gore navedeni tekući račun poslati na gore navedenu adresu.

Kupac

tel.:

Mesto

Ulica

br.

Potpis naručioca

M. P.

.....

OBAVEŠTENJE ČITAOCIMA I SARADNICIMA

Obaveštavamo Vas da je počeo sa radom samostalni sajt Vojnotehničkog glasnika, multidisciplinarnog naučnog časopisa Ministarstva odbrane Republike Srbije, na adresi www.vtg.mod.gov.rs.

Na ovoj adresi nalaze se aktuelne informacije o časopisu, kao i uputstva i obrasci za čitaoce i saradnike.

Poštujući smernice Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije i na osnovu do sada stečene kategorizacije, otvaranjem elektronskog izdanja (online, sa elektronskim ISSN), poboljšaće se vidljivost, dostupnost i aktuelnost časopisa, te višestruko uvećati resursi i mogućnosti časopisa.

Pozivamo Vas na dalju intenzivnu i dinamičnu saradnju, a posebno smo otvoreni za Vaše komentare i sugestije.

Vojnotehnički glasnik će i ubuduće predstavljati jedinstven i kompetentan časopis, na nacionalnom nivou, u kojem je moguće publikovati i verifikovati naučne i stručne članke, posebno pripadnika Ministarstva odbrane Republike Srbije i Vojske Srbije.

INFORMATION FOR READERS AND CONTRIBUTORS

The web site of the *Military Technical Courier*, a multidisciplinary scientific journal of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia, is now available at the address: www.vtg.mod.gov.rs, containing up-to-date information on the journal as well as the instructions and forms for readers and contributors.

Based on the guidelines of the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia and the journal existing classification, the online form of the journal (with an electronic ISSN) is intended to improve its visibility, availability and relevance as well as to significantly enhance its resources and possibilities.

We look forward to continuing our intensive and fruitful cooperation, being especially open to your comments and suggestions.

The *Military Technical Courier* continues to be a journal of uniqueness and competence on the national level, welcoming scientific and professional papers, those of members of the Ministry of Defence and the Army of the Republic of Serbia in particular.

*Redakcija časopisa Vojnotehnički glasnik
svim svojim čitaocima i saradnicima*

Čestita novu 2011. godinu

Likovno-grafički urednik
mr *Nebojša* Kujundžić
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Tehničko uređenje
Zvezda Jovanović

Lektor i korektor
Dobriša Miletić, profesor
e-mail: dobrila.miletic@mod.gov.rs

Prevod na engleski
Jasna Višnjić, profesor
e-mail: visnjicjasna@yahoo.com

CIP – Каталогизacija у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

623+355 / 359
355 / 359

ВОЈНОТЕХНИЧКИ гласник : научни часопис
Министарства одбране Републике Србије =
Military technical courier : scientific
periodical of the Ministry of Defence of the
Republic of Serbia / одговорни уредник
Небојша Гаћеша. - Год. 1, бр. 1 (1953) -
- Београд (Браће Југовића 19) : Министарство
одбране Републике Србије, 1953- (Београд :
Војна штампарија). - 24 cm

Доступно и на:
<http://www.vtg.mod.gov.rs/index-2.html>. -
Месечно. - Друго издање на другом медијуму:
Vojnotehnički glasnik (Online) = ISSN
2217-4753
ISSN 0042-8469 = Војнотехнички гласник
COBISS.SR-ID 4423938

Cena: 350,00 dinara
Tiraž: 850 primeraka

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku,
tehnologiju i razvoj Republike Srbije,
broj 413-00-1201/2001-01 od 12. 9. 2001. godine,
časopis „Vojnotehnički glasnik“ je publikacija
od posebnog interesa za nauku.

UDC: Narodna biblioteka Srbije, Beograd

ISSN 0042-8469



9 770042 846003