

GENERALŠTAB VOJSKE SRBIJE I CRNE GORE

VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD

Direktor

Pukovnik
SLAVOLJUB JOVANČIĆ

UREĐIVAČKI ODBOR

General-major
dr MILUN KOKANOVIĆ, dipl. inž.
(predsednik Odbora)

General-potpukovnik
dr IVAN ĐOKIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr SINIŠA BOROVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr MILIĆ STOJIC, dipl. inž.

Profesor
dr MOMČILO MILINOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr SVETOMIR MINIĆ, dipl. inž.
(zamenik predsednika Odbora)

Pukovnik
DRAGOMIR KRSTOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr VASILJE MIŠKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr BRANKO ĐEDOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
PAVLE GALIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr MILENKO ŽIVALJEVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
SRBOLJUB PETROVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr DRAGOSLAV UGARAK, dipl. inž.

Pukovnik
dr LJUBIŠA TANČIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr MILJKO ERIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
VOJISLAV MILINKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr RADOMIR ĐUKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
sc STEVAN JOSIFOVIĆ, dipl. inž.
(sekretar Odbora)

* * *

Glavni i odgovorni urednik

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

Sekretar redakcije

Zora Pavličević
(tel. 2641-795, vojni 22-431)

Adresa redakcije: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK – BEOGRAD, Balkanska 53

E-mail: vtg@viz.vj.yu

Pretplata tel.-fax: 3612-506, tekući račun:
840-51845-846 RC SMO Topčider – za VIZ,
poziv na broj 054/963

Rukopisi se ne vraćaju. Štampa: Vojna
štampanija – Beograd, Resavska 40b

ISSN: 0042-8469

UDC: 623 + 355/359

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS VOJSKE SRBIJE I CRNE GORE

VOJNOTEHNIČKI

G L A S N I K

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



3-4

GODINA LIII • MAJ–AVGUST 2005.

SADRŽAJ

Dr Marko Andrejić , potpukovnik, dipl. inž. Željko Ninković , potpukovnik, dipl. inž.	ORGANIZACIJA RADA U JEDINICAMA TEHNIČKE SLU- ŽBE U BORBENIM DEJSTVIMA	253
Mr Saša Veselinović , kapetan I klase, dipl. inž. Srdan Milenković , potpukovnik	INFORMACIONI SISTEMI ODRŽAVANJA U VOJSCI SR- BIJE I CRNE GORE I OKRUŽENJU	266
Mr Zvonko Radosavljević , dipl. inž.	ANALIZA PRIMENE IMM ALGORITMA ZA PRAĆENJE MANEVRIŠUĆIH CILJEVA	280
Mr Goran Tadić , pukovnik, dipl. inž.	OCENA FUNKCIJA SAOBRAĆAJNE PODRŠKE PRIME- NOM METODE PROCESNIH FUNKCIJA	287
Boban Pavlović , kapetan, dipl. inž. profesor dr Miloško Jevtović , dipl. inž.	ANALIZA KARAKTERISTIKA MPLS MREŽNOG SIMU- LATORA	303
Dr Mirko Borisov , pukovnik, dipl. inž.	TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKI SISTEM PREMA NO- VIM VOJNIM STANDARDIMA	315
Profesor dr Miroslav Demić , dipl. inž., akademik dr Đorđe Diligenski , dipl. inž. Ivan Demić , apsolvent	PRILOG OPTIMALNOM PROJEKTOVANJU AKTIVNOG SISTEMA ZA OSLANJANJE VOZILA	326
Mr Dalibor Petrović , poručnik, dipl. inž.	SAVREMENI TIP ANALIZE PROBLEMA KONTAKTA SA TRENJEM PRIMENOM KONAČNIH ELEMENATA	335
Mr Dragan Trifković , kapetan I klase, dipl. inž. mr Radosav Nikolić , pukovnik, dipl. inž. mr Živojin Petrović , kapetan I klase, dipl. inž.	MERENJE TORZIONIH OSCILACIJA POMOĆU MERNIH TRAKA	346
Mr Slavko Muždeka , kapetan I klase, dipl. inž.	10. EVROPSKI AUTOMOBILSKI KONGRES – prikaz skupa –	354
Dr Zoran Filipović , pukovnik, dipl. inž.	49. KONFERENCIJA ETRAN 2005 – prikaz naučno-stručnog skupa –	357

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

Nova slika logistike na bojištu – M. K.	360
Modernizacija oklopnih transportera BTR – M. K.	361
Oklopno borbeno vozilo Doewoo – M. K.	362
Kineski lovac tenkova – M. K.	362
Poboljšanje tenkova Čelendžer 2 – M. K.	363
Nova jurišna puška SCAR – M. K.	364
Projektil za prikupljanje podataka – M. K.	365
Centaur – sistem za upravljanje vatrom artiljerije – M. K.	366
Sistem za blisku PVO LD 2000 – M. K.	366
Bacač granata Corner Shot 40 – M. K.	367
Sistem za daljinsko upravljanje oružjem ORCWS – M. K.	368
Poboljšanja tenka M1A2 Abrams za borbu u urbanim sredinama – M. K.	368
Novo protivtenkovsko oružje iz Ukrajine – M. K.	369
Izraelski „revolucionarni“ sistem oklopne zaštite Trophy – M. K. .	370
Kineski mobilni sistem PVO – M. K.	371
Sistem za upozoravanje na opasnosti – M. K.	372
Multifunkcionalni sistem za samozaštitu MUSS – M. K.	372
Razvoj borbenih vozila Pirana – M. K. ...	373
Oklopni transporter Pandur II – M. K.	374
Vozilo Kobra za specijalne operacije – M. K.	375
Oklopno patrolno vozilo Dzik – M. K.	376
Univerzalno vozilo Polaris – M. K.	378
Novi detalji o avionu FB-22 – M. K.	379
Aviobombe malog prečnika – M. K.	379
Snažnije bojne glave za krstareće rakete – M. K.	380
Testiranje trenažnog aviona Yak-130 – M. K.	380
Naoružani roboti – M. K.	381
Vozila MAN za britansku armiju – M. K. ...	382
Oklopna kabina za transportna vozila – M. K. ...	382
Baloni za velike visine – M. K.	383
Novi francuski satelit Helios 2 – M. K.	384
Kanadski mobilni topovski sistem MGS 105 mm – M. K.	385
Aplikacije elektromagnetnog topa – M. K.	387
Brzi minobacački sistem na vozilu – M. K.	387
Nova indijska protivtenkovska raketa NAG – M. K.	388
Novi jordanski balistički šlem – M. K.	389
Jordanski tenk FALCON II – M. K.	389
Švajcarski komandni sistem C4ISTAR – M. K.	390

Dr Marko Andrejić,
potpukovnik, dipl. inž.
Zeljko Ninković,
potpukovnik, dipl. inž.
Vojna akademija –
Škola nacionalne odbrane,
Beograd

ORGANIZACIJA RADA U JEDINICAMA TEHNIČKE SLUŽBE U BORBENIM DEJSTVIMA

UDC: 358.3 : 65.01

Rezime:

U radu se obrađuje organizacija rada u jedinicama tehničke službe u združenim taktičkim jedinicama, osloncem na sistematizovana iskustva, postojeću normativu i dostupna teorijska saznanja. Jedinice tehničke službe posmatraju se kao složeni organizacioni sistem, sa različitih aspekata. Analitičko-sintetičkim pristupom razmatraju se raspored jedinica tehničke službe, principi organizacije rada, organizacije radnog mesta i individualnog rada, prostorna integracija elemenata stanica i sekcija, izbor rejona razmeštaja jedinica tehničke službe, razvijanje i uređenje stanica i organizacija rada u stanicama za snabdevanje i održavanje.

Ključne reči: organizacija rada, jedinice tehničke službe, principi organizacije rada, prostorna integracija, razvoj i uređenje stanica.

ORGANIZATION OF TECHNICAL SERVICE SUPPORT UNITS IN COMBAT OPERATIONS

Summary:

In this paper it has been presented organization of technical service support in joined tactical military unit, based on systemized recent experiences, existing normative rules and available teoretical knowledge. Technical service support units are considered as complex organization system from different standpoint. Using analytical – syntetical methodology it has been examened technical service support units deployment, work organization principles, individual work place organization, spatial integration of service stations and sections, choice of units deployment regions and, work organization in station for supply and maintenance.

Key words: work organization technical units, principles of work organization, spatial integration, development and maintenance of stations.

Uvod

U operativnoj praksi vrlo često se govori o potrebi organizovanog rada u jedinicama tehničke službe (TSl) u borbennim dejstvima, iako se retko (u normativi i pisanim radovima) eksplicitno objašnjava šta se pod time podrazumeva. Takođe, u malom broju naslova nastavno-obrazovne literature obrađuje se ova oblast. Slično stanje je i pri organizovanju rada u ostalim logističkim jedinicama.

Pri razmatranju organizovanja rada u jedinicama TSl u ZTJ neophodno ih je razmatrati kao složeni organizacioni sistem, i to kao: proizvodno-uslužni sistem, sistem podrške, poslovni sistem i borbenni sistem. Ovakav način posmatranja logističkih jedinica relativno je nov, a nametnule su ga potrebe prakse, zahtevi vremena i savremeni upravljački i logistički trendovi.

Postojeća normativna regulativa uglavnom je jedinice TSl, kao složene

organizacione sisteme, posmatrala bez sagledavanja složenosti i celovitosti njihovog funkcionisanja i upotrebe.

Potrebe prakse, zahtevi vremena i savremeni trendovi u izučavanju logističkih jedinica zahtevaju njihovo celovito sagledavanje i posmatranje funkcionisanja i upotrebe sa različitih aspekata.

Postojeća normativna regulativa predstavlja solidnu osnovu za upotrebu jedinica TSI u ZTJ u borbenim dejstvima, ali je potrebno da se bolje sistematizuje, aktuelizuje, operacionalizuje i unapredi, a da se postojeća rešenja organizaciono modernizuju.

Adekvatna upotreba jedinica TSI u borbenim dejstvima nije jednostavna, jer u uslovima često vrlo nepovoljnog delovanja okruženja treba, na nedovoljno poznatoj lokaciji, od ograničenih resursa, u ograničenom vremenu i na ograničenom prostoru, uspostaviti sistem koji ostvaruje kvalitetnu prostornu integraciju svojih elemenata i podsistema, izvršava namenske zadatke i funkcioniše po određenim principima – efikasno i efektivno.

Funkcionisanje i upotreba logističkih jedinica na taktičkom nivou organizovanja Vojske nedovoljno se obrađuje u našim vojnim časopisima, pa je cilj ovog rada da se ukaže na problem i potrebu za njegovim rešavanjem, da se pruži konkretan doprinos unapređenju trupne prakse i posluži kao polazna osnova za dalja teorijska razmatranja i za dogradnju funkcionisanja i upotrebe jedinica TSI u borbenim dejstvima, osloncem na sistematizovana iskustva i dostupna teorijska saznanja. Mogućnost učešća logističkih jedinica, ili njihovih delova, u raznim mirovnim misijama, takođe, doprinosi aktuelnosti ove problematike.

Da bi rad jedinica TSI u borbenim dejstvima bio efikasan i efektivan neophodno je da se primenjuju određeni principi: organizacije rada, organizacije radnog mesta i individualnog rada.

Principi organizacije rada predstavljaju pravila (načela, norme) racionalnog organizovanja radnih procesa, kako u odnosu na radni učinak, tako i u odnosu na naprežanje ljudstva. Oni se mogu sistematizovati u nekoliko osnovnih grupa, kao što su: principi individualnog rada, u koje se ubrajaju: princip minimalnog psihofiziološkog naprežanja i princip minimalnog trajanja procesa rada i principi kolektivnog rada: jedinstva suprotnih interesa, jedinstva cilja i stimulisanja inicijative radnika.

Principi organizacije radnog mesta formulišu se po kriterijumima, kao što su uređenje radnih prostora (uz poštovanje sledećih pravila: minimalno kretanje radnika pri radu, da se omogući pravilno postavljanje predmeta rada pri obradi, da se obezbedi prilaz mašini sa svih strana, kao i prilaz sigurnosnim uređajima u slučaju opasnosti po radnika) i položaj radnika na radnom mestu (telo radnika mora biti u pravilnom položaju, sedište mora biti podešeno prema radniku i vrsti posla koji obavlja, itd.).

Principi organizacije individualnog rada su načela (pravila) na kojima počiva racionalno organizovanje rada pojedinca, bez obzira na to da li on radi izolovano i sam ili u grupi (kolektivu). Smisao njihove primene je svodenje radnog napora na minimum uz istovremeno ostvarenje maksimalnog radnog efekta po jedinici radnog napora.

Raspored jedinica tehničke službe

Jedinice tehničke službe se, načelno, u borbenim dejstvima razmeštaju u rejonima razvoja logističkih jedinica.

U oklopnim i mehanizovanim jedinicama, radi efikasnije podrške u održavanju, jedinice za tehničko održavanje razvijaju se izvan rejona razmeštaja logističkih jedinica, bliže prednjem kraju i, načelno, odmah iza borbenog rasporeda jedinica prve linije (u bataljonima), odnosno prvog borbenog ešelona (u brigadama). Jedinice za snabdevanje tehničkim materijalnim sredstvima razvijaju se u rejonima razmeštaja logističkih jedinica.

U artiljerijskim divizionima za podršku jedinice tehničke službe se razmeštaju 1 do 2 km iza rejona vatrenih položaja baterija.

U protivoklopnim artiljerijskim i raketnim divizionima jedinice tehničke službe se raspoređuju u protivoklopnom rejonu (POR), odnosno uporištu – 1 do 2 km iza baterija.

U divizionima PVO jedinice tehničke službe se razmeštaju uz komandu divizionu i bateriju PVO koja je ostala uz komandu divizionu, ako se divizionu PVO upotrebljavaju po baterijama. Ukoliko se divizion upotrebljava kao celina, jedinice tehničke službe se, načelno, razmeštaju u rejonu razvoja logističkih jedinica.

U inženjerijskim bataljonima (samostalnim četama) jedinice tehničke službe se razmeštaju uz komandu bataljona (samostalne čete) na težištu borbenih dejstava, načelno u visini drugog borbenog ešelona.

Brigadne jedinice za snabdevanje razvijaju se u okviru rejona razmeštaja logističke jedinice brigade.

Brigadne jedinice za održavanje razvijaju se u okviru rejona razmeštaja logističke jedinice brigade, osim u oklopnim i mehanizovanim brigadama čije se jedinice za održavanje razvijaju izvan rejona razmeštaja logističkog bataljona, bliže prednjem kraju.

U rejonima razmeštaja jedinice tehničke službe u ZTJ razvijaju sledeće elemente borbenog rasporeda – stanice za: tehničko snabdevanje (StTS), tehničko održavanje (StTOd), izvlačenje i evakuaciju (StIE), tehničku podršku (StTP), sabiralište oštećene tehnike (SOT), sabiralište ratnog plena (SRP), po potrebi i sabiralište uništene tehnike (SUT).

Površina rejona za razvoj stanica zavisi od jedinice koja se razvija, odnosno od brojnog stanja ljudstva, vrste i obima materijalnih rezervi i opreme koju ta jedinica ima, kao i od obima i prostornog razmeštaja infrastrukture u rejonu razmeštaja. U rejonima razmeštaja jedinice tehničke službe razvijaju stanice, unutar stanica sekcije, a unutar sekcija uređuju se odeljci sekcija i radna mesta.

Stanicu za tehničko snabdevanje (StTS) razvijaju odeljenja, vodovi ili čete za tehničko snabdevanje. Pri njihovom razvoju posebno se mora voditi računa o bezbednosnim rastojanjima između sekcija za smeštaj municije i pogonskih sredstava međusobno, o bezbednosnim rastojanjima između pojedinih vozila, stokova i grupa stokova s obzirom na količinu eksplozivnog materijala koja se u njima nalazi, kao i o rastojanjima između drugih objekata i elemenata u stanici i oko nje. U sastavu ovih stanica, ili u neposrednoj blizini, u napadnim dejstvima formiraju se sabirališta ratnog plena (SRP). U njima se vrši identifikacija i razvrstavanje sredstava.

Stanicu za tehničko održavanje (StTOd) razvijaju odeljenja, vodovi i čete za tehničko održavanje. Površina rejon razmeštaja stanice zavisi od veličine jedinice koja razvija stanicu. Ove stanice, pored sekcija za održavanje pojedinih vrsta TMS i sekcije za snabdevanje rezervnim delovima, imaju i sekciju za opšte radove koja vrši usluge za sve ostale sekcije, izvođenjem bravarskih, zavarivačkih, kovačkih, limarskih, mašinskih, tapetarskih, farbarskih, autolakirerskih, elektromehaničarskih, stolarskih, radova precizne mehanike i sličnih radova.

U sastavu ovih stanica ili u neposrednoj blizini formiraju se sabirališta oštećene tehnike (SOT). U njima se identifikuje neispravnost i razvrstavaju sredstva po vrstama i obimu oštećenja radi opravke u StTOd ili radi upućivanja na remont.

Stanicu za izvlačenje i evakuaciju razvijaju jedinice za održavanje koje u svom sastavu imaju, ili su im pridodata, sredstva za izvlačenje i evakuaciju, kao što su: automobili za izvlačenje, tenkovi za izvlačenje, autodizalice, dizalice za borbena vozila, vučni vozovi za borbena i neorbena vozila. Razvijaju se na težištu borbenih dejstava, najčešće između prvog i drugog borbenog ešelona ili u blizini SOT-a i posebno su značajne za oklopne i mehanizovane jedinice. Stanice za izvlačenje i evakuaciju mogu se razvijati i u okviru StTOd.

Stanicu tehničke podrške razvijaju tehnička odeljenja u rejonima razmeštaja logističkih jedinica bataljona-divizionu. U njima se rešavaju objedinjeni zadaci i održavanja i snabdevanja TMS, angažovanjem formacijskih i pridodatih resursa, mada su trenutno kapaciteti za održavanje nešto drugačije organizovani.

Jedinice tehničke službe izvršavaju zadatke iz jednog ili više rejona razmeštaja. U tim slučajevima stanice koje formiraju jedinice tehničke službe dele se na osnovne (npr. StTS-1), koje izvršavaju zadatke tehničke podrške za glavne snage, izdvojene (npr. StTS-2) za tehničku podršku jedinica na izdvojenom – pomoćnom pravcu borbenih dejstava, te isturene (npr. StTSIs) za rešavanje zadataka tehničke podrške jedinica sa posebnim zadacima (zadaci u pretpolju, pri nasilnom prelasku reke i dr.).

Prostorna integracija i izbor rejona razmeštaja jedinica TSI

Pri izboru lokacije za razvoj jedinica tehničke službe odluke se moraju donositi kompromisno, uz uvažavanje određenih taktičkih, organizacionih i tehnoloških kriterijuma, i nastojanje da se najviše koriste postojeći objekti i infrastruktura teritorije, uz minimalna ulaganja resursa svih vrsta za podešavanja postojećih objekata i uređenje zemljišne prostorije.

Izborom adekvatnog načina upotrebe jedinica tehničke službe i organizovanja rada u njima potrebno je izvršiti odgovarajuću integraciju njihovih elemenata: opreme, radnih mesta, elemenata za opsluživanje rada i obezbeđenje uslova rada, radne snage i dr. Treba uspostaviti dobru prostornu međuzavisnost pojedinih komponenata, odnosno tehnologiju i ljuđe uklopiti u jedan sistem, a zatim valjanim dnevnim vođenjem stvarati uslove za realizaciju namenskih zadataka.

Dobra prostorna integracija elemenata jedinica tehničke službe treba da obezbedi:

– efikasno iskorišćenje ljudskih, materijalnih, energetske i informacionih resursa, bezbednost i zaštitu;

– visok stepen iskorišćenja prostora (površina, zapremina, nosivost);

– povoljno i efikasno kretanje ljudstva, predmeta rada, opreme i materijala kroz pojedine faze procesa;

– pogodnu radnu sredinu i neophodne sanitarno-tehničke uslove;

– lak pristup opremi radi održavanja i popravki.

Loša integracija elemenata jedinica tehničke službe dovodi do:

– stvaranja uskih grla i produženja radnog ciklusa;

– pojave zastoja, zatrpanosti radnih mesta i prolaza;

– pada kvaliteta opsluživanja i stvaranja loših bezbednosnih uslova;

– povećanja visine troškova poslovanja, itd.

Osnovni kriterijumi pri formiranju prostornih struktura jedinica su:

– tehnički – intenzitet toka materijala, dužina transportnih puteva, vreme i transportni učinak, autonomnost u obezbeđenju energijom i ostalim potrebama za nesmetan rad, itd.;

– ekonomski – investicioni, eksploatacioni i drugi troškovi;

– vojnooperativni – vreme zadržavanja na izabranoj lokaciji, zahtevani nivo gotovosti za borbena dejstva i dr.

Razmeštaj opreme jedinica tehničke službe može se izvršiti na dva načina: prema vrsti procesa (grupisanje opreme prema funkciji koju obavljaju) i prema redosledu tehnoloških operacija (oprema se postavlja u liniji, a redosled je diktiran redosledom poslova). Obično se ova dva navedena načina kombinuju.

Na izbor načina organizovanja rada u jedinicama tehničke službe utiču i predmet rada (TMS, materijal), kvantitet (količina i obim) rada, tehnološki proces – postupak, operacije i redosled, opsluživanje rada i obezbeđenje uslova rada, vreme – povezuje prethodna četiri elementa (uravnoteženje operacija, opreme, sinhronizovan rad svih učesnika).

Rad u jedinicama tehničke službe može da se organizuje:

– prema vrsti procesa koji se odvija u pojedinim funkcionalnim celinama (oprema i uređaji prema vrsti posla);

– prema redosledu izvođenja tehnoloških operacija (grupisanje opreme i uređaja prema redosledu poslova);

– kombinovanjem prvog i drugog načina (proizvodnja u ćelijama);

– sa fiksnim pozicijama proizvoda – proizvod je stacionaran, a ostali resursi se prinose (ljudi, oprema, alati, materijal i dr.), što se može javiti u jedinicama za održavanje pri održavanju težih TMS (tenkovi, oklopni transporter, samohodna oruđa).

Brigadne jedinice za održavanje angažuju se kao celina u rejonima u kojima razvijaju stanice. Moguće je da se određene mešovite ekipe i tehnološke celine upućuju u potčinjene jedinice radi ojačanja po tehničkoj podršci, a moguće je i da od svojih resursa formiraju više elemenata borbenog rasporeda: osnovne stanice, isturene i izdvojene stanice, sabirališta oštećene tehnike, stanice za izvlačenje i evakuaciju i dr. Pri izvršavanju konkretnih zadataka jedinice za održavanje angažuju pojedince, tehnološke celine, mešovite ekipe ili kompletne organizacione (formacijske) celine.

Brigadne jedinice za snabdevanje upotrebljavaju se kao celina u rejonima u kojima razvijaju stanice, u određenim situacijama određene mešovite sastave upućuju u potčinjene jedinice radi ojačanja i osamostaljivanja po tehničkoj podršci, a moguće je i da od svojih resursa formiraju više elemenata borbenog rasporeda: osnovne stanice, isturene i izdvojene stanice, sabiralište ratnog plena i dr.

Izbor rejona za razvoj jedinica TSI u ZTJ je višekriterijumski problem, a odluke o izboru moraju se donositi uz pažljivo prethodno odmeravanje vrednosti definisanih kriterijuma.

Pri izboru rejona razmeštaja jedinica TSI moraju se uvek razmatrati konkretni uslovi u kojima se jedinica nalazi. U obzir se moraju uzeti namena i zadaci jedinice tehničke službe, njena organizaciono-formacijska struktura, lični i materijalni sastav i borbeni kvalitet, vid borbenih dejstava, borbeni raspored i dinamika angažovanja jedinice koju podržava, prostorne mogućnosti rejona, uticaj neprijatelja, zemljišta i vremena.

Mesto i vreme formiranja stanica, njihov sastav, vreme i pravce premeštanja jedinicama tehničke službe određuje pretpostavljeni komandant, odnosno, pomoćnik komandanta za logistiku, na osnovu predloga organa tehničke službe, po mogućnosti, nakon izvršenog izviđanja.

Kada izviđanje nije moguće mesto razmeštaja određuje se po karti, a komandir jedinice tehničke službe, bilo putem izvidnice, bilo neposredno po dolasku u rejon razmeštaja, stiče uvid u stanje (izviđanjem) i razmeštaj jedinice tako da se na najpogodniji način iskoriste prednosti zemljišta i postojeće infrastrukture.

Kad god je to moguće, treba izabrati rejon razmeštaja koji sa raspoloživom infrastrukturom zadovoljava sledeće osnovne uslove:

- da omogućuje rastresit raspored, utvrđivanje i maskiranje;

- da omogućuje život, rad, borbenu obuku i odbranu stanice;

- da omogućuje smeštaj, odmor, kupanje, presvlačenje i zagrevanje ljudstva;

- da se nalazi u blizini komunikacija kojima može da se stigne do resursa pretpostavljene komande i da je povezan sa putevima koji izvode ka borbenom rasporedu jedinica;

- da pruža povoljne uslove za sprovođenje mera borbenog obezbeđenja;

- da omogućuje nesmetan manevar vozilima i ostalom opremom unutar stanice;

- da ima uslove za snabdevanje vodom, električnom energijom i drugim potrebama za život i rad jedinice tehničke službe;

- da se u blizini ne nalaze unosni ciljevi za dejstvo neprijatelja i ciljevi čijim bi oštećenjem došlo do ugrožavanja životne sredine;

- da se ne nalazi u blizini sakralnih objekata i zaštićenih rejona.

Često će biti teško naći prostor koji zadovoljava sve navedene uslove, kao i lokaciju koja predstavlja, između mogućih – raspoloživih, optimalno rešenje. Zato je nužno da komandir uskladi zahteve za razmeštaj i mogućnosti koje pruža određeni prostor, a ukoliko uslovi dopuštaju dodatnim radovima i merama treba obezbediti što povoljnije uslove za rad i bezbednost ljudstva.

Objekti u koje se smešta ljudstvo jedinica TSI treba da pružaju odgovarajuće

uslove za bezbedan rad u smenama, odmor, održavanje lične higijene, komuniciranje i bezbedno čuvanje poverljivih dokumenata.

Razvijanje i uređenje stanice

Pri razvoju stanica, sekcija, radnih mesta i razmeštaja pojedinačnih materijalnih sredstava treba zadovoljiti načelne norme do kojih se došlo na osnovu iskustva, odnosno određenih teorijskih i empirijskih saznanja.

Razvijanje stanice načelno se vrši sa zastankom na liniji razvođenja, a kada to nije moguće, onda neposredno iz marševske kolone jedinice. Linija razvođenja je 300 do 800 m ispred rejonu na kojem se razvija stanica, na mestu pogodnom za sklanjanje i maskiranje vozila, a na njoj se jedinica zadržava najviše jedan čas.

Kada to situacija nalaže, komandir može da izda elemente zapovesti za razvoj stanice, u dva dela. U prvom delu reguliše osnovni raspored i razvijanje sekcija, a neposredno posle razvijanja jedinice komandir po ostalim elementima reguliše dalji postupak i rad jedinice.

U zavisnosti od veličine i vrste jedinica tehničke službe, specifičan je i rad u svakoj od njih. Ipak, mogu se uopštiti neke osnovne aktivnosti koje su zajedničke za jedinice za snabdevanje i jedinice za održavanje TMS. Postupak razvoja stanice odvija se po sledećoj dinamici:

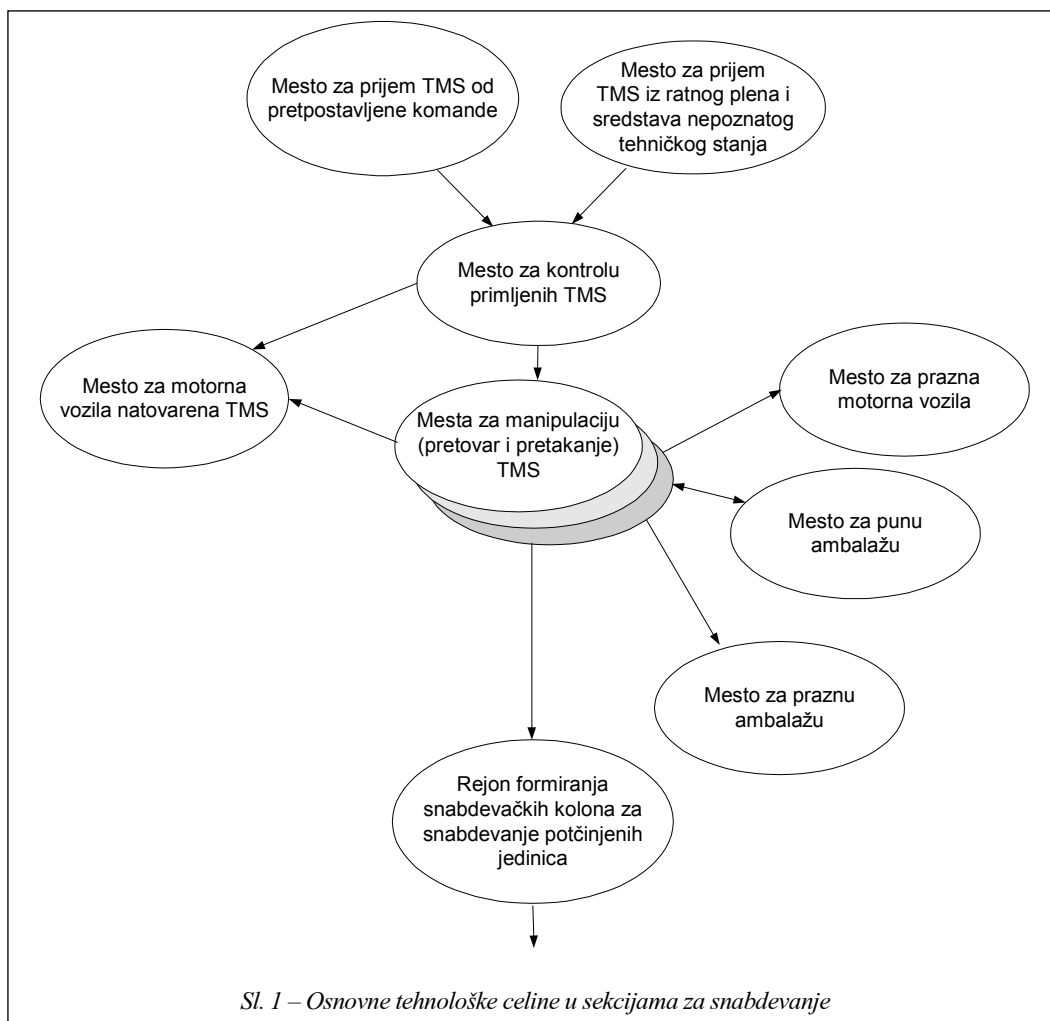
- postaviti neposredno borbeno obezbeđenje, dežurne organe i izdati podatke obezbeđenju i dežurnim organima;
- razmestiti vozila po sekcijama;
- orijentisati ljudstvo u prostoru, vremenu i situaciji;

- organizovati sistem vatre;
- razmestiti opremu i materijal;
- razviti organizaciono-tehnološke celine i radna mesta;
- razviti mesto komandira (osmatračnicu komandira osnovne jedinice);
- smestiti i obezbediti ljudstvo od nepovoljnog dejstva vremenskih uslova (podići šatore ili smestiti ljudstvo u čvrste objekte);
- organizovati kretanje u rejonu stanice, i
- oformiti potrebna borbena dokumenta.

Starešine potčinjenih jedinica vode svoje jedinice na mesta razmeštaja, određuju ljudstvo za izvršenje pojedinih zadataka (izbor mesta za postavljanje pojedinačnih TMS za rad, izbor mesta za odmor ljudstva, izbor mesta za zaklone za vatreno dejstvo i zaštitu, izbor lokacija za izradu skloništa za ljudstvo i TMS, podizanje šatora, maskiranje, itd.) i neposredno rukovode razmeštajem svojih jedinica.

U okviru sekcija stanice za snabdevanje obavezno se preciziraju mesta za sledeće (slika 1) organizaciono-tehnološke celine: mesto komandira sekcije; mesto za sačekivanje transporta iz pretpostavljene komande; mesto za prijem sredstava iz pretpostavljene komande; mesto za vozila natovarena materijalnim sredstvima, mesto za prazna vozila; mesto za stokiranje TMS, mesto za manipulaciju (pretakanje, prepakivanje, slaganje i sl.); mesto za izdavanje TMS; mesto za praznu ambalažu, i mesto za grupisanje transportnih sredstava za dotur do potčinjenih jedinica.

Ubojna sredstva se stokiraju po grupama i vrstama unutar grupe, vodeći računa o laboračnim serijama i težinskim oznakama.



Pri stokiranju municije teži se da različit asortiman municije bude na jednom mestu.

Pogonska sredstva stokiraju se odvojeno po vrstama, a u okviru vrste prema ambalaži. Ulja i masti za podmazivanje, tečnosti za hidraulične sisteme i ostala pogonska sredstva stokiraju se po vrstama i pakovanjima, odvojeno od pogonskih sredstava. Sredstva za sisteme za hlađenje stokiraju se odvojeno od goriva.

Pri razvoju pojedinih elemenata sekcija i organizacije rada u njima posebno

treba voditi računa o bezbednosnim rastojanjima između sekcija za smeštaj municije i goriva i o rastojanjima unutar pojedinih sekcija, te o rastojanjima između pojedinih stokova i vozila u zavisnosti od količine eksplozivnog materijala (čistog eksploziva) odloženog na jednom mestu.

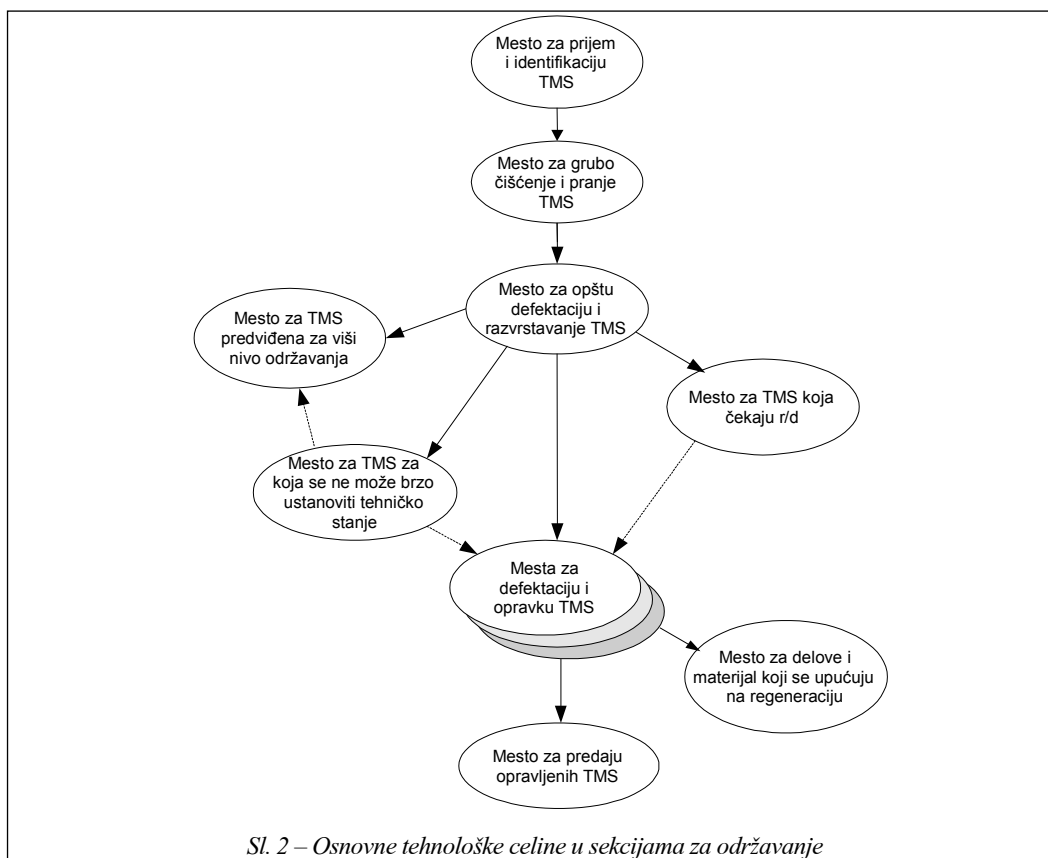
Takođe, adekvatnim početnim razvojem treba stvoriti uslove za što manje pomeranje pojedinih elemenata sekcija u kasnijem periodu, radi ostvarenja rastresitijeg rasporeda, utvrđivanja i maskiranja.

Raspored i rad pojedinih sekcija u celini treba da bude takav da organizacioni i tehnološki gubici vremena i materijala budu minimalni, naprezanje resursa što manje, raspoloživi resursi iskorišćeni maksimalno i da se može organizovati kružna odbrana rejonu razmeštaja, a u slučaju dejstava neprijatelja sa distance i iz vazdušnog prostora gubici u ljudstvu i materijalnim sredstvima budu minimalni. Tom cilju treba prilagoditi organizaciju rada i postupke celokupnog ljudstva u stanici.

U okviru sekcija stanice za tehničko održavanje (slika 2) obavezno se preciziraju mesta za sledeće tehnološke celine: za rad komandira sekcije; za prijem i raz-

vrstavanje sredstava (po grupama i vrstama sredstava, a u okviru grupe i vrste sredstava po vrsti i obimu neispravnosti sredstava); za grubo čišćenje i pranje; za defektažu neispravnih sredstava; za otklanjanje neispravnosti i oštećenja; za priručni magacin; za opravljena sredstva; za sredstva koja čekaju na održavanje zbog nedostatka r/d; za delove i materijal koji se šalju na regeneraciju; za grupisanje sredstava za evakuaciju prema višim nivoima za održavanje; za sredstva ratnog plena.

Uređenje stanice obuhvata radove kojima se stvaraju dodatni uslovi za njihovo kvalitetno funkcionisanje, izvršavanje namenskih zadataka, obezbeđenje, iz-



vođenje borbenih dejstava i preživljavanje, ukoliko ljudstvo, materijalna sredstva i rejon budu ugroženi.

Ukoliko rejon razmeštaja nije ranije uređen, radovi na uređenju mogli bi se obavljati sledećim redom: maskirati vozila i ostala materijalna sredstva a zatim urediti: mesta za smeštaj ljudstva (zatezanje šatora, uređenje čvrstih objekata, izrada sanitarnih elemenata, itd.), mesta za smeštaj pojedinih TMS; zaklone za vatreno dejstvo i zaštitu, mesta za rad; osmatračnicu komandira osnovne jedinice; skloništa za ljudstvo i materijalna sredstva; mesta za prijem i izdavanje TMS; puteve u rejonu stanica i mesta za obedovanje i odmor ljudstva.

Kada se u rejonu razmeštaja nalaze objekti kao što su: pećine, rovovi, tuneli, otvoreni kopovi, radionice, servisne i pumpne stanice, treba ih u svim prilikama urediti i koristiti kao mesta za rad ili skloništa za ljudstvo i materijalna sredstva. Time se radovi na uređenju stanice svode na najmanju meru, a resursi racionalno koriste.

Nakon izvršenog uređenja rejona stanice treba nastaviti sa obukom i konkretno proraditi postupak stanice u slučaju napada sa zemlje i iz vazdušnog prostora i obezbeđenje logističkih ekipa u kretanju na konkretnim putevima dotura i evakuacije.

Komandir osnovne jedinice u okviru dodeljenog rejona za razvoj stanice organizuje zajedničke elemente borbenog obezbeđenja (dežurna jedinica, interventna jedinica, straže, patrole, zasede, obavjavnice), određuje rejone odgovornosti nižih jedinica – sekcija, organizuje aktivnosti značajne za život i rad osnovne jedinice kao celine, sinhronizuje i povezuje

u skladnu svrsishodnu celinu aktivnosti vojnog kolektiva i uspostavlja sistem komandovanja u rejonu razmeštaja.

Komandir osnovne jedinice nakon toga izrađuje šemu razmeštaja sa elementima borbenog osiguranja i osnovama sistema vatre (plan vatre).

Komandiri vodova (odeljenja) određuju svakom čoveku mesto u slučaju neposrednog napada na stanicu, osnovni i dopunski pravac dejstva, susede i saopštavaju im mesto komandira u borbenom rasporedu jedinice.

Komandir osnovne jedinice i potčinjeni komandiri organizuju sistem vatre u skladu sa dobijenim zadatkom i raspoloživim resursima, a na osnovu procene situacije, tako da se može brzo ostvariti koncentracija vatre i manevar vatrom, u skladu sa razvojem borbene situacije. Od posebne je važnosti da sistem vatre bude usklađen sa sistemom prepreka. U odbrani stanice sistem vatre obuhvata dejstvo svih organskih i pridodatih vatrenih sredstava, sredstava za podršku iz dubine i vatru iz susednih rejona kad god je to moguće i opravdano.

Za organizovanje sistema vatre komandiri čete i voda postavljaju konkretne vatrene zadatke potčinjenim jedinicama i elementima borbenog rasporeda, određujući im zone i pravce dejstva, prednju granicu pojasa glavne zaprečne vatre i mesta (linije) za pripremu raznih vrsta vatri. Zone i pravci dejstva susednih jedinica i vatrenih sredstava redovno treba da se delom preklapaju.

Za osiguranje krila i bokova i organizovanje kružne odbrane od otpornih tačaka (kada se organizuju) određuju se rezervni vatreni položaji za pojedina odeljenja i vatrena sredstva.

Za odbijanje iznenadnih napada neprijatelja i održavanje visokog nivoa borbene gotovosti određuju se dežurna vatrena sredstva (puškomitraljezi, mitraljezi, bestrzajna oruđa). Ona otvaraju vatru sa rezervnih i privremenih vatrenih položaja, neutrališući i uništavajući neprijateljeve izviđače i manje grupe, koje pokušavaju da se probiju radi izviđanja ili upada u rejon odbrane stanice.

Dobrom organizacijom treba obezbediti da jedinica uvek bude u mogućnosti da otvori brzu i preciznu vatru ukoliko je napadnuta. Radi postizanja što boljih rezultata vatrenog dejstva treba pravilno izabrati ciljeve (težišta i prioriteti), obezbediti koncentraciju dovoljno jake i precizne vatre (primenjujući manevar vatrom i oruđima) i izabrati pravo vreme za otvaranje vatre. Takođe, treba obezbediti da jedinica, ukoliko je izrazito ugrožena, može organizovano izvršiti premeštanje u naredni rejon.

Organizacija rada u stanicama za snabdevanje i održavanje

Dobra organizacija rada u stanicama bitan je uslov da stanice efikasno i efektivno funkcionišu, i da kvalitetno izvršavaju namenske zadatke.

Organizacija rada u stanicama podrazumeva:

- definisanje organizacione strukture za rad – izvršenje zadataka, život i borbu;
- prostorni razmeštaj elemenata organizacione strukture;
- definisanje tokova kretanja ljudstva, materijalnih sredstava, dokumenata i informacija;
- definisanje zvaničnog komuniciranja, organizovanje i uspostavljanje veze;

- organizacione odnose između rukovodilaca i izvršilaca, između rukovodilaca međusobno i izvršilaca međusobno;
 - definisanje načina donošenja odluka i rukovođenja;
 - preciziranje zadataka koje izvršavaju pojedini elementi organizacione strukture;
 - postupnost – metodiku izvršavanja zadataka;
 - posedovanje dokumenata, vojnostručne literature i normativa koji se koriste u radu;
 - obezbeđenje kvalitetnog funkcionisanja vojnog kolektiva;
 - definisanje nadležnosti u komandovanju pri upotrebi privremenih sastava;
 - preciziranje obima uređenja radnih mesta;
 - definisanje resursa za zadatke visokog prioriteta;
 - preciziranje stepena uredenosti rejonu razmeštaja i obezbeđenja stanica i njihovih elemenata, u mestu i pokretu;
 - definisanje pokazatelja uspešnosti funkcionisanja;
 - koordinaciju aktivnosti formacionih jedinica i privremenih sastava;
 - analizu rada i uspešnosti poslovanja.
- Mikroorganizacija rada u stanicama za snabdevanje i održavanje podrazumeva preciziranje određenih zajedničkih elemenata. To su mesta: za neposredno borbeno osiguranje, pravce kretanja i rejonu osmatranja; za dežurne organe; komandira i njihove zamenike; za skloništa ljudi i skloništa za materijalna sredstva; za odmor i zagrevanje ljudstva; za umivanje, kupanje i presvlačenje ljudstva; za popunu tehničkih materijalnih sredstava pogonskim gorivom; za kondicioniranje hemijskih izvora struje; za odlaganje ma-

terija štetnih (opasnih) po okolinu; za obezbeđenje – snabdevanje vodom u rejonu razmeštaja; za obedovanje; za pranje posuda; za odlaganje sudova sa vodom; za odlaganje otpadnih materijala; za razvoj i uređenje pojedinačnih radnih mesta, svih vojnoevidencionih specijalnosti; za svakog pojedinca u borbenom rasporedu za odbranu stanice; za poljski nužnik.

Pokazatelji uspešnosti funkcionisanja jedinica TSI mogu se podeliti na neekonomske i ekonomske. Neekonomske pokazatelji su: borbena gotovost, efektivnost sistema, kvalitet proizvoda, radova i usluga koje realizuju jedinice TSI. Ekonomske pokazatelje uspešnosti funkcionisanja jedinica TSI čine: organizovanost sistema, produktivnost (proizvodnost), ekonomičnost i rentabilnost, odnosi troškova i obima poslovanja i ukupan radni učinak sistema.

Zaključak

Za pravilan razvoj i organizaciju rada jedinica tehničke službe odgovorne su komande u čijem su one sastavu, a razmeštaj se ostvaruje na osnovu usvojenih načela, iskustvenih normi i teorijskih saznanja vezanih za složene vojne organizacione sisteme. Pravilnim razvojem i kvalitetnom organizacijom rada u jedinicama TSI, kvalitetnim komandovanjem i upornim radom svih pripadnika, a pre svega starešina, stvaraju se uslovi za uspešno izvršavanje zadataka, bezbedan život i rad, kao i opstajanje na bojištu.

Organizacija rada u jedinicama tehničke službe u združenim taktičkim jedinicama, u borbenim dejstvima, zahteva

posmatranje jedinica TSI u svojoj složenosti i sa različitih aspekata. Pored toga zahteva pravilan izbor reiona razmeštaja, smeštaj ljudstva i materijalnih sredstava, stvaranje uslova za život, rad, zaštitu i izvršavanje namenskih zadataka. To dalje podrazumeva stavljanje ljudstva i materijalnih sredstava u funkciju, preciziranje mesta i uloge svakog elementa i pod sistema u okviru celine i celine (jedinice) u okviru više celine (jedinice).

Organizacija rada u jedinicama tehničke službe podrazumeva i regulisanje načina realizacije namenskih zadataka, tokova kretanja ljudstva, dokumenata, informacija i materijala.

S obzirom na to da u našim vojnim časopisima ima malo radova o funkcionisanju i upotrebi logističkih jedinica na taktičkom nivou organizovanja Vojske ovaj rad može dati doprinos unapređenju trupne prakse i poslužiti kao polazna osnova za dalja teorijska razmatranja funkcionisanja i upotrebe jedinica TSI u borbenim dejstvima. U izvesnoj meri rad može poslužiti i kao poticaj izradi nove normative koja reguliše upotrebu logističkih jedinica.

Potrebe prakse, zahtevi vremena i savremeni upravljački trendovi zahtevaju da se funkcionisanje i upotreba jedinica tehničke službe, kao složenih organizacionih sistema, odvijaju planski i na organizovan način. Ovim zahtevom daje se doprinos normativnom uređivanju ove oblasti, adekvatnom primenom propisanog i kvalitetnim upravljanjem.

Postojeća normativa koja reguliše upotrebu jedinica TSI predstavlja solidnu polaznu osnovu za izradu nastavne literature vezane za funkcionisanje i upotrebu

jedinica. Zasnovana je, uglavnom, na empirijskim saznanjima koja već dugo nisu aktuelizovana, dalje razrađivana i unapređivana, iako praksa to zahteva.

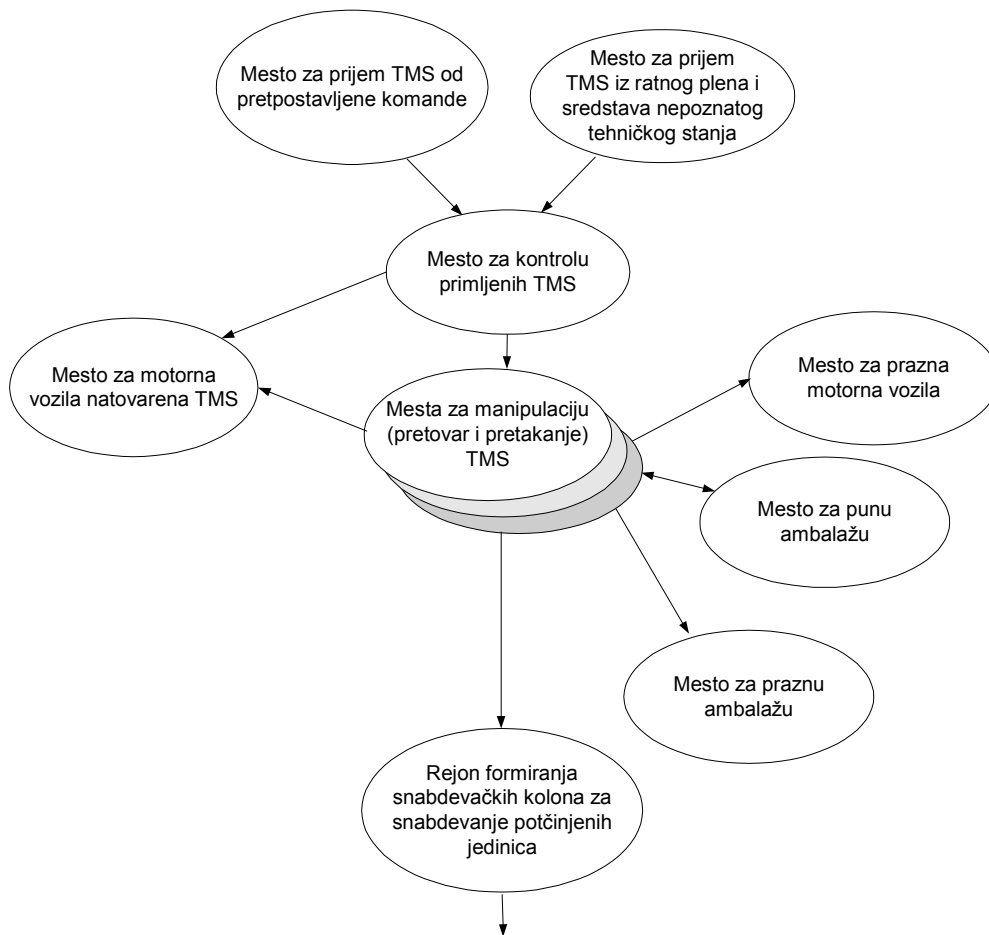
U sferi organizacionih promena u Vojsci, neprekidno treba sagledavati organizaciona ograničenja sistemske prirode, dostignuti stepen razvoja tehničkih materijalnih sredstava, izmene obeležja savremenog rata i promene i modernizaciju organizacionih i tehnoloških rešenja u domenu logističke podrške na strategijskom i operativnom nivou i uticaj na funkcionisanje logističke podrške u jedinicama na taktičkom nivou.

Takođe, pri iznalaženju budućih rešenja za funkcionisanje i upotrebu jedinica tehničke službe (logističkih jedinica), neophodno je ostvariti bolju vezu teorije i savremene prakse i iznaći optimalna re-

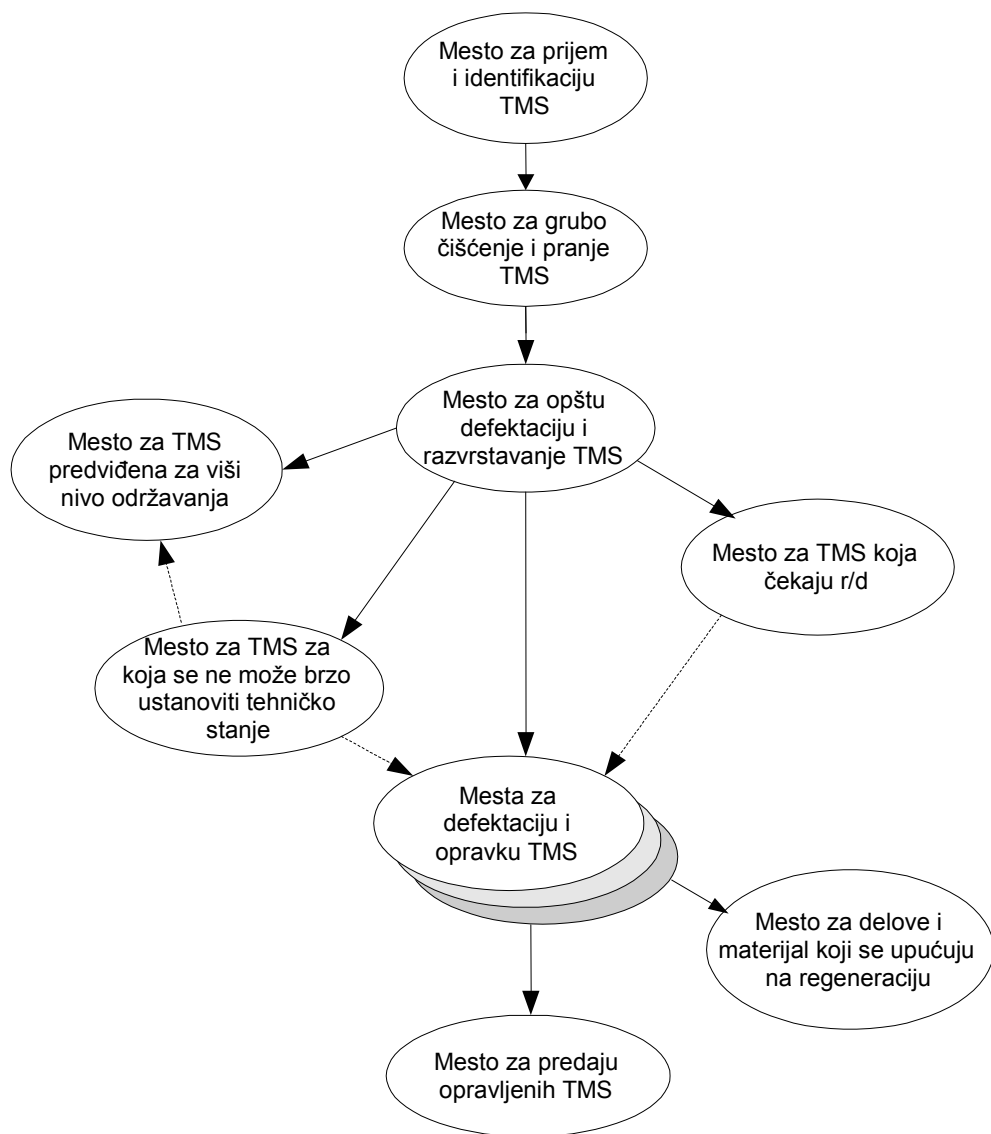
šenja koja će ući u novi doktrinarni sistem logističke podrške.

Literatura:

- [1] Iskustva jedinica službi VJ nivoa bataljona u borbenim dejstvima tokom suprotstavljanja agresiji NATO-a na SRJ (projekat), IRV SŠONID GŠ VJ, Beograd, 1999.
- [2] Primena logističkog principa u organizaciji Vojske (projekat), SLGŠ VJ, Beograd, 2000.
- [3] Maksić, R.; Andrejić, M.; Nikolić, N.: Taktika tehničke službe (udžbenik u štampi), UŠiO GŠ VSCG, Beograd, 2004.
- [4] Erić, D.: Uvod u menadžment, Ekonomski fakultet, Beograd, 2000.
- [5] Jovanović, B.: Uvod u teoriju vojnog rukovođenja, VIZ, Beograd, 1984.
- [6] Uputstvo za primenu kriterijuma ešeloniranja RMR u VJ, OpU GŠ VJ, Beograd, 2003.
- [7] Kriterijum OFS LiM sastava jedinica za TOd i TSn u ratu i miru, TU SP GŠ VJ, Beograd, 1997.
- [8] Uputstvo za rad četnih – baterijskih mehaničara, TU SP GŠ VJ, Beograd, 1998.
- [9] Pravilo tehničke službe, SSNO, Beograd, 1979.
- [10] Pozadinske jedinice taktičkih jedinica KoV, pravilo, OUP, SSNO, Beograd, 1986.
- [11] Odeljenje, vod i četa tehničkog snabdevanja – održavanja, upotreba i rad, TU SSNO, Beograd, 1978.
- [12] Kidd, Martine, S.: Training Logisticians in the Objective Force, Army Logistician, sep. 2003.



Sl. 1 – Osnovne tehnološke celine u sekcijama za snabdevanje



Sl. 2 – Osnovne tehnološke celine u sekcijama za održavanje

Mr Saša Veselinović,
kapetan I klase, dipl. inž.
Srdan Milenković,
potpukovnik
Uprava za organizaciju MO SCG,
Beograd

INFORMACIONI SISTEMI ODRŽAVANJA U VOJSCI SRBIJE I CRNE GORE I OKRUŽENJU

UDC: 681.5 : 62-7

Rezime:

Efikasno upravljanje sistemom održavanja moguće je samo ako vrh upravljačke strukture ima pravovremene i kvalitetne informacije o stanju sistema. Ovakve informacije moguće je obezbediti primenom odgovarajućeg automatizovanog informacionog sistema. U svetu postoje programski paketi za automatizaciju informacionog sistema održavanja pomoću kojih se vode podaci o stanju sredstava, toku održavanja, troškovima, nabavci rezervnih delova, a pojedini sistemi omogućavaju i statističko predviđanje otkaza. Informacioni sistem održavanja koji funkcioniše u Vojsci Srbije i Crne Gore je manuelan, a uspostavljen je pre uvođenja računara u operativnu upotrebu. Tokom eksploatacije sistem je više puta dograđivan i prilagođavan za automatizaciju. Aplikacije koje su trenutno u funkciji u pojedinim jedinicama nisu sistemsko rešenje već pokušaji entuzijasta da olakšaju deo aktivnosti u svom radu, a veza ne su prvenstveno za izradu izveštaja.

Ključne reči: upravljanje, automatizacija, informacioni program, održavanje.

INFORMATIONAL SYSTEMS OF MAINTENANCE IN THE ARMY OF SERBIA AND MONTENEGRO AND ENVIROMENT

Summary:

Management of system of maintenance on effective way is possible only if management has opportune and quality information about state of system. Providing opportune and quality information is possible only with appropriate automotive information system. In The World exist many programs for automation information systems of maintenance, which observe a data about condition of equipments, flow of maintenance, a costs, purchasing of parts, and some of them provide statistical predicting of failures. Information system of maintenance, which functioning in Military forces of State Union of Serbia and Montenegro, is manual and established before implementation of personal computer in operative use, but through couple projects accomplished for automation. A program, which are in use, in some units, aren't system solution, then attempting group enthusiastic people to make easiest some activity in his work on making reports.

Key words: management, automatization, information, program, maintenance.

Uvod

Održavanje materijalnih sredstava u našoj zemlji odvija se u uslovima teške ekonomske krize koja traje više od dva-deset godina, od kojih preko deset godina pod sankcijama međunarodne zajednice.

Investiranje u svim granama privrede svedeno je na minimum, a ponegde ne postoji ni prosta reprodukcija. U novije vreme došlo je do uklanjanja sankcija i ulaganja stranog kapitala, ali preduzeća koja nisu uspela da očuvaju čak ni kompaktnost svog organskog sastava nisu

kreditno sposobna, tako da ni danas nema pozitivnog pomaka kada su u pitanju ulaganja u privredu.

Ovakvo stanje reflektovalo se i na ulaganja u informacione sisteme. Preduzeća koja su primenila razvojne organizacione promene u svom poslovanju investirala su u informacione sisteme, mada uglavnom u oblasti finansijskog poslovanja (vođenje knjigovodstva, fiskalne i registar kase, prodaja karata na autobuskim i železničkim stanicama, itd.). Automatizovani informacioni sistemi održavanja (AISOd) našli su primenu samo u evidentiranju stanja i promena u skladištima rezervnih delova i potrošnog materijala. Efekti primene AISOd najčešće nisu prikazani kao posebna stavka u ukupnim finansijskim rezultatima preduzeća, tako da se njihov značaj zanemaruje.

U zemljama sa razvijenom tržišnom privredom ulaganja su direktno povezana sa profitom. Pobjeda u tržišnoj utakmici može se obezbediti jedino ako se minimiziraju troškovi i eliminišu gubici vremena i resursa, što se obezbeđuje efikasnom organizacijom rada. Efikasnost organizacije ogleda se u generaciji primenjenih sredstava za rad, a uslovljena je protokom informacija kroz sistem. Nesumnjivo je da uvođenje savremenih informacionih sistema višestruko ubrzava informacione tokove i tokove odlučivanja, stvarajući vrhu upravljačke strukture uslove da pravovremeno i adekvatno odgovori na dejstva iz okruženja.

Ipak, i u ekonomski razvijenim zemljama postoji rezerva kada je u pitanju primena informacionih sistema održavanja, bilo da su to preduzeća kojima je osnovna delatnost održavanje, bilo da je to podsistem nekog mezoekonomskog si-

stema. Dilema se postavlja prvenstveno zbog toga što vrh upravljačke strukture ne vidi direktno povećanje profita primenom AISOd, ali i zbog toga što linijsko rukovodstvo nije edukovano u oblasti informacionih sistema.

Poseban problem u izboru informacionog sistema predstavlja odnos kvaliteta i cene. Vrh upravljačke strukture često se radi sopstvenog razvojnog ponašanja, a želeći da izbegne znatnija ulaganja, opredeljuje za informacione sisteme slabog kvaliteta, što ima negativan povratni uticaj na organizaciju rada.

Ocena kvaliteta AISOd vrši se analizom njegove sposobnosti da upravnim organima pruži informacije potrebne za donošenje adekvatnih odluka i analizom dinamike njegovog funkcionisanja [1]. Sposobnost informacionog sistema da rukovodstvu ponudi potrebne informacije ogleda se u odgovorima na sledeća pitanja:

- da li su preventivne akcije svrsishodne, odnosno da li opada broj korektivnih akcija i da li je povoljan odnos radnih časova angažovanih na preventivnim i korektivnim akcijama;
- da li se akcije preventivnog održavanja redovno sprovode i kakvi su rezultati njihove realizacije;
- gde su problemi u obezbeđivanju potrebnog stepena pouzdanosti;
- gde i koliko se troši kapaciteta za održavanje po vrstama poslova;
- koliki je obim nedovršene proizvodnje;
- kolika je efikasnost radne snage u sistemu održavanja;
- koliki su troškovi sistema održavanja i gde su problemi (oprema, kadrovi, rezervni delovi, itd.).

Funkcionisanje i sposobnost samog informacionog sistema ogleda se u odgovorima na sledeća pitanja:

- da li softver može da generiše potrebna dokumenta i na koji način;
- da li omogućava dobijanje podataka o radnoj snazi sa svim podacima o sposobnostima, stručnim znanjima, kvalifikacionoj strukturi, raspoloživim kapacitetima;
- koje podatke prati za sredstva koja se održavaju;
- da li vodi pregled zaliha i podataka koji se evidentiraju;
- da li ima mogućnost za izdavanje radnih naloga i analizu njihove realizacije;
- da li postoji mogućnost analize efikasnosti preventivnih akcija održavanja i da li se poseduju svi podaci o resursima za primenu aktivnosti preventivnog održavanja.

Automatizovani informacioni sistemi održavanja u svetu

Istraživanje o upotrebi informacionih sistema održavanja u svetu vršeno je putem upitnika na Internet sajtu Plant Maintenance Resource Center [3] u periodu od juna do avgusta 2000. godine. Presentovani podaci su orijentirni, jer prijavljeni broj ispitanika nije bio dovoljan da bi predstavljao reprezentativan uzorak.

Ispitanici su u anketi davali odgovor i na pitanje u kojoj grani privrede rade, a iz njihovih odgovora može se videti da su automatizovani informacioni sistemi održavanja prisutni u svim granama privrede, počev od proizvodnje (metalurgija, prehrambena industrija, energetika,

drvno-prerađivačka industrija, rudarstvo i dr.), pa do usluga (zdravstvo, telekomunikacije...) i istraživanja i razvoja.

Prema odgovorima ispitanika, najčešće korišćeni programi su Maximo, MP2, SAP i MIMS. Među njima je najuspešniji Maximo, a najlošiji i najteži za korišćenje SAP.

Programski paket Maximo je u upotrebi u delovima danske odbrane, američkog ministarstva odbrane, izraelskoj vojsci, NASA (8 centara), kraljevskom saudijskom vazduhoplovstvu, američkom korpusu marinaca, itd.¹

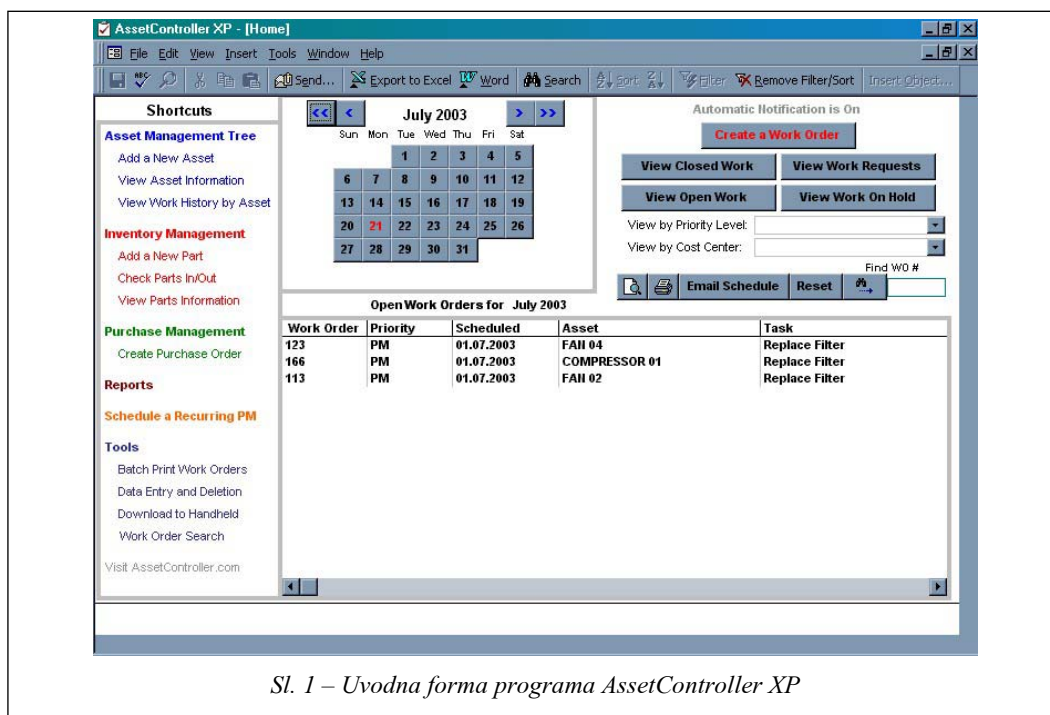
Pojedini od ovih programa dostupni su na Internetu i može se dobiti probna verzija, dok su drugi samo opisani generalno bez detalja, a probna verzija mora da se kupi.

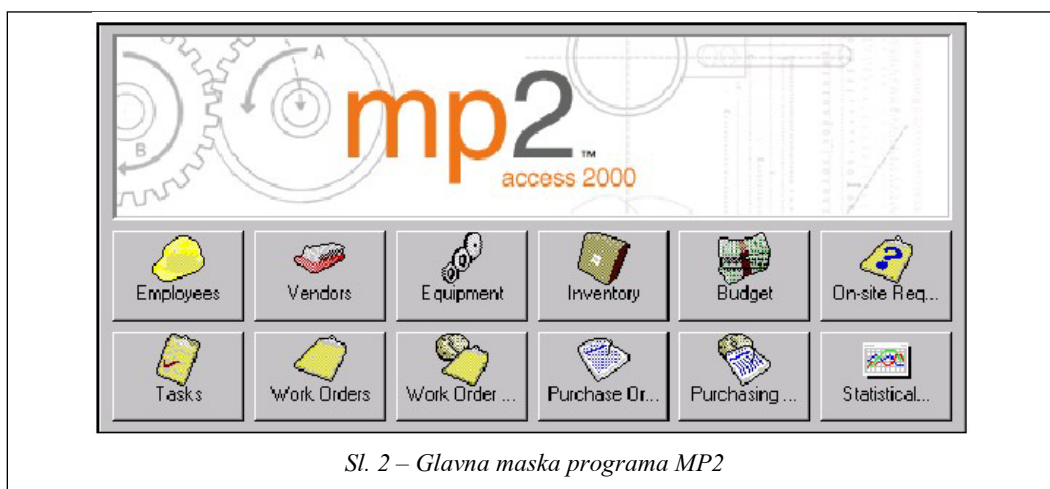
Program AssetController XP

Program AssetController XP [5] raden je u programskom paketu MS ACCESS, što znači da program podrazumeva da korisnik ima kupljenu verziju MS ACCESS. Uvodna forma programa prikazana je na slici 1.

Uvodna forma sadrži prečice, kalendar, komande za pregled i rad i pregled radnih naloga. Tasteri na glavnoj formi omogućavaju kreiranje radnih naloga, njihovo ažuriranje i pretraživanje. Pored glavne maske, program se sastoji od nekoliko celina. To su: upravljanje sredstvima, upravljanje inventarom, upravljanje narudžbinama, izveštaji, planiranje, alati za administraciju baze podataka.

¹ Podatak preuzet sa Internet prezentacije proizvođača na adresi <http://www.mro.com>





program izrađuje grafik budućeg stanja i može da ukaže na potrebu za preventivnim održavanjem pre havarije. Omogućeno je predviđanje za grupu sredstava ili, ako je potrebno, za svako sredstvo pojedinačno.

Program omogućava administriranje baze podataka, kopiranje baze, slanja podataka i izveštaja, kao i poslovanje putem mreže i pristup bazi podataka na Internetu, a koja je vezana za održavanje.

Stanje informacionog sistema održavanja u Vojsci Srbije i Crne Gore

Informacioni sistem održavanja (ISOd) jeste podsistem informacionog sistema u Vojsci SCG, a sačinjavaju ga informacije sa svim elementima, karakteristikama i sredstvima za prenos i obradu [1]. Stanje tog informacionog podsistema u velikoj meri zavisi od stanja baza podataka, kao što je nomenklatura TMS, operativna evidencija PTS, kao i dugogodišnjih velikih ograničenja u oblasti kadrovskih i materijalnih resursa koji su se

posebno negativno odrazili na razvoj računarske mreže Vojske SCG, kao hardverske osnove automatizovanog informacionog sistema i komandno-informacionih sistema i aplikativnim programskim sistemima. Takođe, podsistem je uslovljen i normativno-pravnim okvirom koji je regulisan Pravilom službe VJ, Pravilom TSI i Uputstvom za rad radionica lakog i srednjeg remonta.

Informacioni sistem održavanja usklađen je sa organizacijom Vojske koja predstavlja hijerarhijski organizacioni sistem na više nivoa. Ovakav sistem sastoji se od četiri podsistema: podsistema osnovne delatnosti; upravljačkog podsistema; podsistema za obezbeđenje osnovne delatnosti i podsistema za istraživanje i razvoj. Upravljački podsistem nalazi se na višim nivoima odlučivanja (vrh upravljačke strukture), dok je podsistem osnovne delatnosti na nižim nivoima hijerarhije (linijsko i proizvodno rukovodstvo). Primenom načela rekurzije svaki podsistem organizovan je kao sistem za sebe, tako da svaki nivo predstavlja ujedno i upravni i izvršni organ (za

potčinjene je upravni, a za pretpostavljene izvršni organ). Informacije u sistemu cirkulišu od pretpostavljenih ka potčinjenima, kao upravljačke, i od potčinjenih ka pretpostavljenima, kao informacije o stanju. Informacioni sistem u Vojski koncipiran je i razvija se kao integralni i neodvojivi deo sistema komandovanja.

U informacionom sistemu odvijaju se istovremeno četiri procesa [2]: prikupljanje informacija, prenos i distribucija informacija, obrada i prikazivanje informacija i zaštita informacija. Za sisteme komandovanja, kod kojih je deo ovih procesa automatizovan, u našoj praksi koristi se termin komandno-informacioni sistem (KIS).

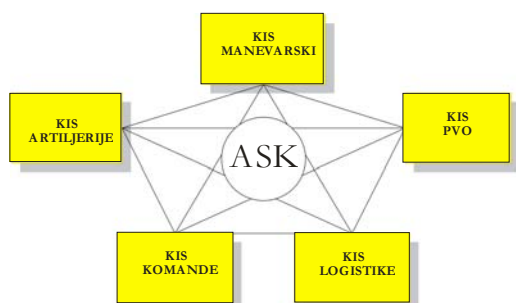
Kao deo automatizovanog sistema komandovanja (slika 3) KIS logistike treba da predstavlja nadgradnju postojećeg pozadinskog automatizovanog informacionog sistema od kojih je centralizovano razvijen i zaživeo samo POMAK – program koji pruža podršku vođenju materijalnog knjigovodstva, i više izolovanih aplikativnih programa na različitim nivoima komandovanja i u skoro svim službama logističkog podsistema Vojske SCG. Jedan od podsistema KIS logistike je tehnički KIS, koji treba da obezbedi što veću automatizaciju funkcija tehničke

podrške, kroz praćenje promena u sistemu, izradu radne dokumentacije, proračuna i simulacija.

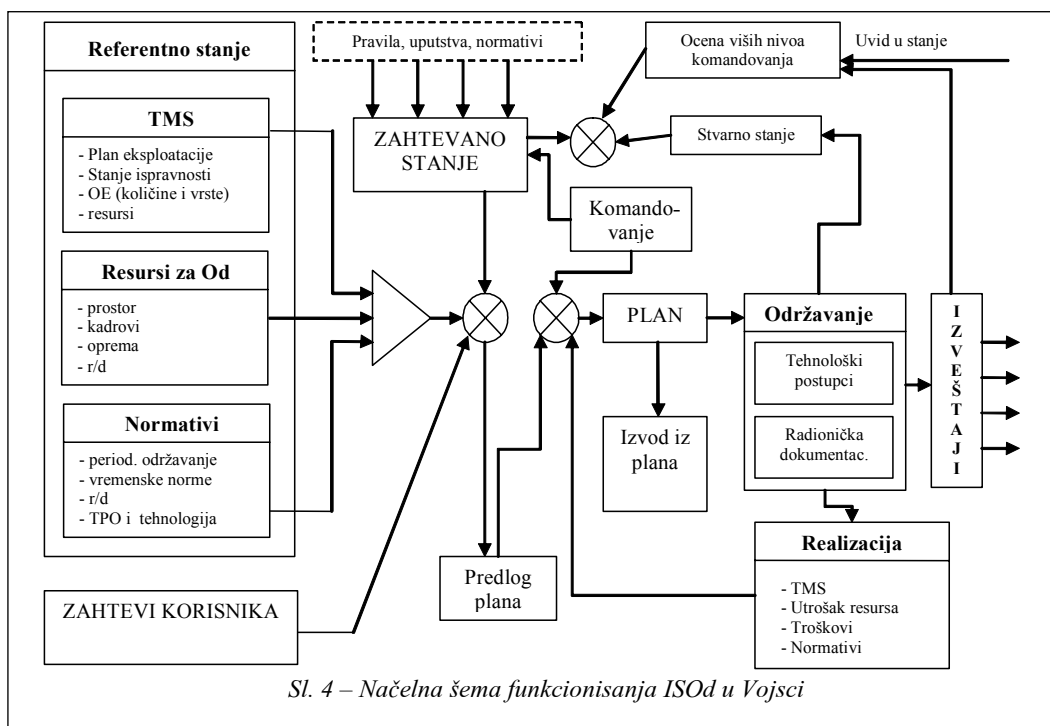
Funkcionisanje tehničkog KIS direktno je uslovljeno normativno-pravnim aktima kojima je regulisano funkcionisanje sistema tehničke podrške u Vojsci. Akta koja regulišu ovu oblast mogu se podeliti na dokumenta trajnog i dokumenta privremenog karaktera. U dokumenta trajnog karaktera spadaju Pravilo službe Vojske Jugoslavije, Pravilo tehničke službe i Uputstvo za rad radionica za tehničko održavanje i srednji remont TMS, kao i naređenja u kojima se navodi da su trajnog karaktera. U dokumenta privremenog karaktera spadaju i naređenja koja služe za rešavanje trenutnih problema u funkcionisanju organizacije.

Pravilom službe Vojske Jugoslavije dati su okviri za funkcionisanje tehničke podrške u Vojsci, dok su Pravilom tehničke službe regulisana osnovna pravila organizovanja i funkcionisanja tehničke službe u Vojsci, osnovni zadaci tehničke službe, kao i osnovne odredbe o tehničkom informacionom sistemu.

Uputstvom za rad jedinica za TOd i SR TMS najdetaljnije je prikazana organizacija i tokovi informacija u sistemu održavanja na trupnom nivou, a koji se odnose na tehničko održavanje (TOd). Uputstvo je rađeno na osnovu Pravila tehničke službe i na osnovu iskustava u radu organa tehničke službe. Najinteresantnije su sledeće celine: Planiranje TOd, Priprema TOd, Dokumentacija u sistemu TOd, Organizacija TOd, Informacioni sistem održavanja i Evidencija i izveštavanje.



Sl. 3 – Model KIS-a Vojske



Sl. 4 – Načelna šema funkcionisanja ISOd u Vojsci

Šema funkcionisanja ISOd Vojske, prikazana na slici 4, predviđena je za postojeću organizaciju logističke podrške [1]. Sa šeme se vidi da nakon usvajanja plana komandovanje nema uticaja na funkcionisanje sistema održavanja, a nije moguće ni pojavljivanje novih zahteva nakon izrade plana. U praksi postoje pojedinačni pokušaji da se uočeni nedostatak razreši, ali sistemskog pristupa do sada nije bilo.

Automatizacija informacionog sistema u Vojsci obavlja se već duži niz godina, ali za sada nema završenih projekata koji bi mogli da uđu u zvaničnu upotrebu. Razlozi za to su višestruki.

Programski paket VOŽDOVAC bio je namenjen za proračun normativa rezervnih delova za određena sredstva veze i kada je ustanovljen normativ završena je i njena upotreba. Informacioni si-

stem održavanja (ISO) jeste program koji je trebalo da funkcioniše u centrima za obradu podataka na nivou korpusa i višim nivoima komandovanja. Podaci bi se prikupljali na papirnim obrascima u tehničkim radionicama a naknadno bi se u centrima unosili u program za obradu podataka. Ovaj sistem nije zaživeo, jer nije ispoštovano osnovno pravilo informatike – da se podaci unose na mestu nastanka.

Programi koji su sada u upotrebi plod su rada entuzijasta koji su želeli, sebi i drugima u svojoj jedinici, da pomognu i olakšaju rad. Ovakvi programi su parcijalni, zasnovani na empirijskim saznanjima, vezani su za konkretne uslove i načine rada, i uglavnom rešavaju osnovni problem – unošenje radioničke dokumentacije u računar i izrade raznih analiza. Neki od tih programa opisani su u narednom delu teksta.

Program PRADOC

Program PRADOC je sačinjen u 46. logističkoj brigadi, u programskom paketu ACCESS, i omogućava unošenje radioničke dokumentacije u računar radi dobijanja pojedinih izveštaja. Uglavnom se dokumentacija otvara i vodi ručno do predaje sredstva, a nakon toga operater unosi radioničke liste u računar. Ovakav način vođenja dokumentacije nije normativno prihvaćen, već se prepiska i dalje mora voditi na standardnim obrascima. S druge strane, programski paket ne olakšava rad i ne motiviše korisnike da ga koriste.

Program poseduje tri maske: glavni meni, podmeni sa izveštajima i masku koju ima nekoliko sekcija za unos radioničke liste, radnog naloga i defektacione liste.

Glavna maska omogućava da se izvrši izbor „unos podataka“, „pregled iz-

veštaja“ i „izlaz“. Kada se izabere „unos podataka“ otvara se maska za unos podataka sa radioničke liste i radnih naloga. Na slici 5 prikazana je maska u koju se podaci unose na način nešto drugačiji od standardnog obrasca TSI-40, a i naziv je promenjen u radni nalog.

Uočljivo je da se podatak o tome da li su radovi planski ili neplanski bira ručno. Razlog tome je što ne postoji veza sa planom rada radionice.

Pored toga, statusi TMS biraju se ručno i ne postoje sve one stavke iz zaključka o stanju TMS koje su predviđene obrascem TSI-40, a koje služe za planiranje SR i GR. S druge strane, pojavljuju se statusi koji su potrebni izvršnim organima u radu, a to su „u radu“, „čeka na r/d“, „čeka na predaju“ i „predato – čeka na r/d“.

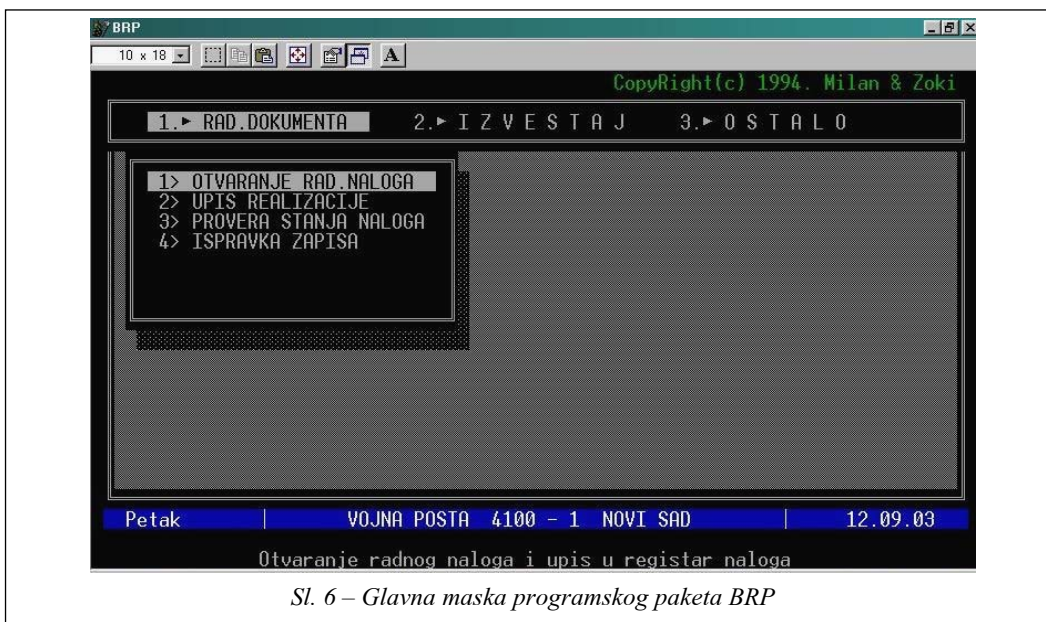
Izbor podataka o vrsti aktivnosti održavanja sveden je na samo četiri (I i II TP, dijagnostika – defektaža i osta-

The screenshot shows a software window titled "RADNI NALOG" with a menu bar (File, Edit, View, Insert, Format, Records, Tools, Window, Help) and a search bar. The interface is divided into several sections:

- Top Section:** "RADNI NALOG" title, "Broj RN" field, and checkboxes for "NEPLANSKA AKTIVNOST" (checked) and "VANREDNO OJTEENJE".
- OSNOVNI PODACI O TMS:** Fields for "Reg Broj: K-0360", "Marka i tip: TAM 150 T10 PP VOZILO", "Pocetna grupa NBS: 2335", and "VP korisnika: 2130/8-3".
- PODACI O PRIJEMU:** Fields for "Datum prijema: 02.10.2001.", "Vreme prijema: 19:09", "Resurs/kolicina: 18654 km", "Prinio: [vuk Risti] Neboj(a)", "Zapisnik o prijemu:" (text area), and "Predao: vod Jelavic".
- Zahtevani radovi od strane korisnika:** A table with "Zahtevani radovi" and "Zahtevani radovi" columns, containing "Opravka transmisije".
- RADOVI NA TMS:** Radio buttons for "Laki remont", "Srednji remont", "Dijagnostika-Defektacija", and "Ostalo".
- Other Fields:** "Datum predaje:", "Vreme predaje:", "NAPOMENA:" (text area), and "Ima defektaciona lista" (checked checkbox).
- Status TMS:** Radio buttons for "U radu", "Čeka na rad", "Čeka na r/d", "Čeka predaju", "Predato ISPRAVNO", and "Predato - čeka na r/d".

At the bottom, there is a record navigation bar showing "Record: 4 of 9" and "Form View" / "NUM".

Sl. 5 – PRADOC – maska za unos radioničke liste (radni nalog)



Sl. 6 – Glavna maska programskog paketa BRP

lo), a nema ni podataka o delu radioničke liste koja se bavi prikupljanjem statističkih podataka o neispravnim sklopovima i rezervnim delovima ili o uslovima čuvanja sredstva u trenutku pojave neispravnosti ili njenom načinu nastanka.

Druga sekcija programa omogućava unošenje podataka iz radne liste. Maska radne liste omogućava unos podataka o mehaničarima koji su radili na sredstvu, unošenje planiranog i ostvarenog vremena, zamenjenih rezervnih delova sa cenom, kao i izvršenih radova sa cenama. Unošenje cena omogućava proračun ukupnih troškova. Uočljivo je da nema pregleda angažovanja mehaničara po danima.

Treća sekcija omogućava da se kreira defektaciona lista za sredstvo koje nije moguće popraviti u radionici i treba uputiti u servis. U tom delu programa navode se, pored detaljnih podataka o sredstvu, delovi koje je potrebno zameniti i radovi koje je potrebno izvršiti.

Izborom opcije „pregled izveštaja“ na glavnoj masci otvara se podmeni na kojem je moguće izabrati nekoliko izveštaja, i to: pregled vozila u radionici, pregled knjige radnih naloga, analiza troškova i satnica i pregled T0d za pojedinačno TMS.

Program BRP

Programski paket pod nazivom BRP, koji se koristi u brp / 793.PoB, sačinjen je u programskom jeziku FOX-PRO, i koristi se za praćenje stanja radnih naloga i izrade pojedinih izveštaja koji se dobijaju iz radioničke liste.

Po pokretanju ovog programa otvara se glavna maska koja je prikazana na slici 6.

Radioničke liste i radni nalozi otvaraju se i vode ručno. Po otvaranju radnog naloga operater unosi podatke o otvorenom radnom nalogu i to: broj radnog naloga, odeljenje, VP održavanja, datum otvaranja, VP korisnika, grupa TMS, na-

ziv TMS, reg/ser. br, količina, vid održavanja. Izborom opcije 3 na glavnom meniju dobija se izveštaj o svim otvorenim radnim nalozima.

Po završetku radova i zaključenja radnog naloga operater unosi podatke o datumu predaje sredstva, planiranim i realizovanim časovima. Nakon toga se izborom opcije „izveštaji“, mogu dobiti izveštaji TSI-47 i 47a, šta je završeno po vojnim poštama, grupama sredstava koja su još u radu, izveštaj po obrascu GP-30 i registar naloga.

Od ostalih funkcija program omogućava ispravku radnih naloga, administriranje baze i pravljenje rezervne kopije.

Program EVIDENCIJA

U 186. tehničkom nastavnom centru postoji programski paket koji u velikoj meri zadovoljava potrebe jedinice za TOd u toj jedinici.

Baza podataka rađena je u programskom paketu MS SQL, maske za ažuriranje podataka i izveštaji rađeni su u programskom paketu VISUAL BASIC, a evidencija rezervnih delova i trebovanja u magacinu, u programskom paketu ACCESS. Cela baza funkcionise na računaru Pentium 2 i pod operativnim sistemom Windows 2000.

Program se sastoji od četiri dela. To su: evidencija, sistemi, izveštaji i magacin r/d.

Deo programa EVIDENCIJA služi za unošenje i ažuriranje radioničke dokumentacije (TSI-40, TSI-41 i MP-25), kao i pratećih šifarnika. Program ima uvodnu masku sa koje se otvaraju odgovarajuće podmaske. Šifarnik „TMS“ je evidencija

TMS po registarskom – serijskom broju. Pritiskom na taster „TK“ dobija se kompletan karton stanja izabranog TMS. Iz ovog tehničkog kartona moguće je ustanoviti kada su i po kojoj radioničkoj listi rađeni radovi na izabranom sredstvu. Na osnovu izabrane liste može se videti i koje su aktivnosti izvođene. Takođe, može se videti i koji je mehaničar radio na sredstvu i koliko je utrošeno efektivnih časova (EČ). Pregled zamenjenih rezervnih delova po listama izdavanja i primanja (LIP), prikazan je na dnu maske. Zanimljivo je da se u ovoj formi mogu očitati i izvesni statistički podaci kao što su broj neispravnosti, provedeni dani u radionici, ukupno trajanje radova i broj zamenjenih delova. Ostali šifarnici unose se u skladu sa odštampanim kriterijumima na radioničkim listama i radnim listama. Evidencija otvorenih radioničkih lista prikazana je u maski koja se otvara pomoću tastera radioničke liste sa glavne maske.

Iz maske podaci o radioničkoj listi (slika 7) moguće je kreirati novu radioničku listu, ažurirati otvorene radioničke liste ili izbrisati greškom otvorene liste. Takođe, moguće je pretraživati bazu podataka po godini, po datumu i po nazivu sredstva.

U ovoj opciji vode se svi podaci koji su propisani obrascem radioničke liste, sem zaključka o stanju TMS. Podaci u poljima unose se izborom vrednosti iz padajućih menija, koji se popunjavaju podacima koji su uneti u šifarnicima.

U ovoj formi kao posebne sekcije izdvojeni su radna lista i lista izdavanja i primanja. Nakon otvaranja radioničke liste prelazi se na otvaranje radne liste.

Podaci o radioničkoj listi

Osnovni podaci (F1) | Radne liste (F2) | LIP (F3)

Радионичка листа

Одељење: Акумулаторска станица
 Број: 5
 Датум: 08 јан.2003 2003 Јануар
 Врста: Планирани радови

Средство

Naziv	VP	Broj	Nomenklatura	K
Наливање с	СВЕ ВП	ком	9999-	1

Ук. склад: 0 Ген. р. 0
 Време рада: 0 Није унето

Подаци о неисправном агрегату / склопу / модулу

Номенклатура: Није унето Р/Ф број: Није унето
 Ук. складиш: 0
 Време рада: 0 Није унето

Подаци о узрочнику неисправности

Номенклатура: Није унето Произвођ: Није
 Оснака по шеми: Није унето Врста неисп.: 0
 Број врста з.д.: 0 РЛ: 1 ЛИП: 0

Подаци о неисправности ТМС

Карак. неисп.: 0 Није унето
 Смештај ТМС: 0 Није унето
 Услови кориш.: 0 Није унето
 Радња: 0 Није унето

Подаци о одржавању

Радионица: 5812 / 6
 Датум пријема: 08 јан.2003
 Активни рем.: 7,0
 Најдуже чекање: 0
 Датум предаје: 30 јан.2003
 Вид одржавања: 5 Поправка у радионици за лаки р.
 Врста интерв.: 6 Поправка без замене саставно
 Узрок неисп.: 3 Отказ услед старења при акти

Наливање оштећених стубића акумулатора и дестилисање воде

Sl. 7 – Maska „podaci o radioničkoj listi“

Radna lista, takođe, sadrži sva obrascem propisana polja, sem što je polje „planirano NČ“ dato po danima, a trebalo bi da bude povezano sa normativom aktivnosti a ne sa dnevnim planiranim angažovanjem. Međutim, i u ovoj formi može da zadovolji namenu.

LIP rezervnih delova je treća sekcija u ovoj formi koja omogućava izradu i ažuriranje obrasca MP-25 koji prati radioničku listu. Preko LIP-ova koji su evidentirani na ovaj način, prati se utrošak rezervnih delova, kao i vrsta ugrađivanih delova i sredstava na kojima su ti delovi ugrađivani (u tehničkom kartonu).

Za izradu mesečne analize potrebno je izvršiti mesečno planiranje kapaciteta. Forma za mesečno planiranje pokreće se sa glavne maske pritiskom

na taster „mesečni plan“. Ona omogućava unos planiranih gubitaka po odeljenjima, po vrstama gubitaka i po proizvodnim licima.

Budući da jedinica za TOD 186.TNC na održavanju ima veliki broj sistema veze, i da im je bitno da li su svi uređaji u nekom sistemu podvrgnuti aktivnostima preventivnog održavanja, u deo programskog paketa nazvan „sistemi“ unose se po registarskom / serijskom broju sva sredstva koja pripadaju jednom sistemu. Na osnovu radioničkih lista otvorenih u delu programa pod nazivom „evidencija“ i na osnovu toga što se otvara radionička lista za svaki registarski / serijski broj, na ekranu se za svaki sistem veze prikazuje da li je na svim delovima izvršen tehnički pregled.

Glavna maska za izveštaje nudi izradu sledećih izveštaja: realizacija kapaciteta, pregled kapaciteta po odeljenjima, pregled kapaciteta po strukturi, realizacija plana po radnicima, pregled kapaciteta za TMS-a veze, gubici po odeljenjima, gubici po odeljenjima u odnosu na jedinicu za TOd, gubici po strukturi za odeljenje, gubici po strukturi u odnosu na jedinicu za TOd, iskorišćenost kapaciteta po strukturi, tehnički pregledi i mesečni izveštaj.

Iz ovog programa dobijaju se svi izveštaji koji su propisani Uputstvom za rad jedinica za TOd i SR TMS. Takođe, dobijaju se i pregledi koji prikazuju koliko je bilo angažovanje i na kojoj vrsti poslova po odeljenjima, koliki su bili gubici u odeljenjima po vrsti gubitaka (slika 8) i koliki je taj gubitak u odnosu na gubitke cele jedinice za TOd.

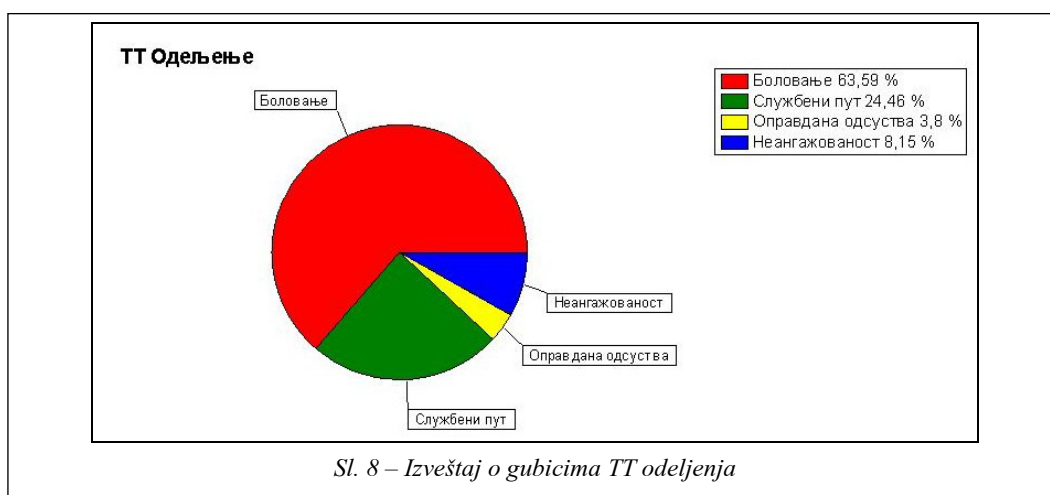
Pored toga, jedinica pojedine izveštaje radi poluautomatski, jer sistem nije sveobuhvatan i pojedini podaci se ne vode u bazi podataka. Deo programa koji prati stanje rezervnih delova u magacinu je završen, ali još uvek nije u funkciji.

Razlog za to je što je potrebno sve podatke uneti u bazu podataka kako bi se mogli koristiti. Delimično uneti podaci nisu od velike koristi. Program je podeljen na dva dela, kao i rukovaoci u jedinici. Posebno se prate rezervni delovi u magacinu r/d za sredstva veze a posebno u magacinu r/d za mototehniku. Program omogućava praćenje rezervnih delova po karticama.

Za svaku karticu omogućeno je ažuriranje stanja, kao i trebovanje na osnovu minimalne količine ili na osnovu potrebe ugradnje.

Izbor informacionih sistema održavanja

Izbor informacionih sistema održavanja zavisi od više faktora, a najbitniji su: odnos cene i kvaliteta, mogućnosti prilagođavanja potrebama korisnika, tehnička podrška i ponuđene beneficije. Budući da je korist od uvođenja informacionog sistema indirektna, često je pri izboru presudna cena. Međutim, razliku između isplativog i neisplativog informaci-



onog sistema čini odnos cene i mogućnosti da se sistem prilagodi korisnicima i da obezbedi korisne podatke za upravljanje sistemom.

Dobri informacioni sistemi imaju karakteristiku da, pored praćenja održavanja, kao neodvojivi deo procesa, prate i promet rezervnih delova. Gotovo u svim programima veliki deo je posvećen praćenju stanja u magacinu, utrošku, poručivanju i prijemu rezervnih delova.

Druga karakteristika jeste da omogućavaju planiranje preventivnog održavanja na osnovu vremenskih resursa i eksploatacionih merenja. Pojedini programi omogućavaju i statističko predviđanje eksploatacionih parametara, radi pravovremenog zakazivanja aktivnosti preventivnog održavanja.

Pored nabavke gotovih programa za automatizaciju informacionog sistema održavanja, kako su to uradile pojedine vojske u svetu, postoji i mogućnost izrade sopstvenog programskog paketa. Prednosti ovakvog načina automatizacije jesu što se program pravi „po meri korisnika“ i u potpunosti može da zadovolji njegove zahteve i potrebe. Nedostatak razvoja sopstvenog programskog paketa jeste što postoji mogućnost da analiza sistema ne bude urađena kvalitetno, da kadar koji učestvuje u izradi programa nije u dovoljnoj meri stručan za izradu takvog programa, da razvoj traje predugo, pogotovo što postoji mogućnost da se naredbodavnim putem stalno menjaju postavljene zahteve.

Bez obzira na način izrade programskog paketa, sistem mora da obezbedi materijalne resurse za automatizaciju, koja može da se vrši odjednom ili po delovima. Prednost automatizacije po delo-

vima je u tome što troškovi mogu da se rasporede na duži period, ali je tada ona sporija. Automatizaciju „odjednom“, u velikom sistemu kao što je vojska, ne mogu da izvrše ni mnogo bogatije zemlje od naše. Ako se posmatra deo sistema koji se automatizuje, ona može da se izvrši po principu „odozgo nadole“ i „odozdo nagore“. Moguća je i automatizacija po kombinovanom principu. Metod „odozgo nadole“ je najlošiji metod, jer se poslednji automatizuju oni procesi koji su na izvoru podataka. U vojnoj organizaciji najuspešniji metod je „odozdo nagore“, jer se na najnižim nivoima nalaze svi podaci i odvija se najveći broj aktivnosti održavanja.

Ono što upućuje na potrebe sistema održavanja za automatizaciju tokova podataka, može se uočiti u radovima [1, 2], i pojedinačnim aplikacijama koje su do sada razvijene. U svim ovim radovima uočavaju se neki osnovni problemi, kao što su nepostojanje adekvatnih šifarnika i nomenklature, neprecizni tokovi podataka, kao i zastarela regulativna dokumenta. Da bi se sistem održavanja automatizovao neophodno je prethodno razrešiti navedene probleme.

Zaključak

U svetu postoji mnogo aplikacija koje su razvijane za automatizaciju informacionog sistema održavanja, koje su koncipirane za nivo servisa, bilo da je to osnovna ili sporedna delatnost. Veliki industrijski sistemi neprestano ulažu ogromna sredstva u informacione tehnologije, jer im to omogućava da adekvatno reaguju na zahteve okruženja i da snize troškove održavanja.

Za razliku od svetskih trendova, u našoj zemlji se malo pažnje i sredstava posvećuje automatizaciji informacionih sistema održavanja. To je posledica ekonomske krize, ali i neekonomskog načina poslovanja preduzeća. Velike firme, kojima su potrebni sistemi za praćenje održavanja, uglavnom su u teškoj finansijskoj situaciji, a malim firmama je takvo ulaganje nerentabilno.

U Vojsci je prisutna potreba za kvalitetnim automatizovanim informacionim sistemom održavanja, i bilo je nekoliko pokušaja njegovog koncipiranja. Nijedan od ovih projekata nije doživeo da bude realizovan, jer su svi pokušaji bili usmereni na to da se automatizuje kompletan sistem istovremeno. Posledica je da je razvoj trajao predugo, urađeni projekti su nakon završetka bili prevaziđeni ili su nedostajala sredstva za implementaciju.

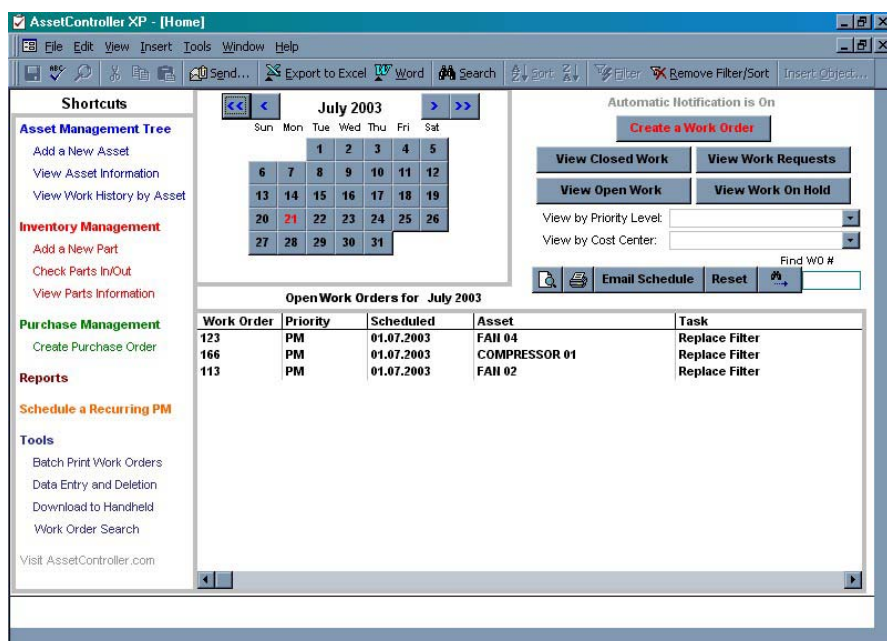
U pojedinim jedinicama Vojske SCG postoje programi koje su izradili sami korisnici sa ciljem da sebi olakšaju rad. Za ova programska rešenja karakteristično je da se njima automatizuje samo izrada manjeg broja izveštaja i da ne pružaju kompletno i kvalitetno rešenje za

automatizaciju informacionog sistema održavanja.

Rešenje za automatizaciju informacionog sistema održavanja u Vojsci ponudeno je u radu [1] a ono obuhvata automatizaciju po principu „odozdo nagore“. Predloženo rešenje u prvom koraku podrazumeva automatizaciju informacionog sistema održavanja na trupnom nivou, što omogućava automatizaciju i unos podataka na mestu nastajanja najvećeg broja podataka. Preduslov za realizaciju ovog projekta je regulisana nomenklatura TMS koja bi trebalo da bude usklađena na nivou državne zajednice.

Literatura:

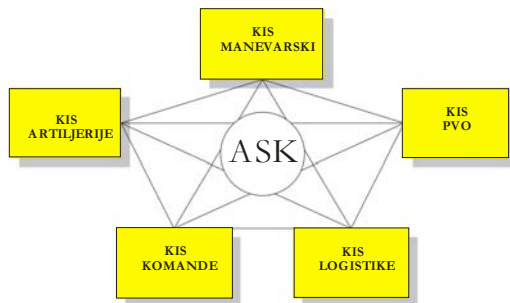
- [1] Veselinović, S.: Mogućnosti automatizacije pojedinih procesa informacionog sistema održavanja na trupnom nivou, ŠNO, Beograd, 2004.
- [2] Grupa autora: Konceptija razvoja komandno-informacionih sistema u Vojsci Jugoslavije, GŠ VJ Sektor za OP – Uprava za informatiku, Beograd, 1993.
- [3] Grupa autora: CMMS Implementation Survey Results – 2000, Plant Maintenance Resource Center, http://www.plant-maintenance.com/articles/CMMS_survey_2000.shtml, 2003.
- [4] Stanojević, P.; Mišković, B.: Mogućnosti i problemi primene savremenih strategija održavanja u vojnim sistemima, VA ŠNO, radni materijal, 2003.
- [5] Grupa autora: AssetXPMannual, Equipsoft Corporation, <http://www.asp-cmms.com/Products.htm>, 2003.
- [6] Grupa autora: MP2 Access 2000 sysover.pdf, Datastream, <http://www.datastream.net>, 2003.



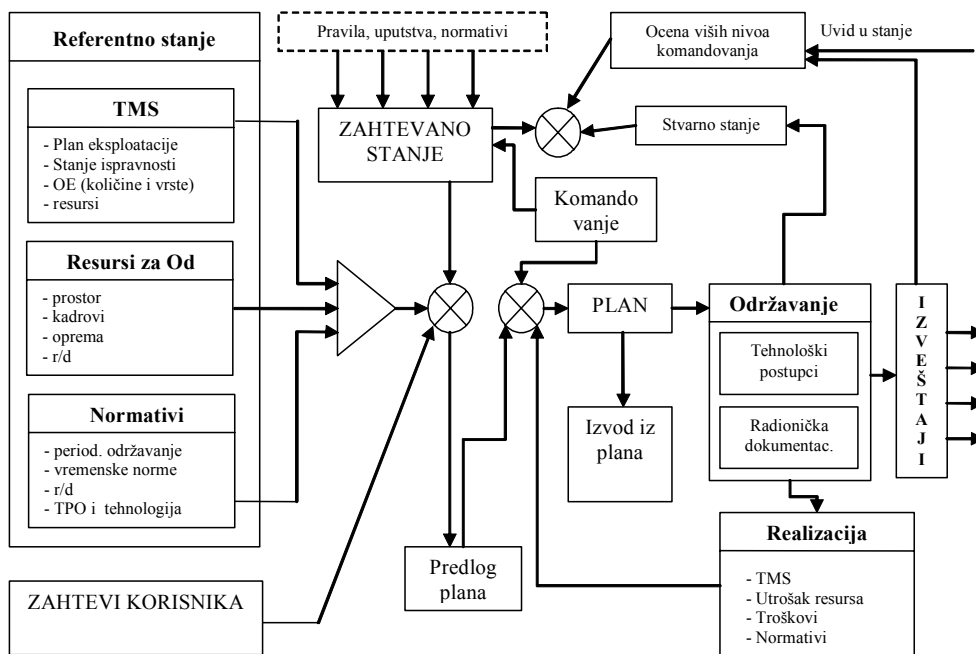
Sl. 1 – Uvodna forma programa AssetController XP



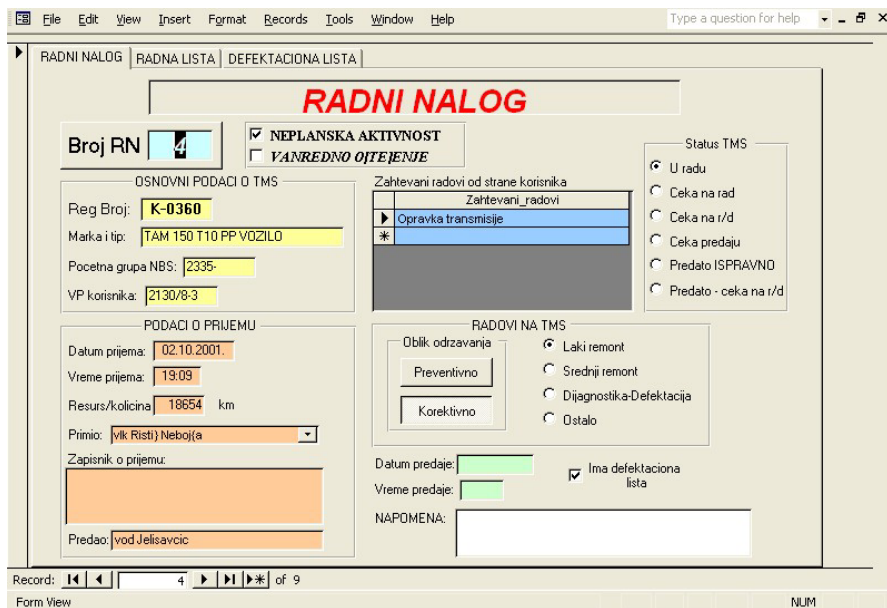
Sl. 2 – Glavna maska programa MP2



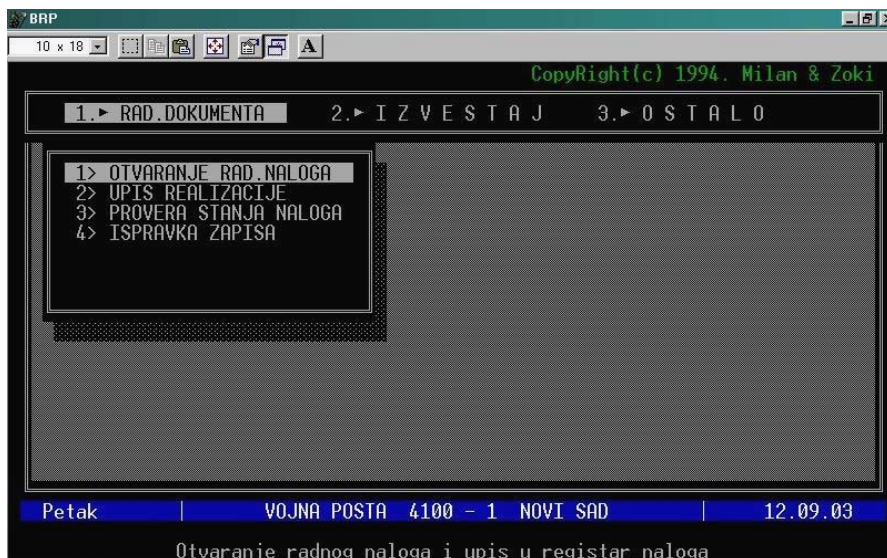
Sl. 3 – Model KIS-a Vojske



Sl. 4 – Načelna šema funkcionisanja ISOd u Vojsci



Sl. 5 – PRADOC – maska za unos radioničke liste (radni nalog)



Sl. 6 – Glavna maska programskog paketa BRP

Podaci o radioničkoj listi

Osnovni podaci (F1) | Radne liste (F2) | LIP (F3)

Радионичка листа

Одељење: А Акумулаторска станица

Број: 5

Датум: 08 јан. 2003 2003 Јануар

Врста: Планирани радови

Средство

Naziv	VP	Број	Nomenklatura	K
Наливање с	СВЕ ВП	ком	9999-	1

Ук. склад: 0 Ген. р.: 0

Време рада: 0 Није унето

Подаци о неисправном агрегату / склопу / модулу

Номенклатура: Није унето Р/Ф број: Није унето

Ук. складиш.: 0

Време рада: 0 Није унето

Подаци о узрочнику неисправности

Номенклатура: Није унето Произвођ: Није

Ознака по шеми: Није унето Врста неисп.: 0

Број врста з.д.: 0 РЛ 1 ЛИП 0

Подаци о неисправности ТМС

Карак. неисп.: 0 Није унето

Сместај ТМС: 0 Није унето

Услови кориш.: 0 Није унето

Радња: 0 Није унето

Подаци о одржавању

Радионица: 5812 / 6

Датум пријема: 08 јан. 2003

Активни рем.: 7,0

Најдуже чекање: 0

Датум предаје: 30 јан. 2003

Вид одржавања: 5 Поправка у радионици за лаки р.

Врста интерв.: 6 Поправка без замене саставно

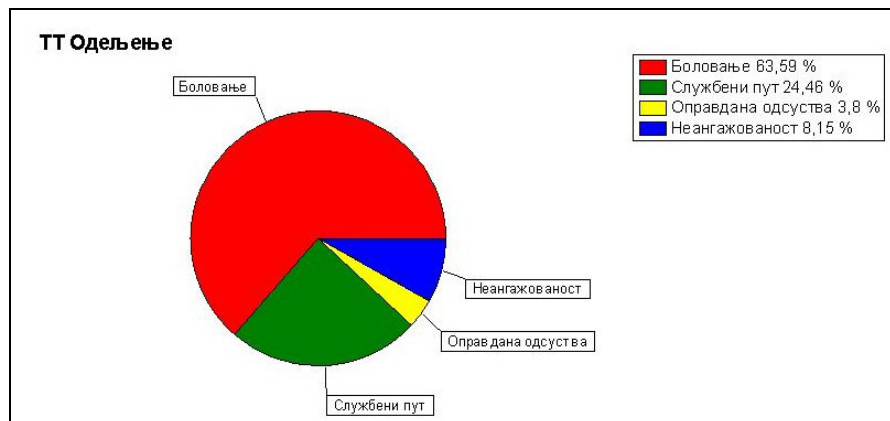
Узрок неисп.: 3 Отказ услед старења при акти

Наливање оштећених стубића акумулатора и дестилисање воде

Поништи

Сними

Sl. 7 – Maska „Podaci o radioničkoj listi“



Sl. 8 – Izveštaj o gubicima TT odeljenja

Mr Zvonko Radosavljević,
dipl. inž.
Vojnotehnički institut,
Beograd

ANALIZA PRIMENE IMM ALGORITMA ZA PRAĆENJE MANEVRIŠUĆIH CILJEVA

UDC: 621.396.969.3 : 004.421.6

Rezime:

U radu je analizirana primena IMM algoritma sa tri modela Kalmanovih filtara, za praćenje cilja pomoću osmatračkog radara. Prvi Kalmanov filter podešen je da prati ciljeve koji se kreću po pravolinijskoj trajektoriji bez ubrzanja, drugi prati ciljeve koji se kreću ubrzano i vrše blag manevar, a treći je namenjen za praćenje ciljeva koji se kreću ubrzano i vrše oštar manevar. Dat je opis algoritma kao i vrednosti odgovarajućih parametara i matrica prelaza za Kalmanove filtre, kao i uporedna analiza algoritma u odnosu na standardan Kalmanov filter šestog reda. Prikazani rezultati srednje kvadratne greške praćenja po x i y koordinati pokazuju opravdanost izbora predložene metode praćenja.

Ključne reči: praćenje manevrišućih ciljeva, teorija estimacije, Kalmanov filter.

ANALYSIS OF IMM ALGORITHM FOR MANOEUVRING TARGET TRACKING

Summary:

This paper considers comparative analysis the problem of manoeuvring target tracking to IMM algorithm with 3 standard Kalman filters and same standard Kalman filter 6. order, using data from TWS radar. The first Kalman filter from IMM algorithms is tuned for tracking of target moving along the rectilinear trajectory without acceleration, the second tracks the targets with acceleration and gentle maneuver, and the third Kalman filter tracks the target with acceleration and sharp maneuver. The mathematical model of algorithm and values of appropriate parameters and Kalman filter matrices, are presented. The results of RMSE of tracking in x and y coordinates, show the validity of the proposed method.

Key words: target tracking, theory of estimation, Kalman filter.

Uvod

Za praćenje manevrišućih ciljeva pomoću osmatračkih TWS (Track While Scan) radara, koji hipotetički mogu da se kreću po trajektorijama sa velikim mogućnostima manevra, počev od pravolinijskog kretanja do ubrzanog kretanja sa oštrim maneuvrom, koristi se IMM (Interactive Multipl Model) algoritam. Ovaj algoritam omogućava praćenje ciljeva koji se kreću

na tri načina: pravolinijski bez ubrzanja, ubrzano sa blagim maneuvrom i ubrzano sa oštrim maneuvrom, interaktivno poboljšavajući karakteristike praćenja u zavisnosti od greške koju čini svaki od filtara.

Za razumevanje rada ovog algoritma neophodno je poznavati pojam „prozora“. Pod pojmom prozora podrazumeva se odgovarajući kružni, eliptički ili pravougaoni prostor oko predviđenog položaja traga iz prethodnog skena. Sva

merjenja koja se nalaze unutar prozora razmatraju se u procesu ažuriranja traga.

Osnova IMM algoritma predstavlja paralelno korišćenje filtera za različite modele kretanja cilja. Karakteriše ga rekurzivnost, modularnost i konstantni zahtevi u pogledu računskih operacija tokom jednog ciklusa izvršavanja.

Dvodimenzionalni osmatrački radari daju podatke u polarnim koordinatama, a praćenje se vrši u Dekartovom koordinatnom sistemu. Zato je potrebno rešiti problem usklađivanja koordinatnih sistema. Prelazak iz sfernog u Dekartov koordinatni sistem uzrok je međusobne korelisanosti koordinata. U slučaju opisanom u radu pojavljuje se međusobna korelisanost koordinata. Zbog toga je potrebno pronaći matematička očekivanja složene funkcije dve međusobno korelisane promenljive preko odgovarajućih Jakobijan matrica. U literaturi [1] prikazan je model proračuna parametara praćenja manevrišućih ciljeva, pri čemu se model kretanja cilja može aproksimirati modelima kretanja u slučaju prikazanom u ovom radu.

Opis IMM algoritma

Osnovu predloženog algoritma čini N – Kalmanovih filtera, po jedan za svaki od očekivanih modela kretanja. U predloženom modelu za simulaciju usvojena je konfiguracija sa tri Kalmanova filtera koja se u literaturi pokazala optimalnom za primenu u radarskom praćenju vazdušnih manevrišućih ciljeva. Na osnovu literature [2, 3 i 4] obrađena je problematika određivanja efikasnosti praćenja cilja odabranom metodom, i dati su modeli proračuna kovarijacione matrice šuma merenja R i procesa Q . U opštem slučaju, ove matrice su nestacionarne u vre-

menu. Problem određivanja elemenata matrice R svodi se na problem poznavanja parametara senzora, dok je definisanje elemenata matrice Q povezano sa poznavanjem dinamike kretanja cilja.

U literaturi [4 i 5] dat je opis IMM algoritma. Polazi se od jednačina za stacionarni diskretni linearni sistem sa poznatim parametrima [4]:

$$x_{t+1} = Fx_t + Q_t \quad (1)$$

$$y_t = H_t x_t + R_t \quad (2)$$

gde je:

x_{t+1} – vektor stanja sistema u trenutku $t + 1$,

y_t – vektor merenja u trenutku t ,

F – matrica prelaza stanja,

H_t – matrica merenja u trenutku $t + 1$.

Posle inicijalizacije parametara i matrice prelaza iz pojedinih hipoteza izračunavaju se kovarijacione matrice šuma procesa i merenja i uslovne Bajesove verovatnoće. Ako je za n -dimenzi- oni slučajni vektor gausovski raspodeljen, tada je združena funkcija gustine verovatnoće u trenutku t za j -ti model filtra data na sledeći način [4]:

$$\Lambda_t(j) = \frac{1}{[(2\pi)^n \det(S_t^{(j)})]^{1/2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (r_t^{(j)})^T (S_t^{(j)})^{-1} r_t^{(j)} \right] \quad (3)$$

pri čemu su reziduali u trenutku t za j -ti model filtra $r_t^{(j)}$:

$$r_t^{(j)} = y_t - H \hat{x}_{t|t-1}^{(j),0} \quad (4)$$

odnosno kovarijaciona matrica reziduala:

$$S_t^{(j)} = H_t P_{t-1} H_t^T + R_t \quad (5)$$

koja se izračunava kao greška estimacije budućih stanja kretanja cilja

gde je:

R_t – matrica šuma merenja u trenutku t ,
 P_{t-1} – kovarijaciona matrica šuma merenja u trenutku $t-1$.

IMM algoritam se opisuje u nekoliko koraka [8].

Prvi korak: ciklus počinje izračunavanjem združenih verovatnoća $\mu_{t-1}(i, j)$, korišćenjem uslovne verovatnoće da model $M^{(i)}$ u trenutku $t-1$ pređe u model $M^{(j)}$ u trenutku t ,

$$\mu_{t-1}(i, j) = \frac{p(i, j) \mu_{t-1}^{(i)}}{\bar{c}^{(j)}} \quad i, j = 1, \dots, N \quad (6)$$

pri čemu je:

$$\bar{c}^{(j)} = \sum_{i=1}^N p(i, j) \mu_{t-1}^{(i)} \quad j = 1, \dots, N \quad (7)$$

Drugi korak: kombinovanjem inicijalnih združenih uslova stanja i kovarijacione matrice (sa indeksom 0) za svaki od $j = 1, \dots, N$ filtera, dobija se:

$$\hat{x}_{t-1}^{(j),0} = \sum_{i=1}^N \hat{x}_{t-1}^{(i)} \mu_{t-1}(i, j) \quad (8)$$

$$P_{t-1}^{(j),0} = \sum_{i=1}^N \mu_{t-1}^{(i,j)} \quad (9)$$

$$\left[P_{t-1}^{(j)} + (\hat{x}_{t-1}^{(i)} - \hat{x}_{t-1}^{(j),0})(\hat{x}_{t-1}^{(i)} - \hat{x}_{t-1}^{(j),0})^T \right]$$

Treći korak: izračunavanje združenih gustina verovatnoća za $j = 1, \dots, N$ filtera:

$$\Lambda_t(j) = \frac{1}{[(2\pi)^n \det(S_t^{(j)})]^{1/2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (r_t^{(j)})^T (S_t^{(j)})^{-1} r_t^{(j)} \right] \quad (10)$$

gde je:

– rezidual,

$$r_t^{(j)} = y_t - H \hat{x}_{t|t-1}^{(j),0} \quad (11)$$

– n dimenzija merenja,

– $S_t^{(j)}$ matrica kovarijanse sekvence inovacija u filtru sa modelom M_j .

Četvrti korak: ažuriranje težinskih koeficijenata:

$$\mu_t^{(j)} = \frac{1}{c} \Lambda_t^{(j)} \bar{c}^{(j)} \quad (12)$$

pri čemu je:

$$c = \sum_{j=1}^N \Lambda_t^{(j)} \bar{c}^{(j)} \quad (13)$$

Peti korak: završni korak predstavlja ponovno kombinovanje estimacija i kovarijacionih matrica, ali sa ažuriranim težinskim koeficijentima:

$$\hat{x}_t = \sum_{j=1}^N \hat{x}_t^{(j)} \mu_t^{(j)} \quad (14)$$

$$P_t = \sum_{j=1}^N \mu_t^{(j)} [P_t^{(j)} + (\hat{x}_t^{(j)} - \hat{x}_t)(\hat{x}_t^{(j)} - \hat{x}_t)^T] \quad (15)$$

Definisanje parametara i matrica IMM algoritma

Prema prethodnom opisu, formiraju se tri Kalmanova filtra, saglasno odabiru tri hipoteze o kretanja cilja. U ovom radu to su hipoteze za tri najčešća modela kretanja: ravnomerno pravolinijsko kretanje bez ubrzanja, ubrzano kretanje cilja sa blagim manevrom i ubrzano kretanje cilja sa oštrim manevrom. Zatim se definišu matematički modeli za tri vrste kretanja i formiraju ulazne procene. Matrice prelaza za pomenute hipotetičke Kalmanove filtre za IMM algoritam date su pomoću izraza (16) i (17) [1]:

$$F_1 = \begin{bmatrix} 1 & T & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & T & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$F_2 = F_3 = \begin{bmatrix} 1 & T & T^2/2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & T & T^2/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (17)$$

gde je T perioda uzimanja opservacija.

U postupku kreiranja IMM algoritma, važnu ulogu ima izbor težinskih koeficijenata uz parametre koji se ažuriraju u svakoj periodi okretanja antene radara. Matrica prelaza stanja spregnuta je sa modelom kretanja cilja, i nepromenljiva je tokom rada algoritma.

Matrica M_i zavisi od uticaja okoline na senzor i parametara senzora, odnosno, radara kojim se vrši praćenje. U slučaju TWS radara ova matrica će imati sledeći oblik [7]:

$$M_i = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,7 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0,8 & 0,2 \\ 0,2 & 0,2 & 0,6 \end{bmatrix} \quad (18)$$

Smanjenje periode skeniranja radara dovodi do povećanja koeficijenata na dijagonali i smanjenja koeficijenata van dijagonale.

U odnosu na izbor koordinatnog sistema postoje dva tipa Kalmanovih filtera – standardni i prošireni. Ukoliko su podaci sa senzora dati u Dekartovim pravouglim koordinatama (x, y) , koristi se standardni Kalmanov filter. U slučaju praćenja pomoću osmatračkog radara sa kojeg stižu podaci o azimutu i rastojanju, koriste se jednačine proširenog Kalmanovog filtra. Tada kovarijaciona matrica šuma merenja R ima dimenziju 2×2 , i izračunava se preko odgovarajućih Jakobijana, kako je prethodno opisano, na osnovu [2] i [4] na sledeći način:

$$J_{12t} = \begin{bmatrix} \cos \theta_t & -\sin \theta_t \\ \sin \theta_t & \cos \theta_t \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$R_o = \begin{bmatrix} \sigma_r^2 & 0 \\ 0 & \sigma_\theta^2 \end{bmatrix}$$

$$R_t = J_{12t} R_o J_{12t}^T$$

gde je:

θ – azimut,

σ_r – standardna devijacija po daljini,
 σ_θ – standardna devijacija po azimutu [4].

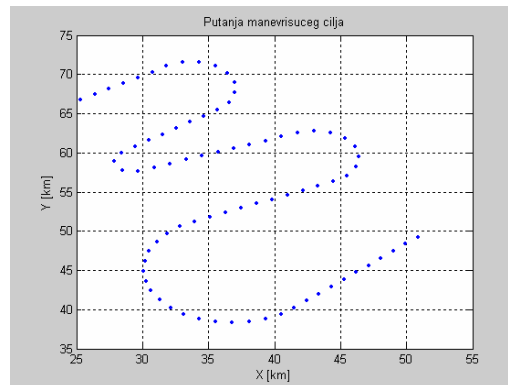
Treba uočiti da se kod proširenog Kalmanovog filtra (EKF – Extended Kalman Filter) matrica R_o ažurira u svakoj sekvenci. Na sličan način, na osnovu [1] i [8], kao primer data je kovarijaciona matrica šuma procesa, Q , za Kalmanov filter definisan preko ubrzanja:

$$Q_0 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \delta_a^2 \end{bmatrix} \quad (20)$$

$$Q = FQ_0F^T = \begin{bmatrix} 1 & T & T^2/2 \\ 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (21)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \delta_a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ T & 1 & 0 \\ T^2/2 & T & 1 \end{bmatrix}$$

pri čemu su koeficijenti neodređenosti za sve tri vrste kretanja δ_x^2 , δ_v^2 i δ_a^2 respektivno 0,005; 0,008 i 0,04 [1].

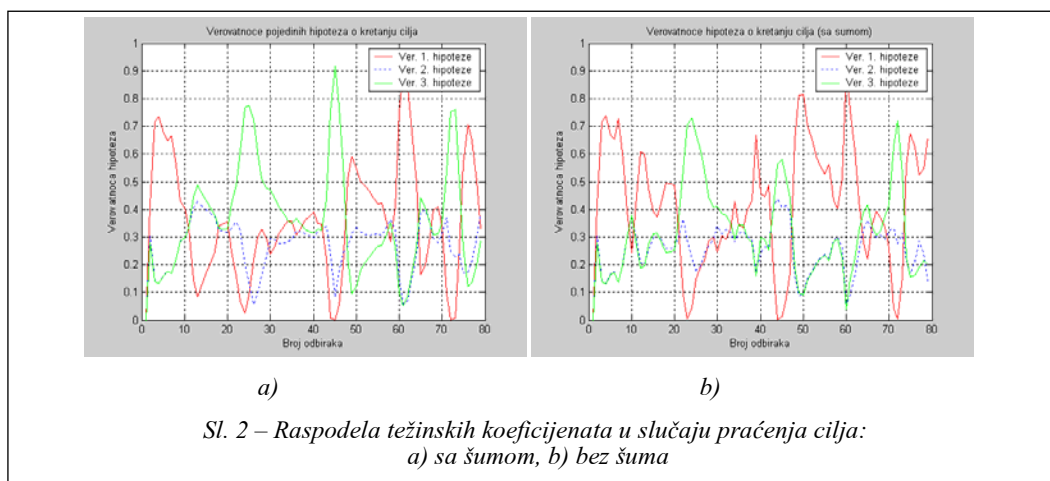


Sl. 1 – Prikaz putanje praćenja cilja

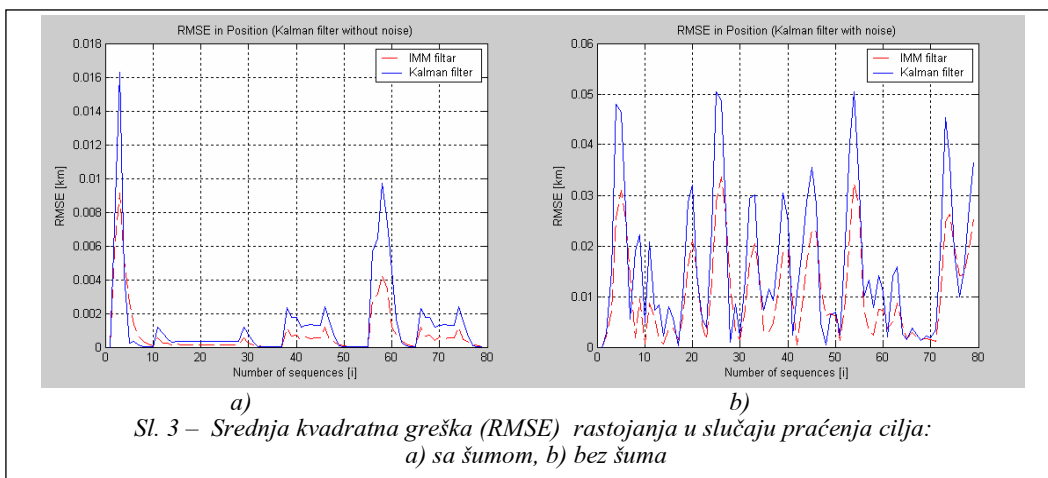
U predloženoj primeni, s obzirom na to da su podaci dati u dvodimenzionalnim Dekartovim koordinatama, koristi se standardni Kalmanov filter.

Rezultati simulacije

Simulacija sprovedena radi komparativne analize predloženog algoritma i standardnog Kalmanovog filtra šestog reda urađena je za dva slučaja: bez uticaja šuma i u prisustvu šuma. Cilj se kreće brzinom od 260 m/s, vršeći naizmenično četiri vrste manevra sa opterećenjima g,



Sl. 2 – Raspodela težinskih koeficijenata u slučaju praćenja cilja:
a) sa šumom, b) bez šuma



2g, 4g i 2g, koji se pojavljuju u intervalima između 10–28, 37–45, 55–58 i 65–73 skena respektivno, u trajanju od 78 skena [11], sa periodom od $T = 5$ s. Funkciji radijusa dodat je šum u iznosu 1% od aktuelne vrednosti rastojanja, kreiran pomoću generatora slučajnih brojeva sa normalnom raspodelom, čija je srednja vrednost nula, a standardna devijacija 1.

Na slici 2a i 2b prikazana je raspodela težinskih koeficijenata pojedinih hipoteza za slučaj dve simulacione putanje. Na njima se mogu uočiti oštri prelazi težinskih koeficijenata u trenucima kada cilj menja vrstu manevra.

Rezultati simulacije predstavljeni su srednjom kvadratnom greškom (RMSE – Root Mean Squer Error) praćenja po x i y koordinatama, koja je dobijena na osnovu simulacije Monte Karlo u 70 tačaka [8], i prikazani na slikama 3a i 3b.

Radi kvantitativnog određivanja smanjenja greške praćenja prikazan je komparativni grafikon srednje kvadratne greške po rastojanju, u slučaju predložene IMM algoritma i Kalmanovog filtra. Pored toga, povećanje greške u intervalima izvođenja manevra potvrđuje dobru

detekciju i daje mogućnost za klasifikaciju manevra [11], odnosno za klasifikaciju vojnih i civilnih vazduhoplova.

U tabeli su data izmerena vremena trajanja simulacija koje su radene u programskom paketu MATLAB 6.5, na računaru P III koji radi na frekvenciji procesora 1200 MHz u slučaju oba komparativna algoritma. Ovi rezultati potvrđuju potrebu za dužim vremenom procesiranja kod IMM algoritma.

Izmerena vremena trajanja simulacije

Testirana metoda	Vreme (s)
Kalmanov filter	70,6
IMM filter	137,1

Zaključak

U radu je prikazana komparativna analiza primene IMM algoritma sa tri modela filtra za osmatrački radar sa periodom okretanja antene od pet sekundi, u odnosu na standardni Kalmanov filter šestog reda. Prednost predložene metode za estimaciju stanja ogleda se u mogućnosti rekurzivnog uzimanja procene stanja sva tri Kalmanova filtra i izbor filtra koji za posmatrani manevar daje najbolje rezultate.

Dokazano je kvantitativno poboljšanje praćenja u odnosu na standardni Kalmanov filter preko srednje kvadratne greške pozicije po obe koordinate.

Analiziran je scenario kretanja jednog cilja bez uticaja šuma i u prisustvu generisanog šuma. Parametri senzora kojim se prati cilj imaju veliki uticaj na koeficijente IMM algoritma (npr. kovarijacionih matrica šuma merenja), a dobijeni rezultati potvrđuju pravilan izbor ovih parametara.

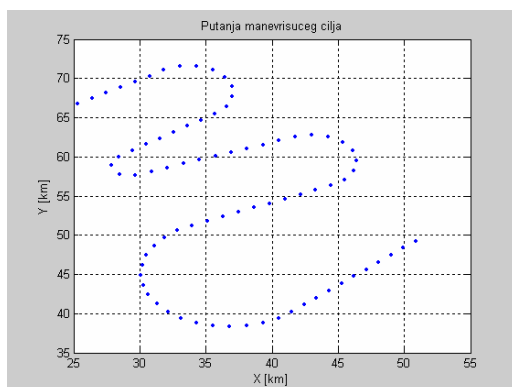
Pored toga, potrebno je napomenuti da interaktivnost predložene metode, koja se ogleda u ažuriranju težinskih koeficijenata i kovarijacione matrice greške predikcije u svakoj sekvenci, čine ovu metodu manje osetljivom na izbor početnih parametara.

Osnovni nedostatak ove metode su složena matematička izračunavanja koja angažuju veće računarske kapacitete u odnosu na standardni Kalmanov filter, tako da je opravdano korišćenje samo u slučajevima praćenja ciljeva sa širokom paletom manevra. Problem se znatno usložava uvođenjem klatera [10], pa se

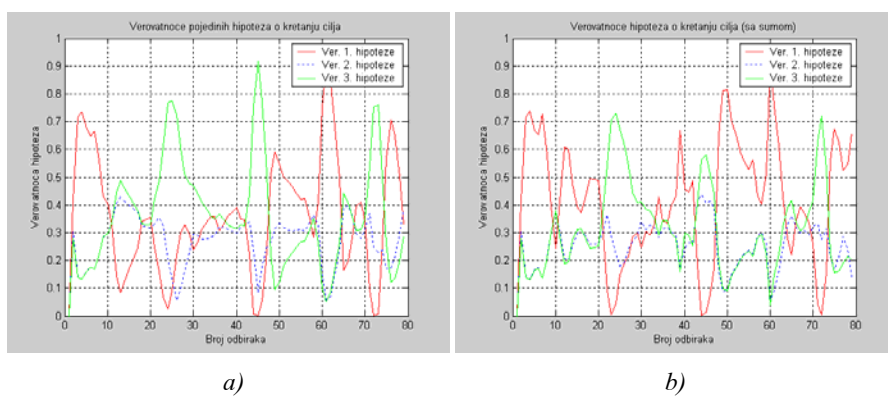
uvodi pojam konstante manevra. Ova problematika je interesantna za buduća istraživanja iz ove oblasti.

Literatura:

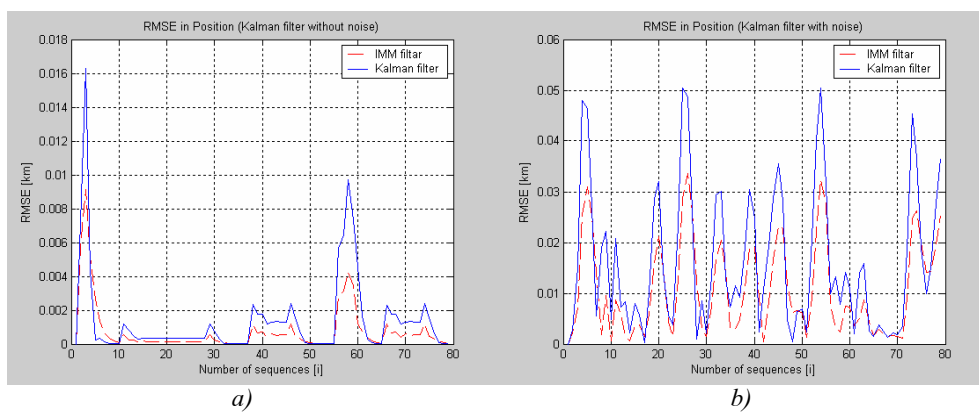
- [1] Eiserloh, P. P.: An Introduction to Kalman Filters and Applications, Electronic Combat Range, Naval Air Warfare Center, China Lake, CA, USA, January 2002.
- [2] Dikić, G.: Izbor koordinatnih sistema za praćenje ciljeva u multisenzorskom okruženju, Vojnotehnički glasnik, Beograd, 3/2002.
- [3] Đurović Z.; Kovačević, B.; Stanković, S.: Praćenje Više Pokretnih Ciljeva Pomoću Osmatračkog Radara, Naučni Tehnički Pregled, Vol. XLI, 1991, br. 7–8.
- [4] Kovačević, B.; Đurović, Z.: Fundamentals of Stochastic Signals, Systems and Estimation Theory with Worked Examples, Academic Mind, Beograd 1999.
- [5] Li, X., Bar Shalom, Y.: Design of Interacting Multiple Model Algorithm for Air Traffic Control Tracking, IEEE Transactions on Control Systems Technology, 186–194, September 1993.
- [6] Blackman, S.: Multiple-Target Tracking with Radar Applications, Artech House, Dedham 1986.
- [7] Wang, X. Challa, S.: Augmented State IMM-PDA for OOSM Solution to Maneuvering Target Tracking in Clutter, IEEE 2003, 479–485.
- [8] Karlsson, R.: Simulation Based Methods For Target Tracking, Linköping Studies in Science and Technology, Thesis No. 930, Department of Electrical Engineering, Linköping 2002.
- [9] Simeonova, I.; Semerdjiev T.: Specific Features of IMM Tracking Filter Design, Information and Security Vol. 9, 2002, pp. 154–165.
- [10] Bar-Shalom, Y.: Multitarget multisensor tracking: Advanced applications (Norwood, MA, Artech House, 1990).
- [11] Angelova, D.; Mihaylova, L.: Sequential Monte Carlo Algorithms for Joint Target Tracking and Classification Using Kinematic Radar Information.



Sl. 1 – Prikaz putanje praćenja cilja



Sl. 2 – Raspodela težinskih koeficijenata u slučaju praćenja cilja:
 a) sa šumom, b) bez šuma



Sl. 3– Srednja kvadratna greška (RMSE) rastojanja u slučaju praćenja cilja:
 a) sa šumom b) bez šuma

Mr Goran Tadić,
pukovnik, dipl. inž.
Uprava za kadrove MO SCG,
1. Regionalni centar za prekvalifikaciju,
Beograd

OCENA FUNKCIJA SAOBRAĆAJNE PODRŠKE PRIMENOM METODE PROCESNIH FUNKCIJA

UDC: 65.012.122 : 355.69

Rezime:

U naučnoj organizaciji rada razvijeno je više metoda za ocenu postojećeg organizacionog nivoa. Organizovanost se može analizirati na različitim nivoima, kao što su: poslovne funkcije, organizacijske jedinice, područja rada u okviru pojedinih funkcija ili organizacijskih jedinica, kao i elemenata poslovanja. Analitički postupak, koji daje metoda procesnih funkcija, omogućuje kvantitativno ocenjivanje organizacionog nivoa funkcija i, polazeći od toga, preciziranje i programiranje mera za dalje organizacijsko delovanje. U radu je prikazana primena metode procesnih funkcija u ocenjivanju funkcija saobraćajne podrške korpusa kopnene vojske.

Ključne reči: organizacija, sistem, organizacioni nivo, saobraćaj, transport, funkcije.

EVALUATION OF THE TRAFFIC SUPPORT FUNCTIONS USING THE PROCESSING FUNCTION METHOD

Summary:

To appraise the existing organizational solutions within the scientific organization of work, there are several methods. Organization could be analyzed at different levels such as: functionality, organizational units, working areas included in some functions or organizational units and also into work elements. Analytical order, given by the method of processing function, permits us to evaluate the level of organizational functions and starting from this point, precisising and programming orders for further organizational work could be done. In this paper, the methods of processing functions in evaluation of the functions of traffic support for army corps could be read.

Key words: organization, system, organizational level, traffic, transport, functions.

Uvod

Saobraćajna podrška (SbPo) normativno je regulisana kao delatnost komandi, štabova, uprava Vojske i jedinica saobraćajne službe (SbSl) kojima se, u saradnji sa organima za saobraćaj na teritoriji i saobraćajnim preduzećima, obezbeđuje plansko i uredno odvijanje saobraćaja i ekonomično korišćenje transportnih sredstava. Ona predstavlja skup de-

latnosti u pogledu odnosa, nadležnosti i postupaka učesnika u saobraćaju, korisnika transportnih kapaciteta, organa i jedinica koje se bave upravljanjem, organizovanjem i planiranjem, kao i regulisanjem saobraćaja.

Na osnovu pristupa i stavova iz teorije sistema može se konstatovati da SbPo pripada grupi organizacionih sistema. U okviru organizacionog sistema, s obzirom na to da je „skup mera i postu-

paka“, SbPo pripada podsistemu funkcija. Definisanje funkcije bilo kog sistema, pa i sistema SbPo, jedan je od osnovnih uslova njegovog postavljanja i organizovanja. Funkcije su podsistem organizovanja za ostvarenja ciljeva sistema. Pod pojmom funkcija podrazumeva se skup aktivnosti koje imaju međusobnu vezu, a čijim se rezultatima ostvaruju ciljevi sistema.

Kada se razmatra funkcija sistema neizostavno se mora razjasniti i pojam njegovog funkcionisanja, koje predstavlja zbir svih aktivnosti njegovih elemenata. To znači da se pojedinačnim funkcionisanjem elemenata ostvaruje funkcionisanje sistema u celini radi postizanja zajedničkog cilja [1]. Praktično, sistem svojim funkcionisanjem ostvaruje zadatke koji su mu postavljeni ili ciljeve koje je sam postavio. Kako će se ostvariti ti zadaci ili ciljevi umnogome zavisi od određivanja funkcija za njihovo ostvarenje. Funkcijama se definiše kako i šta treba da se radi.

Sistem SbPo svojim funkcionisanjem ostvaruje zadatke koji su pred njega postavljeni. Oni su definisani važećim pravilima u Vojsci, a nameće ih i sama priroda sistema. Osnovni zadaci sistema SbPo po svojoj prirodi su podeljeni u dve grupe, i to: organizovanje i upravljanje saobraćajem i organizovanje i upravljanje transportom.

Prva grupa zadataka obuhvata: planiranje korišćenja komunikacija, planiranje kretanja (marša) i regulisanje i kontrolu saobraćaja (RKSb).

Druga grupa zadataka obuhvata: planiranje korišćenja transportnih kapaciteta i izvršenje transporta.

Aktivnosti koje se u sistemu SbPo preduzimaju radi izvršavanja postavljenih zadataka, shodno njihovoj prirodi, logično je svrstati u dve grupe. Te grupe aktivnosti čine funkcije sistema SbPo. Osnovne funkcije sistema saobraćajne podrške u Vojsci realizuju se preko: saobraćajno-operativne (saobraćajne) i transportno-logističke (transportne) funkcije [2].

Pošto postoji stalna težnja ka poboljšanju funkcija sistema, u teoriji organizacionih nauka razvijene su metode za ocenu organizovanosti postojećih organizacionih rešenja. Ocenjivanje se može vršiti korišćenjem metoda analize u organizacionim teorijama društva, organizacionih analiza u vojsci i izborom metoda primerenih konkretnim zahtevima. Organizovanost se može ocenjivati na različitim nivoima, kao što su: celokupna organizacija, pojedine organizacijske jedinice, područja delatnosti, funkcije i dr. Za ocenu funkcija najpogodnija je metoda procesnih funkcija.

U radu je, korišćenjem metode procesnih funkcija, izvršeno ocenjivanje funkcija SbPo korpusa kopnene vojske (korpus) u napadnoj operaciji. Funkcije SbPo (saobraćajno-operativna, transportno-logistička) razmatrane su kao proizvodne funkcije, a štabne kao prateće procesne funkcije. Podaci za primenu metode procesnih funkcija obezbeđeni su primenom anketne metode [5].

Primena metode procesnih funkcija u saobraćajnoj podršci

Metoda procesnih funkcija može se upotrebiti za ocenjivanje organizacijskog nivoa celokupne organizacije, ili samo

pojedinih organizacijskih jedinica, područja delatnosti, funkcija i dr. Analitički postupak, koji daje metoda procesnih funkcija, omogućuje kvantitativno ocenjivanje organizacionog nivoa i, polazeći od toga, preciziranje i programiranje mera za dalje organizacijsko delovanje. U postojećim organizacionim teorijama detaljno je opisan postupak primene metode procesnih funkcija po koracima.

Da bi se metoda procesnih funkcija mogla adekvatno primeniti, potrebno je izvršiti određena prilagodavanja napadnoj operaciji korpusa. Prilagodavanja se ogledaju, pre svega, u izboru procesnih funkcija, a zatim kroz izbor proizvodnih funkcija i kriterijuma za utvrđivanje pondera i ocenjivanja zadataka.

Kao faze primene metode procesnih funkcija izabrane su:

- izbor procesnih (štabnih) i proizvodnih funkcija (funkcija SbPo),
- određivanje zadataka (područja za ocenu) saobraćajne i transportne funkcije,
- utvrđivanje kriterijuma za izbor pondera uticaja, zadataka i procesnih funkcija,

– istraživanje stanja i uticaja funkcija SbPo i procesnih funkcija korpusa u napadnoj operaciji,

– analiza rezultata funkcija SbPo i procesnih funkcija.

Izbor procesnih i poslovnih funkcija

Uzimajući u obzir devet karakterističnih procesnih funkcija, a koje su prilagođene radu organa SbSI, javlja se još jedna, koja je svojstvena vojnoj organizaciji, a to je komandovanje. Zbog toga se rad organa SbSI analizira kroz deset procesnih (štabnih) funkcija (njihov pregled dat je u tabeli 1).

Shodno navedenom, kao poslovne (proizvodne) funkcije razmatraće se, kako je to i propisano pravilima, saobraćajno-operativna i transportno-logistička funkcija.

Određivanje zadataka funkcija saobraćajne podrške

U teoriji ratne veštine operacije se posmatraju i izučavaju kroz dve faze, a to su: priprema operacije i izvođenje operacije [3].

Tabela 1

Pregled procesnih funkcija s oznakama i značenjima

Naziv procesne funkcije	Oznaka	Značenje
1. evidentiranje	Ev	Obezbeđenje podataka za sve štabne funkcije
2. obaveštavanje	Ob	Dostavljanje podataka i informacija na radna mesta organa SbSI i organa pozadine
3. kontrolisanje	Kt	Upoređivanje obavljenih aktivnosti s unapred postavljenim merilima, standardima i smernicama
4. analiziranje	An	Rastavljanje i upoređivanje i zaključivanje o uzrocima odstupanja
5. odlučivanje	Odl	Ponovno intervenisanje na zbivanja u postojećim procesima i oblikovanje budućih procesa operacije korpusa
6. planiranje	Pl	Osiguravanje potrebnih mera i elemenata za izvršavanje odluka
7. usklađivanje (koordinacija)	Us	Kombinovanje i usmeravanje pojedinačnih napora u ukupan napor
8. organizovanje	Org	Traženje i oblikovanje odgovarajućih organizacijskih postupaka i izvršavanje radnih zadataka
9. izvođenje	Izv	Konkretno izvršenje zadataka na radnim mestima organa SbSI
10. komandovanje	Kom	Dodeljivanje zadataka potčinjenim jedinicama i organima. Izdavanjem naredjenja ostvaruju se planovi, odnosno odluke

Priprema operacije obuhvata plan-ske i organizovane mere i aktivnosti komandi i jedinica kojima se stvaraju optimalni uslovi za izvršenje borbenih i drugih zadataka u operaciji. Ova faza počinje odmah po prijemu prethodnog naređenja, intenzivira se nakon prijema zadatka, a neke aktivnosti se nastavljaju i u toku izvođenja operacije. Priprema sadrži: rad komande na praćenju i proceni situacije i pripremanju odluke; organizovanje sadejstva i saradnje; planiranje operacije; pripremu komandi i jedinica za predstojeća borbena dejstva; pripremu i uređenje teritorije; dovođenje i operativni razvoj snaga. Za uspešno dovođenje i operativni razvoj u napadnoj operaciji poseban značaj ima saobraćajna podrška.

Izvođenje napadne operacije u pojedinim etapama i u celini opredeljeno je odlukom komandanta i planom operacije. Za početak se uzima vreme kada osnovne snage otpočnu borbena dejstva prema planu operacije. Obezbeđenje manevra, dotura i evakuacije, i utvrđenih prioriteta i potreba – osnovni su zadaci SbPo.

U radu će biti analizirane saobraćajna i transportna funkcija i zadaci po navedenim fazama pripreme i izvođenja operacije. Radni zadaci koji se analiziraju po proizvodnim funkcijama su:

U pripremi operacije:

Saobraćajno-operativna funkcija:

- planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju,
- planiranje korišćenja komunikacija,
- podnošenje prijave - najava za korišćenje puteva,
- planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i usklađivanje sa organima saobraćajne policije,

- planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvođenja,
- izrada dokumenata SbPo,
- kontrola izvršenja izdatih naređenja i realizacije planova za saobraćaj,
- saradnja sa operativnim organom,
- saradnja sa organima rodova,
- saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji,
- saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande,
- saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica,
- vođenje evidencije,
- popuna ljudstvom i materijalno-tehničkim sredstvima organa SbSI.

Transportno-logistička funkcija:

- podnošenje prijave za prevoženje,
- prijem i analiza prijave za prevoženje,
- planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju),
- koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ,
- saradnja sa operativno-logističkim organom,
- saradnja sa organima logističkih službi.

U izvođenju operacije:

Saobraćajno-operativna funkcija:

- praćenje situacije i predlaganje mera u skladu sa novonastalom situacijom,
- prikupljanje dopunskih podataka (po potrebi organizacija dopunskog saobraćajnog izviđanja),
- razmene informacija i održavanje veze sa organima za saobraćaj na teritoriji,
- rukovođenje četom saobraćajne vojne policije (SbVP),
- saradnja sa organom bezbednosti,

- saradnja sa operativnim organom,
 - saradnja sa organima rodova,
 - obezbeđenje utvrđenih prioriteta,
 - izveštavanje PKLo,
 - izveštavanje upravnog organa
- SbSI pretpostavljene komande,
- obaveštavanje upravnog organa
- SbSI brigada i suseda,
- planiranje kretanja neplaniranih kolona,
 - sprovođenje režima saobraćaja.
- Transportno-logistička funkcija:
- obezbeđenje korišćenja puteva za dotur i evakuaciju,
 - planiranje angažovanja vazduhoplovnih transportnih sredstava (po potrebi),
 - izvršenje prevoženja po utvrđenim planovima,
 - prijem i analiza prijave za prevoženje,
 - izrada planova za prevoženje,
 - saradnja sa operativno-logističkim organom.

Zbog obima, primena metode procesnih funkcija biće prikazana samo za ocenu funkcija SbPo u pripremi operacije. Za ocenu funkcija SbPo u izvođenju operacije primenjivala bi se ista metodologija.

Utvrđivanje kriterijuma za izbor pondera uticaja zadataka i procesnih funkcija

Pojedini zadaci imaju različit značaj za saobraćajnu i transportnu funkciju – jedni su više, a drugi manje „teški“. Ta težina određuje se ponderisanjem. Za taj postupak uzeti su kriterijumi teorije organizacije rada prilagođeni zahtevima operacije korpusa prema SbPo, a izabrani ponderi za pojedine zadatke, rezultat su sprovedene ankete i uporedne analize podataka iz tabele 2.

U metodi procesnih funkcija ponderišu se i procesne funkcije, jer sve one nemaju jednak značaj u obavljanju rada. Osnovni kriterijum za određivanje pondera jeste složenost u obavljanju zadataka, odnosno stepen specijalizacije i tipizacije pojedinih procesnih funkcija. Usvojene vrednosti date su u tabeli 3, na osnovu prilaza naučne organizacije rada i anketiranja.

Interesantno je da su ponderi naučne organizacije rada i eksperata veoma slični, sem donekle kod funkcije evidentiranja.

Tabela 2

Pregled kriterijuma za izbor pondera uticaja na izvršenje zadataka

Ponder	Kriterijum
5	Izvršavanje poslova je neophodno, jer se dovodi u pitanje SbPo korpusa u napadu
4	Izvršavanje zadataka vrlo utiče na celokupno odvijanje SbPo operacije
3	Izvršavanje zadataka utiče na ekonomičnost i racionalnost izvršenja SbPo operacije
2	Neizvršavanje zadataka uzrokuje manjkavost, ali je uprkos tome moguće odvijanje SbPo operacije
1	Izvršavanje zadataka ne utiče bitno na celovitost realizacije SbPo operacije
0	Izvršavanje zadataka nije potrebno

Pregled pondera procesnih funkcija

Procesna funkcija		Ponderi		
		Prema organizaciji rada	Prema anketi	Usvojeni ponderi
1.	evidentiranje	1	2,04	1,52
2.	obaveštavanje	2	2,82	2,41
3.	kontrolisanje	3	3,00	3,00
4.	analiziranje	3	3,00	3,00
5.	odlučivanje	5	4,28	4,64
6.	planiranje	5	4,38	4,69
7.	usklađivanje	4	4,11	4,06
8.	organizovanje	4	4,25	4,13
9.	izvođenje	2	3,14	2,57
10.	komandovanje	5	4,82	4,91

Istraživanje veza, stanja i uticaja funkcija saobraćajnog obezbeđenja i procesnih funkcija u pripremi napadne operacije korpusa

Da bi se došlo do potrebnih podataka za analizu funkcija SbPo preko procesnih funkcija potrebno je: utvrditi povezanost ove dve grupe funkcija, odrediti njihovu teoretsku značajnost (potrebne pondere) i stvarne (moguće) pondere po fazama korpusne operacije u napadu.

Povezanost zadataka funkcija saobraćajne podrške i procesnih funkcija

Radni zadaci se obavljaju u okviru aktivnosti saobraćajne i transportne funkcije SbPo po procesnim funkcijama. Povezanost funkcija SbPo po zadacima u pripremi operacije korpusa prikazana je u tabeli 4.

Ako se analizira povezanost po fazama operacije, zaključuje se da je ona znatno veća u pripremi u odnosu na izvođenje operacije, kod saobraćajno-operativne funkcije taj odnos je 137/114 a transportno-logističke 70/51, da je ujednačenija povezanost kod procesnih funk-

cija, posebno kod transportno-logističke funkcije. Kod komandovanja je ona najmanja, što je logično jer se ova aktivnost vezuje za dobijanje zadataka i izdavanje naređenja.

Povezanost zadataka u izvođenju operacije sa procesnim funkcijama, određena je analogno postupku za pripremu operacije.

Teoretski (potrebni) ponderi saobraćajne podrške

Analiza funkcija SbPo sagledava se kroz zadatke i faze operacija korpusa u napadu. Definisane i određivanje pondera zadataka SbPo dobijeni su preko kriterijuma za izbor pondera (tabela 2) i usvojeni nakon anketiranja. Vrednosti pondera zadataka funkcija SbPo prikazane su u tabeli 5 za fazu pripreme operacije.

Ponderi zadataka funkcija SbPo u izvođenju operacije određeni su analogno postupku za pripremu operacije.

Potrebni ili teoretski ponderi funkcija SbPo (P_p) dobijaju se množenjem pondera zadataka (tabela 5) i pondera procesnih funkcija (tabela 3), a matrica rezultata prikazana je u tabeli 6.

Teoretski (potrebni – P_p) ponderi zadataka u izvođenju operacije određeni su analogno postupku za pripremu operacije.

Stvarni ponderi saobraćajne podrške

U drugoj fazi utvrđuju se stvarni pokazatelji – ponderi saobraćajne i transportne funkcije SbPo, i procesnih (štapskih) funkcija, pa su time stvoreni uslovi

da se na osnovu njih dobiju vrednosti prosečnih ocena za analizu.

Zadaci saobraćajno-operativne i transportno-logističke funkcije ocenjuju se po procesnim funkcijama od 1 do 5. Ocene se dodeljuju prema usvojenim kriterijumima za određivanje ocena na osnovu uočenog stvarnog organizacionog stanja SbPo u operaciji korpusa, polazeći od vrednosti skale koju preporučuju organizacione nauke [4].

Povezanost zadataka u pripremi operacije sa procesnim funkcijama

Tabela 4

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije	Procesne funkcije											F
	Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom		
1. Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	7	
2. Planiranje korišćenja komunikacija	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	7	
3. Podnošenje prijava – najava za korišćenje puteva	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8	
4. Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i usklađivanje sa organima saobraćajne policije	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	
5. Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	
6. Izrada dokumenata SbPo	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	8	
7. Kontrola izvršenja izdatih naredenja i realizacije planova za saobraćaj	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	
8. Saradnja sa operativnim organom	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8	
9. Saradnja sa organima rodova	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8	
10. Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8	
11. Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8	
12. Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	
13. Vođenje evidencije	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	7	
14. Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	
15. Procena borbenih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6	
16. Procena prostornih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6	
17. Procena vremenskih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6	
Suma frekvencija	17	11	7	17	13	17	15	17	17	6	137	
b) Zadaci transportno-logističke funkcije												
1. Podnošenje prijava za prevoženje	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9	
2. Prijem i analiza prijava za prevoženje	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9	
3. Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	7	
4. Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	
5. Saradnja sa operativno-logističkim organom	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	9	
6. Saradnja sa organima logističkih službi	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8	
7. Procena borbenih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6	
8. Procena prostornih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6	
9. Procena vremenskih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6	
Suma frekvencija	9	5	3	9	6	9	9	9	9	2	70	

Ponderi zadataka funkcija SbPo u pripremi operacije

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		Usvojeni ponderi dobijeni anketom
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	4,80
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	4,03
3.	Podnošenje prijava – najava za korišćenje puteva	2,65
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i usklađivanje sa organima saobraćajne policije	3,98
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	3,19
6.	Izrada dokumenata SbPo	3,15
7.	Kontrola izvršenja izdatih naredenja i realizacije planova za saobraćaj	3,69
8.	Saradnja sa operativnim organom	4,44
9.	Saradnja sa organima rodova	2,92
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	3,23
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSl prepostavljene komande	2,48
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSl potčinjenih jedinica	3,84
13.	Vodenje evidencije	3,10
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSl	4,08
15.	Procena borbenih uslova	3,68
16.	Procena prostornih uslova	3,53
17.	Procena vremenskih uslova	3,51
b) Zadaci transportno-logističke funkcije		
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	3,08
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	3,38
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	4,73
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	3,65
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	3,44
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	3,50
7.	Procena borbenih uslova	3,96
8.	Procena prostornih uslova	3,58
9.	Procena vremenskih uslova	3,58

Ocene stvarnog stanja zadataka SbPo po procesnim funkcijama (O) za pripremu i izvođenje operacija korpusa dobijene su anketiranjem. U tabeli 7 date su ocene stvarnog stanja u pripremi operacije. Ocene stvarnog stanja funkcija SbPo u izvođenju operacije određene su analogno postupku za pripremu operacije.

Potrebni ponderi iz tabele 6 i ocene zadataka iz tabele 7 služe za izračunavanje stvarnih pondera (P_s) zadataka pomoću izraza:

$$P_s = \frac{P_p \cdot O}{S_o} \quad (1)$$

gde je:

P_p – potreban (teoretski) ponder zadataka,

O – ocena zadataka po procesnim funkcijama,

S_o – skala ocene (5).

Vrednosti stvarnih pondera zadataka SbPo po procesnim funkcijama u fazi pripreme operacije prikazane su u tabeli 8.

Stvarni ponderi (P_s) zadataka SbPo u izvođenju operacije određeni su analogno postupku za pripremu operacije.

Utvrđivanje prosečnih ocena zadataka saobraćajne podrške

Polazeći od nivoa (S_o) utvrđenih potrebnih vrednosti (P_p) zadataka SbPo i stvarnog stanja (P_s), u pripremi i izvođenju

nju napadne operacije korpusa, radi analize mogu se dobiti prosečne ocene (\bar{O}):

$$\bar{O} = \frac{\sum P_s}{\sum P_p} \cdot S_o \quad (2)$$

Prosečne ocene zadataka funkcija SbPo u pripremi operacije korpusa date su u tabeli 9.

Po istoj metodologiji utvrđene su prosečne ocene zadataka funkcija SbPo u izvođenju operacije. Na osnovu podataka iz table 9 i prosečnih ocena funkcija SbPo u izvođenju operacije [5] izvršeno je rangiranje funkcija SbPo prema ukupnim prosečnim ocenama.

Teoretski (potrebni – P_p) ponderi zadataka u pripremi operacije

Tabela 6

Procesne funkcije		Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom	Ukupno	
a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije	Ponderi	1,52	2,41	3,00	3,00	4,64	4,69	4,06	4,13	2,57	4,91		
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	4,80	7,30	-	-	14,40	22,27	22,51	19,49	19,82	12,34	-	118,13
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	4,03	6,13	-	-	12,09	18,70	18,90	16,36	16,64	10,36	-	99,18
3.	Podnošenje – najava za korišćenje puteva	2,65	4,03	6,39	-	7,95	12,30	12,43	10,76	10,94	6,81	-	71,60
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i uskladjivanje sa organima saobraćajne policije	3,98	6,05	9,59	11,94	11,94	18,47	18,67	16,16	16,44	10,23	19,54	139,02
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	3,19	4,85	7,69	9,57	9,57	14,80	14,96	12,95	13,17	8,20	15,66	111,43
6.	Izrada dokumenata SbPo	3,15	4,79	-	9,45	9,45	14,62	14,77	-	13,01	8,10	15,47	89,65
7.	Kontrola izvršenja izdatih naredjenja i realizacije planova za saobraćaj	3,69	5,61	8,89	11,07	11,07	17,12	17,31	14,98	15,24	9,48	18,12	128,89
8.	Saradnja sa operativnim organom	4,44	6,75	10,70	-	13,32	20,60	20,82	18,03	18,34	11,41	-	119,97
9.	Saradnja sa organima rodova	2,92	4,44	7,04	-	8,76	13,55	13,69	11,86	12,06	7,50	-	78,90
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	3,23	4,91	7,78	-	9,69	14,99	15,15	13,11	13,34	8,30	-	87,27
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	2,48	3,77	5,98	-	7,44	11,51	11,63	10,07	10,24	6,37	-	67,01
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	3,84	5,84	9,25	11,52	11,52	17,82	18,01	15,59	15,86	9,87	18,85	134,13
13.	Vodenje evidencije	3,10	4,71	7,47	9,30	9,30	-	14,54	-	12,80	7,97	-	66,09
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	4,08	6,20	9,83	12,24	12,24	18,93	19,14	16,56	16,85	10,49	20,03	142,51
15.	Procena borbenih uslova	3,68	5,59	-	-	11,04	-	17,26	14,94	15,20	9,46	-	73,49
15.	Procena prostornih uslova	3,53	5,37	-	-	10,59	-	16,56	14,33	14,58	9,07	-	70,49
17.	Procena vremenskih uslova	3,51	5,34	-	-	10,53	-	16,46	14,25	14,50	9,02	-	70,09
Ukupno		91,66	90,62	75,09	180,90	215,67	282,81	219,44	249,04	154,97	107,68	-	1667,87
b) Zadaci transportno-logističke funkcije													
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	3,08	4,68	7,42	9,24	9,24	14,29	14,45	12,50	12,72	7,92	-	92,46
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	3,38	5,14	8,15	10,14	10,14	15,68	15,85	13,72	13,96	8,69	-	101,47
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	4,73	7,19	-	-	14,19	21,95	22,18	19,20	19,53	12,16	-	116,41
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	3,65	5,55	8,80	10,95	10,95	16,94	17,12	14,2	15,07	9,38	17,92	127,49
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	3,44	5,23	8,29	-	10,32	15,96	16,13	13,97	14,21	8,84	16,89	109,84
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	3,5	5,32	8,44	-	10,50	16,24	16,42	14,21	14,46	9,00	-	94,57
7.	Procena borbenih uslova	3,96	6,02	-	-	11,88	-	18,57	16,08	16,35	10,18	-	79,08
8.	Procena prostornih uslova	3,58	5,44	-	-	10,74	-	16,79	14,53	14,79	9,20	-	71,49
9.	Procena vremenskih uslova	3,58	5,44	-	-	10,74	-	16,79	14,53	14,79	9,20	-	71,49
Ukupno		50,01	41,09	30,33	98,70	101,06	154,30	133,57	135,88	84,55	34,81	-	864,30

Tabela 7

Ocene stvarnog stanja funkcija SbPo u pripremi operacije

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		Procesne funkcije									
		Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom
		Ocene zadataka po procesnim funkcijama									
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	4,39	-	-	4,13	4,12	4,26	3,79	4,12	4,23	-
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	4,27	-	-	4,09	4,10	4,22	4,06	3,97	4,15	-
3.	Podnošenje prijava – najava za korišćenje puteva	4,31	3,14	-	4,21	4,19	3,72	3,26	3,42	4,11	-
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i usklađivanje sa organima saobraćajne policije	3,08	2,42	3,11	3,05	3,56	3,46	2,77	3,78	3,63	3,29
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izviđanja	2,76	3,22	3,14	3,31	2,86	2,86	2,86	3,21	3,61	3,78
6.	Izrada dokumenata SbPo	3,69	-	4,04	4,04	4,21	4,36	-	4,15	4,24	4,32
7.	Kontrola izvršenja izdatih naređenja i realizacije planova za saobraćaj	3,21	2,42	3,31	4,13	3,08	4,01	3,17	3,29	4,09	4,26
8.	Saradnja sa operativnim organom	3,04	2,63	-	2,81	3,05	3,11	2,57	2,62	2,95	-
9.	Saradnja sa organima rodova	2,88	2,14	-	2,16	2,14	2,54	2,12	2,39	2,29	-
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	2,76	2,01	-	2,01	2,02	2,13	2,09	2,16	2,14	-
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	3,28	3,18	-	3,21	3,31	3,51	3,09	3,10	3,16	-
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	3,36	3,31	4,03	3,48	3,81	3,62	3,20	3,24	3,34	4,13
13.	Vođenje evidencije	3,42	3,19	3,14	3,16	-	4,17	-	3,27	3,75	-
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	4,45	4,14	4,01	3,82	4,04	4,29	4,18	4,12	3,48	4,25
15.	Procena borbenih uslova	3,52	-	-	3,01	-	3,12	3,38	3,23	3,16	-
16.	Procena prostornih uslova	3,62	-	-	3,25	-	3,49	3,67	3,55	3,34	-
17.	Procena vremenskih uslova	3,46	-	-	2,86	-	3,29	3,49	3,10	3,07	-
b) Zadaci transportno-logističke funkcije											
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	4,51	3,64	4,18	4,08	4,46	4,16	4,04	4,22	4,38	-
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	4,21	4,01	4,26	4,27	4,36	4,13	4,16	4,18	4,27	-
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	4,32	-	-	4,42	4,44	4,65	4,46	4,26	4,31	-
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	4,27	4,12	3,82	4,24	4,66	4,56	4,13	4,07	4,22	4,62
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	4,20	4,16	-	4,17	4,22	4,36	4,04	4,12	4,06	4,75
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	3,91	3,86	-	3,74	3,79	4,12	3,66	3,74	3,92	-
7.	Procena borbenih uslova	3,19	-	-	3,33	-	3,44	3,76	3,52	3,66	-
8.	Procena prostornih uslova	3,46	-	-	3,63	-	3,61	3,94	3,63	3,72	-
9.	Procena vremenskih uslova	3,28	-	-	3,26	-	3,36	3,37	3,46	3,43	-

Utvrđivanje prosečnih ocena procesnih funkcija

Prosečne ocene procesnih funkcija (O_{pf}) mogu se izračunati na osnovu utvrđenih stvarnih i potrebnih pondera:

$$O_{pf} = \frac{P_s}{P_p} \cdot S_o \quad (3)$$

gde je:

P_s – stvarni ponder procesne funkcije,
 P_p – potrebni ponder procesne funkcije,
 S_o – skala ocena.

Prosečne ocene procesnih funkcija, na osnovu vrednosti potrebnih i stvarnih pondera po funkcijama SbPo i fazama operacije korpusa, date su u tabeli 11, a rangirane u tabeli 12.

Analiza rezultata primene metode procesnih funkcija

Analizirajući vrednosti pondera i prosečnih ocena, datih u tabelama od 9 do 12, može se zaključiti sledeće:

1. Od poslovnih funkcija najnižu prosečnu ocenu (3,14) ima saobraćajno-operativna funkcija u izvođenju operacije. To predstavlja njen organizacijski nivo i značaj u funkcionisanju saobraćajne podrške korpusa u napadu, koji je, u svakom slučaju, vrlo nizak. Znači da se zadaci realizuju površno i

na vlastitu inicijativu. To za posledicu ima neadekvatno obezbeđenje njenih sadržaja, kao što su: plansko korišćenje komunikacija i uredan saobraćaj pri uvođenju drugog ešelona, rezervi, gonećih odreda i kolona, premeštanje jedinica i sredstava podrške, kretanje transportnih kolona za dotur i evakuaciju, premeštanje i privlačenje logističkih jedinica borbenom poretku, kao i regulisanje i kontrola saobraćaja. Ovakvo stanje navedene funkcije dovodi u pitanje uspešnost realizacije celokupnog SbPo, a time i napadne operacije.

Stvarni ponderi (P.) zadataka SbPo u pripremi operacije

Tabela 8

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		Procesne funkcije										Ukupno
		Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom	
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	6,41	-	-	11,89	18,35	19,18	14,77	16,33	10,44	-	97,37
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	5,24	-	-	9,89	15,33	15,95	13,28	13,21	8,60	-	81,50
3.	Podnošenje prijava – najava za korišćenje puteva	3,47	4,01	-	6,69	10,31	9,25	7,02	7,48	5,60	-	53,83
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i uskladjivanje sa organima saobraćajne policije	3,73	4,64	7,43	7,28	13,15	12,92	8,95	12,43	7,43	12,86	90,82
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	2,68	4,95	6,01	6,34	8,47	8,56	7,41	8,46	5,92	11,84	70,64
6.	Izrada dokumenata SbPo	3,54	-	7,64	7,64	12,31	12,88	-	10,80	6,87	13,37	75,05
7.	Kontrola izvršenja izdatih naredenja i realizacije planova za saobraćaj	3,60	4,30	7,33	9,14	10,55	13,88	9,50	10,03	7,75	15,44	91,52
8.	Saradnja sa operativnim organom	4,10	5,63	-	7,49	12,57	12,95	9,27	9,61	6,73	-	68,35
9.	Saradnja sa organima rodova	2,56	3,01	-	3,78	5,80	6,95	5,03	5,76	3,44	-	36,33
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	2,71	3,13	-	3,90	6,06	6,45	5,48	5,76	3,55	-	37,04
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	2,47	3,80	-	4,78	7,62	8,16	6,22	6,35	4,03	-	43,43
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	3,92	6,12	9,29	8,02	13,58	13,04	9,98	10,28	6,59	15,57	96,39
13.	Vođenje evidencije	3,22	4,77	5,84	5,88	-	12,13	-	8,37	5,98	-	46,19
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	5,52	8,14	9,82	9,35	15,30	16,42	13,84	13,88	7,30	17,03	116,60
15.	Procena borbenih uslova	3,94	-	-	6,65	-	10,77	10,10	9,82	5,98	-	47,26
16.	Procena prostornih uslova	3,89	-	-	6,88	-	11,56	10,52	10,35	6,06	-	49,26
17.	Procena vremenskih uslova	3,70	-	-	6,02	-	10,83	9,95	8,99	5,54	-	45,03
Ukupno		64,70	52,50	53,36	121,62	149,40	201,88	141,32	167,91	107,81	86,11	1146,61
b) Zadaci transportno-logističke funkcije												
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	4,22	5,40	7,72	7,54	12,75	12,02	10,10	10,74	6,94	-	77,43
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	4,33	6,54	8,64	8,66	13,67	13,09	11,42	11,67	7,42	-	85,44
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	6,21	-	-	12,54	19,49	20,63	17,13	16,64	10,48	-	103,12
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	4,74	7,25	8,37	9,29	15,79	15,61	12,24	12,27	7,92	16,56	110,04
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	4,39	6,90	-	8,61	13,47	14,07	11,29	11,71	7,18	16,05	93,67
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	4,16	6,52	-	7,85	12,31	13,53	10,40	10,82	7,06	-	72,65
7.	Procena borbenih uslova	3,84	-	-	7,91	-	12,78	12,09	11,51	7,45	-	55,58
8.	Procena prostornih uslova	3,76	-	-	7,80	-	12,12	11,45	10,74	6,84	-	52,71
9.	Procena vremenskih uslova	3,57	-	-	7,00	-	11,28	9,79	10,23	6,31	-	48,18
Ukupno		39,22	32,61	24,73	77,20	87,48	125,13	105,91	106,33	67,60	32,61	698,82

Tabela 9

Prosečne ocene zadataka SbPo u pripremi operacije

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		P _p	P _s	\bar{O}
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	118,13	97,37	4,12
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	99,18	81,5	4,11
3.	Podnošenje prijava – najava za korišćenje puteva	71,60	53,83	3,76
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i usklađivanje sa organima saobraćajne policije	139,02	90,82	3,27
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	111,43	70,64	3,17
6.	Izrada dokumenata SbPo	89,65	75,05	4,19
7.	Kontrola izvršenja izdatih naređenja i realizacije planova za saobraćaj	128,89	91,52	3,55
8.	Saradnja sa operativnim organom	119,97	68,35	2,85
9.	Saradnja sa organima rodova	78,90	36,33	2,30
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	87,27	37,04	2,12
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	67,01	43,43	3,24
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	134,13	96,39	3,59
13.	Vođenje evidencije	66,09	46,19	3,49
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	142,51	116,6	4,09
15.	Procena borbenih uslova	73,49	47,26	3,22
16.	Procena prostornih uslova	70,49	49,26	3,49
17.	Procena vremenskih uslova	70,09	45,03	3,21
Ukupno		1667,85	1146,61	3,44
b) Zadaci transportno-logističke funkcije				
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	92,46	77,43	4,19
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	101,47	85,44	4,21
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	116,41	103,12	4,43
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	127,49	110,04	4,32
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	109,84	93,67	4,26
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	94,57	72,65	3,84
7.	Procena borbenih uslova	79,08	55,58	3,51
8.	Procena prostornih uslova	71,49	52,71	3,69
9.	Procena vremenskih uslova	71,49	48,18	3,37
Ukupno		864,30	698,82	4,04

Saobraćajno-operativna funkcija u pripremi operacije je sledeća funkcija sa niskom prosečnom ocenom (3,44), mada nešto višom od iste funkcije u izvođenju operacije. U pripremnom periodu ovom funkcijom treba obezbediti uredan saobraćaj u toku dovođenja, grupisanja i razvođenja snaga i sredstava za napad u toku podilaženja i razvoja glavnine ili pri dovođenju snaga iz dubine. Ovako niska ocena ukazuje na to da se zadaci ne obavljaju po organizacijskim propisima i uputstvima pretpostavljenih, nego uglavnom na vlastitu inicijativu. To ne daje

garanciju uspešnog obezbeđenja navedenih sadržaja ove funkcije.

Ovi podaci ukazuju na neadekvatan značaj i organizacijski nivo koji saobraćajno-operativne funkcije imaju u funkcionisanju saobraćajne podrške korpusa u napadnoj operaciji. Prema konstatovanom stanju sadržaji saobraćajno-operativne funkcije u pripremi, a naročito u izvođenju napadne operacije, neće biti uspešno realizovani. To može imati za posledicu neblagovremeno dovođenje, grupisanje i razvoj snaga za napad, nagomilavanje jedinica na komunikacijama,

koncentraciju velikog broja jedinica na malom prostoru, neblagovremeno uvođenje drugog ešelona i rezerve u borbu, kašnjenja u doturu i evakuaciji, sporo premeštanje jedinica, kao i kretanje gonećih odreda i kolona.

2. Transportno-logistička funkcija u pripremi operacije ima najvišu prosečnu ocenu (4,04). S obzirom na to da se u pripremi napadne operacije organi pozadine nalaze na teroriji pod kontrolom vlastitih snaga, a kretanja jedinica su planska i nisu izložena neposrednom dejstvu neprijatelja, uslovi za izvr-

šavanje zadataka transportno-logističke funkcije su povoljni. Ovom funkcijom u pripremnom periodu treba obezbediti uredan transport i pravilno korišćenje transportnih sredstava u toku dovodenja, grupisanja i razvođenja snaga i sredstava za napad u toku podilaženja i razvoja glavnine ili pri dovođenju snaga iz dubine i rejonu prikupljanja u očekujuće rejone. Na osnovu dobijene prosečne ocene može se zaključiti da će se izvršenjem zadataka ove funkcije umnogome doprineti realizaciji SbPo, kao i ukupnoj pripremi operacije.

Tabela 10

Rangiranje funkcija SbPo

Naziv funkcije		Suma potrebnih pondera	Suma stvarnih pondera	Prosečna ocena
1.	Transportno-logistička (priprema operacije)	864,30	698,82	4,04
2.	Transportno-logistička (izvođenje operacije)	616,09	460,88	3,74
3.	Saobraćajno-operativna (priprema operacije)	1667,85	1146,61	3,44
4.	Saobraćajno-operativna (izvođenje operacije)	1369,56	861,23	3,14
Ukupno		4517,81	3167,54	3,51

Tabela 11

Prosečne ocene procesnih funkcija po funkcijama SbPo

Funkcije SbPo		Štapske funkcije										Ukupno
		Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom	
1.	Transportno-logistička (priprema operacije)	3,92	3,97	4,08	3,91	4,33	4,05	3,96	3,91	4,00	4,68	4,04
2.	Transportno-logistička (izvođenje operacije)	3,75	3,65	3,49	3,41	3,82	4,02	3,45	3,80	3,83	4,04	3,74
3.	Saobraćajno-operativna (priprema operacije)	3,53	2,90	3,55	3,36	3,46	3,57	3,22	3,37	3,48	4,00	3,44
4.	Saobraćajno-operativna (izvođenje operacije)	3,17	2,89	3,10	3,00	3,04	3,33	2,82	3,33	3,13	3,64	3,14
U k u p n o		3,54	3,16	3,46	3,38	3,52	3,66	3,31	3,53	3,53	3,96	3,51

Rangiranje procesnih funkcija

Tabela 12

Naziv funkcije		Ponder	Suma potrebnih pondera	Suma stvarnih pondera	Prosečna ocena
1.	komandovanje	4,91	279,28	221,44	3,96
2.	planiranje	4,69	748,10	547,27	3,66
3.	evidentiranje	1,52	242,46	171,45	3,54
4.	organizovanje	4,13	658,78	464,57	3,53
5.	izvođenje	2,57	409,93	289,59	3,53
6.	odlučivanje	4,64	624,40	439,19	3,52
7.	kontrolisanje	3,00	210,18	145,59	3,46
8.	analiziranje	3,00	478,53	323,16	3,38
9.	usklađivanje	4,06	598,35	396,16	3,31
10.	obaveštavanje	2,41	267,80	169,12	3,16
Ukupno		34,93	451781	3167,54	3,51

Prosečna ocena transportno-logističke funkcije u izvođenju operacije je nešto niža (3,74) u odnosu na istu funkciju u pripremi operacije. Njome je potrebno omogućiti pravilno korišćenje transportnih sredstava pri prebacivanju drugog ešelona, gonećih odreda, rezervi i drugih delova borbenog poretka za izvršenje dotura i evakuacije povređenog i obolelog ljudstva. Izvršenje ove funkcije omogućava prilično uspešnu realizaciju SbPo u celini kao i izvođenje napadne operacije.

I pored toga što omogućavaju relativno uspešno sprovođenje SbPo transportno-logističke funkcije u pripremi i izvođenju napadne operacije, njihove prosečne ocene nisu visoke. Takvo stanje nameće potrebu za iznalaženje rešenja kojima bi se realizacija zadataka ove funkcije poboljšala.

3. Zadaci funkcije sa najnižom prosečnom ocenom, koji imaju veliku razliku između potrebnih i stvarnih pondera i niske prosečne ocene su: saradnja sa organima rodova (2,00), planiranje kretanja neplaniranih kolona (2,24), rukovođenje četom SbVP (2,32), saradnja sa organom bezbednosti (2,58), razmena informacija i održavanje veze sa organima za saobraćaj na teritoriji (2,77) i saradnja sa operativnim organom (2,79).

Niske prosečne ocene i odnos stvarnih i potrebnih pondera navedenih zadataka ukazuje na njihovu zapostavljenost u organizaciji. Uočava se neadekvatna saradnja upravnog organa SbSl sa organima rodova, organom bezbednosti, operativnim organom i organima za saobraćaj na teritoriji.

4. Posmatrajući ocene procesnih funkcija po poslovnim funkcijama uočljivo je da su najniže ocene u saobraćajno-operativnoj funkciji u izvođenju operacije. Najniže ocene imaju: usklađivanje – koordinacija (2,82), obaveštavanje (2,89), analiza (3,00), odlučivanje (3,04) itd. Ovakve ocene ukazuju na potrebu izmene i poboljšanja navedenih procesnih funkcija.

5. Rang procesnih (štapskih) funkcija pokazuje koje su funkcije sa niskim prosečnim ocenama, a kojima treba posvetiti veću pažnju. Posebno se ističu funkcije obaveštavanja, usklađivanja (koordinacije) i analiziranja sa visokim ponderima a niskim prosečnim ocenama.

6. Prilično niska ukupna prosečna ocena (3,51) procesnih i poslovnih funkcija, koja je prema kriterijumu naučne organizacije donja prihvatljiva vrednost, ukazuje na potrebu poboljšanja u sistemu rukovođenja i komandovanja.

Zaključak

Rezultati analize mogu se iskoristiti za poboljšanje rada organa SbSl i funkcionisanja SbPo. Moguća rešenja koja bi dovela do poboljšanja mogu biti kratkoročna i dugoročna.

Kratkoročna rešenja su ona koja bi se mogla primeniti u toku napadne operacije, a po njenom završetku se ukidaju, kao i ona koja ne zahtevaju posebne snage i sredstva, niti promene u organizacionoj strukturi korpusa.

U napadnoj operaciji se, kao moguće rešenje, kojim bi se poboljšao rad organa SbSl i funkcionisanja SbPo, upravni organ SbSl deli na dva dela. Podela bi se mogla izvršiti tako da na-

čelnik bude na komandnom mestu u organu za operativne poslove, a da referent ostane na logističkom komandnom mestu u organu za logistiku. Ovu podelu uputno je uraditi zato što napadnu operaciju karakterišu masovna kretanja, a njihovo planiranje se vrši u organu za operativne poslove. Radom načelnika SbSl u tom organu znatno bi se poboljšale sve funkcije, a posebno one sa niskim prosečnim ocenama (obaveštavanje, usklađivanje, analiziranje i dr.), kao i zadaci sa niskim prosečnim ocenama (saradnja sa organima rodova, planiranje kretanja neplaniranih kolona, rukovođenje četom SbVP i dr.). Na ovaj način sadržaji saobraćajno-operativne funkcije bili bi znatno bolje realizovani.

S obzirom na to da korpus nema transportnu jedinicu, referent SbSl u organu za pozadinu bi, u domenu planiranja, mogao uspešno realizovati sadržaje transportno-logističke funkcije.

Do dugoročnih rešenja, koja bi se trajno koristila, mora se doći istraživanjem. Do tih rešenja može se doći preko organizacijskog projektovanja, reorganizacijom organa SbSl po broju i kapacitetu, preraspodelom nadležnosti, primenom logistike, osavremenjavanjem stare i uvođenjem nove informatičke tehnologije i dr.

Metoda procesnih funkcija vrlo je pogodna za ocenjivanje postojećih organizacionih rešenja. Ona se može vrlo uspešno primenjivati za ocenjivanje organizacijskog nivoa celokupne organizacije ili samo pojedinih organizacijskih jedinica, područja delatnosti, funkcija i dr. Analitički postupak koji daje metoda procesnih funkcija omo-

gućuje kvantitativno ocenjivanje organizacionog nivoa i, polazeći od toga, preciziranje i programiranje mera za dalje organizacijsko delovanje. Kao takva, ona je vrlo značajna u proučavanju i dogradnji organizacionih sistema, pa time i sistema saobraćajne podrške i njegovih funkcija.

Literatura:

- [1] Marjanović, S.: Primena kibernetike u rukovođenju radnim organizacijama, Informator, Zagreb, 1982.
- [2] Dozet, S. i dr.: Saobraćajno obezbeđenje oružanih snaga, Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd, 1988.
- [3] Operacije oružanih snaga u ONOR-u, CVVŠ, Beograd, 1986.
- [4] Kapustić, S.: Metodika organizacijskog projektiranja, Organizacija za grafičku djelatnost, Samobor, 1984.
- [5] Tadić, G.: Uticaj organizacione strukture saobraćajne službe na funkcionisanje saobraćajnog obezbeđenja korpusa kopnene vojske u napadu, magistarski rad, VA VJ, Beograd, 2000.

Tabela 1

Pregled procesnih funkcija s oznakama i značenjima

Naziv procesne funkcije		Oznaka	Značenje
1.	evidentiranje	Ev	Obezbeđenje podataka za sve štabne funkcije
2.	obaveštavanje	Ob	Dostavljanje podataka i informacija na radna mesta organa SbSl i organa pozadine
3.	kontrolisanje	Kt	Upoređivanje obavljenih aktivnosti s unapred postavljenim merilima, standardima i smernicama
4.	analiziranje	An	Rastavljanje i upoređivanje i zaključivanje o uzrocima odstupanja
5.	odlučivanje	Odl	Ponovno intervenisanje na zbivanja u postojećim procesima i oblikovanje budućih procesa operacije korpusa
6.	planiranje	Pl	Osiguravanje potrebnih mera i elemenata za izvršavanje odluka
7.	usklađivanje (koordinacija)	Us	Kombinovanje i usmeravanje pojedinačnih napora u ukupan napor
8.	organizovanje	Org	Traženje i oblikovanje odgovarajućih organizacijskih postupaka i izvršavanje radnih zadataka
9.	izvođenje	Izv	Konkretno izvršenje zadataka na radnim mestima organa SbSl
10.	komandovanje	Kom	Dodeljivanje zadataka potčinjenim jedinicama i organima. Izdavanjem naređenja ostvaruju se planovi, odnosno odluke

Tabela 2

Pregled kriterijuma za izbor pondera uticaja na izvršenje zadataka

Ponder	Kriterijum
5	Izvršavanje poslova je neophodno, jer se dovodi u pitanje SbPo korpusa u napadu
4	Izvršavanje zadataka vrlo utiče na celokupno odvijanje SbPo operacije
3	Izvršavanje zadataka utiče na ekonomičnost i racionalnost izvršenja SbPo operacije
2	Neizvršavanje zadataka uzrokuje manjkavost, ali je uprkos tome moguće odvijanje SbPo operacije
1	Izvršavanje zadataka ne utiče bitno na celovitost realizacije SbPo operacije
0	Izvršavanje zadataka nije potrebno

Tabela 3

Pregled pondera procesnih funkcija

Procesna funkcija		Ponderi		
		Prema organizaciji rada	Prema anketi	Usvojeni ponderi
1.	evidentiranje	1	2,04	1,52
2.	obaveštavanje	2	2,82	2,41
3.	kontrolisanje	3	3,00	3,00
4.	analiziranje	3	3,00	3,00
5.	odlučivanje	5	4,28	4,64
6.	planiranje	5	4,38	4,69
7.	usklađivanje	4	4,11	4,06
8.	organizovanje	4	4,25	4,13
9.	izvođenje	2	3,14	2,57
10.	komandovanje	5	4,82	4,91

Tabela 4

Povezanost zadataka u pripremi operacije sa procesnim funkcijama

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije	Procesne funkcije										F
	Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom	
1. Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	7
2. Planiranje korišćenja komunikacija	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	7
3. Podnošenje prijava – najava za korišćenje puteva	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8
4. Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i usklađivanje sa organima saobraćajne policije	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
5. Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
6. Izrada dokumenata SbPo	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	8
7. Kontrola izvršenja izdatih naredenja i realizacije planova za saobraćaj	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
8. Saradnja sa operativnim organom	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8
9. Saradnja sa organima rodova	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8
10. Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8
11. Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8
12. Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
13. Vođenje evidencije	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	7
14. Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
15. Procena borbenih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6
16. Procena prostornih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6
17. Procena vremenskih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6
Suma frekvencija	17	11	7	17	13	17	15	17	17	6	137
b) Zadaci transportno-logističke funkcije											
1. Podnošenje prijava za prevoženje	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9
2. Prijem i analiza prijava za prevoženje	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9
3. Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	7
4. Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
5. Saradnja sa operativno-logističkim organom	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	9
6. Saradnja sa organima logističkih službi	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	8
7. Procena borbenih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6
8. Procena prostornih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6
9. Procena vremenskih uslova	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	6
Suma frekvencija	9	5	3	9	6	9	9	9	9	2	70

Ponderi zadataka funkcija SbPo u pripremi operacije

Tabela 5

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		Usvojeni ponderi dobijeni anketom
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	4,80
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	4,03
3.	Podnošenje prijava – najava za korišćenje puteva	2,65
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i uskladjivanje sa organima saobraćajne policije	3,98
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	3,19
6.	Izrada dokumenata SbPo	3,15
7.	Kontrola izvršenja izdatih naredenja i realizacije planova za saobraćaj	3,69
8.	Saradnja sa operativnim organom	4,44
9.	Saradnja sa organima rodova	2,92
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	3,23
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSl pretpostavljene komande	2,48
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSl potčinjenih jedinica	3,84
13.	Vodjenje evidencije	3,10
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSl	4,08
15.	Procena borbenih uslova	3,68
16.	Procena prostornih uslova	3,53
17.	Procena vremenskih uslova	3,51
b) Zadaci transportno-logističke funkcije		
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	3,08
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	3,38
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	4,73
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	3,65
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	3,44
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	3,50
7.	Procena borbenih uslova	3,96
8.	Procena prostornih uslova	3,58
9.	Procena vremenskih uslova	3,58

Teoretski (potrebni – P_p) ponderi zadataka u pripremi operacije

Tabela 6

Procesne funkcije		Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom	Ukupno	
a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		Ponderi	1.52	2.41	3.00	3.00	4.64	4.69	4.06	4.13	2.57		4.91
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	4.80	7.30	-	-	14.40	22.27	22.51	19.49	19.82	12.34	-	118.13
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	4.03	6.13	-	-	12.09	18.70	18.90	16.36	16.64	10.36	-	99.18

3.	Podnošenje prijava - najava za korišćenje puteva	2.65	4.03	6.39	-	7.95	12.30	12.43	10.76	10.94	6.81	-	71.60
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i uskladjivanje sa organima saobraćajne policije	3.98	6.05	9.59	11.94	11.94	18.47	18.67	16.16	16.44	10.23	19.54	139.02
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	3.19	4.85	7.69	9.57	9.57	14.80	14.96	12.95	13.17	8.20	15.66	111.43
6.	Izrada dokumenata SbPo	3.15	4.79	-	9.45	9.45	14.62	14.77	-	13.01	8.10	15.47	89.65
7.	Kontrola izvršenja izdatih naredjenja i realizacije planova za saobraćaj	3.69	5.61	8.89	11.07	11.07	17.12	17.31	14.98	15.24	9.48	18.12	128.89
8.	Saradnja sa operativnim organom	4.44	6.75	10.70	-	13.32	20.60	20.82	18.03	18.34	11.41	-	119.97
9.	Saradnja sa organima rodova	2.92	4.44	7.04	-	8.76	13.55	13.69	11.86	12.06	7.50	-	78.90
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	3.23	4.91	7.78	-	9.69	14.99	15.15	13.11	13.34	8.30	-	87.27
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	2.48	3.77	5.98	-	7.44	11.51	11.63	10.07	10.24	6.37	-	67.01
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	3.84	5.84	9.25	11.52	11.52	17.82	18.01	15.59	15.86	9.87	18.85	134.13
13.	Vodenje evidencije	3.10	4.71	7.47	9.30	9.30	-	14.54	-	12.80	7.97	-	66.09
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	4.08	6.20	9.83	12.24	12.24	18.93	19.14	16.56	16.85	10.49	20.03	142.51
15.	Procena borbenih uslova	3.68	5.59	-	-	11.04	-	17.26	14.94	15.20	9.46	-	73.49
16.	Procena prostornih uslova	3.53	5.37	-	-	10.59	-	16.56	14.33	14.58	9.07	-	70.49
17.	Procena vremenskih uslova	3.51	5.34	-	-	10.53	-	16.46	14.25	14.50	9.02	-	70.09
Ukupno			91.66	90.62	75.09	180.90	215.67	282.81	219.44	249.04	154.97	107.68	1667.87
b) Zadaci transportno-logističke funkcije													
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	3,08	4.68	7.42	9.24	9.24	14.29	14.45	12.50	12.72	7.92	-	92.46
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	3,38	5.14	8.15	10.14	10.14	15.68	15.85	13.72	13.96	8.69	-	101.47
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	4,73	7.19	-	-	14.19	21.95	22.18	19.20	19.53	12.16	-	116.41
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZIJ	3,65	5.55	8.80	10.95	10.95	16.94	17.12	14.82	15.07	9.38	17.92	127.49
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	3,44	5.23	8.29	-	10.32	15.96	16.13	13.97	14.21	8.84	16.89	109.84
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	3,5	5.32	8.44	-	10.50	16.24	16.42	14.21	14.46	9.00	-	94.57
7.	Procena borbenih uslova	3,96	6.02	-	-	11.88	-	18.57	16.08	16.35	10.18	-	79.08
8.	Procena prostornih uslova	3,58	5.44	-	-	10.74	-	16.79	14.53	14.79	9.20	-	71.49
9.	Procena vremenskih uslova	3,58	5.44	-	-	10.74	-	16.79	14.53	14.79	9.20	-	71.49
Ukupno			50.01	41.09	30.33	98.70	101.06	154.30	133.57	135.88	84.55	34.81	864.30

Tabela 7

Ocene stvarnog stanja funkcija SbPo u pripremi operacije

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		Procesne funkcije									
		Ev	Oby	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom
		Ocene zadataka po procesnim funkcijama									
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	4.39	-	-	4.13	4.12	4.26	3.79	4.12	4.23	-
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	4.27	-	-	4.09	4.10	4.22	4.06	3.97	4.15	-

3.	Podnošenje prijava – najava za korišćenje puteva	4.31	3.14	-	4.21	4.19	3.72	3.26	3.42	4.11	-
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i usklađivanje sa organima saobraćajne policije	3.08	2.42	3.11	3.05	3.56	3.46	2.77	3.78	3.63	3.29
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izviđanja	2.76	3.22	3.14	3.31	2.86	2.86	2.86	3.21	3.61	3.78
6.	Izrada dokumenata SbPo	3.69	-	4.04	4.04	4.21	4.36	-	4.15	4.24	4.32
7.	Kontrola izvršenja izdatih naređenja i realizacije planova za saobraćaj	3.21	2.42	3.31	4.13	3.08	4.01	3.17	3.29	4.09	4.26
8.	Saradnja sa operativnim organom	3.04	2.63	-	2.81	3.05	3.11	2.57	2.62	2.95	-
9.	Saradnja sa organima rodova	2.88	2.14	-	2.16	2.14	2.54	2.12	2.39	2.29	-
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	2.76	2.01	-	2.01	2.02	2.13	2.09	2.16	2.14	-
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	3.28	3.18	-	3.21	3.31	3.51	3.09	3.10	3.16	-
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	3.36	3.31	4.03	3.48	3.81	3.62	3.20	3.24	3.34	4.13
13.	Vođenje evidencije	3.42	3.19	3.14	3.16	-	4.17	-	3.27	3.75	-
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	4.45	4.14	4.01	3.82	4.04	4.29	4.18	4.12	3.48	4.25
15.	Procena borbenih uslova	3.52	-	-	3.01	-	3.12	3.38	3.23	3.16	-
16.	Procena prostornih uslova	3.62	-	-	3.25	-	3.49	3.67	3.55	3.34	-
17.	Procena vremenskih uslova	3.46	-	-	2.86	-	3.29	3.49	3.10	3.07	-
b) Zadaci transportno-logističke funkcije											
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	4.51	3.64	4.18	4.08	4.46	4.16	4.04	4.22	4.38	-
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	4.21	4.01	4.26	4.27	4.36	4.13	4.16	4.18	4.27	-
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	4.32	-	-	4.42	4.44	4.65	4.46	4.26	4.31	-
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	4.27	4.12	3.82	4.24	4.66	4.56	4.13	4.07	4.22	4.62
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	4.20	4.16	-	4.17	4.22	4.36	4.04	4.12	4.06	4.75
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	3.91	3.86	-	3.74	3.79	4.12	3.66	3.74	3.92	-
7.	Procena borbenih uslova	3.19	-	-	3.33	-	3.44	3.76	3.52	3.66	-
8.	Procena prostornih uslova	3.46	-	-	3.63	-	3.61	3.94	3.63	3.72	-
9.	Procena vremenskih uslova	3.28	-	-	3.26	-	3.36	3.37	3.46	3.43	-

Stvarni ponderi (P_j) zadataka SbPo u pripremi operacije

Tabela 8

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		Procesne funkcije										Ukupno
		Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom	
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	6.41	-	-	11.89	18.35	19.18	14.77	16.33	10.44	-	97.37
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	5.24	-	-	9.89	15.33	15.95	13.28	13.21	8.60	-	81.50
3.	Podnošenje prijava - najava za korišćenje puteva	3.47	4.01	-	6.69	10.31	9.25	7.02	7.48	5.60	-	53.83
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i usklađivanje sa organima saobraćajne policije	3.73	4.64	7.43	7.28	13.15	12.92	8.95	12.43	7.43	12.86	90.82

5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	2.68	4.95	6.01	6.34	8.47	8.56	7.41	8.46	5.92	11.84	70.64
6.	Izrada dokumenata SbPo	3.54	-	7.64	7.64	12.31	12.88	-	10.80	6.87	13.37	75.05
7.	Kontrola izvršenja izdatih naređenja i realizacije planova za saobraćaj	3.60	4.30	7.33	9.14	10.55	13.88	9.50	10.03	7.75	15.44	91.52
8.	Saradnja sa operativnim organom	4.10	5.63	-	7.49	12.57	12.95	9.27	9.61	6.73	-	68.35
9.	Saradnja sa organima rodova	2.56	3.01	-	3.78	5.80	6.95	5.03	5.76	3.44	-	36.33
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	2.71	3.13	-	3.90	6.06	6.45	5.48	5.76	3.55	-	37.04
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	2.47	3.80	-	4.78	7.62	8.16	6.22	6.35	4.03	-	43.43
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	3.92	6.12	9.29	8.02	13.58	13.04	9.98	10.28	6.59	15.57	96.39
13.	Vodenje evidencije	3.22	4.77	5.84	5.88	-	12.13	-	8.37	5.98	-	46.19
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	5.52	8.14	9.82	9.35	15.30	16.42	13.84	13.88	7.30	17.03	116.60
15.	Procena borbenih uslova	3.94	-	-	6.65	-	10.77	10.10	9.82	5.98	-	47.26
16.	Procena prostornih uslova	3.89	-	-	6.88	-	11.56	10.52	10.35	6.06	-	49.26
17.	Procena vremenskih uslova	3.70	-	-	6.02	-	10.83	9.95	8.99	5.54	-	45.03
	Ukupno	64.70	52.50	53.36	121.62	149.40	201.88	141.32	167.91	107.81	86.11	1146.61
b) Zadaci transportno-logističke funkcije												
1.	Podnošenje prijava za prevoženje	4.22	5.40	7.72	7.54	12.75	12.02	10.10	10.74	6.94	-	77.43
2.	Prijem i analiza prijava za prevoženje	4.33	6.54	8.64	8.66	13.67	13.09	11.42	11.67	7.42	-	85.44
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovođenju)	6.21	-	-	12.54	19.49	20.63	17.13	16.64	10.48	-	103.12
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	4.74	7.25	8.37	9.29	15.79	15.61	12.24	12.27	7.92	16.56	110.04
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	4.39	6.90	-	8.61	13.47	14.07	11.29	11.71	7.18	16.05	93.67
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	4.16	6.52	-	7.85	12.31	13.53	10.40	10.82	7.06	-	72.65
7.	Procena borbenih uslova	3.84	-	-	7.91	-	12.78	12.09	11.51	7.45	-	55.58
8.	Procena prostornih uslova	3.76	-	-	7.80	-	12.12	11.45	10.74	6.84	-	52.71
9.	Procena vremenskih uslova	3.57	-	-	7.00	-	11.28	9.79	10.23	6.31	-	48.18
	Ukupno	39.22	32.61	24.73	77.20	87.48	125.13	105.91	106.33	67.60	32.61	698.82

Tabela 9

Prosečne ocene zadataka SbPo u pripremi operacije

a) Zadaci saobraćajno-operativne funkcije		P_p	P_s	\bar{O}
1.	Planiranje kretanja jedinica (marša) u dovođenju	118,13	97,37	4,12
2.	Planiranje korišćenja komunikacija	99,18	81,5	4,11
3.	Podnošenje prijava - najava za korišćenje puteva	71,60	53,83	3,76
4.	Planiranje, organizovanje i realizovanje RKSb, i uskladjivanje sa organima saobraćajne policije	139,02	90,82	3,27
5.	Planiranje, organizacija i realizacija saobraćajnog izvidanja	111,43	70,64	3,17
6.	Izrada dokumenata SbPo	89,65	75,05	4,19

7.	Kontrola izvršenja izdatih naredenja i realizacije planova za saobraćaj	128,89	91,52	3,55
8.	Saradnja sa operativnim organom	119,97	68,35	2,85
9.	Saradnja sa organima rodova	78,90	36,33	2,30
10.	Saradnja sa organima za saobraćaj na teritoriji	87,27	37,04	2,12
11.	Saradnja sa upravnim organom SbSI pretpostavljene komande	67,01	43,43	3,24
12.	Saradnja sa upravnim organom SbSI potčinjenih jedinica	134,13	96,39	3,59
13.	Vođenje evidencije	66,09	46,19	3,49
14.	Popuna ljudstvom i MTS organa SbSI	142,51	116,6	4,09
15.	Procena borbenih uslova	73,49	47,26	3,22
16.	Procena prostornih uslova	70,49	49,26	3,49
17.	Procena vremenskih uslova	70,09	45,03	3,21
Ukupno		1667,85	1146,61	3,44
b) Zadaci transportno-logističke funkcije				
1.	Podnošenje prijave za prevoženje	92,46	77,43	4,19
2.	Prijem i analiza prijave za prevoženje	101,47	85,44	4,21
3.	Planiranje prevoženja jedinica (u dovodenju)	116,41	103,12	4,43
4.	Koordiniranje prevoženja materijalnih sredstava od pozadinskih baza do ZTJ	127,49	110,04	4,32
5.	Saradnja sa operativno-logističkim organom	109,84	93,67	4,26
6.	Saradnja sa organima logističkih službi	94,57	72,65	3,84
7.	Procena borbenih uslova	79,08	55,58	3,51
8.	Procena prostornih uslova	71,49	52,71	3,69
9.	Procena vremenskih uslova	71,49	48,18	3,37
Ukupno		864,30	698,82	4,04

Tabela 10

Rangiranje funkcija SbPo

Naziv funkcije		Suma potrebnih pondera	Suma stvarnih pondera	Prosečna ocena
1.	Transportno-logistička (priprema operacije)	864,30	698,82	4,04
2.	Transportno-logistička (izvođenje operacije)	616,09	460,88	3,74
3.	Saobraćajno-operativna (priprema operacije)	1667,85	1146,61	3,44

4.	Saobraćajno-operativna (izvođenje operacije)	1369,56	861,23	3,14
Ukupno		4517,81	3167,54	3,51

Tabela 11

Prosečne ocene procesnih funkcija po funkcijama SbPo

Funkcije SbPo		Štapske funkcije										Ukupno
		Ev	Obv	Kt	An	Odl	Pl	Us	Org	Izv	Kom	
1.	Transportno-logistička (priprema operacije)	3,92	3,97	4,08	3,91	4,33	4,05	3,96	3,91	4,00	4,68	4,04
2.	Transportno-logistička (izvođenje operacije)	3,75	3,65	3,49	3,41	3,82	4,02	3,45	3,80	3,83	4,04	3,74
3.	Saobraćajno-operativna (priprema operacije)	3,53	2,90	3,55	3,36	3,46	3,57	3,22	3,37	3,48	4,00	3,44
4.	Saobraćajno-operativna (izvođenje operacije)	3,17	2,89	3,10	3,00	3,04	3,33	2,82	3,33	3,13	3,64	3,14
Ukupno		3,54	3,16	3,46	3,38	3,52	3,66	3,31	3,53	3,53	3,96	3,51

Tabela 12

Rangiranje procesnih funkcija

Naziv funkcije		Ponder	Suma potrebnih pondera	Suma stvarnih pondera	Prosečna ocena
1.	komandovanje	4.91	279.28	221.44	3.96
2.	planiranje	4.69	748.10	547.27	3.66

3.	evidentiranje	1.52	242.46	171.45	3.54
4.	organizovanje	4.13	658.78	464.57	3.53
5.	izvodenje	2.57	409.93	289.59	3.53
6.	odlučivanje	4.64	624.40	439.19	3.52
7.	kontrolisanje	3.00	210.18	145.59	3.46
8.	analiziranje	3.00	478.53	323.16	3.38
9.	usklajivanje	4.06	598.35	396.16	3.31
10.	obaveštavanje	2.41	267.80	169.12	3.16
U k u p n o		34.93	4517.81	3167.54	3.51

Boban Pavlović,
kapetan, dipl. inž.
Vojna akademija,
Beograd
profesor
dr Miloško Jevtović,
dipl. inž.
Elektrotehnički fakultet,
Banja Luka

ANALIZA KARAKTERISTIKA MPLS MREŽNOG SIMULATORA

UDC: 004.72

Rezime:

U ovom radu predstavljena je arhitektura i analizirane su karakteristike MPLS mrežnog simulatora MNS (Multiprotocol Label Switching Network Simulator), koji se koristi u projektovanju paketskih mreža zasnovanih na IP (Internet Protocol) protokolu koje moraju podržavati saobraćaj u realnom vremenu i multimedijalni saobraćaj. Na bazi mrežnog simulatora prikazane su i opisane procedure simulacije saobraćaja različitog QoS, kao i simulacija posluživanja saobraćaja višeg prioriteta.

Ključne reči: MPLS (Multiprotokolska komutacija labela), MPLS mrežni simulator, rutiranje na bazi ograničenja – protokol distribucije labela (CR-LDP), kvalitet usluge, prioritet nad saobraćajem.

CHARACTERISTICS ANALYSE OF THE MPLS NETWORK SIMULATOR

Summary:

In this article are presented architecture and characteristics analyze of the MPLS Network Simulator (MNS). MNS is used for design packet networks based on Internet Protocol (IP) which must support Real-time Traffic and Multimedia. In this document are presented and described simulation procedure for traffics with different QoS and simulation for resource preemption.

Key words: Multiprotocol Label Switching (MPLS), MPLS Network Simulator (MNS), Constraint based Routing – Label Distribution Protocol (CR-LDP), Quality of Service (QoS), resource preemption.

Uvod

Savremene metode projektovanja računarskih i telekomunikacionih mreža zasnivaju se na korišćenju novih softverskih alata, među kojima su svakako najznačajniji mrežni simulatori. Izradi glavnog projekta neke računarske mreže obično prethodi softverska simulacija komunikacionih procesa, kvaliteta usluga određene mreže, njene funkcionalne otpornosti ili raspoloživosti. Posebno je

značajno korišćenje simulatora MPLS (Multi Protocol Label Switching) mreže u procesu projektovanja paketskih mreža zasnovanih na IP (Internet Protocol), od kojih se zahteva da omoguće komunikaciju u realnom vremenu, multimedijalne usluge i prenos vremenski osetljivog saobraćaja. Takve IP mreže koriste MPLS protokol koji omogućava komutaciju IP paketa preko IP mreža. Simulator MPLS mreže (u daljem tekstu MNS) nastao je adaptacijom i proširenjem funkcija mre-

žnog simulatora ns (network simulator) [1]. Nastao je kao varijanta simulatora realnih telekomunikacionih mreža, koji je razvijen 1989. godine u Univerzitet-skom centru Berkeley u SAD.

MNS simulator je predstavljen kao softverski alat za simulaciju procedura pri uspostavljanju veza kroz MPLS mrežu (podržava uspostavljanje CR-LSP putanja određenog QoS), kao i simulaciju osnovnih MPLS funkcija (protokol distribucije labela i komutacija labela) [2] [3] [4]. U ovom radu opisani su namena i funkcije MNS simulatora, dat konceptualni prikaz modela simulatora i prikazana dva primera procedure simulacije. Prvom procedurom simulirano je nekoliko vrsta MPLS saobraćaja različitih QoS u jednostavnoj MPLS mreži, čime su potvrđeni tačnost i efikasnost MNS simulatora. U drugoj programskoj proceduri izvršena je simulacija posluživanja saobraćaja višeg prioriteta u odnosu na ostali saobraćaj u mreži.

Namena MNS

Osnovna namena MNS simulatora je razvoj različitih MPLS aplikacija bez konstrukcije realne MPLS mreže, čime se postiže ispitivanje karakteristika budućih mreža kroz postupak simulacije. Mrežni simulator je objektno orijentisan simulator napisan u programskom jeziku C++, sa Otcl interpreterom kao komandnim jezikom. C++ je brz za izvršavanje, ali spor za promene, što ga čini pogodnim za detaljnu manipulaciju protokola (manipulisanje bajtovima, zaglavljima i algoritmima koji se izvršavaju nad velikim brojem podataka). Otcl se izvršava mnogo sporije, ali se može menjati veo-

ma brzo, što je povoljno sa stanovišta promene konfiguracije simulacije („promeni model“, „nađi grešku“, „ispravi grešku“).

Osnovne karakteristike MNS simulatora su:

- proširivost – verno prati objektno-orijentisan koncept radi podržavanja različitih MPLS aplikacija;

- iskoristivost – izgrađen na način da ga korisnici mogu jednostavno naučiti i upotrebiti;

- prenosivost – minimalno potrebna promena mrežnog koda kako bi se upotrebio u drugoj verziji mrežnog simulatora;

- upotrebljivost – realizovan tako da pruža podršku u razvoju realnih LSR rutera za komutaciju labela.

Funkcije MPLS simulatora:

- a) komutacija labela – operacije prenosa/slaganja labela, dekrementiranje polja vremena života labele, TTL (Time to Live);

- b) rad sa protokolom distribucije labela, LDP (Label Distribution Protocol) – obrada LDP poruka (Request – zahtev, Mapping – preslikavanje, Withdraw – ispisivanje, Release – oslobađanje i Notification – obaveštavanje);

- c) algoritam rutiranja na bazi ograničenja – LDP protokol, CR-LDP (Constraint base Routing – LDP) – obrada CR-LDP poruka;

- d) agregacija prenosa – grupisanje pojedinačnog saobraćaja u zbirni protok;

- e) rutiranje na bazi ograničenja, CB (Constraint Based) – daje CB algoritam rutiranja za CR-LSP (Constraint Routing – Label Switching Path) putanju koja se uspostavlja korišćenjem informacija sa mreže [5]. Za razliku od tradicionalnih algoritama rutiranja (OSPF, BGP koji koriste samo informacije o broju skokova, ili

kašnjenju), CB algoritam zahteva veći broj informacija. Primeri metrike koji se koriste za CB algoritam rutiranja su maksimalno kašnjenje na linku, trenutna rezervacija resursa, verovatnoća gubitaka paketa, varijacija kašnjenja na linku, i dr.;

f) mehanizam rerutiranja (promena putanje) – podržava simulaciju koja se zasniva na određenim mehanizmima rerutiranja (npr. Haskin ili Makam) ili dinamičkom principu (npr. na osnovu jednostavne šeme najkraćeg puta) [6].

Konceptualni prikaz modela mrežnog simulatora

Mrežni simulator prikazan na slici 1 [1] sastoji se od sledećih funkcionalnih celina:

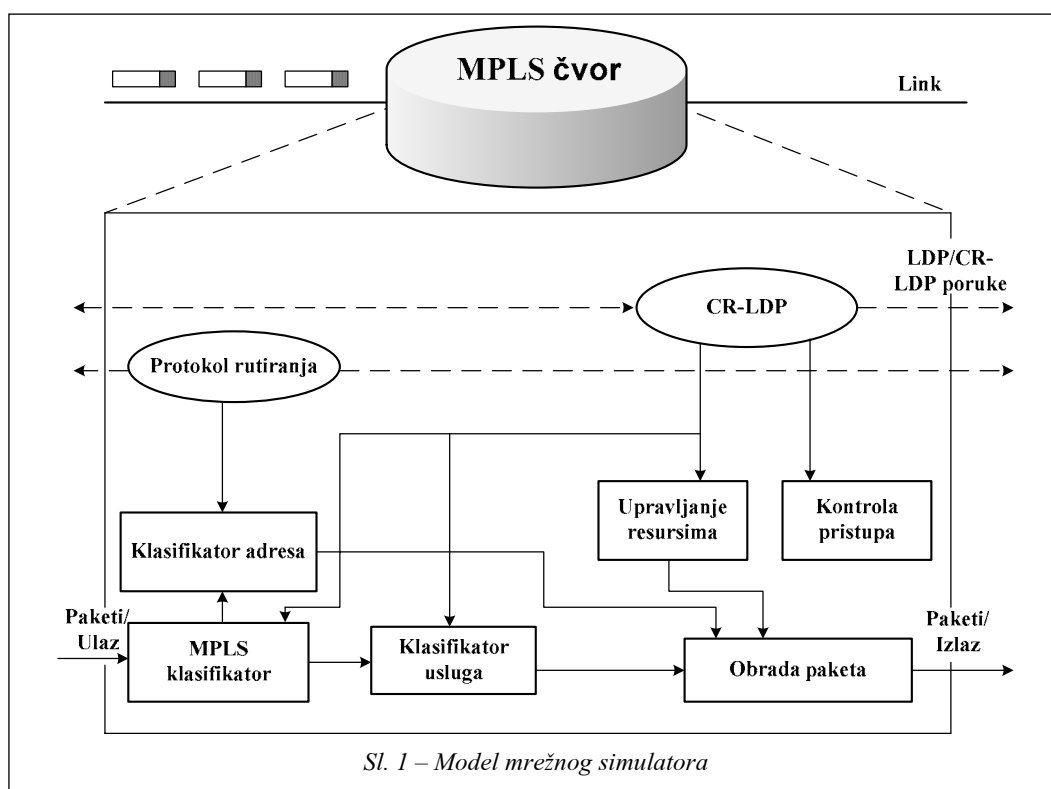
– LDP/CR-LDP – generiše ili obrađuje LDP/CR-LDP poruke;

– MPLS klasifikator – izvršava operacije nad labelama, kao što su: podizanje, postavljanje ili zamena labela na MPLS paketu;

– klasifikator usluga – klasifikuje usluge koje se mogu primeniti na dolazni paket korišćenjem labela i interfejsa, ili polja CoS (Class of Service) u MPLS zaglavljju, i povezuje svaki paket sa određenom rezervacijom;

– upravljanje pristupom – istražuje parametre saobraćaja na CR-LDP i određuje da li MPLS čvor poseduje odgovarajući resurs da podrži zahtevani QoS;

– upravljanje resursima – generiše/uklanja redove čekanja i upravlja informacijama vezanim za resurse;



Sl. 1 – Model mrežnog simulatora

- obrada paketa (Packet Scheduler)
- upravlja paketima koji se nalaze u redovima čekanja, omogućavajući da dobiju zahtevanu uslugu uz postavljeni QoS.
- klasifikator adresa – obavlja funkciju prosleđivanja paketa, pri čemu ono može biti direktno ili se paket prethodno šalje na klasifikator porta.

Oblik i implementacija MNS

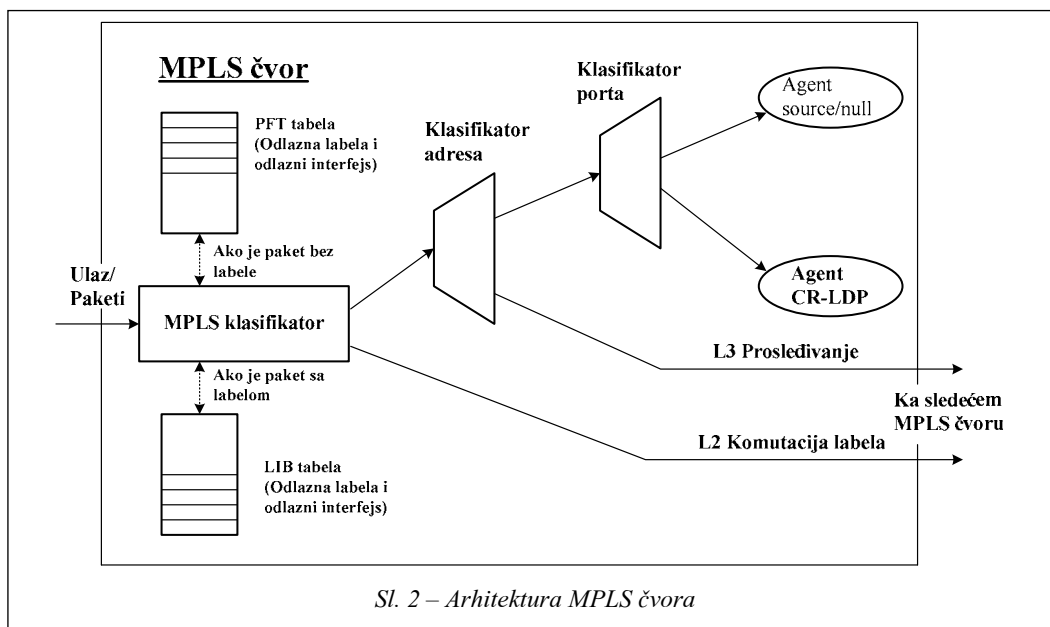
MPLS simulator je nastao proširenjem NS simulatora, što ga čini simulatorom IP osnove. U NS svaki čvor se sastoji od agenata i klasifikatora. Agent predstavlja objekat koji radi na nivou protokola, a klasifikator je objekat koji je zadužen za klasifikaciju paketa. Da bi se realizovao MPLS čvor, u IP čvor uključeni su „MPLS klasifikator“ i „LDP agent“, kako je prikazano na slici 2 [7].

Arhitektura MPLS čvora za komutaciju labela

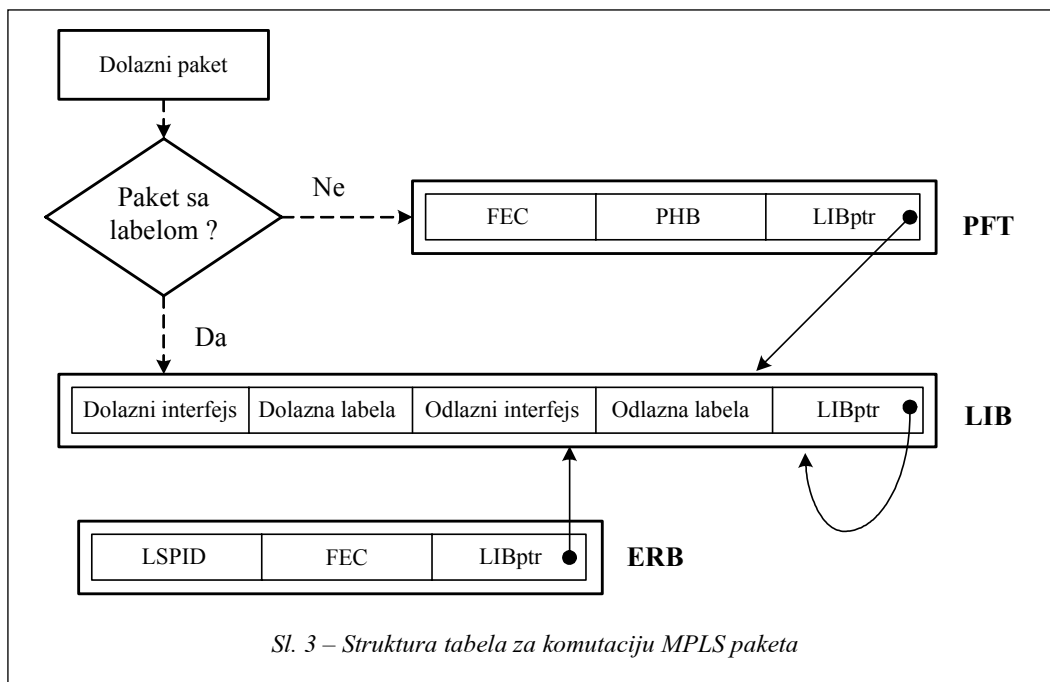
Nakon primanja paketa u MPLS čvor – „MPLS klasifikator“ određuje da li je primljeni paket sa labelom ili bez nje. Ukoliko je sa labelom on obavlja komutaciju labela za dati paket. Ukoliko je bez labela, ali uz postojeću LSP, on se obrađuje kao da je sa labelom. U suprotnom, MPLS klasifikator šalje paket u klasifikator adresa. Tada „klasifikator adresa“ izvršava funkciju prosleđivanja paketa, pri čemu obavlja direktno prosleđivanje ili paket šalje na klasifikator porta.

Za komutaciju labela definisane su tri tabele (slika 3) [7]:

1. Delimična tabela usmeravanja PFT (Partial Forwarding Table) predstavlja podgrupu tabele usmeravanja i koristi se za postavljanje IP paketa na LSP putanju na ulaznom LSR ruteru. Ona se sastoji od polja FEC, PHB i LIBptr. LIBptr



Sl. 2 – Arhitektura MPLS čvora



predstavlja pokazivač (pointer) koji ukazuje na sadržaj LIB tabele. PHB (Per-Hop-Behavior) u okviru PFT tabele služi za pohranjivanje informacija o stanju mreže pri izvršenju određenog skoka u mreži. PFT tabela koristi se kada MPLS čvor primi paket sa labelom ili bez nje. U slučaju paketa bez labela, MPLS čvor pretražuje PFT tabelu za dati FEC paketa (Forwarding Equivalence Class) [8]. Ukoliko se pri ispitivanju sadržaja tabele kao rezultat pojavi NULL, tada MPLS prosleđuje paket korišćenjem L3 šeme prosleđivanja. U suprotnom, MPLS čvor izvršava operaciju premeštanja labela. On je premešta u izlaznu labelu na koju ukazuje LIBptr. Operacija premeštanja labela izvršava se sve dok polje LIBptr ne pokaže NULL. Posle svih operacija nad labelama, paket se usmerava direktno na sledeći čvor na koji ukazuje sadržaj izlaznog interfejsa LIB tabele.

U slučaju paketa sa labelom, MPLS čvor jednostavno pronalazi odgovarajući sadržaj LIB tabele na osnovu tabele koja predstavlja indeks pretraživanja. Tada MPLS čvor izvršava zamenu dolazne labela odlaznom.

2. Informaciona baza o labeli, LIB tabela (Label Information Base), sadrži informacije o uspostavljenoj LSP putanji i koristi se da obezbedi komutaciju labela za labelizovane pakete. Sastoji se od ulazne/izlazne labela i ulaznog/izlaznog interfejsa.

3. Informaciona baza o eksplicitnoj ruti, ERB tabela (Explicit Route information Base), koristi se za pohranjivanje informacija za ER-LSP putanje. Samim tim, ona ne učestvuje u prosleđivanju paketa. Ukoliko je potrebno usmeriti prenos u prethodno uspostavljenu ER-LSP putanju, novi pristup koji ima isti LIBptr, kao i odgo-

varajući ERB, može biti postavljen u PFT tabelu. Sastoji se od polja LSPID, FEC i LIBptr. LSPID polje (Label Switched Path IDentification) ukazuje na sadržaj LSP putanje u MPLS mreži.

Obrada saobraćaja u realnom vremenu

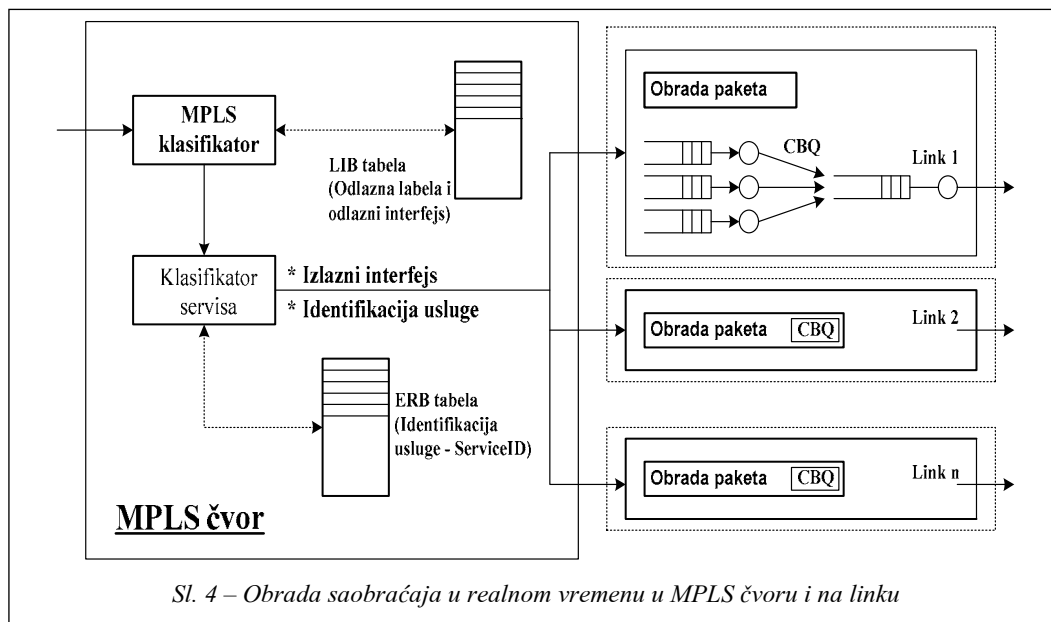
Na slici 4 [1] predstavljena je šema obrade saobraćaja u MPLS čvoru. Kada paketi podataka stignu u MPLS čvor, odlaze u MPLS klasifikator. MPLS čvor ispituje LIB tabelu da bi odredio odlaznu labelu i odlazni interfejs radi izvršenja operacije nad labelom, a zatim analizira ERB tabelu za ServiceID radi obezbeđenja zahtevane usluge. U skladu sa određenom klasom kojoj paket pripada, on se usmerava ka odgovarajućem baferu u uspostavljenom redu čekanja CBQ (Constraint Based Que). U njemu se obrađuje i dalje šalje ka odlaznom interfejsu.

Rezervacija resursa

„Upravljanje pristupom“ i „Upravljanje resursom“ su komponente simulatora koje su implementirane sa funkcijom upravljanja resursom. Upravljanje resursom je komponenta koja je odgovorna za stvaranje, odnosno ukidanje CBQ redova čekanja i upravljanje informacijama resursa (tabela resursa).

Na slici 5 [1] prikazan je proces rezervacije resursa u MPLS čvoru. Kada „CR-LDP“ primi CR-LDP poruku zahteva, on poziva „Upravljanje pristupom“ da proveri da li čvor podržava zahtevani resurs. Ukoliko ustanovi da je zahtevani resurs raspoloživ, upravljanje pristupom izvršava funkciju rezervacije i ažurira tabelu resursa. Zatim se poruka LDP zahteva prenosi u sledeći čvor.

Kada CR-LDP primi poruku preslikavanja, on zapamti labelu i informaciju o odgovarajućem interfejsu u LIB tabeli, kao i informaciju o zahtevanoj CR-LSP

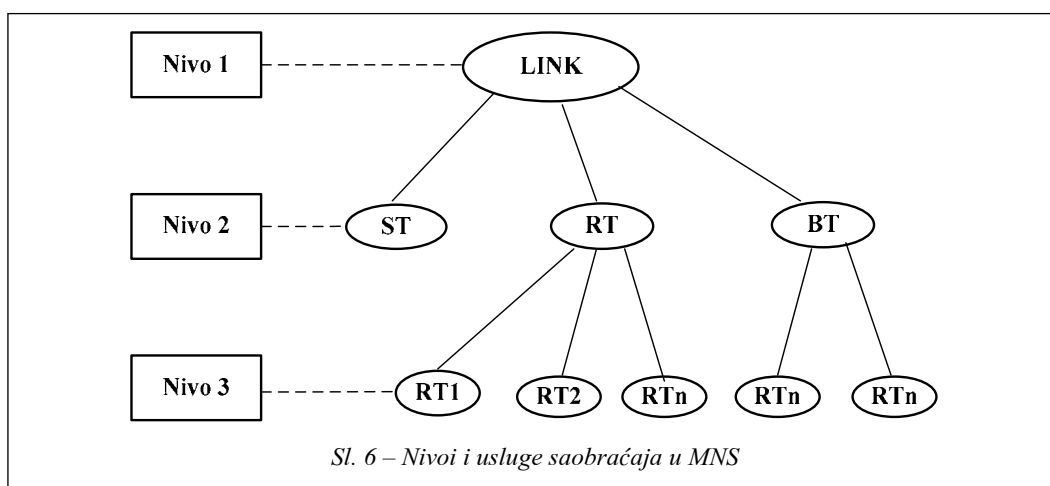
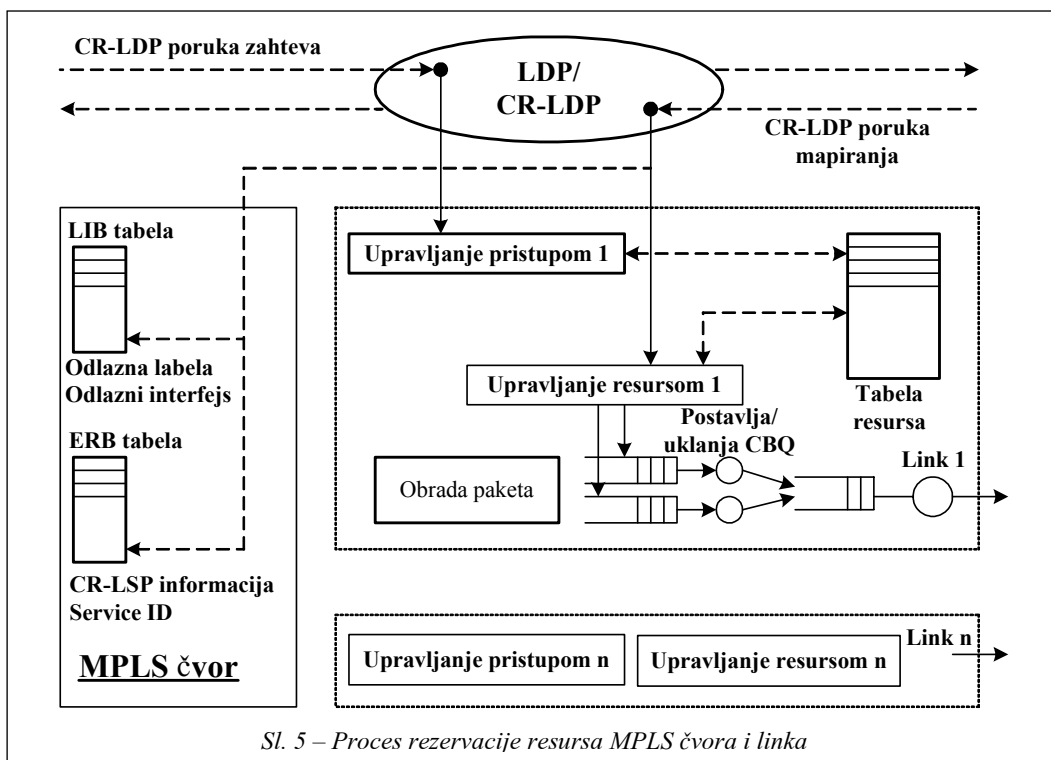


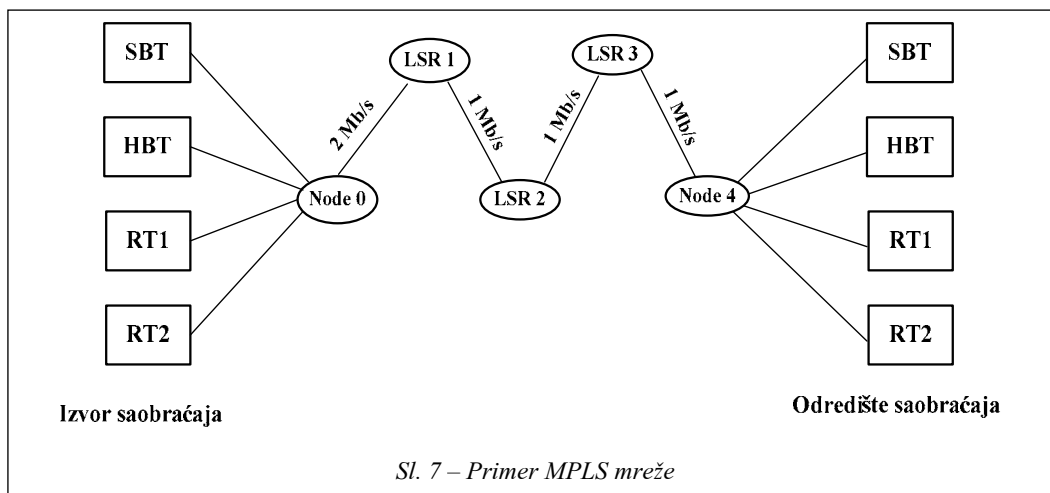
Sl. 4 – Obrada saobraćaja u realnom vremenu u MPLS čvoru i na linku

(LSPID) u okviru ServiceID u ERB tabeli. Zatim poziva „Upravljanje resursom“ koji formira red za posluživanje zahtevanog CR-LSP i sačuva njegov ServiceID u ERB tabelu. Posle toga, LSP poruka mapiranja prelazi u prethodni MPLS čvor.

Nivoi saobraćaja

U MPLS simulatoru realizuju se tri nivoa saobraćaja i četiri različite usluge. Prva usluga predstavlja signalizacioni saobraćaj, ST (Signaling Traffic), drugu čiji





ni saobraćaj u realnom vremenu, RT (Real-time Traffic), sledeća je „best-effort“ saobraćaj visokog prioriteta, HBT (High „Best-effort“ Traffic) i poslednja usluga predstavlja jednostavni „best-effort“ saobraćaj, SBT (Simple „Best-effort“ Traffic), što je prikazano na slici 6 [1]. Korisnik može da konfigurira određene parametre saobraćaja, kao što su: brzina, veličina bafera, prioritet i druge. Karakteristike ST, HBT i SBT se statistički realizuju pri samoj konfiguraciji simulacionog okruženja, dok se RT dinamički stvara, odnosno raskida kada se realizuje određeni simulacioni događaj, npr. kada CR-LDP poruka stigne u MPLS čvor.

Simulacija QoS definisanog saobraćaja

MPLS simulator predstavlja verziju implementiranu na UNIX sistemu preko ns-2.1b6 programa, na bazi mrežnog simulatora ns 2.1.

Na primeru jednostavne MPLS mreže biće prikazana različita efikasnost i

tačnost MPLS simulatora, kroz simulaciju različitih vrsta MPLS saobraćaja.

Na slici 7 [1], čvorovi Node0 i Node4 su IP čvorovi, dok su LSR1, LSR2 i LSR3, MPLS čvorovi. Definisani su jednostavni „Best-effort“ (SBT) saobraćaj, zatim „Best-effort“ saobraćaj visokog prioriteta (HBT) i dva saobraćajna toka u realnom vremenu. Oni ulaze u mrežu preko ulaznog (ingress) čvora, Node0 i izlaze preko izlaznog čvora (egress) Node4. Definisan je propusni opseg između svakog čvora u mreži i iznosi 1Mb/s, osim na linku između čvorova Node0 (IP ulazni čvor) i LSR1 (prvi MPLS čvor), koji iznosi 2Mb/s. SBT i HBT generišu saobraćaj konstantnog bituskog protoka (CBR) koji iznosi 250 kb/s. Izvori saobraćaja RT1 i RT2 generišu, takođe, saobraćaj konstantnog bituskog protoka od 350 kb/s, odnosno 450 kb/s, respektivno. Generisani saobraćaj je sa Pusionovom raspodelom. U prikazanoj analizi biće izvršena samo simulacija saobraćaja konstantnog bituskog protoka, dok se saobraćaj promenljivog bituskog protoka neće razmatrati.

Tabela 1

Programski kod simulacije QoS definisanog saobraćaja

```
#      setup-er-lsp {FEC ER(Explicit Route) LSPID}
$ns at 0.1 „$LSR1 setup-er-lsp      3      1_2_3      1000“
$ns at 0.1 „$LSR1 setup-er-lsp      3      1_2_3      1100“
#      setup-cr-lsp {FEC ER LSPID Bandwidth BufferSize PacketSize SetupPrio
#      HoldingPrio}
$ns at 0.1 „$LSR1 setup-cr-lsp 3 1_2_3      1200      350K      400      200      7      3“
$ns at 1.0 „$SBT start“
$ns at 1.0 „$HBT start“
$ns at 1.0 „$RT1 start“
$ns at 10.0 „$LSR2 setup-cr-lsp 3 1_2_3      1300      450K      400      200      7      3“
$ns at 11.0 „$RT2 start“
$ns at 30.0 „$RT2 stop“
$ns at 31.0 „$LSR1 release-lsp-using-release 1300“
$ns at 40.0 „$SBT stop“
$ns at 40.0 „$HBT stop“
$ns at 40.0 „$RT1 stop“
```

Može se zaključiti da je ukupno opterećenje veće od propusnog opsega MPLS mrežnog linka (1,3 Mb/s u odnosu na mrežni od 1Mb/s).

Pretpostavka je da su uspostavljene četiri LSP putanje za dati saobraćaj od kojih su dve ER-LSP za SBT i HBT, a dve CR-LSP sa RT1 i RT2. U prvoj de-

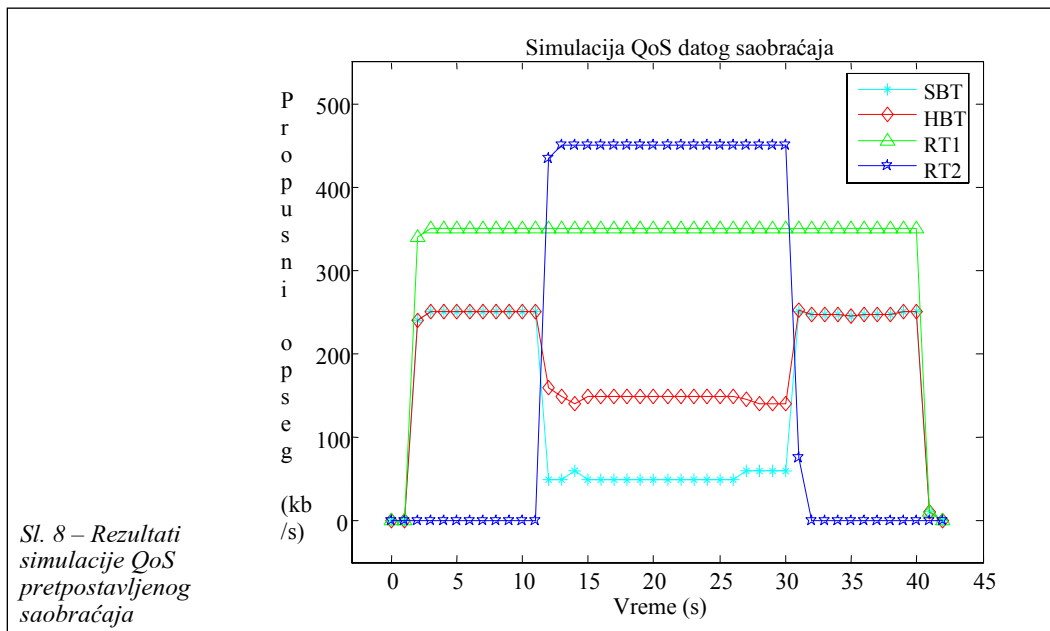


Tabela 2

Programski kod simulacije prioriteta nad resursom

\$ns at 0.1 „\$LSR1 setup-er-lsp	3	1_2_3	1000“
\$ns at 0.1 „\$LSR1 setup-er-lsp	3	1_2_3	1100“
#setup-priority=7, holding-priority=4 for RT1 traffic			
\$ns at 0.1 „LSR1 setup-cr-lsp	3	1_2_3	1200 600K 400 200 7 4“
\$ns at 1.0 „\$SBT start“			
\$ns at 1.0 „\$HBT start“			
\$ns at 1.0 „\$RT1 start“			
#setup-priority=3, holding-priority=2 for RT2 Traffic			
\$ns at 10.0 „LSR1 setup-cr-lsp	3	1_2_3	1300 700K 2000 200 3 2“
\$ns at 11.0 „\$RT2 start“			
\$ns at 30.0 „\$RT2 stop“			
\$ns at 31.0 „\$LSR1 release-lsp-using-release 1300“			
\$ns at 40.0 „\$SBT stop“			
\$ns at 40.0 „\$HBT stop“			
\$ns at 40.0 „\$RT1 stop“			

setinki sekunde uspostavljeni su ER-LSP putanje za SBT i HBT i CR-LSP za RT1. U prvoj sekundi izvori SBT, HBT i RT1 počinju da generišu definisani saobraćaj. U desetoj sekundi uspostavlja se CR-LSP za saobraćaj RT-2, dok saobraćaj RT2 počinje da se generiše u jedanaestoj sekundi simulacije. U 30. sekundi, izvor RT2 prekida generisanje saobraćaja i CR-LSP, koja je uspostavljena za RT2, oslobađa se u 31. sekundi. I, konačno, SBT, HBT i RT1 zaustavljaju generisanje saobraćaja u 40. sekundi.

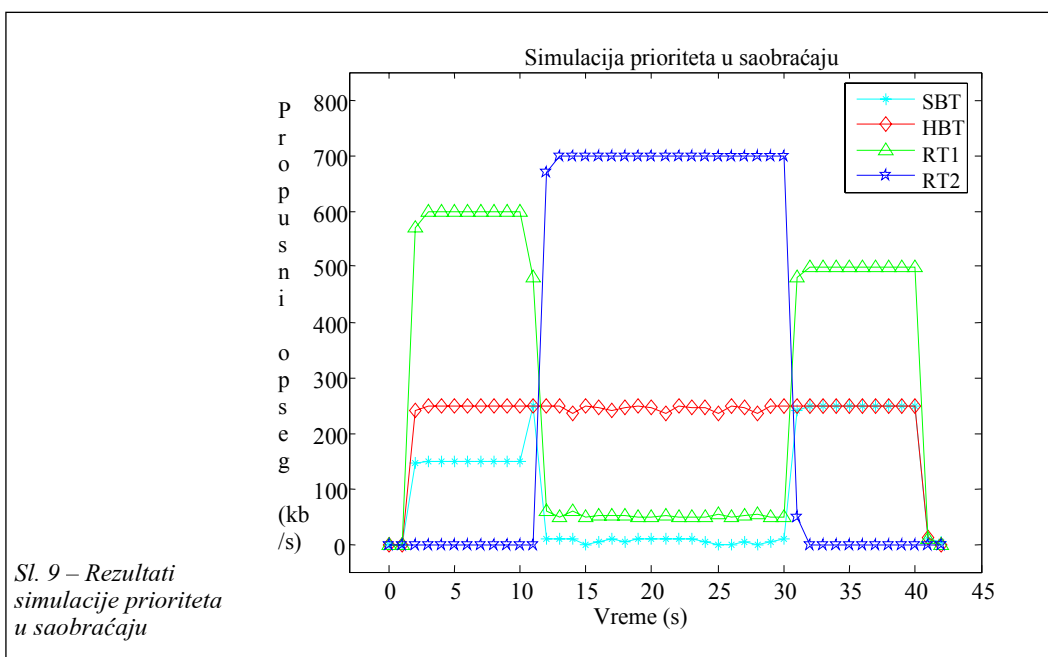
Rezultati simulacije pokazuju da je ukupno opterećenje na vezi između 11. i 30. sekunde približno jednako definisanom opterećenju u MPLS mreži, što govori da je iskorišćenost linka veoma velika. Dok RT1 i RT2 koji uspostavljaju CR-LSP mogu postići prenos celokupno generisanog saobraćaja na izvoru (350 kb/s, odnosno 450 kb/s, respektivno),

SBT i HBT preko ER-LSP mogu da iskoriste samo ostatak kapaciteta propusnog opsega definisanog linka (odnosno približno oko 150 kb/s za HBT i oko 50 kb/s za SBT saobraćaj).

Simulacija prioriteta nad resursom

U ovom delu prikazan je deo koda simulacije prioriteta u dodeli resursa definisanog CR-LSP parametrima (tabela 2). Za ovu simulaciju saobraćaj koji potiče od SBT i HBT je kao u prethodnom slučaju (po 250 kb/s), dok RT1 i RT2 generišu saobraćaj konstantnog bitskog protoka od 600 kb/s, odnosno 700 kb/s, respektivno. Na ovaj način definisano, ukupno saobraćajno opterećenje je veće od propusnog opsega date MPLS mreže (1,8 Mb/s).

Vrednosti „setup-priority“ (uspostavljanje prioriteta) i „holding-priority“ (održavanje prioriteta) za CR-



LSP putanju izvora saobraćaja RT1 iznose 7 i 4, respektivno. Vrednosti „setup-priority“ i „holding-priority“ za CR-LSP putanju izvora RT2 iznose 3 i 2. Na ovaj način definisano, zaključuje se da izvor saobraćaja RT2 ima prednost nad rezervacijom resursa u odnosu na RT1, jer je vrednost „setup-priority“ izvora RT2 niža od vrednosti „holding-priority“ izvora RT1, odnosno definisane vrednosti 3 i 4, respektivno.

Rezultati simulacije pokazuju da je resurs izvora RT1 koristio izvor RT2, u trajanju 11 sekundi (kao što se vidi sa slike 9). U tom periodu RT1 je posmatran kao SBT. S druge strane, jedino je RT2 dostigao zahtevani propusni opseg od 700 kb/s, dok su SBT, HBT i RT1 imali na raspolaganju ostatak propusnog opsega (HBT oko 250 kb/s, a RT1 i SBT ukupno oko 50 kb/s).

Zaključak

U radu su analizirane karakteristike simulatora MPLS mreže sa ciljem da se ukaže na mogućnosti njegovog korišćenja pri projektovanju IP mreža, koje podržavaju QoS multimedijalnih usluga. Opisana je jednostavna MPLS mreža definisane topologije i saobraćajnih karakteristika kojom se uspostavlja CR-LSP.

Korišćenjem MNS mrežnog simulatora, simulirana su dva primera. U prvom primeru je prikazana analiza QoS definisanog saobraćaja konstantnog bit-skog protoka, po dvema LSP putanjama (CR-LSP i ER-LSP). Rezultati simulacije pokazuju da se u slučaju uspostavljanja CR-LSP putanje kroz mrežu može postići prenos celokupnog saobraćaja generisanog na izvoru, dok se u slučaju ER-LSP putanje prenos generisanog saobraćaja obavlja samo u preo-

stalom delu propusnog opsega datog linka. Drugim primerom simuliran je prioritet u dodeli resursa saobraćaja, pri čemu je pokazano da izvor saobraćaja sa dodeljenim nižim vrednostima uspostavljanja i održavanja prioriteta koristi resurse izvora (prenosni oseg linka) sa dodeljenim višim vrednostima prioriteta (primer izvor saobraćaja RT2 u odnosu na RT1). Oba primera ukazuju na jednostavnost, praktičnost i efikasnost mrežnog simulatora MNS.

Literatura:

- [1] <http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns/ns-man.html>
- [2] Bilel Jamoussi, Constraint-Based LSP Setup using LDP, Internet Draft, Oct. 1999.
- [3] Bruce Davie, Paul Doolan, Yakov Rekhter, Switching in IP Networks: IP Switching, Tag Switching, and Related Technologies, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1998.
- [4] Eric, C. Rosen, Arun Viswanathan, Ross Callon, Multiprotocol Label Switching Architecture, Internet Draft, April 1999.
- [5] W. Stallings, High-speed Networks and Internets, Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [6] C. Huang, V. Sharma, S. Makam, K. Owens, Path Protection/Restoration Mechanism for MPLS networks, work in progress, Internet Draft draft-chang-mpls-path-protection 02.txt. Jul 2000.
- [7] Gaeil Ahn, Woojik Chun, Overview of MPLS Network Simulator: Design and Implementation, Internet Draft
- [8] Jevtović, M.: Multimedijalne komunikacije, Grafo-žig, Beograd, 2004.

Tabela 1

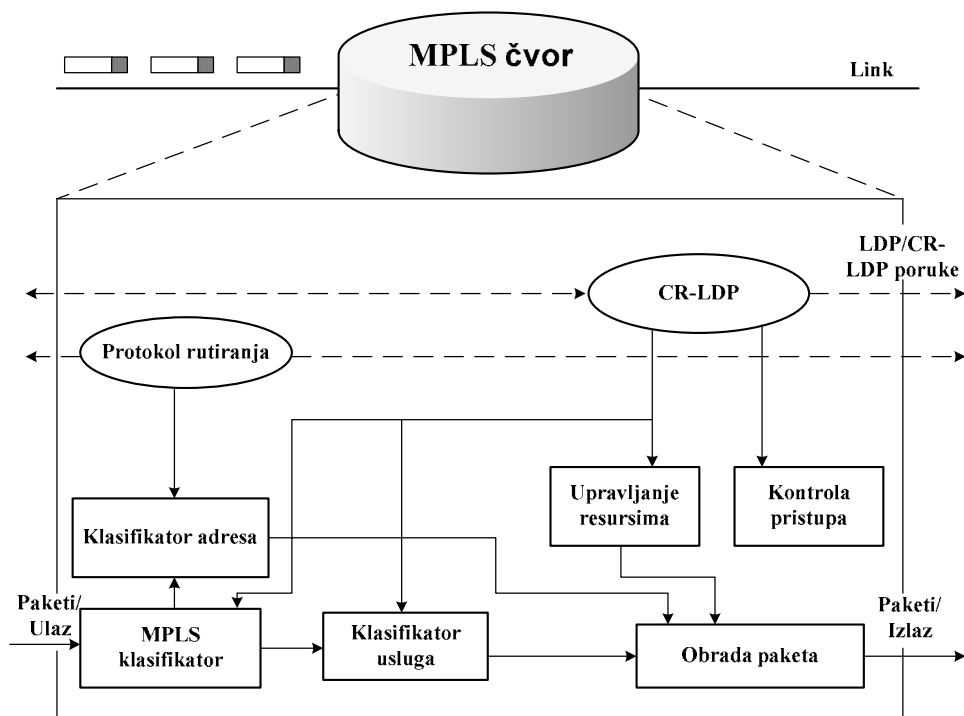
Programski kod simulacije QoS definisanog saobraćaja

#	setup-er-lsp {FEC ER(Explicit Route) LSPID}							
\$ns at 0.1	„LSR1 setup-er-lsp	3	1_2_3	1000“				
\$ns at 0.1	„LSR1 setup-er-lsp	3	1_2_3	1100“				
#	setup-cr-lsp {FEC ER LSPID Bandwidth BufferSize PacketSize SetupPrio							
#							HoldingPrio}	
\$ns at 0.1	„LSR1 setup-cr-lsp	3	1_2_3	1200	350K	400	200	7 3“
\$ns at 1.0	„SBT start“							
\$ns at 1.0	„HBT start“							
\$ns at 1.0	„RT1 start“							
\$ns at 10.0	„LSR2 setup-cr-lsp	3	1_2_3	1300	450K	400	200	7 3“
\$ns at 11.0	„RT2 start“							
\$ns at 30.0	„RT2 stop“							
\$ns at 31.0	„LSR1 release-lsp-using-release 1300“							
\$ns at 40.0	„SBT stop“							
\$ns at 40.0	„HBT stop“							
\$ns at 40.0	„RT1 stop“							

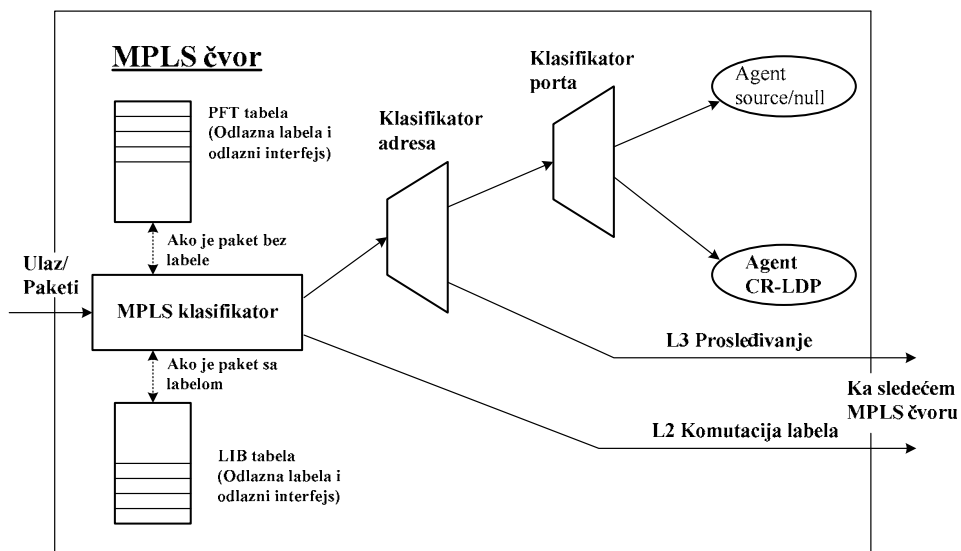
Tabela 2

Programski kod simulacije prioriteta nad resursom

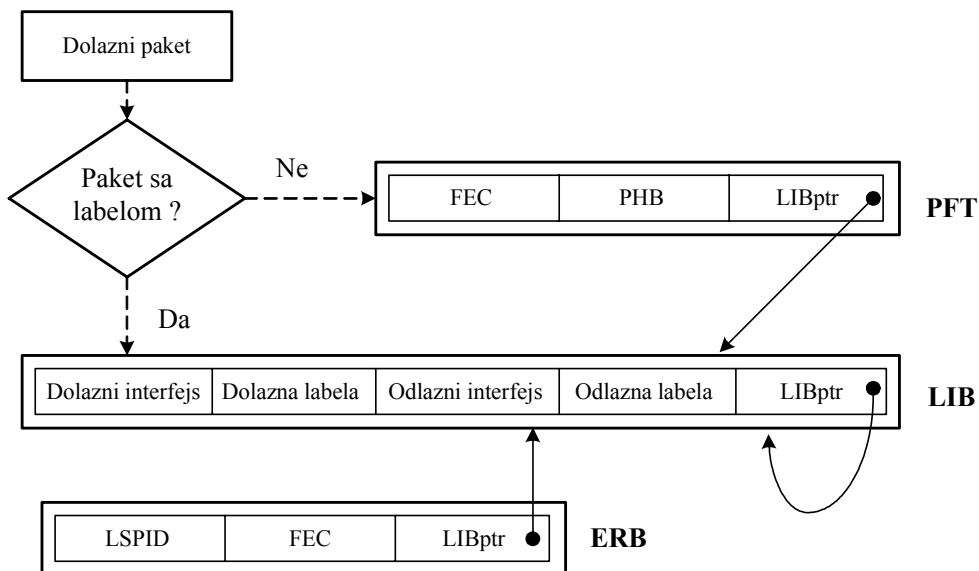
\$ns at 0.1	„LSR1 setup-er-lsp	3	1_2_3	1000“				
\$ns at 0.1	„LSR1 setup-er-lsp	3	1_2_3	1100“				
	#setup-priority=7, holding-priority=4 for RT1 traffic							
\$ns at 0.1	„LSR1 setup-cr-lsp	3	1_2_3	1200	600K	400	200	7 4“
\$ns at 1.0	„SBT start“							
\$ns at 1.0	„HBT start“							
\$ns at 1.0	„RT1 start“							
	#setup-priority=3, holding-priority=2 for RT2 Traffic							
\$ns at 10.0	„LSR1 setup-cr-lsp	3	1_2_3	1300	700K	2000	200	3 2“
\$ns at 11.0	„RT2 start,,							
\$ns at 30.0	„RT2 stop“							
\$ns at 31.0	„LSR1 release-lsp-using-release 1300“							
\$ns at 40.0	„SBT stop“							
\$ns at 40.0	„HBT stop“							
\$ns at 40.0	„RT1 stop“							



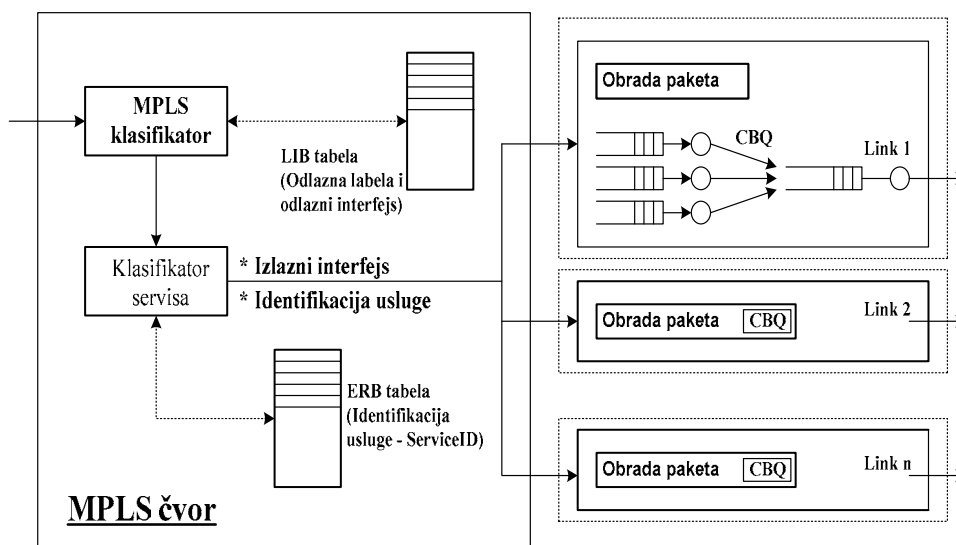
Sl. 1 – Model mrežnog simulatora



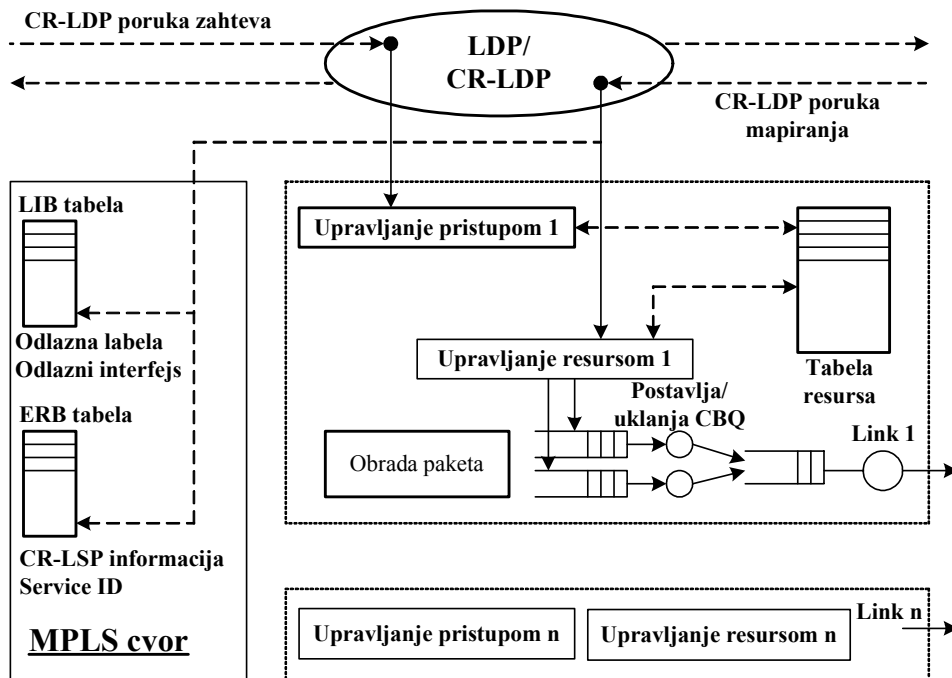
Sl. 2 – Arhitektura MPLS čvora



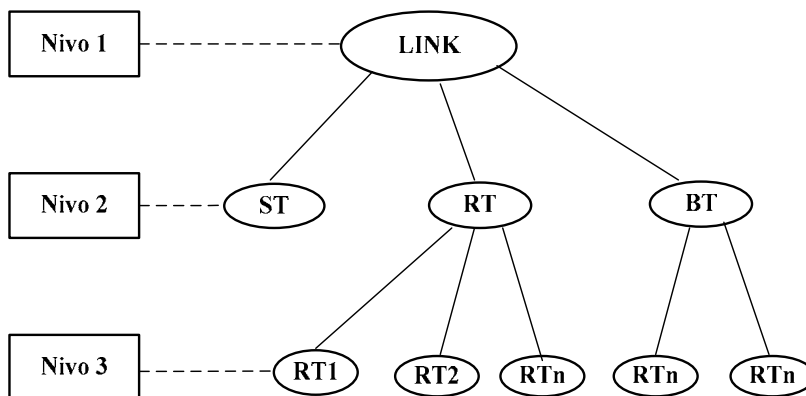
Sl. 3 – Struktura tabela za komutaciju MPLS paketa



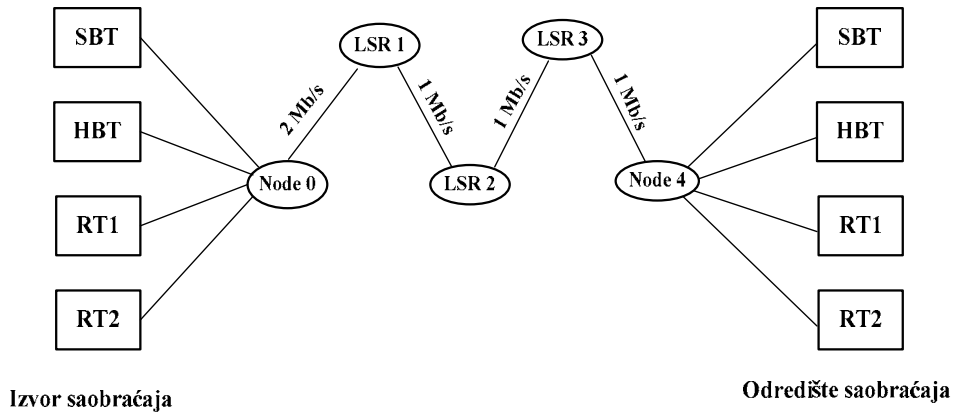
Sl. 4 – Obrada saobraćaja u realnom vremenu u MPLS čvoru i na linku



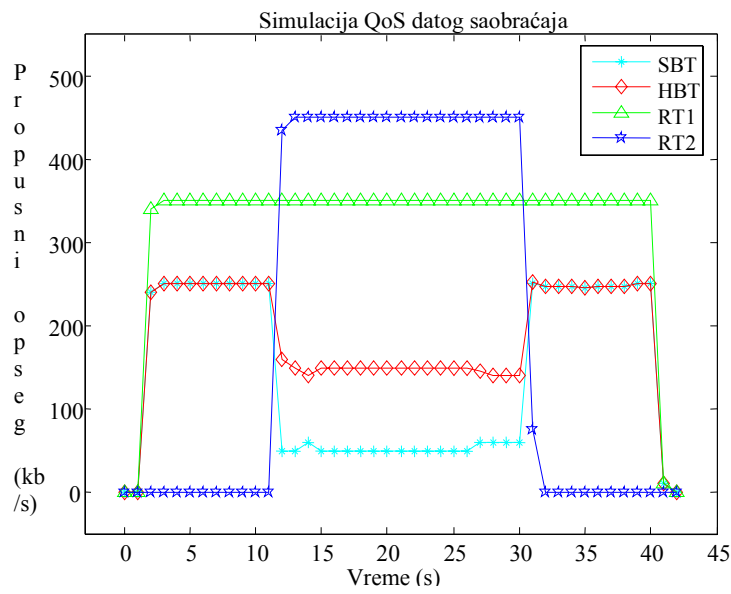
Sl. 5 – Proces rezervacije resursa MPLS čvora i linka



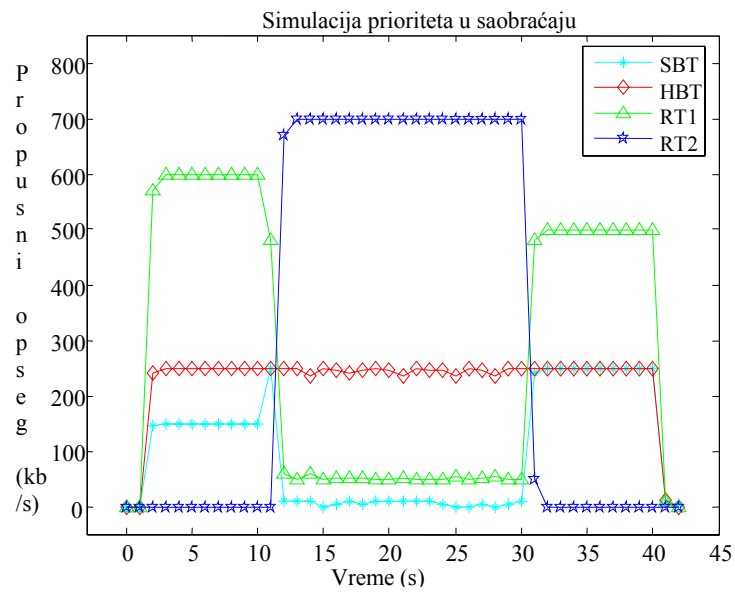
Sl. 6 – Nivoi i usluge saobraćaja u MNS



Sl. 7 – Primer MPLS mreže



Sl. 8 – Rezultati simulacije QoS pretpostavljenog saobraćaja



Sl. 9 – Rezultati simulacije prioriteta nad saobraćajem

Dr Mirko Borisov,
pukovnik, dipl. inž.
Vojnogeografski institut,
Beograd

TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKI SISTEM PREMA NOVIM VOJNIM STANDARDIMA

UDC: 528.913 : 355.1

Rezime:

Rad se bavi izradom novih vojnih topografskih karata koje se od sadašnjeg topografsko-kartografskog sistema razlikuju po elementima matematičke osnove i vanokvirnog sadržaja. Pri tome se posebno razmatra: elipsoid, kartografska projekcija, sistem razmere i format listova karata. Kako se postojeći geotopografski materijali mogu relativno lako prilagoditi novim standardima, dat je postupak transformacije podataka u novi referentni sistem.

Ključne reči: topografska karta, matematička osnova, transformacija.

TOPOGRAPHIC-CARTOGRAPHIC SYSTEM ACCORDING TO THE NEW MILITARY STANDARDS

Summary:

The article deals with producing new military topographic maps that differ from the inherited cartographic system as mathematic base and margin contents. It is treated ellipsoid, cartographic projection, scale system and format of maps. Since existent geotopographic materials can be adopted with new standard, the paper looks back on essential characteristics of transformation data to new reference system.

Key words: topographic map, mathematical base, transformation.

Uvod

Vojnogeografski institut izradio je sistem topografskih i preglednotopografskih karata, čiji se osnovni sadržaj zasniva na topografsko-fotogrametrijskom premeru zemljišta izvedenog od 1947. do 1967. godine i povremenim dopunama nakon tog vremena. Na osnovu toga, dobijen je integralni topografsko-kartografski sistem koji čine karte u razmeri 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:300 000, 1:500 000 i 1:1 000 000. Osnovne odlike navedenih karata zasnivaju se na istoj topografskoj i matematičkoj osnovi. One su urađene po sistemu izve-

denih karata i date u konformnoj (Gaus-Kriggerovoj ili Lambertovoj) kartografskoj projekciji, sa griničkim meridijanom kao početnim. Na njima su primenjena ista ili slična kartografsko-redakcijska rešenja. Drugim rečima, pomenute karte izrađene su u jedinstvenom geodetsko-kartografskom sistemu, čime je znatno olakšana njihova upotreba, koja ima posebnu namenu u vojsci.

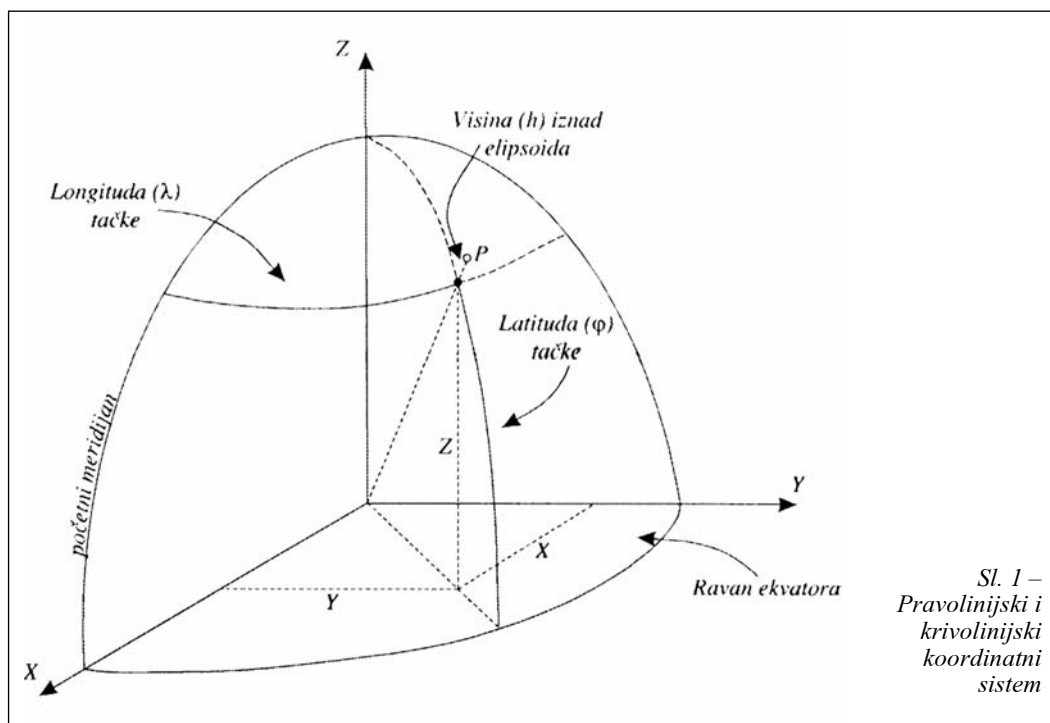
Međutim, postojeći vojni topografsko-kartografski sistem je zastareo i ne obezbeđuje poželjnu kompatibilnost sa kartografskim sistemima savremenog sveta. To se naročito odnosi na matematičku osnovu topografskih karata koja predsta-

vlja osnovni predmet interesovanja u ovom radu. Radi postizanja geodetsko-kartografske kompatibilnosti, odnosno prilagodavanja sadašnjeg topografsko-kartografskog sistema međunarodnim vojnim standardima i neposrednom okruženju, potrebno je primeniti nove tehničke norme (STANAG – Standardization Agreement). Zbog toga se za matematičku (geodetsku i kartografsku) osnovu topografskih karata razmatraju sledeći standardi:

- globalni elipsoid (World Geodetic System 1984 – WGS84);
- univerzalna poprečna Merkatorova projekcija (The Universal Transverse Mercator – UTM), odnosno vojna pravouglu mreža UTM;
- sistem razmera (1:50 000, 1:250 000, 1:1 000 000);
- format i označavanje listova.

Godetska osnova

Geodetska osnova određuje prelaz od fizičke površi Zemlje ka uslovnoj površi elipsoida, i obezbeđuje pravilan položaj topografskog sadržaja karte u odnosu na neki koordinatni sistem (mrežu) na površi elipsoida. Kada je u pitanju koordinatni sistem, on u suštini predstavlja skup uslovljenih linija i ravni koje služe kao osnova za jednoznačno određivanje položaja tačke u prostoru. Pri određivanju položaja tačaka, odnosno njihovih koordinata, najčešće se koriste pravolinijski (ortogonalni) i krivolinijski (geografski) koordinatni sistem. Oba koordinatna sistema imaju odgovarajuću svrhu i, u zavisnosti od praktičnih potreba, obavljaju se određene transformacije iz jednog koordinatnog sistema u drugi (slika 1).

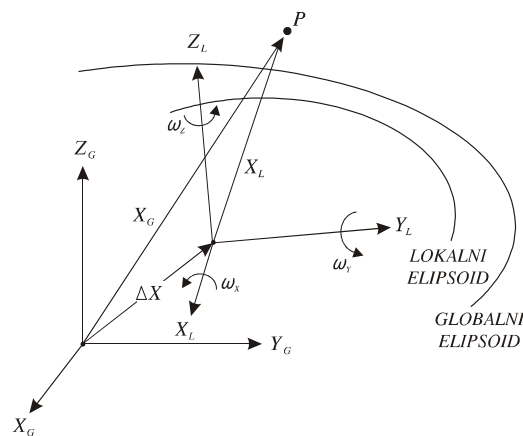


Teško je unapred zaključiti koji je oblik koordinatnog sistema pogodniji za upotrebu geoprostornih podataka, jer to, pored praktičnih razloga, zavisi i od mnogih drugih potreba. Načelno bi se moglo konstatovati da su geografski sistemi pogodniji za veće teritorije, jer geografske koordinate pripadaju jedinstvenom i univerzalnom koordinatnom sistemu za celu Zemljinu površ. Međutim, geografske koordinate su nepodesne za praktično računanje dužina i uglova, što je često potrebno. Naročito su pravougli sistemi u ravni, za razliku od geografskih, mnogo jednostavniji, jer pravougle koordinate na topografskoj karti omogućavaju neposrednu procenu dužina i međusobnih odnosa objekata u prostoru koji odgovaraju logici ljudskog razmišljanja.

Tendencija da se lokalni (Beselov) elipsoid zameni jednim globalnim elipsoidom, odnosno WGS84, koji je postao međunarodno usvojen standard za navigaciju i uopšte pozicioniranje na Zemlji, izaziva takvu potrebu i kod nas. Globalni elipsoid smešten je u telu Zemlje, tako da se (pojednostavljeno rečeno) njegova površ što bolje prilagodi površi geoida u celini, pri čemu njegov geometrijski centar koincidira sa centrom mase Zemlje, a mala osa se podudara sa obrtnom osom Zemlje. Skup svih ovih parametara za određenu vremensku epohu definiše geodetski datum.

Za prevođenje sadržaja i podataka o prostoru iz lokalnog geodetskog datuma u globalni postoji nekoliko metoda koje imaju različit nivo tačnosti i koraka transformacije između željenih geodetskih datuma. Tačnost transformacije može biti u rasponu od nekoliko centimetara do nekoliko metara, u zavisnosti od metoda i kvaliteta, te broja kontrolnih tačaka raspoloživih da definišu transformacione

parametre. Metode transformacije sadašnjih izvora (nosioca) podataka mogu biti posredne ili neposredne. Posredne metode omogućavaju transformaciju geografskih koordinata (φ, λ) u globalne prostorne pravougle (geocentrični ili globalni datum) koordinate, a zatim njih u odgovarajuće vrednosti lokalnih pravougljih koordinata (lokalni datum). Nakon toga se dobijene pravougle prostorne lokalne vrednosti (x, y, z) transformišu u geografske koordinate. Primer za takav način jeste Helmertova sedmoparametarska metoda, koja obuhvata tri translacije $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$, tri rotacije $(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ i faktor razmere (μ) , a događa se u tri koraka (WGS84 – Implementation Manual, verzija 2.2, 1995). U geometrijskom smislu to znači da lokalni model podataka o prostoru treba translirati do poklapanja koordinatnih osa, rotirati ga oko njih i promeniti mu razmeru, tako da se što više približi globalnom modelu, kao što je prikazano na slici 2.



Sl. 2 – Transformacija geodetskog datuma:
 X_G – položaj tačke P u globalnom sistemu,
 X_L – položaj tačke u lokalnom sistemu, ΔX –
 parametar translacije, $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – uglovi
 rotacije, μ – faktor razmere

Pored transformacije iz lokalnog u globalni datum na indirektan način, preko pravougljih koordinata (Helmertove formule), transformacija datuma je moguća i direktno, tj. preko krivolinijskih (geografskih) koordinata. To omogućava metoda Molodenskog, koja zahteva tri translacije ($\Delta x, \Delta y, \Delta z$), razlike istovetnih osa (Δa) i spljoštenosti (Δf) za oba elipsoida (WGS84 – Implementation Manual, verzija 2.2, 1995).

Pored te dve metode za transformaciju geodetskih datuma, kao moguću trebalo bi pomenuti i metodu jednačina višestruke regresije. Njena osnovna prednost je u modelovanju nešto boljeg uklanjanja kontinualnih površi u odnosu na metodu Molodenskog, ali zahteva i određivanje mnogo većeg broja konstanti, što nije tako praktično i jednostavno (WGS84 – Implementation Manual, verzija 2.2, 1995).

Kartografska osnova

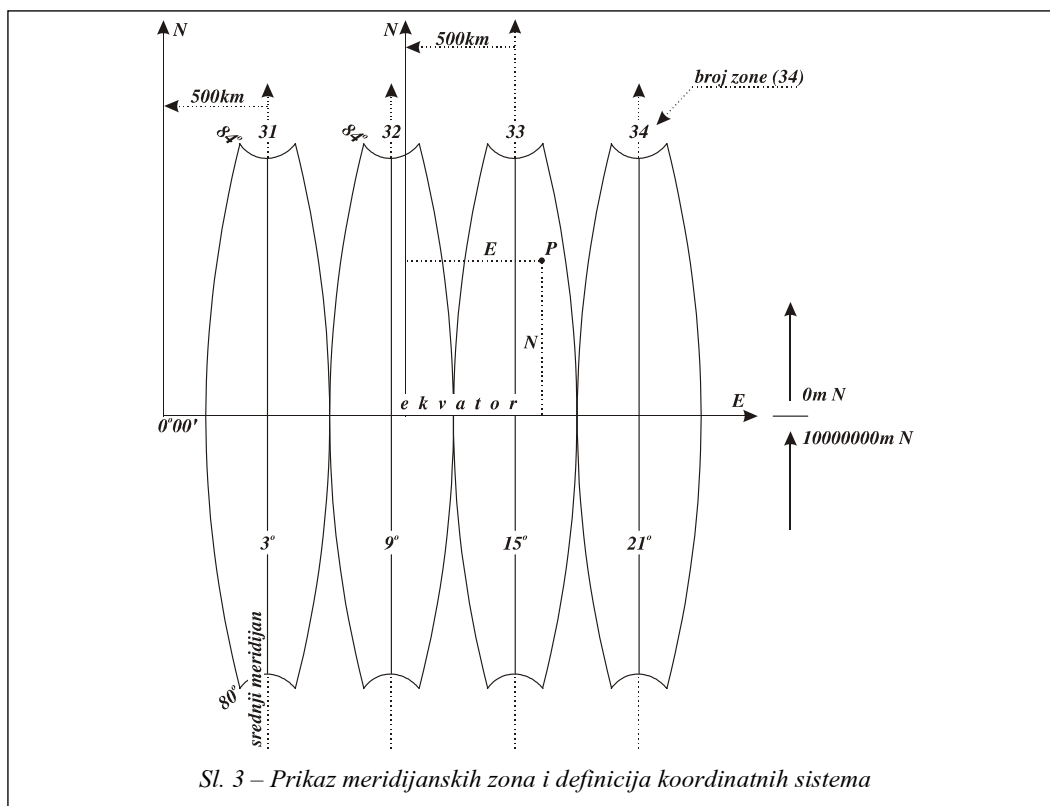
Kartografska projekcija određuje prelaz od površi elipsoida na ravan, dajući istovremeno zakon rasporeda pri nastalim deformacijama. Ona izražava analitičku zavisnost između koordinatnih tačaka na Zemljinom elipsoidu i ravni, i time predodređuje obavezan redosled radova u računanju i konstrukciji kartografske osnove topografske karte, izražene odgovarajućim sistemom koordinatnih linija. Takva koordinatna mreža je obavezna osnova svake, a posebno topografske karte.

Sadašnje topografske karte, kao što je poznato, radene su u Gaus-Krigerovoj projekciji trostepenih zona, na Zemljinom elipsoidu Besela 1841, sa griničkim početnim meridijanom. Meridijani koji-

ma odgovara 18° i 21° istočne geografske dužine srednji su meridijani zona, a linearni modul (razmera) na srednjem meridijanu zone iznosi 0,9999. U budućoj upotrebi i izradi topografskih karata, predlaže se UTM projekcija. Ona spada u kategoriju konformnih kartografskih projekcija, što znači da omogućava očuvanje sličnosti figura (jednakost uglova). Takav način preslikavanja ima veliku primenu u mnogim oblastima ljudske delatnosti, a jedna od tih oblasti jeste i vojska.

Pravougli koordinatni sistemi UTM pokrivaju Zemljinu površ između 80° južne geografske širine i 84° severne geografske širine. Svaka meridijanska zona ima svoj samostalni sistem pravougljih koordinata u ravni sa početkom u preseku ekvatora sa srednjim meridijanom te zone. Koordinate rastu u smeru istoka i severa (slika 3). Horizontalna koordinatna osa označava se slovom E, a uspravna koordinatna osa slovom N. Radi izbegavanja pojavljivanja negativnih vrednosti koordinata E dodaje im se konstanta od 500 000 m, tako da svaki centralni meridijan ima vrednosti 500 000 m. Za tačke koje se nalaze južno od ekvatora još se koordinati N dodaje konstanta od 10 000 000 m. Na taj način će svaki koordinatni sistem imati početak za severnu hemisferu (u metrima) 50 000 E, 0 N, a za južnu 500 000 E i 10 000 000 N.

Kada je reč o sistemu vojnih kartografskih izdanja jasno je da on mora rešavati kompleks zadataka taktičkog, operativnog i strategijskog karaktera. Pri izradi novog topografsko-kartografskog sistema predlaže se izrada topografskih karata u sledećim razmerama: 1:50 000 (level 2), 1:250 000 (level 1) i 1:1 000 000 (level 0). Navedene razmere rezultat su



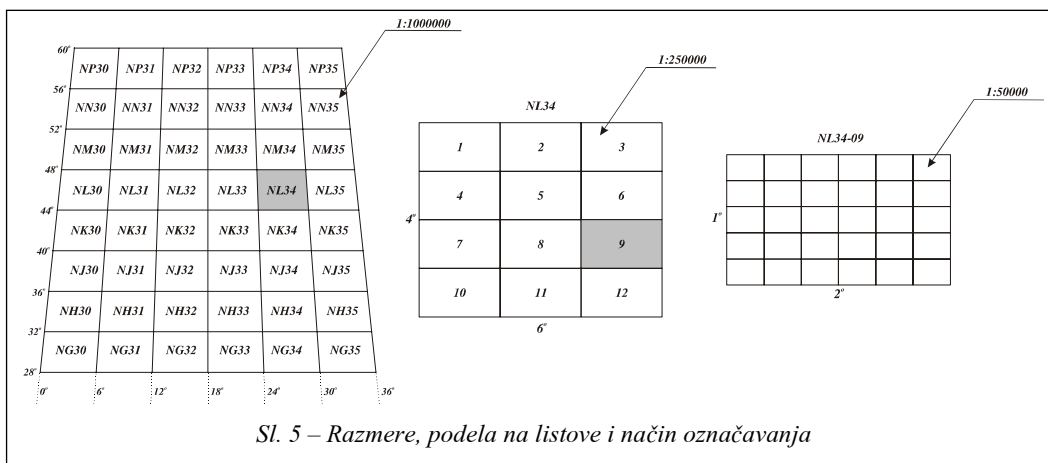
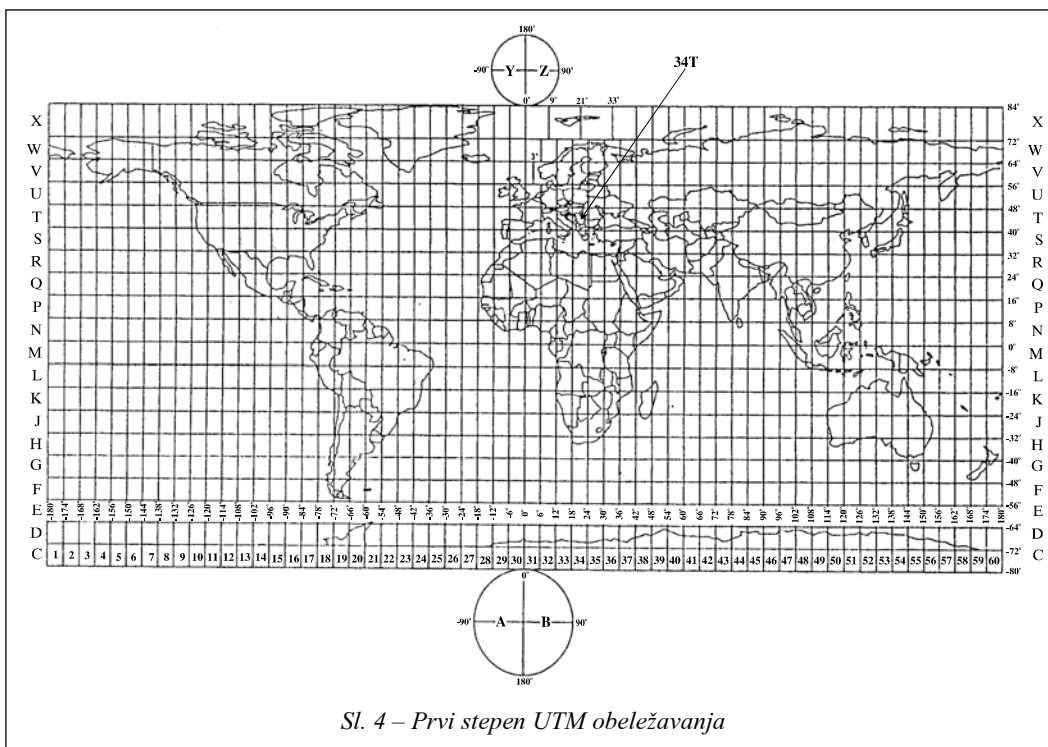
vojnih standarda i međusobnih sporazuma zemalja članica NATO i zemalja članica Partnerstva za mir. Takođe, postoji podela teritorije kartiranja na određeni format listova. U tom smislu topografske karte treba osloniti na podelu i UTM sistem obeležavanja (slika 4). Četvorougao UTM pokrivaju dva lista karte u razmeri 1:1 000 000. Odlike te osnove za prikaz područja državne teritorije SCG i delova susednih država su:

- četvorougao UTM je 34T;
- širina zone iznosi 6° po geografskoj dužini, gde je 21° srednji meridijan zone (34 je broj zone) i 8° po geografskoj širini (red je T);
- apscisna osa je ekvator, a ordinatna osa srednji meridijan zone;

– linearna razmera na srednjem meridijanu iznosi 0,9996 (najveća deformacija preslikavanja je na sredini zone, a najmanja na krajevima, tj. na krajevima zone nema deformacija),

– konvergencija meridijana mora biti manja od 5° .

Podelom jednog lista međunarodne karte sveta za razmeru 1:1 000 000 na tri kolone i četiri reda nastaje 12 listova u razmeri 1:250 000 (slika 5). Pojedini listovi označavaju se brojevima od 1 do 12, po redovima, počevši od severozapadnog vrha u smeru istoka i juga. Označavanje listova karata 1:250 000 dopunjava se nazivom najznačajnijeg grada prikazanog na listu i nazivima država prikazanih na listu. Daljom podelom lista karte u razmeri 1:250 000 na pet redova i



šest kolona nastaje 30 listova u razmeri 1:50 000. Format listova u razmeri 1:50 000 iznosi 20' po geografskoj dužini i 12' po geografskoj širini.

Radi jednoznačnosti identifikacije tačaka bilo gde na Zemlji prihvaćena je takozvana vojna pravouga mreža UTM.

Počevši od ekvatora u smeru severa i juga i od srednjeg meridijana na zapad i istok definisan je sistem kvadrata 100×100 km, čije su stranice u ravni projekcije paralelne sa projekcijom ekvatora i srednjeg meridijana pripadajuće zone. Sa sužavanjem meridijanskih zona u smeru polova zona

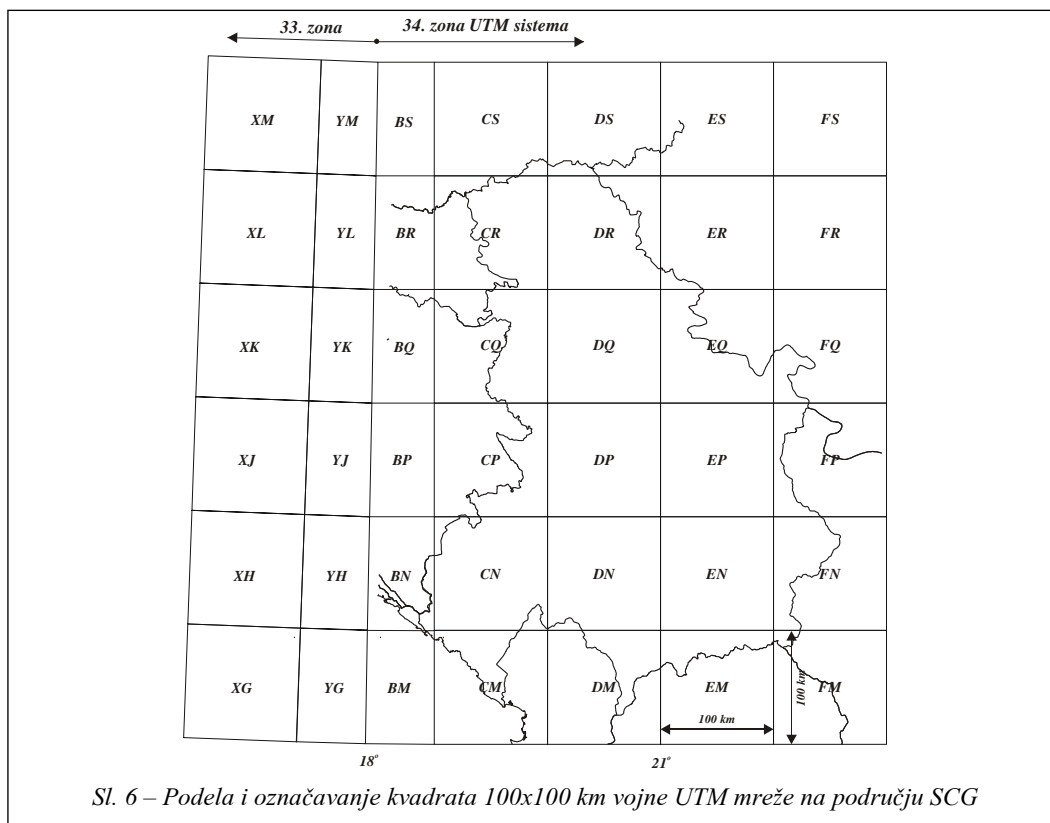
sadrži određeni broj potpunih kvadrata (na našoj geografskoj širini samo 4), a ivični „kvadrati“ su nepotpuni. Na slici 6 dat je prikaz dela UTM zone koja obuhvata državnu teritoriju SCG. Našu teritoriju pokriva zona 34, koja se prostire između meridijana 18° i 24° istočne geografske dužine, sa meridijanom 21° istočne geografske dužine, kao centralnim. Takođe, prikazani su podela i način označavanja kvadrata 100×100 km za područje SCG.

Početak obeležavanja kvadrata poklapa se sa koordinatnim početkom svake UTM zone. Počevši od 180° geografske dužine, idući istočno duž ekvatora u intervalima po 18°, kolone kvadrata obeležene su slovima abecede od A do Z (slova I i O su izostavljena). Redovi se

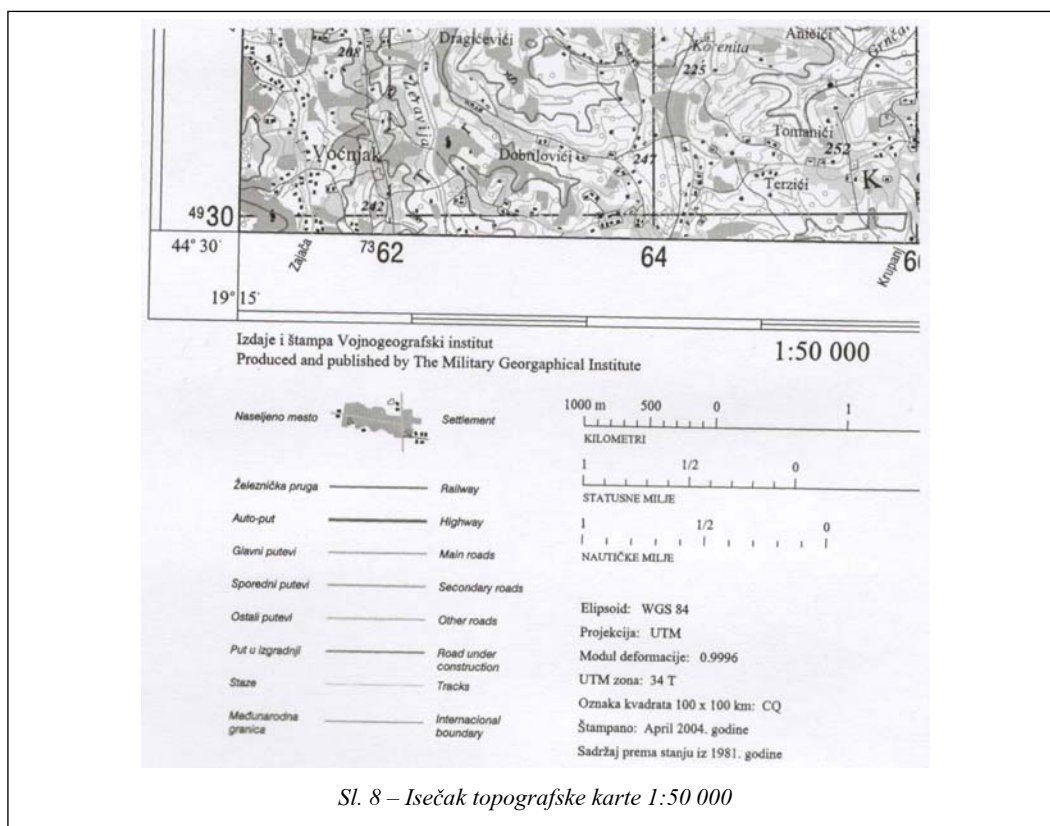
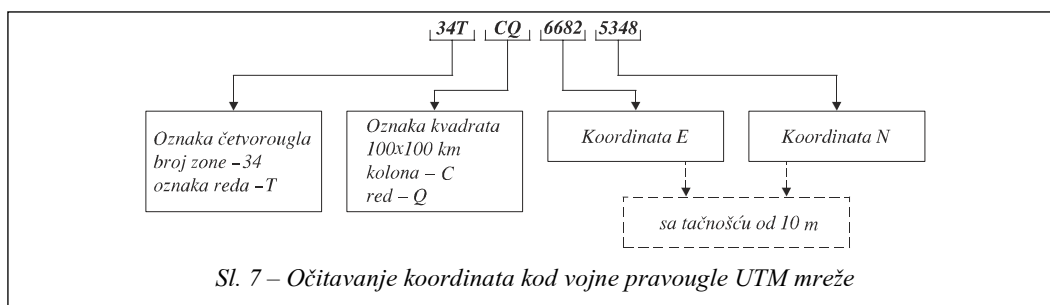
obeležavaju od juga prema severu, slovima A do Y (slova I i O su izostavljena). Abeceda se ponavlja svakih 200 km. U parno obeleženim zonama redovi počinju da se obeležavaju abecednim redom, počevši od apscisne linije sa vrednošću od 500 000 m i to od juga prema severu.

Način određivanja koordinata tačka u vojnoj pravouglnoj UTM mreži takođe je normiran. Na primer, postupak određivanja položaja izabrane tačke podrazumeva (slika 7):

- određivanje UTM četvorougla;
- određivanje oznake pripadajućeg kvadrata 100×100 km;
- određivanje punog kilometra istočno od zapadne ivice pripadajućeg kvadrata 100×100 km;



Sl. 6 – Podela i označavanje kvadrata 100x100 km vojne UTM mreže na području SCG



- procenu udaljenosti objekta od određenog punog kilometra sa tačnošću od 10 m;
- određivanje punog kilometra severno od južne ivice pripadajućeg kvadrata 100×100 km,
- procena udaljenosti objekta od određenog punog kilometra sa tačnošću od 10 m.

Vanokvirni sadržaj na novim topografskim kartama ima mnogo više sadržaja nego što je to bilo do sada. Proširuje se novim informacijama, kao i uputstvima za lakše snalaženje i očitavanje podataka. Takođe, tekst u vanokvirnom sadržaju, osim na srpskom (nacionalnom) jeziku, daje se i na engleskom (slika 8).

Transformacija kartografskog sadržaja

Sa potrebom izgradnje topografsko-kartografskog sistema prema novim vojnim standardima, postoji mogućnost prilagođavanja sadašnjih geotopografskih materijala u okviru međunarodnog referentnog koordinatnog sistema. Matematički postupak kojim se određuje jednoznačna veza između starog i novog sistema predstavlja transformaciju kartografskog sadržaja i, u principu, postoje dva rešenja za dati problem: direktni i indirektni način.

U mnogim slučajevima određivanje direktne analitičke veze, odnosno definisanje odgovarajućih funkcija transformacije praktično je teško ostvarljivo. Zbog toga se najčešće pribegava približnim rešenjima, odnosno iznalaženjima približnih formula koje obezbeđuju dovoljnu tačnost za mnoge praktične potrebe. Opšte rešenje navedenog problema zasniva se na modelovanju funkcionalne veze između koordinata dva referentna sistema stepenovanim polinomom oblika:

$$X = a_0 + \sum_{i=1}^{\infty} (a_{in}x + a_{im}y)^i \quad (1)$$

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^{\infty} (b_{in}x + b_{im}y)^i$$

gde je:

a_0, b_0, a_i, b_i – koeficijenti transformacije,
 i – stepen transformacije,
 n, m – redni brojevi, koji u svakom redu transformacije poprimaju značenje od $n = 1$ do $m = i + 1$.

Najverovatnije vrednosti koeficijentata a_0, b_0, a_i i b_i određuju se primenom principa najmanjih kvadrata $\sum (v_x^2 + v_y^2) = \min$, gde su v_x i v_y popravke koordinata. Specijalan slučaj polinoma (1) su jednačine affine transformacije koje nastaju ako se ostane na članovima do prvog stepena, i mogu se izraziti na sledeći način:

$$X = a_0 + a_{11}x + a_{12}y \quad (2)$$

$$Y = b_0 + b_{11}x + b_{12}y$$

Afina transformacija ima veliku primenu pri preslikavanju srodnih kartografskih mreža kada je poželjno sačuvati osobinu paralelnosti pravaca. Međutim, često postoji potreba za transformacijom viših stepena, kada je neophodno preslikavanje pravih u krive linije. Takva je, na primer, transformacija drugog stepena zadata sledećim izrazima:

$$X = a_0 + a_{11}x + a_{12}y + a_{21}x^2 + a_{22}xy + a_{23}y^2$$

$$Y = b_0 + b_{11}x + b_{12}y + b_{21}x^2 + b_{22}xy + b_{23}y^2 \quad (3)$$

Ove jednačine predstavljaju krive linije drugog stepena (parabole, hiperbole, elipse i sl.). Takav vid transformacije određen je sa šest zajedničkih tačaka, dok transformaciju trećeg i višeg stepena određuje više zajedničkih tačaka.

Indirektno rešenje vodi preko niza pravougljih i geografskih koordinata odgovarajućih tačaka, i može se šematski prikazati kao:

$$\begin{aligned}
 [x, y]_1 &\rightarrow [\varphi, \lambda]_1 \rightarrow [X, Y]_1 \rightarrow \\
 &\rightarrow [X, Y]_2 \rightarrow [\varphi, \lambda]_2 \rightarrow [x, y]_1 \quad (4)
 \end{aligned}$$

gde su:

x, y – pravouglo koordinate u ravni,
 φ, λ – geografske koordinate,
 X, Y – prostorne pravouglo koordinate,
 1 – stari sistem,
 2 – novi sistem.

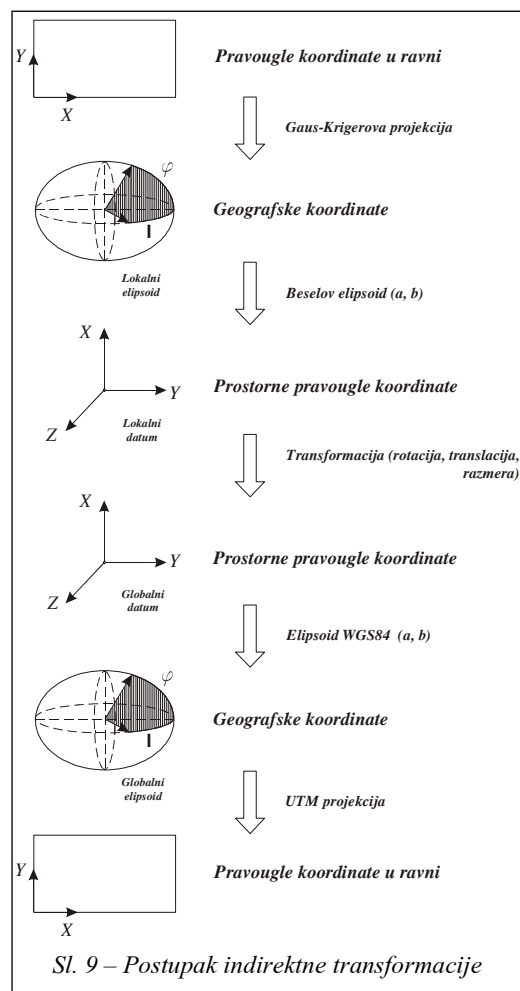
Postupak indirektno transformacije je u svemu striktno definisan, i za njegovu realizaciju neophodno je raspolagati preciznim formulama za prelaz iz ravni kartografske projekcije na određeni elipsoid i obratno. Za sada postoji veliki broj programa i algoritama koji rešavaju upravo ovu problematiku. Radi transformacije postojećeg kartografskog sadržaja u novi jedinstveni standardni koordinatni sistem, na slici 9 prikazano je indirektno rešenje.

Do izrade potpuno novog topografsko-kartografskog sistema postoji mogućnost nanošenja, tj. da se na sadašnje vojne topografske karte ucrtava kartografska mreža UTM projekcije, ali prema podacima WGS84. Ovakva mreža već se ušampava na određenom broju postojećih karata, kao što su, na primer, topografska karta u razmeri 1:50 000 i topografska karta u razmeri 1:100 000. Takođe, u vanokvirnom sadržaju ovih karata daje se odgovarajuće objašnjenje za njihovu upotrebu, odnosno očitavanje koordinata položaja u jednom ili drugom koordinatnom sistemu.

Zaključak

U nedavnoj prošlosti svaka država se zadovoljavala uspostavljanjem jednorod-

nog sistema u okviru svojih nacionalnih (lokalnih) granica. Taj sistem je, prema potrebama i mogućnostima, proširivan na teritorije susednih zemalja. I naša zemlja imala je svoje osnovne podatke o referenc-elipsoidu, fundamentalnoj tački, kartografskoj projekciji ili sistemu razmera topografskih karata. Usled globalnih svet-skih kretanja i međunarodne vojne saradnje, geodetsko-kartografski sistemi postali su tesni i predstavljaju smetnju ubrzanom integraciji većeg broja zemalja, kako na vojnom, tako i na civilnom planu.

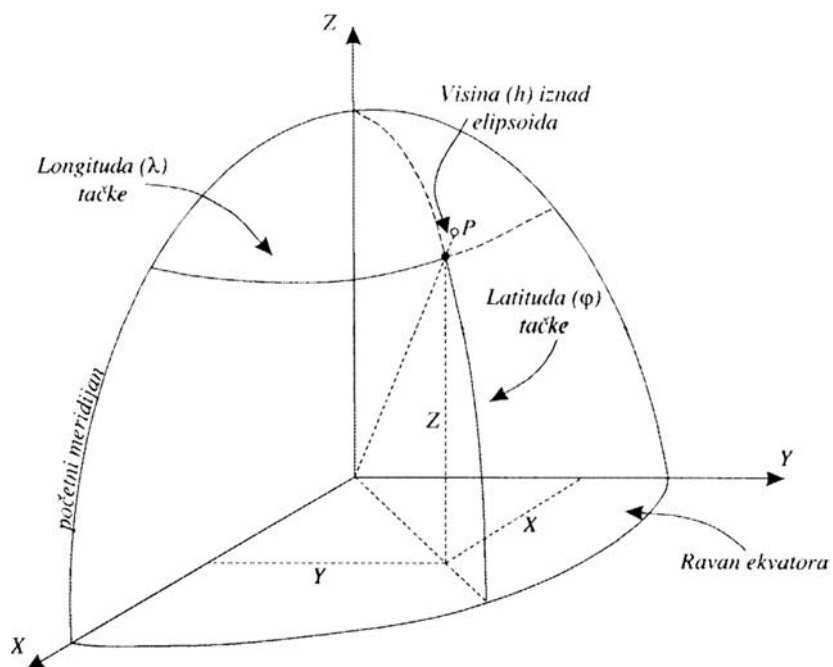


Poslovi na obnovi matematičke osnove topografskih karata kod nas danas su postali neophodni, kao što je neophodna i ažurnost geoprostornog sadržaja. Za to treba stvoriti što povoljnije uslove, jer je to posao koji zahteva ozbiljnu teorijsku pripremu i poznavanje svetskih iskustava u datoj oblasti. Takođe, potrebni su stručni kadrovi, mnogo smišljenog i kreativnog rada, a i puno vremena. Takav zadatak obično nastaje u prelomnim trenucima ili kada je obezbeđena jedna serija vojnih topografskih karata, pa se posao može preusmeriti na nove projekte. Međutim, u ovom slučaju ne bi trebalo puno odugovlačiti, s obzirom na naša velika zaostajanja na tom polju, kao i potrebe za što bržim priključenjem savremenom delu sveta. U formiranje jednog takvog sistema, osim vojne geodetske službe, u velikoj meri mogu se uključiti i drugi geodetsko-kartografski potencijali

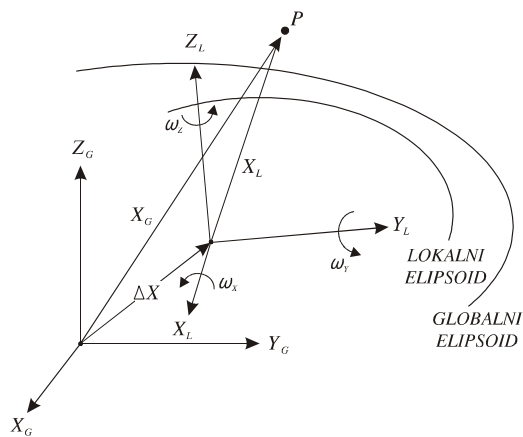
na polju prikupljanja i izgradnje okvira podataka o prostoru.

Literatura:

- [1] Borisov, M., (2004): Model i organizacija geoprostornih podataka za razmeru 1:50 000, Doktorska disertacija, Građevinski fakultet–Institut za geodeziju, Beograd.
- [2] DMA, (2000): The Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST), USA.
- [3] Illert, A.; Wilski, I., (1995): Integration and harmonization of contributions to a European dataset, 17th International Cartographic Conference 10th General Assembly of ICA Proceedings 1, Barselona, Espania, pp. 805–813.
- [4] STANAG 2211, (2000): Geodetic Datums, Projections, Grids and Grid References, North Atlantic Treaty Organization, Military Agency for Standardization, Edition 6.
- [5] STANAG 3600, (2000): Topographical Land Maps and Aeronautical Charts 1:250 000 for Joint Operations, North Atlantic Treaty Organization, Military Agency for Standardization, Edition 3/1979, Amendment 9/2000.
- [6] Une Hiroshi, (2001): Toward the Next Stage of the Global Mapping Project – Successful Completion of Phase 1 with Release of Global Map Version 1.0, Bulletin of the Geographical Survey Institute, Vol. 47, Japan, pp. 13–21.
- [7] <http://www.nc3a.nato.int/symposia/accisamis/proceedings/s2gisml/giscrono.htm>
- [8] <http://www.cartographic.com/topograp-hicmaps.asp>
- [9] WGS 84, (1995): Implementation Manual, Verzija 2.2, European Organization for the Safety of Air Navigation Brussels, Belgium, and Institute of Geodesy and Navigation University FAF Munich, Germany.



Sl. 1 – Pravolinijski i krivolinijski koordinatni sistem

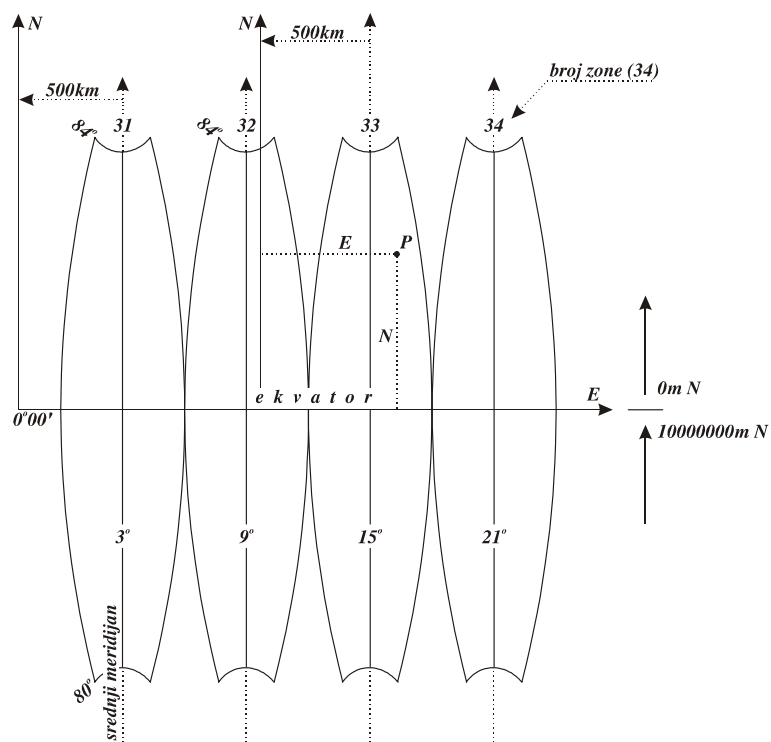


Sl. 2 – Transformacija geodetskog datuma:

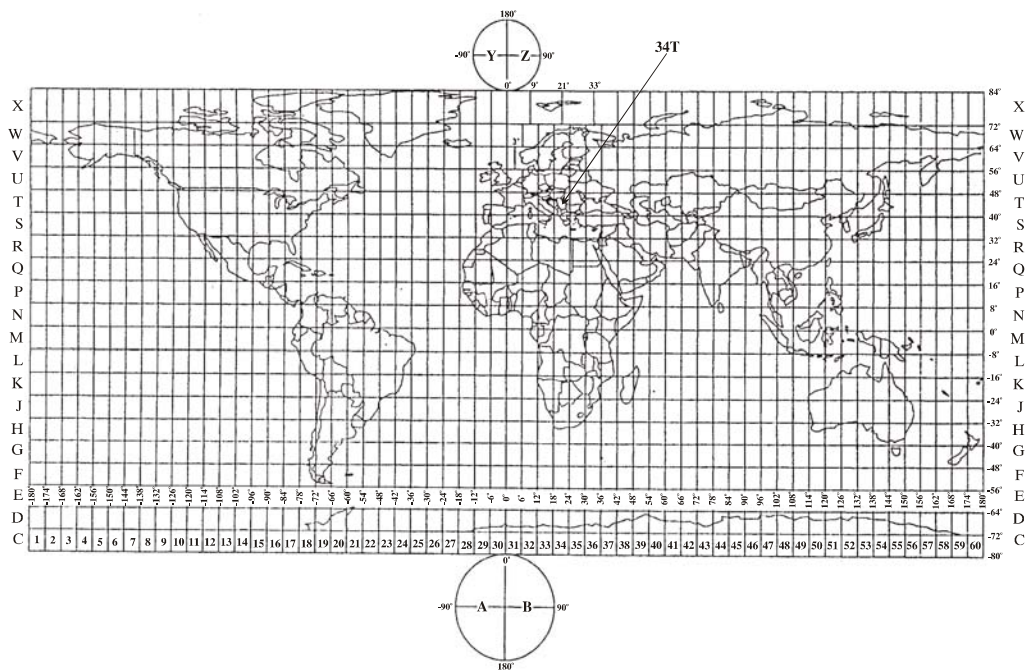
X_G – položaj tačke P u globalnom sistemu, X_L – položaj tačke u lokalnom sistemu,

ΔX – parametar translacije, ω_x , ω_y , ω_z – uglovi rotacije,

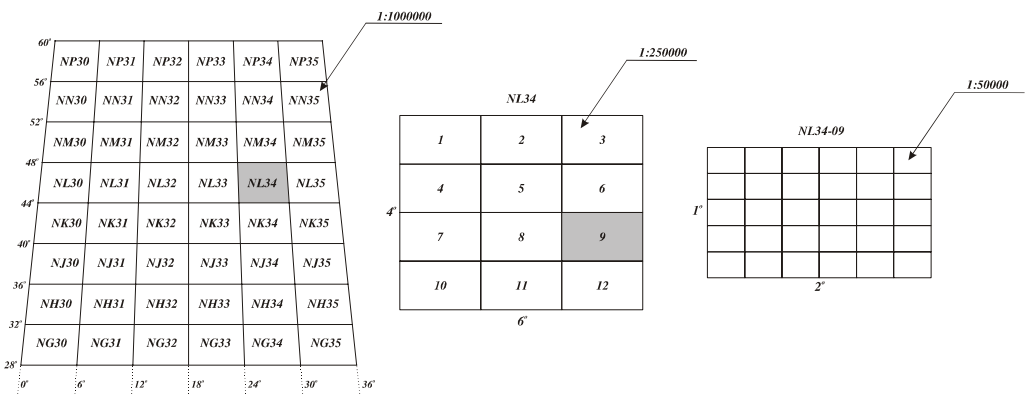
μ – faktor razmere.



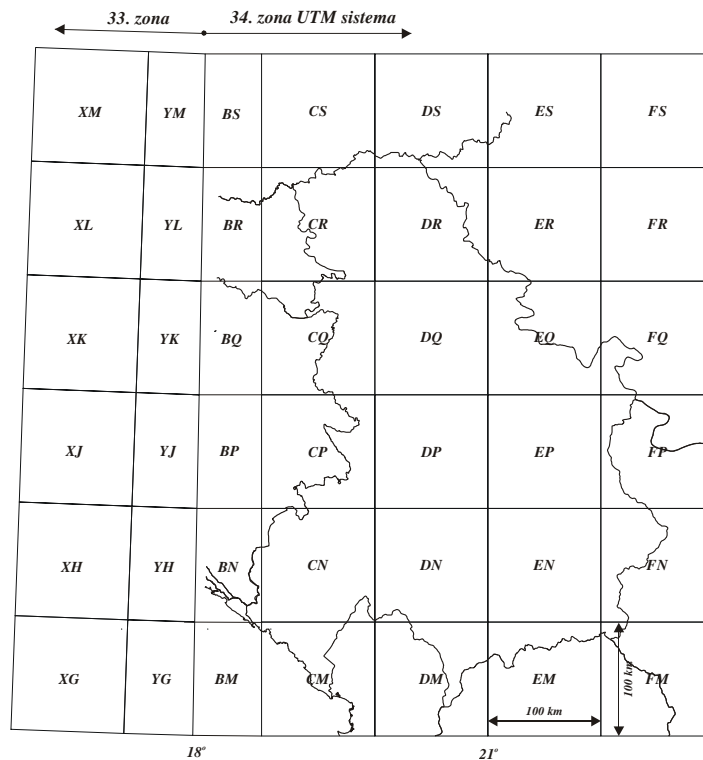
Sl. 3 – Prikaz meridijanskih zona i definicija koordinatnih sistema



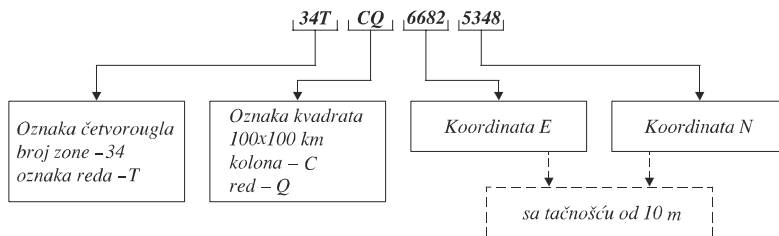
Sl. 4 – Prvi stepen UTM obeležavanja



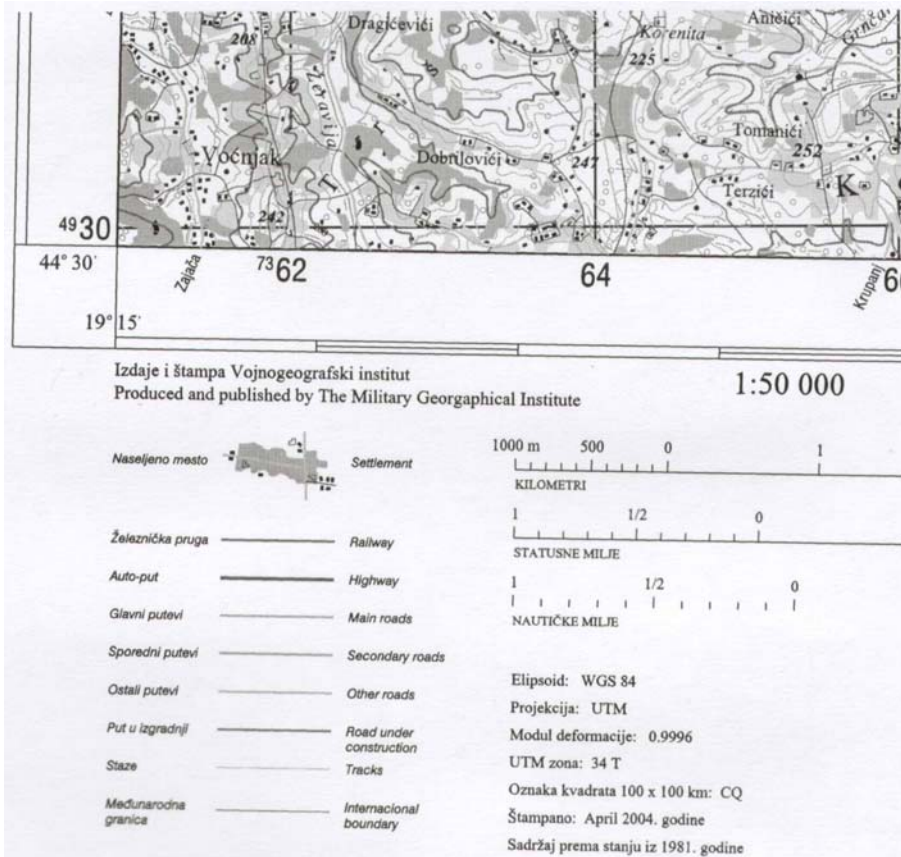
Sl. 5 – Razmere, podela na listove i način označavanja



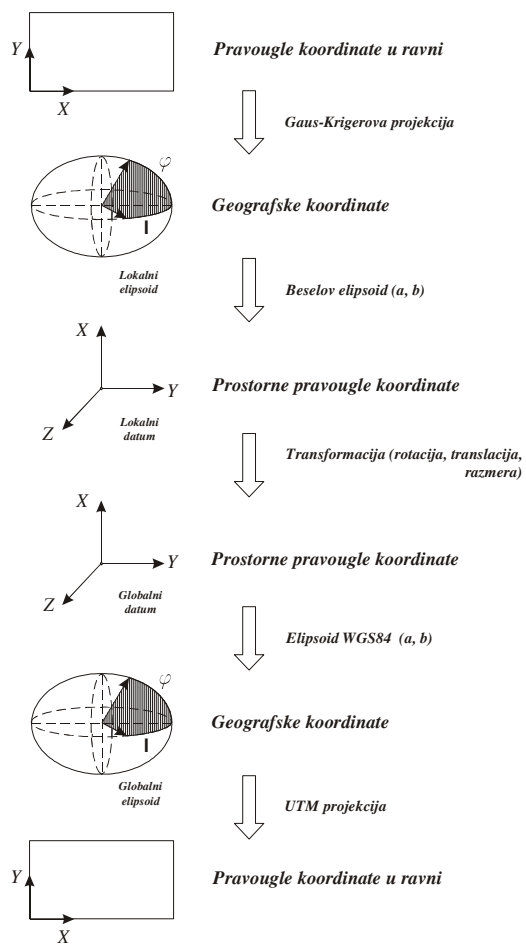
Sl. 6 – Podela i označavanje kvadrata 100x100 km vojne UTM mreže na području SCG



Sl. 7 – Očitavanje koordinata kod vojne pravougla UTM mreže



Sl. 8 – Isečak topografske karte 1:50 000



Sl. 9 – Postupak indirektno transformacije

Profesor
dr Miroslav Demić,
dipl. inž., akademik,
Mašinski fakultet,
Kragujevac
dr Đorđe Diligenski,
viši naučni saradnik
INN Vinča,
Beograd
Ivan Demić, apsolvent
Mašinski fakultet,
Kragujevac

PRILOG OPTIMALNOM PROJEKTOVANJU AKTIVNOG SISTEMA ZA OSLANJANJE VOZILA

UDC: 629.012

Rezime:

U ovom radu prikazan je sistem za aktivno oslanjanje vozila, uz korišćenje ravanskog modela vozila, bez filtera u povratnim spagama sistema za regulaciju. Za optimizaciju parametara PI kontrolera korišćena je metoda stohastičke parametarske optimizacije. Cilj optimizacije bio je istovremeno minimiziranje vibracijskih ubrzanja oslonjene mase i standardnog odstupanja sila u kontaktima točkova i tla, što poboljšava udobnost i ponašanje vozila na putu.

Ključne reči: vozilo, aktivni sistem oslanjanja, PI kontroler, optimizacija.

A CONTRIBUTION TO OPTIMAL DESIGN OF VEHICLE ACTIVE SUSPENSION SYSTEM

Summary:

In this paper, an active suspension system is developed by use of a vehicle plane model without feedback filters in control system. A method of stochastic parameters optimization has been utilized in order to optimize PI controller parameters. The basic optimization goal was a simultaneous minimization of sprung mass acceleration and standard deviation of forces in tire-to-ground contact area, so as to improve vehicle comfort and handling performances.

Key words: vehicle, active suspension system, PI controller, optimization.

Uvod

Dinamičko ponašanje motornih vozila praćeno je pojavom prostornih kretanja, promenom karakteristika sa vremenom eksploatacije, velikim brojem poremećaja i sl. Pomenute dinamičke pojave, a posebno vibracije, dovode do zamora korisnika, izazivaju loše reakcije vozača, skraćuju vek vozila i njegovih sistema i sl.

Osnovni zadatak sistema za oslanjanje jeste da smanji negativne efekte, poboljša ponašanje vozila na putu i omogući njegovu eksploataciju u definisanim eksploatacionim uslovima.

Klasični sistemi oslanjanja ne mogu da zadovolje te zahteve u širem dijapazonu eksploatacionih uslova, pa se pojavila potreba za uvođenjem novih sistema za oslanjanje, sa regulisanim karakteristikama (poluaktivni i aktivni sistemi). Njihove podele i klasifikacije poznate su iz literature [35].

Klasični pasivni sistemi za oslanjanje mogu ponuditi kompromis između oprečnih zahteva za oscilatornom udobnošću i ponašanja vozila na putu [15, 19, 21, 36, 40], jer su im parametri krutosti i prigušenja fiksni. Imajući u vidu težnju za manjom potrošnjom goriva, a što se posti-

že i manjom masom vozila, očigledno je da se aspekt opterećeno/neopterećeno stanje manifestuje kroz degradaciju parametara oscilatorne udobnosti i ponašanja vozila na putu. Samo sistemi oslanjanja sa regulisanim karakteristikama mogu na zadovoljavajući način da kompenzuju poremećaje. Prvi takav sistem korišćen je kod vasioniskih letelica (Sputnjik, između 1950. i 1960. godine, [37]), dok kod motornih vozila njihova primena počinje sedamdesetih godina XX veka, i to najpre u poluaktivnom izvođenju.

U praksi postoje dve vrste sistema za oslanjanje sa regulisanim karakteristikama:

- poluaktivni, kod kojih se vrši regulacija krutosti ili prigušenja. Oni imaju povoljne karakteristike, a cena im je prihvatljiva i za vozila niže kategorije,

- aktivni, koji imaju generator sile koji može biti kombinovan i sa klasičnim elastoprigušnim elementima. Cena im je vrlo visoka, pa primenu nalaze kod vozila veoma visoke klase ili kod specijalnih vozila.

Ovi sistemi detaljnije su opisani u [5–8, 11–32, 34–43].

Imajući u vidu različita konstruktivna izvođenja pomenutih sistema, u ovom radu biće reči o sistemu koji se nalazi u fazi razvoja, a kod koga je ulje u hidrauličkoj instalaciji zamenjeno silikonom [5, 25, 26] koji poseduje svojstvo elastoprigušnog elementa. Preciznije rečeno, ideja iz [5, 25, 26] značajnije je istražena, posebno sa aspekta korišćenja integrisanog PI kontrolera i aktuatora, njegovog optimalnog projektovanja i potrebe za korišćenjem filtera u oblasti rezonanci

oslonjenih i neoslonjenih masa. Izvršena istraživanja ilustrovana su na ravanskom modelu vozila.

Pojedine konstrukcije sistema aktivnog oslanjanja, pored generatora sile, imaju i komponente klasičnih sistema oslanjanja [5], ali će u ovom radu biti posmatran sistem koji poseduje samo generator sile, zahvaljujući osobini silikona da istovremeno ostvaruju elastično i prigušno dejstvo.

Model vozila

Razmatran je ravanski model vozila definisan na slici 1. Diferencijalne jednačine oscilatornih kretanja prikazanog modela formirane su uz primenu programskog paketa NEWEUL. Priprema ulaznih podataka izvršena je u skladu sa zahtevima računarskog programa, a za definisanje kretanja sistema sa pet stepeni slobode korišćeno je 15 koordinatnih sistema, u odnosu na koje su definisani inercijalni parametri, sile i sl. Postupak pripreme ulaznih podataka detaljno je opisan u [33].

Treba napomenuti da je vertikalna generalisana koordinata oslonjene mase definisana od željenog statičkog položaja, a generalisane koordinate masa točkova od njihovog ravnotežnog položaja, što se manifestuje tako da oslonjena masa figuriše u diferencijalnim jednačinama kretanja, a mase točkova ne figurišu u pomenutim jednačinama.

Koristeći programski paket NEWEUL i sliku 1, formulišu se nelinearne diferencijalne jednačine kretanja modela vozila:

$$\begin{aligned}
m\ddot{y} &= -F_p \sin \theta - F_z \sin \theta - G \sin \theta \\
m\ddot{z} &= -F_p \cos \theta - F_z \cos \theta - G \cos \theta \\
I_x \ddot{\theta} &= -F_p a \cos \theta + F_z b \cos \theta \quad (1) \\
m_p \ddot{z}_1 &= -F_{p1} + F_p \cos \theta \\
m_z \ddot{z}_2 &= -F_{p2} + F_z \cos \theta
\end{aligned}$$

gde je:

G , m , m_p i m_z – gravitaciona sila i mase sistema, respektivno,

I_x – moment inercije oslonjene mase za osu x ,

F_p i F_z – sile u hidrauličkim cilindrima,

F_{p1} i F_{p2} – sile u pneumaticima (usvojene u obliku polinoma trećeg stepena [7–9, 11–15]),

F_{d1} i F_{d2} – dinamičke reakcije tla,

$\ddot{z}_1, \ddot{z}_2, \ddot{z}, \ddot{\theta}$ – ubrzanja odgovarajućih masa posmatranog sistema.

Pored navedenih, na slici 1 korišćene su i oznake z_{o1} i z_{o2} za funkcije pobude od mikroneravnina puta, a značenje ostalih oznaka na slici 1 isto je kao i u [40].

Na slici 2 prikazana je šema upravljanja aktivnim sistemom oslanjanja za posmatrani model vozila. U konkretnom slučaju usvojen je koncept regulacije aktivnim sistemom upravljanja, čija je osnova objašnjena u [5], a ostvaruje se

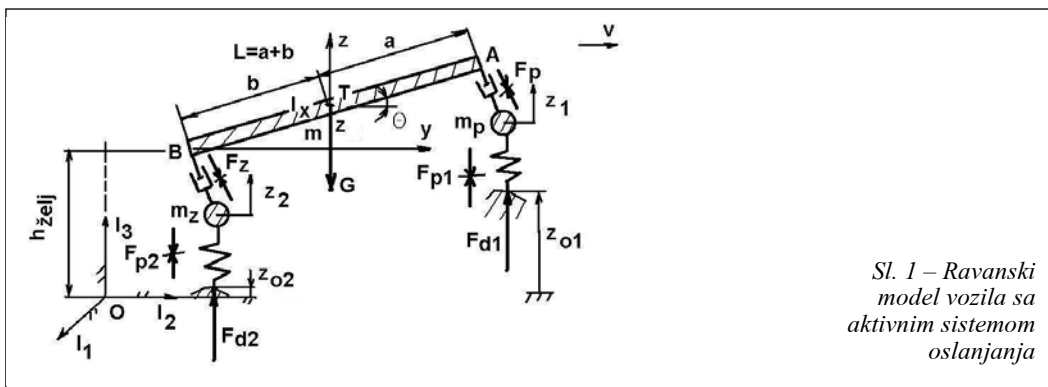
preko dve grupe povratnih sprega (spoljašnja – udobnost i unutrašnja – sile).

Očigledno je da je ovaj koncept aktivnog oslanjanja zasnovan na registrovanju vertikalnih ubrzanja poskakivanja i ubrzanja galopiranja oslonjene mase, kao i hodova klipova cilindara i njihovih odgovarajućih brzina.

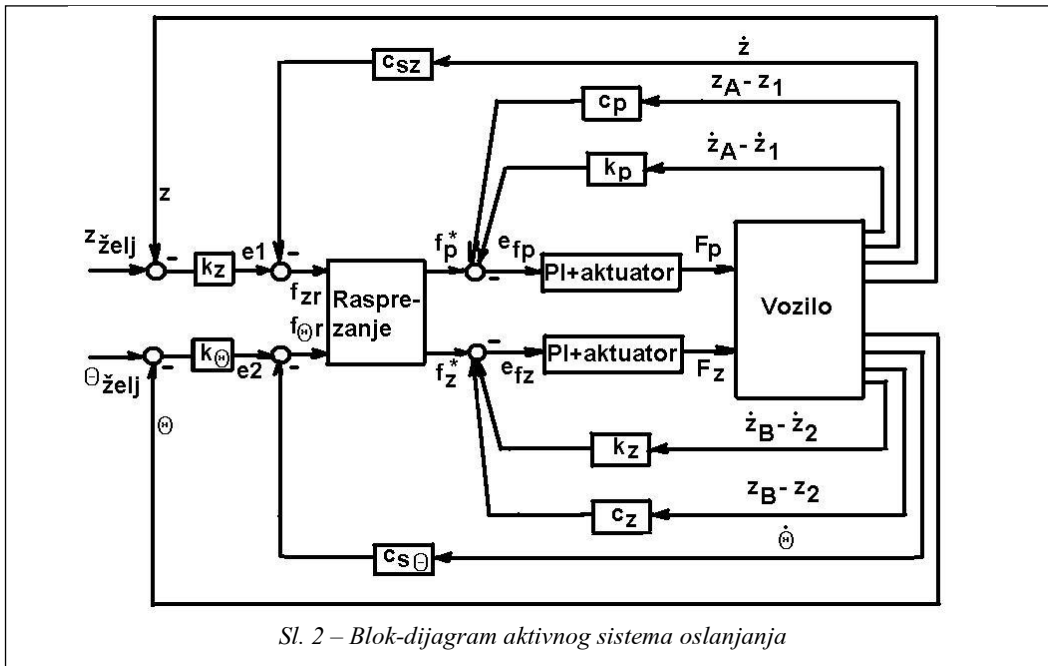
Veličina $z_{želj}$ predstavlja željenu visinu vozila u statičkom položaju, a Θ_z je željena veličina galopiranja oslonjene mase, $e_1, e_2, f_{zr}, f_{\theta r}, f_{p*}, f_{z*}, e_{fp}$ i e_{fz} predstavljaju ostvarene greške u odnosu na željene vrednosti, dok oznake $c_p, k_p, k_z, c_z, c_{s\theta}, c_{sz}$ predstavljaju odgovarajuće koeficijente [5].

Kako sile u cilindrima F_p i F_z zavise od poskakivanja i galopiranja oslonjene mase, moraju se razdvojiti komponente koje izazivaju poskakivanje od onih koje izazivaju galopiranje (blok Raspredanje definisan na slici 2). U tom smislu treba posmatrati drugu i treću jednačinu iz sistema (1), na osnovu kojih se može zaključiti da postoje relacije koje definišu upravljanje silama poskakivanja i galopiranja oslonjene mase u obliku:

$$\begin{aligned}
f_{zr} &= -(f_p + f_z) \cos \theta \\
f_{\theta r} &= (bf_z - af_\theta) \cos \theta
\end{aligned} \quad (2)$$



Sl. 1 – Ravanski model vozila sa aktivnim sistemom oslanjanja



Sl. 2 – Blok-dijagram aktivnog sistema oslanjanja

odakle se dobijaju signali regulacije u obliku:

$$\begin{aligned} f_p^* &= -\frac{bf_{zr} + f_{\theta r}}{L \cos \theta} \\ f_z^* &= \frac{f_{\theta r} - af_{zr}}{L \cos \theta} \end{aligned} \quad (3)$$

Sa slike 2 oćigledne su i sledeće relacije:

$$\begin{aligned} e_1 &= (z_{želj} - z)k_z \\ e_2 &= (\theta_{želj} - \theta)k_{\theta} \\ f_{zr} &= e_1 - c_{sz} \dot{z} \\ f_{\theta r} &= e_2 - c_{s\theta} \dot{\theta} \end{aligned} \quad (4)$$

Prema dostupnim podacima, kod izvedenih vozila najćešće se koriste proporcionalno integralni (PI) i proporcio-

nalno-diferencijalno-integralni kontroleri (PID) [5, 6, 16–32, 34–39, 41–43]. Kod nekih rešenja koriste se i filteri koji imaju zadatak da smanje velićinu dinamićkih pojaćanja u oblasti rezonanci oslonjene i neoslonjenih masa [5, 25, 26]. U ovom radu razmatrano je korišćenje integrisanog PI kontrolera i aktuatora, bez upotrebe filtera u povratnoj sprezi, ali uz optimizaciju njegovih karakteristika.

Kao što je poznato [5, 25, 26], a imajući u vidu sliku 2, karakteristiku integrisanog PI kontrolera i aktuatora opisuju jednaćine:

$$\begin{aligned} F_p &= x[1]e_{fp} + x[2] \int e_{fp} dt \\ F_z &= x[3]e_{fz} + x[4] \int e_{fz} dt \end{aligned} \quad (5)$$

gde su parametri integrisanog PI kontrolera i aktuatora oznaćeni sa x[1], x[2], x[3] i x[4], koji su u ovom radu op-

timizirani, a dinamičke procese sistema opisuju spregnute jednačine (1–5). Imajući u vidu njihov karakter, kao i slučajan ili udarni karakter pobude mikroprofila puta, evidentno je da se moraju rešavati numerički, metodom Runge-Kuta.

Numerička integracija izvršena je sa vremenskim korakom od 0,003 s u 4096 tačaka, što je dovelo do pouzdanosti rezultata u oblasti 0,08 do 166 Hz [1–3], a to je zadovoljavajuće sa aspekta oscilatorne udobnosti i ponašanja vozila na putu [40].

Metoda optimizacije

Metoda stohastičke parametarske optimizacije, koja nalazi primenu u optimizaciji oscilatornih parametara motornih vozila, zasniva se na metodama nelinearnog programiranja [4]. Jedna od često primenjivanih metoda nelinearnog programiranja Hooke-Jeeves method, poznata je po ubrzanom procesu pretraživanja funkcije cilja i detaljno je opisana u [4].

Kako u procesu optimizacije postoje ograničenja konstruktivnih parametara, problem se rešava uvođenjem spoljašnjih, ili unutrašnjih kaznenih funkcija. U konkretnom slučaju, za optimizaciju parametara integrisanog PI kontrolera i aktuatora korišćena je metoda stohastičke parametarske optimizacije [7, 8, 11–15] zasnovana na metodi Hooke-Jeeves i spoljašnjim kaznenim funkcijama, čiji je blok-dijagram prikazan na slici 3 [15].

Ocenjeno je celishodnim da se optimalan izbor parametara integrisanog PI kontrolera i aktuatora izvrši sa aspekta oscilatorne udobnosti i ponašanja vozila na putu. U konkretnom slučaju, u skladu sa posmatranim modelom vozila, istovremeno su minimizirana ubrzanja poskaki-

vanja i galopiranja oslonjene mase (zahtevi oscilatorne udobnosti) i standardna odstupanja dinamičkih reakcija tla (zahtevi dobrog ponašanja vozila na putu) [37]. Funkcija cilja tada ima sledeći oblik:

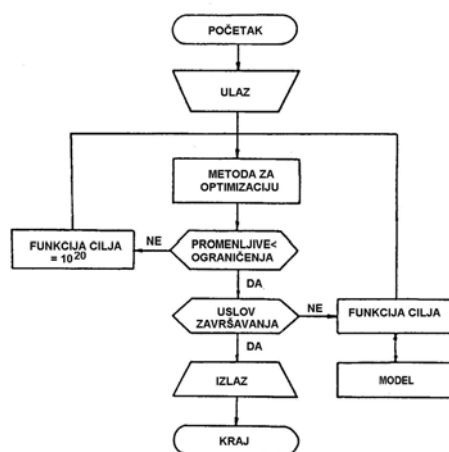
$$z = rang1 * \ddot{z}_{ef} + rang2 * \ddot{\theta}_{ef} + rang3 * \sigma_{Fd1} + rang4 * \sigma_{Fd2} \quad (6)$$

gde je:

rang1–4 – težinski faktori koji definišu rang uticaja veličine uz koju se nalaze, na funkciju cilja z i omogućavaju prevođenje veličina koje definišu potciljeve u iste jedinice. U nedostatku preporuka za izbor ovih koeficijenata, a u želji da se veći uticaj da oscilatornoj udobnosti u odnosu na ponašanje vozila na putu [7, 8, 11–15], usvojene su vrednosti: rang1 = rang2 = 1000 i rang3 = rang4 = 1;

$\ddot{z}_{ef}, \ddot{\theta}_{ef}$ – efektivne vrednosti ubrzanja poskakivanja i galopiranja oslonjene mase,

$\sigma_{Fd1}, \sigma_{Fd2}$ – standardna odstupanja dinamičkih reakcija tla.



Sl. 3 – Blok-dijagram metode optimizacije

Pošto u praksi postoje konstruktivna ograničenja, optimizacija je izvršena uz uvođenje oblasti definisanosti posmatranih parametara:

$$0 <= x[i] <= 200, i = 1 \text{ do } 4$$

Ocenjeno je celishodnim da se optimizacija izvrši za dve karakteristične vrste pobuda [40]:

- stohastičku, koja je definisana u [7, 8, 11–15], za karakterističnu eksploatacionu brzinu vozila od 30 m/s i asfaltni put u dobrom stanju,
- udarnu (pravougaonu), visine 2 i 5 cm, sa trajanjem od 1,5 s i početkom 0,5 s od početka simulacije.

Usvojena je pretpostavka da se zadnji točkovi kreću po istom tragu kao i prednji, tako da je funkcija pobude mikroneravnina na zadnjim točkovima fazno pomerena za veličinu L/v [15, 21, 30, 31, 40].

Pošto se u praksi problem nalaženja globalnog minimuma rešava tako što optimizacioni proces započinje sa više polaznih vrednosti optimizirajućih parametara [7, 8, 11–15], ocenjeno je celishodnim da u ovom slučaju ovaj proces započne sa tri početne vrednosti tih parametara.

Optimizacija je vršena na računaru Pentium 4 (Intel 1,8 GHz, 512 Mb RAM), a iterativni proces automatski je prekinut kada su dve susedne vrednosti

funkcije cilja bile $1e-15$. Vreme optimizacije po jednoj kombinaciji iznosilo je oko 23 minuta, a parametri posmatranog vozila prikazani su u tabeli 1. Rezultati optimizacije prikazani su u tabeli 2.

Analiza rezultata

Analizom rezultata iz tabele 2 može se uočiti da je najniža vrednost funkcije cilja, za obe vrste pobude, dobijena u slučaju kada su početne vrednosti optimizirajućih parametara bile najmanje (početne vrednosti 40).

Kao globalni minimum, iz praktičnih razloga, usvaja se funkcija cilja čiji su parametri integrisanog PI kontrolera i aktuatora: $x1_{opt} = 20,00$; $x2_{opt} = 4,00$; $x3_{opt} = 4,00$ i $x4_{opt} = 7,771 \cdot 10^{-16}$.

Tabela 1
Osnovni podaci o modelu posmatranog vozila i aktivnom sistemu za oslanjanje

Oslonjena masa, m	1500 kg
Neoslonjena masa, m_p	59 kg
Neoslonjena masa, m_z	59 kg
Moment inercije, I_x	2160 kgm ²
Oсно растоjanje L	3,1 m
Položaj težišta, a/b	1,4/1,7 m
*Krutost pneumatika uz linearni član, c_1	190 000 N/m
*Krutost pneumatika uz kvadratni član, c_2	19 000 000 N/m ²
*Krutost pneumatika uz kubni član, c_3	19 000 000 N/m ³
Željena visina vozila, $Z_{želj}$	0,5 m
Željeno galopiranje, $\Theta_{želj}$	0 rad
Karakteristična brzina vozila, v	30 m/s

*Za pneumatike na prednjim i zadnjim točkovima.

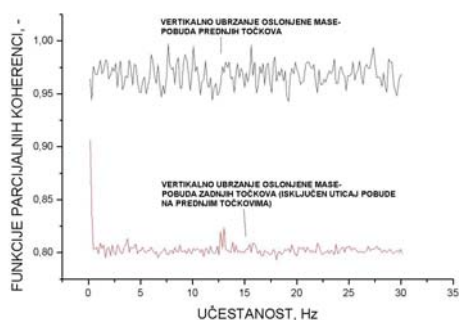
Rezultati optimizacije

Granične vrednosti	Slučajna i udarna pobuda		
	$0 <= X[i] <= 200, i = 1 \text{ do } 4$		
Početne vrednosti	40,00	100,00	160,00
Poč. vred. fun. cilja	$6,399 \cdot 10^{+03}$	$1,032 \cdot 10^{+03}$	$2,160 \cdot 10^{+03}$
X[1]	20,00	30,00	32,00
X[2]	4,00	10,00	16,00
X[3]	4,00	10,00	16,00
X[4]	$7,771 \cdot 10^{-16}$	$1,942 \cdot 10^{-16}$	$3,108 \cdot 10^{-15}$
Opt. vred. fun. cilja	$3,241 \cdot 10^{+02}$	$4,112 \cdot 10^{+02}$	$4,545 \cdot 10^{+02}$
Broj iteracija	419	422	332

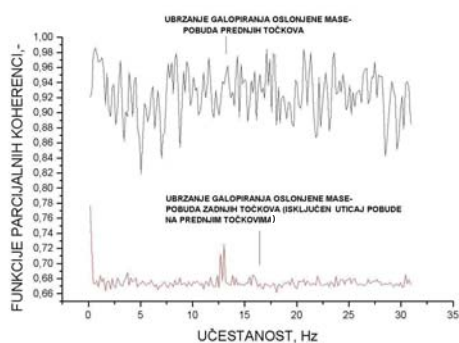
Tabela 2

Pošto posmatrani model vozila predstavlja dinamički sistem sa dve pobude, značajno je da se utvrdi uticaj svake od pobuda na poskakivanje i galopiranje oslonjene mase. To se može učiniti primenom metode linearnih sistema konstantnih parametara [1–3] koja je realizovana u programskom paketu DEMPAR-KOH [10]. Primenom ovog paketa izračunate su funkcije parcijalnih koherenci koje su prikazane na slikama 4 i 5.

Analizom podataka sa slika 4 i 5 može se utvrditi da postoji visoka sprega između funkcija pobude na točkovima i ubr-



Sl. 4 – Funkcije parcijalnih koherenci: vertikalno ubrzanje poskakivanja oslonjene mase – pobude od mikroprofila puta

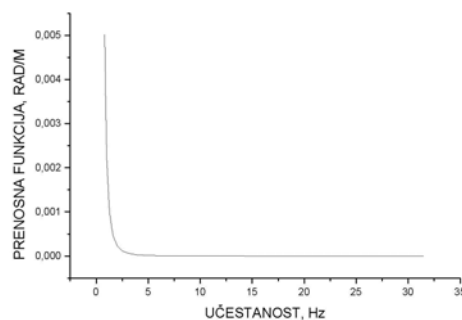


Sl. 5 – Funkcije parcijalnih koherenci: ubrzanje galopiranja oslonjene mase – pobude od mikroprofila puta

zanja poskakivanja i galopiranja oslonjene mase vozila. Preciznije rečeno, uticaj pobude prednjih točkova na vertikalno ubrzanje galopiranja veće je od uticaja pobude zadnjih točkova (funkcija koherence oko 0,95 za pobudu na prednjim točkovima, a oko 0,78 za pobudu preko zadnjih točkova). Slična je situacija i sa uticajem pobuda točkova na ubrzanje galopiranja oslonjene mase (funkcija parcijalne koherence oko 0,80 za pobudu na prednjim točkovima i oko 0,65 na zadnjim točkovima). Pobude mikroneravnina puta više utiču na pojavu poskakivanja oslonjene mase vozila nego na galopiranje, ali je njihov uticaj na obe posmatrane veličine znan (funkcije parcijalnih koherenci veće od 0,3–0,5 [1–3]).

Za dalje analize bilo je potrebno da se izračunaju prenosne funkcije poskakivanja i galopiranja oslonjene mase u zavisnosti od pobuda na točkovima. To je realizovano uz korišćenje programskog paketa ANALSIGDEM [9].

Radi ilustracije na slici 6 prikazana je prenosna funkcija galopiranje – pobuda od mikroneravnina puta na zadnjim točkovima, za optimalne vrednosti parametara integrisanog PI kontrolera i aktuatora.



Sl. 6 – Prenosna funkcija: galopiranje oslonjene mase – pobude na zadnjim točkovima, za optimalne parametre integrisanog PI kontrolera i aktuatora

Analiza svih prenosnih funkcija pokazala je da je dinamičko pojačanje, u posmatranom domenu interesantnih učestanosti (30 Hz) [40], manje od jedinice. To ukazuje na prihvatljive funkcionalne karakteristike posmatranog sistema aktivnog oslanjanja vozila u svim uslovima eksploatacije, ali i na činjenicu da u slučaju optimalnog izbora parametara integrisanog PI kontrolera i aktuatora ne treba koristiti filtere u povratnim spregama sistema. To, kao i problem stabilnosti i robustnosti sistema, može biti predmet razmatranja narednih istraživanja.

Zaključak

Razvijeni postupak stohastičke parametarske optimizacije može biti uspešno korišćen i u slučaju automatske regulacije sistema za oslanjanje vozila. Posmatrani sistem aktivnog oslanjanja sa integrisanim PI kontrolerom i aktuatorom pokazao je povoljne karakteristike. Pri optimalnim parametrima PI kontrolera nisu neophodni filteri u povratnim spregama sistema. U narednom periodu problem treba posmatrati u okviru prostornih modela vozila i uz analizu stabilnosti i robustnosti aktivnog sistema oslanjanja vozila.

**Istraživanja su realizovana u okviru projekta koji podržava Ministarstvo za nauku i životnu sredinu Vlade Republike Srbije.*

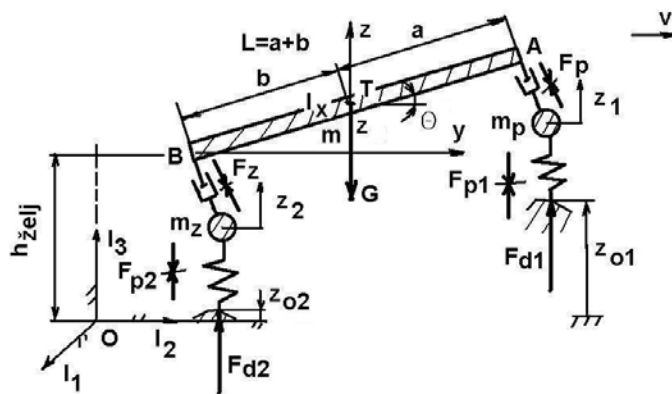
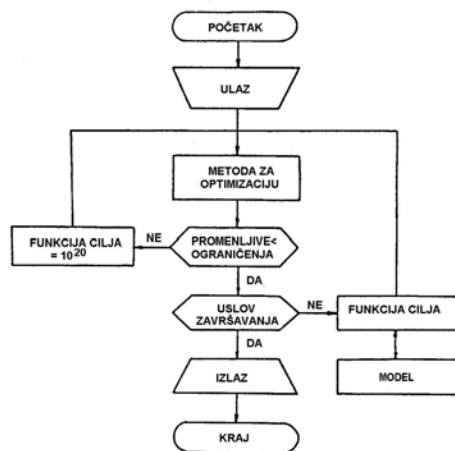
Literatura:

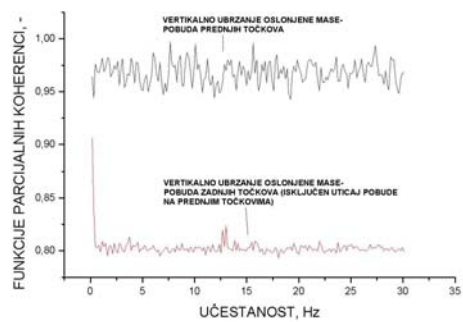
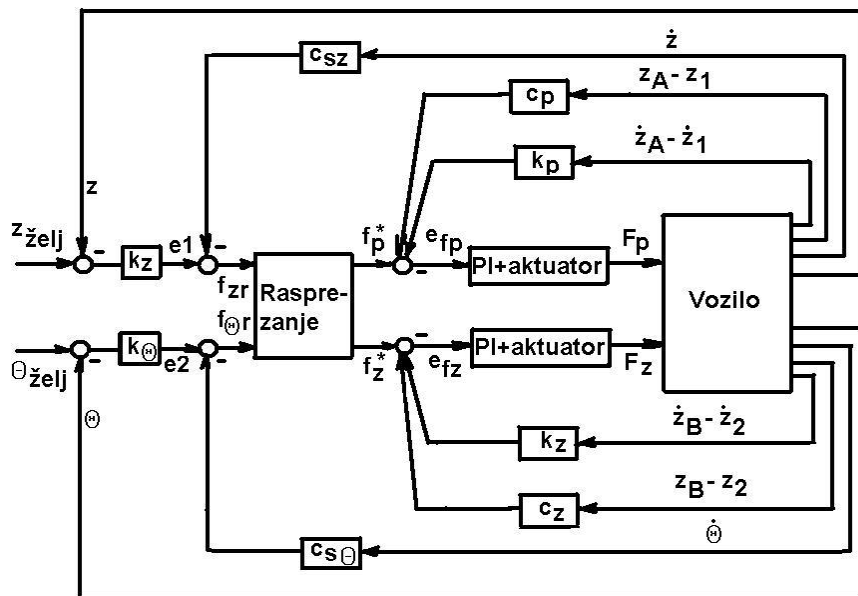
- [1] Bendat, J. S.; Piersol, A. G.: Random Data-Analysis and measurement procedures, John Wiley and Sons, 2000.
- [2] Bendat, J. S.: Nonlinear Systems – Techniques and Applications, John Wiley and Sons, 1998.
- [3] Bendat, J. S.; Piersol, A. G.: Engineering Applications of Correlation and Spectral analysis John Wiley & Sons, New York, 1980.
- [4] Bunday, P.: Basic optimization methods, Spottiswoode Bantyne, Colchester and London, 1984.
- [5] Campos, J. and other: Active Suspension Control of Ground Vehicle Heave and Pitch Motions, Research supported by ARO Grant 39657- MA and Davis Technologies International, Inc., 2005.
- [6] Cho, D.; Hedrick, J. K.: Pneumatic Actuators for Vehicle Active Suspension Applications, Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, 1985, Vol. 107/67, pp. 67–72.
- [7] Demić, M.: Identification of Vibration parameters for Motor Vehicles, Vehicle System Dynamics, Vol. 27, 1997 pp. 65–88.
- [8] Demić, M.: Optimization of Characteristics of Elasto-Damping Elements from Aspect of Oscillatory Comfort and Vehicle Handling, Int.J.of Vehicle Design, Vol. 17, N^o 1, 1996 pp. 76–91.
- [9] Demić, M.: ANALSIGDEM: Software for signal analysis, www.ptt.yu/korisnici/i/m/imizm034/, 2003.
- [10] Demić, M.: DEMPARCOH: Software for partial coherence function calculation, www.ptt.yu/korisnici/i/m/imizm034/, 2003.
- [11] Demić, M.: Optimization of Vehicles Elasto-Damping Elements Characteristics From the Aspect of Ride Comfort, Vehicle System Dynamics, Vol. 23 (1994).
- [12] Demić, M.: A contribution to optimization of vehicle seats, Int. J. of Vehicle Design. 5/6, 1991, 10 pp. 618–629.
- [13] Demić, M.: A contribution to the optimization of the characteristics of elasto-damping elements of passenger cars, Vehicle System Dynamics, Vol. 19, 1990, pages 3–18.
- [14] Demić, M.: Analysis of Influence of Design Parameters on Steered Wheels Shimmy on Heavy Vehicles, Vehicle System Dynamics, Vol. 26, 1996, pp. 343–379.
- [15] Demić, M.: Optimizacija oscilatornih sistema motornih vozila (monografija) – Mašinski fakultet u Kragujevcu, 1997.
- [16] Donahue, M.: Implementation of an Active Suspension, Preview Controller for Improved Ride Comfort, M. Sc., The University of California at Berkeley, 2001.
- [17] Doule, J. and other: Feedback Control Theory, Mc Millan Publishing Co, 1990.
- [18] Florin, M. and other: Active and semiactive suspension design, CONAT2004018, Brashov, 20–22, October, 2004, CD.
- [19] Frolov, K. V.; Furman, F. A.: Prikladnaja teorija vibrozaštitnih sistem, Mašinostrojenije, Moskva, 1980.
- [20] Genta, A.: Motor Vehicle Dynamics, Politecnika di Torino, 2003.
- [21] Gillespie, T. D.: Fundamentals of Vehicle Dynamics, SAE, 1992.
- [22] Guglu, R.: Active Control of Seat Vibrations of a Vehicle Model Using Various Suspension Alternatives, Turkish J. Eng. Env. Sci. Vol. 27, 2003, pages 361–373.
- [23] Hrovat, D.; Hubbard, M.: Optimum Vehicle Suspensions Minimizing RMS Rattlespace, Sprung mass, and Jerk, ASME, 81-WA/DSC-23, 1982, pages 1–9.
- [24] Hrovat, D.: A class of Active LQG Optimal Actuators, Automatica, Vol. 18, 1982, N^o 1, pages 117–119.
- [25] Ikenaga, S. and other: Active Suspension Control of Ground Vehicle based on Full Vehicle Model, Davis Technologies International Inc., 2005.
- [26] Ikenaga, S. and other: Active Suspension Control Using Novel Strut and Active Filtered Feedback: Design and Implementation, Proceedengs of the 1999. IEEE, Hawaii, USA, Avgust 22–27, 1999, pages 1502–1508.
- [27] Jack, H.: Automating Manufacturing Systems with PLCs, Version 4.5, Copyright juckh@gvsu.edu, 2004.
- [28] Margolis, D.: Semi-active Control of Wheel Hop in Ground Vehicles, Journal of Vehicle System Dynamics, Vol. 12, 1983, pages 317–330.
- [29] Merrit, H.: Hydraulic Control Systems, John Willey & Sons, Inc., New York, London, Sydney, 1967.
- [30] Miliken, W.; Miliken, D.: Race Car Dynamics, SAE, 1995.

- [31] Mitschke, M.: *Dynamik der Kraftfahrzeuge*, Springer Verlag, 1972.
- [32] Moran, A.; Nagai, M.: Performance Analysis of Vehicle Active Suspensions with H Robust Control, 1-st Conference on Motion and Vibration Control, Yokohama, 1999, pages 756–767.
- [33] NEWEUL, Manual, TU Stuttgart, 2000.
- [34] Ostasevicius, V. and other: Investigation of Active Car Suspension with Pneumatic Muscle, SAE, 2002-01-2206, 2002, CD ROM.
- [35] Popović, V.: Projektovanje i simulacija sistema aktivnog oslanjanja, Magistarski rad, Mašinski fakultet u Beogradu, 2001.
- [36] Rotenberg, R.: *Podveska avtomobilja*, Mašinstroenie, Moskva, 1972.
- [37] Silani, E.: Active and semiactive suspensions control strategies in road vehicles, Ph.D. Politecnico di Milano, Dipartimento di elettronica e informacione, 2004.
- [38] Slaski, G.; Walerjanczyk, W.: Possibilities of improving active safety by using semi-active suspension, KONMOT 2004, Krakov, pages 597–604.
- [39] Seonghark, J. and other: Active Control Method of Automotive System, ICCAS2002, October 16–19, Jeonbuk, Korea, pages 335–338.
- [40] Simić D.: *Dinamika motornih vozila*, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [41] Thompson, A. G.: Optimal and Suboptimal Linear Active Suspension for Road Vehicles, *Vehicle System Dynamics*, Vol. 13, 1984, pages 61–72.
- [42] Tomović, R. i dr.: *Uvod u nelinearne sisteme automatskog upravljanja*, Naučna knjiga, Beograd, 1974.
- [43] Wang, C. Fu: Design and Synthesis of Active and Pasive Vehicle Suspensions, Ph. D. University of Cambridge, Department of Engineering, 2001.

Sl. 1 – Ravanski model vozila sa aktivnim sistemom oslanjanja

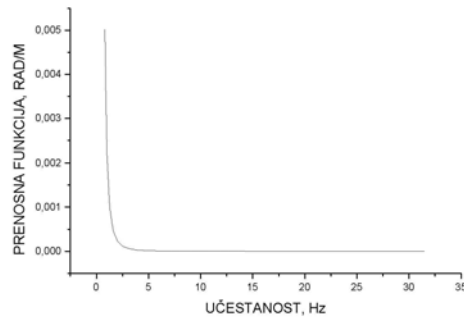
Sl. 2 – Blok-dijagram aktivnog sistema oslanjanja





Sl. 3 – Blokdijagram metode optimizacije

Sl. 4 – Funkcije parcijalnih koherenci: vertikalno ubrzanje poskakivanja oslonjene mase – pobude od mikroprofila puta



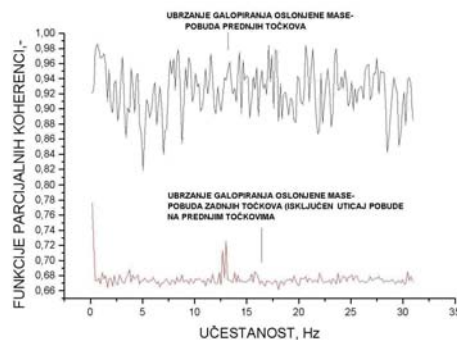
Sl. 5 – Funkcije parcijalnih koherenci: ubrzanje galopiranja oslonjene mase – pobude od mikroprofila puta

Sl. 6 – Prenosna funkcija: galopiranje oslonjene mase – pobude na zadnjim točkovima, za optimalne parametre integrisanog PI kontrolera i aktuatora

Rezultati optimizacije

Tabela 2

Granične vrednosti	Slučajna i udarna pobuda		
	0 ≤ X[i] ≤ 200, i = 1 do 4		
Početne vrednosti	40,00	100,00	160,00
Poč. vred. fun. cilja	6,399.10 ⁺⁰³	1,032.10 ⁻⁰³	2,160.10 ⁺⁰³
X[1]	20,00	30,00	32,00
X[2]	4,00	10,00	16,00
X[3]	4,00	10,00	16,00
X[4]	7,771.10 ⁻¹⁶	1,942.10 ⁻¹⁶	3,108.10 ⁻¹⁵
Opt. vred. fun. cilja	3,241.10 ⁺⁰²	4,112.10 ⁺⁰²	4,545.10 ⁺⁰²
Broj iteracija	419	422	332



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

SAVREMENI TIP ANALIZE PROBLEMA KONTAKTA SA TRENJEM PRIMENOM KONAČNIH ELEMENATA

UDC: 531.4

Rezime:

Ovaj rad obrađuje teorijske metode koje daju rešenje za nelinearne probleme kontakta sa trenjem, a koja proizilaze iz fenomena prijanjanja – klizanja. Cilj istraživanja jeste predviđanje napona i deformacija na kontaktnoj površini, kao i unutar komponenti koje dolaze u kontakt, pošto se površina kontakta menja progresivno usled uvođenja spoljnog opterećenja. U radu se polazi od pretpostavke da su materijali linearno elastični dok su pomeranja i deformacije male, a površina kontakta kontinualna i ravna. Pretpostavlja se, takođe, da ne dolazi do međusobnog probijanja površina tela u kontaktu. Rad se zasniva na metodi konačnih elemenata prilagođenoj problemima kontakta, na inkrementalno-iterativnoj metodi i na savremenim matematičkim teorijskim postavkama za rešavanje ovog problema.

Ključne reči: kontakt, trenje, čvorni par, kompatibilnost, prijanjanje, klizanje, inkrement, iteracija, konvergencija.

CONTEMPORARY TYPE OF ANALYSIS ON CONTACT PROBLEMS WITH FRICTION USING THE FINITE ELEMENT APPROACH

Summary:

This paper elaborates theoretic methods which give solutions for nonlinear problems of contact with friction that arise from stick-slip phenomenon. The aim of the study is anticipation of tension and deformations on the contact surface as well as inside of components that come in contact, because contact surface is changing progressively owing to outer load induction. In this paper it is presumed that materials are linearly elastic, while motions and deformations are minor, and contact surface is continuous and plane. It is also presumed that it does not come to mutual perforation of the objects surfaces in contact. The paper is based on finite elements method, modified for contact problems, on iterative-incremental method and with contemporary mathematical theoretical assumption for contact problem solving.

Key words: contact, friction, node pair, compatibility, stick, slip, increment, iteration, convergence.

Uvod

Noseća struktura letelice, poput većine ostalih tehničkih struktura i sistema, obiluje različitim tipovima mehaničkih spojeva dva ili više tela. Radi tačnog predviđanja snage pogonskog agregata i ostalih mehaničkih i električnih karakte-

ristika neophodno je poznavati stanje kontakta.

U zonama kontakta, koje postoje u različitim mehanizmima, sile kontakta, zahvaljujući kvazi-statičkim opterećenjima, mogu da dovedu do trenja i do visokih napona, uz pojavu zamora i erozije površina. Zbog toga je potrebno, radi

projektovanja ovih elemenata, da se predvide sile kontakta i naponi.

Ovaj rad obrađuje razvoj teorijske metode koja daje rešenje za nelinearne probleme kontakta sa nepovratnošću koja proizilazi iz fenomena prianjanje – klizanje. Analiza napona i deformacija, unapređena kroz kontakt dva ili više elastičnih tela, dugo je bila važna tema, ali je teško dobiti numeričke rezultate praktičnih problema uz odgovarajuću tačnost.

Postojanje tačnih rešenja napona kontakta proizvod su visokosofisticiranih matematičkih analiza za idealizovano modelovane konfiguracije. Ova rešenja mogu se primeniti na različite probleme, sa više ili manje uspeha, u zavisnosti od toga koliko se dobro realna geometrija i stanja opterećenja slažu sa onim primenjenim u matematičkom modelu.

Formulacija problema kontakta

Kada dve inženjerske strukture fizički naležu jedna na drugu, a nisu kruto spojene i kada jedna drugoj predaju spoljne sile kroz zajedničku površinu dodira, za njih se kaže da su u kontaktu.

Slika 1 šematski prikazuje razmatrani kontakt-problem. Na njoj su prikazana

dva tela A i B , koja mogu biti označena i kao kontaktor i meta. U rešenju konačnog elementa telo A sadrži čvorne granice konačnog elementa koji dolaze u kontakt sa segmentima ili čvorovima tela B . Mada su prikazana samo dva tela u kontaktu, mogu se analizirati kontaktni uslovi između većeg broja tela.

Osnovni uslovi kontakta duž površine kontakta su takvi da ne može da se dogodi materijalno preklapanje, a kao rezultat kontaktne sile su stvorene da deluju duž zone kontakta na telo A i B . Ove sile su jednake i suprotne. Normalne sile mogu samo da vrše pritisak, a tangencijalne sile zadovoljavaju zakon otpornosti na trenje.

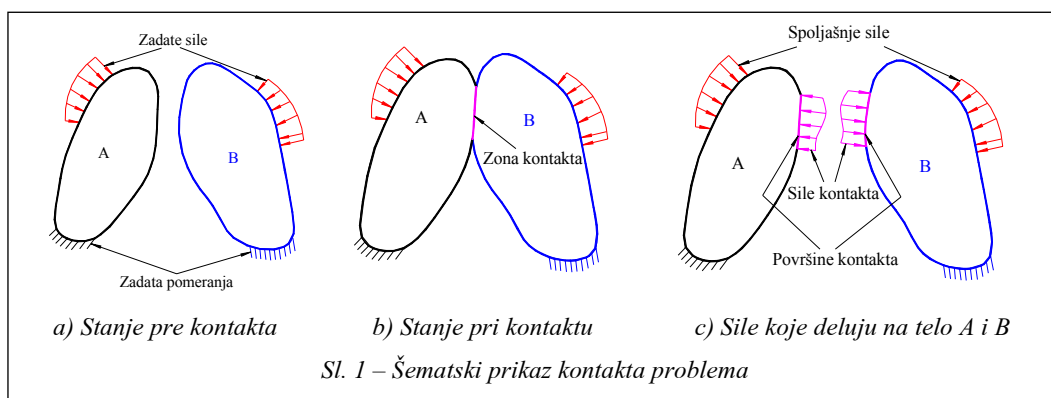
Stanja kontakta u trodimenzionalnim problemima

Stanje kontakta može se klasifikovati u četiri slučaja.

1. Otvoreno stanje – razmak između tela A i B ostaje otvoren, odnosno ne dolazi do kontakta:

$$\Delta R_{ai} = \Delta R_{bi} = 0, \quad (1)$$

$$\Delta q_{ai} - \Delta q_{bi} \equiv \Delta l_i \quad (i = x, y, z)$$



2. Kontakt prijanjanja – razmak između tela A i B je zatvoren i ne dolazi do klizanja:

$$\Delta R_{ai} = -\Delta R_{bi} \equiv \Delta R_i, \quad (2)$$

$$\Delta q_{ai} - \Delta q_{bi} + \delta_i = 0 \quad (i = x, y, z)$$

3. Kontakt sa klizanjem – razmak između tela A i B ostaje zatvoren i klizanje se odvija u oba pravca (x i y):

$$\left. \begin{aligned} \Delta R_{ax} &= -\Delta R_{bx} = \pm \mu \Delta R_z \\ \Delta R_{ay} &= -\Delta R_{by} = \pm \mu \Delta R_z \\ \Delta R_{az} &= -\Delta R_{bz} \equiv \Delta R_z \\ \Delta q_{ax} - \Delta q_{bx} &\equiv \Delta l_x \\ \Delta q_{ay} - \Delta q_{by} &\equiv \Delta l_y \\ \Delta q_{az} - \Delta q_{bz} + \delta_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

4. Mešovito stanje – razmak između tela A i B ostaje zatvoren i dolazi do klizanja u jednom pravcu (x ili y), ali ne do klizanja u drugom pravcu:

$$\left. \begin{aligned} \Delta R_{ax} &= -\Delta R_{bx} = \pm \mu \Delta R_z \\ \Delta R_{ay} &= -\Delta R_{by} \equiv \Delta R_y \\ \Delta R_{az} &= -\Delta R_{bz} \equiv \Delta R_z \\ \Delta q_{ax} - \Delta q_{bx} &\equiv \Delta l_x \\ \Delta q_{ay} - \Delta q_{by} + \delta_y &= 0 \\ \Delta q_{az} - \Delta q_{bz} + \delta_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Pretpostaviće se da je q_{ji} čvorno pomeranje, a R_{ji} sila u čvoru na površini kontakta, gde indeks j označava telo, a i koordinatu.

Određivanje stanja kontakta pomoću elemenata kontakta

Ukoliko se mogu objasniti uslovi kontakta pomoću elemenata kontakta, može se doći do znatnog kompjuterskog pojednostavljenja. U tabeli 1 dati su elementi kontakta koji povezuju čvorni par kontakta sa sledećim konstitutivnim odnosom.

Tabela 1
Kriterijumi stanja kontakta

Stanje		Kriterijumi
pre	posle	
Otvoreno	otvoreno	$l_z > 0$
	kontakt	$l_z \leq 0$
Prijanjanje	prijanjanje	$R_z \geq 0, R_x \leq \mu R_z, R_y \leq \mu R_z$
	otvoreno	$R_z < 0$
	klizanje	$R_z \geq 0, R_x \geq \mu R_z, R_y > \mu R_z$
	mešovito	$R_z \geq 0, R_x \geq \mu R_z, R_y < \mu R_z$
Klizanje	prijanjanje	$R_z \geq 0, \Delta R_x \Delta l_x > 0, \Delta R_y \Delta l_y > 0$
	otvoreno	$R_z < 0$
	klizanje	$R_z \geq 0, \Delta R_x \Delta l_x \leq 0, \Delta R_y \Delta l_y \leq 0$
	mešovito	$R_z \geq 0, \Delta R_x \Delta l_x \leq 0, \Delta R_y \Delta l_y > 0$
Mešovito	prijanjanje	$R_z \geq 0, \Delta R_x \Delta l_x > 0, R_y \leq \mu R_z$
	otvoreno	$R_z < 0$
	klizanje	$R_z \geq 0, \Delta R_x \Delta l_x \leq 0, R_y > \mu R_z$
	mešovito	$R_z \geq 0, \Delta R_x \Delta l_x \leq 0, R_y \leq \mu R_z$

Uopštena matrična jednačina stanja kontakta predstavljena je u sledećem obliku:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_x^1 & 0 & -e_{zx} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_y^1 & -e_{zy} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_z^1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_x^2 & 0 & e_{zx} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_y^2 & e_{zy} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_z^2 \\ e_x^5 & 0 & 0 & e_x^4 & 0 & 0 & e_x^3 & 0 & 0 \\ 0 & e_y^5 & 0 & 0 & e_y^4 & 0 & 0 & e_y^3 & 0 \\ 0 & 0 & e_z^5 & 0 & 0 & e_z^4 & 0 & 0 & e_z^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta q_{ax} \\ \Delta q_{ay} \\ \Delta q_{az} \\ \Delta q_{bx} \\ \Delta q_{by} \\ \Delta q_{bz} \\ \Delta R_x^* \\ \Delta R_y^* \\ \Delta R_z^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta R_{ax}^* \\ \Delta R_{ay}^* \\ \Delta R_{az}^* \\ \Delta R_{bx}^* \\ \Delta R_{by}^* \\ \Delta R_{bz}^* \\ \delta_x^* \\ \delta_y^* \\ \delta_z^* \end{pmatrix} \quad (5)$$

gde svaki element $e_i^n, e_{zx}, e_{zy}, \delta_i^*$ itd. u jednačini (5) ima vrednost koja zavisi od stanja kontakta.

Jednačine inkrementalne ravnoteže

Najčešći problemi kontakta izrazito su nelinearni i zavise od putanje opterećenja. Nelinearnosti proizilaze iz promjenjivosti površine kontakta sa promenom opterećenja i efekta trenja. Kako se opterećenje povećava, kontakti čvorni parovi dolaze u kontakt. Imajući to u vidu, kao i nepovratni karakter fenomena trenja, formulisaće se inkrement opterećenja kako bi se rešili nelinearni problemi kontakta. Ovom prilikom intenzitet opterećenja koji prouzrokuje promenu stanja kontakta jednog para čvora kontakta uzet je kao inkrement opterećenja, što je analogno inkrementalno-iterativnoj proceduri za probleme elastičnosti i plastičnosti.

Radi nalaženja rešenja opštih jednačina kontaktnog problema pomoću metode konačnog elementa koristiće se princip inkrementalnog virtualnog rada, koji kaže da je zbir radova svih spoljašnjih i svih unutrašnjih sila pri bilo kom virtualnom pomeranju tačaka tela δu_i , na koje ovaj sistem sila deluje, jednak nuli, i za telo A može se izraziti sledećom jednačinom:

$$\iiint_V \Delta \sigma_{ij} \delta \Delta \varepsilon_{ij} dV - \iiint_V \Delta p_i \delta \Delta u_i dV - \iint_S \Delta T_i \delta \Delta u_i ds - \iint_c \Delta R_i \delta \Delta u_i ds = 0 \quad (6)$$

gde je:

Δp_i – zapreminska sila;

ΔT_i – površinska sila;

ΔR_i – sila kontakta;

c – površina kontakta;

S – granična površina tela izuzev površine c .

Transformacijom jednačine (6) dobija se jednačina krutosti:

$$\{K_a\} \{\Delta q_a\} = \{\Delta F_a\} + \{\Delta F_c\} \quad (7)$$

gde je:

K_a – matrica krutosti,

Δq_a – vektor čvornih pomeranja.

U jednačini (7) $\{\Delta F_a\}$ predstavlja ekvivalentni vektor čvorne sile tela, dobijen iz drugog i trećeg izraza jednačine (6).

Vektor kontaktne sile $\{\Delta F_c\}$ predstavljen je izrazom:

$$\{\Delta F_c\} = \iint_c \Delta R_i \delta \Delta u_i ds \quad (8)$$

Pošto je sila kontakta R_i nepoznata ona se ne može kao takva integraliti. Zbog toga će ekvivalentna čvorna sila $\{\Delta F_c\}$ biti razmatrana kao nepoznati varijabilni vektor.

Na sličan način kao za telo A bira se sledeća jednačina za telo B :

$$(K_b)\{\Delta q_b\} = \{\Delta F_b\} + \{\Delta F_c\} \quad (9)$$

gde je:

K_b – matrica krutosti;

Δq_b – vektor čvornih pomeranja tela B .

Ovde je $\{\Delta F_b\}$ ekvivalentni vektor čvorne sile tela i $\{\Delta F_c\}$ vektora kontaktne sile.

Treba napomenuti da se jednačine (7) i (9) nalaze u međusobnom odnosu preko vektora kontaktne sile $\{\Delta F_c\}$. Uzimajući da je $\{\Delta F_c\}$ rezultanta vektora ΔR_{ai} ili ΔR_{bi} u jednačini (5) i deo $\{\Delta q_j\}$ duž površine kontakta shodno Δq_{ji} , dobija se:

$$\begin{aligned} \{\Delta F_c\} &= \sum_c \begin{pmatrix} e_x^1 & 0 & -e_{zx} \\ 0 & e_y^1 & -e_{zy} \\ 0 & 0 & e_z^1 \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta R_x^* \\ \Delta R_y^* \\ \Delta R_z^* \end{Bmatrix} = \\ &= -\sum_c \begin{pmatrix} e_x^2 & 0 & e_{zx} \\ 0 & e_y^2 & e_{zy} \\ 0 & 0 & e_z^2 \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta R_x^* \\ \Delta R_y^* \\ \Delta R_z^* \end{Bmatrix} \end{aligned} \quad (10)$$

i

$$\{\Delta q_i\} = \{\Delta q_{ji}\} \text{ na } c \quad (11)$$

Ovde su rezime izvedeni za sve čvorne tačke duž površine kontakta c . Za svaki od čvorova u paru definiše se vektor inkrementa sile kontakta kao:

$$\{\Delta R^*\} = \sum_c \begin{Bmatrix} \Delta R_x^* \\ \Delta R_y^* \\ \Delta R_z^* \end{Bmatrix} \quad (12)$$

i vektor relativnog pomeranja između parova kontaktnih čvorova pomoću:

$$\{\delta_c\} = \sum_c \begin{Bmatrix} \delta_x^* \\ \delta_y^* \\ \delta_z^* \end{Bmatrix} \quad (13)$$

Sintezom jednačine (7) i (8), koristeći jednačine (5), (10) i (11), dobija se:

$$\begin{pmatrix} K_a & 0 & K_{ac} \\ 0 & K_b & K_{bc} \\ K_{ca} & K_{cb} & K_{cc} \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta q_a \\ \Delta q_b \\ \Delta R^* \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \Delta F_a \\ \Delta F_b \\ \delta_c \end{Bmatrix} \quad (14)$$

Ovde K_{ac} , K_{bc} , K_{cc} , K_{cb} i K_{ca} odgovaraju matricama koeficijenta u jednačini (5) i dati su pomoću:

$$K_{ac} = \sum_c \begin{pmatrix} e_x^1 & 0 & -e_{zx} \\ 0 & e_y^1 & -e_{zy} \\ 0 & 0 & e_z^1 \end{pmatrix}$$

$$K_{bc} = \sum_c \begin{pmatrix} e_x^2 & 0 & e_{zx} \\ 0 & e_y^2 & e_{zy} \\ 0 & 0 & e_z^2 \end{pmatrix}$$

$$K_{cc} = \sum_c \begin{pmatrix} e_x^3 & 0 & 0 \\ 0 & e_y^3 & 0 \\ 0 & 0 & e_z^3 \end{pmatrix} \quad (15)$$

$$K_{cb} = \sum_c \begin{pmatrix} e_x^4 & 0 & 0 \\ 0 & e_y^4 & 0 \\ 0 & 0 & e_z^4 \end{pmatrix}$$

$$K_{ca} = \sum_c \begin{pmatrix} e_x^5 & 0 & 0 \\ 0 & e_y^5 & 0 \\ 0 & 0 & e_z^5 \end{pmatrix}$$

Ako se $\{\Delta R^*\}$ razmatra kao nepoznata promenljiva vektora, kao u jednačini (14), nije potrebno promeniti veličinu jednačine u procesu iteracije. I kao deo rešenja dobija se $\{\Delta R^*\}$, odnosno ekvivalentne čvorne sile u odnosu sa silama kontakta ili relativna pomeranja između čvornih parova kontakta koji su neophodni za diskriminaciju stanja kontakta. Algoritam kompjuterske procedure postaje jednostavniji.

Pored toga, samo K_{ac} , K_{bc} , K_{cc} , K_{cb} i K_{ca} iz jednačine (14) varira u procesu iteracije, pa pošto se samo jednom izvodi Gausova procedura eliminacije za pun sistem jednačine (15) u prvoj iteraciji, dovoljno je rastaviti samo jednačine koje se odnose na čvorne parove kontakta.

Rešenje se može poboljšati bez rešavanja velikog broja simultanih jednačina na svakom stupnju, tako da proces iteracije može da se izvede znatno ekonomičnije.

Određivanje inkrementa opterećenja

Pretpostavlja se da je na kraju prethodnog koraka n $C^{(n)}$ stanje kontakta. Takođe, pretpostavlja se da je $\{q^{(n)}\}$ vektor čvornog pomeranja i $\{R^{(n)*}\}$ vektor sile kontakta. Rešavanjem vektora čvornog pomeranja $\{\Delta q^{(n)}\}$ i vektora sile kontakta $\{\Delta R^{(n)*}\}$ pod uslovom kontakta $C^{(n)}$ i fiksnog opterećenja $\{\Delta F\}$, a primenom $\{\Delta q^{(n)}\}$ i $\{\Delta R^{(n)*}\}$ kao i $\{q^{(n)}\}$ i $\{R^{(n)*}\}$, može se proračunati koeficijent opterećenja $\alpha^{(n)}$ koji je definisan izrazom:

$$\alpha^{(n)} = \frac{\{\Delta F^{(n)*}\}}{\Delta F} \quad (16)$$

gde je $\{\Delta F^{(n)*}\}$ inkrement opterećenja n -tog koraka.

Iz $\alpha^{(n)}$ dobija se opterećenje $\{F^{(n+1)}\}$, pomeranje $\{q^{(n+1)}\}$ i sila kontakta $\{R^{(n+1)*}\}$ kod novog koraka $(n+1)$:

$$\left. \begin{aligned} \{F^{(n+1)}\} &= \{F^{(n)}\} + \alpha^{(n)} \{\Delta F\} \\ \{q^{(n+1)}\} &= \{q^{(n)}\} + \alpha^{(n)} \{\Delta q^{(n)}\} \\ \{R^{(n+1)*}\} &= \{R^{(n)*}\} + \alpha^{(n)} \{\Delta R^{(n)*}\} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Vrednost $\alpha^{(n)}$ je manja od $\alpha^{(n)*}$ proračunato pomoću sledećih jednačina za sve čvorne parove kontakta.

1. Od otvorenog stanja do stanja kontakta:

$$l_z^{(n+1)} = l_z^{(n)} + \alpha^{(n)*} (\Delta q_{az}^{(n)} - \Delta q_{bz}^{(n)}) =$$

$$= l_z^{(n)} + \alpha^{(n)*} \Delta l_z^{(n)} = 0 \quad (18)$$

Shodno tome, $\alpha^{(n)*}$ za ovaj slučaj je dat putem:

$$\alpha^{(n)*} = -\frac{l_z^n}{\Delta l_z^n} \quad (19)$$

2. Od stanja kontakta do otvorenog stanja:

$$R_z^{(n+1)} = R_z^{(n)} + \alpha^{(n)*} (\Delta R_z^{(n)}) = 0 \quad (20)$$

Ovde je:

$$\alpha^{(n)*} = -\frac{R_z^n}{\Delta R_z^n} \quad (21)$$

3. Od čvrstog stanja do stanja klizanja $\alpha^{(n)*}$ za klizanje u pravcu x dato je kao:

$$\left| R_x^{(n+1)} \right| - \mu R_z^{(n+1)} = \left| R_x^{(n)} + \alpha^{(n)*} \Delta R_x^{(n)} \right| -$$

$$- \mu \left(R_z^{(n)} + \alpha^{(n)*} \Delta R_z^{(n)} \right) = 0 \quad (22)$$

Sada $\alpha^{(n)*}$ postaje:

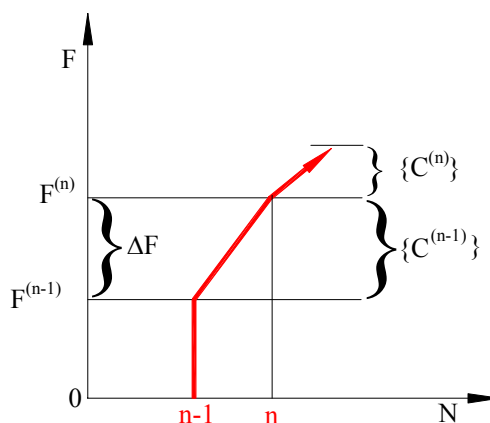
$$\left. \begin{aligned} \Delta R_z^{(n)} \cdot R_x^{(n)} \leq \Delta R_x^{(n)} \cdot R_z^{(n)} \\ \alpha^{(n)*} = -\frac{R_x^{(n)} - \mu R_z^{(n)}}{\Delta R_x^{(n)} - \mu \Delta R_z^{(n)}} \\ \Delta R_z^{(n)} \cdot R_x^{(n)} > \Delta R_x^{(n)} \cdot R_z^{(n)} \\ \alpha^{(n)*} = -\frac{R_x^{(n)} + \mu R_z^{(n)}}{\Delta R_x^{(n)} + \mu \Delta R_z^{(n)}} \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

Sufiks y trebalo bi postaviti na mesto sufiksa x za stanje klizanja u y pravcu.

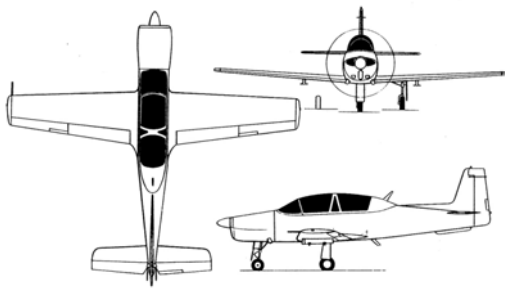
Stanja kontakta

Neka $\{F^{(n-1)}\}$ i $\{C^{(n-1)}\}$ budu opterećenja i stanje kontakta na n -tom koraku. Pretpostaviće se da se povećava opterećenje $\{F^{(n-1)}\}$ pomoću inkrementa opterećenja $\alpha^{(n-1)}\{\Delta F\}$ prema prethodno navedenoj metodi i da se stanje kontakta $\{C^{(n-1)}\}$ menja u novo $\{C^{(n)}\}$, kao što je prikazano na slici 2. Za vreme opterećenja stanje kontakta $\{C^{(n-1)}\}$ ostaje konstantno zbog definicije inkrementa.

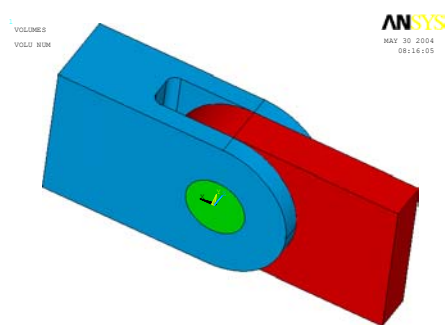
Novo stanje kontakta $\{C^{(n)}\}$ nije jedinstveno. Radi nastavka procedure neophodno je raspolagati potrebnim informacijama kao relevantnim pokazateljima. Na primer, ako kontakt čvornog para pod otvorenim stanjem dođe u kontakt, mora da se odredi da li je došlo do klizanja ili ne. Kao drugi primer, mora se otkriti da li čvorni par kontakta u stanju



Sl. 2 – Promene u stanju kontakta za inkrementalno opterećenje



Sl. 3 – Avion Lasta



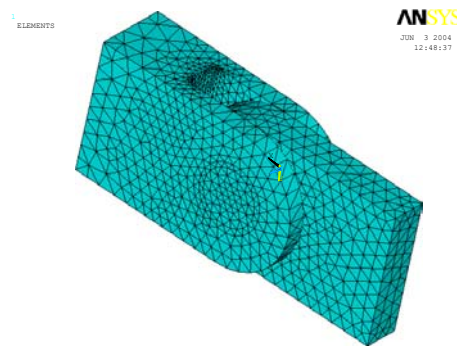
Sl. 4 – Model 3D

klizanja dolazi do prianjanja. Zbog toga treba da se dobije rešenje $\Delta R^{(n)}$, Δl_x , itd. pod uslovom $\{C^{(n)}\}$ i fiksnog vektora opterećenja $\{\Delta F\}$, i da se kontroliše da li su uslovi prikazani u tabeli 1 zadovoljavajući za sve čvorne parove kontakta. Svaka iteracija mora da se izvede dok se ne postigne konvergencija.

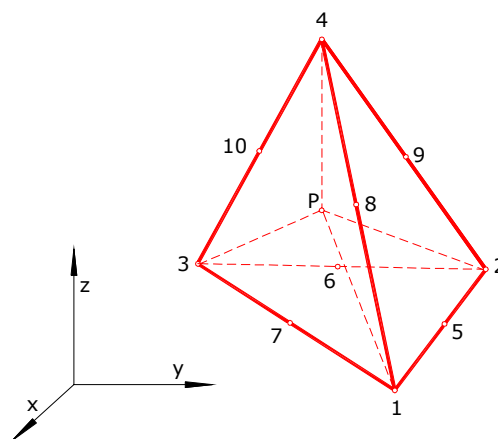
Analiza okova

Primer proračuna biće pokazan na avionu Lasta – jednomotornom dvosedu niskokrilcu. U osnovnoj nameni to je školski klipni avion namenjen za osnovnu obuku i trenazu pilota u letenju sa i bez spoljne vidljivosti i za obuku u instrumentalnom letu.

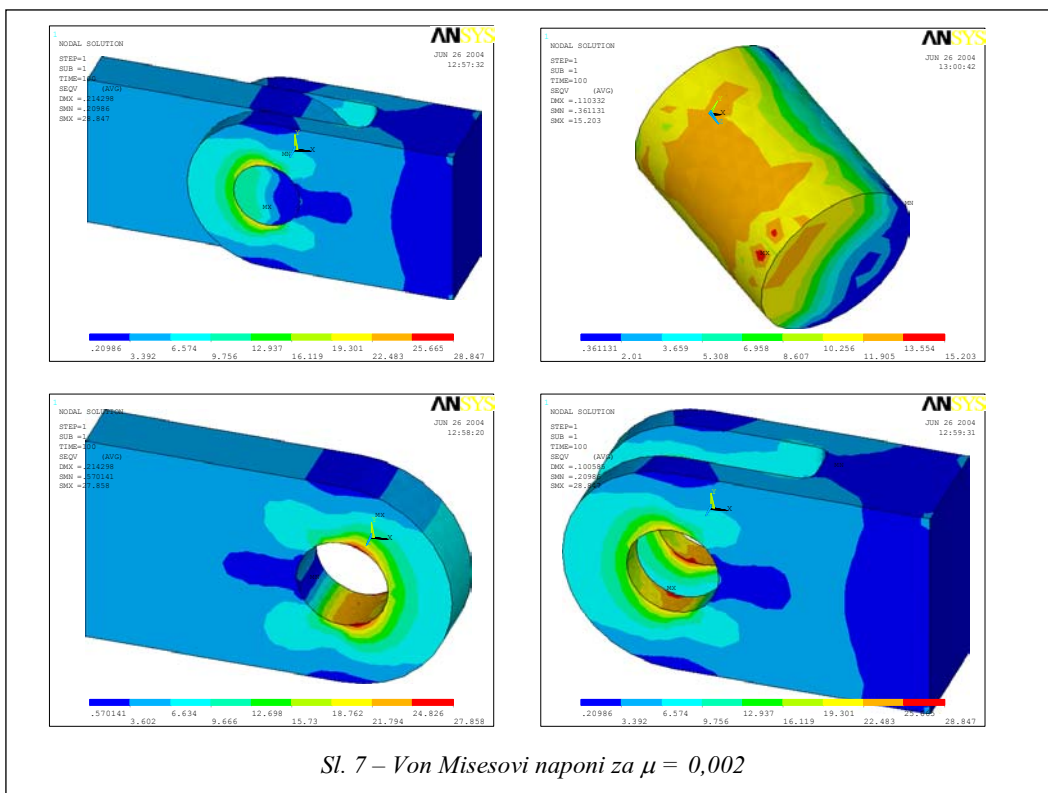
Krilo aviona, koje je trapeznog oblika, preko svojih okova vezano je za odgovarajuće okove na okvirima trupa. Ovi okovi namenjeni su za međusobno spajanje krila sa trupom. Izrađeni su od duraluminijuma i spojeni vijkom. Analiza je izvršena na trodimenzionalnom modelu (slika 4) primenom programskog paketa ANSYS. Mreža trodimenzionalnog modela (slika 5) urađena je pomoću konačnog elementa oblika tetraedra, sa čvorovima u temenima i na sredinama stranica (slika 6).



Sl. 5 – Umrežen model



Sl. 6 – Konačni element oblika tetraedra

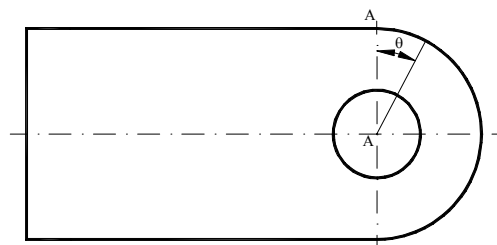


Analiza okova izvršena je sa vrednostima koeficijenta trenja u dijapazonu od 0,002 do 0,3. Na slici 7 dat je grafički prikaz rezultata analize problema kontakta veze krilo-trup lakog školskog aviona Lasta, sa koeficijentom trenja $\mu = 0,002$.

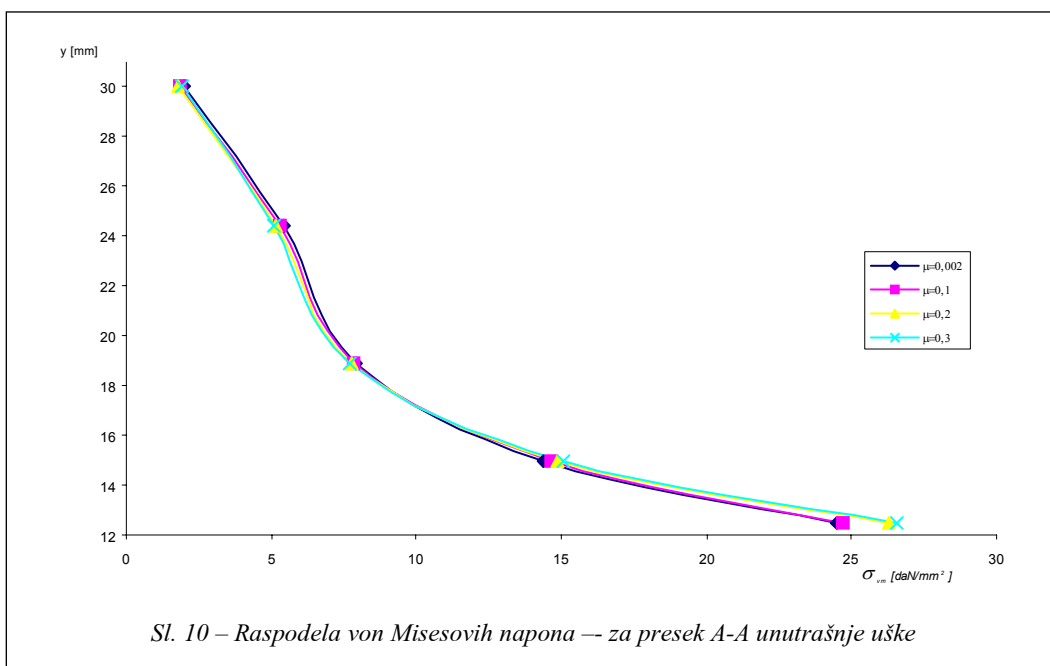
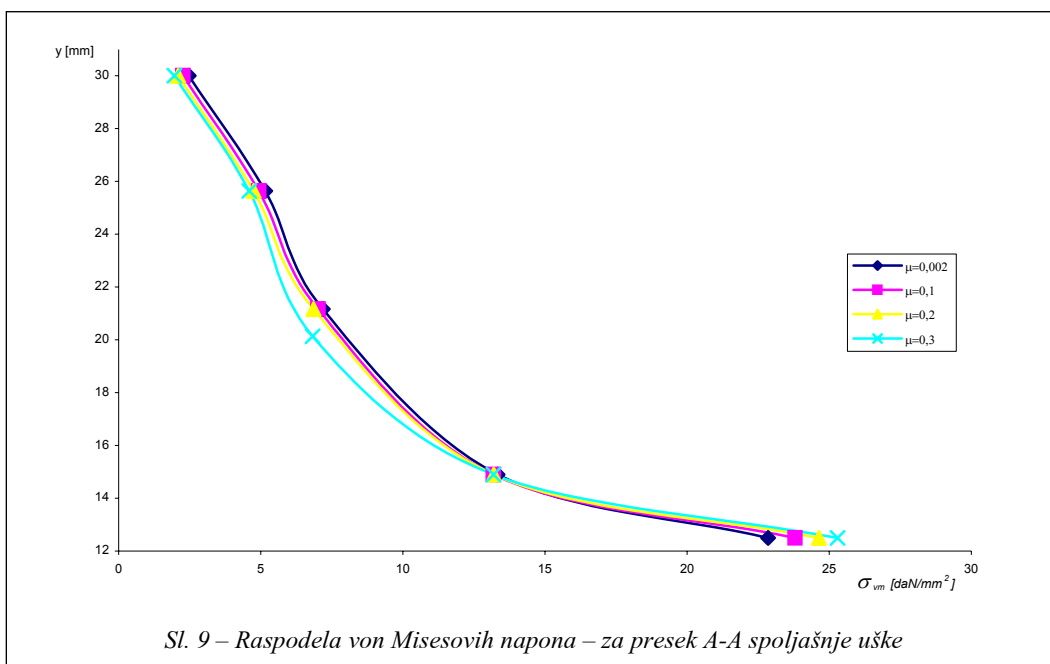
Uticaj trenja na raspodelu napona

Na slikama 9 i 10 prikazani su rezultati analize problema kontakta veze krilo-trup lakog školskog aviona. Primarna pažnja pri toj analizi bila je usmerena na uključivanje uticaja trenja između osovinice i uški, odnosno na preraspodelu naponskih stanja u uškama. Radi toga je vršena analiza uticaja koeficijenta trenja μ na raspodelu naponskog stanja u

predmetnoj vezi krilo-trup, odnosno u samim uškama. Analiza je vršena za vrednosti koeficijenta trenja u dijapazonu 0,002 do 0,3. Za ovu vrstu problema koeficijent trenja 0,3 je previsok, ali zbog sistematičnosti je uključen u analizu. Rezultati numeričke analize upoređeni su sa eksperimentalnim rezultatima gde je dobijena dobra saglasnost.



Sl. 8 – Šema uške



Međutim, u razmatranom problemu kontakta čelik-duraluminijum veze krilo-trup, uočeno je sledeće:

– uvođenje koeficijenta trenja utiče na promenu naponskog stanja, kako u unutrašnjoj, tako i u spoljnoj ušci (slike 9 i 10).

Uočava se da je povećanje maksimalnog napona u uškama za koeficijente trenja u području $\mu = 0,002$ do $\mu = 0,2$ za oko 5%. To potvrđuje da ga je potrebno uzeti u obzir pri analizi problema kontakta;

– prema očekivanju, za koeficijente trenja u području $\mu = 0,002$ do $\mu = 0,2$ nije došlo do bitnije promene položaja maksimalnog napona θ , kao što je ilustrovano u tabeli 2.

Tabela 2
Položaj maksimalnog napona θ

μ	θ spoljašnje uške	θ unutrašnje uške
0,002	18,6688	17,7723
0,1	18,6791	17,8049
0,2	18,6824	17,8309
0,3	18,6863	17,8575

Zaključak

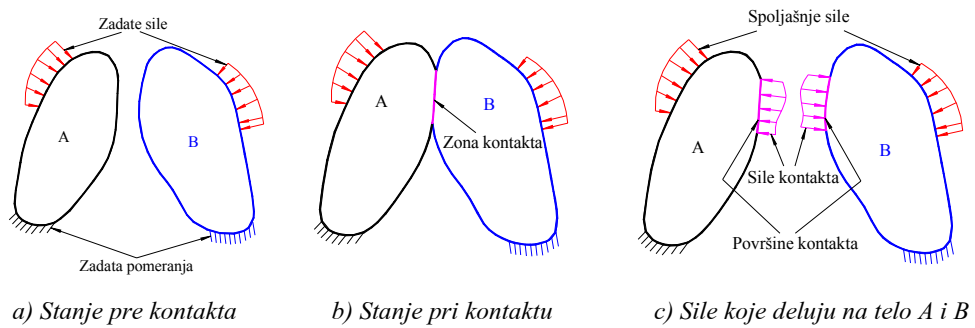
Pokazano je da su problemi kontakta izrazito specifični i zahtevaju vrlo složene analize za njihovo rešavanje. Pošto je poznato da je ova klasa problema izuzetno nelinearna, uz pretpostavke da je problem kontakta analiziran za linearno elastična tela i male deformacije, nelinearnost problema svela se na površinsku nelinearnost.

Na osnovu rezultata dobijenih analizom okova na avionu Lasta, može se zaključiti da se analizom problema kontakta sa uticajem trenja dolazi do realnije slike naponskog stanja, koja je bitna za procenu veka strukturalnih elemenata pri analizi čvrstoće na zamor. Pošto i trenje utiče na povećanje napona u konstrukciji, treba ga uključiti u analizu.

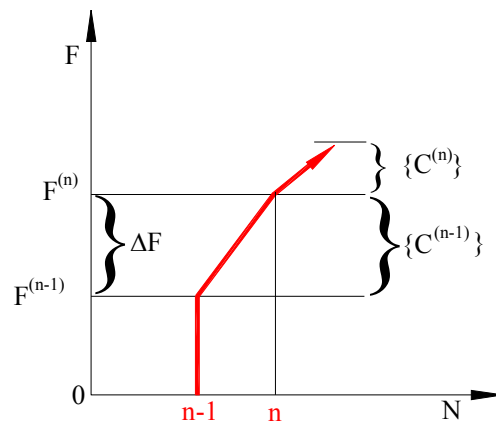
I pored svega navedenog, polje za analizu problema kontakta je veoma veliko, i postoji još mnogo aspekata koje treba obuhvatiti analizom.

Literatura:

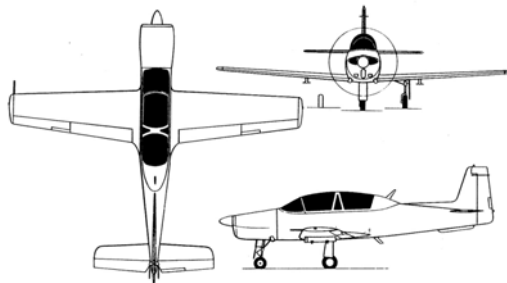
- [1] Josifović, M.: Osnovi strukturalne analize aerotehničkih konstrukcija, Mašinski fakultet, Beograd, 1979.
- [2] Sekulović, M.: Metod konačnih elemenata, Građevinska knjiga, Beograd, 1984.
- [3] Tsuta, T.; Yamaji, S.: Finite element analysis of contact problem, Theory and Practice in Finite Element Structural Analysis, University of Tokyo Press, 1973, pp.177–194.
- [4] Okamoto, N.; Nakazawa, M.: Finite element incremental contact analysis with various frictional conditions. Int. J. Numer. Meth. Engng. 14, 337–357 (1979).
- [5] Chen, Wen-Hwa; Yeh, Jyi-Tyan: Finite element analysis of finite deformation contact problems with friction, Comput. Struct. 29, 423–436 (1988).
- [6] Gaertner, R.: Investigation of plane elastic contact allowing for friction. Comput. Struct. 7, 59–63 (1977).
- [7] Chan, S. K.; Tuba I. S.: A finite element method for contact problems of solid bodies-part I. Theory and validation. Int. J. Mech. Sci. 13, 615–625 (1971).
- [8] Ohte, B.: Analysis of elastic contact stress by using finite element method, Trans. Jap. Soc. Mech. Engng, 38, 2210–2216 (1972) (in Japanese).
- [9] Sachdeva T. D.; Ramakrishnan, C. V.: A finite element solution for the two-dimensional elastic contact problems with friction. Int. J. Numer. Meth. Engng. 17, 1257–1271 (1981).



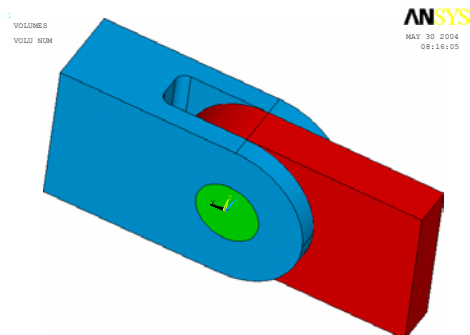
Sl. 1 – Šematski prikaz kontakta problema



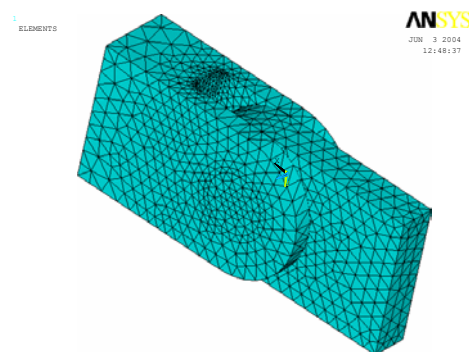
Sl. 2 – Promene u stanju kontakta za inkrementalno opterećenje



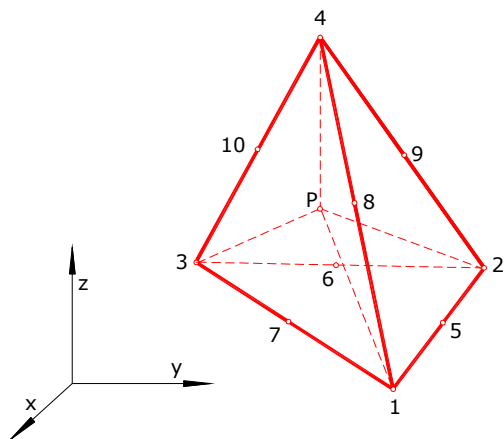
Sl. 3 – Avion Lasta



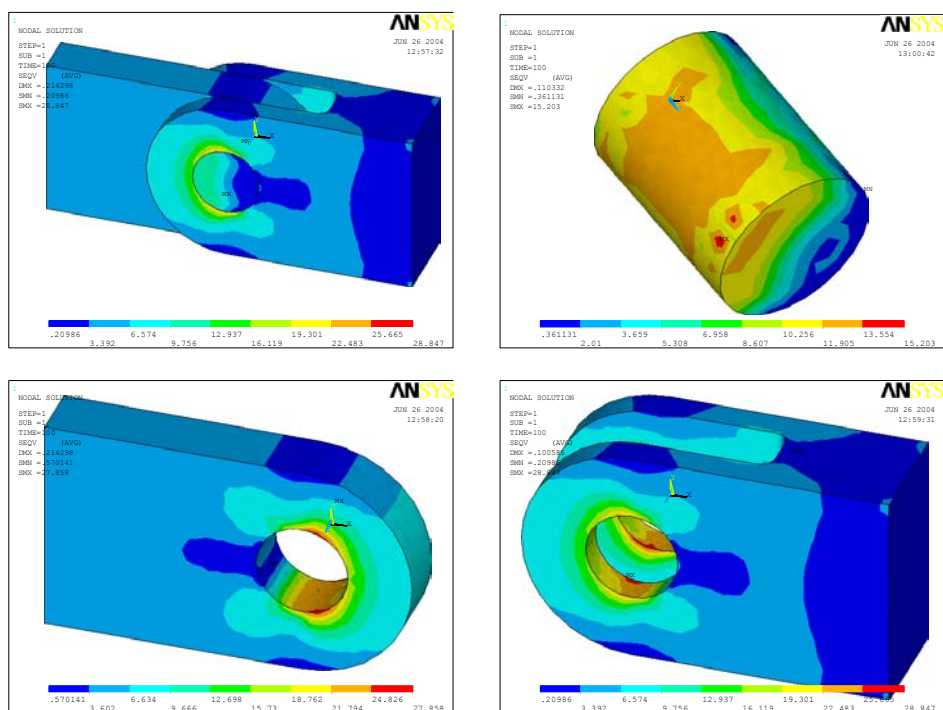
Sl. 4 – Model 3D



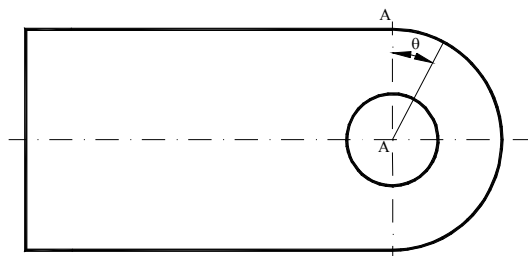
Sl. 5 – Umrežen model



Sl. 6 – Konačni element oblika tetraedra



Sl. 7 – Von Mises-ovi naponi za $\mu = 0,002$



Sl. 8 – Šema uške

Mr Dragan Trifković,
kapetan I klase, dipl. inž.
mr Radosav Nikolić,
pukovnik, dipl. inž.
mr Živojin Petrović,
kapetan I klase, dipl. inž.
Vojna akademija – Odsek logistike,
Beograd

MERENJE TORZIONIH OSCILACIJA POMOĆU MERNIH TRAKA

UDC: 514.013 : 681.518.3

Rezime:

U ovom radu prikazan je metod merenja torzionih oscilacija mehaničkih sistema na osnovu merenja torzionog napona pomoću mernih traka. Ovaj metod naročito je pogodan za proveru nivoa naprezanja elemenata sistema, koji prenose promenljive obrtne momente i torziona osciluju. Osim toga, mogu se određivati i kritične brzine obrtanja elemenata sistema, pri kojima se javljaju rezonantna naprezanja i otkazi sistema, kao što su: pojačana buka, trošenje zupčanika, zamor materijala, oštećenja i lomovi vratila, spojnice i sl. Predložen je merni lanac u kojem centralno mesto zauzima savremeni mobilni merni sistem Spider 8, koji omogućava merenje, obradu i prikaz rezultata pomoću računara.

Ključne reči: torzione oscilacije, merne trake, merna oprema, normalni i tangencijalni naponi, rezonantna brzina, vratilo.

MEASUREMENT OF TORSIONAL VIBRATIONS BY USING STRAIN GAGES

Summary:

In this work the measuring method of torsion vibrations is presented according to the measurement of torsion stress using strain gages. This method is particularly suitable in checking the system elements strain level that transfers changeable torsion moments and oscillate torsionally. Besides that, the system elements critical velocity rotation can be estimated, followed by the resonant strain and problems in the function of that system such as: amplified noise, wearing-out of gears, fatigue crack, damage and break of shafts and junctions etc. The measuring chain is proposed in which the central part is a contemporary mobile system Spider 8, which enables measurement, processing and displays measured results on a computer.

Key words: torsional vibration, strain gages, measurement equipment, normal and shear stresses, resonant speed, shaft.

Uvod

Mehaničke oscilacije elastičnih sistema, pri kojima dolazi do deformacija pri uvijanju, nazivaju se torzionim oscilacijama. One se najčešće javljaju na vratilima koja prenose promenljive obrtne momente. U slučaju kada se frekvencija pobude poklopi sa frekvencijom slobodnih oscilacija, javlja se rezonanca. Duži

rad sistema u rezonantnom režimu, ili u blizini tog režima, može prouzrokovati pojačanu buku, trošenje zupčanika, zamor materijala, a u nekim slučajevima i oštećenja i lomove vratila i drugih elemenata sistema.

Nivo torzionih oscilacija važan je dijagnostički parametar za ocenu tehničkog stanja sistema. Razlozi za merenje ovog parametra na realnom sistemu mo-

gu biti: dijagnostika i monitoring sistema, unapređenje i razvoj sistema, razvoj metoda projektovanja i konstruisanja, identifikacija parametara matematičkog modela i dr.

Za merenje torzionih oscilacija može se odabrati jedna od sledećih veličina: torzioni napon τ [N/m²], ugaoni položaj α [rad], ugaona brzina $\dot{\alpha}$ [rad/s], ugaono ubrzanje $\ddot{\alpha}$ [rad/s²].

Za merenje ovih veličina mogu da se koriste sledeći davači [1]: merne trake (postavljene na pojedine delove vratila i povezane u merni most), davači torzionih oscilacija (induktivni, piezo-električni i elektrodinamički), enkoderni visoke rezolucije (tanke ploče sa par hiljada podeoka po krugu, koji se ugrađuju na slobodan kraj vratila), nazubljene ploče ili već postojeći zupčanici ugrađeni na vratilima, kao i beskontaktni davači odstojanja (analogni i digitalni).

Merni signal može se prikazivati na različite načine, i to kao: realna funkcija (npr. vremenski zapis) u obliku jednačine ili grafički, kompleksna funkcija (spektar) u obliku jednačine ili grafički i skalarna veličina (srednja vrednost, RMS vrednost i dr.).

Merenje torzionih oscilacija na realnom objektu često je otežano i uslovljeno različitim ograničenjima u pogledu smeštaja davača (mogućnost ugradnje i skidanja), rada na različitim režimima i sl. Kada se za merenje torzionih oscilacija koriste merne trake treba imati u vidu da se torzioni napon meri samo u poprečnom preseku vratila, na mestu na kojem su postavljene merne trake. Osim toga, upotrebom mernih traka ne dobija se istovremeno informacija o trenutnom ugaonom položaju vratila. Zbog toga je

potrebno, osim torzionog napona, meriti i položaj vratila, kako bi se mogle definisati torzione oscilacije i sa aspekta njihove pobude. S druge strane, da bi se odredili položaji kritičnih brzina pri kojima se javljaju rezonantne torzione oscilacije, neophodno je istovremeno, sa merenjem torzionog napona, meriti i brzinu obrtanja vratila.

Merenje napona torzije na vratilu pomoću mernih traka

Upotrebom mernih traka na vratilima, koja su izložena uvijanju, mogu se meriti: normalni i tangencijalni naponi, obrtni moment (odnosno snaga koju vratilo prenosi), kao i deformacije vratila. Vratilo opterećeno na uvijanje izloženo je naprezanju u dve ose. Glavni normalni naponi javljaju se pod uglom od $\pm 45^\circ$ u odnosu na uzdužnu osu. Za merenje naprezanja koja potiču od normalnih napona koriste se X rozete, a posebno V oblika sa osama merne mreže pod uglom $\pm 45^\circ$ u odnosu na uzdužnu osu vratila. Ose merne mreže moraju se poklapati sa pravcima glavnih napona (slika 1). Zadovoljavajući rezultati mogu se dobiti jedino pravilnim merenjem. Odstupanje osa merne mreže za ugao α daje grešku merenja x [2]:

$$x = (\cos 2\alpha - 1) 100\% \quad (1)$$

Ako je greška u postavljanju merne trake $\alpha = 5^\circ$, greška merenja biće dovoljno mala i iznosi 1,6%. Veće greške pri merenju mogu se javiti, kako usled nesimetričnog postavljanja mernih traka, tako i zbog nedovoljne kompenzacije po-

stojećih normalnih napreznja i napreznja zbog savijanja. Za merenje je najbolje izabrati pun merni most. Pri prenosu mernog signala sa obrtnih vratila, zbog promenljivog kontaktnog otpora (ako se koristi jedna polovina mosta i kontaktni prenos sa kliznim prstenovima, tzv. sli-prings) u mernom mostu može se pojaviti veća greška merenja. Zbog toga je najbolje koristiti pun most i beskontaktni prenos mernog signala sa mosta. Upotrebom punog mosta dobro se kompenzuje šum koji potiče od normalnih i savojnih opterećenja, ukoliko se merne trake postavljaju na vratilo na način kako je prikazano na slici 1.

Glavni normalni naponi $\sigma_{1,2}$ mogu se izračunati iz izmerenih dilatacija $\varepsilon_{1,2}$ prema formulama za naponsko stanje u dve ose (napreznje u dva pravca) [2], [4]:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{E}{1-\mu}(\varepsilon_1 + \mu\varepsilon_2), \\ \sigma_2 &= \frac{E}{1-\mu}(\varepsilon_2 + \mu\varepsilon_1)\end{aligned}\quad (2)$$

gde je:

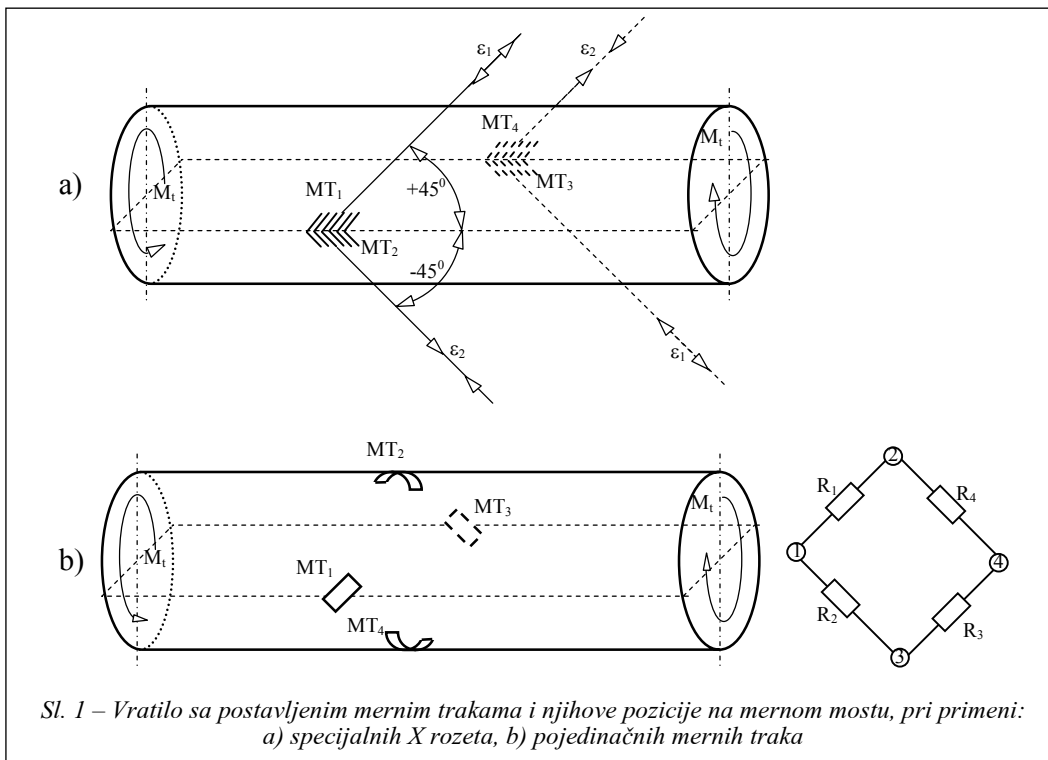
$\sigma_{1,2}$ – glavni normalni naponi [N/m²],
 E – modul elastičnosti [N/m²],
 $\varepsilon_{1,2}$ – relativne dilatacije traka,
 μ – Puasonov koeficijent.

Za vratila opterećena na uvijanje važi relacija:

$$|\varepsilon_1| = |\varepsilon_2|, \quad \varepsilon_2 = -\varepsilon_1 \quad (3)$$

Ako se merne trake povežu u jednu polovinu mosta, tada ε_2 menja predznak, pa je vrednost dilatacije:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_1 - (\varepsilon_2) = |\varepsilon_1| + |\varepsilon_2| = 2\varepsilon \quad (4)$$



Ista analogija važi i za pun most pa se jednačine (2) mogu napisati u obliku:

$$\sigma_{1,2} = \pm \frac{1}{2} \frac{E}{1-\mu} (1-\mu) \varepsilon_i \quad \text{-- za polovinu mosta} \quad (5)$$

$$\sigma_{1,2} = \pm \frac{1}{4} \frac{E}{1-\mu} (1-\mu) \varepsilon_i \quad \text{-- za pun most} \quad (6)$$

Tangencijalni napon τ menja se po poprečnom preseku, tako da je $\tau = 0$ u centru preseka, do maksimalne vrednosti na obodu (slika 2):

$$\tau \varepsilon_{\max} = 2 \varepsilon_{45^\circ} G \begin{cases} \varepsilon_i G & \text{-- za polovinu mosta} \\ \frac{1}{2} \varepsilon_i G & \text{-- za pun most} \end{cases} \quad (7)$$

gde je:

τ_{\max} – maksimalna vrednost tangencijalnog napona [N/m^2],
 G – modul klizanja [N/m^2].

Modul klizanja G izračunava se pomoću obrasca:

$$G = \frac{E}{2} \frac{1}{1+\mu} = \frac{E}{2(1+\mu)} \approx 0,385E \quad \text{za } \mu = 0,3 \quad (8)$$

Moment torzije M_t može se izračunati pomoću tangencijalnog napona τ_{\max} i polarnog otpornog momenta W_0 :

$$M_t = \tau_{\max} W_0 = \begin{cases} \varepsilon_i G W_0 & \text{-- za polovinu mosta} \\ \frac{1}{2} \varepsilon_i G W_0 & \text{-- za pun most} \end{cases} \quad (9)$$

gde je:

M_t – moment torzije [Nm],
 W_0 – polarni otporni moment [m^3].

Polarni otporni moment W_0 zavisi od oblika poprečnog preseka, a za vratilo kružnog poprečnog preseka izračunava se prema izrazu:

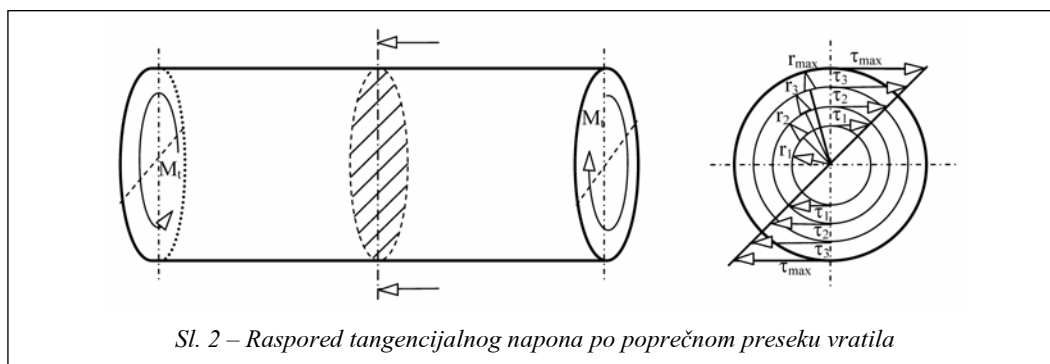
$$W_0 = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3 \quad (10)$$

gde je:

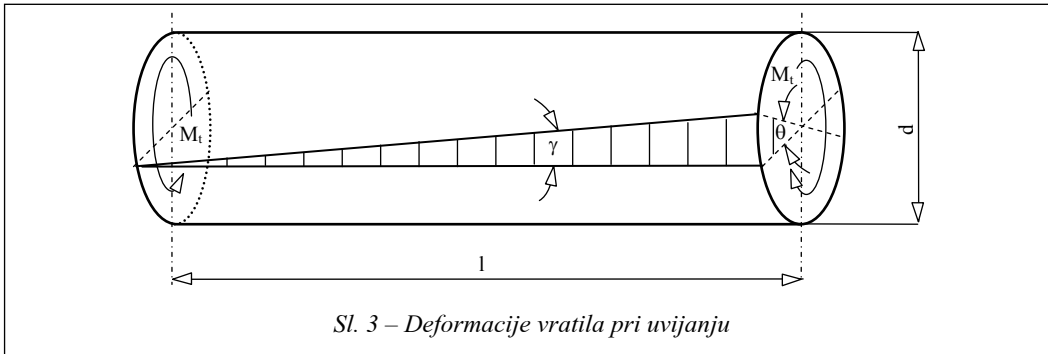
d – prečnik vratila [m].

Deformacije vratila pri uvijanju su ugao uvijanja θ i ugao klizanja γ (slika 3), a izračunavaju se pomoću izraza:

$$\gamma = \frac{\tau_{\max}}{G}, \theta = 2 \frac{1}{d} \gamma = \begin{cases} 2 \varepsilon_i \frac{l}{d} & \text{-- za polovinu mosta} \\ \varepsilon_i \frac{l}{d} & \text{-- za pun most} \end{cases} \quad (11)$$



Sl. 2 – Raspored tangencijalnog napona po poprečnom preseku vratila



gde je:

θ – ugao uvijanja [rad],

γ – ugao klizanja [rad],

l – dužina posmatranog isečka vratila [m].

Izbor opreme za merenje torzionih oscilacija

Izbor merne opreme za merenje torzionih oscilacija uslovljen je, pre svega, tipom merene veličine, karakteristikama objekta merenja, raspoloživošću i mogućnostima nabavke opreme. Osim osnovnog zahteva da merni lanac ne izaziva promene merenog objekta, pri izboru merne opreme postavlja se i niz drugih zahteva koji se odnose na: frekvenciju i rezoluciju merenja, kontinuirano merenje i memorisanje izmerenih vrednosti u realnom vremenu, A/D konverziju mernog signala, obradu i prikazivanje rezultata (korišćenje savremenog hardvera i softvera), kvalitet davača torzionih oscilacija, mogućnosti upravljanja radom merenog objekta, mobilnost i mogućnost rukovanja opremom.

Merenje torzionih oscilacija pomoću mernih traka ranije se retko primenjivalo zbog prisustva šuma u osnovnom signalu, koji ima visoke frekvencije i male amplitude. Zbog toga se signal morao višestruko pojačavati. Savremena merna oprema,

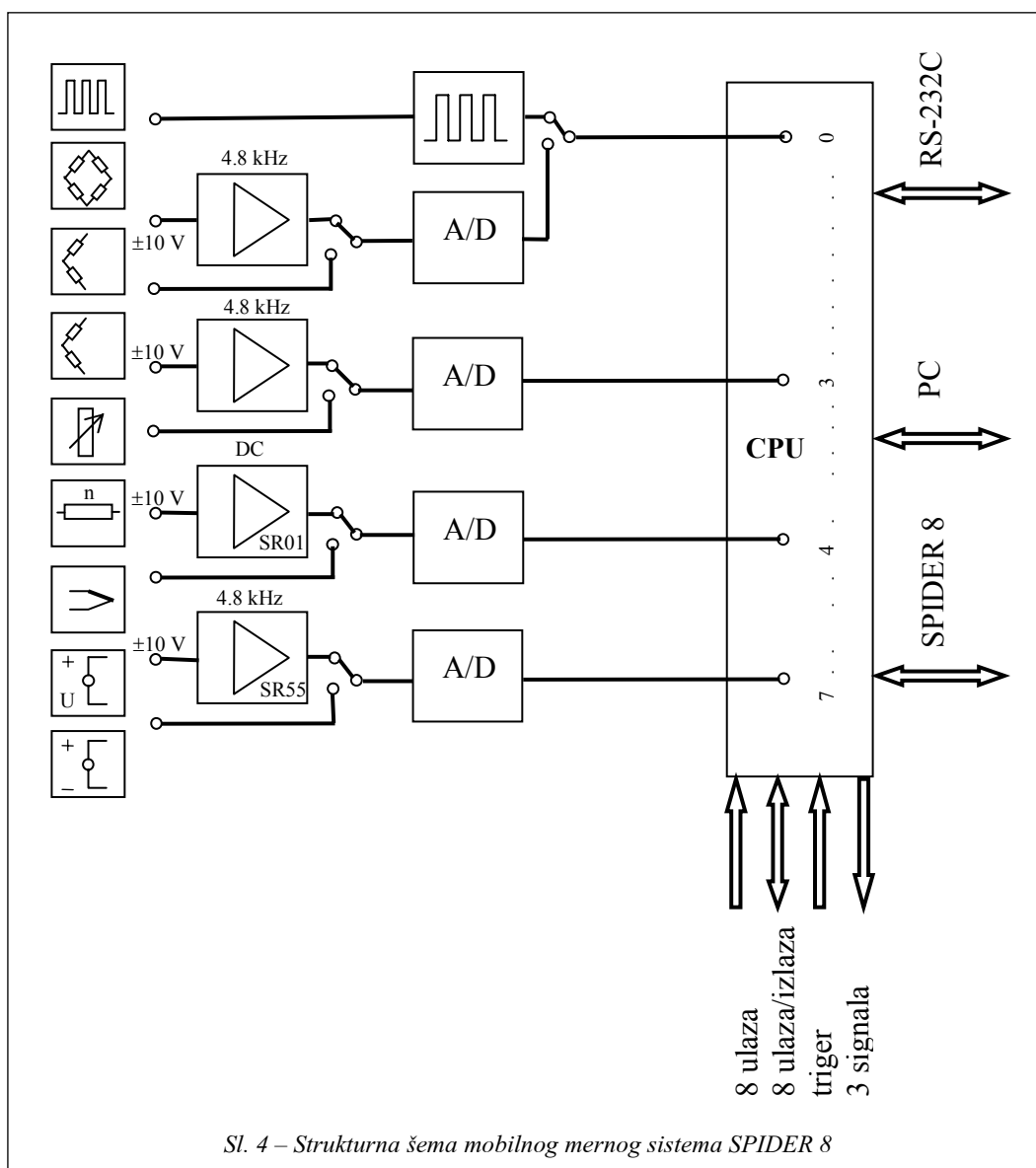
i odgovarajući softveri za obradu izmerenih vrednosti, ove nedostatke u znatnoj meri ublažavaju. Za merenje nivoa torzionih oscilacija upotrebom mernih traka može se koristiti mobilni merni sistem Spider 8 (proizvođač HBM – Hottinger Baldwin Messtechnik iz Nemačke).

Sistem Spider 8 (slika 4) višekanalna je elektronska jedinica za paralelno merenje dinamičkih veličina pomoću računara [3]. Predstavlja adekvatnu zamenu za merne sisteme sa velikim brojem komponenti (prekidača, potenciometara, kartica sa ulazno-izlaznim adresama i dr.), jednostavno se povezuje sa računarom preko priključka za štampač i brzo priprema za merenja. Svaki kanal obezbeđuje pobudu za pasivne četvoropolne pojačavače, filtre i vlastiti pretvarač. Svi A/D pretvarači rade sinhronizovano i podržavaju preko 9600 merenja u sekundi (po svakom kanalu) sa rezolucijom od 16 bita.

Osnovna jedinica sistema Spider 8, sa četiri merna pojačavača noseće frekvencije 4,8 kHz, koji su stabilni i neosetljivi na interferenciju, omogućava merenja raznih mehaničkih veličina (pomak, broj obrtaja, moment, snaga, pritisak i dr.) pomoću mernih traka i induktivnih četvoropola. Dva kanala mogu se alternativno koristiti kao brojači impulsa. Sistem se može proširiti na 8 kanala u jednom uređaju, ili na svih 64 ka-

nala sa 8 uređaja. Za proširenje namene uređaja mogu se koristiti dva modula. Jedan modul je dodatni CF kanal sa pojačavačem (sa nosećom frekvencijom), a drugi je sa električnim izolovanim ulazima za naponske ili strujne signale sa različitih davača. Sve komponente povezane su sa elektronikom koju kontroliše mikroprocesor.

Napajanje se obezbeđuje preko univerzalnog bloka iz integrisane reverzibilne baterije ili autoadaptera (12V DC). Po uključanju računara elektronika za distribuciju napajanja automatski detektuje moguće opcije napajanja. Uređaj za neprekidno napajanje dozvoljava promenu napajanja bez prekidanja merenja.



Svaki merni kanal podržava: pobudu senzora, prilagođenje signala, A/D konverziju i filtriranje. Visoka elektromagnetna otpornost, standardni konektor, kao i mogućnost potpune kontrole kompletnog mernog sistema pomoću računara, poboljšavaju metode merenja (veća pouzdanost i kraće vreme potrebno za inicijalizaciju mernog sistema).

Na osnovnu jedinicu i modul SR55 za proširenje mogu se povezati: merne trake i merni pretvarači preko kola u pun most ili polovinu mosta, induktivni četvoropoli preko kola u pun most ili polovinu mosta, potencijometrički četvoropoli, merni moduli sa strujnim ili naponskim izlazom (± 200 mA, ± 10 V), kanali 0 i 1 u osnovnoj jedinici mogu se koristiti alternativno za impulse frekvencija preko 100 kHz (enkoderni, rezolventni i tahogeneratori).

Na osnovnu jedinicu i na karticu SR30 mogu se priključiti: merne trake i merni pretvarači preko kola u pun most ili polovinu mosta, potencijometrički četvoropoli, termospojevi (tipa J, K, T i S), otporni termoelementi (Pt100 i Pt1000), merni moduli sa strujnim ili naponskim izlazom (± 200 mA, ± 10 V).

Pojačavači sa nosećom frekvencijom od 4,8 kHz koriste se za pasivne četvoropole i pogodni su za merne trake i induktivne četvoropole. Oni daju analogni signal čija je širina spektra preko 200 Hz. Posle pojačanja signala, u analognoj sekciji, obavlja se A/D konverzija u osam potpuno sinhronizovanih 16-bitnih A/D konvertora (slika 4). Konverzija se vrši bez vremenskog odstupanja (bez multipleksa), čime se izbegavaju fazne greške u toku akvizicije mernih veličina, po-

sebno kada se koristi veliki broj kanala. Maksimalna frekvencija uzorkovanja, koja može da se postavi, iznosi preko 9600 odbiraka u sekundi, a rezolucija od 16 bita ne zavisi od broja aktivnih kanala.

Inicijalizacija mernog sistema Spider 8 i razmena mernih veličina u digitalnom obliku u dvobajtnom formatu obavlja se preko priključka za štampač. Razmena podataka može se ostvariti brzinom od 75 000 mernih podataka u sekundi. To znači da se za prikupljanje i obradu podataka može koristiti bilo koji PC ili Notebook bez posebne kartice, interfejsa ili PCMCIA kartice. Drugi paralelni port može se koristiti za povezivanje sa štampačem ili drugom jedinicom sistema Spider 8. Na taj način može se uvezati maksimalno 8 jedinica sistema Spider 8, formirajući tako 64-kanalni sistem koji funkcioniše kao jedinstven sistem. Pri povezivanju na računar nije potrebno posebno adresiranje. Ako računar nema raspoloživi port za štampač, komunikacija se može ostvariti preko serijskog RS-232C interfejsa.

Mali softverski paket, koji je instaliran u sistem Spider 8, radi pod operativnim sistemom MS Windows i omogućava akviziciju mernih podataka (kontinuiranu ili periodičnu) i njihovo snimanje u datoteke. Različiti formati datoteka omogućavaju da podacima može da se pristupi različitim aplikacijama. HBM je razvio i softverski paket CATMAN koji omogućava [3]: proizvoljno definisanje načina na koji će se prikazati rezultati merenja, potpunu (trenutnu i naknadnu) analizu rezultata, proizvoljnu interakciju između korisnika i softvera, kontrolu i pomoć pri merenju.

Zaključak

U inženjerskoj praksi često se javlja potreba za merenjem nivoa torzionih oscilacija, kako na nekom modelu, tako i na realnom objektu. Izbor metodologije merenja zavisi od više faktora, a pre svega od: cilja merenja, raspoložive merne opreme, tehničko-tehnoloških uslova merenja, obučenosti kadrova, i dr.

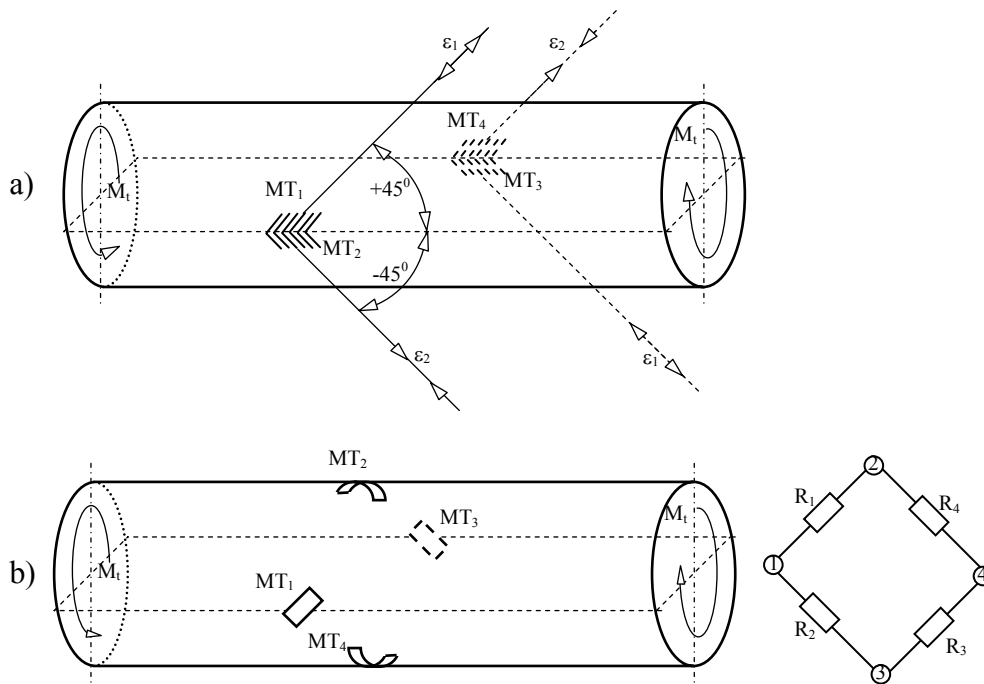
Ukoliko je osnovni cilj merenja provera nivoa naprezanja elemenata sistema zbog prisustva torzionih oscilacija, kao i određivanje kritičnih brzina sistema, uspešno se može primeniti metod merenja torzionih oscilacija na osnovu merenja torzionog napona. Upotrebom savremene merne opreme, kakvu je razvio HBM (Hottinger Baldwin Messtechnik), mogu se, u velikoj meri, prevazići problemi koji prate upotrebu mernih traka (osnovni signal ima visoku frekvenciju i

male amplitude, a superponiran je šumom).

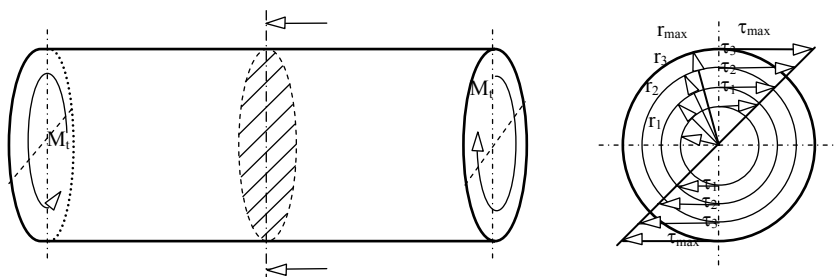
Merni sistem Spider 8 predstavlja mobilnu mernu opremu malih gabarita, koja omogućava paralelno merenje više dinamičkih veličina pomoću računara. Softverski paket CATMAN, koji se isporučuje zajedno sa mernom opremom, pruža korisniku širok spektar mogućnosti, naročito u pogledu obrade i prikaza rezultata merenja.

Literatura:

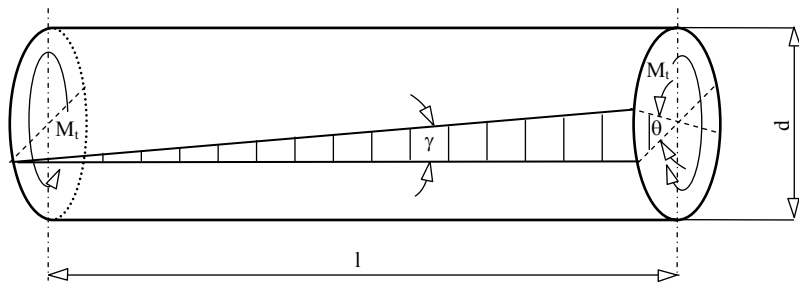
- [1] Jankov, R.: Simulacija i eksperimentalno ispitivanje torzionih oscilacija, Mašinski fakultet u Beogradu, 2002.
- [2] Hoffmann, K.: An introduction to measurements using strain gages, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Darmstadt, 1989.
- [3] Hottinger Baldwin Messtechnik: HBM measurement techniques and catman, katalozi firme HBM, Darmstadt, 2001.
- [4] Rašković, D.: Otpornost materijala, Građevinska knjiga, Beograd, 1990.
- [5] Trifković, D.: Istraživanje torzionih oscilacija u sistemu prenosa snage sa broskog dizel motora na propeler, Magistrski rad, Mašinski fakultet u Beogradu, 2003.



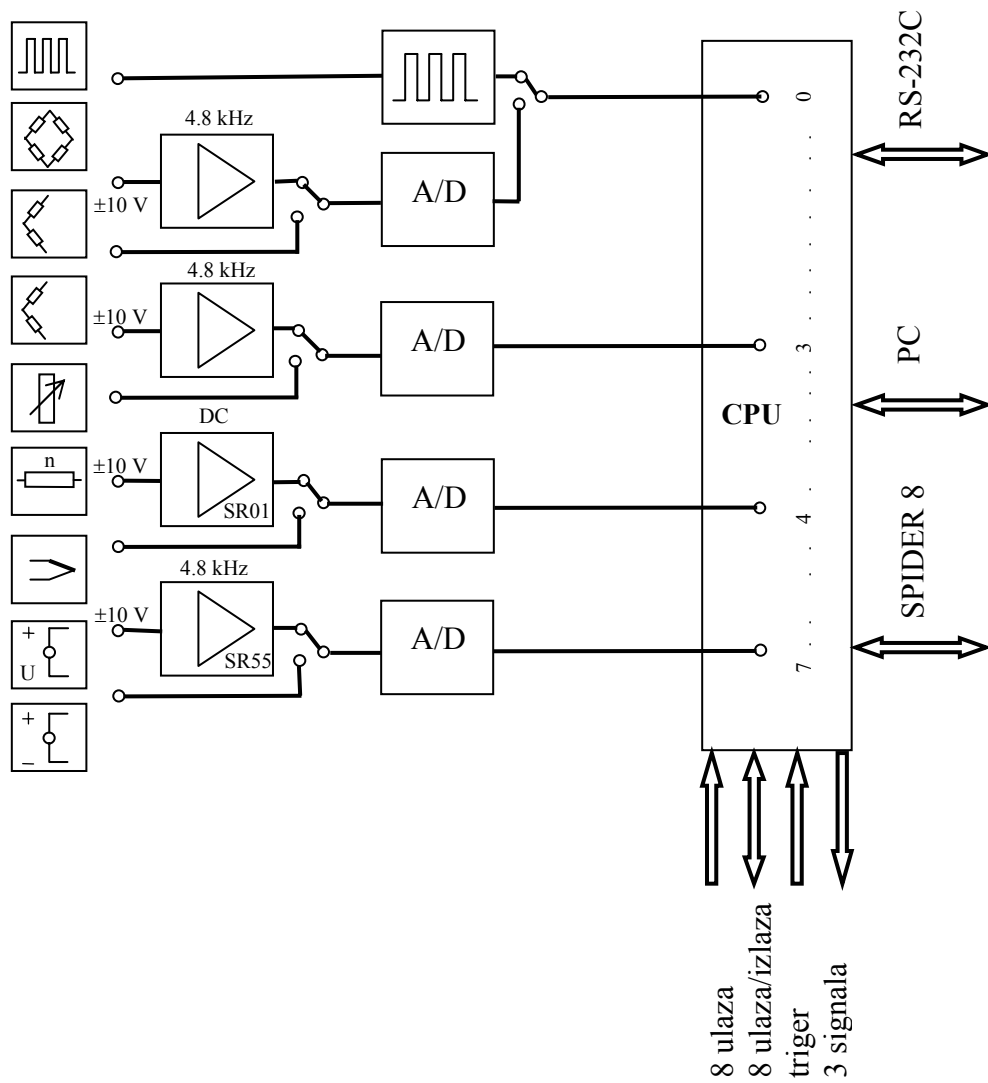
Sl. 1 – Vratilo sa postavljenim mernim trakama i njihove pozicije na mernom mostu, pri primeni: a) specijalnih X rozeta, b) pojedinačnih mernih traka



Sl. 2 – Raspored tangencijalnog napona po poprečnom preseku vratila



Sl. 3 – Deformacije vratila pri uvijanju



Sl. 4 – Strukturna šema mobilnog mernog sistema SPIDER 8

Mr Slavko Muždeka,
kapetan prve klase, dipl. inž.
Vojna akademija – Odsek logistike,
Beograd

10. EVROPSKI AUTOMOBILSKI KONGRES

– prikaz skupa –

U hotelu Interkontinental u Beogradu, od 30. maja do 1. juna 2005. godine, održan je 10. Evropski automobilski kongres, u organizaciji Evropske kooperacije automobilskih inženjera (EAEC) i Jugoslovenskog društva za motore i vozila (JUMV). Skup je održan pod pokroviteljstvom FISITA – Međunarodne federacije društava automobilskih inženjera, SANU – Srpske akademije nauka i umetnosti i AIN – Akademije inženjerskih nauka Srbije i Crne Gore. Suorganizatori skupa bili su Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu i Poslovno udruženje proizvođača drumskih vozila Srbije i Crne Gore, a partneri u održavanju skupa SIAR – Asocijacija automobilskih inženjera Rumunije i DMV BIH – Asocijacija automobilskih inženjera Bosne i Hercegovine.

Održavanje kongresa EAEC pod motom „Kooperativna evropska automobilska tehnika“ rezultat je priznanja za delovanje Jugoslovenskog društva za motore i vozila (koje dodeljuju EAEC i FISITA) i realizaciju devetnaest naučno--stručnih skupova „Nauka i motorna vozila“ koje JUMV od 1967. godine redovno organizuje. Zbog toga se ove godine dvadeseti skup „Nauka i motorna vozila“ realizuje istovremeno i kao kongres EAEC.

Učesnicima kongresa obratili su se Ian Dickie, izvršni direktor FISITA, dr

Pedro de Esteban Altiriba, dosadašnji predsednik EAEC i dr Gunter Hohl novi predsednik EAEC, čime je izvršena i svečana primopredaja dužnosti predsednika EAEC. Za sve učesnike kongresa priređen je i svečani prijem u Skupštini grada Beograda gde su im se obratili profesor dr Čedomir Duboka, predsednik JUMV i Kongresa, profesor dr Miloš Nedeljković, dekan Mašinskog fakulteta u Beogradu i Žarko Petkov, dipl. inž. u ime Poslovnog udruženja proizvođača drumskih vozila.

Kongres je održan kroz pet specijalnih plenarnih sednica i foruma i kroz tehničke sekcije u kojima su prezentovani radovi u dvanaest oblasti. Specijalne sednice bile su:

– *IPEASI forum* – integracioni procesi u evropskoj automobilskoj i pratećoj industriji (moderator profesor dr Jan Lešinsky, Technical University Bratislava, Slovačka): šest predavanja po pozivu sa tematikom vezanom za procese globalizacije evropske automobilske industrije i mestu automobilske industrije u državama istočne Evrope u okviru globalizacionih procesa;

– *Automobil i okruženje* – specijalna plenarna sednica posvećena ekološkom razvoju u automobilskoj industriji (moderator profesor dr Ing. Dušan Gruden,

Ditzingen, Germany): pet predavanja po pozivu eminentnih stručnjaka iz oblasti ekološkog razvoja u automobilske industriji (izduvna emisija, novi pogonski materijali, itd.);

– *ERSIS panel* – evropska strategija unapređivanja putne bezbednosti (moderator profesor dr Ing. habil. Egon-Christian von Glasner, European Association for Accident Research and Analysis, Germany): pet predavanja po pozivu u kojima je prikazano stanje, trendovi i uticaji na putnu bezbednost u Evropi;

– okrugli sto *Obrazovanje automobilskih inženjera u 21. veku* (organizator dr Cedric Ashley, EuroMotor, The University of Birmingham, UK): pet predavanja po pozivu posvećenih veoma aktuelnoj temi tranzicije obrazovnih sistema evropskih zemalja u skladu sa Bolonjskom deklaracijom);

– specijalna sekcija *Uticaj transporta na ekologiju* (organizator profesor dr Gianfranco Rizzo, University of Palermo, Italy), organizovana u saradnji sa Univerzitetom u Palermu: prezentovano deset radova u kojima su prikazani rezultati istraživanja u okviru doktorskih studija na Univerzitetu u Palermu.

Tehničke sekcije su prezentovane u sledećim oblastima:

1. *Aktivna bezbednost*: prihvaćeno 17 radova iz oblasti istraživanja kontakta točka i podloge, karakteristika disk-kočnica, sistema protiv blokiranja točkova, dinamičkog ponašanja motocikla, stabilnosti vozila, interakcije sistema za kočenje i drugih sistema vozila i dr.;

2. *Pasivna bezbednost*: pet radova iz oblasti pasivne bezbednosti autobusa, primene novih materijala u nosećim konstrukcijama i dr.;

3. *Opšta bezbednost*: deset radova iz oblasti rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda, stabilnosti vozila, zaštite pešaka, bezbednosti motocikla, uticaja ljudskog faktora na bezbednost i dr.;

4. *Napredni inženjerski alati*: trinaest radova iz oblasti inženjerstva baziranog na znanju, unapređenja metoda ispitivanja, oscilacija-vibracija, analize strukture, računarske simulacije i dr.;

5. *Napredne tehnike projektovanja*: deset radova iz oblasti modeliranja ispitivanja zamora, modeliranja sistema za prenos snage, primene savremenih softvera za projektovanje i analizu podsistema vozila i dr.;

6. *Kvalitet i logistika*: deset radova iz oblasti primene novih materijala, klimatizacije, predviđanja životnog veka podsistema vozila i dr.;

7. *Ekologija i okruženje*: pet radova iz oblasti postupka sa vozilima na kraju životnog veka, zagađenja prouzrokovanih saobraćajem, zagrevanja, buke i dr.;

8. *Emisija*: sedam radova iz oblasti izduvne emisije motora SUS;

9. *Energija i potrošnja goriva*: šest radova iz oblasti optimizacije motora po pitanju potrošnje goriva, optimizacije komponenta vozila po pitanju potrošnje energije, primene alternativnih goriva i pogona i dr.;

10. *Motori*: 17 radova iz oblasti konstrukcije motora SUS, primene novih pogonskih materijala, dijagnostike i dr.;

11. *Prenosnici snage*: devet radova iz oblasti modeliranja stepena korisnog dejstva prenosnika snage, vibracija prenosnika snage, projektovanja kinematičke šeme planetarnih prenosnika, istraživanja prelaznog procesa pri promeni stepena prenosa, automatizacije sistema za prenos snage, ispitivanja prenosnika snage i dr.;

12. *Hodni sistemi*: osam radova iz oblasti istraživanja karakteristika sistema elastičnog oslanjanja, dinamičkog ponašanja pogonske grupe u odnosu na oslonce, primene savremenih softvera za simulaciju ponašanja elemenata sistema oslanjanja i dr.

Vojsku Srbije i Crne Gore na Kongresu je predstavljao jedan rad autora iz Vojske i dva rada u kojima su pripadnici Vojske bili koautori. To su radovi:

– *Komponovanje i analiza planetarnih prenosioca sa četiri stepena slobode* autora mr Slavka Muždeke iz Vojne akademije, dr Mladena Pantića iz Vojnotehničkog instituta i profesora dr Živana Arsenića sa Mašinskog fakulteta u Beogradu. Rad je prihvaćen u okviru sekcije Prenosnici snage;

– *Predlog novog skraćenog homološkog ispitivanja sklopa klipa i cilindra dizel motora*, autora Svetlane Vukas i Srećka Grojića iz Instituta IMR i Dragoljuba Đurice iz Tehničkog opitnog centra. Rad je prihvaćen u okviru sekcije Kvalitet i logistika;

– *Virtuelno okruženje za savremenu proizvodnju cilindarskog sklopa*, autora profesora dr Miroslava Pilipovića sa Mašinskog fakulteta u Beogradu, mr Dejana Vučkovića iz Vojnotehničkog instituta, profesora dr Žarka Spasića sa Mašinskog fakulteta u Beogradu i Zorana Vićevca iz Holding korporacije „Petar Drapšin“ iz

Mladenovca. Rad je prihvaćen u okviru sekcije Kvalitet i logistika.

O kvalitetu Kongresa najbolje govori statistika – ukupno 148 radova, od kojih 21 rad po pozivu, 22 rada domaćih autora, ostali radovi iz 28 zemalja od SAD, Japana, Koreje, Kine, Australije do svih značajnijih evropskih država.

Na kongresu je bilo preko 150 učesnika iz inostranstva i preko 200 učesnika iz naše zemlje. Veoma je značajno i to što su na Kongresu bili prisutni i studenti Mašinskog fakulteta, kao i studenti Vojne akademije.

Saopšteni radovi objavljeni su u zborniku radova na CD koji je dostupan u Narodnoj biblioteci Srbije i JUMV. Zbornik radova predstavlja veoma značajan materijal u kojem se nalazi pregled stanja istraživanja i trendova istraživanja i razvoja u oblasti automobilske tehnike, i može korisno poslužiti istraživačima i studentima posle diplomskih studija koji se usavršavaju u oblasti automobilske tehnike.

Kongres je potpuno ispunio očekivanja i po oceni učesnika iz inostranstva, jedan je od najboljih i najkvalitetnijih do sada održanih. Posebna zasluga za njegovu kvalitetnu organizaciju i realizaciju pripada predstavniku JUMV i Kongresa profesoru dr Čedomiru Duboki, koji je svojim međunarodnim autoritetom znatno doprineo da se ovaj eminentan skup održi u našoj zemlji.

Dr Zoran Filipović,
pukovnik, dipl. inž.
Vazduhoplovni opitni centar,
Batajnica

49. KONFERENCIJA ETRAN 2005

– prikaz naučno-stručnog skupa –

U Budvi je, od 5. do 10. juna 2005. godine, održana 49. konferencija ETRAN, pod pokroviteljstvom Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije. Organizatori ovog eminentnog naučno-stručnog skupa bili su: Društvo za ETRAN, Elektrotehnički fakultet u Podgorici, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Elektronski fakultet u Nišu u saradnji sa Sekcijom YU IEEE.

Konferencija ETRAN je prestižna sa reputacijom najjače stručne konferencije kod nas iz oblasti elektronike, telekomunikacija, računarske tehnike, automatike i nuklearne tehnike. Na konferencijama se tradicionalno izlažu najvredniji rezultati istraživanja pojedinaca i istraživačkih timova u protekloj godini.

Na svečanoj ceremoniji konferenciju je otvorio potpredsednik Vlade Republike Crne Gore Branimir Gvozdenović. Prigodnim govorima učesnicima konferencije obratili su se i:

– profesor dr Baldomir Zajec, director of IEEE Region 8 IEEE Activities in Region 8 (Europa, Middle East and South Africa), dr Bruno Schmitz, Head of Unit, Research Directorate General, European Commission i dr Svetislav Đurić, zadužbina ETF BAFA USA.

Osnovna poruka iz njihovih izlaganja bila je buduća maksimalna podrška

navedenih institucija integracijama naših naučnih potencijala u međunarodne naučne asocijacije.

Program rada ETRAN 2005 bio je, kao i do sada, sadržajan i obuhvatio je: tri plenarne sednice, 16 stručnih komisija i 63 sednice.

Na plenarnim sednicama održana su sledeća predavanja:

– dr Bruno Schmitz – *Marie Curie Actions and the results of the EC workshop on Research – Training in Nanosciences and Nanotechnologies: Current Status and Future Needs;*

– profesor dr Zoran Đurić dopisni član SANU – *Nanosistemi i nanosistemске tehnologije;*

– Michael Vorlander – *Computer models in room acoustics-state of art;*

– Dušan Petrovački – *GPS infrastruktura za upravljanje prostornim resursima Srbije.*

I ove godine ETRAN je okupio brojne stručnjake, kako iz zemlje, tako i iz inostranstva. Na ovogodišnjem skupu prihvaćeno je 445 radova, od kojih je većina i izložena u okviru 17 stručnih komisija i to: Elektronika, Telekomunikacije, Računarska tehnika i informatika, Automatika, Nuklearna tehnika i tehnologije, Akustika, Antene i prostiranje,

Veštačka inteligencija, Elektroenergetika, Elektronska kola, sistemi i procesiranje signala, Biomedicinska tehnika, Metrologija, Mikroelektronika i optoelektronika, Mikrotalasna i submilimetarska tehnika, Novi materijali, Robotika i fleksibilna automatizacija.

Treba napomenuti da je broj prihvaćenih i izloženih radova bio znatno veći nego na prethodnim konferencijama ETRAN. Najbrojniji deo autora izloženih radova pripada mladim istraživačima.

Značajan nastup imali su predstavnici Vojske SCG sa 36 prihvaćenih radova, što u odnosu na prethodnu konferenciju (29 radova) predstavlja znatno veći broj radova. Oni su uspešno predstavili rezultate istraživanja u Vojnotehničkom Institutu, Vojnoj akademiji, Tehničkom opitnom centru, Vazduhoplovnom opitnom centru i na Vojnomedicinskoj akademiji.

Iz Vojnotehničkog instituta prihvaćeno je 8 radova (3 autorska i 5 koautorskih) na sekcijama Automatskog upravljanja, Telekomunikacija i Akustike. Zapažene su prezentacije sledećih radova:

– Desimir Lučić – *Ciklostatička analiza diskretne realizacije OFDM/OAM signala*, na sekciji Telekomunikacija;

– Miodrag Vračar – *Uticao hidrodinamičkih i vibracionih karakteristika na ambijentalni akustički šum* na sekciji Akustike;

– Miljko Erić – *CFAR detekcija jedne klase tranzijentalnih akustičkih signala*, na sekciji Akustika koja pokriva istraživanja iz oblasti govornih i drugih akustičkih signala.

Predstavnici Vojne akademije uspešno su saopštili ukupno 9 radova u sekcijama Telekomunikacije, Automatika, Metrologija i Računarska tehnika i informatika. Posebno su zapaženi sledeći radovi:

– Andrić, M., Zrnić, B. – *Parametarski pristup u klasifikaciji radarskih ciljeva*. U radu je dat pristup automatskoj klasifikaciji ciljeva koje detektuje radar za izviđanje ciljeva na zemljištu (vojnik, motorno vozilo, oklopno vozilo, niskoletići helikopter), zasnovan na parametarskom klasifikatoru;

– Bujaković, D., Bondžulić, B. – *Kombinovani metod detekcije i praćenje pokretnih objekata u video sekvenci primenom Kalmanovog filtra*. U radu je izložen metod za detekciju pokretnih objekata u video sekvenci zasnovan na analizi sukcesivnih frejmova i formiranjem slike razlike, kao i praćenje detektovanog objekta primenom Kalmanovog filtra;

– Ivković, D., Erić, M. Dukić, M. – *Procena Doplerove frekvencije u softverskom modelu prijemnika*. U radu je izložen koncept softverski definisanog radarskog prijemnika konvencionalnog radara unutar kojeg je implementiran blok za procenu Doplerove frekvencije.

Autori iz Tehničkog opitnog centra saopštili su 5 radova od 11 prihvaćenih na sekcijama Automatsko upravljanje i Metrologija neelektričnih i električnih veličina. Zapažena su izlaganja sledećih autorskih radova:

– Zoran Šofranac – *Nesigurnost merenja električne otpornosti etalona velike otpornosti adaptiranim mostom* na sednici Metrologije za električne veličine;

– Miodrag Džoković – *Izračunavanje nesigurnosti primarne lasersko-interferometrijske metode brojanjem pruga* na sednici Metrologije za neelektrične veličine.

Predstavnici iz Istraživačko razvojne jedinice Vazduhoplovnog opitnog centra uspešno su prezentirali ukupno 8 radova u komisijama Metrologije u va-

zduhoplovstvu, Akustike i Računarske tehnike i informatike. Svojim brojnim autorskim i koautorskim radovima iz jedne vrlo specifične oblasti primenjenih istraživanja, koja se odnose na ispitivanja vazduhoplova u letu dugi niz godina, rezultiralo je formiranjem posebne sednice Metrologije u vazduhoplovstvu na kojoj je veoma uspešno izloženo 5 radova. Posebno su bila zapažena sledeća izlaganja:

– Dragoljub Spasić, Zoran Filipović: *Merenje neophodnih parametara leta vazduhoplova koji utiču na preciznost pogađanja cilja*. U radu je opisana metodologija određivanja parametara leta vazduhoplova koji utiču na preciznost pogađanja cilja upotrebom akvizicionog sistema koji je integrisan na vazduhoplovu i zemaljskim optoteodolitskim sistemom;

– Gordana Jurin, Milorad Pavlović – *Uticao vremenskih uslova na merenje avionske buke*. U ovom radu prikazan je postupak određivanja koeficijenta atmosferskog slabljenja u realnoj atmosferi u zavisnosti od temperature i relativne vlažnosti vazduha, na propagacionom putu zvučnih talasa od izvora do mernog mesta, u procesu određivanja nivoa avionske buke;

– Veselin Gredić – *Prikaz celovitog okruženja migracije softverskih sistema sa osvrtom na pristupe migraciji 4GL aplikacija*. Kroz rad je opisana globalna okolina u kojoj se obavlja migracija softverskih sistema sa osvrtom na širi spektar tehničkih i problema upravljanja. Kao primer opšte analize nasleđenog sistema opisani su pojedini pristupi za migraciju 4GL informacionih sistema.

– Zoran Filipović – *Metodologija kalibracije PCM/FM telemetrijskog si-*

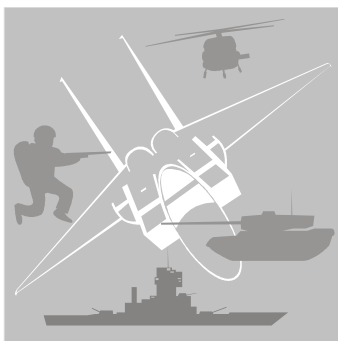
stema za ispitivanje letelica. U radu je prikazana metodologija kalibracije PCM/FM telemetrijskog sistema za ispitivanje letelica. Takođe, definisani su i profili test letova tokom kojih se mere relevantni parametri radi utvrđivanja performansi telemetrijskog sistema.

Od dva prihvaćena rada sa Vojnomedicinske akademije, prezentiran je jedan rad grupe autora na sekciji Nuklearna tehnika i tehnologija, i to: Gordan Nišević, Goran Kolarević, Zoran Bošković, Sanja Trajković *Multilamelarni kolimator – klinička dozimetrija i kontrola kvaliteta*. U radu su prikazani neki elementi kontrole kvaliteta linearnog akceleratora Sli-Plus, Elekta Sa Mlc-Om sa posebnim osvrtom na dozimetriju pomoću dozimetrijskog filma.

Pored toga što su prezentirali svoje radove, stručnjaci iz Vojske SCG predstavlili su radom dve sekcije iz oblasti Metrologije.

Predsednik predsedništva društva ETRAN, profesor dr Ninoslav Stojadinović, na svečanom zatvaranju proglasio je najuspešnije radove, istakao visoke domete 49. konferencije i pozeleo da se na jubilarnoj 50. konferenciji, koja će biti održana 2006. godine u Novom Sadu, prijavi i više učesnika.

Posebno se zahvalio učesnicima iz Vojske SCG koji su i ove godine imali veliki broj prihvaćenih radova, uprkos procesu transformacije koja obuhvata i njene naučne institucije izražavajući nadu da će i na sledećoj konferenciji ETRAN učešće naših pripadnika biti na istom ili višem nivou.



savremeno naoružanje i vojna oprema

NOVA SLIKA LOGISTIKE NA BOJIŠTU*

Komandanti armije SAD u Iraku, zahvaljujući sistemu BCS3 (Battle Command Sustainment Support System), imaju mogućnost automatizovanog kartografskog predstavljanja logističke slike u realnom vremenu.

Sistem, koji je prvi put uveden u upotrebu sredinom juna 2004. godine u 3. pešadijskoj diviziji, objedinjava podatke o podršci, transportu i resursima, kako bi se obezbedila slika opšteg logističkog delovanja LCOP (Logistics Common Operating Picture).

Koristeći komercijalni IBM laptop, BCS3 softver i hardver, komandantima se obezbeđuju neophodni logistički podaci i vizuelna logistička situacija na ratištu.

Sistem BCS3 daje kartografski prikaz LCOP, koristeći standardni Majkrosoftov Windows operativni sistem, koji je, sa najnovijim podacima u realnom vremenu, prilagođen za individualno upravljanje u logistici. Situacija se prikazuje preko topografskih podataka koje selektiraju korisnici za meni mogućeg mapiranja. Za ove potrebe koriste se lako

ojačani IBM laptopovi, mase 2,7 kg, čija je cena oko 3000 dolara.

Sistem omogućava da se tačno vidi gde se nalazi zahtevana oprema u lancu snabdevanja, otklanja se mogućnost dupliranja zahteva, utvrđuju se prioriteti i sprečava nastanak uskih grla u protoku opreme.

Komandant može da vodi logističke operacije na nezaštićenim mrežama, koristeći standardni Internet, ili da putem pouzdane zaštite prenosi logističke informacije do klasifikovane mreže radi dobijanja opšte operativne logističke slike.

Posle stotinak raznih sistema koji su se do sada koristili, armija SAD je konačno prihvatila uvođenje sistema BCS3, kao važan korak u inovacijama i zadovoljenju njenih zahteva za povezivanjem logistike, integrisanje lanca snabdevanja, poboljšanje prihvata i modernizaciju distribucije opreme na bojištu.

Od tima za razvoj sistema zahtevano je da istraži dovoljno dobar standard koji će, putem dodavanja odgovarajućeg softvera, pomoći efikasnijem razvoju procesa. Iako nije doveden do perfekcije, razvojni tim je već u sadašnjem stepenu istraživanja uspeo da smanji vreme razvoja sistema sa nekoliko godina na manje od 8 meseci.

M. K.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 27. april 2005.



MODERNIZACIJA OKLOPNIH TRANSPORTERA BTR*

Mašinski zavod Arzamas iz Rusije razvio je i testira pakete za modernizaciju i poboljšanje mogućnosti ruskih oklopnih amfibijskih transportera BTR-60 i BTR-70, konfiguracije 8×8. Serija oklopnih transportera BTR-60 prvi put se pojavila pre više od četrdeset godina, a za pogon su imali po dva benzinska 6-cilindrična motora GAZ-49B, od kojih je svaki razvijao po 120 KS. Njihova maksimalna brzina kretanja iznosila je 80 km/h, brzina kretanja na vodi 9 km/h, a operativna autonomija 500 km.

Noviji transporter BTR-60PB opremljen je ručno upravljanim kupolom za jednog člana posade, čije je naoružanje mitraljez 14,5 mm KPVT i 7,62 mm PKT, a maksimalna elevacija 30°.

Modernizovani BTR-60PBM poseduje poboljšanja, koja obuhvataju ugradnju pogonske grupe sa novijeg oklopnog transportera BTR-80 8×8, kao i pripadajuće razvodne kutije i pogonske mostove.

Pogonska grupa se sastoji od jednog turbo dizel motora KamAZ-7403 V-8, snage 191 kW (260 KS) koji obezbeđuje maksimalnu brzinu od 100 km/h i operativnu autonomiju od 600 km.

Ugradnja novog pogonskog paketa omogućava ne samo veću brzinu i operativnu autonomiju, već stvara i mogućnost da se sva borbena vozila, opremljena standardnim dizel motorima, popunjavaju istim gorivom.

Postojeća kupola zamenjena je novijom kupolom BPU-1 kojom se

oprema i standardni BTR-80, čije je naoružanje slično, ali je elevacija povećana na 60°. To omogućava dejstvo po sporijim ciljevima u vazдушnom prostoru kao i ciljevima u visokim građevinama pri borbama u urbanim sredinama.

Oklopna zaštita je, takođe, poboljšana, a standardnu opremu čine sistem za otkrivanje i gašenje požara, sistem za NBH zaštitu i sistem za kondicioniranje vazduha. Postojeća komunikacijska oprema zamenjena je novijim sistemom R-168-25U ili R-173 i navigacionim sistemom Gamma-2.

Standardni BTR-60PB ima borbenu masu 10 300 kg, dok modernizovani BTR-60PBM ima borbenu masu 11 608 kg. Za dalje povećanje borbene održivosti predviđeno je da se ugrađuje dodatni pasivni oklop.

Druga poboljšanja obuhvataju ugradnju novih uređaja za osmatranje za komandira i vozača, nove pneumatike otporne na metke, novi mlaznik za kretanje na vodi i poboljšana sedišta. Slična poboljšanja razvijena su i za BTR-70, koji se, takođe, mogu opremiti najnovijim kupolama BPPU za jednog člana posade, čije je naoružanje top 30 mm 2A72 i kaksijalni mitraljez 7,62 mm PKTM. Ovaj top može da se stabilizuje kako bi se povećala verovatnoća pogađanja pokretnih ciljeva.

Kupola BPPU se u većim količinama proizvodi za transporter BTR-80A, koji se koristi u Rusiji ali i izvozi.

M. K.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 20. april 2005.



OKLOPNO BORBENO VOZILO DOEWOO*

U kompaniji Doewoo nastavljaju razvoj familije oklopnih borbenih vozila točkaša, u sklopu kojih je i prototip Black Fox (Crna lisica).

Prvi prototip u konfiguraciji 6×6 završen je pre nekoliko godina, a prvi primjerak u konfiguraciji 8×8 planira se za kraj 2005. godine. Ova kompanija planira razvoj familije ovih vozila iz sopstvenih ulaganja, kako za domaće potrebe tako i za izvoz.

Armija Južne Koreje sada koristi gusenična oklopna vozila, uključujući seriju američkih oklopnih transportera M113 i korejsko borbeno vozilo pešadije. Kao dopunu borbenom vozilu pešadije, Doewoo razvija Next IFV, koji je znatno teži i opremljen je kupolom za dva člana posade, naoružanom topom 40 mm, koaksijalnim mitraljezom 7,62 mm i lanserom za protivtenkovske vođene rakete.

Armija Južne Koreje počela je da se uključuje u međunarodne operacije za koje se u nekim slučajevima pokazalo da je praktičnije i ekonomičnije koristiti borbeno oklopno vozila točkaše nego gusenična vozila.

Osnovni model oklopnog borbenog vozila točkaša, konfiguracije 6×6, ima masu od 16 t i pored dvočlane posade može da prevozi deset vojnika. Za potrebe ispitivanja opremljeno je domaćom kupolom za jednog člana posade, koja od naoružanja ima lanser granata 40 mm i mitraljez 12,7 mm. Ta kupola je već testirana na korejskom borbenom vozilu pešadije.



Oklopno borbeno vozilo Doewoo 6×6 Black Fox

Model konfiguracije 8×8 imaće veću korisnu nosivost, veću autonomiju i moći će da se oprema raznovrsnijim kupolama i sistemima oružja.

Prema zahtevima korisnika, u odeljenju za vojnike mogu da se ugrade puškarice i sistemi za osmatranje. Standardna oprema obuhvata automatsku transmisiju, elektroupravljanje sa prednja četiri točka i centralno punjenje pneumatika.

Oklopni transporter 4×4 Barakuda bio je prvo oklopno borbeno vozilo točkaš koje je kompanija Doewoo proizvela u većem broju. Sličan je nemačkom TM-170 i izrađen je na bazi najnovije šasije Mercedes Benz UNIMOG U-5000 4×4.

M. K.

<<<◇>>>

KINESKI LOVAC TENKOVA*

Kineska industrijska korporacija NORINCO u ponudi za izvoz ima, pored oklopnog transportera WZ 551 6×6, i lovcu tenkova Assaulter 6×6. Assaulter (jurišnik) predstavlja, u suštini, modifikovanu serijsku šasiju WZ 551B opremljenu novom kupolom za tri člana posade, naoružanu kratkotrajajućim izolučenim ten-

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 20. april 2005.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 4. maj 2005.

kovskim topom 105 mm sa termootačem, izbacivačem dimnih gasova i gasnom kočnicom.

Top 105 mm ispaljuje standardnu NATO municiju, uključujući pancirnu, trenutnu i protivtenkovsku. Može da koristi i protivtenkovske laserski vođene rakete, kojima je domet do 5000 m. Njihove tandem-bojne glave namenjene su da neutrališu dodatni eksplozivni reaktivni oklop i probiju osnovni oklop tenkova.

Laserski vođeni projektil 105 mm NORINCO izrađen je na bazi ruskog projekta i može da se ispaljuje iz bilo kog izoliranog tenkovskog topa 105 mm, koji je obezbeđen modifikovanim sistemom za upravljanje vatrom, uključujući laserski vođeni kanal kakvim je opremljen Assaulter. Ovaj top ima visoku verovatnoću pogađanja prvim znom, kako stacionarnih tako i pokretnih ciljeva. To omogućava kompjuterizovani sistem za upravljanje vatrom i, na krovu montirani, stabilizovani dnevno-noćni nišan. Posедуje i sistem za automatsko praćenje cilja. Uz top je spregnut mitraljez 7,62 mm, a na krovu je ugrađen mitraljez 12,7 mm za potrebe PVO.

Kutija sa četiri lansera dimnih granata montirana je sa bočne i zadnje strane kupole. Munijski komplet za Assaulter sadrži: 30 zrna 105 mm, četiri laserski vođena projektila 105 mm, 800 zrna 7,62 mm i 480 zrna 12,7 mm.

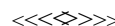
U standardnu opremu spada električno servo upravljanje, sistem NBH zaštite, sistem za otkrivanje i gašenje požara, sistem za kondicioniranje vazduha, GPS, i centralno podešavanje pritiska u pneumaticima u skladu sa vrstom terena.



Protivtenkovski transporter Assaulter

Dok je standardni oklopni transporter WZ 551 potpuno amfibijski, ovaj, čija je masa 19 tona, nema te mogućnosti.

M. K.



POBOLJŠANJE TENKOVA ČELENĐER 2*

Velika Britanija je prihvatila poboljšanja koja kompanija BAE Systems uvodi na osnovnom borbenom tenku Čelendžer 2 (Challenger 2) radi pojačavanja njihovih operativnih mogućnosti.

Ministarstvo odbrane je već sklopilo ugovor za realizaciju programa ugradnje glatkocevnog topa 120 mm, čiji se završetak planira do juna 2006. godine. Kompanija Rheinmetall iz Nemačke isporučiće dve nove produkcije glatkocevnih topova 120 mm L55, koji su ugrađeni i u najnoviju seriju nemačkih tenkova Leopard 2A5/A6, i koji su optimizirani za ugradnju u kupole sadašnjih tenkova Čelendžer 2. Oni bi trebalo da zamene sadašnje topove 120

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 2. februar 2005.

mm L30 s izoliranim cevima, za koje nije razvijana nova municija sa nekinetičkom energijom.

Poboljšanja bi trebalo da obuhvate:

– mogućnosti da glatkocevni top 120 mm koristi programabilnu municiju i druge kalibra 120 mm × 570 mm;

– korišćenje tipova municije sa nekinetičkom energijom;

– opcije sa mogućnostima panoramske termovizuelizacije;

– integraciju sistema regenerativne NBHO;

– ispitivanje efikasnosti sadašnje elektroopreme za upravljanje topom 120 mm L55.

Britanskoj armiji isporučeno je 386 tenkova Čelendžer 2, a poslednje isporuke bile su 2002. godine. Ovi tenkovi zamenili su starije tenkove Čelendžer 1, od kojih je najveći deo prebačen oružanim snagama Jordana.

Iako oklopne jedinice Velike Britanije smanjuju flotu svojih tenkova Čelendžer 2, tenkovi će i dalje biti jezgro ofanzivnih mogućnosti njihove armije.

Deo flote tenkova Čelendžer 2 već je poboljšan i uključen u operacije na Srednjem istoku. Tu spadaju bolja oklopna zaštita, borbena identifikacija, mere za ublažavanje uticaja prašine, poboljšani filteri za vazduh i ventilatori, kao i oprema za praćenje stanja ulja.

Poboljšanjima na tenkovima Čelendžer 2 trebalo bi da se obezbedi njihova efikasna upotreba sve do 2020. godine, kao i za borbena vozila pešadije Warrior.

Velika Britanija stremi ka izbalansiranim snagama za lake, srednje (korišćenje projektovanih budućih sistema za brza dejstva FRES) i teške brigade. Srednje i teške brigade imaju tenkove Čelendžer, borbena vozila pešadije Warrior, samo-

hodne artiljerijske sisteme 155 mm AS90 i gusenične višicevne lansirne rakete sistema 227 mm MLRS.

M. K.

<<<<>>>>

NOVA JURIŠNA PUŠKA SCAR*

Američka Komanda za specijalne operacije SOCOM (Special Operations Command) odabrala je za svoju jurišnu pušku sledeće generacije novo modularno i adaptivno oružje koje će, sa svoje dve varijante, zamenjivati sadašnjih pet varijanti oružja.

Novo oružje proizvođač kompanija FN Herstal pod nazivom SCAR (SOCOM Combat Assault Rifle) u dve varijante – teška 7,62 mm (SCAR-H) i laka 5,56 mm (SCAR-L). Svaka će moći da nosi tri različite cevi: standardnu, dužine 35,7 cm; za blisku borbu, dužine 25,5 cm i za snajpersku varijantu, dužine 45,9 cm do 51 cm. Snage za specijalne operacije moći će da menjaju cevi u skladu sa zadatkom, mada odluka o vrsti cevi ostaje u nadležnosti komandira. Za zamenu cevi potrebno je manje od 5 minuta.

Varijanta SCAR-H zamenjuje puške M14 i MK11, a SCAR-L zamenjuje M4A1, pušku za blisku borbu i MK12. Puška SCAR-L dobiće dodatnu lakšu



Prvi prototip jurišne puške SCAR-H

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 2. februar 2005.

cev, koja će biti prilagođena za sovjetsku i rusku municiju 7,62 mm × 39 mm. Proizvodnja pojedinih verzija trebalo bi da započne krajem 2005. godine.

Uvođenje novih pušaka u jedinice trebalo bi da počne početkom 2007. godine, a konačna distribucija trebalo bi da se završi do 2011. godine, ili ranije. SOCOM očekuje da se ukupno isporuči do 84 000 primeraka varijante SCAR-L i 15 000 primeraka varijante SCAR-H.

M. K.

<<<<◇>>>>

PROJEKTIL ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA*

Izraelska kompanija Armament Development Authority obelodanila je taktičku minijaturnu municiju za prikupljanje podataka, namenjenu za podršku operacijama pešadije i specijalnih snaga.

Nevođeni projektil Firefly, mase 145 g, može da se lansira na udaljenosti do 600 m iz standardne puške M16, koristeći njen lanser za granate 40 mm M203.

Ovaj sistem koristi najsavremeniju tehnologiju, uključujući minijaturizaciju komponenata za snimanje, što je rezultiralo izuzetno kompaktnim potkalibarnim projektilom za potrebe prikupljanja snimaka, čiji je prečnik 38 mm i dužina 155 mm.

Opremljen sa dve kamere, ovaj projektil prenosi u realnom vremenu snimke zone koja se prostire ispred njegove putanje leta, za vreme od maksimalnih 8 sekundi leta. Video snimci šalju se do vojnika – operatora na bojnopolju, gde se snimak prikazuje na nekom od personalnih digitalnih pomagala ili digitalnom

džepnom računaru, koji služe kao zemaljska stanica sa prenosnim prijemnikom i antenom. Slike primljene na džepnom personalnom računaru mogu se dalje prenositi do ostalih operatora u blizini.

Projektil Firefly je, prema zvaničnicima kompanije, prošao kritičnu fazu u tehnološkom razvoju, i krajem ove godine trebalo bi da uslede borbene procene izraelskih odbrambenih snaga (IDF).

Izraelska vojna industrija (IMI) obelodanila je 2004. godine da poseduje sličnu municiju koja je korišćena iz njihovog višenamenskog puščanog sistema MPRS (Multi-Purpose Rifle System). Ovaj sistem kombinuje sistem za upravljanje vatrom sa novom familijom municije koja može da se ispali ili kao puščana granata iz puške 5,56 mm ili iz lansera granata kojim je opremljena puška.

Mogu se programirati tri načina dejstva municije: vazдушna eksplozija, detonacija po cilju (tačkasta) i detonacija sa zadržkom (tempirna). U IMI tvrde da savremena optička kamera, u kompletu sa laserskim daljinomerom, obezbeđuje tačnost od 1 m na rastojanju od 600 m.

Zasnovana na municiji ABA (Air Burst Ammunition), IMI-ova izviđačka municija namenjena je da korisniku u realnom vremenu obezbedi informacije o ciljevima izvan njihovog vidokruga, bez izlaganja neprijatelju. Municija ABA opremljena je digitalnim kamerama i bežičnim komunikacijama. Kamera počinje da snima neposredno posle opaljenja, a snimci se odmah prihvataju na ručnom kompjuteru. Korisnik može brzo da premotava film napred i nazad i ima uvid u koordinate cilja.

M. K.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 9. februar 2005.

<<<<◇>>>>

CENTAUR – SISTEM ZA UPRAVLJANJE VATROM ARTILJERIJE*

Američke jedinice zemaljske artiljerije počele su da uvode u upotrebu nove ručne kompjuterske sisteme namenjene za automatizovanu pomoć pri upravljanju vatrom. Označen kao AN/PYG-1 Centaur, novi sistem za upravljanje vatrom zamenjuje računarski sistem BUCS (Back-Up Computer System), koji se prvi put pojavio 1986. godine. Zastareli BUCS, koji je bio izrađen na osnovu ručnog kompjutera HP71B, zahtevao je instalaciju posebnih čipova radi određivanja podataka za različite tipove oruđa. Sadašnji sistem, koji može da stane na dlan ruke, omogućava da se kompjuterskom olovkom unesu svi potrebni podaci o vatri za selektirano oruđe.

Centaur je projektovan kao pomoćni automatizovani tehnički sistem višestruke namene, a služi za upravljanje vatrom u združenim i kombinovanim snagama. Suština njegove opšte balistike omogućava kompatibilnost sa drugim sistemima koji koriste istu balističku osnovu. Korisnički interfejs i male dimenzije čine ga posebno lakim za upotrebu i nošenje.

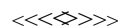
Centaur je predviđen samo kao pomoćni sistem, jer primarni sistem je taktički informativni sistem artiljerije AFATDS (Advanced Field Artillery Tactical Data System). Međutim, sada će jedinice imati mogućnost da upravljaju vatrom artiljerijskih oruđa i u slučaju neispravnosti sistema AFATDS, ili u slučaju kada nije pogodno da se nosi glomazni kompjuter i centar za upravljanje vatrom M577.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 2. mart 2005.

Uz pomoćne mogućnosti za upravljanje vatrom, Centaur omogućava isturenim artiljerijskim osmatračima i da ranije ostvare „pozive za vatru“.

Ovaj sistem mogao bi da zameni i tradicionalna ručna pomagala za upravljanje vatrom.

M. K.



SISTEM ZA BLISKU PVO LD 2000*

Nedavno je objavljeno da je kineska korporacija NORINCO razvila sistem oružja za blisku PVO LD 2000, sa kojim je već izvršila vatrena ispitivanja.

Sistem bi trebalo da obezbeđuje zaštitu važnijih strategijskih ciljeva, poput aerodroma, komandnih mesta i logističkih centara, a bio bi deo ukupnog sistema PVO koji bi uključivao i raketne sisteme.

Sistem LD 2000 ugrađen je na kamion konfiguracije 8×8, koji radi obezbeđivanja što stabilnije vatrene platforme pri dejstvu sistema postavlja na podlogu četiri stabilizatora.

Na zadnjem delu vozila ugrađena je daljinski upravljana kupola naoružana sedmocevnim topom 30 mm, sa dve municijske kutije sa po 500 metaka. Jedna municijska kutija obično sadrži pancirnu, a druga trenutnu municiju. Prazne čaure izbacuju se ispred donjeg dela postolja.

Režim vatreneog dejstva iznosi 4000 zrna/min, maksimalni domet je 3000 m a efikasan domet od 1000 do 1500 m.

Postolje topa ima električni pogon, bez posade je, a na cilj ga navodi nišandžija koji je smešten u potpuno zatvorenom modulu zadnjeg dela kabine. Iznad

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 9. mart 2005.

topa ugrađen je širokopojasni radar uz koji se nalazi nišanski sistem i laserski daljinomer.

Ranije je ovakav sistem razvijan za brodske namene i veoma je sličan sedmocevnim topovima 30 mm koji su u naoružanju Kraljevske mornarice Holandije, ali i drugih zemalja.

U ukupnom stacionarnom sistemu PVO rakete bi se koristile za dejstvo po ciljevima na većim rastojanjima, dok bi se sistem LD 2000 koristio za blisku borbu, posebno sa malim ciljevima kakvi su rakete i krstareće rakete, lansirane iz vazdušnog prostora koje se teško mogu neutralisati aktuelnim sistemom PVO.

Informacije o cilju dolaze sa komandnog vozila opremljenog osmatračkim radarom, koji može da upravlja sa tri do šest vatrenih jedinica LD 2000. Ako baterija ima šest vatrenih jedinica, po tri mogu naizmenično da budu na položaju ili da se premeštaju na novi položaj.

Mnoge zemlje, uključujući Izrael i SAD, razvile su slične sisteme, najčešće sa topom Raytheon 20 mm u kombinaciji sa raketama za PVO.

M. K.

<<<◇>>>

BACAČ GRANATA CORNER SHOT 40*

Izraelsko-američka kompanija Corner Shot prikazala je na izložbi „Konflikt niskog intenziteta 2005“, održanoj u Tel Avivu od 7. do 10. marta, verziju bacača granata 40 mm iz svoje serije pušaka koje gađaju „iza ugla“.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 16. mart 2005.



Bacač granata Corner Shot 40

Projektovan za antiterorističke operacije i borbe, u urbanim sredinama, bacač granata Corner Shot 40 može da uništi ciljeve iza zaklona, bez izlaganja operatora opasnosti.

Sistem je opremljen laserskim i IC obeleživačima. Kamera CCD (Charged-compled device) i monitor sa displejom od tečnog kristala, ugrađeni na zadnjoj sekciji sistema, omogućavaju operatoru da skenira prostor iza ugla, ili u obližnjoj zgradi, pre nišanjenja i dejstva. Video-snimak može da se prenosi do drugih elemenata ili komandnih mesta.

Oružje Corner Shot 40 može da koristi različite projektele 40 mm specijalne namene, kao što su granate trenutnog dejstva, dimne granate, osvetljavajuće granate s padobranom, manji nesmrtonosni projektili, suzavac i OC (iritirajući) projektili. Takođe, oružje može da se prilagodi i za korišćenje projektila 37 mm.

Bacač radi u ručnom režimu, sa dejstvom pojedinačnog hica tipa „pumpe“ kojim se izbacuje utrošena municija i omogućava punjenje novim zrnom.

Dužina oružja je 90 cm, masa 4,4 kg, a domet 350 m.

Izraelsko-američka kompanija uvela je koncept Corner Shot u 2003. godini, kada je revolucionarni sistem bio sposoban za gađanje ručnim oružjem iza uglova od 90°.

M. K.



SISTEM ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE ORUŽJEM ORCWS*

Kompanija Elbit sistemi obelodanila je na međunarodnoj izložbi u Tel Avivu, održanoj marta 2005. godine, svoj sistem za daljinsko upravljanje oružjem ORCWS 25–30.

Sistem objedinjava glavno oružje, po dve ose stabilizovani top 25 mm ATK M242 ili 30 mm ATK Mark 44, i koaksijalni mitraljez 7,62 mm. Po potrebi, sistem može da podržava i lanser za dimne granate kao i druge mogućnosti protivtenkovske borbe.

Za sistem ORCWS 25–30 karakteristični su podsistemi zajednički za Elbit sistem za upravljanje borbom, koji je uveden na osnovni borbeni tenk Merkava Mk 4, uključujući termo kameru Gen II 8–12 μ, laserski daljinomer bezbedan za oči, CCD kameru i automatski tragač cilja. Sistem ne zalazi u vozilo, tako da se zadržava unutrašnji prostor i komfor za posadu. Jedini zahtev za ugradnju na neki oklopni transporter je izvor električne energije 24 V i video i komunikacijski kabl.

Što je posebno značajno, ovaj sistem može da transformiše bilo koji oklopni transporter u borbeno vozilo pešadije.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 23. mart 2005.

Elevacija i za topove 25 mm i za 30 mm je u granicama od –15° do +60°.

Sve operacije sa oružjem obavljaju se daljinski električnim upravljanjem, bez izlaska posade iz vozila i bez izlaganja opasnostima.

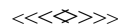
U sistem su integrisane oklopljene municijske kutije, koje za glavno oružje sadrže 200 zrna (trenutnih i pancirnih), a za koaksijalni mitraljez 690 zrna (uz mogućnost povećanja).

Masa sistema je manja od 1000 kg, a sa zaštitom STANAG Nivo 4 iznosi oko 1360 kg.

Ključna osobina sistema ORCWS 25–30 je mogućnost preklapanja, što obezbeđuje siluetu ne veću od 50 cm i transport avionom za srednji taktički transport C-130 Hercules.

Elbit nudi i ORCWS 7,62 mm kao samostalnu stanicu za daljinsko upravljanje oružjem radi ugradnje na razne platforme. Taj sistem ima vrlo nisku siluetu i masu koja je manja od 95 kg. Zaštićena municijska kutija, kao kod ORCWS 25–30, može da se popuni sa 690 do 1150 zrna. Ovaj sistem je pogodan za opremanje oklopnih transportera, osnovnih borbenih tenkova, taktičkih vozila i kopnenih sredstava bez posada, a može da se ugradi i na stacionarne platforme.

M. K.



POBOLJŠANJA TENKA M1A2 ABRAMS ZA BORBU U URBANIM SREDINAMA*

Američka vojska istražuje paket mogućih poboljšanja za svoje tenkove

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2005.

M1A1 i M1A2 Abrams, koji je pod nazivom TUSK (Tank Urban Survivability Kit) prikazan prvi put februara 2005. godine u Fort Landerdale, na Floridi.

Ovaj dodatni paket za sada obuhvata stanicu za daljinsko upravljanje oružjem, koja obezbeđuje dnevno-noćna dejstva sa komandirskim mitraljezom u zatvorenom režimu; termonišan za mitraljez poslužioca M240; dodatni reaktivni oklop ARAT (Abrams Reactive Armour Tilles) za povećanje balističke zaštite oklopa i bočnih strana; oklopni štit za mitraljez poslužioca pri otvorenom poklopcu; opremu za komunikaciju između pešadije i tenka za vreme operacija u urbanim sredinama; zaštitu oklopa zadnjeg motornog prostora od raketnih projektila.

Najveći broj zahteva za ovu opremu posledica je povratnih informacija iz dejstava u Iraku. Za sada armija nema zahtev za primenu paketa u celini. Jedini deo paketa koji je potvrđen u zahtevima je dodatni reaktivni oklop ARAT, a o ostalom će se odlučivati naknadno.

Ponovo se razmišlja o telefonskoj vezi pešadije iza tenka i posade tenka, koja je postojala na starijim tenkovima, a na tenkovima Abrams ostavljena je samo za tenkove namenjene mornarici, smatra se da je pri uličnim borbama efikasnije direktno upravljati topovskom vatrom putem telefonske veze nego radio-uređajem.

M. K.

<<<<◇>>>>

NOVO PROTIVTENKOVSKO ORUŽJE IZ UKRAJINE*

Na međunarodnoj izložbi IDEX 2005. u Abu Dabiju ukrajinska kompani-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2005.

ja Ukrspetsexport prikazala je novi asortiman protivtenkovskog vodenog oružja. Među njima je poluautomatska laserski vođena raketa R-2 prečnika 130 mm i dužine 1270 mm. Spoljni prečnik kontejnera za raketu je 160 mm. Raketa mase 16 kg (sa kontejnerom 26 kg) ima tandem bojnu glavu koja probija minimalno 800 mm valjanog homogenog oklopa kada je zaštićen eksplozivnim reaktivnim oklopom (ERO).

Efikasan domet rakete je 100 do 5000 m, a vreme leta do maksimalnog dometa iznosi 23 sekunde. Raketa R-2 je zajednička za protivtenkovski raketni sistem na vozilu Bar'Er i prenosni Skif sistem.

Sistem Bar'Er, koji može da se ugradi na kupolu Shkval 30 mm, umesto raketnog sistema AT-5 Spandrel, ima masu 61 kg, uključujući prateći nišanski sistem i dva kontejnera sa raketama.

Skif, sa svojim daljinski upravljanim tronožnim lanserom za jednu raketu, ima masu 56 kg, uključujući upravljačku stanicu operatora mase 8 kg.

Drugi novi sistem za upotrebu izvan vozila je Corsar – laki prenosni protivtenkovski sistem. Masa ovog sistema je 17 kg, uključujući vatreno mesto i raketni kontejner RK-3 mase 12,5 kg i spoljnog prečnika 112 mm. Corsar ostvaruje domete od 50 do 1200 m, uz vreme leta do maksimalnog dometa od 6,5 sekundi. Raketa R-3 ima masu 8,7 kg i dužinu 1,2 m. Prijemnik za komande laserskog sistema vođenja ugrađen je na repnom delu, a tandem kumulativna bojna glava je prečnika 100 mm i može da probije oklop debljine 500 mm zaštićen sa ERO.

Očekuje se da sistem Corsar bude spreman za proizvodnju 2006. godine.

Po prvi put prikazan je i razvoj vođenog protivoklopnog zrna Falah-2 koje će se lansirati iz topa 100 mm 2A70 na borbenom vozilu pešadije BMP-3. Kao potencijalni suparnik ruskim raketama Bastion i Arkan, koje se takođe lansiraju iz ovih oruđa, Falah-2 će imati maksimalni domet 5,5 km i vreme leta od 21 sekunde. Masa rakete je 22 kg, dužina 1047 mm, a probijaće homogeni oklop debljine 750 mm iza oklopa ERO.

Na izložbi su prikazana i zrna R-211, koja je razvio ukrajinski koncern Artemis, koja bi bila kompatibilna sa 125 mm glatkocevnim topom za tenkove T-72/T-80 i sa glatkocevnim topom 120 mm L50 NATO-standarda na ukrajinskim borbenim tenkovima T-84 Oplot.

M. K.



IZRAELSKI „REVOLUCIONARNI“ SISTEM OKLOPNE ZAŠTITE TROPHY*

Komanda kopnenih snaga i Izraelsko ministarstvo odbrane obelodanili su šta podrazumevaju pod „najsavremenijim sistemom oklopne zaštite na svetu“.

Trophy APS (Active Protection System), koji je oficijelno prikazan 8. marta na II međunarodnoj konferenciji – izložbi u Tel Avivu, rezultat je desetogodišnje razvojne saradnje između kompanije Rafael i Ministarstva odbrane (MoD). Sistem Trophy (Trofej) može da otkrije, klasifikuje, prati i uništi sve tipove savremenih protivoklopnih sredstava uključujući protivtenkovske vođene rakete i rakete na znatnoj udaljenosti od cilja-

ne platforme, uništavajući u nekim slučajevima bez detonacija, što znači i bez posledica po platformu. Informacija o udaljenosti na kojoj je Trophy efikasan je poverljiva i, prema zvaničnicima kompanije, predstavlja revoluciju u oklopnoj zaštiti.

Rešenje za buduću oklopnu zaštitu predstavlja sistem koji će olakšati probleme u vezi sa povećanjem mase platforme zbog potrebe dodavanja oklopa radi suprotstavljanja povećanim opasnostima od sofisticiranih protivoklopnih sredstava.

Buduće borbe na kopnu zahtevaće brze manevre, fleksibilne i ubojite platforme visoke izdržljivosti. Trophy će biti prvi korak usmeren na razvoj takvih platformi.

Sistem Trophy sadrži dve komponente: jedan radar Elta, povezan sa četiri antene smeštene napred, nazad i sa strana platforme, koji obezbeđuje kružnu zaštitu za 360° (kao i zaštitu od najsavremenijih vođenih PT raketa koje napadaju odozgo sa veoma velikim elevacijama) i dva Rafaelova ubojna mehanizma smeštena sa obe strane platforme.

Radar Trophy pretražuje i otkriva istovremene opasnosti i počinje da prati samo one za koje postoji verovatnoća da će pogoditi vozilo. U tom slučaju aktivira se ubojni mehanizam radi neutralisanja opasnosti na rastojanju bezbednom za platformu.

Ključni zahtev za ubojne mehanizme jeste da pri dejstvu proizvede minimalnu kolateralnu štetu. Zahtevano je da maksimalni procenat povreda iskrcanih vojnika u blizini platforme sa zaštitom Trophy bude manji od 1%. Sistem neće štititi samo platformu već i ljudstvo i sredstva u zoni oko platforme.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 16. mart 2005.

Iako je sam ubojni mehanizam poverljiv, neki izvori tvrde da on funkcioniše na principu eksplozivnog penetratora.

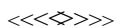
Proteklih nekoliko godina rađeno je na ugradnji ovakvog sistema na osnovni borbeni tenk Merkava Mk4. Njegov oklop predstavlja vrhunsku svetsku tehnologiju oklopa danas, ali suočena sa savremenim protivtenkovskim opasnostima čak i takva tehnologija je ograničena.

Prvi operativni prototipi sistema Trophy, koji je trenutno u završnoj razvojnoj fazi, biće spremni do kraja 2005. godine. Ovaj sistem biće prilagođen sistemu za upravljanje borbom na tenku Merkava Mk4, koji omogućava da se brzo unište locirani lansirni položaji opasnosti direktnom kontravatom, ili prenesu informacije do drugih sopstvenih snaga.

Sistemom Trophy mogu da se opreme lake, srednje i teške oklopne platforme. Lake platforme mogu da se opreme sistemom Trophy bez dodatnog oklopa. Reč je o sistemu čiji je komplet lakši od 454 kg.

Razmatra se mogućnost da armija SAD uvede ove sisteme na svoja borbena vozila Stryker. Slično rešenje, nazvano integrisani vojni aktivni zaštitni sistem, razvijan je i u SAD.

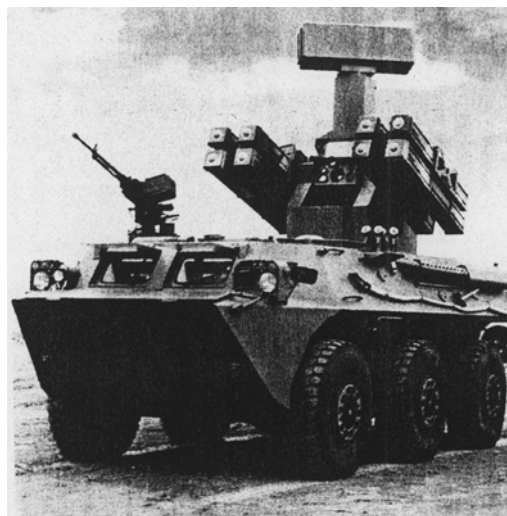
M. K.



KINESKI MOBILNI SISTEM PVO*

Kineska industrijska korporacija NORINCO razvija visokomobilni sistem PVO nazvan Yitian. Sistem Yitian izrađen je na bazi najnovije verzije oklopnog transportera WZ551, 6×6, koji je na upotrebi u kineskoj vojsci, a u manjim količinama je i izvezen.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 2. mart 2005.



Mobilni sistem PVO Yitian

Kupola, naoružana serijskim raketama zemlja-vazduh TY90, smeštenim sa obe strane senzorskog bloka, montira se iznad šasijske WZ551. Senzorski blok sastoji se od dnevno-noćnog nišanskog sistema, iznad kojeg je montiran novi 3D radar koji, radi lakšeg transportovanja, može da se preklopi u donji horizontalni položaj. Radar ima domet otkrivanja ciljeva 18 km i domet praćenja 10 km. Ciljevi mogu da se prate u elektrooptičkom režimu ili radarskom režimu, pri čemu je ovaj poslednji posebno koristan u uslovima jakog elektronskog ometanja.

Yitian ima sposobnost automatskog praćenja i zahvata ciljeva čija je brzina leta do 400 m/s, uz deklarirano vreme reagovanja od 6 do 8 sekundi.

Raketa na čvrsto gorivo TY90 ima maksimalni efikasni domet od 300 m do 6000 m, uz visinsko pokrivanje od 15 m do 4000 m. Raketa je tipa „lansiraj i zaboravi“, transportuje se i lansira iz kontejnera, i ima četiri krilca na zadnjem delu i četiri upravljačke površine napred.

Rakete se popunjavaju korišćenjem vozila za podršku.

Standardna oprema za šasiju WZ551 sadrži sistem NHBO i uređaj za centralno regulisanje pritiska u pneumaticima.

Mitraljez 12,7 mm ugrađen je napred, na desnoj strani vozila, a sa obe strane kupole ugrađena su po tri lansera dimnih granata.

Alternativno se ugrađuje oprema sa sistemom za identifikaciju (tipa svoj-tuđ), a ceo sistem trebalo bi da se integriše u ukupni sistem PVO, koji bi mogao da alocira ciljeve za pojedine sisteme oružja.

Mada je sistem Yitian ponuđen na šasiji oklopnog transportera WZ551, 6×6, može se ugraditi i na druge šasije, gusenične ili točkaše.

Koncept sistema PVO Yitian veoma je sličan francuskom sistemu PVO Thales nove generacije Crotale, koji je na upotrebi na šasijama finskih vozila Patria XA, 6×6.

M. K.



SISTEM ZA UPOZORAVANJE NA OPASNOSTI*

Izraelska Elisra Group obelodanila je savremeno rešenje sistema za upozoravanje na opasnosti, namenjeno za povećanje održivosti borbenih vozila i tenkova na bojištu.

Sistem automatski upozorava na različite vrste opasnosti od oruđa kratkog dometa i kratkog plamenog mlaza, uključujući protivtenkovske rakete, protivten-

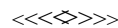
kovske vođene rakete i vatru iz streljačkog oružja.

Sistem može da obezbedi ultrabrznu identifikaciju nadolazeće opasnosti, brzo usmeravanje traganja, dometa i vremena za procenu udara u dnevnim i noćnim uslovima, a nije osetljiv na surove vremenske uslove.

Domet osmatračkog sistema Tandir nije relevantan faktor, zbog brzine njegove automatske detekcije i mogućnosti za brzo aktiviranje njegovog odbrambenog mehanizma.

Sistem Tandir ima mogućnosti višestrukog i istovremenog praćenja i detekcije opasnosti, i može da se integriše kao deo integralne opreme za samozaštitu borbenih vozila. Sistem Tandir sadrži savremene signal-procesore, panoramske termičke senzore, elemente 2-D detekcije i robustnu displej-jedinicu. Još nije precizirano kada će ovaj sistem biti operativan.

M. K.



MULTIFUNKCIONALNI SISTEM ZA SAMOZAŠTITU MUSS*

Uskoro se očekuje potpisivanje ugovora između EADS Defence Electronics i kompanije Krauss-Maffei Wegmann, za završni razvoj, integraciju, testiranje i kvalifikaciju multifunkcionalnog samozaštitnog sistema (MUSS) za nemačko borbeno vozilo pešadije Puma. Sistem će najpre biti ugrađen na pet probnih vozila Puma, što bi zatim otvorilo vrata za serijsku proizvodnju, koja se očekuje nakon terenskih ispitivanja u 2007–2008. godini. Planira se da se sistemom MUSS

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 9. mart 2005.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 9. mart 2005.

opremi 405 borbenih vozila pešadije Puma, i to u periodu od 2008. do 2019. godine. Ugovor bi trebalo da bude vredan između 100 i 200 miliona EUR-a.

Sistem MUSS će sadržati novi integrisani laserski i raketni upozoravajući senzor, od kojih će četiri biti ugrađena na kupolu borbenog vozila Puma.

U mere zaštite uključice se aktivni IC ometač (azimut 360°, elevacija 30 do 66°) za ometanje sistema za upravljanje letom najvećeg broja protivtenkovskih vođenih raketa, kao i KMW-ov trenažni pirotehnički dispenser (raspršivač). Dispenser će razvijati vidljive i IC dimne zavese između nadolazećih opasnosti i vozila.

Sistem MUSS obezbeđivaće zaštitu od prve i druge generacije protivtenkovskih vođenih raketa (PTVR) i laserski vođenog oružja (ometanjem njihovog sistema za upravljanje vatrom), od treće generacije PTVR i laserski vođenog oružja (maskiranjem vozila od pogleda) i, na ograničeni način, od tenkovskih projektila sa kinetičkom energijom. Zaštita od tenkovskih projektila data je sa približno 5 sekundi ranijim upozorenjem, za koje vreme posada Pume može da izvrši izbegavajući manevar i razvije dimnu zavesu.

M. K.

<<<◇>>>

RAZVOJ BORBENIH VOZILA PIRANA*

Švajcarska kompanija Mowag već je sa svojim vozilima Pirana zauzela vodeću poziciju u oblasti oklopnih točkaša, a taj uspeh nastavlja i dalje, razvojem ge-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2005.

neracije Pirana III i radovima na četvrtoj generaciji Pirana IV. O Pirani III već je pisano u prethodnim izdanjima Vojnotehničkog glasnika.

Pirana IV, zbog svoje veće mase (25 000 kg u odnosu na 18 500 kg kod Pirane III), pored opšte zaštite od zrna 14,5 mm B32 AP, može da se zaštititi i od projektila 25 mm APDS i 30 mm AP na prednjem delu vozila.

Značajni naponi u razvoju prototipa Pirana IV usmereni su na protivminsku zaštitu. Poboljšanja koja su već sada moguća uključuju ugradnju unutrašnjeg poda od fiberplastičnih kompozitnih materijala u odeljenju za vojnike, koji obezbeđuje da stopala vojnika budu dovoljno udaljena od donje ploče vozila, koja u momentu eksplozije može da prouzrokuje povrede. Prostor između unutrašnjeg poda i donje ploče može da se popuni materijalom koji absorbuje energiju udara. Poboljšanje u protivminskoj zaštiti na Pirani IV ostvareno je i ugradnjom deflektora ispod pogonske grupe.

Sedišta u odeljenju za vojnike odvojena su od poda, radi smanjenja prenošenja udarnog talasa, a njihova konstrukcija sadrži elemente koji absorbuju energiju. Slično je urađeno i sa sedištem vozača.



Vozilo Pirana IV

Osnovne karakteristike najnovijih oklopnih transportera Pirana

	Pirana IIIH	Pirana IIIC	Pirana IV
Masa, neopterećen (kg)	13 900	13 000	15 000
Maksimalna masa (kg)	18 500	18 500	25 000
Dužina (m)	6,96	7,58	7,24
Širina (m)	2,66	2,66	2,80
Visina do krova (m)	2,17	2,17	2,20
Klirens (m)	0,595	0,595	–
Osovinski razmak (m)	1,22+1,42+1,22	1,22+1,70+1,22	1,34+1,57+1,36
Trag točkova (m)	2,27	2,27	2,41
Unutrašnja zapremina (m ³)	11	12	12
Broj sedišta	12	10–12	10–12
Motor			
– proizvodnja	MTU	Caterpillar	MTU
– model	6V183TE2	C9	6V199TE20
– snaga, ks/kW	400/294	400/294	544/400
Transmisija			
– proizvodnja	ZF	ZF	ZF
– model	7HP600	7HP602	Ecomat
– pogon	8×8 ili 8×4	8×8 ili 8×4	8×8
Ovešenje			
– prednje	Mekferson, hidropneumatsko	Mekferson, opružno	Mekferson, hidropneumatsko
– zadnje	Oscil. poluge, hidropneumatsko	Osc. poluge, torziona vratilo	Mekferson, hidropneumatsko
Pneumatici	12.00 R20	12.00 R20	395/85 R20
Maksim. brzina (km/h)	105	100	100
Autonomija (km)	600	500	750

Komplet troslojne zaštite ovog vozila obezbeđuje zaštitu od eksplozije protivtenkovskih mina ekvivalenta 8 kg TNT ispod donje ploče i preko 8 kg ispod točkova.

Podešavajuće ovešenje omogućava povećanje klirensa i do 725 mm. Mekfersonovo ovešenje sa hidropneumatskim amortizerima je na svih 8 točkova. Upravljanje vozilom ostvareno je preko prva četiri točka a u izvesnoj meri i zadnjim parom točkova, što smanjuje prečnik zakreta sa 19,8 na 15,4 m.

Zbog veće mase Pirana IV ima i jači motor.

Naoružanje na vozilu uglavnom zavisi od zahteva korisnika, i može biti od

mitraljeza 12,7 mm, automatskih topova 25 i 30 mm, pa do tenkovskog topa 105 mm i minobacača 120 mm.

M. K.



OKLOPNI TRANSPORTER PANDUR II*

Portugalsko ministarstvo odbrane zaključilo je sa austrijskom kompanijom SDP (Steyr-Daimler-Puch) ugovor za isporuku 240 specijalnih amfibijskih oklopnih vozila Pandur II 8×8 za potrebe portugalske mornarice. Portugal je prva zemlja koja je poručila vozila Pandur II 8×8 sa opcijom topovskog sistema 105 mm. Proizvodni ugovor vredan je 344,3 miliona evra, uz dodatnih 20,7 miliona za rezervne delove.

Prva partija od 41 vozila Pandur II sići će sa proizvodne linije u Beču, a ostatak će se kompletirati u Portugalu korišćenjem komponenata pogonske grupe i transmisije dobijenih iz Austrije. Proizvodnja će početi 2006. godine i trajaće sve do 2009. godine, za koje vreme će portugalska firma GOM (Gestao de Operacoes Metalomecnicas) biti odgovorna za zavarivanje oklopa, koordinaciju snabdevanja i proizvodnju podsistema u Portugalu i završnu isporuku korisnicima.

Vozilo Pandur II razvijeno je specijalno za amfibijske operacije i na vodi se pogoni mlaznicama usmerenim bočno i unazad.

Nakon međunarodnog konkursa odabrana su tri najuspešnija vozila sa kojima su u julu i avgustu 2004. godine iz-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2005.

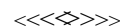
vršena obimna ispitivanja u Portugalu. Testiranje su vršili kombinovani timovi armije i mornarice, prešavši pritom preko 1000 km na kopnu i vodi. Detaljno su ispitani i provereni pneumatici, čekrk, ukracavanje i iskrcavanje u avion C-130 Hercules, pogonska grupa i zamena točkova. Amfibijski testovi uključivali su ulazak-izlazak na vodenu prepreku, maksimalnu brzinu na vodi, manevarske sposobnosti, napuštanje desantnog broda preko rampe na otvorenom moru. Druga dva učesnika na konkursu bili su finsko oklopno modularno vozilo Patria i švajcarsko vozilo Pirana III.

Glavne karakteristike vozila Pandur II

Posada (članova)	2 + 9
Konfiguracija	8×8
Ukupna masa vozila (kg)	18 500
Odnos snaga-masa (kW/t)	18,1
Dužina (m)	7,35
Širina (m)	2,68
Visina (m)	2,08
Klirens (m)	0,45
Trag točkova (m)	2,19
Osovinski razmak (m)	1,53+1,4+1,4
Ugao prilaza/silaza (°)	41/38
Maksimalna brzina (km/h):	
– po putu	105
– na vodi	10
Autonomija (km)	600
Savladuje:	
– gaz (m)	1,5
– uspon (%)	70
– nagib (%)	40
– rov (m)	2,2
– vertikalne prepreke (m)	0,6
Radius okretanja (m)	9
Motor	Cummins ISL, 6-cilindara, turbo dizel 395 kW pri 2100 obrtaja u minuti
Transmisija	automatska, 6 stepeni prenosa
Prenosnik	dva stepena
Upravljanje	električno podržano
Pneumatici	Michelin 365/80 R20 XZL, sistem za centralno naduvavanje
Kočnice	glavne – hidraulične, dvokružne, parking – disk na osovini u prenosniku
Ovešenje	za 1. i 2. most – nezavisno, gornje uzdužne i donje poprečne poluge, spiralne i gumene opruge;
	za 3. i 4. most – nezavisno, torziona vratila, gumene opruge
Elektrosistem	24 V

Standardna oprema na vozilu Pandur II obuhvata: sistem za automatsko gašenje požara u motornom odeljenju; automatsko sprečavanje požara u odeljenju za posadu; grejanje, ventilaciju i kondicioniranje vazduha; sistem NBH zaštite; čekrk za samoizvlačenje; unutrašnju vezu u vozilu; GPS; sistem laserskog upozorenja; sistem za zadimljavanje i maskirne mreže i uređaj za borbenu identifikaciju.

M. K.



VOZILO KOBRA ZA SPECIJALNE OPERACIJE*

Specijalna eksportna verzija lakog oklopnog vozila Kobra, sa protivminskom zaštitom i u konfiguraciji za specijalne operacije, uspešno je završila ispitivanja na Srednjem istoku.

Bazno vozilo Kobra, projektovano i izrađeno u turskoj kompaniji Otokar, u suštini je oklopni transporter naoružan kupolom ili stanicom za daljinsko upravljanje mitraljezom 7,62 mm i/ili 12,7 mm. Dok standardno vozilo Kobra poseduje potpuno zatvoren vareni čelični oklop, koji pruža potpunu zaštitu posadi od vatre pešadijskog naoružanja i parčadi granata, novi model vozila za specijalne operacije je sa dvodelnim oklopom. Donji deo u potpunosti zadržava oklopne mogućnosti koje obezbeđuju visok nivo zaštite od protivtenkovskih i protivpešadijskih mina, a gornji deo odeljenja za vojnike je otvoren, ali može brzo da se zatvori poklopcem i ceradom.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 23. mart 2005.



Lako oklopno vozilo Kobra

Pored mitraljeza na vozilu mogu da se ugrade i druga oružja, kao što su automatski lanser granata 40 mm ili različiti tipovi protivtenkovskih vođenih raketa.

Motorno odeljenje je u prednjem delu vozila, a vozač i komandir nalaze se iza njega i svaki je obezbeđen prednjim staklima vetrobrana neprobojnim za pušćana zrna. Bočna i zadnja vrata omogućavaju brz izlazak posade. Iznad svakog zadnjeg točka su nosači koji, kada se spuste u horizontalni položaj, omogućavaju nošenje dodatnih 350 kg tereta. U tovarnom prostoru obezbeđen je smeštaj vode, municije i dodatnog goriva.

Kapacitet vozila za posadu obično je četiri člana, uključujući komandira i vozača, ali zavisi i od zadatka. U odnosu na standardnu Kobru, ovo vozilo ima bolje mogućnosti za procenu situacije, a posada može brže i efikasnije da se suprotstavi vatrom po potencijalnom cilju.

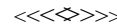
Vozilo pokreće turbo dizel motor od 140 kW u kompletu sa automatskom transmisijom sa četiri stepena prenosa. Prednje i zadnje ovešanje čine spiralne opruge i hidraulični amortizeri.

Ubrzanje vozila od 0 do 60 km/h iznosi 13 sekundi, a operativna autonomija oko 600 km.

Standardnu opremu vozila čini: električno upravljanje, ran flet pneumatični, centralno pumpanje i menjanje pritiska u gumama u skladu sa terenskim uslovima, zamračeni sistem osvetljenja, priključak za spoljašnje startovanje vozila, oprema za razne radio instalacije i nosač za podizanje helikopterom.

Firma Otokar nudi korisnicima ovo vozilo sa širokim asortimanom specijalne opreme. To su: pasivni noćni nišan koji je potpuno kompatibilan sa prednjim balističkim staklima, skidajuća prednja dvodelna stakla vetrobrana, prednji čekrk za samoizvlačenje, maskirna mreža i prednji oklopni štitić ispred oružja, elektro komande za sisteme oružja i komplet alata. Po zahtevu može da se ugradi električno upravljani bacač dimnih granata.

M. K.



OKLOPNO PATROLNO VOZILU DZIK*

Poljska kompanija za specijalna vozila Kutno razvila je novo, modularno, oklopno patrolno vozilo nazvano Dzik, koje je izrađeno na bazi šasijske italijanskog terenskog vozila SCAM SM55, čija je maksimalna nosivost 5500 kg. Prva dva vozila razvijena su sa Institutom za oklop i motorne tehnologije WITPiS i isporučena su antiterorističkoj agenciji Poljske BOA u decembru 2004. godine.

Dzik je drugi projekat koji je kompanija Kutno realizovala u saradnji sa italijanskom kompanijom SCAM. Prethodio mu je program razvoja i proizvod-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, mart 2005.

nje 115 terenskih vojnih sanitetskih vozila, od kojih su poslednja isporučena poljskoj vojsci u novembru 2004. godine.

Antiteroristička agencija koristi vozilo Dzik kao patrolno i interventno vozilo, ali mu se predviđa široka upotreba u sastavu vojne policije i lakih ekspedicionih snaga, posebno za poljske jedinice u sastavu mirovnih snaga, NATO i EU.

Razvoj ovog vozila započet je 2003. godine, a u septembru 2004. započeta su ispitivanja sa prototipom vozila konfigurisanog za antiterorističke operacije. Uz poboljšanja vozilo bi trebalo da nosi više unutrašnjeg tereta (municija, ljudstvo, oprema) i da bude oklopljeno redizajniranim oklopnim kompletom, gde bi neke površine bile zaštićene čeličnim pločama debljine 6 mm, a neke tanjim, debljine 4 mm. Takođe, u novoj varijanti može lakše da se zaštiti i prostor oko motora. To je zbog potrebe da se vozilom prevozi 6 do 8 potpuno opremljenih vojnika i najmanje 400 do 600 kg dodatnog tereta. Maksimalni kapacitet nosivosti šasije može da se poveća do 6000 kg. Na vozilu je ugrađen turbo dizel motor Iveco Aifo SOFIM, tip 8140.43 Euro 3. Najveća brzina vozila po putu je 100 km/h, kada se prevozi 6 vojnika i u konfiguraciji koja potpuno štiti sve vitalne elemente vozila i posade od parčadi granata i pancirnih zrna $7,62 \times 51$ mm. Čelični oklop i rezervoar za gorivo kapaciteta 120 l zaštićeni su prema uslovima FB6, a otpornost prozora na dejstvo zrna je do nivoa uslova BR6-NS. Pod vozila je deblji i projektovan tako da zaštiti unutrašnjost vozila od dejstva mina. Prednji deo vozila zaštićen je masivnim branikom.



Antiterorističko oklopno vozilo Dzik

Dužina vozila iznosi 5,43 m, širina 2,01 m, visina 2,24 m, osovinsko rastojanje 3,2 m i klirens 30 cm. Na točkovima su ran-flet pneumatici 255/100 R16 koji omogućavaju, u slučaju probijanja, nastavak kretanja još 15 km pri brzini od 50 km/h.

Sa sadašnjim rezervoarom za gorivo od 120 litara, autonomija kretanja vozila iznosi 550 km. Moguće je opremanje vozila i rezervoarom od 160 do 170 litara.

U vozilo se ulazi na troja (optimalno petoro) vrata, po jedna na zadnjem delu i sa strane pored sedišta vozača i komandira. Bočna vrata mogu u otvorenom položaju da se učvrste pod uglom od 90° , obezbeđujući tako dodatnu zaštitu iskrcanim vojnicima dok se vozilo kreće.

Na vozilu je deset puškarnica, uključujući jednu za komandira na prednjem prozoru. Radi dodatne zaštite prednjeg prozora može ručno da se postavi čelična ploča.

Vozilo je opremljeno sistemom za kondicioniranje vazduha sa filterima za prašinu i gasove, kao i nezavisnim grejanjem. Kao standardna oprema ugrađuje se i čekrk za samoizvlačenje, kapaciteta 3000 kg i sajlom dužine 30 m.

Varijanta vozila za vojsku moći će da nosi širok spektar komunikacijske opreme sa antenama za VHF i GSM, kao i alternativne uređaje.

Na krovu vozila nalazi se poklopac predviđen za ugradnju kupolice sa mitraljezom 7,62 mm, ili 12,7 mm, ili bacača granata 40 mm, za vojne varijante vozila.

M. K.



UNIVERZALNO VOZILO POLARIS*

Američka Komanda za specijalne operacije SOCOM (Special Operations Command) preuzela je oko 700 primeraka namenskih univerzalnih vozila ATV (All-terrain vehicles) od kompanije Polaris Industries (Medina, Minesota), prema ugovoru vrednom preko 10 miliona dolara.

Rezultat dvogodišnje saradnje između inženjera kompanije Polaris i SOCOM, kada su utvrđeni specijalni uslovi vozila za vojne potrebe, jeste vozilo sada poznato pod nazivom Sportsman MV7.

Izrađeno na bazi standardne šasije i motora vozila Polaris Sportsman 700 Twin, vozilo MV7 poseduje automatsku transmisiju u kompletu sa četvorotaktnim dvocilindarskim motorom Polaris Liberty 700 hlađenim tečnošću. Sistem za kočenje motorom i selektivan pogon na sva četiri točka su standardni. Najveća brzina vozila po betonskim putevima iznosi preko 100 km/h.

Modifikacije koje je specificirao SOCOM uključuju dodatni rezervoar za gorivo ispod zadnje noseće platforme, radi povećanja ukupnog kapaciteta na 33,1 litara; dvostruku kuku za vuču; pojačanu čeličnu

konstrukciju podne ploče; elektronski upravljani prednji i zadnji čekrk kapaciteta 1134 kg (2500 lb); i pneumatike povećane prohodnosti Goodyear 25×8–10. Sa ovim pneumaticima vozilo, u slučaju njihovog probijanja, zadržava mobilnost još 85 km, pri brzini kretanja od 40 km/h.

Povećane su i redizajnirane zadnja i prednja platforma, tako da mogu da nose terete veće mase. Masa korisnog tereta (ne uključujući vozača ili gorivo) sada iznosi 204 kg (68 kg na prednjoj i 136 kg na zadnjoj platformi).

Masa vozila MV7 iznosi oko 1150 kg a klirens do 26,7 cm. Sa ukupnom dužinom od 2,26 m i širinom od 1,22 m vozilo MV7 se može prevoziti helikopterima CH-47 i CH-53 (najmanje tri svaki) i avionima tipa C-130 Herkules.

Ugovor sa Polarisom uključuje i izvestan broj vozila Sportsman 6×6 ATV, modifikovanih za vojne potrebe. Sa plastičnim spremištem kapaciteta 363 kg, u zadnjem delu, Sportsman 6×6 je posebno pogodan za transport municije i drugih rezervi u zone gde mogu prići samo vozila sa veoma malim specifičnim pritiskom na podlogu.



Univerzalno vozilo Sportsman MV7

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, mart 2005.

Isporuke ovih vozila, koje su započete u 2004. godini, Armija SAD usmeriće na Irak i Avganistan, u sastav Stryker brigada za potrebe razmeštanja snajperskih grupa.

M. K.



NOVI DETALJI O AVIONU FB-22*

Kompanija Lockheed Martin objavila je detalje o konceptu „nevidljivog“ lovca – bombardera FB-22 kojeg će Vazduhoplovne snage SAD uvesti u upotrebu oko 2015. godine.

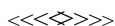
Projekat FB-22, koji se razvija na bazi „nevidljivog“ višenamenskog lovca F/A-22 Raptor, uključuje šira delta-krila. Svako krilo ima spoljašnje niše za oružje i nošenje do 2270 kg municije i pajlon za krstareće rakete.

Projektom je predviđen i povećani prednji deo trupa za smeštaj drugog sedišta u kokpitu i smeštaj dva modifikovana motora Raptor F119, koji proizvode potisak za 10% veći od onog koji stvara pogonski agregat na Raptoru.

Glavni nosač oružja može nositi 908 kg bombi i dve rakete vazduh-vazduh za samoodbranu, dok je Raptor nosio 450 kg i rakete.

Iako vidljivo širi i različit, FB-22 bi trebalo da sadrži 85% delova i softverskog koda korišćenih na Raptoru, što će suštinski uticati na proizvodnu cenu i logističku podršku novih modela. Sadašnja proizvodna cena Raptora procenjuje se na oko 125 miliona dolara.

M. K.



* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 16. februar 2005.

AVIOBOMBE MALOG PREČNIKA*

Američke vazduhoplovne snage ostaju u nameri da do kraja 2006. godine uvedu u upotrebu minijaturnu aviomuniciju sledeće generacije. Kompanija Boeing će do tog perioda isporučiti 201 bombu malog prečnika i 35 nosača bombi.

Višenamenski borbeni lovački avion F-15E Eagle biće prva platforma koja će nositi ove, 129 kg (285 lb) teške GPS – vođene aviobombe. Ovaj avion će moći da nosi 12 ovakvih bombi, koristeći tri nosača BRU-61A, od kojih svaki nosi po četiri bombe.

Ugovorom je predviđena i proizvodnja daljinskih, zemaljskih GPS senzora, nazvanih infrastruktura za preciznu podršku, koji će se raspoređivati na bojištu radi povećanja preciznosti pogađanja bombama.

Bomba GBU-39 namenjena je za napade na fiksne i stacionarne zemaljske ciljeve na rastojanjima većim od 40 nautičkih milja, danju i noću, i u svim meteorološkim uslovima. Uz početak proizvodnje ovih bombi, vazduhoplovne snage nastoje da definišu i planove za dodatni sistem bombi malog prečnika, nazvan GBU-40, kojima se predviđa napad i na pokretne zemaljske ciljeve. Očekuje se da će se i mornarica svojim zahtevima pridružiti u realizaciji programa za dodatni sistem ovih bombi, jer je mogućnost pogađanja pomorskih ciljeva iz vazdušnog prostora od velikog značaja.

Vazduhoplovne snage planiraju nabavku 24 000 bombi malog prečnika i 2000 nosača BRU-61A.

M. K.



* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 4. maj 2005.

SNAŽNIJE BOJNE GLAVE ZA KRSTAREĆE RAKETE*

Vazduhoplovne snage SAD ispituju projekat malih bojnih glava za minijaturne krstareće rakete sledeće generacije, koje sa novim eksplozivnim materijalima imaju veću razornu moć.

Pod inicijalnom oznakom BattleAxe (ratna sekira), Vazduhoplovna istraživačka laboratorija AFRL (Air Force Research Laboratory) namerava da razvije bojnu glavu mase oko 9 kg, koja bi mogla da se koristi kao submunicija na minijaturnoj krstarećoj raketi LCMCM (Low Cost Miniature Cruise Missile).

Ova bojna glava koristi savremene snažne reaktivne materijale, koji pri detonaciji stvaraju veću količinu energije nego drugi savremeni projektili slične veličine. Snažniji impuls povećava verovatnoću uništenja cilja. Istovremeno, biće ograničena potencijalna šteta za obližnje ljudstvo i građevine.

Rakete LCMCM, klase 453,5 kg (1000 lb), koje razvija Boeing, predviđene su za unutrašnji transport na stelnim, višenamenskim lovačkim avionima F/A-22 Raptor. Prema planiranom konceptu dejstva, raketa bi trebalo da prodre stotine milja u vazdušni prostor neprijatelja, zatim da lebdi iznad određene zone i, na kraju, da rasprši višestruku minijaturnu vođenu municiju, radi napada na ciljeve poput oklopnih vozila ili kopnenih jedinica. Mogla bi da se koristi i za napad na zgrade i druge fiksne objekte i strukture.

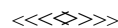
Težnja je da bojna glava bude u konfiguracijama za eksplozivno, fragmentaciono ili kumulativno dejstvo, što će zavisi od cilja.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 20. april 2005.

Četvorogodišnji razvojni program koji je Laboratorija AFRL izložila, trebalo bi da započne sa realizacijom fiskalne 2006. godine sa dva industrijska tima, a zatim da se nastavi usvajanjem i testiranjem usvojenog modela po fiksnim i pokretnim ciljevima.

Inicijativa BattleAxe usmerena je samo na eksplozivni paket i ne uključuje rad na dodatnim komponentama kompletne bojne glave, poput košuljice, vođenja i upravljanja ili tragača.

M. K.



TESTIRANJE TRENAŽNOG AVIONA YAK-130*

Vazduhoplovni zavod Sokol iz Njiznjeg Novgoroda u Rusiji završio je konstrukciju drugog serijskog modela trenaznog aviona Yak-130 i započeo program njegovog ispitivanja.

Prvi let ovim avionom izvršen je 5. aprila 2005. godine. Ispitivanja se sada sprovode sa dva aviona Yak-130, a trebalo bi da se završe u 2006. godini. Završetak trećeg aparata Yak-130 u serijskoj konfiguraciji planira se pre kraja 2005. godine.

Vojni eksperti smatraju da se Yak-130 može koristiti kao operativni trenazni i laki jurišni avion, a mogao bi da se uvodi i u savremene vazduhoplovne udarne i izviđačke operacije. Yak-130 serijske konfiguracije predstavlja razvoj demonstratora Yakovlev-Aermacchi AEM/Yak-130D, koji je prvi put poleteo aprila 1996. godine i do sada je obavio 485 probnih letova.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 20. april 2005.



Trenažni avion Yak-130

Trup Yak-130 sada ima manji poprečni presek, novi profil nosa i otvora za dovod vazduha. Redizajnirano krilo je manje za 1,5 m², dok je maksimalna polletna masa povećana za 9 t.

Avion Yak-130 zamenice trenažni avion L-39C.

M. K.

<<<<◇>>>>

NAORUŽANI ROBOTI*

Armija SAD, zbog potreba patroliranja u opasnim zonama, radi na brzom uvođenju naoružanih robota u Iraku, čak i pre sredine 2005. godine.

Specijalni naoružani sistem za osmatranje, izviđanje i detekciju SWORDS (Special Weapons Observation Reconnaissance Detection System) izraden je na bazi robota Foster-Miller Talon koji se već koristi u Iraku i Avganistanu za uklanjanje eksplozivnih artiljerijskih granata.

Verzija SWORDS je naoružana ili lakim mitraljezom 5,56 mm M249, srednjim mitraljezom 7,62 mm M240, ili snajperskom puškom 0,50 cal Barret. Radi daljinskog povezivanja sa mitraljezima koristi se nišanska platforma TRAP (Telepresent Rapid Aiming Platform).

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 2. februar 2005.

Armija je zainteresovana za uvođenje u početku 18 ovih sistema, što bi moglo da bude već u aprilu. Iako se sa naoružanim robotima eksperimentiše nekoliko godina, to će verovatno biti prvi put da se sa njima krene i na ratište.

Sistem bi mogao da se koristi za izviđanje opasnih zona, raskrsnica puteva, otkrivenih zona, za patroliranje po granicama zone odbrane, kao istureni položaj ili prislušne stanice – sa mogućnošću gađanja ako je potrebno.

Robot će moći da prelazi oko 7 km/h, a sa kompletom litijum-jonskih baterija, da funkcioniše do šest časova. Radio-frekventne komunikacije (Line-of-Sight) omogućavaju upravljanje u urbanim sredinama na rastojanjima do 800 m, a na otvorenom prostoru do 1 km. Robot ima i opremu za noćno osmatranje AN/PVS-14.

Vojnik će upravljati SWORDS-om koristeći modifikovanu verziju standardne upravljačke stanice Talon. Opaljenje iz mitraljeza je trostepeni proces. Vojnik prvo šalje komandu do nosača oružja, zatim aktivira sistem TRAP i, konačno, može da otvori pojedinačnu vatru ili rafal od 6 do 9 zrna.

Stanica Talon ne može sama ponovo da popunjava oružje, ali može da nosi doboš sa 200 zrna za M249 i 300 zrna za M240. Takođe, ubrzano se radi na uvođenju sistema koji omogućava daljinske operacije sa nesmrtonosnim minama. Nazvan Natrix, taj sistem će se već u junu uvesti u 1. brigadu 25. pešadijske divizije. Sistem koristi laptop upravljačku stanicu za upravljanje sa nekoliko municijskih jedinica naoružanih minama M18 i M25, kojima se daljinski upravlja. On se

može koristiti na granicama baza i drugih zemljišnih zona, kao i za nadgledanje zona gde bi se moglo očekivati da će pobunjenici postaviti svoje minobacačke vatrene položaje.

M. K.



VOZILA MAN ZA BRITANSKU ARMIJU*

Posle poduzih pregovora, Odbrambena agencija za nabavke Velike Britanije DPA sklopila je ugovor vredan 1,9 milijardi dolara za nabavku vozila za podršku marke MAN. Ova vozila treba da zamene sadašnja transportna vozila od 4, 8 i 14 t, i vozila za održavanje. Ugovorom se predviđa nabavka 4851 kamiona u konfiguraciji 4×4, 6×6 i 8×8; 314 vozila za održavanje u konfiguraciji 8×8 i 69 prikolica za održavanje, a sve to pratiće i dvadesetogodišnji ugovor za podršku.

Agencija DPA odabrala je firmu MAN ERF kao najpovoljnijeg ponuđača na svoj zahtev iz oktobra 2004. godine. Očekuje se da deset probnih vozila bude izrađeno radi verifikacije performansi i pouzdanosti. U 2006. godini uslediće validni testovi za korisnike Ministarstva odbrane na 21 vozilu.

Početak redovne isporuke teretnih vozila počće 2007. godine, a za održavanje 2008. godine i trajaće sve do 2013. godine.

Neki od kamiona biće opremljeni čekrkom i/ili kranom za utovar materijala, dok će drugi biti opremljeni za hladne vremenske uslove i/ili duboki gaz.

Sva vozila biće konstruisana tako da se mogu opremiti i zaštitnim oklopnim paketima.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 20. april 2005.

Proizvodnja šasije biće u MAN-ovoj fabrici u Beču, sa podsistemima iz Nemačke. Šasija i kabina biće integrisane sa zadnjom platformom kod podugovarača u Velikoj Britaniji, a zatim će kompletno vozilo biti poslato u fabriku MAN ERF u Middlewichu radi finalnog opremanja i isporuke korisnicima.

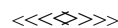
Brojni engleski partneri, uključujući Marshall Specialist Vehicles (za karoserije), Atlas (hidraulični kran), Fluid Transfer (sistemi za gorivo), EKA (sistem za održavanje), Andover (prikolica za održavanje) i Vosper Thornycraft (trenaž i logistika), pružće podršku kompaniji MAN ERF.

Engleska vozila srednje pokretljivosti baziraće se na serijskim šasijama MAN HX nosivosti od 6 t (4×4), 9 t (6×6) i 15 t (8×8), sa cisternom (6×6).

Dva poboljšana vozila srednje pokretljivosti 6×6, teretno vozilo i cisterna urađeni su na bazi šasije velike pokretljivosti SX44.

Vozila za održavanje su konfiguracije 8×8 na visokopokretljivim šasijama SX45. Jedan model predviđen je za 18 t, a drugi za 36 t nosivosti.

M. K.



OKLOPNA KABINA ZA TRANSPORTNA VOZILA*

Australijska kompanija Valir Pty predlaže novi pristup za zaštitu transportnih vozila, kako bi bila što manje osetljiva na napade kakvim su bila masovno izložena u Iraku.

Kao alternativu dodavanja balističke i protivvinske zaštite na standardne ka-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, april 2005.

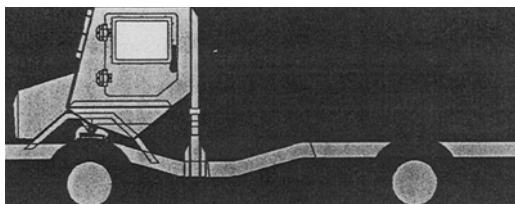
bine, Valir razvija oklopnu kabinu koja bi mogla da se koristi umesto nezaštićene standardne kabine na gotovo svakom kamionu, obezbeđujući tako efikasniju zaštitu za ljudstvo i vozilo.

Da bi bila međusobno zamenljiva sa standardnim kabinama, oklopna kabina Valir oblikovana je i dimenzionirana tako da se može ugraditi umesto standardne kabine sa malim modifikacijama, zadržavajući, što je moguće više, standardnu opremu, čime se smanjuju troškovi konverzije.

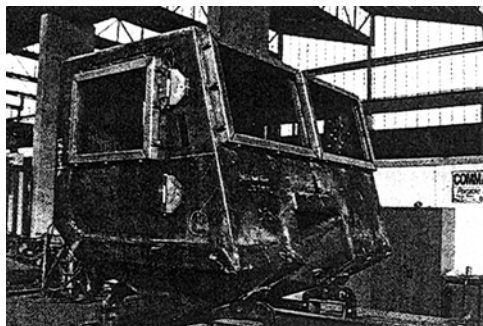
Pri promeni situacije, originalna kabina može se ponovo vratiti i kamion se relativno lako vraća u normalnu upotrebu.

Kabina Valir može da se koristi za vozila sa upravljačem na levoj i desnoj strani.

U svom standardnom obliku, oklopna kabina je projektovana da zaštiti vozača i suvozača kamiona od zrna puščane municije, ali može da se poboljša i za zaštitu od pancirnih zrna 5,56 mm i 7,72 mm. Kabina obezbeđuje i zaštitu od eksplozije protivtenkovskih mina bilo gde ispod vozila. Da bi bila otporna na dejstvo mina, konstruktori kabine su primenili sva dostignuća iz iskustava stečenih pri razvoju i proizvodnji južnoafričkih oklopnih vozila sa protivminskom zaštitom Buffel i Casspir i australijskog borbenog vozila pešadije Bushmaster. Kabina je oblikovana tako da preusmerava udarni talas nastao eksplozijom mine.



Šasija kamiona Unimog

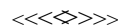


Kabina Valir

Ugradnjom ove kabine masa vozila povećava se za oko 800 kg.

Prototip kabine Valir, namenjene za ugradnju na šasije kamiona Mercedes-Benz Unimog, sada uspešno prolazi vatrene ispitivanja, uključujući i eksplozije protivtenkovskih mina. Ova i balistička ispitivanja kabine prate i testovi izdržljivosti vozila.

M. K.



BALONI ZA VELIKE VISINE*

Američke vazduhoplovne snage započele su ispitivanje balona za velike visine, kao sredstva za komunikacijsku podršku komandantima na ratištu i za poboljšanje njihove procene situacije. Uvođenje u upotrebu nekih od njih očekuje se već 2005. godine. U isto vreme nastaviće se sa demonstracijom sofisticiranih platformi, koje mogu da nose ne samo sredstva za taktičke komunikacijske veze, već i kamere i signalni senzor za obaveštavanje SIGINT. Ove platforme namenjene su da izvode operacije u prostoru koji

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 2. mart 2005.

se nalazi iznad najviših plafona letova aviona, a ispod orbita satelita. Platforme treba brzo da se uklope u ratište, radi poboljšanja sistema za vazdušno i kosmičko obaveštavanje, osmatranje i izvidanje.

Eksperimenti su pokazali održivost predajnika signala na balonima punjenim helijumom, kojima se povećava domet armijskih ručnih radio-uređaja sa 10 nm (18,5 km) na preko 300 nm.

Dva od tih balona, koji slobodno lebde na visinama oko 20726 m (68000 ft), mogla bi da pokriju centralni Irak. Međutim, ukoliko bi se želelo neprekidno pokrivanje prostora u vidu stalne stanice, bilo bi potrebno da se ponovo pune svakih osam sati. To bi lako mogla da izvede jedna manja posada za podršku na zemlji.

Vazduhoplovne snage SAD namera vaju da sredinom ove godine izvrše obimne demonstracije, uz korišćenje komunikacijskih veza sa balonima na velikim visinama, koje bi omogućile pilotima borbenih aviona da prime informaciju o cilju i instrukcije kontrolora sa zemlje pre nego što stignu u zonu u kojoj je cilj vidljiv.

Krajem 2005. godine planira se obiman eksperiment za SIGINT komunikacijsku borbenu procenu iz bliskog kosmosa sa balonima, u vidu povratnog glajdera koji nosi SIGINT opremu i komunikacijske relejne stanice.

Bliskokosmičke platforme treba da budu neosetljive na raketnu i topovsku vatru zbog, na primer, malih IC odraza i otpornosti na brzo padanje, čak i kada su pogođene.

Upotreba bliskog kosmičkog prostora sastavni je deo koncepta vazduhoplovnih snaga za kosmičko ratovanje. Time vojne službe žele da obezbede obaveštajnu, osmatračku, izviđačku i komunikacijsku podršku na bojištu, koristeći bliski kosmos i male satelite. Postoji i koncept korišćenja lebdećih, bliskokosmičkih letelica postavljenih iznad teritorija prijateljskih zemalja, koje, zajedno sa mikrosatelitima koji nose hiperspektralne senzore, nadgledaju određene teritorije.

M. K.

<<<<>>>>

NOVI FRANCUSKI SATELIT HELIOS 2*

Francuska je iz svog kosmičkog centra Kourou u Francuskoj Gvajani decembra 2004. godine lansirala vojni satelit nove generacije Helios 2, koji je počeo da šalje svoje prve snimke u operativni upravljački centar u Tuluzu.

Izbačen u orbitu na visini oko 680 km pomoću rakete Ariane 5, satelit Helios 2 je praktično nasledio satelit Helios 1, koji je lansiran 1995. godine. Masa satelita je 4200 kg zajedno sa optičkim instrumentima, ugrađenim sistemima za komprimiranje, čuvanje i prenos slike, i teledirigovanim i telemetrijskim sistemima koji rade u S-opsegu.

Za razliku od Heliosa 1, Helios 2 ima IC kanal u svom optičkom instrumentu visoke rezolucije, koji omogu-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, mart 2005.

ćava da otkriva aktivnosti i u toku noći. Njegova bliskopolarna orbita omogućava bolju rezoluciju, brže pristupno vreme i povoljne uslove za osmatranje za većinu dana. Osim toga, Helios 2 postiže do 100 snimaka na dan, za razliku od nekoliko desetina kod Heliosa 1.

Međutim, u francuskoj vojsci ističu da sledeći satelit, koji se planira za 2007. godinu, treba da ima mogućnost snimanja u svim vremenskim uslovima.

Ključna komponenta na Heliosu 2 je njegov optički instrument HRZ (High Resolution Zoom), čija je masa 1124 kg, snaga 418 W u pripremnom stanju i 893 W za vreme snimanja. Ovaj instrument može istovremeno da dobije veoma detaljne slike ili IC snimke specifičnih predela i širokougaone snimke koji pokrivaju nekoliko hiljada kvadratnih kilometara, što bi moglo da bude posebno značajno za izradu mapa terena za potrebe korišćenja krstarećih raketa.

Instrument HRZ sadrži teleskop Cassegrain sa dve vidljive fokalne ravni i jednom IC. Optika uključuje veliko primarno ogledalo Zerodur. Vidljiva sekcija sastoji se od kanala velike i veoma velike rezolucije, a IC senzor je hladan elektronski upravljanim uređajem za minimiziranje vibracija. Instrument ima mehanizam za podešavanje fokusa radi kompenziranja nestabilnosti prouzrokovanih prirodnim starenjem.

Što se tiče rezolucije, ona je, prema publikacijama Francuske nacionalne kosmičke agencije, dva puta bolja nego kog

Heliosa 1 za kanal visoke rezolucije i četiri puta za kanal veoma visoke rezolucije (rezolucija za zemljište na Heliosu 1 iznosi oko 1 metar).

M. K.



KANADSKI MOBILNI TOPOVSKI SISTEM MGS 105 mm*

Prva partija od 16 mobilnih topovskih sistema 105 mm MGS (Mobile Gun Systems), koje će isporučiti kompanija General Dynamics Land Systems iz Kanade, planirana je za Komandu kanadskih mobilnih snaga za period od avgusta do novembra 2006. godine. Ta partija biće gotovo identična verzija MGS za Armiju SAD, a uz nju će se isporučiti i privremeni paket za integralnu logističku podršku. Očekuje se da će početak operativne upotrebe ovih mobilnih topovskih sistema biti sredinom 2007. godine.

MGS je izrađen na bazi šasijske lakog oklopnog vozila Stryker 8×8, ali je opremljen oružnom stanicom za dva člana posade, naoružanom topom 105 mm sa izoliranim cevima, montiranim spolja. Prva partija od 16 MGS imaće radio-stanicu Iris, spolja ugrađene mitraljeze 7,62 mm C6 i bolju preglednost za vozača.

Nakon prve partije uslediće partija od 50 vozila prema specifikaciji kanadske armije. Očekuje se da standardna oprema na njima bude: prijemnik za lasersko upozorenje, radiološki

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2005.

i hemijski detektor, ventilacioni sistem i uređaj za automatsko otkrivanje i gašenje požara u motornom odeljenju i prostoru za posadu. Takođe, i prvih 16 ovih sistema biće poboljšano do tog standarda.

Kanadska armija poseduje 114 borbenih tenkova Leopard 1 koji su isporučeni 1978. godine pod oznakom Leopard C1. Oni su kasnije modernizovani novom kupolom i označeni kao Leopard C2. Pre nekoliko godina doneta je odluka da se ovi tenkovi zamene mobilnim topovskim sistemima MGS.

Sistem MGS 105 mm prvobitno je razvijan prema zahtevima Armije SAD za upotrebu u njihovim privremenim brigadnim borbenim sastavima. Armija SAD koristi MGS 105 mm kao sredstva sa direktnom vatrom za neutralizaciju bunkera i drugih prepreka na bojištu, koristeći zrna 105 mm HESH (High Explosive Squash Head).

U kanadskoj armiji MGS 105 mm koristiće se za mnoge zadatke, uključujući ofanzivne, defanzivne i operacije zadržavanja, a biće upotrebljeni i u tranzitnim i neborbenim operacijama. Ove poslednje obuhvataće praćenje konvoja, direktnu vatrenu podršku kontrolnim punktovima, uspostavljanje blokada puteva, zaštiti maršruta i sl.

Kanadski MGS koristiće istu municiju 105 mm kao i borbeni tenk Leopard C2, uključujući APFSDS-T, HESH, dimna i vežbovna zrna. Mitraljez 7,62 mm biće koaksijalan, a lanse-ri granata kalibra 76 mm. Uvođenje ovog sistema u upotrebu za Kanadsku armiju biće ključna prekretnica u njihovoj transformaciji ka lakšim snaga-

ma sposobnijim za brz razvoj. Ova vozila moći će brzo da se predislociraju transportnim avionima C-130 Herkules i na rastojanja veća od 1850 km bez posade, municije ili paketa visokog nivoa oklopne zaštite. U kanadskoj armiji ovim sredstvima će biti opremljen deo snaga za neposrednu vatrenu podršku, koje će u celini imati tri sistema, od kojih će svaki biti razvijen na osnovu šasije kanadskih lakih oklopnih vozila LAV 8×8.

Ciljevi na srednjim rastojanjima uništavaće se pomoću 33 sistema TOW montiranim ispod oklopa na šasiji vozila 8×8, čiji je maksimalni do-met 3750 m.

Ciljeve na velikim rastojanjima uništavaće sistem Oerlikon Contraves ADATS (Air Defence Anti-Tank System). Ukupno 36 ovih sistema bilo je isporučeno između 1988. i 1993. godine i ugrađeno na modifikovana borbena vozila M113. Prvobitna uloga sistema ADATS bila je PVO, ali se sa smanjenjem vazdušnih opasnosti oni koriste i kao vozila višenamenskog dejstva MMEV (Multi Mission Effects Vehicle). Ukupno 33 sistema ADATS biće prebačeno sa šasija M113 na šasije LAV 8×8 i koristiće se za PVO i protivoklopnu borbu na rastojanjima preko 8 km.

Kanada već nekoliko godina radi na razvoju raketa visoke energije, koje bi u budućnosti, takođe, mogle da se ugrađuju na postojeća vozila konfiguracije 8×8.

M. K.

<<<◇>>>

APLIKACIJE ELEKTROMAGNETNOG TOPA*

Posle više od dve dekade istraživanja, savremena nauka i tehnologija dovoljno su napredovale da omoguće praktično eksperimentisanje sa elektromagnetnim šinskim topovima za nove vojne primene. To su zaključci sa konferencije o budućnosti artiljerije održane u Londonu marta 2005. godine.

Poboljšano je snabdevanje energijom, ali je za kopnene aplikacije još uvek problematična velika zapremina ovih sredstava. Pulsirajući alternatori su preferirana opcija s relativno malim rizikom i, posebno kod brodova, obezbeđene su veoma velike zalihe. Za obalsku artiljerijsku vatru ostvarena visoka granična brzina omogućava penetratorima sa malom kinetičkom energijom da ostvare na cilju razornu moć kao i veći projektili punjeni eksplozivom i na većim rastojanjima.

U fazi razvoja nalazi se koncept zajedničkog projektila za elektromagnetne topove niske cene, koji je Institut za savremene tehnologije Univerziteta u Teksasu razvio za potrebe mornaričke površinske vatrene podrške i za potrebe kopnene vojske za vatrenim dejstvom i izvan vidnog polja. Masa projektila u letu iznosi 15 kg, a sadrži ili višestruke konuse ili manji broj subpenetratora od volframa. U mornaričkoj verziji energija zrna na ustima cevi (početna energija) iznosi 64 MJ, početna brzina 2500 m/s, maksimalni domet preko 500 km i brzina pri udaru

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2005.

1600 m/s. Sa dobro pripremljenih taktičkih platformi na zemlji projektil bi mogao da ostvari početnu energiju od 20 MJ, početnu brzinu 1400 m/s i brzinu pri udaru 700 m/s, a domete preko 100 km.

Druga potencijalna kopnena aplikacija elektromagnetne tehnologije namenjena je minobacačkim sistemima, za koje su već započeti preliminarni radovi.

Sistemi pulsirajuće energije sledeće generacije kandidati su i za aplikacije na Bloku II programa budućih borbenih sistema. Za protivoklopne namene, fundamentalna prednost hiperbrzih penetratora (sa početnom brzinom od 2500 do 3000 m/s) jeste što oni mogu da unište čvrste ciljeve, koristeći za to mnogo manje penetratore i manje energije od one koja se zahteva za konvencionalne projekte.

M. K.

<<<<>>>>

BRZI MINOBACAČKI SISTEM NA VOZILU*

Kompanija Singapore Technologies Kinetics ugradila je svoj superbrzi savremeni minobacački sistem (SRAMS) na višenamensko vozilo visoke pokretljivosti AM General HMMWV 4×4, kako bi udovoljila sve većim potrebama za ovim sredstvima na Srednjem istoku.

Nakon vatrenih ispitivanja i proveravanja pokretljivosti, vozilo i sistem prikazani su na međunarodnoj izložbi IDEX 2005 u Ujedinjenim Arapskim Emiratima.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 30. mart 2005.

Ranije je SRAMS bio ugrađivan na zadnjem delu guseničnog transportera Bronco, koji je već nekoliko godina u brojnim konfiguracijama na upotrebi u oružanim snagama Singapura. Razvoj takve verzije SRAMS gotovo je završen, i do sada je ispaljeno iz minobacača preko 500 zrna. U zavisnosti od verzije, transporter Bronco ima maksimalnu borbenu masu 16 t.

Prema dostupnim podacima, znatno je smanjen pritisak pri opaljenju iz minobacača. Prethodni sistem, sa standardnim punjenjem 9, emitovao je buku u granicama prema standardu MIL-STD 1474, čak i pri gađanju sa projektilom povećanog dometa.

Na vozilu HMMWV sistem SRAMS je ugrađen u zadnjem delu karoserije. Široka, hidraulički pokretana lopata stabilizatora, daljinskim upravljanjem spušta se na zemlju pre početka otvaranja vatre iz minobacača. Kada je stabilizator postavljen, zadnji točkovi su podignuti od zemlje, tako da zadnje ovesenje nije opterećeno pri opaljenju.

Uređaj za punjenje minobacača omogućava maksimalnu brzinu vatre od 18 zrna u minuti (najveći broj minobacača tog tipa puni se ručno). Od drugih poboljšanja, na ovom minobacaču ugrađen je specijalni raspršivač plamena, mehanizam ventilacije zatvarača i unikatni sistem hlađenja cevi koji omogućava da se pod visokim pritiskom kroz ventil na zatvaraču ubacuje mešavina vazduha i vode.

Na platformu vozila može da se utovari 12 projektila 120 mm zajedno sa posadom, a ostala municija bi se prevozila na dodatnom vozilu HMMWV.

Maksimalni domet SRAMS zavisi od tipa projektila i kombinacije punjenja. Projektil bez dodatnog pogona može da ostva-

ri maksimalni domet do 9 km, dok projektil ER može da dostigne i domet od 13 km.

Predviđa se da sistemi SRAMS/HMMWV imaju navigacioni i pozicioni sistem integrisan u sistem za automatsko upravljanje vatrom, čime bi se omogućila autonomnost vatre i povećala otpornost sistema od kontrabaterijske vatre.

M. K.



NOVA INDIJSKA PROTIVTENKOVSKA RAKETA NAG*

Indija je izvršila prva vatrena ispitivanja nove protivtenkovske vođene rakete Nag (zmija), opremljene „živom“ bojnom glavom. Dva lansiranja, izvršena sredinom marta na armijskom poligonu u blizini Maharashtra, bila su najnovija u obimnom programu testiranja, a prva čiji je cilj bio demonstracija nivoa efikasnosti i operativnih mogućnosti. Tom prilikom uništen je tenk u pokretu na rastojanju od 4000 m. Raketa je lansirana sa pripremljenog modifikovanog vozila BMP pod nazivom NAMICA (Nag Missile Carrier).

Raketa Nag jedna je iz familije domaćih taktičkih raketa koje se razvijaju u okviru indijskog nacionalnog programa za razvoj integrisanih vođenih raketa. Projekat je započet kasnih osamdesetih godina XX veka, a prvo probno lansiranje ostvareno je novembra 1990. godine. To je bio ambiciozan pokušaj da se izgradi savremeno oružje tipa „lansiraj i zaboravi“ sa multirežimskim termičkim tragačem, koje bi se lansiralo i iz vazdušnog prostora i sa vozila. Podrazumevalo se da tragač bude jedinica IC dejstva.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 30. mart 2005.

Proizvodnja manjih količina započeta je 2000. godine, ali je indijska armija nastavila ispitivanja, a firma Bharat Dynamics sa poboljšanjima rakete.

Rakete NAG predviđene su da zamene indijske protivtenkovske vođene rakete MILAN i 9K113 Konkurs.

M. K.



NOVI JORDANSKI BALISTIČKI ŠLEM*

Jordanskim oružanim snagama počeo je da se isporučuje novi kompozitni balistički šlem AC 1200J, proizveden u saradnji britanske kompanije NP Aerospace i jordanskog Projektnog i razvojnog biroa Kralj Abdulah II.

Šlem je projektovala firma NP Aerospace u skladu sa zahtevima, po težini i zaštiti, koje su postavile Jordanske oružane snage, a koji su ništa manji od uslova EU Standard EN397.

Masa šlema iznosi od 1100 do 1300 g, a zaštita koju obezbeđuje odgovara nivou IIIA.

Isporuke za jordansku vojsku, koja ima oko 50 000 pripadnika, biće po 2500 šlemova mesečno. Jordanske oružane snage selektirale su ovaj šlem posle brojnih i dugotrajnih testiranja raznih modela iz brojnih zemalja, baziranih na standardima britanskog ministarstva odbrane.

Prva partija šlemova AC 1200J biće proizvedena u Engleskoj, a zatim će prese za kompozitne šlemove biti prebačene u novu fabriku NPAJ u Jordanu, koju su izgradili i vode inženjeri i tehničari obučeni u kompaniji NP Aerospace u Engleskoj. Fabrika bi, pored šlemova AC

1200J za široko tržište Srednjeg istoka, mogla da proširi razvoj i na druge aplikacije od kompozitnih materijala.

M. K.



JORDANSKI TENK FALCON II*

Na jordanskom eksperimentalnom tenku Falcon II, koji je projektovao Projektni i istraživački biro Kralj Abdulah II (KADDB), u saradnji sa projektnim biroom MDB (Mechanology Design Bureau) iz Južne Afrike, u martu 2005. završena je serija vatrenih ispitivanja. Tom prilikom iz glatkocevnog topa RUAG 120 mm ispaljeno je 40 projektila sa kinetičkim zrnom APFSDS i 10 zrna opšte namene MP, uz disperziju koja je bila u okviru NATO standarda. Sve primarne funkcije kupole uspešno su demonstrirane u prisustvu projektnog tima i tenkovske posade. Za najnovija ispitivanja ugrađeni su glavni nišandžijin i panoramski komandirov nišan, koje je razvila firma ICD iz Južne Afrike. Ova firma razvila je i pripadajuće sisteme za upravljanje vatrom, kao i displeje za dvočlanu posadu u kupoli. Mada su izvršena ograničena razvojna vatrena ispitivanja, grupa inženjera iz KADDB bila je u prilici da otvara vatru i sa osnovnim nišandžijinim i panoramskim komandirovim nišanom pomoću autotragača, kako sa mesta, tako i iz pokreta.

Razvojna vatrena ispitivanja na tenku Falcon II završena su prema planiranim namerama. Sada već započinje proces vezan za novi projekat buduće kupole (Falcon III), u koji će se ugraditi sva dosadašnja iskustva, kao i zahtevi proistekli nakon sadašnjih ispitivanja. Pored ostalih karakteristi-

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 30. mart 2005.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2005.

ka, projekat Falkon III bi trebalo da ima revidirane bočno otvarane poklopce, potpuno električni pogon, i prošireni (17 zrna) obrtni automatski punjač. Njegove steltne i balističke zaštitne karakteristike mogu, takođe, da se poboljšaju, posebno korišćenjem tehnologije oklopa kompanije RUAG, sa kojom KADDB radi na modernizaciji svojih tenkova M60 Feniks. Kupola Falkon II, čija je masa oko 17,5 t, ugrađena je na tenk AL Hussein (Challenger 1), ali urađene su i studije za laku verziju, pogodnu za primenu na lakšim borbenim vozilima.

M. K.



ŠVAJCARSKI KOMANDNI SISTEM C4ISTAR*

Švajcarske oružane snage intenzivno se bave razvojem nove doktrine prihvatljive za njihovu revidiranu ulogu u međunarodnim mirovnim operacijama, u preventivnoj i dinamičkoj odbrani, a sve potpomognuto mrežom operativnih mogućnosti. Za podršku ovog poslednjeg predviđeno je fazno uvođenje u upotrebu mrežnog sistema C4ISTAR. Prvi elemenat ovog sistema predstavlja integrisani mrežni sistem C4I (Command, Control, Computing, Communications and Intelligence) koji bi se uveo u upotrebu 2008. godine, a drugi elemenat biće niz komplementarnih senzora ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance) za koje se planira da budu spremni za upotrebu do 2011. godine.

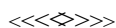
Očekuje se da postojeći švajcarski komandni informacioni sistemi, kakav je Simensov sistem za vazduhoplovstvo FIS, Thales-Raytheon sistem Flerako i artiljerijski Tadiran, budu deo integralne mreže. Namera je da se dodaju i novi nosioci, u formi novih združenih komandnih sistema (FIS J) i taktičkih sistema za upravljanje u borbi (BMS).

Sistem BMS je još u razvoju i odlučeno je da on obuhvati ranije selektirani VINACCS (Vehicle Integrated Identification Navigation Command and Control System) na bazi sistema Amper Programas Tauro u sistemu za švajcarsku vojsku FIS Heer, za koji je firma Thales nosilac razvoja.

U 2004. godini firma RUAG Electronics angažovana je za izgradnju kompetentnog centra za švajcarske oružane snage sa sistemom C4ISTAR. Osnovna sredstva i infrastruktura centra već su postavljeni i služiće kao referentni sistem za sve buduće sisteme za komandovanje i upravljanje. Kompetentni centar u Bernu za sada je pripremljen za nastavak tehničkih ispitivanja i integralne zajedničke vežbe.

Švajcarska armija eksperimentiše i sa poboljšanjima na svom borbenom tenku Leopard 2/Pz 87, koji je jedan od nekoliko oklopnih borbenih vozila planiranih za uključivanje u mrežu po programu FIS Heer, koji bi trebalo da se uvede u upotrebu 2008. godine.

M. K.



* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, maj 2005.



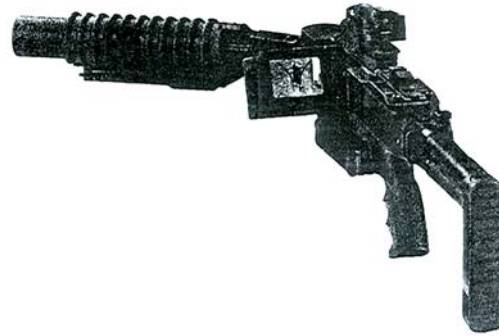
Čl. 14



Čl. 15



Čl. 17



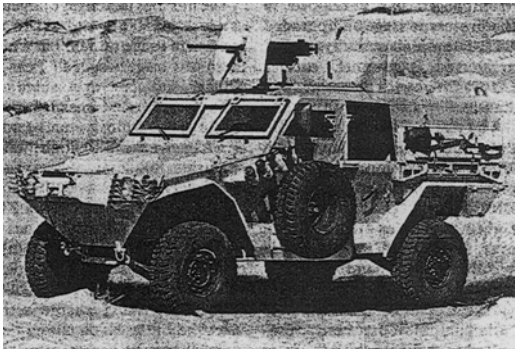
Čl. 21



Čl. 26



Čl. 29



Čl. 31



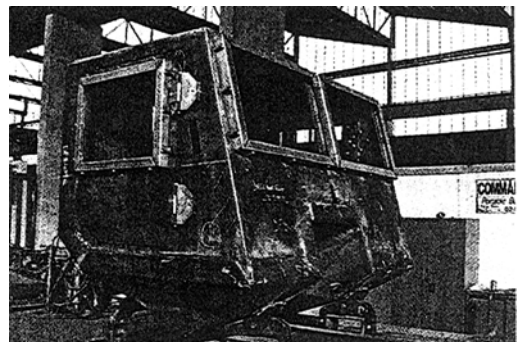
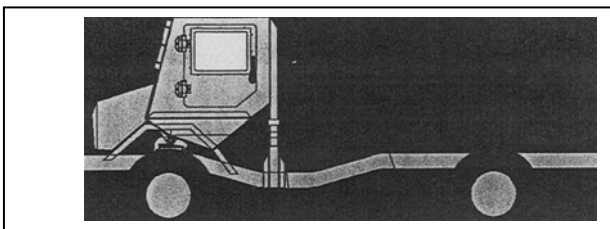
Čl. 32



Čl. 33



Čl. 37



Čl. 40

Uputstvo saradnicima

„Vojnotehnički glasnik“ je stručni i naučni časopis Vojske Srbije i Crne Gore, koji objavljuje: originalne naučne radove, prethodna saopštenja, pregledne radove i stručne radove, prikaze naučno-stručnih skupova kao i tehničke informacije o savremenim sistemima naoružanja i savremenim vojnim tehnologijama.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata jedinstvenu intervidovsku tehničku podršku Vojske na principu logističke systemske podrške, oblasti osnovnih, primenjenih i razvojnih istraživanja, kao i proizvodnju i upotrebu sredstava NVO, i ostala teorijska i praktična dostignuća koja doprinose usavršavanju pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije i Crne Gore.

Članak se dostavlja Redakciji u dva primerka, a treba obavezno da sadrži: prpratno pismo sa kratkim sadržajem članka, spisak grafičkih priloga, spisak literature i podatke o autoru.

U prpratnom pismu treba istaći o kojoj vrsti članka se radi, koji su grafički priloz originalni, a koji pozajmljeni.

Članak treba da sadrži rezime (u najviše osam do deset redova), sa ključnim rečima na srpskom i engleskom jeziku, uvod, razradu i zaključak. Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica A4 sa dvostrukim proredom). Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, bez daktilografskih grešaka, bez skraćenica (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u Međunarodnom sistemu mernih jedinica – SI. Redosled obrazača (formula) označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Crteže treba raditi u pogodnoj računarskoj grafici. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane.

Spisak grafičkih priloga treba da sadrži naziv slike – crteža i nazive pozicija.

Literatura u tekstu navodi se u uglastim zagradama, a spisak korišćene literature sadrži neophodne bibliografske podatke prema redosledu citata u tekstu. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdavanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdavanja. Opširan pregled literature neće se prihvatiti.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima.

Podaci za autora sadrže: ime i prezime, čin, zvanje, adresu radne organizacije (VP), kućnu adresu, telefon na radnom mestu i kućni telefon, žiro račun banke, SO mesta stanovanja i JMB građana.

Rukopise slati na adresu: Redakcija časopisa „Vojnotehnički glasnik“, 11002 Beograd, Balkanska 53, VE-1.

REDAKCIJA

Tehničko uređenje
Zvezda Jovanović

Lektor
Dobriła Miletić, profesor

Korice
Milojko Milinković

Korektor
Bojana Uzelac

Cena: 220,00 dinara
Tiraž 900 primeraka

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije, broj 413-00-1201/2001-01 od 12. 09. 2001. godine, časopis „Vojno-tehnički glasnik“ je publikacija od posebnog interesa za nauku.

UDC: Centar za vojnonaučnu dokumentaciju i informacije (CVNDI)