

MINISTARSTVO ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

DIREKCIJA
ZA IZDAVAČKU I BIBLIOTEČKO-INFORMACIONU DELATNOST

DIREKTOR

Pukovnik
Milan Crnoglavac

VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD

Načelnik
Potpukovnik
mr *Aleksandar* Bukvić, dipl. inž.

GLAVNI UREDNIK REDAKCIJE VOJNIH ČASOPISA

Potpukovnik
Dragan Hajduković

ODGOVORNI UREDNIK VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

Potpukovnik
mr *Nebojša* Gaćeša, dipl. inž.
(tel.: 3006-023, vojni: 23-493)

UREĐIVAČKI ODBOR

Brigadni general dr *Danko* Jovanović, dipl. inž. (predsednik Odbora); general-major *Ljubomir* Samardžić, dipl. inž.; pukovnik dr *Miljko* Erić, dipl. inž. (zamenik predsednika Odbora); dr *Branko* Kovačević, dipl. inž.; dr *Slobodan* Jaramaz, dipl. inž.; dr *Lazar* Petrović, dipl. inž.; dr *Vasilije* Mišković, dipl. inž.; pukovnik dr *Ljubiša* Tančić, dipl. inž.; pukovnik dr *Branislav* Jakić, dipl. inž.; pukovnik dr *Jugoslav* Radulović, dipl. inž.; pukovnik dr *Zoran* Filipović, dipl. inž.; pukovnik dr *Dragoslav* Ugarak, dipl. inž.; pukovnik *Vojislav* Milinković, dipl. inž.; potpukovnik mr *Nebojša* Gaćeša, dipl. inž. (sekretar Odbora)

Sekretar redakcije
Zora Pavličević
(tel.: 3201-497, vojni: 23-497)

Adresa redakcije:
VOJNOTEHNIČKI GLASNIK – BEOGRAD,
Balkanska 53

www.dibid.mod.gov.rs

Pretplata tel.-fax: 3612-506, tekući račun: 840-19540845

Rukopisi se ne vraćaju.

Štampa: Vojna štamparija – Beograd, Resavska 40b

S A D R Ź A J

15. Septembar – dan tehničke službe Vojske Srbije	5
Vojnotehnički institut – šest decenija naučni oslonac odbrane	11
Dr <i>Vlado Đurković</i> , dipl. inž. Žiroskop osnovni merni element sistema upravljanja	15
Major mr <i>Saša Devetak</i> , dr <i>Dragan Đorđević</i> , dipl. inž. Analiza efikasnosti funkcionalnih radio-komunikacionih centara	38
Potporučnik <i>Mihael Bučko</i> , Komanda 126. centra VOJIN dr <i>Vladimir Vujičić</i> , dipl. inž. Ispitivanje mogućnosti primene poliamid-polietilenske folije za konzervaciju tehničkih sredstava	48
Major dr <i>Radovan Karkalić</i> , dipl. inž. dr <i>Radivoj Popović</i> , dipl. inž. dr <i>Sonja Radaković</i> Specifičnosti ispitivanja fizioloških podobnosti filtrosorpcione zaštite odeće u laboratorijskim uslovima	56
Potpukovnik dr <i>Miodrag Regodić</i> Važniji satelitski programi sistematskog snimanja zemlje	70
Potpukovnik mr <i>Stevan Radojčić</i> , dipl. inž. Postupak i formule za transformaciju koordinata između Gaus-Krigerove i svetske poprečne Merkatorove projekcije za teritoriju Srbije	89
Pukovnik mr <i>Obrad Čabarkapa</i> , dipl. inž. kapetan mr <i>Dalibor Petrović</i> , dipl. inž. Patentna zaštita poverljivih pronalazaka	96
Potpukovnik mr <i>Nebojša Gaćeša</i> , dipl. inž. Istorijski eksperiment simuliranja „Velikog praska“	111
Potpukovnik mr <i>Goran Šimić</i> , dipl. inž. YU INFO 2008 – Prikaz naučno-stručnog skupa	117
Pukovnik dr <i>Dragoljub Sekulović</i> , potpukovnik dr <i>Miodrag Regodić</i> Međunarodno savetovanje „Energetika 2008“ – Prikaz naučno-stručnog skupa	123
Major mr <i>Aleksandar Kari</i> , dipl. inž. Peti međunarodni simpozijum iz konstruisanja, oblikovanja i dizajna – KOD 2008 – Prikaz naučno-stručnog skupa	127
Dr Slavko Pokorni, dipl. inž. 11. Međunarodna konferencija ICDQM 2008 – Prikaz naučno-stručnog skupa.....	130

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

Bespilotna letelica Cormorant	134
Sistem za zaštitu velikih aviona MANTA DIRCM	135
Protivtenkovske vođene rakete za turski helikopter T-129	135
Turski sistem PVO sa ruskim raketama Igla	136
Elektromagnetni šinski top	138
Španija testira artiljerijska poboljšanja	139

15. SEPTEMBAR – DAN TEHNIČKE SLUŽBE VOJSKE SRBIJE

Dan tehničke službe Vojske Srbije ove godine prvi put je obeležen 15. septembra. Toga dana 1891. godine u barutani Obilićevo pored Kruševca započela je proizvodnja nitroceluloznog (bezdimnog) baruta, što je omogućilo da kragujevački Zavod do 1901. godine osvoji proizvodnju municije 7×57 mm za puške *mauser* M 1899.

Tokom 1908. godine linija za izradu pešadijske municije je obnovljena, pa je dnevni kapacitet dostigao cifru od 100.000 metaka M99. Na osnovu razvoja i osavremenjivanja vojne industrije, Srbija se ubrzano pripremala za trijumfalni izlazak na istorijsku scenu i pobeđe u Balkanskim ratovima i Prvom svetskom ratu.

Danas Tehnička služba predstavlja deo jednog složenog sistema, veoma značajnog za borbenu gotovost, a time i za sistem odbrane u celini. Ova delatnost je u sastavu Uprave za odbrambene tehnologije, koja je sa puno razloga formirana od pređašnja dva sektora, Sektora za vojno-privrednu delatnost (sa Upravom za istraživanje i razvoj, odeljenjem za standardizaciju, vojnom kontrolom kvaliteta i još nekim segmentima), sa jedne strane, odnosno Sektora za pozadinu (sa tehničkim upravama vidova i Vojnotehničkim institutom), sa druge strane. Tako su objedinjene i sve dosadašnje nadležnosti ova dva sektora.

Kada je tehnička služba u pitanju, Sektor za pozadinu bavio se tehničkim snabdevanjem i održavanjem, dok se Sektor za vojnoprivrednu delatnost bavio istraživanjem, razvojem, modernizacijom, proizvodnjom, kontrolom kvaliteta i standardizacijom.

Tehnička služba ima višestruku funkciju, realizaciju svega što je u neposrednoj vezi sa sredstvima naoružanja i vojne opreme, od njihovog projektovanja i nastajanja, preko eksploatacije i održavanja, do rashoda.

Nadležnosti Uprave za odbrambene tehnologije – tehničke službe su:

- planiranje i organizacija zadataka naučnoistraživačkog rada u domenu odbrambenih tehnologija,
- planiranje i organizacija zadataka razvojnih projekata sredstava NVO,
- planiranje i organizacija zadataka razvoja sistema tehničke podrške sredstava NVO,
- planiranje i organizacija proizvodnje sredstava NVO,
- planiranje i organizacija razvojnih kapaciteta za istraživanje, razvoj, proizvodnju i održavanje sredstava NVO,
- planiranje i organizacija proizvodnje rezervnih delova potrebnih za održavanje sredstava NVO,

- propisivanje normativnih regulativa i tehnoloških dokumentacija za održavanje sredstava NVO,
- praćenje i analiza stanja sredstava NVO,
- planiranje i organizacija vršenja generalnog remonta, revizije i kontrolnih pregleda sredstava NVO,
- planiranje i organizacija razvoja tehnologija za proizvodnju i održavanje sredstava NVO,
- planiranje i organizacija kontrole održavanja sredstava NVO,
- planiranje i organizacija menadžmenta kvaliteta sredstava NVO,
- planiranje i organizacija kapaciteta – resursa za ispitivanje i verifikaciju kvaliteta sredstava NVO,
- propisivanje normativne regulative i dokumenata sistema kvaliteta NVO,
- planiranje i organizacija sistema standardizacije, kodifikacije i metrologije sredstava NVO,
- planiranje i organizacija kapaciteta – resursa za sistem standardizacije, kodifikacije i metrologije sredstava NVO,
- propisivanje normativne regulative i dokumenata za sistem standardizacije, kodifikacije i metrologije sredstava NVO,
- donošenje odgovarajućih rešenja u skladu sa Odlukom o ovlašćenjima za raspolaganje novčanim sredstvima, nabavku pokretnih stvari i usluga i raspolaganje pokretnim stvarima na korišćenju u Ministarstvu odbrane i Vojski Srbije.

Vojnotehnička saradnja je veoma razvijena i temelji se na realizaciji principa saradnje sa svim zemljama i vojskama koje to žele uz obostrani interes. Ostvareni su dobri odnosi koji daju zajedničke projekte sa mnogim zemljama, od kojih treba istaći Alžir, Veliku Britaniju, Tursku, Slovačku i Rumuniju. Odnose uspostavlja Ministarstvo odbrane sa sličnim institucijama u svetu, kao i sa fabrikama odbrambene industrije i ostalim fabrikama u tim zemljama. Tako, na primer, fabrika Prvi partizan svoje proizvode izvozi na sve kontinente u svetu.

Za dalje proširenje vojnotehničke saradnje neophodno je dobijanje više NATO sertifikata, koji će omogućiti prodaju naših proizvoda u zemljama NATO alijanse. Mada, i danas se neka sredstva i proizvodi izvoze u pojedine države. Dobra saradnja razvija se i u oblasti metrologije sa Ministarstvom odbrane Bugarske, na poslediplomskim studijama školuju se studenti iz Alžira, a organizovani su i kursevi za pripadnike drugih armija. Poznato je da smo remontovali vazduhoplove u saradnji sa Ruskom Federacijom. U toku je modernizacija i nabavka borbenih oklopnih vozila, kao i traženje strateškog partnera za modernizaciju aviona G-4. Saradnja se proširuje i intenzivira svakog dana.

Pukovnik *Branimir Vujatović*, dipl. inž.
Uprava za odbrambene tehnologije

VOJNOTEHNIČKI INSTITUT – ŠEST DECENIJA NAUČNI OSOLONAC ODBRANE



Naredbom načelnika Generalštaba JA general-pukovnika Koče Popovića, od 3. novembra 1948. godine, formiran je Vojnotehnički institut Jugoslovenske armije. Bila je to jedna od vizionarskih odluka ondašnjeg najvišeg državnog i vojnog rukovodstva kao odgovor na totalnu političku, ekonomsku i vojnu blokadu naše zemlje izazvanu odlukom Informbiroa. Sličnih kriznih situacija u našoj savremenoj istoriji bilo je napretek, a pri tome se uvek postavljalo pitanje – kako što brže obezbediti adekvatno naoružanje i efikasno se suprotstaviti. Pitanje sopstvenog razvoja naoružanja je uvek aktuelno, a u središtu odgovora na njega, uvek se nalazio Vojnotehnički institut.

Danas je Vojnotehnički institut najveća vojna naučnoistraživačka ustanova sa tradicijom dugom šest decenija. Zapošljava skoro 600 lica, od kojih dvadesetak doktora nauka, sa najvišim naučnim i nastavnim zvanjima i oko 70 magistara nauka. Stručnjaci Vojnotehničkog instituta su, pored svojih obaveza u institutu, angažovani na izvođenju nastave na Vojnoj akademiji i na fakultetima. Kadrovska struktura instituta veoma je slična kadrovskoj strukturi savremenih vojnih instituta u razvijenim zapadnim zemljama.

Osnovni zadaci Vojnotehničkog instituta su:

- primenjena istraživanja u vojnim tehnologijama;
- razvoj novih sredstava naoružanja i vojne opreme (NVO) za potrebe Vojske Srbije;
- konverzija, modernizacija i modifikacija postojećih sredstava i sistema NVO za potrebe Vojske Srbije;
- pružanje stručne pomoći domaćim preduzećima odbrambene industrije;

- pružanje usluga civilnom sektoru na tržišnim principima;
- učešće u realizaciji naučno-tehničkih projekata za potrebe ino partnera, na tržišnim principima.

Vojnotehnički institut raspolaže sa 28 većih laboratorija, od kojih su neke od međunarodnog karaktera i jedinstvene su na području zapadnog Balkana, pa predstavljaju resurs od nacionalnog značaja. Institut poseduje najbogatiju biblioteku na Balkanu kada je reč o vojnotehničkoj literaturi. Najveća vrednost instituta je znanje koje je akumulirano šest decenija, a sadržano je u tehničkoj projektnoj dokumentaciji za skoro 1300 sredstava NVO. Preko 90% proizvoda naše odbrambene industrije isprojektovano je i razvijeno u Vojnotehničkom institutu, a od toga se više od 50% nalazi u operativnoj upotrebi Vojske Srbije. Najznačajnija sredstva NVO koja su razvijena u institutu su:

- savremeni tenk sa sistemom za upravljanje vatrom,
- oklopni transporter,
- borbeno vozilo pešadije,
- sredstva za protivoklopnu borbu na malim, srednjim i velikim rastojanjima (klasična i raketna),
 - sistemi za protivvazduhoplovnu odbranu (klasični i raketni),
 - samohodni višecrevni lanseri raketa,
 - školski i borbeni avioni i vazduhoplovna oprema,
 - nevođene vazduhoplovne rakete,
 - mornaričke mine,
 - sredstva za komandovanje i vezu,
 - sredstva za inženjersko obezbeđenje,
 - sredstva za hemijsku i nuklearnu zaštitu,
 - trenažna i nastavna sredstva i dr.

Istraživanjem i razvojem novih sredstava naoružanja osvojena je proizvodnja niza savremenih materijala i tehnologija od šireg značaja. Pri tome je uspostavljena plodna saradnja sa institutima i fakultetima iz zemlje i inostranstva.

Za podršku zadacima istraživanja i razvoja sredstava NVO, Vojnotehnički institut koristi sopstveni naučnoistraživački i informacioni sistem. U institutu se izdaje naučno-stručni časopis „Scientific Technical Review“ na engleskom jeziku, sa izvodima na srpskom, francuskom i ruskom. Takođe, Vojnotehnički institut je izdavač stručnih publikacija „Naučno-tehničke informacije“ i „Podaci o naoružanju“.

Stručni, naučni, edukacioni, tehnološki i organizacijski napredak Vojnotehničkog instituta odvijao se prema najvišim domaćim i međunarodnim standardima. Vojnotehnički institut u svakodnevnom radu primenjuje principe sistema menadžmenta kvalitetom SRPS ISO 9001:2001 i SRPS ISO/IEC 17025:2006, o čemu poseduje sertifikat.

Ove godine u institutu započinje posleddiplomsko školovanje pripadnika alžirske armije, iz 12 oblasti vojne tehnologije.

Na osnovu raspoloživih kadrovskih i istraživačko-razvojnih kapaciteta kojima raspolaže, bogate tradicije i znanja akumuliranog tokom proteklih šest decenija i realizovanih referenci, može se reći da Vojnotehnički institut predstavlja pouzdan naučni oslonac naše odbrambene industrije i kreativni zamajac efikasnosti našeg naoružanja i vojne opreme.

Povodom jubileja, 17. oktobra 2008. godine, u Centranlom domu Vojske u Beogradu održana je i promocija monografije Vojnotehničkog instituta. Monografiju je na početku predstavio direktor VTI, pukovnik dr Mladen Pantić. Monografija je sastavljena od dva dela: štampanog i elektronskog. Štampani materijal čine tri knjige: prva knjiga opisuje laboratorije VTI, druga se odnosi na delatnosti VTI, a treća daje istorijski osvrt na VTI. Prva i druga knjiga su štampane dvojezično, na srpskom i engleskom jeziku. Verzije na engleskom jeziku namenjene su stranim korisnicima – delegacijama koje dolaze u posete VTI, ali i kao promotivni materijal koji naši stručnjaci nose u inostranstvo. Elektronski deo čini spisak i opis svih sredstava koja su razvijena u VTI, kao i film o institutu, koji je, pored srpskog, realizovan i na engleskom, ruskom, francuskom i arapskom jeziku.

Zatim se publici obratio urednik monografije pukovnik dr Dušan Rajić, najpre se zahvalivši kooperantima u ovom projektu – Vojnoj štampariji i Zastava filmu. Pukovnik Rajić je istakao da je „pisanje monografije vid odavanja zahvalnosti i počasti svim inženjerima i tehničarima koji su šezdesetih godina radili u VTI“.

Dr Miodrag Kobilarov je govorio o „zlatnom“ periodu VTI, od početka 60-tih do kraja 80-tih godina. Istakao je realizaciju značajnih projekata po kojima se i danas prepoznaje VTI: avione *orao* i *galeb*, višecevne bacače raketa *plamen*, *oganj* i *orkan*, protivoklopne lansere *zolja*, *osa*, *stršljen* i *bumbar*, sisteme nevođenih raketa *luna* i *grom*, kao i brojna oklopna borbeni sredstva i sredstva za PVO. Veći broj tih sredstava izvezen je u mnoge zemlje, a posebno su razvijani i projekti za inostrane partnere, koji su predstavljali sintezu svih naučnih i istraživačkih napora VTI. Uspeh projekata VTI ostvaren je i zahvaljujući pomoći države, u finansijskom, kadrovskom i materijalnom smislu.

Pukovnik Pantić istakao je izvanrednu saradnju VTI sa magazinom *Obrana* i najavio specijalni dodatak u novom broju – stručni tekst o VTI.

U drugom delu svečanosti premijerno je prikazan film „Naukom do odbrambenih tehnologija“, u kojem se govori o rezultatima rada VTI i ukazano na dalji trend razvoja odbrambenih tehnologija. Snimljen je u produkciji *Zastave filma*, na čijem je čelu direktor pukovnik Dimitrije Misirlić. Film prikazuje dostignuća VTI u realizaciji projekata mlaznih i klipnih školskih i borbenih aviona, bespilotnih letelica, avionskih i raketnih motora, borbenih i terenskih vozila, projekata iz oblasti klasičnog naoružanja, razvoja složenih sistema za vatrenu podršku, pešadijsku i protivoklopnu

borbu, PVO, kao i niz eksplozivnih i diverzantskih sredstava, sredstava veze i goniometrisanja, inženjerskih sredstava i sredstava NHB zaštite, kao i raznih mornaričkih sistema (posebno mina). Predstavljena je i biblioteka VTI sa najvećim brojem stručnih naslova u zemlji, zatim visokoskolski kadar, kao i izdavačka delatnost (VTI izdaje časopis „Scientific Technical Review“ koji se distribuira u svetu).

U ime prisutnih skupu se obratio dr Spasoje Mučibabić, kao saradnik i korisnik dostignuća VTI.

Na kraju svečanosti pukovnik Pantić je uručio monografije zaslužnim pojedincima: brigadnom generalu dr Danku Jovanoviću, brigadnom generalu dr Mitru Kovaču, brigadnom generalu Draganu Avriću, Svetku Kovaču, pukovniku dr Dragutinu Jovanoviću, pukovniku Dimitriju Misirliću, potpukovniku Slavoljubu Markoviću, akademiku dr Katici Stefanović-Hedrih, dr Milanu Šunjevriću, dr Miodragu Kobilarovu, dr Spasoju Mučibabiću, dr Veliboru Jovanoviću, dr Desimiru Bogdanoviću i Tomislavu Bjelogriću.

Načelnik Uprave za odbrambene tehnologije Sektora za materijalne resurse MO, brigadni general dr Danko Jovanović, u završnoj reči je apelovao na potrebu sistematskog školovanja kadra i stalnog upućivanja na usavršavanje i istakao značaj kontinuiteta u baznoj nauci i upravljanju znanjem. Takođe, predložio je da biblioteka VTI, bude dostupna širem krugu čitalaca.

Godišnjica VTI obeležena je i drugim značajnim manifestacijama. Tako je 30. oktobra 2008. godine u Domu garde u Topčideru održana svečana akademija, na kojoj su prisustvovali i najviši državni i vojni rukovodioci: potpredsednik Vlade Republike Srbije Ivica Dačić, ministar odbrane Republike Srbije Dragan Šutanovac i načelnik Generalštaba Vojске Srbije general-potpukovnik Zdravko Ponoš. Svečanoj akademiji prisustvovala su i brojne zvanice iz zemlje i inostranstva, te strani vojni predstavnici u našoj zemlji. Tom prilikom je direktor VTI pukovnik dr Mladen Pantić uručio ministru Draganu Šutanovcu najviše priznanje VTI – Plaketu Arhimed. Ministar Šutanovac se u prigodnom govoru zahvalio na priznanju i istakao da će država dati punu podršku razvoju i napretku u oblastima odbrambenih tehnologija i zaključio da se, na osnovu bogatog iskustva iz sedamdesetih i osamdesetih godina i u praksi sprovedenih i dokazanih projekata VTI, može graditi i uspešna budućnost, prilagođavanjem novim svetskim okolnostima i tendencijama u nauci i tehnici.

Pukovnik dr *Dušan* Rajić, dipl. inž., VTI,
potpukovnik mr *Nebojša* Gaćeša, dipl. inž.,
Uprava za školstvo

ŽIROSKOP – OSNOVNI MERNI ELEMENT SISTEMA UPRAVLJANJA

Dr Vlado Đurković, Vojna akademija

Rezime:

Osnovni merni elementi u sistemu upravljanja projektila su žiroskopi, visinomeri i prenosnici. Žiroskopi su uređaji koji otkrivaju odstupanje projektila od željenih uslova leta i smatraju se osnovnim mernim elementom u raketnom sistemu upravljanja. Visinomeri i prenosnici koriste se u sekundarnim ili pomoćnim servospregama kontrolnog sistema upravljanja.

Cilj rada jeste upoznavanje sa osnovnim principima na kojima počiva upotreba žiroskopa, kao i analiziranje žiroskopskih efekata. Takođe, razmatra se i krutost žiroskopa i žiroskopska precesija.

Ključne reči: žiroskop, merni elementi, sistem upravljanja, žiroskopski efekti.

GYROSKOP BASED MEASURING ELEMENTS SYSTEM DRIVE

Summary:

This paper focuses on some aspects of development and modernization of contemporary multirole combat aircraft. In compliance with a large number of innovations developed in every generation of multirole combat aircraft as well as comprehensive modernization of existing types, the main essential and interactive aspects are emphasized here.

Key words: Multirole combat aircraft, construction, performance, avionics, power group, fire power.

Razvoj žiroskopa

Prvi žiroskop (grčka reč gyros znači gledati, a reč skopein obrtanje – rotacija) izradio je francuski naučnik Foucault 1852. godine. Predstavlja jedan od najvažnijih inercijalnih senzora koji meri uglovnu brzinu ili male uglovne pomeraje oko referentne ose. Kada meri uglovnu brzinu zove se brzinski žiroskop (rate gyroscope), a kada meri male uglovne pomeraje (zaokrete) – integrirajući žiroskop (rate integrating gyroscope). U engleskoj literaturi umesto reči gyroscope koristi se kraća reč gyro.

Senzori su uređaji ili elementi koji imaju sposobnost da otkriju ili izmere neki parametar ili veličinu koja karakteriše let rakete [9]. Služe za merenje određenih parametara leta rakete i davanje dopunskih upravljačkih signala autopilotu.

Svaki senzor sastoji se od dva osnovna dela: *merača i davača*. Merač meri vrednost parametara ili veličine, a davač izmerenu vrednost merača pretvara u oblik signala informacije pogodnom za korišćenje u autopilotu.

Senzori koji se koriste kao elementi autopilota vođenih raketa mogu se svrstati u dve grupe:

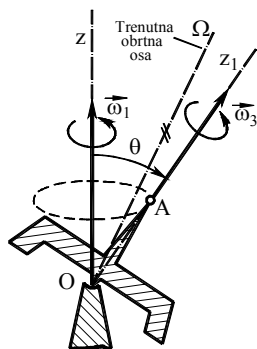
- senzori za merenje parametara linearnog kretanja centra mase rakete, kao što su: akcelerometri linearnog ubrzanja, brzinomeri, visinomeri, termometri i dr.;

- senzori za merenje ugaonog kretanja rakete oko centra mase, u koje spadaju: merači uglova propinjanja, skretanja i valjanja, merači ugaonih brzina, merači ugaonih ubrzanja i dr.

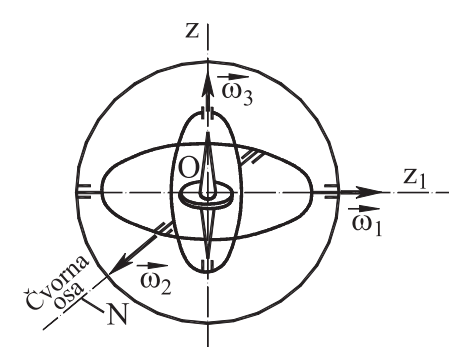
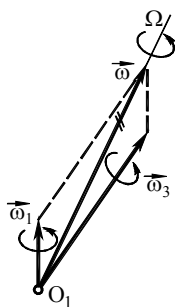
Kao senzori autopilota najčešće se primenjuju *žiroskopi i akcelerometri*.

Opšte karakteristike žiroskopa

Pod žiroskopom se podrazumeva svako kruto telo koje relativno brzo rotira oko svoje ose materijalne simetrije, pri čemu ta osa ima jednu nepomičnu tačku i menja pravac u prostoru (čigra, sl. 1). Ugaona brzina okretanja tela mnogo puta je veća od ugaone brzine kojom se okreće osa tela. Prema tome, žiroskop u opštem slučaju vrši sferno kretanje [3, 4, 5].



Slika 1 – Žiroskop



Slika 2 – Žiroskop u kardanovom ramu

Drugi primer je žiroskop u kardanovom ramu (sl. 2). Kod njega teški disk, pored sopstvene rotacije ugaonom brzinom $\omega_3 = \dot{\varphi}$, oko ose Oz , ima i precesiono kretanje oko ose Oz_1 , ugaonom brzinom $\omega_1 = \dot{\psi}$, kao i nutaciono

kretanje ugaonom brzinom $\omega_2 = \dot{\theta}$, oko čvorne ose ON. Tako disk može da vrši tri međusobno nezavisne rotacije oko osa koje se presecaju u centru mase O, koji ostaje stalno nepokretan.

Spreči li se obrtanje diska, npr. oko ose Oz_1 , od žiroskopa sa tri stepena slobode kretanja dolazi se do žiroskopa sa dva stepena slobode.

Slučaj sfernog kretanja tela može se tačno proučiti primenom zakona o promeni momenta količine kretanja. Međutim, korišćenjem tog zakona dolazi se do diferencijalnih jednačina kretanja, koje se u veoma malom i ograničenom broju slučajeva mogu rešiti u jednom zatvorenom obliku.

Zbog svega toga biće korišćena tzv. približna teorija žiroskopskih pojava, koja daje dovoljno tačne rezultate za većinu problema koji se javljaju u praksi.

Moment količine kretanja za tačku O (sl.3a, [3,4,5]) jeste:

$$\vec{L}_O = \overline{OA}, \quad \vec{L}_O = J_z \vec{\omega} \quad (1)$$

Pretpostavka je da žiroskop vrši složeno kretanje. U slučaju da je ugaona brzina nutacije $\vec{\omega}_2 \approx 0$, a ugaona brzina sopstvene rotacije $\vec{\omega}_3$ mnogo veća od ugaone brzine precesije $\vec{\omega}_1$, tada je (sl. 3b):

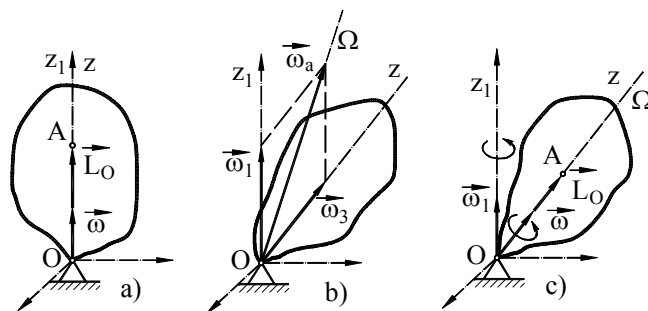
$$\vec{\omega}_3 \gg \vec{\omega}_1 \quad (2)$$

$$\vec{\omega}_a = \vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2 + \vec{\omega}_3 = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_3, \quad (3)$$

$$\vec{\omega} \approx \vec{\omega}_3 \quad (4)$$

Na osnovu prethodnih izraza moment količine kretanja (sl. 3c) jeste:

$$\vec{L}_z \approx J_z \vec{\omega} \quad (5)$$



Slika 3 – Telo pri sfernom kretanju

Izrazi (4) i (5) praktično predstavljaju i osnovu približne teorije žiroskopa (sl. 3c), koja se može iskazati na sledeći način: ako se žiroskop veoma brzo obrće oko svoje ose, tada je moment količine kretanja žiroskopa definisan izrazom (5) i usmeren uzduž ose materijalne simetrije žiroskopa.

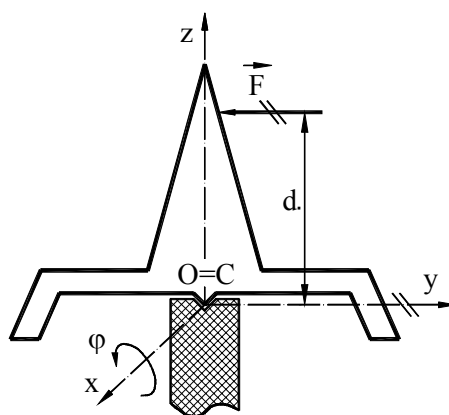
Svojstva žiroskopa poseduju nebeska tela, artiljerijski projektili, rotori turbina, različite instalacije na brodovima, elise aviona, itd.

U savremenoj tehnici žiroskop jeste osnovni element moćnih žiroskopskih uređaja ili pribora, koji se koriste za automatsko upravljanje kretanja aviona, projektila, brodova, torpeda, i slično. Koriste se u navigaciji za stabiliziranje kretanja brodova po uzburkanom moru, za promenu ugona i translacionih brzina projektila, a i u mnoge druge specijalne svrhe.

Brojni su uređaji koji su primenjeni u vojne svrhe, čija konstrukcija počiva na principima žiroskopa [2, 6, 9, 10]. Tehničke primene žiroskopa u današnje vreme toliko su mnogostruke i raznovrsne da je nastala potreba da se iz opšte teorije žiroskopa izdvoji posebna disciplina, koja se naziva „primenjena teorija žiroskopa“.

Karakteristike žiroskopa sa tri stepena slobode kretanja

Žiroskop sa tri stepena slobode kretanja (sl. 4) ima veoma važnu karakteristiku – protivi se promeni pravca svoje ose u prostoru [3, 4, 5]. Da bi se ona proučila biće opisan jedan tzv. *astatički žiroskop*, tj. žiroskop čije se težište poklapa sa nepomičnom tačkom (sl. 1, 4, 5).



Slika 4 – Žiroskop koji ne rotira pod dejstvom sile

Ako žiroskop ne rotira oko svoje ose, i ako na njega deluje sila (sl. 4), tada je:

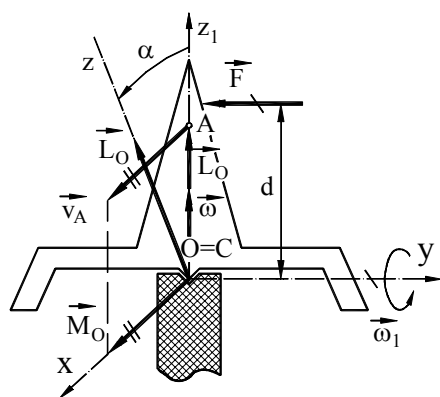
$$J_x \left(d^2 \varphi / dt^2 \right) = F \cdot d \quad (6)$$

$$J_x \omega = F \cdot d \cdot t + J_x \omega_0 \Rightarrow \varphi = \frac{F \cdot d}{2J_x} \cdot t^2 + \omega_0 t + \varphi_0 \quad (7)$$

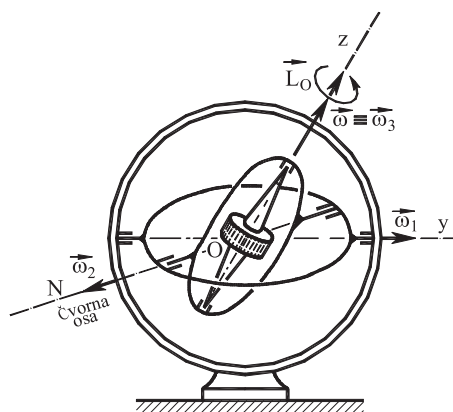
Vidi se da će u ovom slučaju, pri konstantnoj sili, žiroskop vršiti ravnomerno ubrzanu rotaciju oko ose koja je upravna na ravan dejstva sile.

Kada prestane da deluje sila, žiroskop će imati neku ugaonu brzinu i dalje će nastaviti da se kreće tom brzinom oko ose Ox .

$$\omega_{\phi 1} = \frac{F \cdot d}{J_x} \cdot t_1 \quad (8)$$



Slika 5 – Žiroskop sa tri stepena slobode kretanja koji brzo rotira pod dejstvom sile



Slika 6 – Žiroskop sa tri stepena slobode kretanja

Razmatra se dejstvo sile na isti ovakav žiroskop, ali koji se veoma brzo okreće oko svoje ose materijalne simetrije ugaonom brzinom $\vec{\omega}$ (sl. 5). Tada je:

$$\vec{L}_z = J_z \vec{\omega} \quad (9)$$

Primenjujući zakon o promeni momenta količine kretanja dobija se da je:

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \vec{M}_O^{\vec{F}_R^s} \quad (10)$$

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \frac{d\vec{OA}}{dt} = \vec{v}_A \quad (11)$$

gde je $\vec{v}_A$ brzina vrha vektora $\vec{L}_O$. Upoređujući (10) i (11) vidi se da je:

$$\vec{v}_A = \vec{M}_O^{\vec{F}_R^s} \quad (12)$$

Može se zaključiti da se pod dejstvom sile $\vec{F}$ tačka A, pa prema tome i osa Oz , ne kreće u ravni yOz , nego u ravni xOz , što znači da se osa ovog žiroskopa, pod dejstvom sile, pomera u ravni koja je normalna na ravan dejstva sile.

Onog trenutka kada prestane da deluje sila, spoljašnji moment će postati jednak nuli, a time i brzina tačke A. To znači da će tog trenutka prestati da se kreće (ostaće u tom položaju) i osa žiroskopa.

Osa žiroskopa se obrće oko ose y ugaonom brzinom ω_1 , pri čemu je:

$$v_A = \overline{OA} \cdot \omega_1 = F \cdot d \quad (13)$$

$$\omega_1 = F \cdot d / \overline{OA} \quad (14)$$

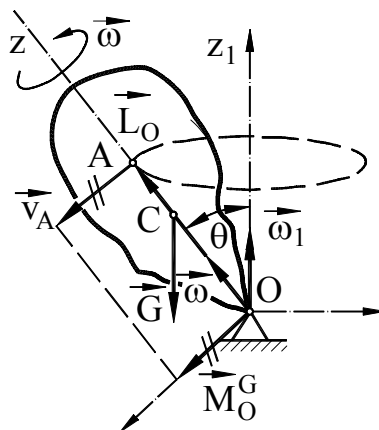
$$\omega_1 = \frac{F \cdot d}{J_z \omega} \quad (15)$$

Ovim izrazom (15) definisana je *ugaona brzina precesije*, tj. ona ugaona brzina kojom osa žiroskopa rotira oko ose koja je paralelna dejstvu sile.

Regularna precesija

Ako se pretpostavi da žiroskop nije uravnotežen, odnosno da se centar inercije žiroskopa ne poklapa sa nepomičnom tačkom (sl. 7), kao i da osa simetrije zaklapa sa stalnom osom z_1 ugao θ i da se žiroskop brzo obrće oko ose simetrije [3,4,5], na osnovu zakona o promeni momenta količine kretanja sledi da je brzina vrha (A) vektora $\vec{L}_O$:

$$\vec{v}_A = \frac{d\vec{L}_O}{dt} = \vec{M}_O^{\vec{F}_R} = \vec{OC} \times \vec{G}$$



Slika 7 – Neuravnoteženi žiroskop koji rotira pod dejstvom sile teže

Sledi da će se sopstvena osa obrtati oko stalne ose z_1 nekom ugaonom brzinom $\vec{\omega}_1$. Prema tome, a na osnovu sl. 7, biće:

$$\left| \vec{M}_O^{\vec{F}_R^s} \right| = G \cdot \overline{OC} \cdot \sin \theta \quad (16)$$

$$\left| \frac{d\vec{L}_O}{dt} \right| = |\vec{v}_A| = \omega_1 L_O \sin \theta \quad (17)$$

Iz (16) i (17) sledi da je ugaona brzina rotacije ose simetrije oko stalne ose z_1 pod delovanjem sile teže na neuravnoteženi žiroskop, koji se brzo obrće, tj. ugaona brzina regularne precesije:

$$\omega_1 = \frac{G \cdot \overline{OC}}{L_O} \Rightarrow \omega_1 = \frac{G \cdot \overline{OC}}{J_z \omega} \quad (18)$$

Žiroskop sa dva stepena slobode, žiroskopski moment

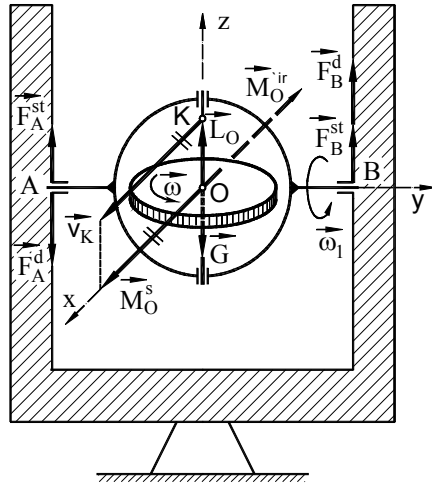
Žiroskop sa dva stepena može da se obrće u ramu, sopstvenom ugaonom brzinom $\vec{\omega}$, a ram može da se obrće u ležištim A i B, ugaonom brzinom $\vec{\omega}_1$, kao što je prikazano na sl. 8.

Primenjujući na žiroskop sa dva stepena slobode (znajući da je $\vec{\omega} \gg \vec{\omega}_1$), zakon o promeni momenta količine kretanja: $\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \vec{M}_O^{\vec{F}_R^s}$, te uzimajući u obzir da je $\vec{L}_O = J_z \vec{\omega}$, može se pisati:

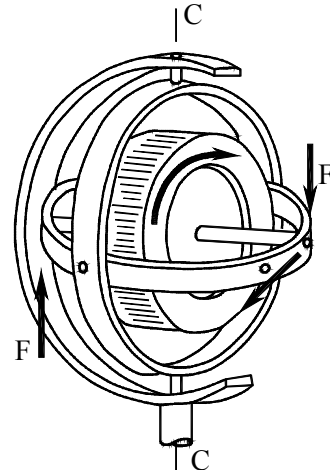
$$\left| \frac{d\vec{L}_O}{dt} \right| = |\vec{v}_K| = L_O \omega_1 = J_z \omega \cdot \omega_1 = \left| \vec{M}_O^{\vec{F}_R^s} \right| = \left| \vec{M}_O^{\vec{S}} \right|$$

$$\sum_{i=1}^n \vec{M}_O^{\vec{F}_i^s} = \vec{M}_O^{\vec{F}_R^s} = \vec{M}_O^{\vec{G}} + \vec{M}_O^{\vec{F}_A^s} + \vec{M}_O^{\vec{F}_B^s} + \vec{M}_O^{\vec{F}_A^d} + \vec{M}_O^{\vec{F}_B^d} \quad (19)$$

U poslednjem izrazu sila težine G i statičke reakcije ne čine moment za tu tačku.



Slika 8 – Neuravnoteženi žiroskop koji rotira pod dejstvom sile teže



Slika 9 – Žiroskopski moment (precesiranje)

Iz zakona o kretanju centra inercije: $m\vec{a}_C = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i^s = \vec{F}_R^s = 0$,

$$\vec{G} + \vec{F}_A^{st} + \vec{F}_B^{st} + \vec{F}_A^d + \vec{F}_B^d = 0,$$

što govori da se u osloncima A i B javljaju dodatne dinamičke reakcije. Takođe, iz poslednjeg izraza sledi da sile $\vec{F}_A^d$ i $\vec{F}_B^d$ čine spreg sila, tj. sledi da je:

$$\vec{F}_A^d = -\vec{F}_B^d,$$

dok je glavni moment sila jednak:

$$|\vec{M}_O^{\vec{F}_R^s}| = F_A^d \cdot \overline{AO} + F_B^d \cdot \overline{BO} = F_A^d \cdot \overline{AB} = F_B^d \cdot \overline{AB} \quad (20)$$

$$F_A^d = F_B^d = \frac{J_z \omega \omega_1}{AB} \quad (21)$$

Ukupne reakcije u tačkama A i B osovine žiroskopa određuju se vektorskim zbirom statičkih i dinamičkih reakcija ležišta A i B, odnosno:

$$F_{A_{\min}} = F_{B_{\min}} = \left| F_A^d - \frac{mg}{2} \right| = \left| F_A^{st} - F_A^d \right| = \left| \frac{G}{2} - \frac{J_z \omega \omega_1}{AB} \right| \quad (22)$$

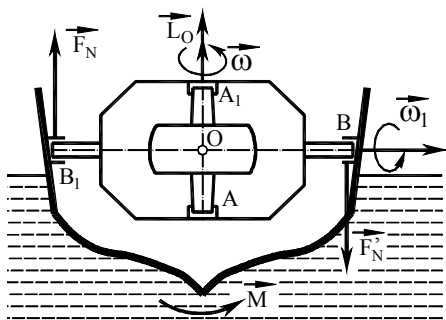
$$F_{A_{\max}} = F_{B_{\max}} = \left| F_A^d + \frac{mg}{2} \right| = \left| F_A^{st} + F_A^d \right| = \left| \frac{G}{2} + \frac{J_z \omega \omega_1}{AB} \right| \quad (23)$$

Na osnovu zakona akcije i reakcije [3,5] žiroskop deluje na ležišta A i B silama $\vec{F}_A^{\text{ir.}}$ i $\vec{F}_B^{\text{ir.}}$ koje su istog pravca i intenziteta (sl. 8), a suprotnog smera od dinamičkih reakcija $\vec{F}_A^d$ i $\vec{F}_B^d$, pa i te sile obrazuju spreg koji se naziva žiroskopski spreg sila, a moment tog sprega $\vec{M}_O^{\text{ir.}}$ jednak je po intenzitetu i pravcu momentu $\vec{M}_O^{\vec{F}_R^s}$ samo je suprotnog smera od njega, odnosno:

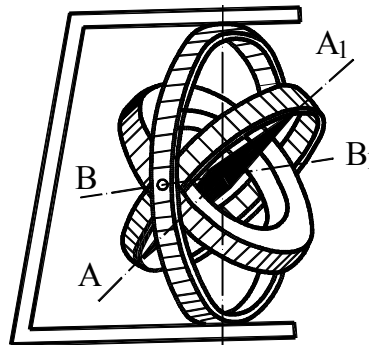
$$\vec{M}^{\text{ir.}} = -\vec{M}_O^{\vec{F}_R^s} \quad (24)$$

i naziva se *žiroskopski moment*. Nastajanje žiroskopskog momenta naziva se *žiroskopski efekt*. Žiroskopski moment, odnosno žiroskopski efekt javlja se uvek kada se menja pravac obrtne ose žiroskopa i ako se ta promena brže vrši (veće $\dot{\omega}_1$) žiroskopski pritisci u ležištima tada mogu višestruko da nadmaše vrednost statičkih pritisaka i zbog toga se uticaj žiroskopskih pritisaka mora uzeti u obzir prilikom proračuna ležišta.

Ukoliko bi na žiroskop sa dva stepena slobode delovala sila paralelna osi x, tada on (odnosno njegova osa rotacije) ne bi imao rotaciju oko ose x, što bi se desilo kod žiroskopa sa tri stepena slobode. Ta rotacija ne bi postojala za žiroskop sa tri stepena slobode, zbog postojanja ležišta A i B. Prema tome, žiroskop sa dva stepena slobode nema karakteristiku da se pri delovanju neke sile suprotstavlja promeni pravca ose rotacije, nema osobinu protivdejstva, već se usled promene njenog pravca javlja žiroskopski efekt.



Slika 10 – Primer žiroskopskog stabilizatora direktnog dejstva na ljuljanje broda



Slika 11 – Primer žiroskopa sa dva stepena u stabilizaciji vozila

Zbog svojih osobina žiroskopi se koriste u tehnici na onim mestima [7] gde treba obezbediti stabilnost nekog kretanja (sl. 10, 11). Na primer, šinsko vozilo (žiroskop sa dva stepena slobode, sl. 11), sa stalnom ugaonom brzinom sopstvene rotacije $\vec{\omega}_3 \approx \vec{\omega}$, oko ose AA_1 . U slučaju da se vagon nagne

ulevo, dovoljno je ramu saopštiti ugaonu brzinu $\vec{\omega}_1$ oko ose BB_1 , pa će se usled preseccionog kretanja pojaviti žiroskopski moment, koji vraća vozilo u ravnotežni položaj. Isto je i kada bi se vozilo nagnulo na drugu stranu, samo bi ugaona brzina prinudne precesije $\vec{\omega}_1$ trebalo da ima suprotan smer [4]. Danas postoje raznovrsni uređaji za automatsko obrtanje rama.

Krutost žiroskopa

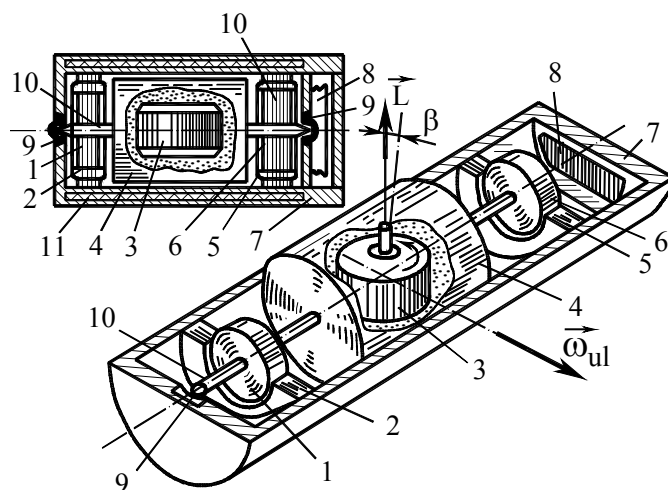
Krutost ili žiroskopska inercija je svojstvo žiroskopa da se odupre ma kojoj sili koja nastoji da mu otkloni rotor iz ravni rotacije [8, 9]. Na krutost (inerciju) žiroskopa utiču sledeći faktori: masa rotora, momenat inercije i broj obrtaja rotora.

Krutost žiroskopa može se povećati povećanjem mase rotora, rasporedom mase više prema spoljnoj ivici rotora i povećanjem broja obrtaja. Povećanjem mase rotora povećava se i težina, što je nepovoljno, a povećanje broja obrtaja ima svoju granicu i zavisi od izdržljivosti (veka) ležaja.

Krutost žiroskopa izražava se preko momenta količine kretanja (L) rotora:

$$L = J \cdot \omega \quad (25)$$

gde je: J – moment inercije rotora žiroskopa; ω – ugaona brzina rotora žiroskopa.

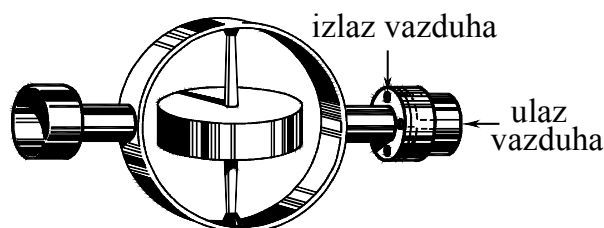


Slika 12 – Plivajući žiroskop

- 1 – rotor davača momenta; 2 – stator davača momenta; 3 – žiromotor;
4 – plovak; 5 – stator davača signala; 6 – rotor davača signala; 7 – telo;
8 – kompenzator; 9 – ležaj; 10 – osovina plovka; 11 – spirala grejača

Da bi se povećao broj obrtaja rotora, odnosno smanjilo opterećenje ležaja, primenjuju se tzv. *plivajući žiroskopi* (sl. 12). Kod ovih žiroskopa rotor je smešten u hermetički zatvorenu kutiju, koja je ispunjena tečnošću, pri čemu je tečnost iste gustine kao i plovak, tako da praktično nema sile trenja. Međutim, i ovi žiroskopi imaju svoje nedostatke. U toku rada zagreva se tečnost (menja se gustina), pa se narušava potpuno vešanje plovka i pojavljuje se pritisak na ležajima. Da bi se to sprečilo ugrađuju se uređaji za regulaciju temperature, što je složeno i dalje povećava masu.

Pored plivajućih žiroskopa u primeni su žiroskopi sa vazdušnim vešanjem (ležajima) [1, 2]. Kod ovih žiroskopa se umesto tečnosti primenjuje vazduh pod pritiskom, koji stvara vazdušni jastuk između osovine rotora i ležajeva i tako smanjuje trenje. Zahvaljujući primeni ove vrste ležaja trenje se svodi na jedan toliko zanemarljiv stepen da se može smatrati komponentom nulte veličine. Vazdušni ležaji rade na istom principu kao vakuumski uređaji za čišćenje u kojima jedna velika gumena lopta lebdi na koničnoj vazdušnoj struji. Osnovni princip žiroskopa sa vazdušnim ležajima prikazan je na sl. 13.



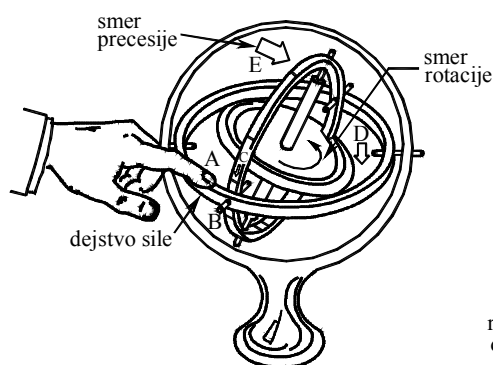
Slika 13 – Žiroskop sa vazdušnim ležajima

Iako dosta usavršeni, vazdušni ležaji dali su jedan neželjeni autorotacioni ili turbinski momenat prouzrokovan nesimetrijom vazdušnog toka i Fukoovim strujama. Usavršavanje konstrukcije ležaja bez sumnje će eliminisati ove nedostatke. Početni uspesi u ovom pravcu pokazali su da su u žirostabilizaciji moguća stotruka poboljšanja.

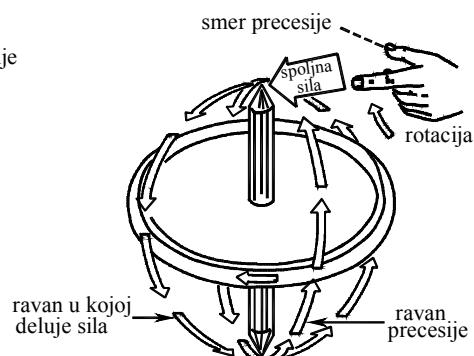
Žiroskopska precesija

Važna karakteristika žiroskopa jeste žiroskopska precesija, a postoje dve vrste: stvarna (pobuđena) i prividna žiroskopska precesija.

Stvarna precesija. Stvarna žiroskopska precesija (sl. 5) omogućava da rotor bude pomeren ne u pravcu sile koja na njega deluje, nego za 90° od pravca sile, i to u pravcu obrtanja rotora [2]. Ako jedna sila deluje u tački A, i to nadole, ona je preneti kroz stožer B na ram C, takođe kao sila koja deluje nadole. Ova sila kreće se 90° u pravcu rotacije i prouzrokuje kretanje tačke D nadole, uz istovremeno kretanje (precesiju) tačke E (sl. 14).

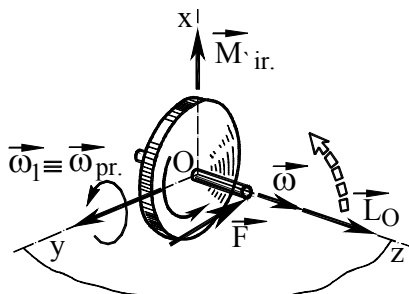


Slika 14 – Određivanje pravca precesije žiroskopa



Slika 15 – Precesija žiroskopa

Lak način da se zapamti pravac precesije žiroskopa, kada na njega deluje spoljna sila, jeste da se zna „pravilo ruke“, kao što je pokazano na slici 15. Prste leve ili desne ruke valja postaviti u pravcu obrtanja žiroskopa i ispružiti kažiprst u pravcu sile koja deluje na žiroskop. Palac će tada da bude okrenut u pravcu precesije. Ovo pravilo poznato je i pod nazivom tzv. teorema Žukovskog (sl. 16).



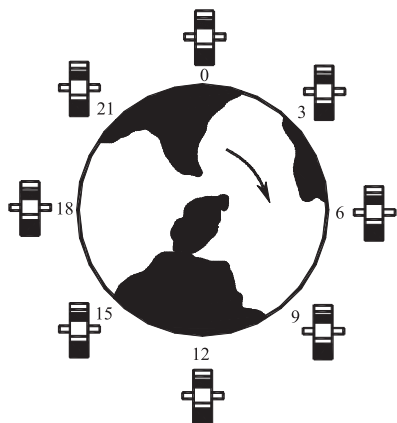
Slika 16 – Pravilo precesije

$\vec{F}$ – spoljna sila; $\vec{\omega}_1 = \vec{\omega}_{pr}$ – ugaona brzina precesije; $\vec{\omega} \approx \vec{\omega}_3$ – vektor ugaone brzine rotora; $\vec{L}_O$ – moment količine kretanja; $\vec{M}_{ir}$ – moment spoljne sile

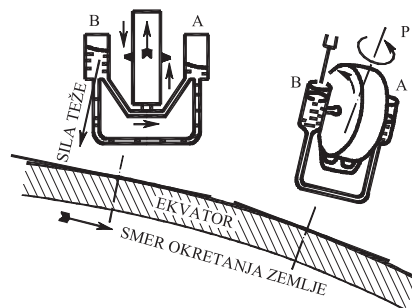
Dakle, pod prividnom precesijom podrazumeva se karakteristika žiroskopa da se njegov rotor pod dejstvom spoljne sile pomeri u ravni koja je upravna na ravan dejstva sile [9]. Smer precesije zavisi od toga u koju stranu se okreće rotor i kako je usmeren moment spoljnih sila. Pravilo precesije glasi: pri dejstvu spoljnih sila vektor ugaone brzine rotora ($\vec{\omega}$) nastoji da se poklopi sa vektorom momenta spoljnih sila ($\vec{M}_{ir}$) i to najkraćim putem (sl. 16).

Očigledno je, iz prethodnog objašnjenja žiroskopske precesije, da sila koja deluje na žiroskop u centru njegove gravitacije neće učiniti da se osa rotora nagne i da žiroskop time izmeni prethodno uspostavljeni položaj. Dakle, neće doći do pojave precesije. Prema tome, žiroskop koji rotira može biti pokretan u ma kojem pravcu, isto kao i žiroskop u miru pod uslovom da njegove osovine ostanu paralelne sa svojim prvobitnim položajem u prostoru. Prema tome, žiroskop obezbeđuje stabilnost samo u odnosu na naginjanje sopstvene ose obrtanja. Takođe, žiroskop koji rotira može da bude upotrebljen da obezbedi stabilizaciju jedino u ravnima koje sadrže njegove ose obrtanja. Za potpunu stabilizaciju u svakom avionu potrebna su dva žiroskopa, koja imaju, jedan u odnosu na drugog, ose obrtanja pod pravim uglom. Zbog toga su potrebna oba žiroskopa – i vertikalni i horizontalni – da bi se dobila potpuna stabilizacija i da bi se uspostavile potrebne referentne linije u odnosu na koje se može meriti odstupanje.

Prividna precesija. Prividna precesija nastaje zbog okretanja Zemlje oko svoje ose [7,8,9]. Kao što se na sl. 17, 18, 19, 20 i 21 vidi, zbog rotacije Zemlje posmatraču izgleda kao da se osa rotora nagine. Tako, na primer, ako jedan rotor žiroskopa ima horizontalnu osu usmerenu u pravcu istok–zapad u odnosu na Zemlju, tek posle 3 časa osa rotora biće nagnuta u odnosu na pravac istok–zapad za 45° , posle 6 časova za 90° , itd. (sl. 21).

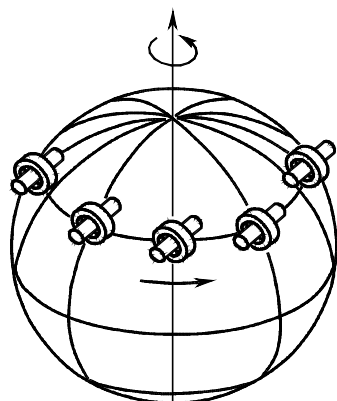


Slika 17 – Položaj žiroskopa u prostoru oko zemlje – prividna precesija žiroskopa

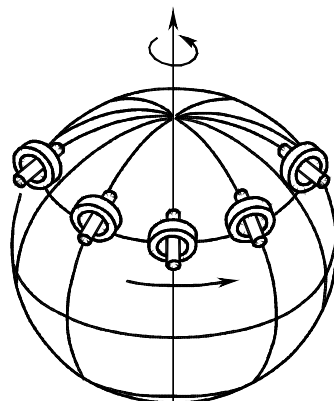


Slika 18 – Postavljanje ose žiroskopa u meridijan zbog delovanja sile teže

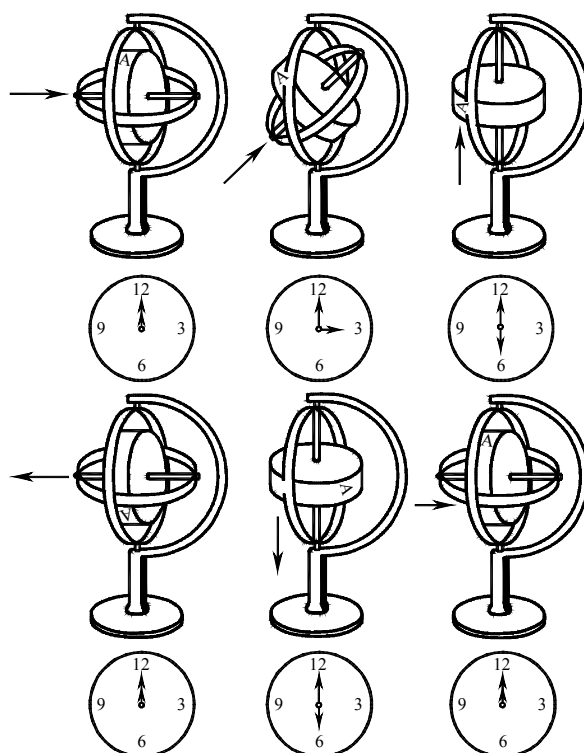
Zemlja se okreće u pravcu strelice (u pravcu kazaljke na satu sl. 17,18,19) ugaonom brzinom od jednog obrtaja na 24 časa (tačnije 23 časa, 56 minuta i 44 sekunde). Ugaona brzina okretanja Zemlje iznosi $\omega = 7,20 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ili 15 step./h. Za posmatrača u prostoru izgledaće da osa obrtanja održava svoj položaj u pravcu istoka. Ali, za posmatrača na Zemlji izgledaće da se osa obrtanja postepeno nagine (sl 19).



Slika 19 – Ponašanje slobodnog žiroskopa tokom rotacije Zemlje



Slika 20 – Ponašanje žiroskopa podešenog prema Zemlji



Slika 21 – Prividna precesija

Ovaj fenomen stvara iluziju da se žiroskop obrće i da u toku svaka 24 časa izvrši jedan obrtaj. Međutim, žiroskop zadržava svoj položaj u prostoru, a zemlja se obrće oko njega. Ovo okretanje u odnosu na žiroskop zove

se *prividna žiroskopska precesija*. Najveća prividna precesija je na ekvatoru, prema polovima se smanjuje, a na samim polovima je ravna nuli.

Prividna precesija čini žiroskop nepodesnim kao referencu pri upotrebi u dužim periodima, ukoliko nije primenjena neka vrsta mehanizma za ukrućivanje ili za kompenzaciju koji bi održavao žiroskop u stalnom odnosu prema površini zemlje. U relativno kratkim periodima žiroskop, ipak, može da bude upotrebljen za uspostavljanje zadovoljavajuće reference, i to bez upotrebe mehanizma za ukrućivanje ili kompenzaciju.

Pomeranje nule

Žiroskop nije uvek usmeren u pravcu u kojem bi teorijski trebalo da bude (sl. 19, 20). Ove greške u žiroskopu prouzrokovane su slučajnim netačnostima sistema. Rezultujuće promene položaja ose obrtanja zovu se *drift*. Postoje tri glavna izvora drifta [2,6]:

- *neizbalansiranost*. Kada radi na brzinama ili temperaturama različitim od predviđenih žiroskop često postaje dinamički neizbalansiran. Određena neizbalansiranost postoji u svakom žiroskopu, jer proces proizvodnje ne daje potpunu simetriju sastavnih elemenata;

- *trenje u ležajima*. Usled trenja u ležajima ramova gubi se energija i pozicija ramova postaje netačna. Trenje u ležajima obrtne osovine prouzrokuje drift jedino ako trenje nije simetrično, dok podjednako trenje u ležaju prouzrokuje samo promenu brzine obrtanja;

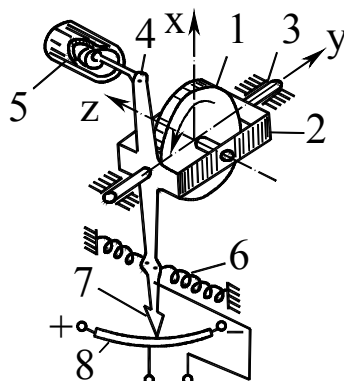
- *inercija ramova*. Kada ram rotira gubi se energija usled inercije ramova. Što je veća masa rama veći je i drift prouzrokovan ovom pojavom. Izgleda nemoguće da se sasvim eliminiše drift u žiroskopu. Ipak, u poslednjim godinama veliki uspesi postignuti su u smanjivanju veličine drifta.

Određivanje brzine

Kada se u projektilu nalazi žiroskop sa dva rama, od kojih je jedan ograničen (fiksiran) oprugama, ili nekim sličnim sredstvom, on saopštava silu sredstvu za ograničenje (oprugama) koja je proporcionalna ugaonoj brzini kretanja projektila u jednoj ravni. Merenjem date sile na ograničivačima direktno se dobija indikacija brzine skretanja.

Brzinski žiroskop

Prvi brzinski žiroskop izradio je francuski naučnik Leon Foucault 1852. godine, ali u to vreme nije našao primenu. Ispitujući rotaciju Zemlje Foucault je izradio kardanski rotor koji se okreće velikom brzinom. Uočio je da pravac njegovog ugaonog momenta ostaje nepromenjen u prostoru [6].



Slika 22 – Brzinski žiroskop

- 1 – rotor; 2 – ram; 3 – oslonac; 4 – poluga amortizera; 5 – amortizer;
6 – opruga; 7 – klizač potencijometra; 8 – potencijometarski davač

Pojavom prvih aviona ponovo se radi na usavršavanju žiroskopa, tako da su svoju primenu našli već početkom 1930. godine u određivanju kursa. Bili su to prvi mehanički pneumatski žiroskopi. Naime, rotor se prvo obrtao pneumatskim, a zatim električnim putem (elektromotor), tako da se taj žiroskop zvao elektro-mehanički žiroskop. Zbog negativnog uticaja trenja u ležajevima i velike potrošnje struje kod mehaničkih i elektromehaničkih žiroskopa, u periodu 1950–1970. godine, koristi se tačniji „plivajući” elektromehanički (floated gyro), kod kojeg se kardan i rotor uranjaju u tečnost. Podmornice i strateški avioni koriste još tačnije elektromehaničke žiroskope sa elektrostatičkim ležajevima (ESG-electrostatically suspended gyro).

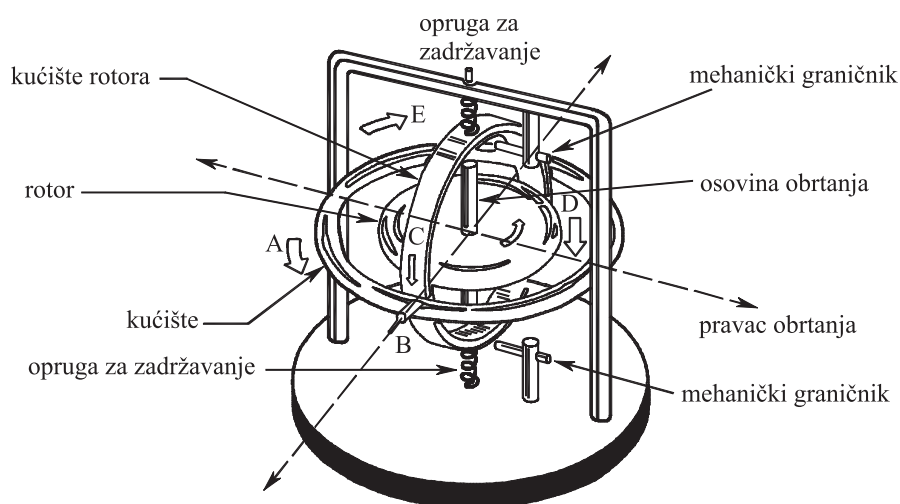
Brzinski žiroskop služi za merenje ugaone brzine rakete oko bilo koje ose (uzdužne – brzina valjanja, poprečne – brzina propinjanja, i vertikalne – brzina skretanja) tokom leta (sl. 26).

Za merenje ugaonih brzina primenjuju se dvostepeni žiroskopi [8]. Na slici 22 prikazano je merenje ugaone brzine oko vertikalne ose $x-x$ (brzina skretanja rakete). Unutrašnji ram dvostepenog žiroskopa oslanja se na telo rakete.

Pri okretanju rakete oko ose $x-x$ sa određenom ugaonom brzinom (ω_x) pojavljuje se žiroskopski moment ($M_{ir.}$), koji teži da ram (2) sa rotorom (1) zaokrene oko ose $x-x$. Pod dejstvom ovog momenta nastaje precesija žiroskopa – okreće se ram (2) zajedno sa rotorom (1) oko ose $y-y$. Precesiji žiroskopa suprotstavlja se opruga (6), koja je vezana preko poluge (4) na ram (2). Pri sabijanju opruge stvara se moment koji je proporcionalan precesionom dejstvu rama oko ose $y-y$. To znači da je ugaonostrežnja za koji se zaokrene ram žiroskopa proporcionalan ugaonoj brzini rakete. Pri zaokretanju rama zaokretaće se i kazaljka klizača (7), koja svojim vrhom skida napon sa potencijometra (8).

Polarnost i veličina skinutog napona odgovara smeru i veličini ugao-
ne brzine rakete.

Brzinski žiroskop, koji je upotrebljen u prvoj primeni, sličan je slobod-
nom žiroskopu po tome što ima veliki žiroskopski moment, jer mu se ro-
tor obrće. Ipak, razlikuje se po tome što je slobodan da rotira samo oko
jedne osovine i osetljiv je samo na ugaonu brzinu kretanja. Naime, ugao-
no kretanje njegovog kućišta, pri prekoračenju određene brzine, izaziva
promenu položaja ose obrtanja žiroskopa u odnosu na prostor. Takve
promene javljaju se za 90° u pravcu rotacije od ugaonog momenta koji
deluje i u pravcu kretanja. Slika 23 prikazuje dejstvo brzinskog žiroskopa
kada je upotrebljen u sistemu projektila [2].



Slika 23 – Dejstvo brzinskog žiroskopa

Ugaona sila koja deluje na kućište u tački A prenosi se preko stože-
ra B kao sila koja deluje nadole na ram C. Ova sila kreće se za 90° u
pravcu obrtanja i prouzrokuje moment koji deluje nadole u D sa potonjom
precesijom u E. Čim ugaona brzina koja je saopštena kućištu prestane,
opruge za ograničavanje vraćaju žiroskop u njegov neutralni položaj.

Primena brzinskih žiroskopa kod projektila visokih performansi mora
da bude od znatne koristi. Tri brzinska žiroskopa kombinovana sa kom-
paktnim elektronskim integratorima daju odličan izvor reference skretanja
gde vođenje nije funkcija žiroskopskog sistema. Kontrolni sistemi ovoga
tipa su u opsegu između žiroskopskih i elektronskih dostignuća.

Pneumonični brzinski žiroskop pojavio se u novije vreme, a nema
ni rotor ni ramove, odnosno ni jedan pokretan deo. Princip njegovog ra-
da zasniva se na korišćenju efekta vrtložnog strujanja gasa pod veoma
malim pritiskom (0,1–0,5 bara) u komori specijalnog oblika [9].

Vrtložno strujanje gasa može biti *prinudno* ili *slobodno*. Kod prinudnog vrtloženja sve čestice gasa imaju istu ugaonu brzinu, pa je brzina (v) direktno proporcionalna poluprečniku rastojanja posmatranog elementarnog dela vrtloga od centra vrtloženja, odnosno:

$$v = k \cdot r \quad (26)$$

Povećanjem poluprečnika tangencijalna brzina se povećava linearno, a isto je i sa centrifugalnom silom.

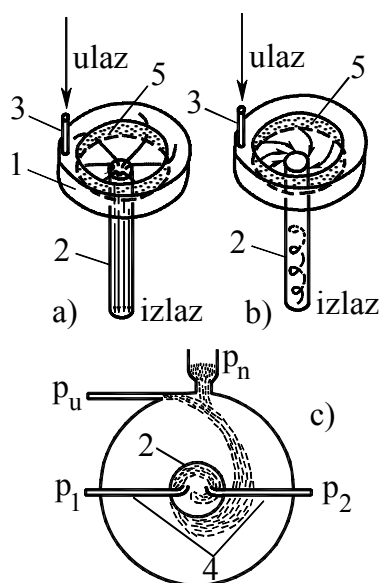
U slučaju slobodnog vrtloga brzina (v) menja se obrnuto proporcionalno poluprečniku (r) prema formuli:

$$v = \frac{k}{r} \quad (27)$$

pa se centrifugalna sila smanjuje povećanjem poluprečnika.

Kod pneumoničnog brzinskog žiroskopa iskorišćen je princip prinudnog vrtložnog strujanja.

Princip rada pneumoničnog brzinskog žiroskopa može se objasniti pomoću sl. 24.



Slika 24 – Šema i princip rada pneumoničnog brzinskog žiroskopa

- a) – pri odsustvu obrtanja žiroskopa; b) – kada postoji ugaona brzina obrtanja;
c) – šema davača diferencijalnog pritiska pneumoničnog žiroskopa; p_n – pritisak napajanja; p_u – pritisak adekvatnog upravljačkog mlaza; p_1, p_2 – pritisci na krajevima pito cevi; 1 – komora; 2 – odvodna cev; 3 – dovodna cev; 4 – pito cevi; 5 – porozna pregrada

Žiroskop se sastoji od komore prstenastog oblika (1), odvodne cevi (2), dovodne cevi (3) i dve pito cevi (4).

U komori (1) postavljena je jedna prstenasta pregrada (5) od poroznog materijala. Kroz dovodnu cev gas se uvodi u komoru.

Kada raketa nema ugaonu brzinu (sl. 24.a) gas struji radialno kroz poroznu pregradu (5) i linearno kroz odvodnu cev (2).

Kada se raketa ugaono kreće (sl. 24.c) u komori (1) i odvodnoj cevi pojavljuje se vrtložno kretanje gasa, pri čemu je njegova tangencijalna brzina proporcionalna ugaonoj brzini rakete, tj. žiroskopa, jer se kretanje žiroskopa prenosi na strujnice gasa u komori posredstvom trenja u graničnom sloju.

Na kraju odvodne cevi meri se diferencijalni pritisak pomoću dve pito cevi:

$$\Delta p = p_1 - p_2 \quad (28)$$

gde je:

p_1 – pritisak u jednoj pito cevi;

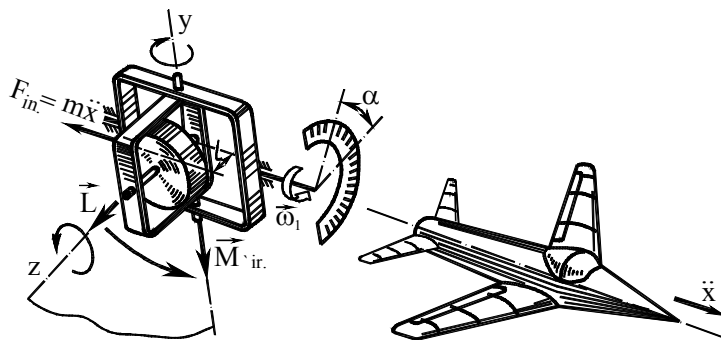
p_2 – pritisak u drugoj pito cevi.

Kada raketa (žiroskop) ne vrši ugaono kretanje diferencijalni pritisak je $\Delta p = 0$.

Kada raketa ima ugaonu brzinu pojavljuje se diferencijalni pritisak (Δp) proporcionalan ugaonoj brzini. Smer pritiska određuje smer ugaone brzine. Diferencijalni pritisak (Δp) predstavlja senzorski parametar ugaone brzine, koji se pomoću fluidnih pojačavača pojačava i odvodi dalje kao brzinski signal autopilota.

Pneumonični žiroskopi su veoma pouzdani u radu, jer nemaju ni jedan pokretan deo. Vek trajanja im je veoma dug i jeftini su. Preciznost pneumoničnih žiroskopa je veća od klasičnih rotorskih žiroskopa za 10 puta, pa i znatno više.

Žiroskop za merenje linearne brzine rakete predstavlja neuravnoteženi žiroskop čiji je centar mase smešten van jedne od osa vešanja.



Slika 25 – Šema i princip rada žiroskopa za merenje linearne brzine
 $\ddot{x}$ – ubrzanje rakete; $F_{in} = m\ddot{x}$ – sila inercije žiroskopa; M_{ir} – moment neuravnoteženog žiroskopa; α – ugao zaokreta žiroskopa

Radi objašnjenja principa rada takvog žiroskopa razmatra se jednostavan primer. Pretpostavlja se da se žiroskop nalazi u raketi koja leti horizontalno [6, 8]. Osovina spoljnog rama žiroskopa (služi kao osa osetljivosti) postavljena je paralelno u odnosu na uzdužnu osu rakete, kao što je prikazano na sl. 25. Moment količine kretanja je upravan na osu osetljivosti.

Kada raketa menja brzinu na žiroskop deluje sila inercije (F_{in}) koja je jednaka proizvodu njegove mase ($m_{zir.}$) i ubrzanja rakete ($\ddot{x}$), tj:

$$F_{in} = m_{zir.} \cdot \ddot{x} \quad (29)$$

Ako bi žiroskop bio uravnotežen uticaj sile (F_{in}) odrazio bi se samo u vidu dopunskog pritiska na ležaje. Ali, žiroskop je neuravnotežen i zato sila inercije (F_{in}) na kraku (l) stvara moment (M) u odnosu na osu unutrašnjeg rama:

$$M_{zir.} = F_{in} \cdot l = m_{zir.} \cdot \ddot{x} \cdot l \quad (30)$$

Ovaj moment izaziva precesiju žiroskopa oko ose spoljašnjeg rama brzinom precesije:

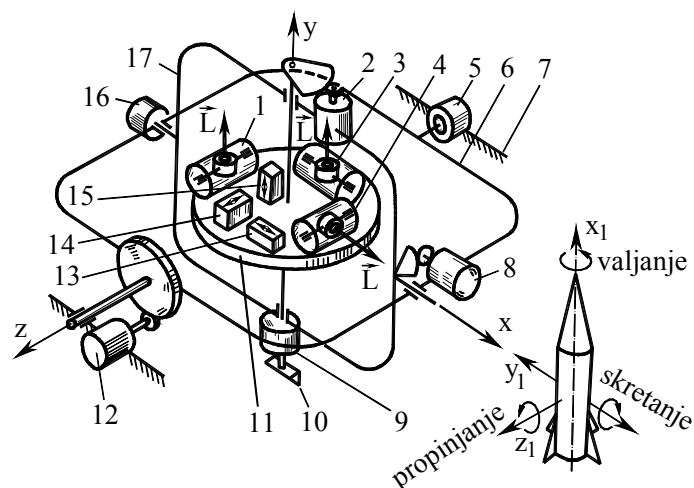
$$\omega_{pr} = \omega_1 = \frac{M_{zir.}}{L} = \frac{m_{zir.} \cdot \ddot{x} \cdot l}{J \cdot \omega} \quad (31)$$

Vrednosti ($m_{zir.}$), (l), (J) i (ω) su konstante i mogu se obeležiti sa $K_i = m_{zir.} \cdot l / L$. Tu veličinu nazivamo konstantom instrumenta. Tako dobijamo da je $\omega_{pr} = K_i \cdot \ddot{x}$, tj. brzina precesije žiroskopa je proporcionalna ubrzanju rakete. U skladu s tim ugao zaokreta rotora žiroskopa oko ose spoljašnjeg rama proporcionalan je brzini rakete:

$$\alpha = K_i \cdot \dot{x} = K_i \cdot v \quad (32)$$

Dakle, pri kretanju rakete sa ubrzanjem koje je normalno na osetljivu osu žiroskopa brzina precesije žiroskopa je proporcionalna ubrzanju rakete, a ugao zaokreta brzini rakete.

Poznato je da linearna brzina predstavlja integral linearnog ubrzanja. Zato se može reći da je ugao (α) proporcionalan linearnoj brzini ($\dot{x}$), a brzina proporcionalna integralu ubrzanja ($\ddot{x}$). Ovakav žiroskop naziva se *žirogenerator ubrzanja*.



Slika 26 – Šema žirostabilisane platforme

- 1 – žiroblok ose x ; 2 – motor za stabilizaciju; 3 – žiroblok ose z ; 4 – žiroblok ose y ;
 5 – davač komande propinjanja; 6 – spoljni ram; 7 – telo rakete; 8 – motor za stabilizaciju;
 9 – davač komande valjanja; 10 – prizma; 11 – ravan stabilizacije; 12 – motor za stabilizaciju;
 13 – akcelerometar ose x ; 14 – akcelerometar ose z ; 15 – akcelerometar ose y ;
 16 – davač komande skretanja; 17 – unutrašnji ram

Žirostabilisana platforma. Žiroskopi mogu da se primene i za stabilizaciju specijalnih platformi. Ove žirostabilisane platforme često se primenjuju kod raketa velikog dometa, kod kojih postoji potreba da se neki uređaji ili instrumenti drže u fiksnoj položaju u odnosu na apsolutni koordinatni sistem [8, 9].

Na sl. 26 prikazana je principijelna šema žirostabilisane platforme rakete „Titan“ sa kardanskom vezom koja se sastoji od dva rama, (6) i (17), utvrđena za oslonac rakete (7). Na platformi (11) postavljena su tri akcelerometra, (13), (14) i (15), koji mere linearna ubrzanja rakete po sve tri ose x , y i z i tri žiroskopa (1), (3) i (4). U odnosu na platformu (11) svaki žiroskop ima dva stepena slobode. Žiroskopi su orijentisani na platformi tako da njihova glavna osa i osa unutrašnjeg rama budu upravne na odgovarajuću osu stabilizacije.

Svaki žiroskop ima davač ugla precesije koji je preko pojačivača spojen sa motorom stabilizacije. Žiroskop (1) i motor (2) stabilizuju platformu u odnosu na osu x – x (osa valjanja), žiroskop (3) i motor (12) – u odnosu na osu z – z (osa propinjanja) i žiroskop (4) sa motorom (8) – u odnosu na osu y – y (osa skretanja).

Razmatra se stabilizacija platforme oko ose y . Ako na platformu (11) deluje moment poremećaja koji teži da je otkloni od zadatog pravca, dejstvo se prenosi na žiroskop (4) i izaziva precesiju. Usled zaokreta rotora za neki ugao, sa davača ugla precesije postavljenog na toj osi skinuće se signal koji preko pojačivača odlazi na motor za stabilizaciju (2). Ovaj motor prenosi na platformu moment koji je suprotan momentu poremećaja i platforma se usled toga neće zaokrenuti oko ose y nego će zadržati svoju prvobitnu orijentaciju.

Analogno se vrši stabilizacija platforme i za ostale dve ose.

Tako žirostabilisana platforma zadržava stabilno svoj početni položaj (u momentu lansiranja) u toku čitavog leta rakete.

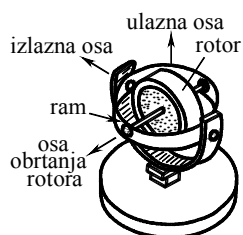
Dalji razvoj žiroskopa

Radi male pouzdanosti rada zbog, uglavnom, velikog broja obrtnih delova elektromehaničkog žiroskopa, u periodu 1970–1980. godine intenzivno se koriste „suvi“ (dry) ili dinamički podešeni žiroskop DTG (DTG – Dinamically Tuned Gyro), čiji se princip rada zasniva na Hukovom (engl. Hooke) zglobu, jednostavnije je konstrukcije, a ima i manje delova koji se obrću [2, 6, 10].

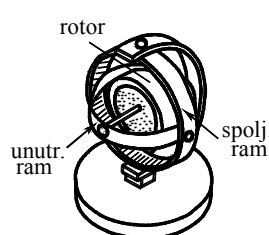
Sredinom sedamdesetih godina prošlog veka engleska škola razvoja žiroskopa na čelu sa naučnikom Vurdesom intenzivno radi na razvoju pizeo-žiroskopa. Telo žiroskopa je izrađeno u obliku diska, a materijal je litijum-niobat ili olovo-cinkonat-titanat. Ovaj tip žiroskopa postigao je linearnost signala od 0,1%, veliku pouzdanost u radu, jeftin je, malih dimenzija, ali je faktor skale bio temperaturno zavisian.

Nakon tridesetogodišnjeg razvoja, početkom 1980. godine, koriste se laserski žiroskopi, čiji se princip rada zasniva na efektu Sagnaca. Naime, svetlosni zrak koji stvara laser deli se na dva dela: jedan, koji se kreće u smeru kazaljke na satu i drugi – suprotno kretanju kazaljke na satu. Zavisno od uglovne brzine vreme dolaska tih svetlosnih zraka u detektor nije isto, tako da je fazna (vremenska) razlika u dolasku tih svetlosnih zraka proporcionalna uglovnoj brzini. Osnovna prednost im je što nemaju pokretne delove, a mana što ne mogu da izmere veoma male uglovne brzine zbog lock-in efekta. Intenzivno se radi na eliminisanju lock-in efekta, ali to usložava njihovu konstrukciju, a povećava i cenu.

Zato su se 1995. godine pojavili komercijalni fiber-optički žiroskopi FOG (FOG – Fiber Optic Gyro), koji takođe koriste efekat Sagnaca, ali kao medijum za prostiranje svetlosti koriste fiber-optička vlakna.



Slika 27 – Mehanički brzinski žiroskop sa jednim stepenom slobode



Slika 28 – Mehanički brzinski žiroskop sa dva stepena slobode

U isto vreme, nakon dugog perioda usavršavanja, pojavljuju se i silicijumski „vibrirajući“ μ – žiroskopi koji rade na principu vibracije viljuške od silicijuma, a 1990. godine firma Northrop lansira prvi precizan μ – optički žiroskop MOG (MOG – Micro Optic Gyro), koji takođe koristi efekat Sagnaca.

Svaki od navedenih tipova žiroskopa ima određene prednosti, ali i nedostatke. Neki su izrazito malih dimenzija i jeftini, ali zato nedovoljno precizni, dok su drugi veći i skuplji, ali tačnije mere uglovnu brzinu. Od važnosti objekta zavisi i tačnost žiroskopa koji se na njega ugrađuju. Međutim, nekad veoma važnu ulogu imaju: masa, dimenzija i pouzdanost rada žiroskopa, pa se često mora tražiti kompromis.

Zaključak

Žiroskopski moment, odnosno žiroskopski efekt, javlja se uvek kada se menja pravac obrtne ose žiroskopa. Ako se ta promena brže vrši žiroskopski pritisci u ležištima mogu višestruko da nadmaše vrednost statičkih pritisaka, pa se njihov uticaj mora uzeti u obzir pri proračunu ležišta.

Kod žiroskopa sa dva stepena slobode osa žiroskopa nema osobinu protivdejsstva, već se usled promene njenog pravca javlja žiroskopski efekt.

Žiroskopi su našli veliku primenu u tehnici, npr. žiroskopski kompas i drugi žiroskopski navigacioni pribori. U torpedu se žiroskop koristi da bi se obezbedilo stabilno kretanje po unapred određenoj putanji. Isto tako, žiroskop služi da bi se umanjilo ljuljanje broda, zatim kao stabilizator kod jednošinskih vozila gde se koriste žiroskopi sa dva i tri stepena. Da bi se obezbedila stabilna putanja granate, u cevi oruđa urezani su zavojni žlebovi i kada granata napusti cev dobija veliku ugaonu brzinu obrtanja oko svoje ose materijalne simetrije, pa se na taj način obezbeđuje žiroskopska stabilnost granate.

Literatura

- [1] Bodner, V. A.: *Приборы первичной информации*, Машиностроение, Москва, 1981.
- [2] Myers, T. Charles: *Guided Missiles - operations, design and theory*, McGraw – Hill book company, INC. New York – Toronto London, 1958.
- [3] Đurković, P. Vlado: *Tehnička mehanika 2.*, Sektor za školstvo, obuku, naučnu i izdavačku delatnost, Vojnotehnička akademija Vojske Jugoslavije, Beograd, 2000.
- [4] Đurić, Slavko: *Mehanika III i IV – dinamika i teorija oscilacija*, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1976.
- [5] Rusov, Lazar: *Mehanika – dinamika*, Naučna knjiga, Beograd, 1984.
- [6] Janićijević, Slobodan: *Vazduhoplovni instrumenti visinska i letачka oprema*, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 2006.
- [7] Jovović, Žarko: *Projektiranje laboratorijskih vježbi iz predmeta tehnička mehanika – Koriolisova sila i žiroskopski efekti*, Mornarički školski centar, Split, 1981.
- [8] Назаров, Б. И.: *Гироскоп на ракете*, Машиностроение, Москва, 1965.
- [9] Miljković, Dragiša: *Osnovi raketnog naoružanja artiljerije*, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1982.
- [10] Stanojlović, Spasoje: *Konstrukcija i oprema vazduhoplova*, Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd, 1992.

ANALIZA EFIKASNOSTI FUNKCIONALNIH RADIO-KOMUNIKACIONIH CENTARA

Major mr Saša Devetak, Vojna akademija
dr Dragan Đorđević, dipl. inž.

Rezime:

U radu je prikazan jedan pristup u analizi efikasnosti radio-komunikacionih centara funkcionalnog telekomunikacionog sistema, kao što je vojni sistem veza. Radio-komunikacioni centar modelovan je kao sistem masovnog opsluživanja. Opisana su stanja sistema i parametri i izveden izraz za određivanje verovatnoće opsluživanja radio-komunikacionog centra, kao kriterijuma za ocenu efikasnosti. Predstavljen je, takođe, model, odnosno izrazi za kvantitativnu analizu efikasnosti radio-komunikacionih centara u uslovima elektronskih dejstava.

Ključne reči: teorija masovnog opsluživanja, efikasnost, verovatnoća opsluživanja.

THE EFFICIENCY ANALYSIS OF FUNCTIONAL RADIO COMMUNICATION CENTRES

Summary:

One approach in the analysis of efficiency of radio communication centres of functional telecommunication systems (for example Military Systems) has been shown in this article. A radio communication centre has been presented as a model of mass service systems. The system states and its parameters have been described as well as the resulting formula for determining service probability as a criterion for efficiency evaluation. A model and the formulae for quantitative analysis of efficiency in electronic warfare have been presented as well.

Key words: theory of mass servicing, efficiency, servicing probability

Uvod

Pravovremene, sigurne i pouzdane informacije i primena novih komunikacionih i informacionih tehnologija i sistema uslov su uspešnog rukovođenja i komandovanja i efikasne upotrebe snaga i sredstava u ratu. Prenos informacija za potrebe vojske ostvaruje se upotrebom funkcionalnog telekomunikacionog sistema. Vojni sistem veza čine pokretni i stacionarni elementi: centri veze, čvorišta i stanice veze. Elementi sistema veze su međusobno povezani radio, radio-relejnim i/ili žičnim

spojnim putevima u određenom broju kanala veze. Radio-komunikacioni centar funkcionalnog telekomunikacionog sistema predstavlja deo centra veze odgovarajuće komande – jedinice i čine ga tehnička sredstva (različite vrste radio-uređaja) i poslužioc koji ih opslužuju.

U radu se radio-komunikacioni centar razmatra kao tehnički sistem, čija je osnovna funkcija prenos različitih vrsta informacija radio-spojem putem (govora, pisanih poruka, računarskih i drugih podataka, itd.). Efikasnost tehničkih sistema je kompleksni pokazatelj funkcionisanja sistema i, zavisno od njegove osnovne namene i funkcije cilja, obuhvata različite karakteristike sistema. Odgovarajući modeli za ocenu funkcije efikasnosti tehničkih sistema obuhvataju relevantne parametre funkcionisanja sistema i ispunjavanja funkcije cilja.

Jedan od često korišćenih modela, koji je definisan u okviru koncepta efikasnosti vojske¹ [1], a prema kojem se kvantitativna ocena funkcije efikasnosti tehničkog sistema $E(t)$ vrši na osnovu svojstava pouzdanosti $P(t)$, raspoloživosti $A(t)$ i funkcionalne podobnosti $F_p(t)$, može se predstaviti izrazom [2]:

$$E(t) = P(t) \cdot A(t) \cdot F_p(t) \quad (1)$$

gde je:

$E(t)$ – *efikasnost sistema*, koja predstavlja verovatnoću da će sistem stupiti u dejstvo, izvršiti postavljene zadatke na osnovu projektovanih mogućnosti u zadatom periodu i datim uslovima rada,

$P(t)$ – *pouzdanost sistema*, koja se definiše kao verovatnoća da će sistem biti u operativnom, radnom stanju, u toku vremena t , odnosno verovatnoća da će u određenom periodu sistem ispravno funkcionisati i obavljati svoje zadatke,

$A(t)$ – *raspoloživost sistema*, definisana kao pokazatelj koji predstavlja vreme u kojem se može očekivati da će sistem biti u operativnom stanju, tj. procenat vremena kada je sistem upotrebljiv u odnosu na ukupno vreme rada sistema, $F_p(t)$ – *prikladnost sistema* za vršenje funkcije kao svojstvo sistema koje ukazuje na to kojom će verovatnoćom sistem izvršiti postavljeni zadatak.

Treba napomenuti da se kod različitih tehničkih sistema, zavisno od osnovne funkcije cilja i glavnih posledica otkaza, ocena funkcije efikasnosti može definisati i preko pojedinačnih pokazatelja. Pored toga, važan je probabilistički aspekt prisutan u prikazanom konceptu i stohastička priroda relevantnih parametara, koji efikasnost definišu kao kategoriju verovatnoće. Matematički izrazi za funkcije efikasnosti sistema, dati u obliku proizvoda različitih verovatnoća, mogu se formalno prihvatiti ukoliko parametri koji figurišu u navedenim izrazima predstavljaju međusobno nezavisne slučajne veličine.

Analizom efikasnosti radio-komunikacionih centara kvantitativno se može oceniti njihovo funkcionisanje i izvršenje namenskog zadatka. Radi određivanja efikasnosti potrebno je radio-komunikacioni centar predstavi-

¹ Army System Effectiveness Concept.

ti odgovarajućim modelom i kvantitativno odrediti njegova svojstva u odnosu na mogućnosti zadovoljenja njegovih funkcija u složenim uslovima.

U radu je predstavljen jedan pristup za analizu efikasnosti radio-komunikacionih centara. Radio-komunikacioni centar modelovan je kao sistem za masovno opsluživanje sa otkazom, imajući u vidu da je funkcionisanje sistema limitirano propusnom sposobnošću sistema i potrebom da svaka informacija koja dođe u sistem pravovremeno bude preneti.² Kako informacije u centar pristižu pojedinačno, nezavisno jedna od druge i u slučajnim vremenskim intervalima, nadalje će se razmatrati samo Poasonov sistem masovnog opsluživanja sa otkazom, sa prostim tokom događaja. Verovatnoća opsluživanja sistema predstavlja kriterijum za ocenu njegove efikasnosti.

Model za ocenu efikasnosti radio-komunikacionog centra

Radio-komunikacioni centar predstavlja sistem sačinjen od „n“ jednorodnih radio-uređaja (kanala veze), koji vrše razmenu informacija sa drugim radio-komunikacionim centrima radio-spojnim putem. U sistem pristižu informacije sa dolaznim intenzitetom „ λ “, ³ a prenose se sa intenzitetom opsluživanja „ μ “. ⁴ Karakteristika izlaznog toka „ μ “ može se smatrati složenom funkcijom, jer se sastoji od intenziteta razmene informacija i intenziteta uspostavljanja veze između radio-uređaja. Intenzitet opsluživanja jednak je zbiru ovih intenziteta, pod pretpostavkom da i tok razmene informacija i tok uspostavljanja veze imaju odlike Poasonove funkcije. Posmatrani sistem može se naći u nekom od sledećih stanja:

S_0 – svi radio-uređaji su slobodni,

S_1 – jedan radio-uređaj je zauzet, ostali radio-uređaji su slobodni,

S_k – k radio-uređaja je zauzeto, ostali (n-k) radio-uređaji su slobodni,

S_n – svi radio-uređaji su zauzeti.

Da bi se odredila verovatnoća otkaza sistema, odnosno radio-komunikacionog centra, potrebno je najpre naći verovatnoću da se sistem nađe u k-tom stanju. Na taj način biće dobijena i verovatnoća otkaza sistema, kao specijalan slučaj, pri čemu je $k = n$.

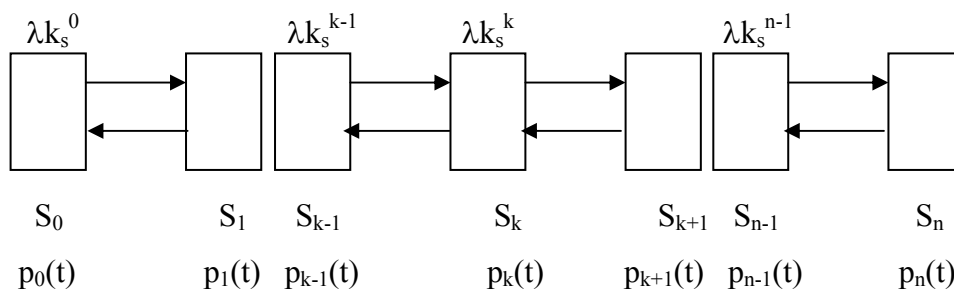
Radi predstavljanja dinamike funkcionisanja sistema, kao sistema masovnog opsluživanja, i opisa sistema i njegovih stanja, neophodno je

² Sistemi masovnog opsluživanja predodređeni su za opsluživanje nekog toka zahteva i mogu biti sistemi sa otkazom i sistemi sa čekanjem. U sistem sa otkazima zahtev koji je došao u momentu kad su svi kanali opsluživanja zauzeti dobija otkaz i sistem prekida rad. U sistemima sa čekanjem kod takvog zahteva ne prekida se rad sistema, već se svrstava u red i čeka dok se ne oslobodi neki kanal [3].

³ λ – predstavlja karakteristiku ulaznog toka izraženu kroz broj poruka u jedinici vremena, odnosno može se tretirati kao recipročna vrednost srednjeg vremena između dva dolaska informacija.

⁴ μ – predstavlja karakteristiku izlaznog toka izraženu kroz broj prenesenih poruka u jedinici vremena, odnosno može se tretirati kao recipročna vrednost srednjeg vremena zauzetosti radio-sistema.

nacrtati graf stanja sistema. Primenom mnemoničkih pravila [4] prikazan je graf stanja sistema ($S_0, S_1, \dots, S_n$), sa označenim intenzitetima prelaska iz jednog u drugo stanje (slika 1). Verovatnoće $p_0(t), p_1(t), \dots, p_n(t)$, predstavljaju verovatnoće da će se sistem naći u određenom stanju.



Slika 1 – Prikaz grafa stanja sistema

Verovatnoća da će sistem preći iz jednog u drugo stanje jednaka je proizvodu verovatnoće da u sistem pristigne informacija, odnosno verovatnoće da bilo koji radio-uređaj završi svoju misiju, tj. oslobodi se i verovatnoće da svi k radio-uređaji budu u ispravnom stanju (bez otkaza) i da obavljaju svoju funkciju, odnosno da su raspoloživi. Raspoloživost se iskazuje koeficijentom spremnosti i može se predstaviti izrazom [2]:

$$K_s = \frac{T_o}{T_o + T_{no}} = \frac{T_o}{T} = \frac{T - T_{no}}{T} = 1 - \frac{T_{no}}{T} \quad (2)$$

gde je:

T_o – srednje vreme rada radio-uređaja bez otkaza,

T_{no} – srednje vreme zastoja radio-uređaja,

T – ukupno planirano vreme rada radio-uređaja.

Za pojedina stanja sistema važi sledeći sistem diferencijalnih jednačina [4]:

$$p_0'(t) = -\lambda k_s^0 p_0(t) + \mu k_s^1 p_1(t)$$

$$p_k'(t) = \lambda k_s^{k-1} p_{k-1}(t) + (k+1)\mu k_s^{k+1} p_{k+1}(t) - (\lambda + k\mu) k_s^k p_k(t)$$

$$p_n'(t) = \lambda k_s^{n-1} p_{n-1}(t) - n\mu k_s^n p_n(t)$$

U slučaju graničnog, stacionarnog režima rada sistema, ovaj sistem diferencijalnih jednačina može se prevesti u sistem algebarskih jednačina. Kada se posmatranje vrši u dugom periodu, tj. kada $t \rightarrow \infty$, svi prvi izvodi verovatnoća su jednaki nuli i rešavanjem sistema jednačina izvodi se opšti izraz za verovatnoću stanja sistema:

$$p_k = \frac{\lambda^k}{k! \mu^k} \cdot \frac{1}{k_s^k} p_0 \quad (3)$$

Pošto je poznat uslov da je suma svih verovatnoća jednaka jedinici:

$$\sum_{k=0}^n p_k = 1 \Rightarrow p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k! \mu^k} \cdot \frac{1}{k_s^k}} \quad (4)$$

zamenom u opšti izraz (3) i uvođenjem zamene:

$$x = \frac{\lambda}{\mu} \cdot \frac{1}{k_s} = \frac{\alpha}{k_s} \quad (5)$$

izvedena je formula Erlanga, kojom se određuje verovatnoća stanja sistema:

$$p_k = \frac{\frac{x^k}{k!}}{\sum_{k=0}^n \frac{x^k}{k!}}, \text{ odnosno } p_k = \frac{\frac{\lambda^k}{k! \mu^k} \cdot \frac{1}{k_s^k}}{\sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k! \mu^k} \cdot \frac{1}{k_s^k}} \quad (6)$$

Izraz (6) predstavlja verovatnoću da se posmatrani sistem nađe u stanju S_k , tj. verovatnoću da je k radio-uređaja zauzeto. Ako je $k = n$, tada su svi radio-uređaji zauzeti, što znači da sistem (radio-komunikacioni centar) nije više u stanju ni da preda ni da primi informacije, tj. nalazi se u stanju otkaza. Iz tog uslova proizilazi da je verovatnoća opsluživanja sistema:

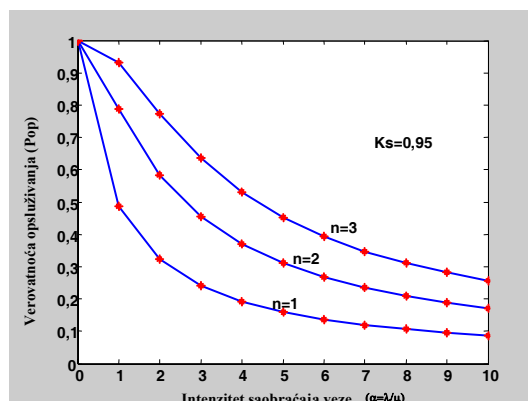
$$p_{op} = 1 - p_n = 1 - \frac{\frac{\lambda^n}{n! \mu^n} \cdot \frac{1}{k_s^n}}{\sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k! \mu^k} \cdot \frac{1}{k_s^k}} \quad (7)$$

Verovatnoća opsluživanja sistema predstavlja kriterijum za ocenu efikasnosti rada sistema (radio-komunikacionog centra), odnosno njegovog funkcionisanja u zavisnosti od intenziteta dolaska informacija, intenziteta opsluživanja, raspoloživosti radio-uređaja i kapaciteta sistema.

Analiza efikasnosti radio-komunikacionog centra

Izvedeni izraz (7) predstavlja osnovu za analizu efikasnosti u zavisnosti od zadatih parametara. U relaciji (4) odnos intenziteta pristizanja informacija i intenziteta opsluživanja zamenjen je sa α , pri čemu je $\alpha = \lambda/\mu$, i predstavlja „intenzitet saobraćaja veze“. Na osnovu izraza (7), za poznatu raspoloživost radio-uređaja (k_s) i različit broj radio-uređaja (n), može se analizirati zavisnost verovatnoće opsluživanja radio-komunikaci-

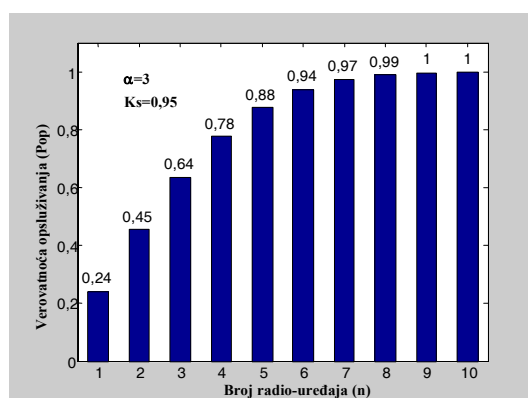
onog centra (p_{op}) od intenziteta saobraćaja veze (slika 2). Za izračunavanje verovatnoće opsluživanja u funkciji intenziteta saobraćaja veze (α), gde je kao parametar uzet broj radio-uređaja (n) i koeficijent spremnosti (k_s), urađen je program u programskom paketu Matlab 6.5R13 [5].



Slika 2 – Zavisnost verovatnoće opsluživanja od intenziteta saobraćaja veze

Sa slike se može zaključiti da verovatnoća opsluživanja, kao kriterijum efikasnosti sistema, opada sa povećanjem intenziteta saobraćaja veze, kao i da broj radio-uređaja koji opslužuju radio-komunikacioni centar mnogo više utiče na efikasnost kada je u sistemu manja količina informacija.

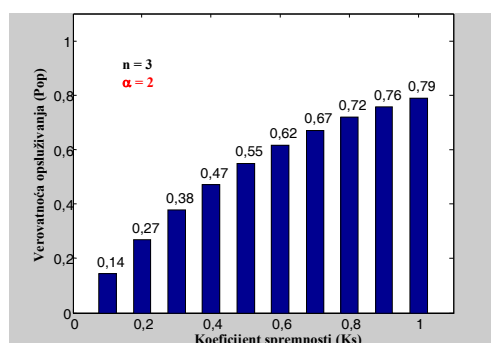
Na sličan način može se analizirati zavisnost efikasnosti radio-komunikacionog centra od broja radio-uređaja za zadate veličine drugih parametara (slika 3). Za izračunavanje verovatnoće opsluživanja u funkciji broja radio-sistema (n), gde je kao parametar uzet intenzitet saobraćaja veze (α) i koeficijent spremnosti (k_s), urađen je, takođe, program u programskom paketu Matlab 6.5R13 [5].



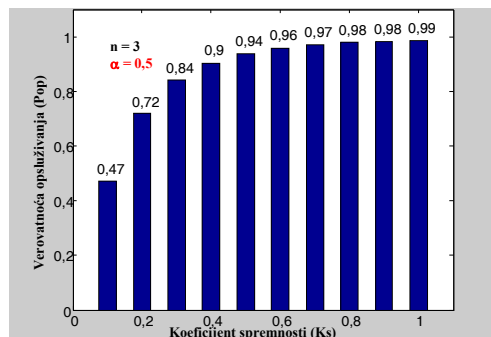
Slika 3 – Zavisnost verovatnoće opsluživanja od broja radio-uređaja

Na sledeća dva grafika predstavljena je zavisnost verovatnoće opsluživanja radio-komunikacionog centra od raspoloživosti radio-uređaja za različit intenzitet saobraćaja veze i pri istom broju radio-uređaja ($n=3$). Za izračunavanje verovatnoće opsluživanja u funkciji koeficijenta spremnosti (k_s), gde je kao parametar uzet broj radio-uređaja (n) i intenziteta saobraćaja veze (α), urađen je program u programskom paketu Matlab 6.5R13 [5].

Grafici na slikama 4 i 5 predstavljeni su diskretnim vrednostima koeficijenta spremnosti, iako on predstavlja kontinualnu veličinu. Cilj je bio da se samo sagleda tok funkcije verovatnoće opsluživanja.



Slika 4 – Zavisnost verovatnoće opsluživanja od raspoloživosti radio-uređaja ($\alpha = 2$)



Slika 5 – Zavisnost verovatnoće opsluživanja od raspoloživosti radio-uređaja ($\alpha = 0,5$)

Na osnovu ovih grafičkih prikaza može se izvesti zaključak da za zadate parametre koeficijent spremnosti nema preveliki uticaj na verovatnoću opsluživanja radio-komunikacionog centra pri malom intenzitetu saobraćaja veze, odnosno raspoloživost radio-uređaja, tj. operativno vreme rada može biti i mnogo manje ako se raspolože dovoljnim brojem radio-uređaja.

Iz grafičkih prikaza se, takođe, može izvršiti optimizacija radio-komunikacionog centra, odnosno može se izvršiti izbor potrebnog broja radio-uređaja u radio-komunikacionom centru za prenos određene količine informacije, za njegovu zadatu efikasnost i poznatu raspoloživost radio-uređaja.

Međutim, efikasnost radio-komunikacionih centara funkcionalnog telekomunikacionog sistema u borbenim dejstvima ne zavisi samo od pomenutih parametara, već i od ispoljenih efekata elektronskih dejstava protivnika, pre svega od elektronskog ometanja rada radio-sistema. Elektronsko ometanje ima smisla samo ako se radio-uređaji nalaze u radu, s obzirom na to da se koeficijent spremnosti identifikuje verovatnoćom neprekidnog rada uređaja. Koeficijent spremnosti predstavlja sponu između efikasnosti sistema i ispoljenog uticaja elektronskih dejstava protivnika. Uz pretpostavku da će radio-uređaji biti u otkazu samo usled ispoljenog elektronskog ometanja protivnika, koeficijent spremnosti može se predstaviti izrazom [4]:

$$K_s = 1 - p_{om} \quad (8)$$

gde je:

p_{om} – verovatnoća ometanja.

Kako je za efikasno elektronsko ometanje protivnika neophodan uslov prethodno otkrivanje rada uređaja, tj. izviđanje radio-uređaja, potrebno je odrediti ili proceniti verovatnoće i izviđanja i ometanja. Sagleđavanjem broja elektronskih sredstava protivnika za izviđanje i ometanje i daljina sa kojih može da izviđa i ometa, kao i poznavanjem sopstvenog intenziteta saobraćaja veze, može se odrediti verovatnoća izviđanja, odnosno verovatnoća ometanja radio-uređaja od strane protivnika.

Verovatnoća izviđanja radio-uređaja može se predstaviti izrazom [2, 4, 6]:

$$p_{iz} = 1 - \left(\frac{\tau_p}{\tau_p + \tau_s} \right)^{nk} \cdot e^{-nk \frac{\delta}{\tau_p}} \quad (9)$$

gde je:

p_{iz} – verovatnoća izviđanja,

τ_s – srednja vrednost ili matematičko očekivanje dužine trajanja veze (srednje vreme prisustva signala),

τ_p – srednja vrednost ili matematičko očekivanje dužine trajanja pauze u radu (vreme odsustva signala),

n – broj izviđačkih prijemnika,

k – broj pretraživanja frekventnog opsega.

Parametar δ je složeni parametar koji zavisi od frekventnih karakteristika korisnog signala i osobina izviđačkog prijemnika, a određen je izrazom:

$$\delta = \frac{\Delta F_s + \Delta F_{pr}}{\frac{\Delta F}{T_p}} \quad (10)$$

gde je:

ΔF_s – širina spektra korisnog signala,

ΔF_{pr} – propusni opseg,

ΔF – širina opsega pretraživanja,

T_p – vreme pretraživanja,
 $\Delta F/T_p$ – brzina pretraživanja.

Verovatnoća da će radio-uređaj biti otkriven raste sa povećanjem intenziteta saobraćaja veze (duže vreme prisustva signala τ_s , a kraće vreme odsustva signala τ_p), sa povećanjem broja izviđačkih prijemnika n kojima se vrši izviđanje, broja provedenih skeniranja frekventnog opsega k i iznosa parametra δ .

Primenom teorije masovnog opsluživanja može se odrediti verovatnoća ometanja radio-uređaja [2, 4, 6]:

$$p_{om} = 1 - p_{no} = 1 - \frac{\frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{1}{p_{iz}^n}}{\sum_{m=0}^n \frac{\rho^m}{m!} \cdot \frac{1}{p_{iz}^m}} \quad (11)$$

gde je:

p_{om} – verovatnoća ometanja,

p_{no} – verovatnoća da veza neće biti ometana,

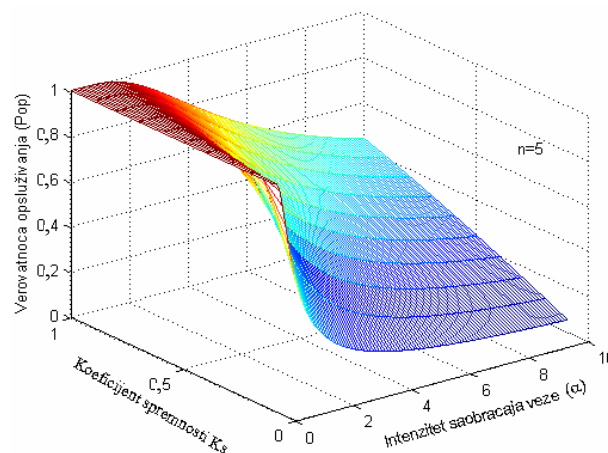
n – ukupan broj ometača,

m – broj aktivnih ometača,

ρ – recipročna vrednost intenziteta saobraćaja veze ($\rho = 1/\alpha$),

p_{iz} – verovatnoća izviđanja.

Predstavljeni teorijski model daje osnovne relacije za kvantitativnu procenu efikasnosti radio-komunikacionih centara u uslovima elektronskih dejstava protivnika. Na slici 6 prikazana je zavisnost efikasnosti radio-komunikacionog centra od navedenih parametara koji čini 5 radio-uređaja.



Slika 6 – Zavisnost verovatnoće opsluživanja od koeficijenta spremnosti i intenziteta saobraćaja veze

Za predstavljeni grafik zavisnosti urađen je program u programskom paketu Matlab-u 6.5R13 koji omogućuje bržu i kvalitetniju analizu i procenu za date opsege parametara.

Zaključak

Radio-komunikacioni centar funkcionalnog telekomunikacionog sistema predstavlja tehnički sistem čija se efikasnost ocenjuje verovatnoćom da će pomenuti sistem izvršiti prenos informacija koje u njega pristižu, odnosno predstavlja verovatnoću opsluživanja sistema. Modelovan je kao sistem za masovno opsluživanje sa otkazom, a njegova svojstva opisana su parametrima: brojem radio-uređaja, njihovom raspoloživošću, intenzitetom pristizanja informacija u sistem i intenzitetom opsluživanja informacija. Primenom programskih paketa u Matlab-u 6.5R13 može se kvalitetnije i brže analizirati efikasnost radio-komunikacionih centara i predstaviti krive zavisnosti efikasnosti od parametara koji opisuju svojstva sistema, odnosno, za zadatu efikasnost planirati broj radio-uređaja u zavisnosti od količine informacija. Primenom empirijskog izraza i teorije masovnog opsluživanja mogu se, takođe, odrediti verovatnoće izviđanja i ometanja radio-uređaja od strane protivnika, odnosno proceniti efikasnost radio-komunikacionih centara u uslovima elektronskih dejstava. Analiza se može primeniti u proceni situacije i odlučivanju o upotrebi snaga u borbenim dejstvima.

Literatura

- [1] Blanchard, B. S., Lowery, E. E.: *Maintainability Principles and Practices*, McGraw Hill Book Company, New York, 1969.
- [2] Petrović, L.: *Analiza uticaja protivelektronske zaštite na efikasnost telekomunikacionih sistema posebne namene*, Vojnotehnička akademija, Beograd, 2001.
- [3] Vučićević, R.: *Teorija verovatnoće sa osnovama TMO*, VIZ, Beograd, 2003.
- [4] Šepec, V.: *Procena efikasnost sistema veze u borbi*, Makarije, Beograd, 2004.
- [5] Devetak, S.: *Efikasnost sistema veze korpusa KoV u odbrambenoj operaciji u uslovima elektronskih dejstava*, (magistarski rad), VA, Beograd, 2006.
- [6] Đorđević, D.: *Optimizacija snaga za protivelektronsku borbu u operativno-strategijskim sastavima*, (doktorska disertacija), VA, Beograd, 2002.

UDC: 667.648.2: 62-416

ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMENE POLIAMID-POLIETILENSKE FOLIJE ZA KONZERVACIJU TEHNIČKIH SREDSTAVA

Potporučnik *Mihael* Bučko, Komanda 126. centra VOJIN
dr *Vladimir* Vujičić, dipl. inž.

Rezime:

Atmosferska korozija može se usporiti ili potpuno zaustaviti postavljanjem metalne opreme u odgovarajuće navlake od plastične folije. Rezultati ispitivanja difuzije vodene pare kroz poliamid-polietilensku foliju pokazuju da se difuzija vodene pare povećava sa povećanjem relativne vlažnosti vazduha i da po tim karakteristikama ova folija ne zaostaje za polietilen-polipropilenskom folijom, koja je primenjivana do sada.

Ključne reči: atmosferska korozija, konzervacija, poliamid-polietilenska folija, propustljivost vodene pare, silikagel.

INVESTIGATION OF POSSIBILITY TO USE POLYAMID- -POLYETHYLENE FOIL IN PRESERVATION OF EQUIPMENT

Summary:

Atmospheric corrosion can be slowed down or entirely stopped by placing metal equipment under a cover made of plastic foil. The results of investigation of the diffusion of water vapour through polyamid-polyethylene foil show that the vapour diffusion increases with the increase in relative air humidity. This characteristic makes polyamid-polyethylene foil no worse than polyethylene-polypropylene foil, which has been widely used so far.

Key words: atmospheric corrosion, preservation, polyamid-polyethylene foil, permeability for water vapour, silica.

Uvod

Atmosferska korozija je poseban oblik elektrohemijske korozije. Odvija se ispod tankog sloja elektrolita, koji se obrazuje na metalnoj površini usled adsorpcije vlage, kondenzacije vodene pare i atmosferskih padavina. Ovoj koroziji podležu mostovi, vagoni, automobili, naoružanje i vojna oprema i druga tehnička sredstva. Procenjuje se da preko 90% korozivnih gubitaka metala nastaje usled atmosferske korozije [1].

Korozija se odvija delovanjem lokalnih korozivnih spregova koji se nalaze na površini metala [2]. Na anodnim površinama odvija se anodna reakcija, koja se u slučaju gvožđa prikazuje na sledeći način:



Na katodnim površinama uglavnom se odvija redukcija kiseonika:



Sekundarni proces korozije gvožđa prikazuje se sledećom jednačinom:



Produkt $\text{Fe}(\text{OH})_2$ je nepostojan, pa se dalje transformiše u $\text{Fe}(\text{OH})_3$ i Fe_2O_3 :



U industrijskim centrima i velikim gradovima u vazduhu se mogu naći velike količine sumpor-dioksida. On je lako rastvorljiv u vodi, pa se u vlažnoj atmosferi na površini metala stvara rastvor sumporaste kiseline čija se pH vrednost kreće od 3 do 5. U takvim sredinama korozija gvožđa se odvija uz redukciju vodoničnih jona:

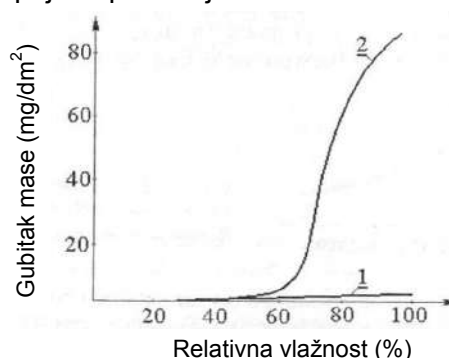


Kao produkt korozije nastaje gvožđe-sulfat:



Nastali produkt korozije zadržava se na površini metala, ali je ne štiti od dalje korozije. Naprotiv, zbog njegove higroskopsnosti, korozija se od-
vija ubrzano i pri nižim vrednostima relativne vlažnosti [1].

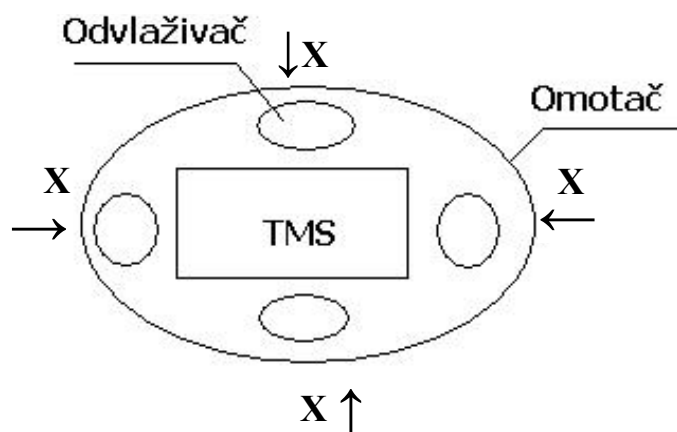
Ispitivanja koja je radio H. Vernon pokazala su da čist vazduh i pri stopostotnoj relativnoj vlažnosti neznatno deluje na brzinu korozije. Međutim, kada se u vazduhu nalazi samo 0,01% SO_2 brzina korozije se znatno povećava iznad određene vlažnosti vazduha [2]. Relativna vlažnost pri kojoj dolazi do naglog povećanja brzine korozije metala naziva se kritična vlažnost (slika 1). Kritična vlažnost za gvožđe u nezagađenoj atmosferi je pri 60% relativne vlažnosti vazduha, a u industrijskim sredi-
nama i primorskom pojasu pri manjim vrednostima.



Slika 1 – Korozija gvožđa u zavisnosti od vlažnosti i zagađenja vazduha

Zaštita tehničkih sredstava od atmosferske korozije u vreme kada nisu u eksploataciji naziva se konzervacija. Ona zauzima značajno mesto u sistemu održavanja, jer korozija spada u faktore visokog rizika sa stanovišta borbene gotovosti. Klasičan postupak konzervacije kontaktnom metodom sastoji se u nanošenju zaštitnih slojeva od ulja, masti ili solventa na površine koje se štite. Time se ispunjava tehnički zahtev konzervacije (zaštita od atmosferske korozije). Međutim, taktički zahtev (imati sredstvo za trenutnu upotrebu) nije uvek ispunjen, jer dovođenje konzervisane opreme u stanje spremno za primenu može biti duže od zahtevanog vremena.

Ova dva kontradiktorna zahteva konzervacije mogu se uskladiti ako se u postupku zaštite od atmosferske korozije ne tretira metal već okolna atmosfera. To se postiže metodom hermetizacije, koja se sastoji u izolovanju pojedinih delova, sklopova ili kompletnog tehničkog sredstva, i u obradi korozione sredine unutar izolovanog prostora. Na taj način se agresivna sredina ograničava na prostor između omotača i površine predmeta koji se hermetizuje. U tom prostoru nalaze se male količine vodene pare i drugih agensa korozije. Procesima korozije njihova količina se smanjuje, tako da atmosfera unutar tog prostora postaje vremenom sve inertnija [3]. Inertnosti atmosfere doprinosi i sporo ili nikakvo prodiranje agensa korozije kroz omotač (slika 2).



Slika 2 – Šematski prikaz zaštite TMS metodom hermetizacije;
X označava vodenu paru i agense korozije

Sama hermetičnost nije dovoljna za zaštitu osetljive opreme na duže vreme. Zato se pri čuvanju vrši i dodatna obrada korozione sredine postupkom odvlaživanja. Uloga odvlaživača je da upije vlagu iz hermetičnog prostora i održava relativnu vlažnost znatno niže od kritične vlažnosti. Najpoznatiji odvlaživač je silikagel.

Hermetičnost prostora postiže se navlakama od plastične folije. Navlake se izrađuju od folija na bazi polietilena, polipropilena, polivinilhlorida i poliuretana [3]. Ovi materijali primenjuju se i u međusobnoj kombina-

ciji, čime se znatno poboljšavaju zaštitne osobine omotača. Takve folije nazivaju se dupleks folije. Za konzervaciju naoružanja i vojne opreme velikom primenu imala je polietilen-polipropilenska folija. U novije vreme na tržištu se pojavila poliamid-polietilenska folija.

Osnovni nedostaci plastičnih folija su njihova poroznost, sklonost mehaničkom oštećenju i smanjena stabilnost pri kontaktu sa mineralnim uljima. Zbog mogućnosti oštećenja plastičnog omotača, izbočine i oštre ivice sredstva moraju se pre hermetizacije obložiti vatom, sunđerom ili sličnim materijalom.

Određivanje poroznosti folije

Cilj ovog rada bio je da se ispita propustljivost poliamid-polietilenske folije za vodenu paru. Ispitivanje je vršeno na osnovu standarda: *Određivanje propustljivosti vodene pare plastičnih folija i tankih ploča*, JUS G.S2.723 [4]. Ovaj standard propisuje gravimetrijsku metodu određivanja stepena propustljivosti vodene pare plastičnih folija i tankih ploča.

Za ocenu poroznosti služi masa vodene pare koju propušta jedna strana folije na drugu, pri konstantnoj razlici pritiska vodene pare sa obe strane folije i konstantnoj temperaturi. Ova veličina naziva se koeficijent propustljivosti vodene pare (PVP) za datu foliju, a izražava se jedinicom površine u ispitivanom vremenu [4].

Poroznost poliamid-polietilenske folije ispitivana je pri relativnim vlažnostima vazduha od 50%, 60%, 70%, 80%, 90% i 100% i pri sobnoj temperaturi koja se menjala u vrednostima od 21 do 24°C. Pri ispitivanju je merena masa vodene pare koja je difundovala kroz uzorak folije površine 50 cm² u vremenu od 24 časa.

Ispitivanja su rađena u eksikatoru prečnika 20 cm i zapremine 4 dm³. Debeli zidovi eksikatora sprečavali su da se veće promene sobne temperature odraze na ispitivanje. Kolebanje temperature u eksikatoru iznosilo je najviše 2°C.

Postizanje atmosfere željene relativne vlažnosti vršeno je pomoću vodenog rastvora glicerola, koji je sipan na dno eksikatora. Rastvor sa određenim masenim odnosom glicerola i vode daje određenu vlažnost u atmosferi iznad njegove površine (tabela 1).

Tabela 1

Zavisnost vlažnosti vazduha od masenog odnosa glicerola i vode

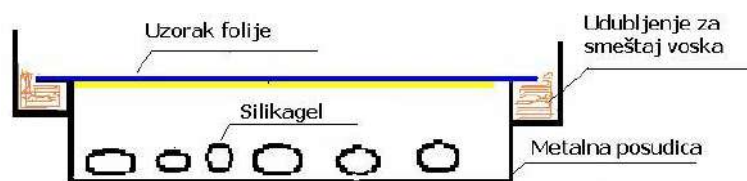
Maseni % glicerola	Gustina rastvora na 20°C (g/cm ³)	Relativna vlažnost vazduha na 25°C
80,3	1,2030	50,0
77,0	1,2003	55,0
73,2	1,1900	60,0
69,0	1,1785	65,0
64,1	1,1650	70,0
59,5	1,1510	75,0
52,0	1,1318	80,0
44,1	1,1104	85,0
34,9	1,0857	90,0
22,0	1,0520	95,0

Pre svakog ispitivanja silikagel je sušen u pećnici na temperaturi od 120°C , u vremenu od dva sata, a zatim ohlađen u hermetičkoj posudici. Nakon hlađenja određena količina silikagela (oko 8 g) stavljana je na dno metalne posudice, koja je odmah hermetički zatvarana pomoću isečka ispitivane folije. Hermetičnost zaptivanja obezbeđena je rastopljenim voskom koji je sipan u prstenasto udubljenje metalne posudice (slika 3 i 4). Tako pripremljenim posudicama izmerena je masa sa tačnošću od 0,1 mg. Zatim su postavljane na rešetku eksikatora (slika 5), i eksikator hermetički zatvaran poklopcem. Posle 24 časa metalne posudice su vađene iz eksikatora radi merenja prirasta mase. Razlika u masi, pre i nakon ispitivanja, predstavlja masu vodene pare koja je difundovala kroz foliju, a koju je adsorbovao silikagel ispod isečka folije u vremenu ispitivanja. Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2

Prirast mase silikagela pri različitim relativnim vlažnostima

Relativna vlažnost, %	Prirast mase silikagela (mg)			Srednja vrednost (mg)
	Posudica 1	Posudica 2	Posudica 3	
50	8,2	7,6	7,3	7,7
60	12,6	12,9	11,1	12,2
70	17,9	19,4	18,6	18,6
80	23,7	22,3	24,2	23,4
90	27,0	25,5	25,9	26,1
100	29,7	28,9	30,5	29,7



Slika 3 – Šematski prikaz metalne posudice sa uzorkom folije



Slika 4 – Metalna posudica hermetički zatvorena uzorkom folije



Slika 5 – Eksikator sa metalnim posudicama

Metalne posudice izrađene su od anodiziranog aluminijuma, tako da su otporne na koroziju u uslovima ispitivanja. Kružnog su oblika sa bočnim proširenim rubom i prstenastim udubljenjem za zaptivanje voskom. Dubina posudice je 15 mm, a unutrašnji prečnik 80 mm, tako da je površina uzorka folije kroz koju se odvijala difuzija vodene pare iznosila 50 cm². Radi veće pouzdanosti dobijenih rezultata ispitivanja su vršena istovremeno sa tri uzorka.

Obrada rezultata

Na osnovu srednje vrednosti prirasta mase silikagela izračunat je koeficijent propustljivosti vodene pare pomoću sledeće jednačine:

$$PVP = \frac{240 m}{t \cdot A} \cdot 100 \quad (8)$$

gde je:

PVP = propustljivost vodene pare, (g/m² dan);

A = površina folije, (cm²);

t = vreme ispitivanja, (h);

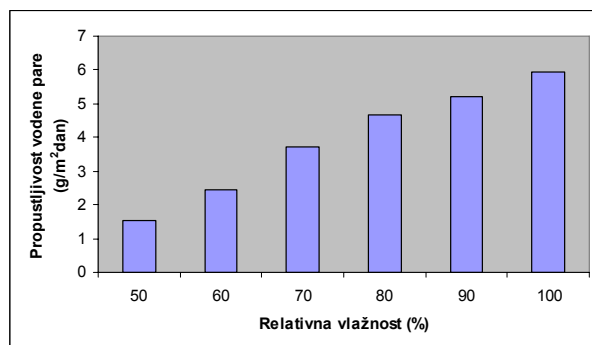
m = povećanje mase silikagela u toku ispitivanja, (mg).

Izračunate vrednosti koeficijenta propustljivosti vodene pare prikazane su tabelarno (tabela 3) i grafički (slika 6).

Tabela 3

Promena koeficijenta propustljivosti vodene pare sa promenom vlažnosti vazduha

Relativna vlažnost, %	Koeficijent propustljivosti vodene pare (g/m ² dan)			Srednja vrednost koeficijenta propustljivosti vodene pare (g/m ² dan)
	Posudica 1	Posudica 2	Posudica 3	
50	1,64	1,52	1,46	1,54
60	2,52	2,58	2,22	2,44
70	3,58	3,88	3,72	3,72
80	4,74	4,46	4,84	4,68
90	5,4	5,1	5,18	5,22
100	5,94	5,78	6,1	5,94



Slika 6 – Promena propustljivosti vodene pare sa promenom vlažnosti vazduha

Ispitivanja su pokazala da količina propuštene vodene pare kroz poliamid-polietilensku foliju raste sa porastom vlažnosti vazduha, odnosno sa povećanjem razlike parcijalnih pritisaka vodene pare sa jedne i druge strane folije. Ova folija pripada grupi materijala otpornih na vodenu paru (water-resistant materials), jer je njen koeficijent propustljivosti vodene pare u uslovima 100%-tne relativne vlažnosti znatno manji od 8 g/m² dan.

Dobijeni rezultati upoređeni su sa podacima za propustljivost drugih folija. U tom pogledu poliamid-polietilenska folija slična je foliji od polipropilena, i ima bolje osobine od materijala kao što su najlon, polivinilhlorid, polistiren i acetat celuloze, koji se, takođe, primenjuju u konzervaciji namuštanja i vojne opreme [5].

S obzirom na to da je poliamid-polietilenska folija porozna, za sigurnu zaštitu od atmosferske korozije u dužem periodu nije dovoljno samo postaviti omotač od plastične folije oko tehničkog sredstva, već je potrebno unutar omotača postaviti određenu količinu silikagela koji ima dobru sposobnost upijanja vodene pare. Potrebna količina silikagela može se izračunati pomoću sledećeg izraza [1]:

$$G = K S t + 0,1 D \quad (9)$$

gde je:

G – masa silikagela u kg;

K – koeficijent propustljivosti folije u kg/m² dan;

S – površina omotača u m²;

T – trajanje zaštite u danima;

D – masa higroskopskog materijala za oblaganje predmeta u kg.

Zaključak

Ispitivana je propustljivost za vodenu paru kroz poliamid-polietilensku foliju. Ispitivanja su vršena na sobnoj temperaturi, pri relativnoj vlažnosti od 50, 60, 70, 80, 90 i 100%, koja je podešavana pomoću vodenog rastvora gli-

cerola. Ispitivanje je rađeno u eksikatoru, na uzorcima folije površine 50 cm². Radi veće pouzdanosti rezultata istovremeno je ispitivano po tri uzorka.

Propustljivost vodene pare određivana je merenjem mase silikagela pre i nakon ispitivanja. Silikagel se nalazio u metalnoj posudici koja je zatvorena uzorkom ispitivane folije i zaptivena voskom.

Ispitivanja su pokazala da količina propuštene vodene pare kroz poliamid-polietilensku foliju raste sa porastom vlažnosti vazduha u eksikatoru. Ova folija pripada grupi materijala otpornih na vodenu paru, jer njen koeficijent propustljivosti vodene pare u uslovima 100%-tne relativne vlažnosti iznosi znatno manje od 8 g/m² dan. Kao takva, folija se može uspešno primeniti za kratkoročnu konzervaciju naoružanja i vojne opreme, kao i za dugoročnu konzervaciju uz primenu silikagela.

Literatura

- [1] Vujičić, V.: *Korozija i tehnologija zaštite metala*, VA, Uprava za školstvo i obuku GŠ VJ, Beograd, 2002.
- [2] Rozenfeld, I.: *Atmospheric corrosion of metals*, NACE, Houston, Texas, 1972.
- [3] Vujičić, V.: *Privremena zaštita metalnih proizvoda*, VTG 3/1993, Tehnička uprava GŠVJ, Beograd, 1993.
- [4] Jugoslovenski zavod za standardizaciju, Jugoslovenski standard Određivanje propustljivosti vodene pare plastičnih folija i tankih ploča, JUS G. S2. 723 12-1971, Rešenje br. 24-5113/1 od 28.12.1971; Službeni list SFRJ br. 58/1971.
- [5] Donovan, P. D.: *Protection of metals from corrosion in storage and transit*, Ellis horwood limited, Chichester, England, 1986.

UDC: 687.17 : [623.454.86 + 623.459.6
2.614.8.086.4/.5 : 623.454.8
614.8.086.4/.5 : 623.459.6

ISPITIVANJA FIZIOLOŠKE PODOBNOSTI FILTROSORPCIONE ZAŠTITNE ODEĆE U LABORATORIJSKIM USLOVIMA

Major dr *Radovan* Karkalić, dipl. inž., Tehnički opitni centar
dr *Radivoj* Popović, dipl. inž., Fakultet za dizajn
dr *Sonja* Radaković, Vojnomedicinska akademija

Rezime:

Jedno od najznačajnijih sredstava za hemijsku zaštitu u uslovima visokotoksične kontaminacije predstavlja zaštitno filtrirajuće odelo koje svojom konstrukcijom omogućava bolju fiziološku podobnost od izolirajućih zaštitnih sredstava. U radu su prikazane metode i rezultati ispitivanja fiziološke podobnosti nekoliko različitih modela filtrirajućih zaštitnih odela kojima je predviđeno opremanje Vojske Srbije i jedinica civilne zaštite. Ispitivanja je tolerancija na nekompenzovani toplotni stres ispitanika pri korišćenju četiri modela ovog odela, a u toku simulacije vršenja osnovnih namenskih zadataka u toploj sredini, koje je obuhvatilo ispitivanje u klimatskoj komori i terenskim uslovima pri realizaciji namenskih zadataka. Upoređeni su parametri tolerancije na toplotni stres i donet zaključak o uticaju nošenja određenog odela na intenzitet toplotnog stresa i neuropsihološke funkcije.

Ključne reči: opasne supstance, kontaminacija, rizik, hemijska zaštita, NHB zaštitni materijali.

INVESTIGATION OF PHYSIOLOGICAL SUITABILITY OF FILTROSORPTION PROTECTIVE CLOTHING UNDER LABORATORY CONDITIONS

Summary:

One of the most important devices for chemical protection in a highly toxic environment is chemical protective overgarment (CPO). This suit is designated for protection against highly toxic materials. The suit construction offers better physiological suitability than protective equipment based on insulation materials. This work explains methods and results of experimental validity of physiological suitability of a few different protective clothing models that should be used to equip the Army of Serbia and Civil Protection units. The investigation of tolerance to uncompensated stress of volunteers during wearing four different CPO models was carried out. The investigation simulated performance of main military tasks under high temperatures – at a climatic chamber and in all-terrain conditions (based on telemetry observing). The parameters of heat stress were compared and the conclusions about the CPO effects on heat stress intensity and neuropsychological functions were drawn.

Key words: hazardous substances, contamination, risk, chemical protection, NBC clothing

Uvod

Pri dejstvu visokotoksičnih materija (VTM) potrebno je izvršiti potpunu hemijsku zaštitu koja se odnosi na zaštitu tela i disajnih organa. Telo se štiti odgovarajućim zaštitnim sredstvima, kao što su: zaštitna odela, kombinezoni, zaštitni ogrtači, zaštitne čizme, navlake, zaštitne čarape i zaštitne rukavice, a disajni organi različitim tipovima zaštitnih maski, polumaski i respiratora. Zaštita tela odnosi se, pre svega, na zaštitu od dejstva para/gasova, kapi i aerosola VTM, koji se apsorbuju na koži, dejstva goruće „napalm-smeše“ i termalnog impulsa nuklearne eksplozije (TINE).

Svaka generacija zaštitnih sredstava treba da zadovolji neki novi zahtev. Zaštitna odeća izrađuje se na bazi izolirajućih ili filtrisorpcionih materijala. Iako, na prvi pogled, izolirajuća zaštitna sredstva ne mogu imati neka posebna tehničko-tehnološka poboljšanja, uvođenje novih materijala i konstrukcije stvara uslove za njihovu implementaciju u zaštitna sredstva nove generacije. Sve strane države opremljene su sredstvima za zaštitu tela izolirajućeg tipa. U svetu se poklanja velika pažnja proizvodnji ovih materijala i njihove ugradnje u sredstva, sa konstantnim zahtevima za poboljšanje upotrebnih performansi.

Sredstva za zaštitu tela na bazi izolirajućih materijala karakterišu se dobrim zaštitnim svojstvima od dejstva VTM, ali zato su fiziološki vrlo nepodobna, jer su nepropusna za vazduh i znoj. Korišćenjem ovih sredstava produkuje se odgovarajuće toplotno opterećenje, što rezultira toplotnim stresom sa manjim ili većim posledicama, pri radu srednjeg i većeg intenziteta i radu u toploj okolini. To dovodi do brzog nagomilavanja toplote u telu i toplotnog opterećenja korisnika sa negativnim posledicama, tako da je vreme njihovog nošenja limitirano u zavisnosti od spoljne temperature.

Jedno od najsloženijih sredstava za zaštitu tela jeste filtrirajuća zaštitna odeća, koja je u odnosu na zaštitnu odeću izolirajućeg tipa fiziološki podobnija i omogućava korisniku duži boravak na kontaminiranom zemljištu, uz mogućnost obavljanja rada većeg intenziteta.

Nošenje ratne uniforme i filtrirajuće zaštitne odeće znatno usložava problem transfera toplote sa tela u okolinu. Odeća predstavlja barijeru prolazu toplote konvekcijom, kondukcijom, radijacijom i isparenom i tečnom znoju, koja je jako izražena u toplim uslovima i pri većem radnom intenzitetu.

Termofiziološke osobine odeće ne određuju se samo tekstilnim slojevima, nego i zatvorenim slojevima vazduha, čime se može postići bolji transport vlage optimizacijom „ventilacije“ i na taj način poboljšati komfor nošenja odeće u toploj klimi. Ova „ventilacija“ predstavlja direktnu razmenu vazduha između mikroklike i okoline, a prouzrokovana je pomeranjem tela nosioca odeće. Do ventilacije dolazi kroz „normalne“ otvore na odeći: krag-nu, revere, završetke na rukavima i nogavicama, odnosno preko specijal-nih otvora za ventilaciju koji se ostvaruju odgovarajućom konstrukcijom

kroja. S obzirom na to da su svi ispitivani modeli filtrirajućeg zaštitnog odeća izrađeni od filtrosorpcionih materijala, bilo je neophodno izvršiti ispitivanja fiziološke podobnosti. To je realizovano ispitivanjima u klimatskoj komori i realizacijom terenskih ispitivanja, uz angažovanje ispitanika.



Slika 1 – Izgled filtrirajućeg zaštitnog odeća

Fiziologija odevanja

Fiziologija odevanja sistematično istražuje odnose između ljudskog tela i odeće u graničnim područjima između fizike, hemije, medicine, filozofije, psihologije i tehnika tekstila. Od pronalaska sintetizovanih vlakana i njihove primene u izradi odeće poraslo je opšte interesovanje za ovu nauku. Uprkos već postignutim obimnim rezultatima istraživanja još uvek postoje pogrešne predstave o tim odnosima. Proizvođači odeće moraju poznavati važne odnose između ljudskog tela i odevanja, kako bi pri planskom kreiranju odeće mogli da procene efekte pojedinih merila u njihovom dejstvu. Uzajamna dejstva imaju kompleksnu prirodu, tako da samo egzaktno izmereni rezultati imaju upotrebljivu snagu iskaza. Zato se može konstatovati da se odeća nalazi u sistemu sledećih uzajamnih odnosa:¹ zahtevi tela, klimatski uslovi okoline i osobine odeće.

Za koordinirano odvijanje biohemijskih procesa jezgra tela potrebna je konstantna temperatura, tzv. unutrašnja temperatura, koja se kreće oko 37°C. Odstupanja od te vrednosti dovode do poremećaja, a spoljašnje temperature više od 42°C i niže od -30°C predstavljaju realnu opasnost po život. Temperaturno područje telesnog omotača (koža i tkiva) više varira, pri čemu donja granica podnošljivosti iznosi oko 10°C. Unutrašnja temperatura retko se penje iznad gornje granice, jer se krvotokom uspostavlja neposredna veza sa regulacionim mehanizmima. Unutrašnja temperatura održava se u uskim granicama, za šta su odgovorna dva termoregulaciona mehanizma: protok krvi kroz kožu i znojenje.

¹ Govori se, dakle o sistemu: telo-odeća-okolina (nemački 3K sistem: Koerper-Klima-Kleidung).

Ljudski organizam može da se posmatra kao mašina koja proizvodi toplotu, koja proizilazi iz metaboličkih aktivnosti i vezana je za prirodu organizma i njegovo stanje aktivnosti.² Širenjem ili skupljanjem krvnih sudova u blizini kože reguliše se sposobnost kože da provodi toplotu, no ona je relativno malo efikasna (samo ukoliko je spoljašnja temperatura jednaka ili viša od temperature kože). Bitnu ulogu pri regulisanju temperature pri hlađenju imaju pojačanje metaboličkih aktivnosti, a pri pregrevanju isparavanje znoja. Već pri malom sniženju unutrašnje temperature pojačava se stepen razmene materija, pre svega unutrašnjih organa i muskulature skeleta.

S obzirom na to da je filtrirajuće zaštitno odelo izrađeno od filtrorsorpcionog materijala i sastoji se od dva sloja, od primarnog značaja bilo je ustanovljavanje njegove fiziološke podobnosti. Ukoliko je proizvodnja toplote veća od odavanja toplote znojne žlezde u koži počinju da luče dodatne količine znoja za isparavanje. To je veoma efikasan način odavanja toplote.³ Ukoliko temperatura okoline ili nepropusna odeća ne stoje tome na putu, čovek sav višak proizvedene toplote može odati preko isparavanja znoja. Telesna udobnost koja se javlja pri toplotnoj ravnoteži, a koja odgovara stanju ugodnosti odevenog čoveka, omogućava postizanje optimalnog stepena telesne i duhovne sposobnosti za rad pod određenim uslovima spoljne temperature i vlage. Ova zona udobnosti (zona komfora) obuhvata, u proseku, relativnu vlažnost vazduha od 30% do 70%, efektivnu spoljnu temperaturu vazduha od 17,5°C do 22°C i ogleda se u prosečnoj temperaturi kože koja iznosi od 31,4°C do 33°C.

Da bi se održali dobri uslovi za život i rad potrebno je odećom pomoći termoregulacionom mehanizmu čoveka. To znači da odeća u hladnim uslovima treba da obezbedi dodatnu toplotnu zaštitu tela od dejstva sniženih temperatura, pri povećanoj vlažnosti da obezbedi zaštitu od vlage, pri pojačanom isparavanju da dozvoljava zadovoljavajući transport pare, pa se prema tim prilikama konstruišu različiti kompleti odeće. Organizam odaje toplotu zračenjem, konvekcijom, kondukcijom, disanjem i isparavanjem znoja preko kože. U odavanju toplote u termoneutralnim uslovima i pri mirovanju zračenje učestvuje sa 42%, konvekcija i kondukcija sa 26%, disanje sa 14%, a evaporacija sa 18%.

Odeća u funkciji održanja toplotne ravnoteže

Osećaj udobnosti zavisi od klime između kože i odeće. Ta „mikroklima“ određena je klimatskim uslovima okoline, proizvodnjom toplote i vlage u telu i osobinama odeće. U sistemu telo-odeća-okolina telo i okolina su stalne ve-

² Proizvodnja toplote pri apsolutnom mirovanju iznosi za 24 h oko 7560 KJ, a pri najtežem radu može dostići 21000 KJ.

³ Za isparavanje 1l znoja telu se oduzima oko 2400 KJ. Ljudska koža je u stanju da u izuzetno teškim uslovima preko svojih znojnih žlezda za nekoliko sati izluči čak 2 l znoja.

ličine, a odeća je promenljiva. Ona bi trebalo da stvori uslove koji su najbliži području udobnosti. Za održanje toplotne ravnoteže, kao i ravnoteže vlage u „mikroklimi“, potrebna je razmena vazduha, koja u suštini zavisi od tri faktora: tekstilne površine (vrsta vlakna, pređe i prepletaja), kroja i ventilacije.

Prirodna vlakna (pamuk, lan, vuna, svila i sl.) odlikuje dobra higroskopnost, pa im se daje prednost pri umerenim telesnim opterećenjima i malom znojenju. Njihova sposobnost upijanja je dovoljna da primi vlagu koja ispari iz tela pri manjem naprezanju. Sintetizovana vlakna, nasuprot prirodnim i regenerisanim, skoro da ne upijaju vodu, ali im se površina lako nakvasi, pa imaju visoku kapilarnu aktivnost. Subjekti obično nose više pojedinačnih odevnih sredstava, pa je veoma bitan broj slojeva i debljina međuvazdušnih prostora. Ova debljina zavisi od karakteristika odeće (tkanine) i njene pripijenosti uz telo. Materijali odeće i vazduh između slojeva odgovorni su za toplotnu izolaciju. Za razmenu toplote bitan je i uticaj vetra koji narušava spoljni miran vazdušni film (vazdušni sloj uz odeću) i prodire kroz pore tekstilnog materijala na mestima naleganja [1, 2].

Odnos između ravnotežne temperature jezgra (unutrašnja temperatura tela) i stresa okoline ispitao je Lind [3] pri konstantnom radu. Blockly [4] je na osnovu svojih radova i radova drugih istraživača pronašao odnos između rektalne i efektivne temperature za procenu stanja toplotne ravnoteže i njene destabilizacije.

Transfer toplote i vlage u sistemu

Toplota koja se proizvede u stanju mirovanja ili tokom fizičke aktivnosti mora biti kompenzovana odavanjem toplote i često je povezana sa malim povećanjem akumulacije toplote. Metabolizmom proizvedena toplota može se definisati kao toplota koja nastaje usled promena koje nastaju u organizmu. Pri obavljanju spoljnog rada deo energije proizveden u organizmu transformiše se u spoljni rad, a razlika $M-W$ (M -metabolizam, W -spoljni rad) jeste konačna energija (W/m^2) koja se pretvara u toplotu koju telo kroz odeću razmenjuje sa okolinom [5]. Ravnoteža između odavanja i akumulacije toplote može se izraziti na sledeći način:

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R_a + E + S \quad (1)$$

gde su C_{res} i E_{res} razmena toplote u respiratornom traktu konvekcijom i isparavanjem, K , C , R_a i E prenosi toplote kondukcijom, konvekcijom, radijacijom i isparavanjem, a S akumulirana toplota.

Transfer toplote respiratornim putem vezan je za razmenu temperature i vlage udahnutog i izdahnutog vazduha. Razmena totalne respiratorne toplote može se izraziti kao razlika entalpija udahnutog i izdahnutog vazduha, i u tom pravcu proizišle su neke od empirijskih jednačina. Kvantitativna procena mnogih faktora vezanih za prenos toplote konvekcijom, radijacijom i is-

paravanjem znoja bila je predmet istraživanja mnogih autora poslednjih decenija. Toplotni tok kondukcijom, kada je u pitanju sistem telo-odeća-okolina, ne uzima se direktno u proračun. Prisutan je prostor mikroklimе ograničen odećom, što ima za posledicu da se prenos toplote kondukcijom može kvantitativno asimilirati u prenos toplote konvekcijom i radijacijom. Vrednosti za ukupnu metaboličku proizvodnju toplote variraju u prosečnoj populaciji od oko 1 W/kg u mirovanju do oko 10 W/kg tokom intenzivnog fizičkog napora, a tokom sportskih aktivnosti mogu biti znatno veće. Akumulacija toplote, koja odražava i perifernu i unutrašnju telesnu temperaturu, javlja se tokom velikog fizičkog napora ili izloženosti toploj i vlažnoj sredini. Dugotrajna akumulacija toplote, u količini od oko 0,5 W/kg u periodu od 1 h do 2 h, dovodi do povećanja telesne temperature koje neke osobe nisu u stanju da tolerišu.

Toplotni stres se može javiti u kompenzovanom i nekompenzovanom obliku. Sposobnost kompenzacije toplotnog stresa prevashodno je određena biofizičkim činiocima (uslovi spoljašnje sredine, odeća, intenzitet fizičkog napora), a umereno je i pod uticajem biološkog stanja (aklimatizacija na toplotu i hidracija).

Kompenzovani toplotni stres (KTS) javlja se kada je gubitak toplote u ravnoteži sa njenim stvaranjem, tako da se može dostići ravnotežno stanje (*steady-state*) unutrašnje temperature pri datoj fizičkoj aktivnosti. Obično je prisutan pri većini aktivnosti vezanih za realizaciju namenskih vojničkih zadataka.

Nekompenzovani toplotni stres (NKTS) javlja se kada zahtevi za odavanjem toplote ispravanjem znoja prevazilaze evaporativni kapacitet okoline. Tokom NKTS organizam ne može da postigne ravnotežno stanje unutrašnje temperature, tako da ona raste sve dok se ne dostigne fiziološka granica i ne dođe do iscrpljenja (uslovi bitni za vojnu sredinu su miran, vlagom zasićen vazduh i nepropusna odeća).

Fiziološki odgovori na toplotni stres

Homeostatski autonomni mehanizmi toplokrvnih bića, uključujući i ljude, održavaju telesnu temperaturu unutar uskog opsega. U literaturi se razlikuju *pasivna hipertermija*, kada je osnovni uzrok akumulacije toplote u organizmu visoka spoljašnja temperatura i *aktivna hipertermija*, koja najčešće pogađa mlađu radnu populaciju koja je izložena dugotrajnom fizičkom naporu u toploj sredini. Tipične žrtve ovog poremećaja su muškarci, i to sportisti i vojnici. Za razvoj ovog oblika toplotne bolesti visoka spoljašnja temperatura nije najvažniji uslov, već kombinacija naporne fizičke aktivnosti, tople (i često vlažne) sredine i dehidracije. Fizički napor u toploj sredini predstavlja veliki izazov za termoregulaciju. Tokom dugotrajne fizičke aktivnosti, 75% proizvedene energije je u obliku toplote koja se ne deponuje. Ostalih 25% može se iskoristiti za pokretanje tela. Kako raste intenzitet fizičke aktivnosti, raste i stepen stvaranja toplote.

Mehanizmi održanja unutrašnje temperature

Telesna temperatura je normalno regulisana unutar uskog opsega preko dva paralelna procesa: regulacije temperature ponašanjem (bihevi-oralno) i fiziološkom regulacijom. Bihevioralna termoregulacija uključuje voljno sklanjanje u hlad, usporavanje ili prekidanje fizičke aktivnosti i uklanjanje odeće ili opreme sa tela.

Fiziološka regulacija temperature odvija se pokretanjem odgovora odavanja toplote (znojenjem i povećanjem protoka krvi kroz kožu), a intenzitet tog odgovora srazmeran je povećanju unutrašnje temperature i izmeni temperature kože (topla koža povećava odgovor odavanja toplote). Odavanje telesne toplote *provođenjem, strujanjem i zračenjem* posredovano je promenom u protoku krvi kroz kožu. Odavanje toplote *isparavanjem znoja* prevažodno podrazumeva lučenje znoja. Ako telo počne da nagomilava toplotu, povećaće se kožna i/ili unutrašnja temperatura. Temperatura kože je viša u toploj sredini, dok je unutrašnja temperatura relativno stabilna unutar širokog opsega spoljašnje temperature. Zato, u uslovima veće spoljašnje temperature, toplotni gradijent između unutrašnjosti organizma i kože postaje manji, a protok krvi kroz kožu se povećava da bi se postiglo odavanje toplote koje traje sve dok se ponovo ne uspostavi toplotna ravnoteža, tako da unutrašnja temperatura prestane da raste. Ako spoljašnji uslovi i odeća ograniče odavanje toplote na vrednost koja je manja od stepena stvaranja toplote, povećanje znojenja i protoka krvi kroz kožu neće uspostaviti toplotnu ravnotežu, već će samo povećati fiziološko opterećenje organizma. [6, 7]

Promene u kardiovaskularnom sistemu tokom toplotnog stresa

Kardiovaskularni odgovor na dejstvo toplote i fizičkog napora od ključnog je značaja za regulaciju temperature. Izuzev u patološkim stanjima i u slučaju prevladavanja toplotnog stresa, unutrašnja temperatura se održava konstantnom, i to pri širokom opsegu spoljašnjih uslova.

Protok krvi kroz kožu radi odavanja viška toplote može se povećati sa vrednosti od 0,2 l/min do 0,5 l/min u termoneutralnim uslovima, do preko 8 l/min tokom maksimalno podnošljivog toplotnog stresa, gde unutrašnja temperatura iznosi oko 39°C. Gusta mreža kapilara puni supkapilarni venski splet, venska zapremina raste, tako da se obezbeđuje veća razmena toplote sa okolinom.

Ispitanici

Ispitivanjem je bilo obuhvaćeno 10 muškaraca, starosti od 20 do 22 godine, od kojih je svaki nosio četiri modela filtrirajućeg zaštitnog odela. Svaki ispitanik je pre početka ispitivanja detaljno upoznat sa planom ispitivanja i svojim učešćem, nakon čega je potpisao *informisanu saglasnost*. Svakom ispitaniku data su uputstva kojih treba da se pridržavaju do završetka ispitivanja, a koja se odnose na neunošenje lekova, vitaminskih preparata, kafe i sl.

Metode ispitivanja Antropometrijska ispitivanja

Ispitivanje antropometrijskih karakteristika obuhvatilo je sledeća merenja i izračunavanja:

- merenje telesne visine, cm,
- merenje telesne mase, kg,
- merenje debljine kožnih nabora na četiri tačke, mm,
- izračunavanje površine tela, m^2 ,
- izračunavanje stepena uhranjenosti, i
- izračunavanje sastava telesne mase.

Merenja su vršena u stojećem položaju, bez odeće (u donjem vešu) i bez obuće. Telesna visina određivana je u stojećem stavu, pomoću pomičnog antropometra, a telesna masa pomoću elektronske vage *Chyo MW 100K*, sa preciznošću od 10 g. Debljina kožnih nabora merena je pomoću kalipera po *John Bullu*, sa pritiskom instrumenta na potkožno tkivo od 10 g/mm². Merenje je vršeno prema metodi Durninga i Vomerslija i obuhvatilo je četiri tačke:

- biceps (na sredini prednje strane nadlaktice),
- triceps (na sredini zadnje strane nadlaktice),
- lopatica (ispod donjeg ugla *scapulae*), i
- bok (nabor na *crista iliaka* između karlične kosti i rebarnog luka).

Merenje je obavljala ista osoba, a konačna vrednost predstavlja srednju vrednost dobijenu iz tri uzastopna merenja u istoj tački. Na osnovu izmerenih vrednosti izračunati su sledeći pokazatelji:

- površina tela (m^2) određivana je iz vrednosti telesne visine i mase, a prema *Nomogramu za određivanje površine tela kod dece i odraslih*, [8]
- indeks telesne mase (*Body mass index – BMI*) izražen je kao količnik izmerene telesne mase i kvadrata telesne visine (kg/m^2),
- sadržaj masti u telu izračunat je iz zbira debljine kožnih nabora na četiri tačke i izražen kao procenat telesne mase, prema *Tablici sadržaja masti u telu*. Iz procentne vrednosti zatim je izračunat apsolutni sadržaj masti u telu (kg), kao i sadržaj bezmasne „mršave“ telesne mase (*Lean Body Mass – LBM*).

Ergometrijska ispitivanja

Ergometrijske karakteristike, odnosno maksimalna potrošnja kiseonika (VO_{2max}) određivana je indirektno, preko pulsa, metodom progresivnog opterećenja po Brusu, uz korišćenje pokretne trake [9].

Ispitivanja termoregulacije

Ispitanici su podvrgnuti fizičkom naporu, a ispitivanja su sprovedena u klimatskoj komori u toploj sredini (30°C) i u terenskim uslovima sa svim ispitivanim modelima filtrirajućeg zaštitnog odela.

Ispitivanje mikroklimatskih uslova u klimatskoj komori

Metodologija ispitivanja u klimatskoj komori podrazumevala je kontinuirano merenje mikroklimatskih uslova. Na aparatu je očitavana temperatura suvog, vlažnog i globus termometra ($^{\circ}\text{C}$), relativna vlažnost vazduha (%) i indeks toplotnog opterećenja po sledećoj formuli:

$$\text{WBGT} = 0,7 \text{ tv} + 0,2 \text{ tg} + 0,1 \text{ ts} \quad (2)$$

gde su:

tv – temperatura vlažnog termometra,

tg – temperatura globusa, a

ts – temperatura suvog termometra. Ispitivanje mikroklimatskih uslova vršeno je pre početka svakog testa toplotnog opterećenja.

Termoregulacija je ispitana izračunavanjem srednje temperature iz zbira kože temperatura dobijenog merenjem sa četiri tačke na koži termoelementima; ovo merenje je bilo kontinuirano. Merenje unutrašnje temperature (T_s), merene sa bubne opne, bilo je diskontinuirano, a sprovedeno je uvođenjem sonde u ušni kanal na svakih 5 minuta. Količina znoja izračunata je iz razlike telesne mase (TM) pre i posle fizičkog napora. Svakom ispitaniku kontinuirano je praćena srčana frekvenca. Simulacija različitog intenziteta rada ispitanika, koji odgovara vršenju namenskih zadataka, postignuta je hoda na pokretnoj traci u klimatskoj komori (slika 2). Brzina hoda na traci iznosila je 5 km/h.



Sl. 2 – Rad ispitanika u klimatskoj komori

Pre početka rada ispitanicima su saopštene određene mere bezbednosti i uslovi rada u klimatskoj komori.⁴

⁴ U eksperimentima je bilo predviđeno da se ispitivanje prekine ukoliko dođe do dekompenzacije termoregulacije, odnosno kada T_s pređe $39,5^{\circ}\text{C}$, ili kad frekvenca srčanog rada pređe 190/min.

Merenje temperature kože

Srednja temperatura kože izračunata je iz zbira temperatura dobijenog merenjem sa četiri tačke na koži, prema ISO standardu [10]. Ovi termoelementi imaju nizak toplotni kapacitet i veoma brz odgovor. Merenje je vršeno na sledeće četiri tačke:

- vrat – sredina korena vrata pozadi – koeficijent 0,28;
- desna lopatica – sredina lopatice – koeficijent 0,2;
- leva ruka – sredina nadlanice – koeficijent 0,16;
- desna cevanica – sredina potkolenice napred – koeficijent 0,28.

Merenje je bilo kontinuirano, a rezultati su očitavani na svakih 5 min. Svaka izmerena vrednost je pomnožena odgovarajućim koeficijentom, nakon čega su te četiri dobijene vrednosti sabrane, što predstavlja vrednost srednje temperature kože tela u tom momentu.

Merenje timpanične temperature

Unutrašnja temperatura tela (*core temperature* – T_s) merena je sa bubne opne, diskontinuirano, istim aparatom, ali pomoću posebnog termoelementa (sa bržim odgovorom). Ispitanicima je prethodno urađen otoskopski pregled radi utvrđivanja stanja bubne opne i zidova ušnog kanala, kao i eventualnog uklanjanja ušne masti. Termoelemenat je uveden u ušni kanal i plasiran što je moguće bliže bubnoj opni. Momenat kontakta termoelementa i bubne opne lako je prepoznavan po umereno bolnoj senzaciji ispitanika.

Merenje srčane frekvence

Rad srca praćen je kontinuirano, instrumentom *Biotel 33*. Elektrode su plasirane na grudni koš ispitanika i tako slale elektrokardiografski signal telemetrijskim putem.

Izračunavanje intenziteta znojenja

Intenzitet znojenja (*Sweat rate* – SwR) izračunat je iz razlike u telesnoj masi pre i posle izlaganja toplotnom stresu, korigovanoj za unos vode i izlučivanje urina u tom periodu. Izražen je kao izgubljena masa po jedinici površine tela za sat vremena ($\text{g/m}^2/\text{h}$).

Subjektivna ocena toplotnog stanja

Za subjektivnu ocenu toplotnog stanja (komfora) korišćena je Mekginisova toplotna skala. Anketiranje ispitanika sprovedeno je tako što je ispitanik, na tabeli koju je prezentovao ispitivač, svakih 5 minuta pokazivao redni broj koji odgovara njegovom subjektivnom osećaju toplotnog komfora. Nakon realizacije svakog eksperimenta (90 minuta) ispitanici su

ocenjivali komfor svakog modela zaštitnog filtrirajućeg odela, radi ustanovljavanja razlika u masi, udobnosti, pokretljivosti, elastičnosti i količini apsorbovanog znoja i nastalih promena.

Neuropsihološka ispitivanja

Ova ispitivanja imala su za cilj merenje brzine reakcije pre i posle izvođenja određenih aktivnosti ispitanika. Ispitivano je vreme izborne reakcije na auditivne i vizuelne draži pre i nakon rada u klimatskoj komori, a pri nošenju četiri vrste odela. U te svrhe korišćen je reakciometar – kronoskop koji je bio postavljen u klimatskoj komori. Neposredno po završetku eksperimenta, tj. po silasku ispitanika sa trake (nakon 90 minuta hoda), ova ispitivanja su ponavljana, kako bi se ustanovile eventualne razlike u reagovanju ispitanika pre i posle eksperimenta.

Rezultati ispitivanja

Antropometrijske karakteristike

Tabela 1

Izračunate vrednosti antropometrijskih pokazatelja ispitanika

Antropometrijski pokazatelji		Izračunate vrednosti
Površina tela (m ²)	$\bar{X}$	1,79
	SD	0,12
	min.	1,65
	maks.	2,07
Indeks telesne mase, BMI (kg/m ²)	$\bar{X}$	22,36
	SD	2,06
	min.	18,8
	maks.	26,2
Telesna mast, F (%)	$\bar{X}$	15,6
	SD	4,29
	min	9
	max	22,5
Sadržaj bezmasne telesne mase, LBM (kg)	$\bar{X}$	55,25
	SD	4,46
	min.	51,7
	maks.	65,4

Ergometrijske karakteristike

Pokazatelj ergometrijskih karakteristika ispitanika predstavlja maksimalna potrošnja kiseonika (VO_{2max}), izražena u mililitrima kiseonika po kilogramu telesne mase u toku jednog minuta. Da bi se izbegao uticaj sadržaja telesne

masti, maksimalna potrošnja kiseonika je, takođe, izražena u mililitrima po kilogramu bezmasne „mršave“ mase u toku jednog minuta (VO_{2max}/LBM). Vrednosti ergometrijskih pokazatelja ispitanika prikazane su u tabeli 2.

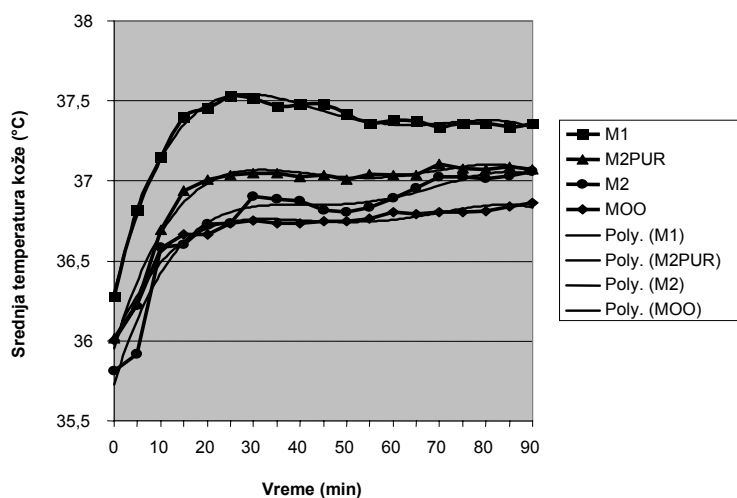
Tabela 2

Vrednosti ergometrijskih pokazatelja ispitanika

Ergometrijski pokazatelji		Izračunate vrednosti
VO_{2max} (ml/kg/min)	$\bar{X}$	49,67
	SD	6,45
	min.	44,2
	maks.	57,6
VO_{2max}/LBM (ml/kg/min)	$\bar{X}$	62,98
	SD	10,81
	min.	50,96
	maks.	82,65

Ispitivanje termoregulacije

Razlike u srednjoj temperaturi kože tokom eksperimenta prikazane su na slici 3.



Slika 3 – Srednja temperatura kože tokom eksperimenta

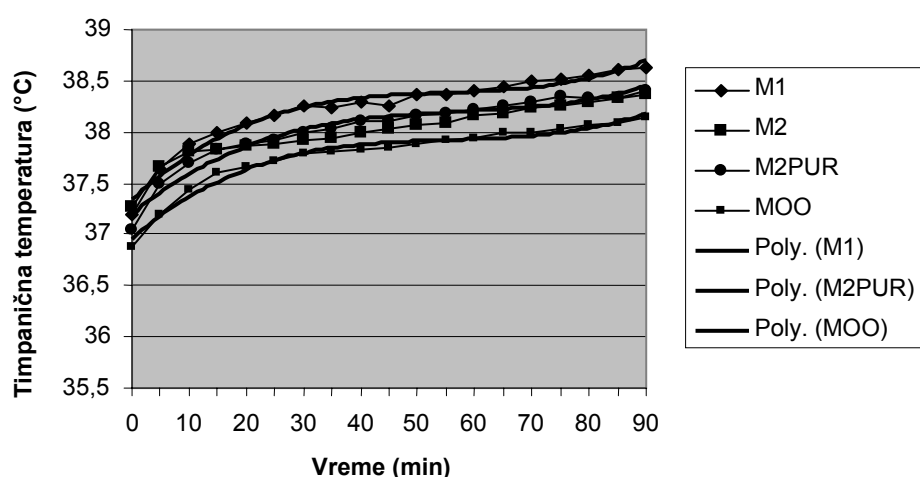
Za ocenjivanje fiziološke podobnosti vršeno je međusobno poređenje modela filtrirajućeg zaštitnog odela i zaključeno je sledeće:

– najveće statistički značajne razlike ($r < 0,05$) ustanovljene su pri korišćenju odela M00, a poređenjem sa M1;

– pri korišćenju M2 uočljive su statistički značajne razlike do 55. minuta eksperimentalnog rada, nakon čega je nastupio period njihovog smanjenja i normalizacije;

– pri korišćenju M2PUP statistički značajne razlike javljale su se jedino tokom prvih 10 minuta eksperimentalnog rada, nakon čega je konstatovan opšti trend njihovog smanjenja, tako da su ova dva modela dosta sličnih termoregulacijskih karakteristika, tj. poseduju loše termoregulacijske osobine.

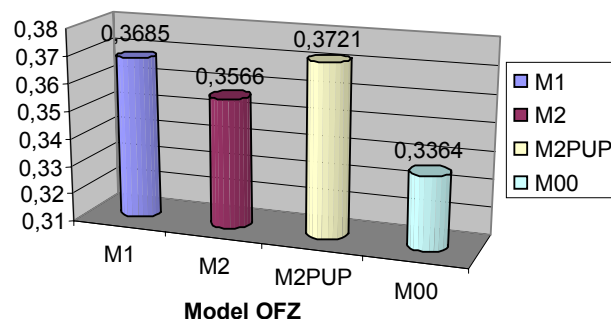
Realizovan je i statistički test ANOVA. Konstatovane su značajne razlike pri nivou verovatnoće $r < 0,05$ za modele M1 i M00. Zaključak ANOVA testa jeste da na nivou verovatnoće $r < 0,05$ postoje značajne razlike jedino između modela M1 i M00 po pitanju temperature kože. Razlike u timpaničnoj temperaturi tokom eksperimenta prikazane su na slici 4.



Slika 4 – Timpanična (unutrašnja) temperatura tokom eksperimenta

Poređenjem razlika u timpaničnoj temperaturi ispitanika pri korišćenju različitih modela filtrirajućih zaštitnih odela ustanovljene su razlike identične onima koje su se javile pri ispitivanju temperature kože (između modela M1 i M00).

Izračunavanjem intenziteta znojenja ispitanika pri radu u klimatskoj komori na temperaturi od 30°C (slika 5) zaključeno je da je znojenje naj-intenzivnije u uslovima kada su ispitanici nosili model M2PUP. To je potpuno opravdano sa stanovišta njegovog tehničko-tehnološkog rešenja, imajući u vidu da se u unutrašnjem sloju nalazi poliuretanska pena (PUP) koja, ipak, predstavlja odgovarajuću barijeru prenosu telesne toplote.



Slika 5 – Intenzitet znojenja tokom eksperimenta

Model M2PUP omogućio je intenzitet znojenja od 0,37 L/m²/h, što je neznatno više i od modela M1. Razlika je izraženija ukoliko se izvrši poređenje sa modelom M2, a najveća je u poređenju sa modelom M00 (≈11%). Ukupni rang filtrirajućih zaštitnih odela po pitanju intenziteta znojenja je sledeći (od najmanjeg znojenja ka najvećem): M00, M2, M1, M2PUP.

Zaključak

U ovom radu su prikazani rezultati ispitivanja fiziološke podobnosti četiri modela OFZ. Na osnovu prezentovanih rezultata moguće je zaključiti da je model M00 pokazao najbolje karakteristike kvaliteta po pitanju svih ispitivanih karakteristika.

Literatura

- [1] Machperson R. K.: *The assesment of the thermal enviroment*, Brit. J. Industr. Med., 1962.
- [2] Breckenridge J. R., Woodcock A. H.: *Effects of wind on insulation of arctic clothing*, Report No. 164, Environ. Prot. Sec. Quartermaster, Clim. Res. Lab., Lawrence, Massachusetts, 1950.
- [3] Lind A. R., Physiological effects of continous intermittent work in the heat, J. Appl. Physiol., 57–60, 1963.
- [4] Blockley W. V., Mitchell M. B., Streudwick P. H: *Physiological And psychological effects of over loading fall out shelters*, Final report, Contract No. OCD-OS-62-137, Office and civil defense, 1963.
- [5] Larose P.: *Thermal resistance of clothing with special reference to the protection given by coverall fabrica of various permeabilities*. Can. J. Res, Sect. A, 169–190, 1947.

UDC: 629.783 : 77.03
528.873 : 629.783

VAŽNIJI SATELITSKI PROGRAMI SISTEMATSKOG SNIMANJA ZEMLJE

Potpukovnik dr *Miodrag Regodić*, Vojna akademija

Rezime:

Mnogobrojne prirodne i društvene pojave se neprekidno prate, izviđaju, snimaju i analiziraju u funkciji ispoljavanja čovekovog uticaja na njihova kretanja. Sve su češća stalna i povremena satelitska praćenja i snimanja koja se obavljaju u različite svrhe. U radu su predstavljeni važniji satelitski programi sistematskog snimanja Zemlje, koji se međusobno razlikuju po visini putanje, brzini obilaska oko Zemlje, opremi koju nose, posebno senzorima, te vrstom i kvalitetom snimaka površine Zemlje.

Ključne reči: satelit, satelitska snimanja, elektromagnetna energija, snimak, senzor.

SOME MAJOR SATELLITE PROGRAMMES OF THE SYSTEMATICAL SURVEY OF THE EARTH

Summary:

Numerous natural and social phenomena are constantly being observed, surveyed, registered and analyzed in the light of man's actions and influence on their course. It is obvious that permanent and periodical satellite observations and registrations conducted for various purposes are unavoidable nowadays. The paper deals with more important satellite programmes of the systematical survey of the Earth, which mutually differ according to the height of their orbit, their cruising speed, equipment they are equipped with, sensors in particular, as well as the type and quality of their images of the Earth.

Key words: atmospheric corrosion, preservation, polyamid-polyethylene foil, permeability for water vapour, silica.

Uvod

Pojavom veštačkih Zemljinih satelita počela je nova epoha u istraživanjima Zemlje, ali i drugih planeta. Namena im je višestruka: vojna izviđanja i rana upozoravanja i procene, komunikacijska navigacija, meteorološka opažanja, geodetska merenja, istraživanje prirodnih resursa (obnovljivih i neobnovljivih) i dr. Ti sateliti kruže oko Zemlje kroz svemirski prostor pod delovanjem gravitacijskih polja okolnih nebeskih tela, po zakonima nebeske mehanike.

Sistematska daljinska snimanja obavljaju se u različite svrhe. Ona mogu biti namenjena ispitivanju meteoroloških uslova i praćenju njihovih promena, proučavanju velikih vodenih površina (oceanografija), praćenju kretanja ljudi i naoružanja u vojnoobaveštajne svrhe, i drugo. Za struke i nauke koje se bave površinom Zemlje (geonauke) veoma su značajna sistematska satelitska snimanja namenjena proučavanju Zemljinih resursa. Ovim snimanjima započeo je i razvoj savremene daljinske detekcije.

Zahvaljujući razvoju tehnologije kosmičkih istraživanja, posebno naglašene tokom poslednjih decenija prošlog veka, omogućeno je i snimanje Zemlje iz kosmosa. Uvedeni su novi senzori koji omogućavaju registrovanje elektromagnetne energije i van granica vidljivog dela spektra. Ovi senzori, razvijeni za potrebe kosmičkih snimanja, sada se primenjuju kod aero, kao i kod terestričkih snimanja.

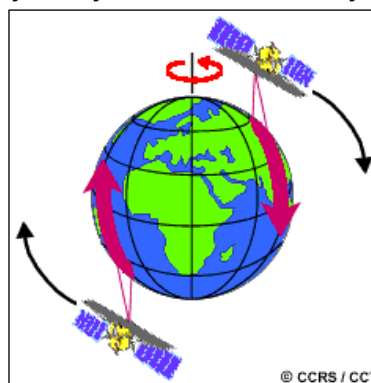
Zapis i prikaz registrovane elektromagnetne energije obavljaju se, po pravilu, u digitalnom obliku. Time su široko otvorene mogućnosti primene računara u obradi, analizi snimaka i prikazu dobijenih rezultata. Digitalni zapis je, takođe, naknadno uveden kod aero i terestričkih snimanja.

Snimanja iz kosmosa obavljaju se sistematski i ponavljaju u kratkim intervalima koji se, po pravilu, mere danima. Omogućeno je praćenje procesa i pojava u vremenu i prostoru (promene snežnog pokrivača, poplave, posledice trusova, promene pustinskog reljefa usled peščanih oluja, itd.). Sistematska snimanja obavljaju se u različite svrhe. Ona mogu biti namenjena ispitivanju meteoroloških uslova i praćenju njihovih promena, proučavanju velikih vodenih površina, stalnom praćenju kretanja ljudi i naoružanja u vojnoobaveštajne svrhe, i drugo.

Orbita i zahvat

Orbita je putanja kojom se satelit kreće. Satelitske orbite mogu se razlikovati po visini na kojoj se nalaze, rotaciji i orijentaciji u odnosu na Zemlju. Sateliti koji se kreću na velikim visinama imaju tzv. geostacionarne orbite i uvek snimaju jedan isti deo Zemljine površine u različitom periodu dana ili godine. Najčešće se koriste u meteorologiji ili komunikacijama.

Za potrebe daljinske detekcije sateliti imaju bliskopolarne orbite (slika 1). Oni putuju najčešće od severa ka jugu i od zapada ka istoku, što je u sprezi sa Zemljinom rotacijom. To im omogućava da pokriju više delova Zemljine površine tokom određenog vremena. Orbite su uglavnom i sunčano-sinhronizovane, što im omogućava



Slika 1 – Bliskopolarne orbite [7]

da prekriju određeni deo Zemljine površi u stalno, tačno određeno doba dana, koje se naziva *lokalno Sunčevo vreme*. To omogućuje da površina od interesa bude pod jednakom osvetljenošću tokom određenog godišnjeg doba svake godine ili perioda od nekoliko dana.

Površina koju je senzor na satelitu prikazao na snimku naziva se *zahvat* satelita. Ovi zahvati se u daljinskoj detekciji kreću od desetine pa do stotine kilometara. Kako se satelit kreće od pola do pola oko Zemlje, njegova pozicija zapad-istok ne bi trebalo da se menja. Međutim, pošto Zemlja rotira od zapada ka istoku stiže se utisak da se satelit kreće i prema zapadu. Zahvaljujući tome satelit zahvata novu površinu svakim uzastopnim prolazom.

Vreme za koje satelit na putanji oko Zemlje napravi jedan pun obrt jeste *period*. Satelit će napraviti pun obrt kada ponovo pređe preko iste tačke na površini Zemlje, koja se nalazi tačno ispod satelita. Ta tačka naziva se *nadir*. Tačno vreme za koje satelit napravi pun krug varira od satelita do satelita. Interval potreban da satelit završi krug nije isto što i tzv. *Revisit Period* (period ponovnog pojavljivanja). Koristeći senzore kojima se može upravljati, moguće je videti objekat od interesa (kada nije u nadiru) pre i nakon što satelit pređe preko objekta. To čini da je *Revisit Period* kraći od perioda obnavljanja iste orbite. Ovaj podatak je jedan od većih bitnih uslova za primenu satelita.

Vreme obilaska Zemlje

Satelit kruži preko polova sa otklonom od nekoliko stepeni od pravca sever-jug. Potrebno je naglasiti da je kružna putanja (orbita) satelita idealan slučaj i teško ostvarljiv u praksi. Jer, male greške u vektoru brzine u fazi stabilizacije satelita dovode do odstupanja od kružne putanje. Pri kruženju satelit obavlja neprekidno snimanje, odnosno registraciju elektromagnetne energije. Za to vreme Zemlja rotira ispod orbite satelita u smeru od zapada ka istoku. Na taj način je, tokom vremena, satelit u mogućnosti da snimi svaki deo Zemljine površine. Za satelit koji se kreće po eliptičnoj putanji oko Zemlje kaže se da je u *perigeju* – kada se nalazi na najmanjem udaljenju od njene površine, odnosno u *apogeju* – kada je najudaljeniji od nje. Tačke orbite na kojima je satelit najudaljeniji od Zemlje su na polovima, a tačke najmanjeg udaljenja na ekvatoru.

Vreme za koje bi satelit obišao Zemlju na putanji neposredno iznad morskog nivoa iznosi 84 minuta. Za prelazak cele orbite, odnosno za obilazak Zemlje duž polova, satelitu je bilo potrebno 103 minuta (Landsat). U toku jednog dana satelit je obilazio Zemlju približno 14 puta ($24 \text{ sata} \times 60 \text{ minuta} = 1.440 \text{ minuta}$; $1.440 \text{ minuta} : 103 \text{ minuta} = 13,98 \text{ prolaza}$).

Između dve orbite Zemlja se na ekvatoru pomeri prema zapadu za 2.875 km. Petnaesta orbita, prva po redu narednog dana, preklapa prvu orbitu prethodnog dana na ekvatoru za 14%. Preklapanje na polovima je

potpuno i iznosi 100%. Ciklus snimanja kod satelita Landsat 1 iznosio je 18 dana. Za to vreme satelit je načinio 251 prolaz oko Zemlje. Orbita započeta devetnaestog dana je 252. po redu i u potpunosti preklapa prvu orbitu načinjenu prvog dana ($18 \text{ dana} \times 13,98 \text{ prolaza} = 251,64 \text{ prolaza}$).

To znači da se svakog devetnaestog dana dobijaju snimci istog područja, što omogućava da se tako može pratiti razvoj određenih pojava u vremenu (vulkanske erupcije, otapanje snega i poplave, posledice katastrofalnih zemljotresa, dejstvo tornada i cunamija, i drugo). Sinhronizacijom rada više satelita vreme ponavljanja snimanja istog terena se skraćuje.

Ma koliko da je razređena, atmosfera na visinama satelitskih putanja pruža određeni otpor kretanju satelita. Iako je taj otpor minimalan, vremenom se brzina satelita na putanji smanjuje, a time postepeno menjaju elementi putanje, pre svega njena visina. Spuštanje putanje u niže gušće slojeve atmosfere izaziva intenzivnije smanjenje brzine satelita. Posle spuštanja putanje na visinu od 150 km satelit može da obiđe Zemlju još samo 1 do 2 puta. To određuje najniže moguće visine putanja foto-izviđačkih satelita, odnosno najmanje moguće približenje Zemlji u okolini perigeja pri manevrisanju ovih satelita.

Satelitske misije

Početak sistematskog snimanja površine Zemlje, time i začetak daljinske detekcije u današnjem obliku, vezuje se za uvođenje programa EROS (Earth Resources Observation System – Sistem za osmatranje Zemljinih resursa). Program je postavila i realizovala američka Agencija za aeronautička i kosmička istraživanja NASA (National Aeronautics and Space Administration). Prvi satelit ove namene, nazvan ERTS (Earth Resources Technology Satellite – Satelit za osmatranje Zemljinih resursa) lansiran je 23. jula 1972. godine u polarnu orbitu srednje visine od 900 km. Misija ERTS je kasnije preimenovana u LANDSAT (Land Satellite – Zemljin satelit).

Veliki uspeh programa Landsat doprineo je ubrzanom razvoju sistematskog satelitskog snimanja površine Zemlje. Brojne zemlje i međunarodne organizacije su tokom poslednjih decenija razvile programe istraživanja Zemlje iz kosmosa. Među njima se ističe Evropska kosmička agencija (ESA – European Space Agency), sa sedištem u Parizu, koja razvija program ERS (European Remote Sensing satellite – Evropski satelit za daljinsku detekciju).

Francuska satelitska kompanija Spot Imaž (Spot Image), sa sedištem u Tuluzu, sistematska snimanja obavlja sa satelita SPOT – Systeme Pour l'Observation de la Terre (Sistem za osmatranje Zemlje). U tabeli 1 prikazane su osnovne karakteristike najvažnijih satelitskih sistema za daljinsku detekciju lansiranih pre 2000. godine.

Tabela 1

Komerijalni sistemi daljinske detekcije lansirani pre 2000. godine [5]

Senzor	F (mm)	Dimenzije snimka (mm)	Visina leta (km)	Zahvat (km)	Prostorna rezolucija (piksel)	Odnos visine i baze
KFA1000	1 000	300x300	220/350	66x66 105x105	2,5–5	8,2
KFA3000	3 000	300x300	220/350	22x22 35x35	1–2,5	bez stereo opcije
KVR1000	1 000	180x(180)	220/350	26x(26)	1–2,5	bez stereo opcije
SPOT	2 086	(150x150)	830	60x(60)	10/20m (digitalna)	do 1
MOMS-02	220	600 piksela	295	78x...	13,5/4,5m (digitalna)	1,3
MOMS-2P	660	9 000 piksela	390	37x... 100x.../48x...	16,5/5,8 m	1,3
IRS-1C/1D PAN	980	12 000 piksela (3x4096)	817	70x(84)	5,8/23,5 m (digitalna)	do 1
DPA ms	40	6 000 piksela	(3,2)	(4,5)	0,8 (digitalna)	–
DPA pan	80	12 000 piksela	(3,2)	(4,5)	0,8	1,1

Lansiranjem satelita IKONOS firme „Space Imagery“ i njegove pune operabilnosti, tokom 2000. godine, započeo je novi period u daljinskoj detekciji Zemlje. Na tržištu se pojavljuju satelitski snimci prostorne rezolucije 1m, koji su pogodni za kartiranje geodetskih i kartografskih podloga krupnijih razmera i pružaju veću mogućnost interpretacije objekata na terenu. Zatim, sledi lansiranje satelita QUICK BIRD firme „Earth Watch“ koji nosi identičan senzor kao IKONOS, prostorne rezolucije 0,61 m. Ovde se govori o komercijalno dostupnim snimcima, dok svakako postoje misije koje pružaju mnogo bolje performanse, ali se koriste isključivo za vojne i obaveštajne svrhe. Posle 2000. godine u orbitu je lansirano još nekoliko satelita sa senzorima različitih performansi, shodno nameni detektovanih snimaka (tabela 2).

Tabela 2

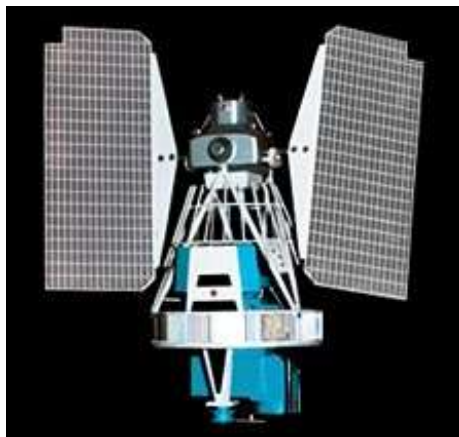
Komerrijalni sistemi daljinske detekcije lansirani posle 2000. godine [5]

Misija	Earth Watch "Quick Bird"		Orbital Sciences "Orb View3"		Space Imagery "Ikonos"		West Ind. Space Ltd "EROS"		Earth Watch "Early Bird"		Resource 21 "Resource21"			GEROS	
Godina lansiranja	1. 2000 2. 2001		2000		1. sept 2000		1. failed 2. 2000		failed		1. 2001 (2) 2. 2002 (2)			1. 2000 (2) 2. 2001 (2) 3. 2002 (2)	
Tehnika snimanja	Pan	MS	Pan	MS	Pan	MS	Pan	Pan	MS		MS			Pan	MS
Radiometrijska rezolucija	11 bit	11 x 4 bit	8 bit	8 bit	11 bit	11 bit	10 bit	8 bit	8 x 3 bit		12 bit			–	–
Prostorna rezolucija	0,82 m	3,28 m	1 i 2 m	4 m	1 m	4 m	1,3 m	3,2 m	15m	10	20	100		–	10 m
Broj kanala	1	4	1	4	1	4	1	1	4	4	2	1		–	–
Zahvat	22 km		8 km		11 km		13,5 km		6 km	30 km	205 km			–	
Uzdužni nagib	± 30°		± 50°		± 45°		± 45°		± 30°		± 30°			–	
Poprečni nagib	± 30°		± 50°		± 45°		± 45°		± 28°		± 40°			–	
Pozicija senzora	GPS		GPS		GPS		GPS		GPS		GPS			GPS	
Očekivana tačnost sa kontrolnim tač.	hor	ver	hor	ver	hor	ver	hor	ver	hor	ver	5 m abs			hor	–
	2 m	2 m	7,5m	3,3 m	2 m	3 m	6 m	4 m	6 m	4 m	1 m rel			3 m	–
Bez kontrol. tač.	23 m	17 m	12 m	8 m	12 m	8 m	800m	–	150 m	–	30 m			25 m	–

Misija Landsat

Prvi Landsat satelit pod imenom ERTS (Earth Resources Technology Satellite), lansirala je NASA, 23. jula 1972, iz Vojnovazduhoplovne baze Calif. Satelit je bio opremljen TV-kamerom i eksperimentalnim senzorom nazvanim MSS (Multi-Spektral Scanner – Multi-spektralni skener). Godine 1975. NASA je promenila ime ERTS u Landsat-1, koji je sa MSS senzorom bio u operativnoj upotrebi do 1978. godine. Za vreme perioda upotrebe Landsat-1 je izradio preko 300.000 snimaka visokog kvaliteta.

Satelit Landsat-2 lansiran je 22. januara 1975. godine, a Landsat-3 5. marta 1978. godine. Ovi sateliti sa svojim MSS senzorom obezbedili su kontinuitet i još veći kvalitet u osmatranju i snimanju Zemljine površine. Satelit Landsat-4 je pušten u rad 16. jula 1982. godine i koristio je novi senzor TM (Thematic Mapper – uređaj za tematsko kartiranje), najavljujući tako napredniju generaciju teledetekcionih satelita. Senzor TM načinio je zna-



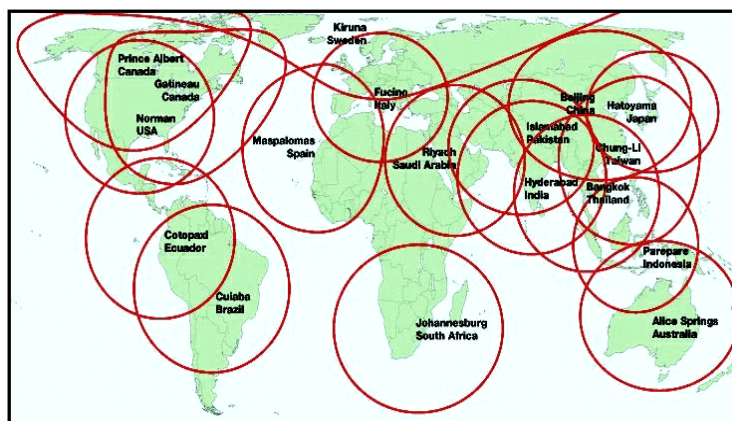
Slika 2 – Satelit Landsat-7 [2]

čajan napredak u dostizanju mnogo bolje rezolucije od 30 m. Landsat-5 je lansiran 1. marta 1984. godine i još se nalazi u operativnoj upotrebi, čime je nadmašio predviđeni upotrebnik vek. Landsat-6 je doživeo neuspelu misiju, pošto je izgubljen nakon lansiranja. Landsat-7 (slika 2), koji je lansiran 1998. godine, opremljen je ETM+ (Enhanced Thematic Mapper-Plus – poboljšani uređaj za tematsko kartiranje) senzorom koji obezbeđuje jedinstven kvalitet za senzorsko snimanje važnijih sitnorazmernih procesa na globalnom planu, kao što su:

praćenje jednogodišnjeg i višegodišnjeg vegetacionog ciklusa, rasprostranjenost šumskih kultura, praćenje korišćenja poljoprivrednog zemljišta, urbanizma, vodenih resursa i drugo.

NASA je, uz podršku NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration – Nacionalni biro za okeanografiju i atmosferu) i USGS (United States Geological Survey – Geološki institut SAD), razvila i lansirala satelit Landsat-7. Satelit Landsat-7 je deo globalnog istraživačkog programa poznatog kao *NASA's Mission to Planet Earth* (NASA-ina misija planete Zemlje), koji predstavlja dugoročni program za proučavanje promena u životnoj sredini planete Zemlje. Zadatak ovog programa je praćenje prirodnih promena čovekove životne sredine.

Na slici 3 predstavljen je raspored stanica za prijem podataka sa satelita Landsat.



Slika 3 – Zemaljske stanice za prijem podataka misije Landsat [2]

Karakteristike orbite satelita Landsat-7 su:

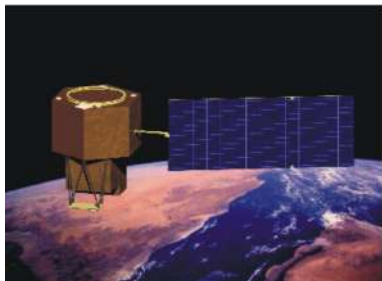
- velika poluosa orbite 7.077 km $\pm$ 5 km
- altituda (visina orbite) 705 km
- inklinacija $98,2^{\circ} \pm 0,15^{\circ}$
- orbita polarna, sunčano sinhronizovana
- vreme silaznog čvora 10:00 AM $\pm$ 15 min.
(lokalno Sunčevo vreme)
- period revolucije 98,8 min
- period ponavljanja iste orbite 16 dana

U tabeli 3 predstavljene su najznačajnije karakteristike misije Landsat-7.

Tabela 3

Karakteristike misije Landsat-7 [4]

Landsat-7			
Lansiran	maja 1998. godine		
Visina orbite	705 km		
Vreme prolaska orbite	99 minuta		
Ciklus snimanja	16 dana		
Broj orbita u ciklusu	233		
Senzori	Osmokanalni multispektralni skener i ETM (Enhanced Thematic Mapper – poboljšani multispektralni skener za temetsko kartiranje)		
	talasna dužina	rezolucija	spektralno područje
Kanal 1	0,45–0,52 μ m	30 m	plavo
Kanal 2	0,52–0,60 μ m	30 m	zeleno
Kanal 3	0,63–0,69 μ m	30 m	crveno
Kanal 4	0,76–0,90 μ m	30 m	blisko infracrveno
Kanal 5	1,55–1,75 μ m	30 m	kratkotalasno infracrveno
Kanal 6	10,40–12,40 μ m	120 m	termalno infracrveno
Kanal 7	2,08–2,35 μ m	30 m	kratkotalasno infracrveno
Panhromatski	0,50–0,90 μ m	15 m	zeleno – blisko IS
Zahvat snimka	185 x 185 km		
Napomena	Novinu kod multispektralnog skenera predstavlja uvođenje panhromatskog kanala širokog opsega od vidljivog do bliskog infracrvenog dela spektra. Ovim kanalom dobijaju se kolor snimci visoke rezolucije (15 metara) vrlo dobrog kvaliteta.		



Slika 4 – Satelit EO-1 [6]

U okviru projekta Program za novi milenijum (New Millennium Program – NMP), razvijen je Landsat nazvan Zemljina orbitalna misija (Earth Orbiter Mission-EO-1). Upotrebom najsavremenije tehnologije i najnovijih naučnih otkrića poboljšava se kvalitet budućih sistema Landsat i istovremeno smanjuju troškovi eksploatacije. U tu svrhu u maju 1999. godine lansiran je eksperimentalni satelit EO-1 (slika 4).

Novе tehnologije u daljinskom snimanju Zemlje uključuju savremene senzore visoke spektralne rezolucije (Advanced Land Imager – ALI – Usavršeni instrumenti za snimanje Zemlje), zatim nova multispektralna integrisana kola, impulsne sisteme za savršeniju kontrolu orbite i položaja satelita na orbiti, prenos podataka optičkim vlaknima, nove ugljenične sisteme za hlađenje, nove kolektore sunčeve energije i drugo. Paralelno se radi na usavršavanju obrade registrovanih podataka i njihovog čuvanja. Eksperimentalni satelit ima masu 425 kg. Površina koju snima tokom jednog dana je od 4 do 12 025 km², u zavisnosti od broja senzora koji su uključeni u snimanje. U slučaju kada je aktivan samo multispektralni ili panhromatski senzor prikuplja se 16 snimaka na dan. Na snimcima je, u zavisnosti od vrste senzora, obuhvaćen prostor od 9,9 km do 37 km (slika 5).



Slika 5 – Snimak Soluna načinjen tematskim maperom sa satelita Landsat [6]

Misija SPOT

Francuski satelit SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre – sistem za osmatranje Zemlje) projektovao je CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), francuski nacionalni centar za kosmička istraživanja, a razvijan je u saradnji sa Belgijom i Švedskom. Eksploatacijom SPOT sistema rukovode CNES i SPOT Image. Važno je pomenuti da je SPOT prvi otkrio kvar na nuklearnoj elektrani u Černobilu.

Sistem SPOT sastavljen je od svemirske komponente (satelita) i zemaljskog dela, koji obezbeđuje satelitsku kontrolu, programiranje, obradu snimaka i njihovu distribuciju. Satelitskom komponentom upravlja CNES koji vrši orbitalnu kontrolu satelita, preuzimanje podataka i arhiviranje, dok SPOT Image vrši obradu, distribuciju i marketing SPOT sistema. Rasteri dobijeni opažanjem Zemlje su kompatibilni sa svim tehnologijama Geografskog informacionog sistema (GIS) i kao takvi često se koriste za izradu topografskih podloga,

kao i za osmatranje vegetacije. SPOT Image takođe obezbeđuje proizvode za poljoprivredu, kartografiju, urbano planiranje, telekomunikaciju, praćenje vegetacije, praćenje prirodnih nepogoda, i drugo (slika 6).



Slika 6 – SPOT snimak vulkana Etna [6]

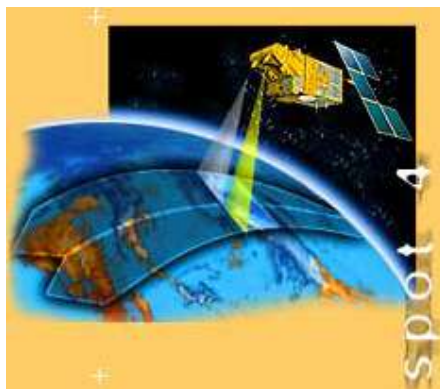
Satelitski sistem SPOT je u funkciji već 20 godina (slika 7). Na slici su prikazani datumi lansiranja satelita.



Slika 7 – Sateliti misije SPOT [8]

Satelit SPOT-4, lansiran 24. marta 1998. godine, savršeniji je od svojih prethodnika (slika 8). Projektovan je tako da mu se radni vek produži sa tri na pet godina, čime je očuvan kontinuitet misije SPOT. SPOT-4 ima senzore novije generacije, povećanog kapaciteta i rezolucije.

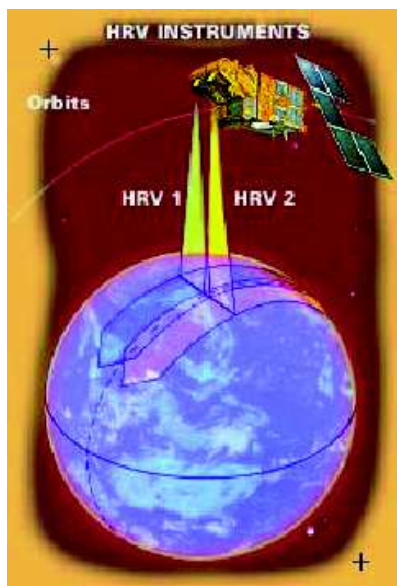
Satelit SPOT se svakih 26 dana nađe iznad iste tačke na Zemlji, kada se završava jedan ciklus kruženja zemlje i počinje novi.



Slika 8 – Satelit SPO-4 [2]

Elementi orbite SPOT satelita su:

- altituda (visina orbite) 822 km
- inklinacija 98°
- orbita cikularna, skoro polarna, sunčanosinhronizovana
- vreme silaznog čvora 10:30 AM (lokalno sunčevo vreme)
- broj revolucija u jednome danu $14 + 5/26$
- skretanje traga na Zemlji ka zapadu posle svake revolucije ... 2 823 km
- period revolucije 101 min
- period ponavljanja iste orbite 26 dana



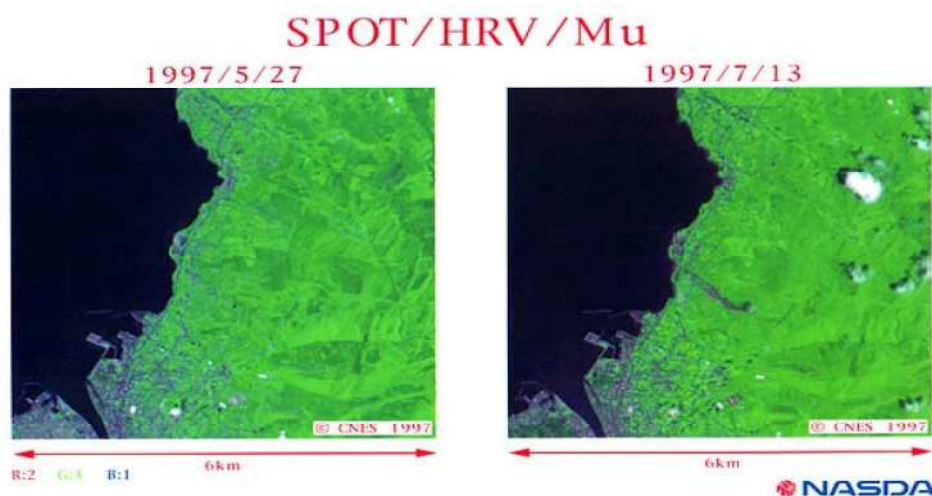
Slika 9 – Senzori High Resolution Visible [2]

Svi sateliti SPOT imaju iste orbite, a međusobno se razlikuju samo u fazi. Raspolazu sa po dva HRV (High Resolution Visible) senzora visoke rezolucije (slika 9).

Položaj HRV ogledala može se kontrolisati sa Zemlje. Snimana teritorija ne mora se nalaziti ispod samog satelita, jer pored vertikalnog snimanja može se obezbediti i koso snimanje. Ugao kosog snimanja menja se u granicama $\pm 27^\circ$ i u ekstremnom slučaju snimljeni pojas na Zemlji je udaljen od nadira 450 km. Na taj način povećana je frekvencija ponovnog snimanja iste oblasti. Frekvencija snimanja iste oblasti zavisi i od geografske širine na kojoj se oblast nalazi. Za vreme istog orbitalnog ciklusa od 26 dana oblasti oko ekvatora mogu se snimati sedam puta, a oblasti na 45° severne i južne geografske širine 11 puta.

Kombinacijom snimaka iste oblasti, koji su snimljeni sa različitih orbita, omogućen je stereoskopski efekat (slika 10), što predstavlja novi kvalitet SPOT snimaka.

Kada oba instrumenta snimaju istovremeno vertikalno, širina snimljenog pojasa na Zemlji je 117 km, sa međusobnim preklopom od 3 km, dok je površina koju pokriva jedan snimak 60 x 60 km.



Slika 10 – Stereo par HRV, SPOT snimaka [2]

Snimanja mogu biti:

- panhromatska crnobela sa rezolucijom od 10 m, a kod satelita SPOT-5 rezolucija je 5 m, i

- multispektralna kolor sa rezolucijom od 20 m, a kod satelita SPOT-5 10 m.

Prenos podataka do Zemlje sateliti SPOT mogu da izvrše na dva načina:

- u realnom vremenu, kada je satelit u zoni prijemne stanice na Zemlji, i

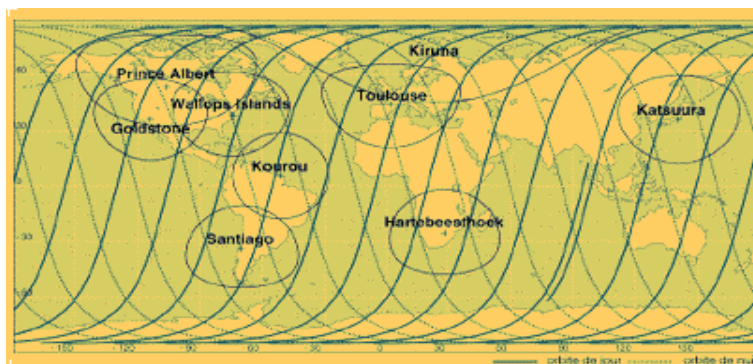
- odloženo, kada se satelit nalazi van zone prijemne stanice na Zemlji, pri čemu se snimljeni podaci čuvaju i naknadno prosleđuju zemaljskoj stanici.

SPOT-5 je uspešno lansiran 4. maja 2002. godine. To je prvi SPOT-ov satelit opremljen savremenim HRS senzorom (High Resolution Stereoscopic), koji mu omogućava stereoskopsko preklapanje dva susedna satelitska snimka (slika 11).



Slika 11 – Senzor High Resolution Stereoscopic [2]

Predviđeno je da SPOT-5 obavlja kontinuirani rad do 2007. godine. Glavna prijemna stanica SPOT podataka je Kiruna, koja se nalazi 20 km od Tuluza. Raspored ostalih zemaljskih stanica prikazan je na slici 12.



Slika 12 – Stanice za prijem SPOT podataka [2]

Misija Ikonos

Sateliti iz serije IKONOS su prvi komercijalni sateliti pomoću kojih se dobijaju digitalni snimci za daljinska istraživanja rezolucije od jednog metra.

Satelit IKONOS 1 lansiran je 26. aprila 1999. godine u organizaciji Space Imaging EOSAT (Kolorado, SAD) u vojnovazduhoplovnoj bazi u Vandenbergu. Lansiran je u sunčano-sinhronizovanu orbitu na visinu od 681 km. Trebalo je da prelazi ekvator između 10 i 11 sati pre podne (lokalno Sunčevo vreme). Satelit je izgradila kompanija Lockheed Martin Missiles & Space, Sunnyvale (Kalifornija, SAD). Neposredno nakon lansiranja satelit IKONOS 1 je izgubljen (satelit se nije odvojio od rakete, pa je zajedno sa njom izgoreo u atmosferi).

Dana 24. septembra 1999. godine uspešno je lansiran satelit IKONOS 2 (slika 13). Opremljen je optičkim senzorima visoke rezolucije, koji snimaju Zemljinu površ poprečno i uzdužno na pravac kretanja satelita.



Slika 13 – Satelit IKONOS 2 [5]

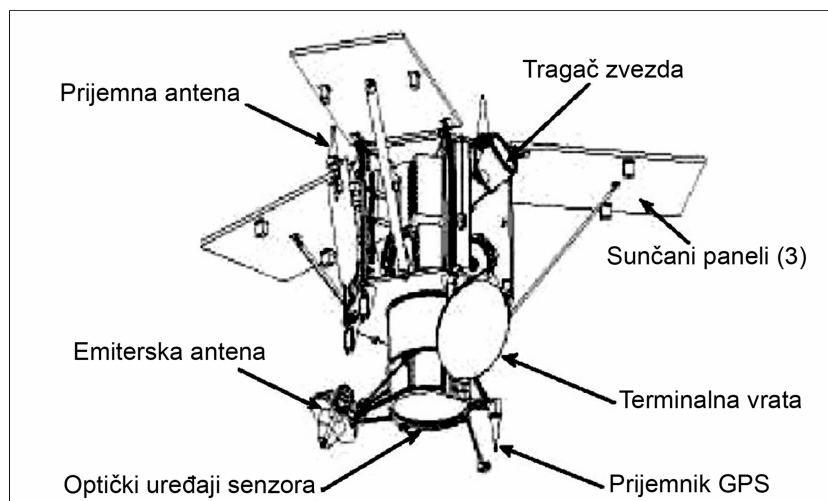
Kada se snimanje obavlja pod uglom manjim od 26° , rezolucijom od 1 m, omogućeno je ponovno snimanje istog područja svaka tri dana, a kada se snima rezolucijom od 1,5 m snimanje istog lokaliteta ponavlja se svakih 1,5 dana. Nominalni pojas snimanja (pri vertikalnom snimanju) širok je 11,3 km.

Glavne karakteristike satelita IKONOS prikazane su u tabeli 4, a na slici 14 vidi se konstrukcija ovog satelita.

Tabela 4

Karakteristike satelita IKONOS [2]

IKONOS	
Visina orbite	681 km
Inklinacija orbite	98,1°, sunčano- sinhronizovana
Vreme uzlaznog čvora	10:30 a.m., lokalno Sunčevo vreme
Revizit period	3 dana sa 60° elevacije
	11 dana sa 72° elevacije
	141 dan sa 89° elevacije
Senzori	Panhromatski i multispektralni
Širina panhromatskog kanala	13,816 piksela
Širina multispektralnog kanala	3.454 piksela
Širina zahvata	11 km u nadiru
Radiometrijska rezolucija	11 bita
Prostorna rezolucija panhromatskog snimka	1 m (0,82 m u nadiru)
Multispektralni kanali	Plavi, zeleni, crveni, blisko IC
Prostorna rezolucija multispektralnog snimka	4 m (3,82 m u nadiru)
Plavo	445–516 nm
Zeleno	506–595 nm
Crveno	632–698 nm
Blisko IC	757–853 nm



Slika 14 – Konstrukcija satelita IKONOS [2]

Elementi satelita IKONOS:

- prijemna antena – služi da primi zadatke sa zemaljske stanice;
- emitorska antena – služi da se podaci šalju u prijemnu stanicu na Zemlji u realnom vremenu;
- prijemnik GPS – prijemnik za satelitsku navigaciju;
- termalna vrata – služe za primanje termalnog zračenja sa površine Zemlje;
- sunčani paneli – ćelije koje primaju Sunčevu energiju i služe za napajanje satelita strujom;
- tragač zvezda – služi da odredi položaj satelita kada je potrebno precizno navesti satelit iznad interesnog područja.

Satelit IKONOS uključuje se samo kada je vreme da se izvrši snimanje, odnosno kada Glavni centar (*Primary Operation Center – POC*) ili Regionalni centar (*Regional Operation Center – ROC*) zatraže upotrebu satelita. Tada zemaljski centri mogu tražiti tačno određen deo na Zemlji koji žele da snime.

Iz programa misije satelita IKONOS isporučuju se sledeće vrste snimaka:

- georeferencirani snimci (Geo Product): Geo Product i Geo Ortho Kit Product;
- ortorektifikovani snimci (Ortho Product): Standard Ortho Product, Reference Product, Pro Product, Precision Product i Precision plus;
- stereo snimci (Stereo Product).

U tabeli 5 predstavljeni su specifikacija i osnovne karakteristike proizvoda IKONOS.

Tabela 5

Specifikacija proizvoda IKONOS [2]

Nivo prethodne obrade	Poziciona tačnost [m]			Orto	Ugao optičke ose senzora	Mozaik	Stereo opcija
	CE90	RMS	MAP***				
Geo	15	–	–	NE	60° do 90°	NE	NE
Standard Ortho	50**	25	1:100 000	DA	60° do 90°	NE	NE
Reference	25,4	11,8	1:50 000	DA	60° do 90°	DA	DA
Pro	10,2	4,8	1:12 000	DA	60° do 90°	DA	DA
Precision	4,1	1,9	1:4 800	DA	72° do 90°	DA	DA
Precision Plus	2	0,9	1:2 400	DA	72° do 90°	DA	DA
– bez uticaja izmeštanja reljefa; ** – i do 75 m CE90 u nenaseljenim, visokoplaninskim područjima; *** – odgovarajuća razmera kartiranja							

Standardni snimci koji se isporučuju korisnicima nazvani su „Geo Product“ i oni se isporučuju u tri verzije: multispektralni, panhromatski i kombinacija panhromatskih i multispektralnih (*Pan-Sharpened*). Snimci se mogu isporučiti u tri kanala – RGB (RedGreenBlue – CrvenaZelenaPlava) ili u četiri kanala – RGB i blisko IC. Takođe, po želji naručioca podaci se isporučuju u formatu od 11 ili 8 bita po pikselu. Isporučeni snimci su georeferencirani i delimično korektovani. Geo Ortho Kit za razliku od Geo proizvoda omogućuje pun proces geometrijske korekcije, jer poseduje geometriju kamere.

Druga vrsta snimaka IKONOS, oznake „Ortho Product“, ima iste rezolucije kao i Geo, ali i dodatne korekcije, kao što su orto-korekcije, čime su uklonjene deformacije usled geometrije snimanja i visinskih razlika u reljefu. Ovi snimci mogu se naručiti sa različitom tačnošću, dok je za njihovu korekciju potrebna terenska kontrola i digitalni model terena. Tako poboljšani snimci omogućuju izradu podloga u razmeri 1 : 2 500.

Pomoću satelita IKONOS dobijaju se i stereoskopski snimci. U tabeli 6 prikazane su cene snimaka u odnosu na vrstu proizvoda po kvadratnom kilometru.

Tabela 6

Cene proizvoda IKONOS po km² [5]

Proizvod: CARTERRA	Cena za Severnu Ameriku [USD]	Internacionalna cena [USD]	Cena za Evroaziju [USD]
Geo	7-35	29	18
Reference	29	73	36
Pro	39	98	47
Precision	49	122	59
Precision Plus	66	149	99

U tabeli 7 prikazana je tačnost pozicioniranja, srednja greška i mogućnost korišćenja proizvoda IKONOS u kartiranju.

Tabela 7

Proizvodi IKONOS u odnosu na tačnost i mogućnost kartiranja [5]

Proizvod: CARTERRA	Tačnost $p = 0,90$	RMS	Zadovoljava razmeru kartiranja
Geo	50 m	23,6 m	1:100 000
Reference	25 m	11,8 m	1:50 000
Pro	10 m	4,8 m	1:12 000
Precision	4 m	1,9 m	1:4 800
Precision Plus	2 m	0,9 m	1:2 400

Snimci se isporučuju u digitalnom obliku na CD-ROM, DVD ili tvrdom disku u različitim formatima (TIFF, GeoTIFF, ERDAS lan, BIL, BIP i dr.), što zavisi od želje naručilaca. S obzirom na izuzetno dobru prostornu rezoluciju (odgovara rezoluciji aerofoto snimaka načinjenih sa visine od 3 000 m) i dobru radiometrijsku rezoluciju, primena snimaka je posebno prikladna za izradu i ažuriranje planova i topografskih karata u krupnoj razmeri (od 1:2 500 do 1:50 000). Na slikama 15 i 16 prikazani su primeri snimaka IKONOS.



Slika 15 – Snimak IKONOS RGB dobijen tehnikom Pan-Sharpened



Slika 16 – Panhromatski snimak IKONOS

Ostale misije

Nekada SSSR, a danas Ruska Federacija, razvija mnogobrojne programe kosmičkih istraživanja. Sistematska snimanja fizičke površine Zemlje namenjena daljinskoj detekciji obavljao je, pored ostalih, satelit Kosmos-1870. Drugi značajan program iste namene, povezan sa programom Kosmos, obuhvata seriju satelita nazvanih Resurs.

Pojedine zemlje razvijaju sopstvene nacionalne programe sistematskih kosmičkih snimanja površine Zemlje. Ovi programi realizuju se obično u saradnji sa jakim međunarodnim organizacijama i poznatim programima, kao što su ERS, LANDSAT, SPOT ili Kosmos (Resurs). Nisu usamljeni slučajevi da neke države potpuno samostalno realizuju satelitska snimanja. Među zemljama sa nacionalnim programima značajno mesto zauzimaju Indija, Kina i Japan.

Program Kosmos/Resurs

Programi *Kosmos* i *Resurs* predstavljaju najznačajnije ruske programe sistematskog snimanja površine Zemlje za potrebe daljinske detekcije. Program *Kosmos* obuhvata veliki broj satelita namenjenih različitim misijama kosmičkih istraživanja. Najvažniji iz misije daljinske detekcije je *Kosmos-1870*.

Resurs je program ranije sovjetskih, sada ruskih satelita namenjenih daljinskoj detekciji kojim rukovodi „Priroda“ – Centar glavne ruske geodetske i kartografske uprave (GUGK). Program obuhvata satelite serije F1 i F2. Sateliti prve serije imaju radni period od pola meseca, a druge mesec dana. Prvi *Resurs-F1* lansiran je pod imenom *Kosmos-1127* 5. septembra 1979. godine. Prvi iz *Resurs-F2* serije, pod nazivom *Kosmos-1906* lansiran je 26. decembra 1987. godine. Posebno značajni su sateliti misije *Resurs O1-3* i *Resurs O1-4*, koji od senzora imaju po četiri multi-spektralna skenera i osmokanalnu TV kameru.

Program ERS

Program ERS (European Remote Sensing satellite – Evropski satelit za daljinsku detekciju) razvila je Evropska kosmička agencija (ESA – European Space Agency), sa sedištem u Parizu. Ova agencija objedinjuje istraživačke kapacitete i sredstva više zemalja zapadne Evrope, a uspešno sarađuje sa SAD (NASA) i Ruskom Federacijom. Program ERS obuhvata misiju dva satelita, označena kao ERS-1 i ERS-2. Sateliti ERS opremljeni su radarskim senzorima.

Program IRS

Program IRS (Indian Remote Sensing satellite – Indijski satelit za daljinsku detekciju) razvila je vladina organizacija ISRO (Indian Space Research Organization - Indijska organizacija za kosmička istraživanja). U okviru ovog programa, prema raspoloživim podacima, lansirano je 8 satelita za sistematsko snimanje Zemlje. Prvi, označen kao IRS 1A, lansiran je 17. marta 1988. godine, a poslednji, IRS P3, 21. marta 1996. godine. Sateliti IRS opremljeni su multispektralnim kamerama tipa LISS (Linear Imaging Self Scanning – linearno sopstveno skeniranje).

Program JERS

Japan je u okviru obimnih kosmičkih istraživanja i lansiranja većeg broja satelita lansirao i poseban satelit namenjen sistematskom snimanju Zemlje za potrebe daljinske detekcije. Ovaj satelit nazvan je JERS-1 od Japanese Earth Resources Sensing satellite (japanski satelit za osmatranje Zemljinih resursa) i opremljen je radarskim senzorima SAR (Synthetic Aperture Radar) i OPS (Optical Scanner – radiometar sa kanalima u vidljivom i bliskom infracrvenom području i kratkotalasnom infracrvenom području).

Program Čajnasat

Program pod nazivom „Čajnasat“ (Chinasat), u značenju kineski satelit, realizuje Kina. Među brojnim satelitima drugih naučnih namena, inače zvanično nazvanih serija Dong Fang Hong, lansirano je i 19 satelita za daljinsku detekciju. Prvi od njih, Dong Fang Hong 03, lansiran je 26. jula 1975. Misiju je završio 14. septembra 1975. godine. Devetnaesti, označen kao Dong Fang Hong 43, lansiran je 20. oktobra 1996. Prestao je sa radom 4. novembra iste godine. Detalji o senzorima ovih satelita nisu dostupni. Pretpostavlja se da su opremljeni multispektralnim skenerima i klasičnim ili multispektralnim foto-kamerama. Opšte karakteristike misije

Dong Fang Hong ilustruje primer poslednjeg satelita označenog brojem 43. Ovaj satelit opremljen je multispektralnim kamerama tipa LISS (Linear Imaging Self Scanning – linearno sopstveno skeniranje).

Zaključak

Rezultati postignuti dosadašnjim snimanjima i istraživanjima Zemlje u različitim oblastima: geologiji, hidrologiji, šumarstvu, poljoprivredi, kartiranju zemljišta i vegetacije, inženjerskom projektiranju, fotogrametriji, kartiranju prirodnih i izazvanih katastrofa, prostornom planiranju, ekologiji, arheologiji, okeanografiji, vojnim i drugima potrebama predstavljaju snažan podsticaj razvoju novih senzora za snimanja i merenja iz svemira, kao i pri konstrukciji novih svemirskih letelica.

Uvođenje modernih tehnologija za upravljanje prirodnim bogatstvima i ažurno praćenje stanja na površini Zemlje zahteva pravovremene i objektivne informacije, često o trenutnom stanju i stvarnim mogućnostima kontrole promena koje su svakodnevne. Upravo zbog mogućnosti široke primene podataka dobijenih posredstvom veštačkih Zemljinih satelita, osiguran je široki spektar proizvoda satelitskih misija.

Pojava svake nove vrste transporta u prošlosti uticala je na vojne doktrine, strategiju, operativu i taktiku. Tako je bilo i sa pojavom kosmičkog transporta koji koristi satelitske putanje oko naše planete. Mogućnost dugotrajnog boravka u vasioni, nadletanje svake tačke na Zemljinoj površini i periodičnog ponavljanja nadletanja predstavlja značajnu novinu u korišćenju satelita za vojne potrebe, tim pre što nadletanje tuđe teritorije veštačkim satelitima ni do danas nije regulisano nikakvim međunarodnim sporazumima ili pravnim regulativama.

Pojedine zemlje razvijaju sopstvene nacionalne programe sistematskih kosmičkih snimanja površine Zemlje. Ovi programi realizuju se obično u saradnji sa jakim međunarodnim organizacijama i poznatim programima, kao što su ERS, LANDSAT, SPOT ili Kosmos (Resurs). Nisu usamljeni slučajevi da neke zemlje potpuno samostalno realizuju satelitska snimanja. Među zemljama sa nacionalnim programima značajno mesto zauzimaju Indija, Kina i Japan.

Literatura

[1] Canada centre for remote sensing: Fundamentals of Remote Sensing, Natural Resources Canada, 2002.

[2] Karsten, J.: Orthoimages and DEMs by QuickBird and IKONOS, EAR-SeL Symposium Prague, 2002.

[3] Oluić, M.: Snimanje i istraživanje Zemlje iz svemira, sateliti-senzori-prijava, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2001.

UDC: 528
528.1/4

TRANSFORMACIJA KOORDINATA IZMEĐU GAUS-KRIGEROVE I SVETSKE POPREČNE MERKATOROVE PROJEKCIJE ZA TERITORIJU SRBIJE

Potpukovnik mr *Stevan* Radojčić, dipl. inž.
Uprava za operative poslove J-3 GŠ

Rezime:

U radu je prikazan postupak i predložene su formule za transformacije iz Gaus-Krigerove projekcije, koja se koristi u Srbiji, u Svetsku poprečnu Merkatorovu projekciju i obratno. Osim preračunavanja između koordinata u ravni i na elipsoidu, date su i formule za Helmertovu sedmoparametarsku transformaciju između srpskog datuma i WGS84 (World Geodetic System 1984).

Ključne reči: Gaus-Krigerova projekcija, UTV, transformacija, Beselov elipsoid, WGS84.

PROCEDURE AND FORMULAS FOR COORDINATE TRANSFORMATIONS BETWEEN THE GAUSS-KRÜGER PROJECTIONS AND THE UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTIONS FOR SERBIA

Summary:

This paper gives a procedure and a complete set of formulas for transformations from the Gauss-Krüger projection, used in Serbia, to the Universal Transverse Mercator and vice versa. Besides the conversions between plane and ellipsoid coordinates, the paper gives the formulas for the Helmert's seven-parameter datum transformation between a Serbian datum and a WGS 84 (World Geodetic System 1984) one.

Key words: Gauss-Krüger projection, UTM, transformation, Bessel's ellipsoid, WGS84.

Uvod

Kao državni geodetski datum u Srbiji se koristi elipsoid Besela, pozicioniran 1892. godine u tački Hermannskogel kod Beča, a kao državna projekcija Gaus-Krigerova projekcija (GKP) trostepenih meridijanskih zona. Sve naše topografske karte, a delimično preglednotopografske, pa i

druge karte izdanja Vojnogeografskog instituta, kao i raznovrsni sistemi i sredstva koji koriste geodetski datum ili projekciju – za navigaciju, pozicioniranje, upravljanje vatrom i slične potrebe – počivaju na tim rešenjima.

Sa druge strane, sve više zemalja, posebno evropske zemlje i članice NATO, za geodetski datum usvaja WGS84 (ili GRS80, što je u geometrijskom smislu isto), a za projekciju Svetsku poprečnu Merkatorovu projekciju (UTM). Takvim rešenjima postiže se interoperabilnost i olakšava korišćenje savremenih sistema pozicioniranja kakav je, na primer, sistem globalnog pozicioniranja GPS [1].

Svi korisnici GPS u našoj zemlji, mnogi subjekti saradnje naše zemlje i vojske sa državama i vojskama u okruženju i članicama NATO, autori raznih aplikacija koje se odnose na navigaciju, pozicioniranje, praćenje i druge geoprostorne namene, kao i mnogi drugi, susreću se sa problemom transformacije koordinata između ova dva sistema. Formule koje se ovde prikazuju prilagođene su širem krugu korisnika, odnosno onom bez posebnih geodetskih znanja. Zbog toga se značenje pojedinih izraza ne objašnjava, niti se navode njihovi nazivi, osim tamo gde se to nije moglo izbeći. Takođe, one su uređene tako da se identične formule koriste za transformaciju iz GKP u UTM i obrnuto. Razlikuju se samo određene konstante.

Prelaz iz Gaus-Krigerove u UTM projekciju

Potpun prelaz iz ravni Gaus-Krigerove u ravan UTM projekcije podrazumeva sledeće korake:

- pravouglove koordinate y i x neke tačke u GKP konvertuju se u odgovarajuće geodetske koordinate B i L (latituda i longituda) na elipsoidu Besela;
- koordinate B i L se konvertuju u prostorne pravouglove koordinate X , Y i Z , koje se odnose na elipsoid Besela;
- prostorne koordinate X , Y i Z transformišu se u prostorne koordinate X , Y i Z , koje se odnose na WGS84;
- koordinate X , Y i Z se konvertuju u geodetske koordinate B i L na WGS84, i
- koordinate B i L se konvertuju u koordinate E i N u ravni UTM.

Ovaj algoritam podrazumeva da se za transformaciju geodetskih datuma koristi Helmertova sedmoparametarska transformacija, čija se primena i inače preporučuje za transformaciju između našeg datuma i WGS84. Takođe, podrazumeva se da je za tačku čije se koordinate transformišu poznata visina (h) i to elipsoidna visina, tj. udaljenost od površi elipsoida. S obzirom na to da za naš datum te visine nisu poznate, uzimaju se odgovarajuće nadmorske visine.

Šematski se to može prikazati na sledeći način:

$$(y, x)_{\text{GK}} \rightarrow (B, L)_{\text{Bes}} \rightarrow (X, Y, Z)_{\text{Bes}} \rightarrow (X, Y, Z)_{\text{WGS84}} \rightarrow (B, L)_{\text{WGS84}} \rightarrow (E, N)_{\text{UTM}}$$

Prvi korak: $(y, x)_{GK} \rightarrow (B, L)_{Bes}$

U ovom koraku važi sledeće:

$a = 6\,377\,397,155$ (velika poluosa Beselovog elipsoida),
 $b = 6\,356\,078,96325$ (mala poluosa Beselovog elipsoida),
 $m_0 = 0,9999$ (linijski razmer duž srednjeg meridijana zone GKP),
 $y_0 = 6\,500\,000$ i $L_0 = 18^\circ$ za tačke u 6. zoni GKP, odnosno:
 $y_0 = 7\,500\,000$ i $L_0 = 21^\circ$ za tačke u 7. zoni GKP.

Sledi računanje nemodulisanih koordinata:

$$y' = \frac{y - y_0}{m_0}; \quad x' = \frac{x}{m_0} \quad (1)$$

a dalje se računaju pomoćne veličine [2]:

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}; \quad e' = \sqrt{\frac{a^2}{b^2} - 1}; \quad (2)$$

$$\mu_1 = \frac{x'}{a(1 - e^2/4 - 3e^4/64 - 5e^6/256)} \quad (3)$$

$$e_1 = \frac{1 - (1 - e^2)^{1/2}}{1 + (1 - e^2)^{1/2}} \quad (4)$$

$$B_1 = \mu_1 + \left(\frac{3}{2}e_1 - \frac{27}{32}e_1^3 \right) \sin 2\mu_1 + \left(\frac{21}{16}e_1^2 - \frac{55}{32}e_1^4 \right) \sin 4\mu_1 + \\ + \frac{151}{96}e_1^3 \sin 6\mu_1 + \frac{1097}{512}e_1^4 \sin 8\mu_1 \quad (5)$$

$$V_1 = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 B_1)^{1/2}} \quad (6)$$

$$M_1 = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 B_1)^{3/2}} \quad (7)$$

$$T_1 = \tan^2 B_1; \quad C_1 = e'^2 \cos^2 B_1; \quad D = \frac{y'}{V_1} \quad (8)$$

Tražene koordinate su [2]:

$$B = B_1 - \frac{V_1 \tan B_1}{M_1} \left[\frac{D^2}{2} - (5 + 3T_1 + 10C_1 - 4C_1^2 - 9e'^2) \frac{D^4}{24} + \right. \\ \left. (61 + 90T_1 + 298C_1 + 45T_1^2 - 252e'^2 - 3C_1^2) \frac{D^6}{720} \right] \quad (9)$$

$$L = L_0 + \frac{1}{\cos B_1} \left[D - (1 + 2T_1 + C_1) \frac{D^3}{6} + (5 - 2C_1 + 28T_1 - 3C_1^2 + 8e'^2 + 24T_1^2) \frac{D^5}{120} \right] \quad (10)$$

Drugi korak: $(B, L)_{Bes} \rightarrow (X, Y, Z)_{Bes}$

Dobijene geodetske koordinate B i L na Beselovom elipsoidu treba konvertovati u prostorne pravougloge koordinate X , Y i Z (koje se odnose na isti elipsoid). Postupak je sledeći:

$$V = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 B)^{1/2}} \quad (11)$$

$$X = (V + h) \cos B \cos L; \quad Y = (V + h) \cos B \sin L; \quad Z = [V(1 - e^2) + h] \sin B \quad (12)$$

Treći korak: $(X, Y, Z)_{Bes} \rightarrow (X, Y, Z)_{WGS84}$

Za transformaciju koordinata između dva geodetska datuma potrebno je poznavati tzv. parametre transformacije, do kojih se dolazi na osnovu tačaka za koje su koordinate poznate u oba datuma. Što je više takvih tačaka i što je bolji njihov raspored na razmatranoj teritoriji, to će ocena parametara biti bolja (naravno, do granice koju određuje tačnost našeg datuma). Za Helmertovu transformaciju koja se ovde izlaže, a za koju je rečeno da predstavlja optimalan izbor kada je u pitanju transformacija našeg datuma, potrebno je poznavati sedam parametara: tri translacije duž koordinatnih osa X , Y i Z (t_x , t_y , t_z), tri rotacije oko koordinatnih osa X , Y i Z (α , β , γ) i faktor razmera (dm). Korisnik može sam da odredi parametre, ili da ih preuzme od nacionalne geodetske ili kartografske agencije ili neka druge odgovarajuće institucije. Vojnim korisnicima u Srbiji parametre saopštava Vojnogeografski institut.

Ako se od sračunatih koordinata formira vektor $r_{Besel} = [X \ Y \ Z]_{Besel}$, a od parametara translacije vektor $t = [t_x \ t_y \ t_z]$ matrica rotacije biće [3]:

$$R = \begin{bmatrix} \cos \beta \cos \gamma & \cos \alpha \sin \gamma + \sin \alpha \sin \beta \cos \gamma & \sin \alpha \sin \gamma - \cos \alpha \sin \beta \cos \gamma \\ -\cos \beta \sin \gamma & \cos \alpha \cos \gamma - \sin \alpha \sin \beta \sin \gamma & \sin \alpha \cos \gamma + \cos \alpha \sin \beta \sin \gamma \\ \sin \beta & -\sin \alpha \cos \beta & \cos \alpha \cos \beta \end{bmatrix} \quad (13)$$

Sada je vektor pravouglavih koordinata koje se odnose na WGS84:

$$r_{WGS84} = [X \ Y \ Z]_{WGS84} = (1 + dm) R^T (r_{Besel} - t) \quad (14)$$

Četvrti korak: $(X, Y, Z)_{WGS84} \rightarrow (B, L)_{WGS84}$

Za dalja računanja potrebni su parametri elipsoida WGS84:

$a = 6\,378\,137$ (velika poluosa WGS84)

$b = 6\,356\,752,31425$ (mala poluosa WGS84)

Sledi računanje pomoćnih veličina [4]:

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}; \quad e' = \sqrt{\frac{a^2}{b^2} - 1} \quad (15)$$

$$p = \sqrt{X^2 + Y^2}; \quad \theta = \arctan \frac{Za}{pb} \quad (16)$$

i, konačno, koordinata tačke:

$$B = \arctan \frac{Z + e'^2 b \sin^3 \theta}{p - e^2 a \cos^3 \theta}; \quad L = \arctan \frac{Y}{X}; \quad h = \frac{p}{\cos B} - N \quad (17)$$

Geodetska latituda B i elipsoidna visina h obično se računaju na osnovu složenijeg postupka, iterativno. Međutim, ovde su date jednostavnije, direktne formule, jer one daju rešenja koja su, za našu teritoriju, sasvim saglasna sa iterativnim [5].

Peti korak: $(B, L)_{WGS84} \rightarrow (E, N)_{UTM}$

Ovde važi:

$m_0 = 0,9996$ (linijski razmer duž srednjeg meridijana zone UTM)

$L_0 = 21^\circ$ (za 34. zonu UTM)

Dalje je [2]:

$$A = (L - L_0) \cos B; \quad T = \tan^2 B; \quad C = e'^2 \cos^2 B \quad (18)$$

$$V = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 B)^{1/2}} \quad (19)$$

$$M = a \left[\left(1 - \frac{1}{4}e^2 - \frac{3}{64}e^4 - \frac{5}{256}e^6 \right) B - \left(\frac{3}{8}e^2 + \frac{3}{32}e^4 + \frac{45}{1024}e^6 \sin 2B \right) \right. \\ \left. + \left(\frac{15}{256}e^4 + \frac{45}{1024}e^6 \sin 4B \right) - \frac{35}{3072}e^6 \sin 6B \right] \quad (20)$$

$$y' = V \left[A + (1 - T + C) \frac{A^3}{6} + (5 - 18T + T^2 + 72C - 58e'^2) \frac{A^5}{120} \right] \quad (21)$$

$$x' = M + V \tan B$$

$$\left[\frac{A^2}{2} + (5 - T + 9C + 4C^2) \frac{A^4}{24} + (61 - 58T + T^2 + 600C - 330e'^2) \frac{A^6}{720} \right] \quad (22)$$

i, konačno:

$$E = y'm_0 + 500000; \quad N = x'm_0 \quad (23)$$

Prelaz iz UTM u Gaus-Krugerovu projekciju

Prelaz iz UTM u GKP vrši se analogno prelazu iz GKP u UTM, s tim da se polazi od koordinata E i N u UTM, a završava sa y i x u GKP, odnosno:

$$(E, N)_{UTM} \rightarrow (B, L)_{WGS84} \rightarrow (X, Y, Z)_{WGS84} \rightarrow (X, Y, Z)_{Bes} \rightarrow (B, L)_{Bes} \rightarrow (y, x)_{GK}$$

Prvi korak: $(E, N)_{UTM} \rightarrow (B, L)_{WGS84}$

U ovom koraku važi sledeće:

$a = 6\,378\,137$ (velika poluosa WGS84)

$b = 6\,356\,752,31425$ (mala poluosa WGS84)

$m_0 = 0,9996$ (linijski razmer duž srednjeg meridijana zone UTM)

$L_0 = 21^\circ$ (za 34. zonu UTM)

Najpre se sračuna:

$$y' = \frac{E - 500000}{m_0}; \quad x' = \frac{N}{m_0} \quad (24)$$

Dalje važe formule (2)-(10).

Drugi korak: $(B, L)_{WGS84} \rightarrow (X, Y, Z)_{WGS84}$

Važe formule (11) i (12).

Treći korak: $(X, Y, Z)_{WGS84} \rightarrow (X, Y, Z)_{Bes}$

Postupak je analogan gornjem: od sračunatih koordinata formira se vektor $r_{WGS84} = [X \ Y \ Z]_{WGS84}$ i pomoću vektora translacije t i matrica rotacije R odrede prostorne koordinate:

$$r_{Besel} = [X \ Y \ Z]_{Besel} = (1 + dm)R^T(r_{WGS84} - t) \quad (25)$$

Četvrti korak: $(X, Y, Z)_{Bes} \rightarrow (B, L)_{Bes}$

Prelaskom na Beselov elipsoid važi:

$a = 6\,377\,397,155$ (velika poluosa Beselovog elipsoida),

$b = 6\,356\,078,96325$ (mala poluosa Beselovog elipsoida).

Dalje se primenjuju formule (15)-(17).

Peti korak: $(B, L)_{Bes} \rightarrow (y, x)_{GKP}$

Po analogiji sada je:

$m_0 = 0,9999$ (linijski razmer duž srednjeg meridijana zone GKP)

$y_0 = 6\,500\,000$ i $L_0 = 18^\circ$ za tačke u 6. zoni GKP, odnosno

$y_0 = 7\,500\,000$ i $L_0 = 21^\circ$ za tačke u 7. zoni GKP

Dalje se koriste formule (18)-(22), nakon čega je:

$$y = y'm_0 + y_0; \quad x = x'm_0 \quad (26)$$

Zaključak

S obzirom na sve širu zastupljenost WGS84 i UTM u raznim aplikacijama i sistemima, posebno onim zasnovanim na GPS, širi se krug zainteresovanih za poznavanje procedura i načina prelaska iz tih sistema u naše odgovarajuće sisteme, tj. naš datum (Beselov elipsoid) i našu državnu projekciju (Gaus-Krugerovu projekciju).

Pitanje transformacija, u principu, zahteva specijalizovano geodetsko znanje, posebno u delu koji se odnosi na izbor modela i parametara transformacije, jer od toga zavisi kakva će biti tačnost transformisanih koordinata. Međutim, najveći broj potreba mogu zadovoljiti i korisnici bez takvog znanja, ukoliko se definišu jasne procedure i obezbede valjane formule.

Literatura

- [1] Borisov, M.: *Topografsko-kartografski sistem prema novim vojnim standardima*, Vojnotehnički glasnik, broj 3-4, Beograd, 2005.
- [2] Lapaine, M, Tutić, D.: *Relationships between the old Gauss- Krüger projection and UTM projection for Croatia*, Reports of the Symposium of the IAG Subcommision for Europe (EUREF), Dubrovnik, 2001.
- [3] Torge, W.: *Geodesy, Walter de Gruyter*, Berlin – New York, 2001.
- [4] Vaniček, P, Krakiwskz, E: *Geodesy: The Concepts Elsevier Science BV*, Amsterdam, 1986.
- [5] Božić. B.: *Globalni sistem pozicioniranja*, Viša građevinsko-geodetska škola, Beograd, 2001.

UDC: 347.77.028.6 : 354.61 (497.11)

PATENTNA ZAŠTITA POVERLJIVIH PRONALAZAKA

Pukovnik mr *Obrad Čabarkapa*, dipl. inž.
kapetan mr *Dalibor Petrović*, dipl. inž.
Uprava za strateško planiranje MO

Rezime:

Svaki pronalazak za koji se utvrdi da je značajan za odbranu i bezbednost Republike Srbije smatra se poverljivim. Za patentnu zaštitu poverljivih pronalazaka podnosi se prijava organu nadležnom za poslove odbrane, koji ima isključivo pravo da raspolaže poverljivim pronalascima¹. U organizacijskoj jedinici nadležnoj za poslove naučne i inovacione delatnosti² realizuje postupak ispitivanja poverljivih prijava patenata. Da bi se donela ocena o poverljivosti prijavljenog pronalaska neophodno je realizovati određene faze u postupku ispitivanja prijave. Poverljivi pronalazak se ne objavljuje, a pronalazač, nakon priznavanja patenta, u skladu sa zakonskim propisima, ima određena moralna i materijalna prava.

Ključne reči: intelektualna svojina, industrijska svojina, poverljivi pronalazak, poverljiva prijava, postupak ispitivanja, patent.

PATENT PROTECTION OF CLASSIFIED INVENTION

Summary:

Every invention established to be of significance for defense or security of the Republic of Serbia is considered to be a classified invention. For the purpose of patent protection of classified inventions, a confidential application must be submitted to a relevant defense authority having the exclusive right to deal with classified inventions³. An organizational unit competent for scientific and innovation issues carries out the examination of classified patent applications. In order to evaluate classification of the submitted invention, regarding its significance for defense or security of the country as well as to make the final decision on the application, the examination procedure should be carried out through several phases. A classified invention is not to be published and once the patent has been approved, the inventor enjoys moral and material rights in accordance with law.

Keywords: intellectual property, industrial property, classified invention, confidential application, examination procedure, patent.

¹ Regulisano Zakonom o patentima, „Službeni list SCG“ br. 32/04.

² Uprava za strateško planiranje, Sektora za politiku odbrane, MO; Department for Strategic Planning, Sector for Defence Policy, Ministry of Defence.

³ Patent Law (Official Gazette of the Serbia and Montenegro, No. 32/04).

Uvod

Poverljivim pronalaskom se smatra pronalazak koji je značajan za odbranu i bezbednost zemlje. Među prijavama pronalazaka, koja nadležnom državnom organu za zaštitu intelektualne svojine⁴ podnose domaća pravna i fizička lica, mogu se naći i prijave poverljivih pronalazaka. Ako se u postupku ispitivanja prijave za priznanje patenta utvrdi da bi mogla biti u pitanju poverljiva prijava, dostavlja se na ispitivanje organizacijskoj jedinici MO nadležnoj za poslove inovacione delatnosti, koja obavlja poslove patentne zaštite poverljivih pronalazaka. Određenim propisom [1] definisane su oblasti tehnike i regulisano je šta obuhvataju poverljivi pronalasci.

Sve organizacione jedinice i institucije iz sistema odbrane, kao i pojedinci zaposleni u sistemu odbrane, prijavu za zaštitu inovacija podnose direktno organu nadležnom za poslove odbrane, što se smatra prijavom iz sistema odbrane. Prijave van sistema odbrane su one koje dostavljaju fizička i pravna lica van sistema odbrane, kao i prijave koje MO dostavlja Zavodu na ocenu poverljivosti [2].

Za sve prijave poverljivih pronalazaka, koje podnosi nadležni organ za poslove odbrane, neophodno je provesti određeni postupak za ispitivanje prijave, da bi se došlo do zaključka da li ispunjava uslove za patentnu zaštitu. Postupak ispitivanja sastoji se od nekoliko faza, gde je realizacija naredne faze uslovljena završetkom prethodne.

Zavisno od rezultata ispitivanja do kojih se dođe u postupku ispitivanja prijave pronalaska donosi se rešenje o obimu i vrsti patentne zaštite.

Pronalasci kao oblik intelektualne svojine

Svaki proizvod sa kojim dolazimo u dodir jeste rezultat nečijeg stvaralaštva, drugim rečima, to je nečija intelektualna svojina – bilo pojedinca, grupe autora ili naroda.

Intelektualna svojina je svaka vrsta svojine koja za predmet ima nematerijalno (intelektualno) dobro (pronazak, industrijski dizajn, robna oznaka, autorsko delo i sl.). Drugim rečima, predmet zaštite prava intelektualne svojine su nematerijalna dobra koja predstavljaju duhovne (intelektualne) tvorevine, kao i pravo autora na rezultate svog intelektualnog stvaralaštva.⁵ Sva prava intelektualne svojine vrše jedinstvenu ekonomsku funkciju, koja svojim nosiocima obezbeđuje prisvajanje ekonomske

⁴ Zavod za intelektualnu svojinu (Zavod).

⁵ Besarović V.: Intelektualna svojina, Centar za publikacije, Pravni fakultet, Beograd, 2005.

koristi od privrednog iskorišćavanja intelektualnih dobara (dato im je pravo da spreče druge da bez nadoknade koriste njihove pronalaskе i druge vrste stvaralaštva). Ovo pravo se naziva pravo intelektualne svojine i otuđada reč svojina u nazivu.

U našoj zemlji je u prošlosti posebno istican značaj zaštite intelektualne svojine. U vezi s tim, predsednik Evropske patentne organizacije (EPO)⁶ nedavno je izjavio: „*Ja sam ubeđen da ima mnogo potencijala i ponosa u državi koja je, kao nekada Kraljevina Srbija, pokazala tako izuzetnu viziju time što je bila jedna od jedanaest država potpisnica Pariske konvencije iz 1883. i odakle su potekli takvi pronalazači kao što je Nikola Tesla*“. Srbija je, u pravnom kontinuitetu preko Kraljevine Srbije, jedna od 11 zemalja osnivača Pariske unije (1883), kojom je bila predviđena konvencijska obaveza članica-potpisnica da formiraju institucije za zaštitu industrijske svojine. Međutim, Kraljevina Srbija je Upravu za zaštitu industrijske svojine osnovala znatno kasnije, 15. novembra 1920. godine,⁷ i tada je Srbija bila jedna od 14 zemalja u svetu koja je u to vreme imala regulisanu zaštitu ove vrste svojine.

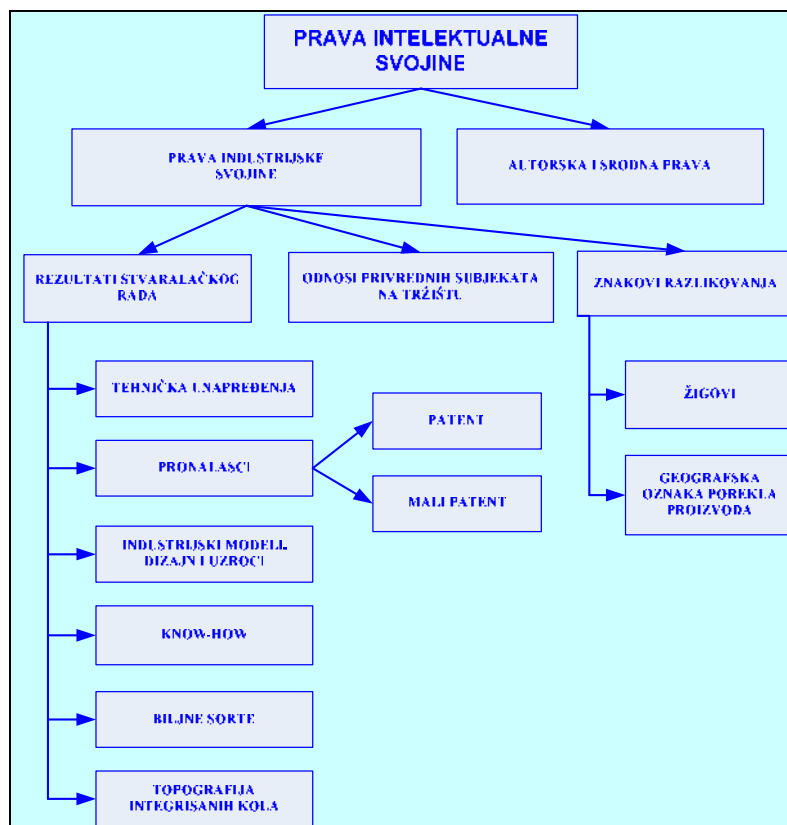
Konvencija,⁸ kojom je stvorena Svetska organizacija za intelektualnu svojinu (WIPO – World Intellectual Property Organisation), smatra se osnovnim izvorom međunarodnog prava industrijske svojine i autorskog prava. Srbija je članica WIPO, koja je specijalizovana organizacija Ujedinjenih nacija. Uz to, WIPO administrira najvećim brojem međunarodnih konvencija u oblasti prava intelektualne svojine, a Srbija je članica 20 takvih konvencija.

Termin „intelektualna svojina“ je u međunarodnim okvirima najšire prihvaćen kao zajednički naziv za industrijsku svojinu i autorsko pravo. Postoje dve grane prava intelektualne svojine. Jedna od njih bavi se zaštitom duhovnih tvorevina u oblasti književnosti, nauke i umetnosti (autorsko pravo), a druga zaštitom tekovina intelektualnog stvaralaštva u oblasti tehnike i industrije (pravo industrijske svojine). Šematski prikaz oblika intelektualne svojine dat je na slici 1.

⁶ Dr Ingo Kober, predsednik EPO, pozdravna reč na otvaranju međunarodnog CARDS Seminara o patentnom informisanju, Beograd 10. februar 2004. godine. Glasnik intelektualne svojine, ZIS br. 02/2005.

⁷ Ta institucija je od tada do danas više puta menjala naziv, tako da se kroz svoju istoriju zvala: Savezna uprava za pronalazaštvo (1948), Savezni ured za patente (1953), Savezna uprava za patente (1956), Uprava za patente (1958), Savezni zavod za patente (1967), Savezni zavod za intelektualnu svojinu (od 1994. godine), i sada – Zavod za intelektualnu svojinu (od 2003. godine).

⁸ Konvencija je zaključena 14. jula 1967. godine u Štokholmu, a naziv organizacije je World Intellectual Property Organisation (WIPO).



Slika 1 – Oblici intelektualne svojine

Prava industrijske svojine imaju za predmet održavanje u važnosti određenog prava koja se regulišu: patentom, dizajnom, žigom, oznakom porekla, zaštitom topografije integrisanih kola, biljnim sortama i korisnim modelima.

Autorsko i srodno pravo ima za predmet autorsko delo kao originalnu duhovnu tvorevinu autora kojim se regulišu: autorska prava, prava interpretatora, proizvođača fonograma, videograma, emisija, baze podataka i prvog izdavača slobodnog dela.

Osnovna razlika između prava industrijske svojine i autorskog i srodnih prava je sledeća: autor uživa moralna i imovinska prava u pogledu svog autorskog dela od trenutka nastanka dela, bez ikakvih administrativnih formalnosti, dok je uslov za sticanje prava industrijske svojine (patent, žig, model, uzorak, geografska oznaka porekla) podnošenje prijave, njeno ispitivanje, objava i plaćanje propisanih taksi za održavanje u važnosti određenog prava.

Prema važećoj normativno-pravnoj regulativi iz oblasti naučne i inovacione delatnosti u sistemu odbrane, inovacijama kao oblicima industrijske svojine smatraju se: pronalasci, tehnička unapređenja i konkretni predlozi.

Pronalasci se, u najširem smislu reči, pojavljuju kao rezultati stvaralačkog rada koji se međusobno razlikuju po stepenu inventivnosti i predmetu zaštite. Rezultat su duhovnog stvaralaštva tehničke prirode pojedinaca ili grupe ljudi koji se primenjuju u oblasti industrijske ili zanatske proizvodnje. Pronalazak u užem smislu predstavlja novo rešenje nekog tehničkog problema koje se može primeniti i iskorišćavati u nekoj od privrednih delatnosti. Pronalazak koji ispunjava sve uslove predviđene nacionalnim pozitivnim propisima za dobijanje pravne zaštite dobija pravnu zaštitu u toj zemlji u obliku patenta. Pravo na patent je vremenski i teritorijalno ograničeno. Samo pravno zaštićen pronalazak je patent, dok je patent uvek neki pronalazak. Postoje i pronalasci nižeg inventivnog nivoa od onog koje zakonski propisi traže dobijanje patentne zaštite. I ovakvi pronalasci, mada ne u svim zemljama, uživaju pravnu zaštitu u vidu malog patenta. Njihova zaštita se ne razlikuje samo po nazivu već i po obimu zaštite. Ovi pronalasci su tehničke prirode koji imaju niži inventivni nivo i moraju da ispunjavaju uslove novosti i primenjivosti u proizvodnji. Pronalasci koji se štite patentom ili malim patentom, kao i industrijski modeli i uzorci, imaju osnovnu svrhu da obezbede zaštitu ulaganja u razvoj novih tehnologija. Ova vrsta industrijske svojine se prevashodno štiti da bi se stimulisalo stvaranje inovacija, dizajna i tehnološko stvaralaštvo. Kada se ovi oblici intelektualnog stvaralaštva ne bi štitili, prestao bi interes za ulaganje ogromnih sredstava u razvoj novih tehnologija, usporio bi se tehnološki razvoj, što nikome nije u interesu.

Tehničko unapređenje predstavlja svaki oblik racionalizacije nastao stvaralačkom primenom poznatih tehničkih rešenja, sredstava i tehnoloških postupaka, kojom se postižu korisni efekti. Ti korisni efekti ogledaju se u: poboljšanju taktičko-tehničkih osobina, kvaliteta, trajnosti i pouzdanosti, kao i povećanju sigurnosti dejstva i bezbednosti upotrebe sredstava i sistema naoružanja i vojne opreme (NVO); povećanju produktivnosti rada i boljem iskorišćavanju sredstava za rad (opreme, mašine, alat, instalacije, pribor, i dr.), u istraživanju, razvoju, proizvodnji, obuci i eksploataciji; uštedi radnog vremena i predmeta rada (materijal, sirovine, komponente, sastavni delovi, energija, gorivo i dr.); samostalnošću u odnosu na nabavke iz inostranstva; poboljšanju kontrole proizvoda; poboljšanju radnih uslova i zaštite na radu i unapređenju čovekove okoline uopšte, kao i svakom programskom (softverskom) unapređenju kojim se postižu korisni efekti.

Tehničko unapređenje je, po stepenu inventivnosti i novosti, ispod pronalaska i ne može se pravno zaštititi patentom.

Konkretni predlog značajan za odbranu je predlog koji nudi rešavanje postojećeg problema u istraživanju, razvoju, proizvodnji, korišćenju i održavanju sredstava i sistema u Vojsci, kao i u obuci, upravljanju, komandovanju i organizovanju službe i poslovanja u Vojsci, ako se time postižu korisni efekti. Pokreće se zahtevom za proveru osnovanosti predloga. Međutim, detaljnom i sveobuhvatnom analizom postojećeg sistema prihvatanja i zaštite inovacija u sistemu odbrane uočen je relativno manji

broj prijavljenih konkretnih predloga u odnosu na ukupan broj prijavljenih inovacija. Ako se uzmu u obzir prihvaćeni konkretni predlozi u odnosu na ostale prihvaćene inovacije, taj broj je mnogo manji. Zbog toga je u budućoj normativno-pravnoj regulativi (u fazi donošenja) predviđeno da se konkretni predlozi ne tretiraju kao posebna vrsta inovacija.

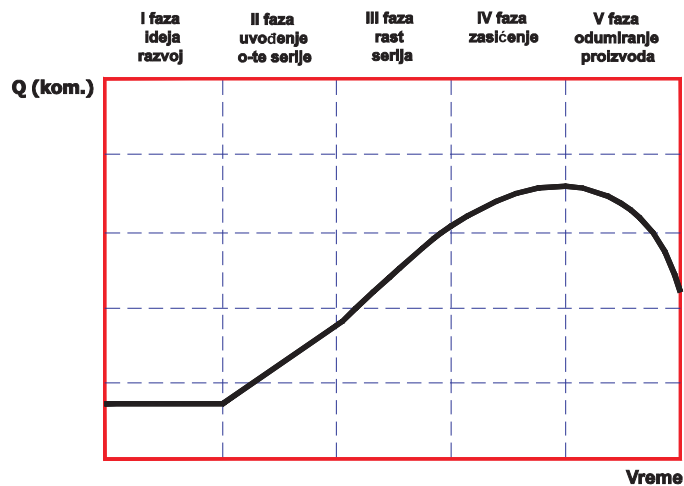
Postupak prihvatanja tehničkih unapređenja i konkretnih predloga od trenutka podnošenja obaveštenja o nastanku do njegovog prihvatanja identičan je kao i za pronalazak.

Cilj svake prihvaćene inovacije u sistemu odbrane jeste da se ona primenjuje u svim jedinicama i ustanovama MO i Vojske gde je to moguće radi ostvarenja prednosti i ušteda zbog kojih je prihvaćena.

Stvaranje novih sredstava i sistema NVO, kao i nastavnih materijalnih sredstava, predstavlja težište rada naučnoistraživačke i razvojne delatnosti. Usled toga, težište rada inovacione delatnosti usmereno je, prvenstveno, na usavršavanje postojećih sredstava i sistema NVO, nastavnih materijalnih sredstava i svih ostalih sistema, sredstava i postupaka (podrška planiranju, rukovođenju, komandovanju, projektovanju, eksploataciji, održavanju, remontu i dr.) koji se koriste i primenjuju u MO i Vojsci Srbije. Navedeno opredeljenje proističe iz činjenice da se sva sredstva za potrebe odbrane u svetu veoma brzo razvijaju, što izaziva ubrzano zastarevanje tih sredstava i ograničava mogućnost njihove duže upotrebe. Pošto ekonomska situacija u zemlji ne daje mogućnost ubrzanog znavljanja sredstava, njihovo stalno usavršavanje jedina je moguća alternativa. Sa druge strane, savremena sredstva i sistemi postaju sve moćniji i efikasniji, ali zato i sve složeniji i raznovrsniji.

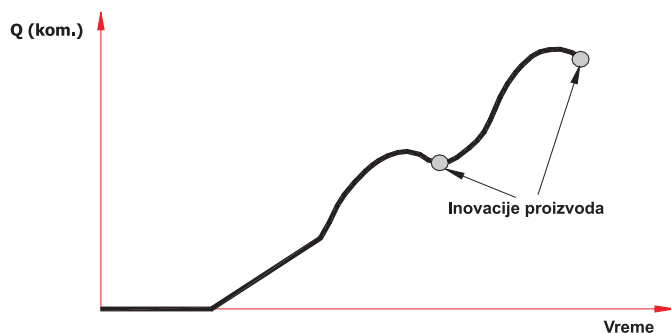
Za vojnu industriju su karakteristični strogi zahtevi u oblasti kvaliteta proizvoda, kao i primeni posebnih mera u proizvodnji i prometu NVO. Vojna industrija se uspešno razvijala posle Drugog svetskog rata, kada je u visokom stepenu pokrivala glavne potrebe Vojske i ostvarivala značajan izvoz. Međutim, od perioda raspada bivše države došlo je do dezintegracije jedinstvene vojne industrije i njenog prolaženja kroz period dugogodišnje stagnacije. Tehnološke inovacije mogu da budu zamajac pokretanja privrede, ali i njenog oporavka, tako da sadašnji „bolan“ period stanja u kojem se nalazi vojna industrija predstavlja izazov za uvođenje osmišljenog inovacionog modela poslovanja. U tom smislu je neophodno, na osnovu podataka o stanju i pravcima razvoja vojne industrije u svetu, sagledati pronalazački nivo u našoj zemlji, a posebno u vojnoj industriji kao bitnom elementu ukupnog odbrambenog sistema naše zemlje.

Svaki novi proizvod nakon uvođenja na tržište ima životni ciklus koji obuhvata faze: ideje (razvoja), uvođenja nulte serije, serijske proizvodnje, zasićenja (zrelosti – vrhunca) i odumiranja proizvoda (opadanja u prodaji – „smrti“ odnosno zastarelosti). Na slici 2. prikazan je životni ciklus na tržištu (Q – broj komada nekog proizvoda), koji se može opisati Gausovom krivom. Taj koncept različito traje za različite proizvode.



Slika 2 – Koncept životnog veka proizvoda

Da bi se životni vek proizvoda produžio sa ciljem da na tržištu bude što duže profitabilan, neophodno je preduzimati određene aktivnosti u vidu inovativnih promena. Primenom strategije neprekidnog inoviranja proizvoda koju sprovode uspešne firme odlaže se „smrt“ proizvoda na tržištu, što se vidi na slici 3.



Slika 3 – Način na koji se produžava životni vek proizvoda na tržištu

Jedan od naših najvećih pronalazača, Nikola Tesla, posebno je isticao značaj pronalazačkog rada. Jednom prilikom je izjavio: „Bez obzira šta mi nastojali da činimo, mi zavisimo od pronalazača. Naši ekonomisti mogu predlagati ekonomičnije metode upravljanja, naši pravnici stvarati mudrije zakone, ali bez pronalazača, mi ne možemo bolje živeti. Da bi smanjili siromaštvo, potrebno je da obezbedimo više pronalazaka. Sa dovoljno pronalazaka na raspolaganju možemo zadovoljiti mnoge želje i pružiti garancije za bezbedan i udoban život svima“.⁹

⁹ Nikola Tesla (citat iz 1897. godine).

Postupak ispitivanja prijava patenta za poverljivi pronalazak

Prema [3] definicija patenta glasi: „*Patent je ovde propisanim načinom zadobijeno pravo, po kome njegov vlasnik može za ograničeno vreme u vidu zanimanja isključivo primenjivati i upotrebljavati izvestan nov pronalazak (izum) na polju zanatske ili industrijske proizvodnje i predmete po njemu izrađene puštati u promet ili prodavati*“.

Patent je ekskluzivno pravo koje se priznaje za pronalazak iz bilo koje oblasti tehnike, koji predstavlja novo tehničko rešenje određenog problema, koje ima inventivni nivo i koje je primenljivo u industriji.¹⁰ Uopšte, da bi neki pronalazak, pa i poverljivi, dobio patentnu zaštitu, u skladu sa prethodnom definicijom, neophodno je da ispuni tri kumulativna uslova, i to:

- da u rešavanju određenog tehničkog problema postoji novina,
- da novo tehničko rešenje ima inventivni nivo, i
- da je tehnički izvodljivo, tj. da se može proizvesti i primeniti u industriji.

Smatra se da je pronalazak *nov* ako nije obuhvaćen stanjem tehnike. Drugim rečima, jedan pronalazak smatra se obuhvaćenim stanjem tehnike tek kada se objavi na način da stručnjaku iz odgovarajuće oblasti tehnike omogući da taj pronalazak realizuje, odnosno primeni.

Pronalazak ima *inventivni nivo* ako za stručnjaka iz odgovarajuće oblasti ne proizilazi, na očigledan način, iz stanja tehnike. Pod „stručnjakom“ se podrazumeva lice sa prosečnim znanjima i sposobnostima iz određene oblasti na koju se pronalazak odnosi, koje je fakultetski obrazovano i koje poseduje određeno radno iskustvo.

Tehnička izvodljivost, odnosno industrijska primenljivost, jedan je od materijalno-pravnih uslova za zaštitu pronalaska na dan podnošenja prijave za zaštitu pronalaska, odnosno na dan priznatog prava prvenstva. Primenljivost pronalaska je neophodna radi proizvodnje robe ili pružanja usluga radi obezbeđivanja tržišnog položaja njegovog nosioca.

Mali patent je pravo kojim se, takođe, štiti pronalazak koji predstavlja novo tehničko rešenje određenog problema, industrijski primenljiv, koji ima inventivni nivo, odnosno koji je rezultat rada koji prevazilazi rutinsko korišćenje stanja tehnike od strane stručnjaka, ali nema inventivni nivo koji se traži za patent. Predmet pronalaska koji se štiti malim patentom može biti samo rešenje koje se odnosi na konfiguraciju ili konstrukciju nekog proizvoda ili raspored njegovih sastavnih delova.

Patent obezbeđuje nosiocu patenta pravnu zaštitu pronalaska koji traje 20 godina od datuma podnošenja prijave. Za mali patent čija pravna zaštita traje 10 godina vrši se samo formalno ispitivanje, dok je za patent neophodno i suštinsko ispitivanje.

¹⁰ Prema članu 2. Zakona o patentima.

Pravna zaštita patentom znači da se pronalazak ne sme komercijalno izrađivati, koristiti, stavljati u promet ili prodavati bez saglasnosti nosioca patenta. Sporovi u vezi sa povredom patentnih prava su u nadležnosti suda.

Nosilac patenta ima pravo da odluči ko može, a ko ne može da koristi pronalazak zaštićen patentom za vreme trajanja zaštite. Nosilac patenta može dati licencu drugim licima da koriste pronalazak pod uslovima koji su predmet međusobnog ugovaranja. Nakon isteka trajanja patenta, ili prestanka njegovog održavanja, zaštita prestaje, a pronalazak postaje javno dobro. To znači da nosilac prava više nema isključivo pravo na pronalazak, koji postaje slobodan za komercijalno iskorišćavanje.

Patenti su potrebni radi obezbeđivanja nosiocu društvene afirmacije za kreativan rad, kao i materijalne naknade za pronalazak koji ima potvrdu na tržištu. U isto vreme, time se podstiče pronalazaštvo koje obezbeđuje da se kvalitet ljudskog života poboljšava.

Prijava za zaštitu poverljivog pronalaska mora da sadrži određene delove koji treba da budu izloženi po tačno definisanom redosledu i u formi prema važećim propisima o sastavljanju prijave ([4], [6]). Delovi prijave pronalaska su:

1. zahtev za priznanje patenta,
2. opis pronalaska,
3. patentni zahtev (naznačenje šta je u pronalasku novo i šta podnosioc prijave zahteva da se zaštiti patentom),
4. kratak sadržaj suštine pronalaska (apstrakt), i
5. nacrt na koji se poziva opis i patentni zahtev.

U toku ispitivanja poverljive prijave pronalaska, od trenutka podnošenja prijave do njenog konačnog rešavanja, neophodno je realizovati određene faze ispitivanja u toku kojih je potrebno doneti niz dokumenata. Radi se o sledećim fazama:

- 1) formalno ispitivanje,
- 2) preliminarno ispitivanje,
- 3) analiza primenljivosti,
- 4) suštinsko ispitivanje,
- 5) razmatranje prijave na Savetu taktičkog ili tehničkog nosioca sredstva, i
- 6) donošenje patentne isprave o pronalasku.

Realizacija svake naredne faze uslovljena je završetkom prethodne. Nakon realizacije ovih faza ispitivanja i donošenja rešenja o patentnoj zaštiti sledi programiranje, realizacija i primena inovacije.

U toku ispitivanja prijave pronalaska u sistemu odbrane, od trenutka podnošenja prijave do njenog konačnog rešavanja, neophodno je doneti niz dokumenata koji se odnose na pojedine faze ispitivanja. Prikaz tih dokumenata dat je u tabeli 1. Osnovni i polazni dokument je prijava pronalaska.

Za potrebe realizacije bilo koje faze ispitivanja neophodno je kao „ulaz“, pored prijave, obezbediti i ostala dokumenta sa kojim se do tada raspolaze. Kao rezultat rada i završetka određene faze nastaje novi dokument, koji je

obično u formi izveštaja, a koristiće se za potrebe narednih faza ispitivanja, sve do konačnog rešenja prijave. Radi ilustracije, na slici 4. dat je prikaz toka dokumenata u jednoj od faza ispitivanja. Slična je procedura i sa ostalim fazama.

Formalno ispitivanje

Po prijemu obaveštenja o pronalasku ili prijave, organ MO nadležan za inovacionu delatnost vrši formalno ispitivanje prijave pronalaska, pod kojim se podrazumeva provera obrađenosti određenih zahteva.

Uredno obaveštenje o pronalasku stvorenom u sistemu odbrane, organ MO nadležan za inovacionu delatnost zavodi u Registar obaveštenja o pronalascima. Nakon realizovanog formalnog ispitivanja, nadležni organ MO za poslove inovacione delatnosti pisanim putem obaveštava pronalazača o prijemu prijave, naznačujući datum i registarski broj pod kojim je obaveštenje o prijavi zavedeno i pristupa realizaciji sledeće faze – preliminarom ispitivanju.

Veoma je bitno da se utvrdi tačan datum podnošenja prijave, zbog eventualno mogućih osporavanja i pokretanja predloga za oglašavanje priznatog prava ništavim.

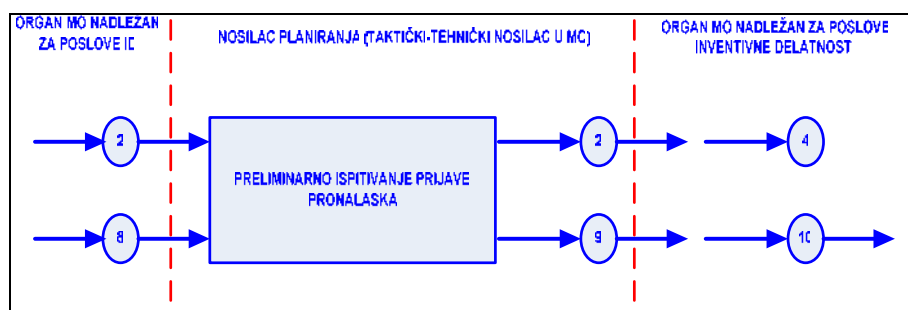
Tabela 1

Dokumenta u postupku ispitivanja i zaštite prijava inovacija

Red. br.	NAZIV DOKUMENTA	Organ nadležan za donošenje dokumenta
1.	Obaveštenje o prijavi inovacije sa potrebnim prilogima	Podnosilac prijave
2.	Prijava inovacije sa svim potrebnim delovima	Podnosilac prijave
3.	Registri prijava inovacija: obaveštenja o pronalascima (OP), pronalazaka (P), tehničkih unapređenja (TU) i konkretnih predloga (KP).	Organ MO nadležan za inovacionu delatnost (ID)
4.	Informacioni sistem inovacione delatnosti	Organ MO nadležan za ID
5.	Obaveštenje podnosioca prijave o prijemu inovacije	Organ MO nadležan za ID
6.	Odluka o davanju stava o oceni poverljivosti	Organ MO nadležan za ID
7.	Izveštaj o oceni poverljivosti	Organ MO nadležan za ID
8.	Odluka o realizaciji preliminarog ispitivanja	Organ MO nadležan za ID
9.	Izveštaj o preliminarom ispitivanju	Nosilac planiranja u MO
10.	Odluka o izradi analize primenljivosti	Organ MO nadležan za ID
11.	Izveštaj o analizi primenljivosti	Nosilac planiranja u MO
12.	Odluka o suštinskom ispitivanju	Organ MO nadležan za ID
13.	Izveštaj o suštinskom ispitivanju	Nosilac planiranja u MO
14.	Odluka o razmatranju na Savetu vida (roda, službe)	Organ MO nadležan za ID
15.	Zaključci Saveta	Savet vida (roda, službe)
16.	Rešenje o prijavi	Organ MO nadležan za ID
17.	Registri prihvaćenih inovacija: pronalazaka (P), tehničkih unapređenja (TU) i konkretnih predloga (KP).	Organ MO nadležan za ID
18.	Ugovor o jednokratnoj novčanoj naknadi autoru inovacije	Organ MO nadležan za ID Nosilac planiranja u MO
19.	Planovi inovacione delatnosti: godišnji planovi i srednjoročni programi	Organ MO nadležan za ID
20.	Odluka o određivanju organizacione jedinice iz sastava MO koja će u ime voditi računa o raspolaganju poverljivim pronalaskom	Organ MO nadležan za ID
21.	Programiranje, realizacija i primena inovacije (po posebnim planovima)	Organizaciona jed. MO ovlašćena za raspolaganje

Preliminarno ispitivanje

Za preliminarno ispitivanje pronalaska načelno se određuje nosilac planiranja za sredstva na koje se pronalazak odnosi, ali se može odrediti i stručno osposobljena jedinica, odnosno ustanova koja po proceni može da bude i nosilac realizacije pronalaska iz obaveštenja. Šematski prikaz toka dokumenata u fazi preliminarnog ispitivanja dat je na slici 4. Brojčane oznake na slici odnose se na redni broj dokumenta iz tabele 1. O izvršenom ispitivanju sastavlja se pisani izveštaj o preliminarnom ispitivanju, koji sadrži deo koji se odnosi na opis i primenu pronalaska i deo koji se odnosi na uslove nastanka pronalaska. Svaki od ovih delova sadrži obrazložene odgovore na određena pitanja [4].



Slika 4 – Faza preliminarnog ispitivanja

Analiza primenljivosti pronalaska

Za nosioca izrade analize primenljivosti pronalaska načelno se određuje nosilac planiranja, taktički ili tehnički nosilac sredstva, sistema ili procesa na koje se pronalazak odnosi. Uz konsultaciju sa pretpostavljenim komandama može se odrediti i jedinica, odnosno ustanova koja je stručno osposobljena za izradu takvog dokumenta.

Nosiocu izrade analize primenljivosti pronalaska odlukom se određuje rok za izradu tog dokumenta. Odluka se, zajedno sa prijavom i njenim priložima, dostavlja jedinici, odnosno ustanovi određenoj za nosioca izrade analize primenljivosti pronalaska. U analizi primenljivosti pronalaska daje se uporedni pregled mogućih nosilaca realizacije pronalaska i, na osnovu toga, obrazloženi predlog jedinice, odnosno ustanove najpogodnije za nosioca realizacije pronalaska.

Suštinsko ispitivanje

Po dobijanju analize primenljivosti pronalaska i eventualnih osporavanja i izjave pronalazača o osporavanjima pronalaska određuje se stručna komisija za suštinsko ispitivanje pronalaska.

U sastav stručnih komisija za suštinsko ispitivanje obavezno se angažuju stručnjaci iz institucija koje se bave istraživanjem, razvojem, proizvodnjom ili održavanjem sredstava na koja se pronalazak odnosi. U sastav stručnih komisija, po potrebi, može se odrediti lice iz organa MO nadležnog za inovacionu delatnost.

Stručnoj komisiji za suštinsko ispitivanje pronalaska organ MO nadležan za inovacionu delatnost stavlja na uvid svu raspoloživu dokumentaciju o pronalasku (prijavu pronalaska i njene priloge, izveštaj o preliminarnom ispitivanju, analizu primenljivosti i dr.).

Komisija za suštinsko ispitivanje pronalaska, saglasno odredbama Zakona, suštinski ispituje uslove za priznavanje patenta. Nakon ispitivanja uslova za priznavanje patenta, ili malog patenta, dostavlja organu MO nadležnom za inovacionu delatnost izveštaj o suštinskom ispitivanju pronalaska [4].

U postupku suštinskog ispitivanja pronalaska, stručno mišljenje o podobnosti predmeta prijave za zaštitu patentom komisiji obezbeđuje organ MO nadležan za inovacionu delatnost, koji u tom poslu može zatražiti i stručno mišljenje Zavoda.

Zakonom o patentima je predviđeno da pronalazaču zaštićenog poverljivog pronalaska, pored moralnih prava pripadaju i materijalna prava u vidu tzv. jednokratne novčane naknade bez obzira na to da li će se pronalazak primenjivati. Podrazumeva se da pronalazač, u skladu sa Zakonom, ostvaruje i prava po osnovu ekonomskog iskorišćavanja pronalaska (royalty). U skladu s tim, predviđeno je da komisija koja vrši suštinsko ispitivanje u delu izveštaja koji se odnosi na proračun i predlog iznosa naknade, predloži i da obrazloženo mišljenje o: vrednostima koeficijenta inventivnosti i koeficijenta tehničke realizacije pronalaska, način proračuna obeštećenja i kompenzacije i predlog konačnog iznosa jednokratne novčane naknade.

Kada pronalazak koji je nastao u MO ili Vojski nije poverljiv, a postoji interes za MO i Vojsku da se zaštiti, obavezno se predlaže jedinica, odnosno vojna ustanova koja će podneti prijavu patenta Zavodu za intelektualnu svojinu.

Po prijemu izveštaja o suštinskom ispitivanju i stava o poverljivosti i interesu pronalaska za odbranu, rukovodilac organizacione jedinice MO nadležne za inovacionu delatnost odlučuje o daljem postupku u vezi sa pronalaskom:

- ako je pronalazak poverljiv, organizaciona jedinica MO nadležna za inovacionu delatnost će nastaviti postupak patentne zaštite pronalaska;
- ako je pronalazak poverljiv, a u datom trenutku nije od interesa za MO i Vojsku, prijava se rešenjem stavlja u stanje mirovanja, o čemu se obaveštava podnosilac i ne dozvoljava se podnošenje prijave Zavodu za intelektualnu svojinu;
- ako pronalazak nije poverljiv, a ispunjeni su uslovi da se on zaštiti na ime MO, određuje se jedinica, odnosno ustanova koja će pronalazak prijaviti Zavodu za intelektualnu svojinu;
- ako pronalazak nije poverljiv, a ne postoji interes da se zaštiti na ime MO, organizaciona jedinica MO nadležna za inovacionu delatnost pismeno će obavestiti podnosioca da on može sam da prijavi pronalazak Zavodu.

Razmatranje prijave na Savetu taktičkog nosioca

Izveštaj o suštinskom ispitivanju pronalaska, zajedno sa analizom primenljivosti pronalaska, razmatra se na Savetu taktičkog ili tehničkog nosioca za sredstva na koja se pronalazak odnosi. Na osnovu razmatranja izveštaja o suštinskom ispitivanju i analizi primenljivosti pronalaska, Savet donosi zaključke u vezi sa priznavanjem i programiranjem pronalaska (izrada programa realizacije).

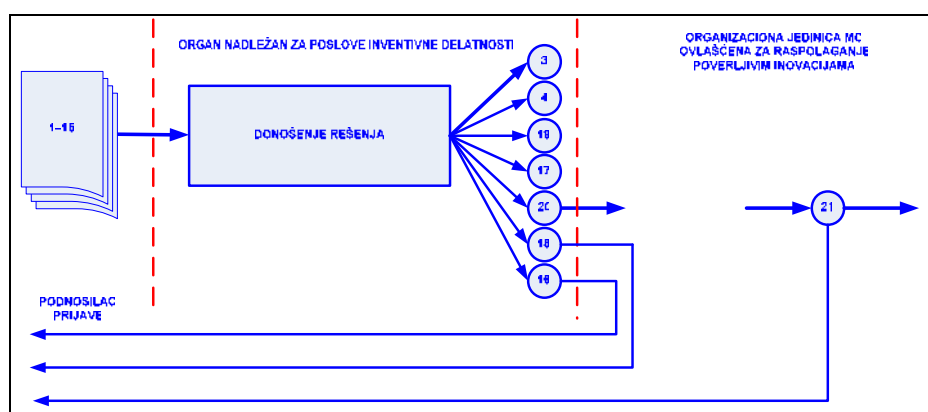
Ukoliko se radi o pronalasku koji je nastao kao deo projekta za koji je već usvojen program realizacije, izveštaj o suštinskom ispitivanju nije neophodno razmatrati na Savetu, nego se koriste zaključci iz programa realizacije.

Donošenje patentne isprave

Na osnovu izveštaja o suštinskom ispitivanju pronalaska i zaključaka taktičkog nosioca sredstva na koje se pronalazak odnosi i Saveta taktičkog nosioca, organ MO nadležan za inovacionu delatnost donosi rešenje o prijavi.

Ako se utvrdi da su ispunjeni svi uslovi za priznavanje patenta, ili malog patenta, donosi se rešenje o priznavanju prava, kojim se zahtev za priznavanje usvaja u celini ili delimično, zavisno od rezultata suštinskog ispitivanja pronalaska. Na osnovu donetog rešenja, organ MO nadležan za inovacionu delatnost upisuje priznati patent u Registar priznatih патената, a mali patent u isti registar, uz naznaku da se radi o malom patentu, a pronalazaču izdaje patentnu ispravu.

Šematski prikaz toka dokumenata u fazi donošenja rešenja dat je na slici 5.



Slika 5 – Faza donošenja rešenja

Pronalazak stvoren u sistemu odbrane, a koji je zaštićen patentom ili malim patentom u Zavodu za intelektualnu svojinu ili u organu MO nadležnom za inovacionu delatnost, na ime jedinice, odnosno ustanove, mogu da koriste sve jedinice, odnosno ustanove i sva pravna lica van sistema odbrane, u skladu sa odredbama Zakona o patentima.

Raspolaganje poverljivim pronalaskom

Organ MO nadležan za inovacionu delatnost vodi računa o poverljivosti pronalazaka upisanih u Registar priznatih patenata. Kada se utvrdi da je zaštićeni pronalazak prestao da bude poverljiv, dostavlja Zavodu ceo predmet koji se odnosi na taj pronalazak.

Ministarstvo odbrane kao nadležan organ za poslove odbrane ima isključivo pravo da koristi poverljivi pronalazak i da raspolaze tim pronalaskom.

Ministar odbrane, u zavisnosti od oblasti na koju se poverljivi pronalazak zaštićen patentom odnosi, određuje organizacionu jedinicu iz sastava MO koja će u ime MO voditi računa o raspolaganju tim pronalaskom.

Organizaciona jedinica MO koju ministar odbrane odredi da raspolaze poverljivim pronalaskom, vodi računa o ekonomskom iskorišćavanju tog pronalaska. Ekonomsko iskorišćavanje poverljivog pronalaska zaštićenog patentom reguliše se ugovorom, pri čemu se moraju imati u vidu prava nosioca patenta i prava pronalazača.

Za zaštićeni pronalazak i prihvaćeno tehničko unapređenje izrađuje se program realizacije, sa svim podacima značajnim za realizaciju. Prihvaćeni program realizacije unosi se u plan naučnog istraživanja i razvoja, opremanja ili modifikacije.

Postupak registrovanja i ispitivanja prijave pronalaska za pronalaskе nastale van sistema odbrane istovetan je postupku ispitivanja prijave pronalazaka nastalih u sistemu odbrane, s tim što se za ove prijave prvo vrši ispitivanje poverljivosti, pa se, ako su u pitanju poverljivi pronalasci, nastavlja propisana procedura. Nadležnost za davanje ocene o poverljivosti ista je kao i kod pronalazaka nastalih u sistemu odbrane.

U postupku zaštite pronalaska stvorenog van sistema odbrane, koji se odnosi na odbranu i bezbednost zemlje, pronalazač je oslobođen plaćanja troškova.

Zaključak

Ministarstvu odbrane, kao nadležnom državnom organu za poslove odbrane, dato je isključivo pravo da koristi poverljive pronalaskе i da raspolaze tim pronalascima za sve vreme trajanja njihove važnosti. U skladu

s tim, u MO je oformljen i postoji jedinstven centralizovani sistem zaštite i preuzimanja svih vrsta inovacija značajnih za odbranu i bezbednost zemlje. Obezbeđen je ravnopravan tretman svih inovacija, bez obzira na to iz kojih sredina dolaze i ko ih prijavljuje. Ustanovljena je infrastruktura koja pruža neophodnu stručnu pomoć inovatorima u izradi dokumenata za prijavljivanje inovacija.

Da bi se priznao patent za poverljivi pronalazak (ostvarila patentna zaštita), neophodno je u nadležnoj organizacijskoj jedinici MO za inovacionu delatnost provesti postupak ispitivanja prijava poverljivih pronalazaka po određenoj proceduri koja je normativno-pravno regulisana. Za ispitivanje inovacija koriste se jedinice, ustanove, organizacione celine i institucije u sistemu odbrane koje se bave istraživanjem, razvojem, proizvodnjom ili održavanjem sredstava na koja se pronalazak odnosi. Po potrebi, mogu se angažovati i raspoloživi kapaciteti odbrambene industrije.

Veoma je važno da se u postupku ispitivanja poverljive prijave pronalaska u fazi suštinskog ispitivanja, koju realizuje stručna komisija, utvrdi da li pronalazak ispunjava zakonom definisane suštinske uslove za zaštitu patentom (novost, inventivnost i primenljivost). Nakon realizacije predviđenog postupka ispitivanja prijave poverljivog pronalaska, u skladu sa stepenom ispunjenosti zakonskih uslova za zaštitu, donosi se rešenje o patentnoj zaštiti poverljivog pronalaska. Na osnovu rešenja o prihvatanju ovlašćuje se određena organizacijska jedinica MO (obično nadležni nosilac planiranja za sredstva na koja se pronalazak odnosi) za proizvodnju, korišćenje i raspolaganje.

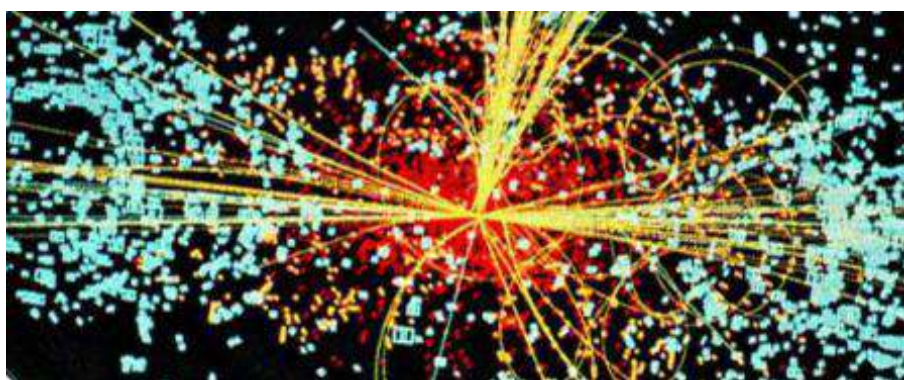
Pronalazači zaštićenog poverljivog pronalaska, u skladu sa Zakonom o patentima i ostalim internim propisima u MO iz ove oblasti, ostvaruju svoja moralna i imovinska prava.

Literatura

- [1] Uredba o određivanju poverljivih pronalazaka koji su značajni za odbranu ili bezbednost Savezne Republike Jugoslavije („Službeni list SRJ“ br. 10/97).
- [2] Zakon o patentima (Sl. list SCG br. 32/04).
- [3] Uredba za zaštitu industrijske svojine iz 1921. godine.
- [4] Jović, I.: Uputstvo o inventivnoj delatnosti u Vojsci Jugoslavije, VIZ, Beograd, 2001.
- [5] Jović, I., Čabarkapa, O.: Inventivna delatnost u Vojsci Srbije i Crne Gore, „Novi glasnik“ br. 2/03, VIZ, Beograd, 2003.
- [6] Uredba o postupku za pravnu zaštitu pronalazaka, „Službeni list SCG“, br. 62/04.
- [8] Čabarkapa, O., Jović, I.: Potkonjak-Lukić, B.: Classified inventions protection procedure, Međunarodna konferencija inovacija, Beograd, novembar 2007, SANU – IFIA – SPATUB.

ISTORIJSKI EKSPERIMENT SIMULIRANJA „VELIKOG PRASKA“

Potpukovnik mr *Nebojša Gaćeša*, dipl. inž.
Uprava za školstvo



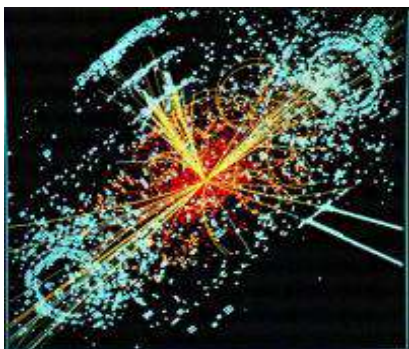
U međunarodnoj laboratoriji Evropske organizacije za nuklearna istraživanja (CERN – Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), u blizini Ženeve, na francusko-švajcarskoj granici, 10. septembra 2008. godine, započeo je istorijski eksperiment simuliranja „Velikog praska“, koji mnogi naučnici smatraju najvećim eksperimentom u ljudskoj istoriji.

CERN je smešten u oko hiljadu zdanja u Švajcarskoj i Francuskoj (nadzemni objekti su većinom u Švajcarskoj, a podzemni uglavnom u Francuskoj). Okuplja oko 6 500 istraživača sa 500 univerziteta iz osamdesetak zemalja, uključujući i Srbiju, koje opslužuje oko tri hiljade stalno zaposlenih. Osnovan je 1. juna 1953. godine, a jedan od osnivača bila je i naša zemlja. Osnivački akt u ime FNRJ potpisao je naš čuveni naučnik i bivši predsednik Srpske akademije nauka i umetnosti – akademik Pavle Savić, koji je bio i jedan od osnivača i prvi direktor Nuklearnog instituta Vinča.

Jugoslavija je 1961. godine istupila iz članstva u Evropskoj organizaciji za nuklearna istraživanja, a krajem oktobra ove godine predstavnici naše vlade podneli su molbu za uklanjenje Srbije u ovu organizaciju.

U najvećem naučnom poduhvatu u istoriji, sudaranjem snopova protona koji se kreću gotovo svetlosnom brzinom, naučnici će pokušati da dočaraju prvih nekoliko delića sekundi posle „Velikog praska“ (Big Bang), strahovite eksplozije u kojoj je pre oko 13 milijardi i 700 miliona godina nastao kosmos. Cilj je da se otkriju tragovi „neuhvatljive“ ili „Božije čestice“ koja je, kako se pretpostavlja, izvor mase za sve ostale elementarne čestice, odnosno, da se ko-

načno dokažu takve dosadašnje naznake. Time bi čovečanstvo bilo blizu odgonetanja ustrojstva čitavog kosmosa i najsitnijih tvari. Ova čestica nazvana je i Higsov bozon, prema škotskom istraživaču Piteru Higsu.



Simulacija lova na Higsov bozon



Veliki hadronski sudarač – kcelerator LHC (perspektiva pod zemljom)

U tu svrhu izgrađen je najveći, najsloženiji i najskuplji akcelerator – „Veliki hadronski sudarač“ (LHC – Large Hadron Collider), koji predstavlja graditeljski poduhvat bez premca, s obzirom na to da je ova veoma skupocena mašina položena u 27 km dugačak kružni prsten, koji se nalazi na dubini od sto metara ispod zemlje. Izgradnja tog kompleksa tajala je 14 godina i koštala 8 milijardi dolara. Kružni tunel se većim delom proteže ispod Francuske, a manjim ispod Švajcarske.

Akceleratori su, inače, veliki uređaji koji ubrzavaju elementarne čestice (elektrone, protone). To se najčešće postiže tako što snop čestica kruži u jakom magnetnom polju koje mu dodaje energiju u svakom okretu. Osnovna ideja je da se tako ubrzanim snopovima gađa neka meta ili da se snopovi međusobno sudare, kako bi se oslobodila velika energija iz koje mogu da nastanu nove čestice. Pomoću njih LHC će omogućiti da se potvrde i razreše neke tajne standardnog modela, teorije koja opisuje strukturu materije, odnosno, onog od čega je čitav svet sačinjen.

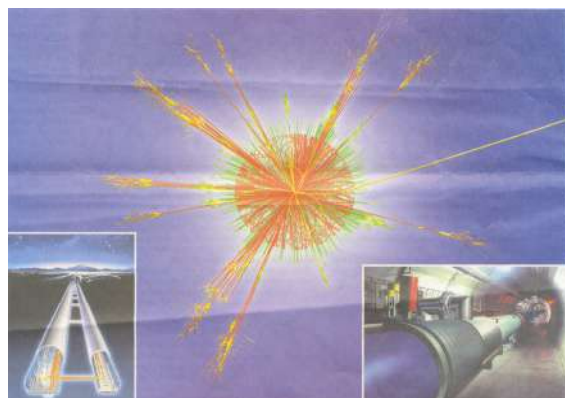
Prema današnjoj najprihvaćenijoj teoriji standardni model kosmosa zasniva se na tri ključne pretpostavke:

- prva pretpostavka podrazumeva da je celokupna materija sačinjena od dve grupe čestica – šest leptona i šest kvarkova. Imajući u vidu da svakoj odgovara po jedna antičestica, broj se udvostručuje, pa tako imamo 24 osnovne ili „gradivne ciglice“;

- druga pretpostavka jeste da međudejstva (interakcije) čestica, opisana matematičkim zakonima, počivaju na tri sile – slaboj, elektromagnetskoj i jakoj. Pri tome se u malom svetu elementarnih čestica zanemaruje gravitaciona sila;

- treća pretpostavka je da se dejstvo ili prenošenje sila obavlja razmenom čestica, pri čemu svakoj vrsti naboja odgovara određena čestica prenosilac (bozon).

U podzemlju CERN-a nalaze se četiri lanac-akceleratora: čestice kreću iz najmanjeg i, ubrzavajući se, prelaze u sve veće, a na kraju stižu u najveći – „veliki hadronski sudarač“.



Velika slika: Otisak u sudaru protonskih mlazeva

Slika u levom okviru: izgled podzemnih tunela

Slika u desnom okviru: deo najvećeg akceleratora na svetu

Takođe, zbog stvaranja ogromne temperature usled sudara čestica, nekoliko dana ranije otpočelo je i hlađenje tečnim helijumom kakvo do sada nije postojalo: do 270°C ispod nule (ili 1,8°K), što je veoma blizu apsolutne nule (to je jedna od najnižih temperatura u univerzumu, što je niže od temperature u otvorenom svemiru).

U ovom ogromnom akceleratoru ubrzavaju se snopovi protona gotovo do svetlosne brzine, poslednje poznate i priznate granice; svaki će projuriti 11.245 puta u sekundi. Zatim se proučavaju tragovi kako bi se stiglo do poslednjeg, krajnjeg, od kojeg je sve satkano, tj. do atomosa, kako ga je pre dve i po hiljade godina nazvao Demokrit iz Abdere.

Ako u sudaru ima dovoljno energije nastaju nove čestice i nove količine energije, jer se energija i materija – prema čuvenoj jednačini Alberta Ajnštajna ($E = mc^2$) – pretvaraju jedna u drugu. Što je energija ubrzanja veća, to se dublje prodire u materiju.

Većina do sada poznatih ubrzivača i sudarača ipak nije toliko velika i neobična, kao npr. televizor (koji to isto predstavlja u malom). Kod televizora elektrone ispušta zagrejana žica, ubrzava ih električno polje, usmerava magnetsko, a elektroni se otkrivaju – detektuju kada pogode ekran.

„Veliki hadronski sudarač“ sastavljen je od podzemnog koluta sa dve cevi, u kojima se ubrzavaju „reke protona“, u suprotnim smerovima, svaki energije do sedam TeV, i četiri detektora, u kojima se posmatraju sudari. Snažnim magnetima, indukcije do 8 Tesla, postavljenim sa strane, mlazevi čestica se savijaju da bi strujali kružnim tokom. Na mestima sudara njihova energija se udvostručuje na 14 TeV.

Svaki proton dostiže gotovo svetlosnu brzinu koja je približno 300.000 km/s, a u tački sudara temperatura dostiže deset hiljada milijardi °C, i više. Zato se magneti hlade tečnim helijumom.

Akceleratori predstavljaju i svojevrсни džinovski mikroskop u kojem se kroz detektore – elektronske oči – posmatra sastav subatomske čestice, toliko stisnutim da razmaci među njima ne prelaze jedan femtometar (bilijarditi deo metra ili 10^{-15}). Ovi detektori imaju i svoje nazive: ogromni detektor ATLAS, uporedo sa drugim LHC-ovim džinom od detektora CMS-om, pokušaću da u tom mnoštvu ulove pomenuti Higsov bozon, misterioznu, teorijom predskazanu česticu koja je „odgovorna“ za masu u svemiru.



Finalne pripreme u tunelu LHC-a



Detektor ATLAS

U pratećim eksperimentima, veliki broj novonastalih raznovrsnih čestica osvetliće i stanje u ranom univerzumu, neposredno posle Velikog praska, razrešiti dileme o teoriji supersimetrija i odgovoriti na pitanje zašto svet nije načinjen od antimaterije, već samo od materije. Zanimljivo je da su ovogodišnji dobitnici Nobelove nagrade za fiziku japanski naučnici koji se bave problematikom materije i antimaterije. Nakoto Cobajaši, Tošihide Masakava i Joičiro Nambu su objasnili anomalije u prirodi materije i porekla univerzuma koji je nastao u „Velikom prasku“.

Sudari, odnosno događaji, proučavaće se na četiri mesta (tri u Francuskoj i jedno u Švajcarskoj), tamo gde su detektori postavljeni, radi snimanja 800 miliona proton-proton sudara u sekundi. Iz svakog sudara slivaće se po deset miliona podataka, što predstavlja do sada nezabeleženu



Detektor CMS na LHC-u

količinu izračunavanja. Stručnjaci su u tu svrhu predložili projekat i izradu specijalne računarske mreže, pošto nijedan postojeći superkompjuter nije u stanju da se uhvati u koštac sa tolikim izračunavanjima.

Eksperiment bi trebalo da da rezultate nakon jedne godine, kada bi progonjeni Higsov bozon trebalo da se uhvati u zamku. Kada on bude izmeren i izučen, razotkriće se jedna od najvećih tajni fizike i kosmologije: poreklo mase čestica. Naime, zamišlja se

da je kosmos ispunjen jednim poljem, Higsovim poljem, koje prožima sav vakuum i koje postoji apsolutno svuda. Čestice pod dejstvom tih polja stiču masu, a to je masa mirovanja. Masa nije unutrašnja odlika čestica, već nastaje u njenom međudelovanju (interakciji) sa okolinom. Higsovo polje daje masu predmetima na svim mestima, i to bez ikakvog usmeravanja.

Pre ovog eksperimenta postojao je niz istraživačkih predradnji. Tako je npr. pre „velikog hadronskog sudarača“ (LHC-a) postojala njegova preteča – „veliki elektronsko-pozitronski sudarač“ (LEP). Pomoću njega zabeležena su dva događaja za koje se veruje da bi mogli da budu tragovi Higsovog bozona. Istraživanja su bila okončana, mašina rastavljena i sastavljen je novi akcelerator (LHC) koji će, kako se očekuje, biti uspešniji, jer će se čestice ubrzavati do većih energija nego ranije. Naime, CERN je 1994. godine odlučio da se budući LHC smesti u kanal prethodnog akceleratora LEP-a. Zatim su obavljene razne administrativne i tehničke pripreme za izgradnju. LEP je definitivno zatvoren 2000. godine i sva oprema je narednih godina podignuta na površinu i zamenjena novom.

U ovom najzamašnijem naučnom poduhvatu u ljudskoj istoriji učestvuju i srpski istraživači: jedna istraživačka grupa iz „Instituta za nuklearne nauke Vinča“ na čelu sa dr Petrom Adžićem (radi na detektoru CMS) i druga iz „Instituta za fiziku“ na čelu sa dr Draganom Popovićem (učestvuje u eksperimentima na detektoru ATLAS).

Takođe, pojedine konstruktivne elemente ovog složenog sistema izradila su i srpska preduzeća. Tako je preduzeće Zastava Alati izradilo hidraulične držače za veliki detektorski sistem na akcelatoru.

Pripreme eksperimenta pratile su i neke sumnje. Tako je čuveni astrofizičar Stiven Hoking javno izjavio da se tajanstvena čestica neće pronaći. Inače, Stiven Hoking se sa svojim kolegom Rodžerom Penrouzom, proslavio sa opisom „crne rupe“. Pojedini naučnici idu i dalje, pa se tako već mesecima pre početka eksperimenta u javnosti podgrevalo nagađanje da će se pojaviti manja „crna rupa“, koja bi vremenom narastala i nakon nekoliko godina usisala kompletnu Zemlju. Dvojica fizičara, Stiven Godings sa Kalifornijskog univerziteta Santa Barbara, i Mikelandelo Mangano iz CERN-a, nedavno su to opovrgli u uglednom časopisu „Fisical review“, tvrdeći da bi, eventualna tako stvorena „crna rupa“, isparila u deliću sekunde.

Ovakve katastrofične teorije nisu mnogo više od običnih spekulacija, ali ako bi na novom akceleratoru na kraju došlo do nezgode u kojoj bi nastala crna rupa, bilo bi to gore od svih postojećih opisa Sudnjeg dana. Objekat kao što je crna rupa bi mogao usisati ozbiljno parče prostor-vremena, veće od Sunčevog sistema. Prave astronomske crne rupe, kao jedno od mogućih stanja u kojima će masivne zvezde posle milijardama godina duge evolucije provesti svoju penziju, podrazumeva deo prostora gde je gravitaciono polje toliko jako da čak ni svetlost ne može da ga napusti. Međutim, crne rupe gube energiju tzv. Hokingovim zračenjem. Prema postojećim proračunima, mikroskopske crne rupe, čak i da nastanu pri maksimalnim energijama na LHC-u, bile bi nestabilne i iščezle bi za svega 10–100 sekundi.

U CERN-u veruju da, ako pak, i postoji mogućnost da nastanu mikroskopske crne rupe koje su stabilne i ne gube energiju, to znači da takve objekte već stvaraju kosmički zraci koji inače padaju na planetu. Međutim, to se ne događa, a i ako se događa, u CERN-u smatraju da je očigledno bezopasno, jer planeta još uvek postoji.

Fizičari čak misle da bi nastanak takve crne rupe otvorio novo poglavlje u fizici čestica.

Uz ovaj bukvalno najcrnji scenario, novi akcelerator, kao i gotovo svako tehnološko čudo u istoriji, izaziva i čitav niz drugih strahova. Tako postoji zabrinutost da bi na njemu moglo doći do nastanka misterioznih strangeleta, magnetnih monopola, vakuumskih mehurova ili kosmičkog zračenja koje bi uništilo naš svet.

Određene kontroverze u vezi sa eksperimentom otklonili su nezavisni eksperti organizovanim uvidom i analizom studije o sigurnosti eksperimenta. Najpre je izveštaj sastavila Grupa za sigurnost LHC-a (*LHC Safety Study Group*), koju su činili naučnici iz CERN-a, sa Univerziteta u Kaliforniji i Instituta za nuklearne nauke Ruske akademije nauka. Njihov izveštaj pregledao je panel od pet nezavisnih naučnika, među kojima je i jedan nobelovac, da bi ga, konačno, predstavio Komitetu za naučnu politiku (*SPC, Scientific Policy Committee*). Dvadeset članova ovog komiteta je tajno glasalo o izveštaju i usvojilo ga, posle čega je Savet CERN-a saopštio da nema nikakve pretnje po čovečanstvo od novog akceleratora.

Ipak, na samom početku došlo je do nekih nepredviđenih teškoća. Tako je tri dana nakon početka eksperimenta došlo do hakerskog upada u računar Evropske organizacije za nuklearna istraživanja, što je izazvalo zabrinutost u vezi sa bezbednošću najvećeg naučnog eksperimenta u istoriji. Grupa koja sebe naziva „Grčki bezbednosni tim“ saopštila je da je samo želela da ukaže na slabosti u vezi sa bezbednošću računarske mreže velikog sudarača protona, a ne da nanese štetu ovom multimilionskom eksperimentu. Ipak, hakeri su uspeali da pronađu slabost u samo jednom javno dostupnom veb sajtu CERN-ove mreže, koji je odvojen od glavnog programa za zaštitu od upada, ali bi, uprkos tome, posledice mogle biti ozbiljne.

Na žalost, posle nekoliko dana rada došlo je do prvog kraćeg isključenja, a nakon tri nedelje do drugog. Kvar je nastao zbog isticanja helijuma u tunel. Ispostavilo se da je zastoj bio mnogo ozbiljnije prirode, pa je prema poslednjim informacijama nastavak eksperimenta odložen do proleća 2009. godine, nakon redovne zimske pauze.

Literatura

- [1] Zvanična prezentacija CERN-a, <http://www.cern.ch/>
- [2] Eksperiment ATLAS: <http://atlas.ch/index.html>
- [3] Eksperiment CMS: <http://cms.cern.ch/>
- [4] Stojiljković, S: Veliki lov na „Božiju česticu“, Politika – kultura umetnost nauka, Beograd, 6. 9. 2008.
- [5] Bubnjević, S.: CERN: Mašina sudnjeg dana?, www.b92.net

YU INFO 2008 – PRIKAZ NAUČNOG SKUPA

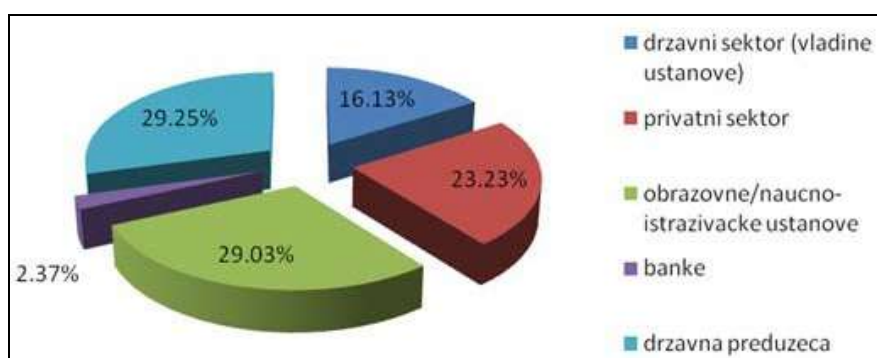
Potpukovnik mr *Goran Šimić*, dipl. inž.
Vojna akademija

Uvod

Ovogodišnja konferencija YU INFO održala se po četrnaesti put, od 9. do 12. marta 2008. godine, na planini Kopaonik, u Kongresnom centru „Sunčani vrhovi“. To je jedna od najvećih ICT (*Information & Communication Technologies*) manifestacija u Srbiji. Kao i prethodnih godina, kvalitet programa i veliki broj domaćih i učesnika iz inostranstva doprineli su da YU INFO postane prestižna ICT manifestacija, podjednako važna za istraživače, kompanije koje se bave IT inženjeringom, učesnike iz državne uprave i menadžere.

Učesnici konferencije

Konferencijske aktivnosti u vidu autorskih radova stručne javnosti, kao i prezentacija rešenja najjemenitnijih domaćih i stranih kompanija su u potpunosti ispunile četiri dana Konferencije. YU INFO 2008 je okupio 465 registrovanih učesnika, predstavnika naučnoistraživačkih ustanova, ICT kompanija i stručnjaka zainteresovanih za najnovije pravce razvoja ove oblasti (slika 1).



Slika 1 – Profil učesnika konferencije YU INFO 2008

Konferencija je održana pod okriljem Informacionog društva Srbije. Učešće na ovogodišnjoj YU INFO konferenciji obezbedile su najeminenti-je domaće i strane kompanije i sistem-integratori, sa svojim rešenjima u raznim oblastima ICT (Microsoft, SAGA, 2BSAFE, Siemens IT Solutions and Services, IBM, Ericsson, CISCO, Tehnicom, Pupin Telecom Datacom, Telekom Srbija A.D., EI Informatika Niš).

Programski odbor konferencije sačinjavali su 19 profesora sa ETF i FON Univerziteta u Beogradu, ELF i MF Univerziteta u Nišu, FTN, PMF i TF Univerziteta u Novom Sadu, zatim Florida Atlantic University USA, FIT Beograd, kao i jedan predstavnik iz Informacionog društva Srbije.

Na otvaranju konferencije učesnicima se obratio državni sekretar u Ministarstvu za telekomunikacije i informaciono društvo prof. dr Milenko Cvetinović, koji je prezentovao pregled trenutnog stanja informacionih i komunikacionih tehnologija (ICT) u Srbiji.

U okviru Key note sesije top menadžment izraelske kompanije 2BSAFE predstavio je rešenja u oblasti sigurnosti i eGovernmenta, top menadžment Microsoft-a za Srbiju i Crnu Goru predstavio je najnovija dostignuća razvojnog centra u Beogradu, dok je kompanija SAGA, vodeći domaći sistem-integrator, predstavila portfolio svojih usluga i realizovanih projekata.

Programske oblasti

Na konferenciji je prezentovan 171 rad, u formi usmenog izlaganja ili panela, 12 kompanijskih prezentacija i četiri evropska projekta koje je finansirala Evropska komisija. Radovi su grupisani po oblastima:

1. e-Society (a-Learning, e-Government, e-Business...) – 41 rad.
2. Informacioni sistemi – 27 radova.
3. Razvoj softvera i alati – 19 radova.
4. Veštačka inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju – 17 radova.
5. Računarske mreže i telekomunikacije – 29 radova.
6. Primenjena informatika – 33 rada.
7. Zaštita podataka i pravni aspekti – 5 radova.

E-Society (a-Learning, e-Government, e-Business...)

Najveći broj radova je upravo iz ove oblasti, u kojoj je izražen, pored tehnološkog, i socijalni aspekt – primena ICT u praksi. Prikazana su različita praktična rešenja i rezultati istraživanja u oblastima trgovine, zdravstva, saradnje, bankarstva, osiguranja, učenja na daljinu, administracije, glasanja, zapošljavanja, i međuresornog projektovanja. U ovoj oblasti radove su prezentovali i pripadnici Vojske Srbije: Goran Šimić (Vojna akademija): E-learning tools embedded in the university information system i Vladimir Petošević (Vojna akademija): Internet i obrazovanje.

Informacioni sistemi

U ovoj programskoj celini značajno mesto imali su radovi o geografskim informacionim sistemima (GIS), kao platformama za upravljanje složenim prostornim podacima eksploatacije i kontrole prirodnih dobara, komunikacija, energetske distributivne mreže i senzorske mreže za praćenje okoline (meteo-pojave, tektonski poremećaji, stanja vodenih tokova i sl.). Zajedničko za sve radove iz oblasti GIS je osetan napredak standardizacije strukture podataka (XML dijalekti) i sve izraženije korišćenje Web 2 tehnologija umesto stand-alone rešenja koja koriste izolovane, slabo struktuirane podatke. Prednost novog pristupa je lakša integracija i razmena podataka između različitih izvora.

Ostali radovi iz ove programske oblasti fokusirani su na rešavanje specifičnih potreba u različitim organizacijama. S tim u vezi, pripadnici Vojske Srbije predstavili su svoje brojne radove:

- Blagota Vuković, Nenad Pavić, Komlen Lalović (VA): Informacioni sistem službe dežurstva na Vojnoj akademiji;
- Aleksandar Dimić, Komlen Lalović, Radivoje Laković (VA): Informacioni sistem za evidenciju poznavanja stranih jezika u Vojski Srbije;
- Radivoje Laković, Aleksandar Dimić, Zoran Denda (VA): Informacioni sistem ambulate Vojne akademije Vojske Srbije;
- Vladimir Jakovljević (VA): Informacioni sistem apoteke u ethernet okruženju;
- Aleksandar Jovanović (VA): Informacioni sistem centra za fizičku kulturu Vojne akademije Vojske Srbije;
- Nenad Dimitrijević, Nebojša Petrović (MO): Poslovna inteligencija na primeru analize uspeha studenata;
- Nenad Pavić, Radivoje Laković, Marko Anđelković (VA): IS za vođenje brojnog stanja studentske čete VA.

Razvoj softvera i alati

Ova programska oblast se, na osnovu prezentovanog, može podeliti na dve celine – jedna u kojoj su predstavljeni različiti modeli i metodološki pristupi u razvoju softvera, i druga koja se bavi konkretnim alatima za modelovanje poslovnih procesa. Vojske Srbije bila je zastupljena u ovoj sesiji sa dva rada:

- Srđan Petrović (CPME): Razvoj aplikacija Java smart-kartica;
- Komlen Lalović (VA): Integracioni servis (IS) – transformacije toka podataka.

Veštačka inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju

U ovoj oblasti pojavljuju se radovi koji se bave različitim oblastima veštačke inteligencije. Mogu se grupisati u radove koji prezentuju korišćenje fuzzy (*rasplinite*) logike u zaključivanju, radove iz oblasti semantičkog Web-a, i radove koji se bave pronalaženjem i ekstrakcijom podataka

(*Data mining*, *OLAP* tehnologijama). Okosnica većine radova je pokušaj rešavanja problema rezonovanja na osnovu velike količine podataka, koji mogu biti nepotpuni i nejasni (informacioni šum). Vojske Srbije bila je zastupljena u ovoj sesiji jednim radom:

- Ivan Tot (VA): *OLAP* analiza uspeha studenata Vojne akademije Vojske Srbije.

Računarske mreže i telekomunikacije

U ovoj programskoj celini većina radova posvećena je problemu korišćenja postojećih telekomunikacionih sistema u prenosu multimedijalnih podataka, korišćenjem internet tehnologija. Obuhvaćene su teme od projektovanja i optimizacije telekomunikacionih mreža, preko mogućnosti njihovog administriranja, do istraživanja mogućnosti poboljšanja protoka za audio-video materijale i zaštite integriteta podataka na mrežnom sloju ISO OSI modela.

Predstavnici Vojske Srbije su u ovoj sesiji prezentovali četiri rada:

- Desimir Vučić, Ivan Pokrajac, Miljko Erić (VTI): Karakterizacija digitalno modulisanih signala na bazi cikličnih obeležja;
- Vladan Džulović, Boban Pavlović, Marinko Smiljanić (VA): Analiza IPv6 protokola sa stanovišta pouzdanosti prenosa;
- Marinko Smiljanić, Boban Pavlović, Vladan Džulović (VA): Pouzdan prenos podataka u MPLS VPN mreži;
- Boban Pavlović, Marinko Smiljanić, Vladan Džulović (VA): Primena DRS algoritma rutiranja u analizi funkcionalne održivosti telekomunikacionih mreža.

Primenjena informatika

Ova oblast je, takođe, privukla veliki broj autora iz različitih naučnih oblasti, iz javnih institucija i privrede. Većina je putem prezentovanih materijala predstavila konkretna softverska rešenja. Opisi sistema za regulaciju ubrizgavanja gasa u motorima, za modelovanje radijalnih kliznih ležaja, dizajn predmeta od elasto-plastičnih materijala, za verifikaciju softvera real-time vazduhoplovnih sistema, za optimizaciju sadržaja letećeg pepela u cementnim smešama, za analizu proizvodnih tokova, samo su neke od tema radova izloženih u sesiji ove programske oblasti. Zapaženi su radovi pripadnika Vojske Srbije:

- Boban Bondžulić, Milenko Andrić (VA): Multisenzorsko sjedinjavanje slike;
- Rade Pavlović (VA): Objektivne mere za procenu sjedinjavanja slika;
- Veselin Gredić (TOC): Prikaz problematike verifikacije softvera real-time vazduhoplovnih sistema.

Zaštita podataka i pravni aspekti

Mali broj radova u ovoj programskoj celini može se tumačiti sa dva aspekta. Organizacije koje se bave problemima zaštite podataka zadržavaju apsolutno pravo na tajnost vlastitih rešenja, tako da autori ne mogu publikovati radove na javnim skupovima kao što je konferencija YU INFO. Drugi aspekt bi bio da implementacija pravne regulative i edukativni sadržaji iz oblasti zaštite još uvek nisu zastupljeni u dovoljnoj meri u ICT zajednici. Iz navedenih razloga prezentovani radovi predstavljaju teorijska razmatranja, preglede već publikovanih tehnologija, ili su predstavljena postojeća komercijalna rešenja za javne mreže, zasnovane na internetu. Pripadnik Vojske Srbije Boriša Jovanović (CPME) prezentovao je pregledni rad pod naslovom: Različite arhitekture virtuelnih privatnih mreža.

Međunarodni istraživački projekti

U okviru sesije povezivanja istraživačkih i obrazovnih kapaciteta Srbije i Evropske unije predstavljena su četiri projekta:

1. *IDEAL-IST*, Svetlana Bogdanović, Ministarstvo nauke, ICT i SME NCP.
2. *SCORE*, Beogradska otvorena škola i Informaciono društvo.
3. *SWEB*, Matematički institut SANU i kompanija Prozone.
4. *Tempus projekat PDS*, Tehnički fakultet u Čačku.

Ideal-ist

Projekat *ideal-ist* (<http://www.ideal-ist.net/>) usmeren je ka ICT kompanijama i istraživačkim organizacijama širom sveta s namerom da se pronađe partner za učešće u projektima koje finansira EU, u okviru Frejmwork (Framework) 7 programa (FP7) Evropske komisije (2007–2013). *Ideal-ist* trenutno omogućava povezivanje investicionih fondova EU za razvoj i istraživanje sa 49 predstavnika (ICT kompanija i institucija), kako u zemljama članicama, tako i u zemljama kandidatima i pridruženim zemljama. Funkcionisanje FP7 je u kontinuitetu, a projekti kandidata razmatraju se u ciklusima (npr. trenutno je aktuelan 3. ciklus, za koji je podnešeno 829 projektnih predloga). Projektna dokumentacija mora biti potpuna, a sadržaji su različiti; po pozivu – vezani za neki specifičan zahtev iz oblasti ICT-a, i/ili usmerena na stratejske ciljeve ICT razvoja EU.

Score

Projekat *SCORE* (<http://www.score-project.eu/>) usmeren je ka čvršćem povezivanju između EU i zemalja zapadnog Balkana (među ostalima i naša zemlja) na polju ICT istraživanja. Pošto EU nema formulisanu strategiju istraživanja u oblasti ICT za zapadni Balkan, ovaj projekat je nastao kao prelazno rešenje za definisanje prioriteta budućeg ICT razvoja zapadnog Balkana.

Sweb

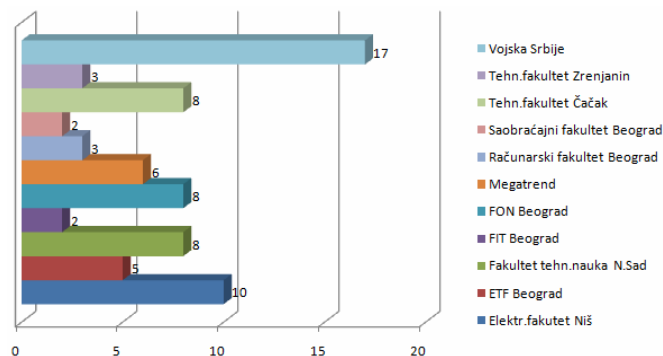
Projekat *SWEB* (<http://www.sluzba.vojvodina.sr.gov.yu/sweb/>) ima namenu da obezbedi mobilne servise u javnim službama (eGovernment) zemalja zapadnog Balkana koje nisu članice EU. U projekat je uključeno 6 zemalja – tri iz EU (Nemačka, Italija i Grčka) i tri sa Balkana (Srbija, Makedonija i Albanija).

Tempus

Projekat PDS *tempus* (<http://tempus.ac.yu/>) predstavlja jedan u nizu *tempus* projekata u našoj zemlji, koje finansira EU, s ciljem ICT razvoja visokoškolskih obrazovnih institucija. Opremanje fakulteta ICT opremom, razvoj edukativnog softvera, razmena znanja i iskustava među zaposlenima u obrazovanju iz 26 partnerskih zemalja imaju za cilj ubrzavanje reforme obrazovanja, bolju saradnju i razumevanje među različitim kulturama i modernizaciju obrazovnih sistema.

Zaključak

Ostvareno je zapaženo učešće pripadnika Vojske Srbije na konferenciji YU INFO 2008. Po broju publikovanih radova (17) pripadnici Vojske Srbije su na prvom mestu u odnosu na sve ostale učesnike konferencije (slika 3). Od 17 radova 14 su radovi pripadnika Vojne akademije. Studenti su autori ili koautori 10 radova.



Slika 1 – Broj objavljenih radova po institucijama

Od ostalih institucija, po broju radova istakli su se Telekom Srbija (6), „Zastava“ Kragujevac (4), Institut „Mihajlo Pupin“ Beograd A.D. (3), Ericsson (3), DDOR Novi Sad (1), Telenor (1) i Nokia Siemens Networks Srbija (1). Pored navedenih, radove su izlagali učesnici iz mnogobrojnih viših škola, manjih preduzeća, državnih institucija, ali i iz inostranstva (Crna Gora, Federacija BiH, Slovenija, Češka, Mađarska, SAD). Pokrivenost različitih, ali srodnih programskih oblasti, mogućnost afirmacije, naročito mlađih učesnika, ovoj konferenciji obezbeđuje interesovanje koje ne jenjava.

MEĐUNARODNO SAVETOVANJE „ENERGETIKA 2008“

– prikaz naučno-stručnog skupa –

Pukovnik dr *Dragoljub* Sekulović, Vojna akademija
potpukovnik dr *Miodrag* Regodić, Vojna akademija

U organizaciji Saveza energetičara, na Zlatiboru je, od 25. do 28. 3. 2006. godine, održano tradicionalno MEĐUNARODNO SAVETOVANJE „ENERGETIKA 2008“. Na savetovanju se okupilo više od 400 učesnika iz zemlje i inostranstva sa 105 prihvaćenih radova, od kojih je prezentovano oko 85%. Prihvaćeni radovi su recenzirani i publikovani u vodećem nacionalnom naučno-stručnom časopisu „ENERGIJA“. Među učesnicima savetovanja bilo je, pored stručnjaka sa univerziteta, instituta i privrede, i najviših predstavnika Vlade i državnih organa Republike Srbije, kao i veliki broj menadžera domaćih i inostranih preduzeća i komunalnih firmi. U ime Organizacionog odbora o uspehu savetovanja brinuli su predsednik Milun J. Babić i sekretar Nada Negovanović.

Na ovom savetovanju su, sa prezentovanim i objavljenim radovima, učestvovali i pripadnici Vojne akademije pukovnik dr Dragoljub Sekulović, potpukovnik dr Miodrag Regodić i major mr Dragan Todorov.

Teme savetovanja bile su:

- Globalno i regionalno u energetici i mesto energetike Srbije u širem energetsom kontekstu;
- Tehničko-tehnološki dometi savremene energetike;
- Ograničenja sektora: resursi, zaštita životne sredine, ekonomska ograničenja;
- Korišćenje novih i obnovljivih izvora energije (uključujući i komunalni organski otpad) i njihovo uvažavanje u državnom i lokalnom energetsom bilansu u skladu sa direktivama EU;
- Optimalni ekonomsko-energetski pristupi procesu regionalne međudržavne saradnje u energetsom sektoru i umrežavanju Evrope gasovodima i naftovodima;
- Intenzivno sprovođenje programa racionalnog korišćenja energije i povećanja energetske efikasnosti svih procesa, kako u proizvodnji, tako i u potrošnji energije;
- Poboljšanja postojeće i izrada nove regulative koja će pogodovati uspešnom sprovođenju Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine i protokola iz Kjota;

- Kreiranje kvalitetnih i svetski upotrebljivih programa za školovanje stručnjaka za oblast energetike (znanja, veštine i sposobnosti dominantne u sektoru);

- Organizacioni aspekti i dometi energetskeg sektora;

- Savremene iluzije (tržište, privatizacija, ...).

Ukratko predstavljamo radove pripadnika Vojske Srbije, prema redosledu objavljivanja u naučno-stručnom časopisu Saveza energetičara „ENERGIJA“, br. 1–2 i 3, mart 2008. godine.

Dragoljub Sekulović, Vojna akademija, Katedra prirodno-matematičkih i tehničkih nauka, Beograd

Zagađivanje životne sredine i defenzio-sistemi

U radu se posmatraju odnosi između ekonomske aktivnosti u svetu i stepena degradacije životne sredine. Uočava se da se stepen poremećaja životne sredine nalazi u funkcionalnoj zavisnosti od ekonomskog porasta. Ta zavisnost može se globalno karakterisati u tome da pokažemo jasno kako taj proces ima i svoj nus proizvod, da nastaje tzv. otpad civilizacije, koji ulazi u drugi sistem i kao strano telo organizmu stvara poremećaje i ugrožava normalnu funkciju ekosistema, što u organskom sistemu praktično znači smrt.

Miodrag Regodić, Vojna akademija, Katedra prirodno-matematičkih i tehničkih nauka, Beograd

Primena daljinske detekcije u praćenju i zaštiti životne sredine

U radu su predstavljeni principi i elementi daljinske detekcije, kao i osnovni aspekti primene daljinskih istraživanja u osmatranju i zaštiti životne sredine. Posebno je istaknut veliki doprinos daljinske detekcije pri otkrivanju i praćenju raznih prirodnih i veštački izazvanih katastrofa. Od ostalih katastrofa izdvojeno je dat prikaz satelitskog otkrivanja najveće nuklearne nesreće u nuklearnoj elektrani „Černobilj“.

Dragan Lj. Todorov, Vojna akademija, Beograd

Ekološka adaptacija vrtno-parkovskih površina za sportsko-rekreativne potrebe gradskog stanovništva

Problem koji je razmatran u ovom radu odnosi se na prilagođavanje vrtno-parkovskih prostora potrebama stanovništva u gradovima Srbije, pre svega dece, starijih i osoba sa invaliditetom, za rekreativnim vežbanjem u očuvanom i zdravom prirodnom okruženju. To bi znatno doprinelo razvoju i vaspitanju dece, boljem zdravlju, odnosno kvalitetnijem životu svih građana.

Mr Miroslav Elezović, dipl. inž., Tehnički opitni centar, Beograd
Prof. dr Lazar Petrović, dipl. inž., Kriminalističko-policijska
akademija, Zemun

Imunost elektronske opreme na promene u mreži za napajanje

U radu je izvršena analiza nastajanja i posledica propada, kratkotrajnih prekida i varijacija napona napajanja, kao i eksperimentalna provera ispitivanja imunosti elektronskih uređaja na propade, kratkotrajne prekide i varijacije napona napajanja.

U toku savetovanja održana su i dva okrugla stola i više prezentacija domaćih i inostranih firmi i agencija. Na prvom okruglom stolu razmatrana su aktuelna pitanja vezana za najavljenju gradnju gasovoda „Južni tok“ i za šanse koje se otvaraju srpskoj energetici i privredi u vezi s tim, a na drugom – domaća i inostrana iskustva o akcionarstvu kao modelu za brzo, uspešno i nekorupcionaško restrukturiranje domaće energoprivrede.

Na kraju savetovanja doneti su sledeći zaključci:

1. Zaključeno je da su najvažnija pitanja koja danas stoje pred domaćim energetske sektorom u direktnoj i neraskidivoj vezi sa globalnim stanjem u ovoj oblasti. S tim u vezi učesnici savetovanja skreću pažnju da:

- veliki politički samiti postaju u većem svom delu energetske samiti,
- fondovi za istraživanja u energetici rastu iz godine u godinu,
- projekcije rasta energetske potreba veoma su zahtevne,
- usklađen razvoj globalne energetike sa potrebama potrošača postaje glavno razvojno pitanje,
- energetske kapaciteti koji su neophodni u narednih 10 godina veoma su impresivni i
- istraživački potencijali u energetske sektoru progresivno jačaju.

Ovako složeni izazovi traže odgovoran i promišljen timski rad i veliku odgovornost i stručnost državnih organa Republike Srbije, jer je manevarski prostor za dobra rešenja omeđen i energetske resursima, i ekonomskim ograničenjima, i raspoloživim tehnologijama, i zaštitom životne sredine. Zato su učesnici savetovanja ocenili da je primarni zadatak za sve aktere domaćeg energetske sektora da pronađu optimalna i dugoročna rešenja koja će pogodovati njegovom uspešnom razvoju i praćenju globalnih događanja u njemu.

2. Učesnici Savetovanja su povoljno ocenili najavu gradnje gasovoda „Južni tok“, jer smatraju da on obećava dugoročnu sigurnost snabdevanja Srbije prirodnim gasom u količinama koje omogućavaju planirani razvoj domaćeg energosektora, ali i pruža šansu za oporavak i razvoj domaćeg petrohemijske i procesne industrije. Svi benifiti koje donosi gradnja

„Južnog toka“ su takvog karaktera i značaja da njegova realizacija ne bi smela da postane predmet dnevnopolitičkih nadgornjavanja domaćih političkih činilaca. U vezi s tim, učesnici savetovanja smatraju da međudržavni sporazum treba učiniti dostupnim javnosti, kako bi se obezbedilo da se o njegovom sadržaju izjasni struka. Zbog velikog značaja investicije „Južni tok“ Savez energetičara je spreman da na predlog nadležnih državnih organa formira tim eksperata koji će pre ratifikovanja međudržavnog sporazuma Republike Srbije i Ruske Federacije o njenoj gradnji nepristrasno sagledati sve kratkoročne i dugoročne doprinose koje taj sporazum donosi domaćoj energetici, privredi, zaštiti životne sredine, zapošljavanju ...

3. Učesnici savetovanja smatraju da se vlasničko, organizaciono i tehnološko restrukturiranje domaće energoprivrede mora nastaviti i podržavati usvojeni koncept akcionarstva za sprovođenje tog postupka. Takođe, smatraju da je akcionarski model najpovoljniji i za vlasničko restrukturiranje komunalnih toplana/ energana.

4. Učesnici savetovanja su konstatovali da se donošenje potrebne legislative važne za sprovođenje usvojene Strategije razvoja energetike Republike Srbije nalazi u zastoju zbog učestalih izbora na teritoriji Srbije. Posebno je važno da se hitno usvoje neophodna zakonska i druga akta koja treba da podstaknu započete programe energetske efikasnosti i korišćenja obnovljivih izvora energije.

5. Učesnici savetovanja smatraju da je školovanje i usavršavanje stručnjaka za multidisciplinarni sektor domaće energetike jedan od najvažnijih zadataka nadležnih državnih organa, ali i Saveza energetičara. Zbog toga je Upravnom odboru Saveza energetičara preporučeno da u okviru Međunarodnog savetovanja „Energetika 2009“ predvidi posebnu sekciju – Studentski forum, na kojem bi domaći i inostrani studenti energetskih, ali i drugih profila, prezentovali svoje projekte, završne i diplomске radove.

6. Učesnici savetovanja ohrabрили su organe Saveza energetičara da nagrađivanje i promociju uspešnih tehničko-tehnoloških rešenja, započetih u toku ovog Savetovanja, nastave, ali i da nagrađivanje usmere i na studentsku populaciju.

Autori ovog teksta pozivaju pripadnike Vojske Srbije da na sledećem Međunarodnom savetovanja „Energetika 2009“ uzmu što masovnije učešće i predstave svoje radove, kako bi njihova naučnaistraživačka delatnost izašla van okvira Vojske i bila predstavljena, kako domaćoj, tako i međunarodnoj naučno-stručnoj javnosti.

5. MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM O KONSTRUISANJU, OBLIKOVANJU I DIZAJNU – KOD 2008

Major mr *Aleksandar* Kari, dipl. inž. Vojna akademija

U Novom Sadu je 15. i 16. aprila 2008. godine održan 5. međunarodni simpozijum o konstruisanju oblikovanju i dizajnu u mašinstvu – KOD 2008. Simpozijum su podržali Ministarstvo za nauku Republike Srbije i Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj, a organizatori su bili Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu i ADEKO – Udruženje za dizajn, elemente i konstrukcije.

Simpozijum KOD osmišljen je kao skup čiji je osnovni cilj okupljanje iskusnih istraživača i stručnjaka sa više univerziteta, naučnih instituta i različitih preduzeća i organizacija iz regiona. Simpozijum treba da podstakne intenzivniju saradnju i razmenu praktičnih profesionalnih iskustava istraživača i stručnjaka iz oblasti konstruisanja, oblikovanja i dizajna u mašinstvu. Uz uvek prisutnu potrebu za efikasnijim, jednostavnijim, manjim, lakšim, jeftinijim, ali i lepšim proizvodima koji će se uz to lako reciklirati i neće štetiti životnoj sredini, saradnja između onih koji se bave ovom oblašću mora se intenzivirati.

Simpozijum KOD organizuje se svake druge godine i slobodno se može reći da je sa ovogodišnjim, petim po redu, prerastao u pravu međunarodnu konferenciju. Na simpozijumu KOD 2000. bio je ukupno prihvaćen 21 rad, na KOD-u 2002. 36 radova, na KOD-u 2004. 43 rada, dok je na 4. simpozijumu KOD 2006. na Paliću ukupno prihvaćeno i publikovano 79 radova. Ove godine za izlaganje su prihvaćena 103 rada 206 autora. Od tog broja iz Rumunije je bilo 43 rada, iz Srbije 35, iz Bugarske 7, iz Bosne i Hercegovine 6. Četiri rada bilo je iz Slovačke i po jedan iz Nemačke, Hrvatske, Poljske, Ukrajine i Litvanije. Svi radovi sa pozitivnom recenzijom i plaćenom kotizacijom objavljeni su u Zborniku radova i na CD-u i to na engleskom jeziku. Znatno veći broj radova iz Srbije, a naročito iz inostranstva, pokazuje da ovaj simpozijum dobija na značaju kao međunarodni.

Zvanični jezici konferencije bili su engleski i srpski, uz uslov da sve prezentacije radova budu na engleskom jeziku. Zbornik radova je odštampan i dobili su ga svi učesnici simpozijuma pri registraciji, što je znatno olakšalo praćenje i pripremu učesnika za predstojeća izlaganja.

Autori koji su prezentovali svoje radove dobili su i zvanični sertifikat simpozijuma.

Nakon pozdravnih reči domaćina i organizatora uvodno predavanje održao je prof. dr Milosav Ognjanović sa Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na temu „Dizajn u mašinstvu – multidisciplinarni pristup“ (Design in mechanical engineering – Multidisciplinary approach). Profesor Ognjanović je objasnio razlike između dizajna u mašinstvu i industrijskog dizajna. Razvoj proizvoda u mašinstvu je specifičan, jer zahteva multidisciplinarni pristup koji uključuje sve aspekte inženjerskog, estetskog i ergonomske dizajna, ali i ekološkog i biološkog. Takođe, profesor Ognjanović je naglasio mogućnosti i prednosti sistema za interaktivnu komunikaciju u razvoju delova mašina sa izraženim estetskim svojstvima.

Iako nije bilo posebnih sekcija niti tematskih seminara u okviru simpozijuma, svi prihvaćeni radovi mogli bi se svrstati u nekoliko grupa. Prvu grupu činili su radovi koji su se bavili teorijskom analizom faza i parametara koji utiču na dizajn proizvoda, ali i ekonomskim i marketinškim aspektima dizajna. Drugu grupu radova činili su prikazi numeričko-analičkih simulacija funkcija rada i dizajna različitih mašinskih sklopova i delova. Modeliranje mašinskih sklopova i delova primenom postojećih programskih paketa za 3D modeliranje, proračun i simulaciju procesa rada, kao što su SolidWorks, CATIA, ADAMS, Autodesk Inventor, ProEngineer i dr. jeste problematika kojom se bavio najveći broj autora. U ovoj grupi radova primetan je bio veliki broj mladih autora, studenata i inženjera, što je i bio jedan od ciljeva simpozijuma. Posebnu grupu radova činili su praktični i eksperimentalni radovi u kojima su, uglavnom, predstavljene završne faze ispitivanja karakteristika dizajniranih mašinskih sklopova i delova različite namene ili predstavljeni novi proizvodi i materijali dizajnirani primenom teorijskih znanja iz oblasti konstruisanja mašinskih sklopova i 3D modeliranjem.

Pripadnici Vojske Srbije i Ministarstva odbrane Srbije prezentovali su dva rada. Damir Jerković iz Vojne akademije predstavio je rad „Određivanje aerodinamičkih karakteristika klasičnog osnosimetričnog projektila“ (The aerodynamics characteristics determination of classic symmetric projectile). Koautor rada je Marija Samardžić iz Vojnotehničkog instituta. U radu je izvršeno istraživanje aerodinamičkih karakteristika klasičnog osnosimetričnog projektila. Na osnovu modeliranih konstruktivnih parametara i dinamičkih svojstava projektila 40 mm izvršen je proračun aerodinamičkih koeficijenata i derivativa aerodinamičkih koeficijenata (aerodinamičke sile i momenta) u svim režimima strujanja. Izvršena su statička merenja koeficijenata i gradijenata sila i momenata u zavisnosti od napadnih uglova i režima strujanja (Mahovih brojeva od 0,2 do 3,0) u trisoničnom aerotunelu. Na osnovu vizualizacije strujne slike i dobijenih rezul-

tata uporednom analizom došlo se do ocene aerodinamičkih karakteristika i mogućnosti dalje implementacije pri modeliranju i analizi leta ovakvog projektila. Aleksandar Kari iz Vojne akademije i Momčilo Milinović i Olivera Jeremić sa Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu u radu „Eksperimentalni model apsorbera sa čeličnim užetom“ (Experimental model of wire rope absorber) ekperimentalno su pokazali mogućnost prigušenja impulsnih opterećenja, karakterističnih za sredstva naoružanja i vojne opreme u eksploataciji, jednim, po konstrukciji, novim tipom apsorbera. Osnovne odlike ovakvog apsorbera su nelinearna krutost, izuzetno velike prigušne karakteristike i očuvanje frekvencije napadne sile. U radu su, za ekperimentalni model apsorbera, pokazane i relacije zavisnosti izlaznih karakteristika apsorbera u zavisnosti od vrste sila kojima je apsorber opterećen.

Problematika kojom se bavio simpozijum veoma je značajna za Vojsku Srbije, a veći broj autora koji su prezentovali svoje radove osvrnuo se na to da osnovne metode i projekti iz ove oblasti upravo imaju ko-
rene u vojnoj industriji. Sledeći simpozijum KOD održava se maja 2010. godine.

11. MEĐUNARODNA KOFERENCIJA ICDQM 2008

– prikaz naučnog skupa –

Dr *Slavko* Pokorni, dipl. inž.

Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije,
Zemun

U toku 18. i 19. juna 2008. godine održana je u Beogradu, već tradicionalno, 11. međunarodna konferencija Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću ICDQM-2008 (11th International Conference of Dependability and Quality Management). Organizator konferencije je DQM istraživački centar (Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću) iz Prijedora kod Čačka, čiji je osnivač akademik prof dr Ljubiša Papić, redovni član Akademije za kvalitet Ruske Federacije i dopisni član Inženjerske akademije Srbije, koji je i predsednik međunarodnog programskog odbora ove konferencije.

Konferencija DQM već više od deceniju predstavlja forum za prezentovanje novih naučnih rezultata, razvojnih istraživanja i privrednih, pa i vojnih primena u oblasti inženjerstva kvaliteta i inženjerstva pouzdanosti, kroz sve faze životnog ciklusa proizvoda i sistema, od marketinga, preko projektovanja, proizvodnje, ispitivanja, korišćenja, do povlačenja iz upotrebe. Zbog toga, poslednjih godina, logičnu celinu čine i konkurentno inženjerstvo i inženjerstvo sistema. Ove su oblasti veoma interesantne i značajne i za Vojsku Srbije, pa nije neobično što se svake godine pojavljuje 10 do 15 radova pripadnika Vojske i Ministarstva odbrane (MO).

Programski odbor ovogodišnje konferencije, pored akademika prof. dr Ljubiše Papića, čini još 27 poznatih i priznatih naučnih radnika, od čega 11 iz Srbije i 16 iz inostranstva iz 7 zemalja (Indija 2, Izrael 2, Kanada 2, Rusija 4, Španija 2, Velika Britanija 3, i SAD 1), među kojima pet akademika (tri iz Rusije i dva iz Srbije). U odnosu na prethodne godine, ukupan broj članova programskog odbora je manji, ali je broj članova iz inostranstva isti, čime ovaj simpozijum dobija na značaju kao međunarodni.

Od radova saopštenih na konferenciji komisija ovog programskog odbora, već tradicionalno, bira dva najbolja – jedan iz oblasti akademskih istraživanja, a drugi iz oblasti primenjenih istraživanja u privredi. Autori će primiti priznanje i nagradu na narednoj konferenciji.

Za radove iz oblasti naučnih istraživanja, saopštene na prošloj, 10. konferenciji, ove godine nagrađeni su *Slavko Pokorni* sa Beogradske akademije računarskih nauka (sada pod nazivom Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije) i *Rifat Ramović* sa Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, za zajedničko saopštenje „Analiza pouzdanosti

mreže sa dvostrukim prstenom“.¹ Iako se teorija pouzdanosti razvila upravo rešavanjem problema koji su uočeni u vojnim tehničkim sistemima, i za Vojsku je od posebnog značaja, ovi predmeti nisu predviđeni u novim nastavnim planovima i programima Vojne akademije.

U oblasti primenjenih istraživanja nagrađen je *Slobodan Spasojević* iz RB Kolubara iz Lazarevca, za saopštenje „Pristupi održavanju tehničkih sistema i motivacija za rad“.

Istaknuti radovi razmatraju se i za objavljivanje u međunarodnom časopisu *Communications in DQM* koji, zahvaljujući glavnom i odgovornom uredniku profesoru Ljubiši Papiću, počev od 1998. godine, u kontinuitetu, izlazi četiri puta godišnje, na engleskom jeziku. To je, za sada, jedini međunarodni časopis iz oblasti efektivnosti, kvaliteta, sigurnosti i upravljanja projektima, koji izlazi u našoj zemlji.

Jedanaesta konferencija ICQM svakako predstavlja, kako piše u predgovoru zbornika radova, jedan od najvećih naučnih skupova koji se ove godine održavaju u Srbiji. U Zborniku radova štampano je 147 radova 307 autora iz Srbije i inostranstva (Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Hrvatske, Austrije i Kanade), koji su na konferenciji predstavljeni na plenarnom delu i u okviru šest tematskih sekcija (četiri koje su bile i ranijih godina: inženjerstvo kvaliteta, inženjerstvo pouzdanosti, konkurentno inženjerstvo i inženjerstvo sistema; i dva tematska seminara: menadžment znanjem i konkurentnost organizacije i neprekidno unapređenje kvaliteta).

Zbornik radova obuhvata: 11 plenarnih saopštenja, 49 radova iz oblasti inženjerstva kvaliteta, 16 radova iz oblasti inženjerstva pouzdanosti, 29 radova iz oblasti konkurentno inženjerstvo, 31 rad iz oblasti inženjerstva sistema, 5 radova iz oblasti menadžment znanjem i konkurentnost organizacije, i 6 radova iz oblasti neprekidno unapređenje kvaliteta.

Ukupan broj radova je, ove godine, oko 10% veći nego prošle. Zvanični jezici konferencije bili su srpski i engleski.

Pripadnici Vojske i Ministarstva odbrane Srbije imaju 11 radova, što je na nivou prethodnih godina (prošle godine bilo je 12 radova). Najviše radova napisali su pripadnici Vojne akademije – 8 (prošle godine 7), Vojnotehničkog instituta – 2 i Tehničkog opitnog centra – 1.

U oblasti *inženjerstva kvaliteta* objavljen je jedan rad pripadnika Vojske. Autor je Dragan Todorov iz Vojne akademije, a naziv rada je „Efekti brendiranja team-building programa“. Problem koji je razmatran u ovom radu tiče se procesa izgradnje unikatnog tim-bilding programa koji na bazi sportske rekreacije, koja može ići do granica ekstremnog, efektno stimuliše timsko rešavanje problema, komunikaciju i saradnju ljudi koji rade zajedno, s jedne, i produktivnost organizacije, s druge strane.

¹ Prof. dr Slavko Pokorni, redovni profesor Vojne akademije u Beogradu, u penziji od 2006. godine, skoro deceniju i po predavao je predmet Pouzdanost i održavanje tehničkih sistema, a prof. dr Rifat Ramović, redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, niz godina predavao je i na Vojnoj akademiji predmet Efektivnost sistema. Prof. Ramović preminuo je usled teške bolesti decembra 2007. godine.

Pripadnici Vojske napisali su četiri rada koje obuhvata oblast *inženjerstvo pouzdanosti*.

U rezimeu rada „Analiza stepena kritičnosti tehničkih sistema“ *Sretna Perića* i *Mladena Vurune* iz Vojne akademije konstatuje se da je, kako bi se ocenila kritičnost nekog tehničkog sistema, neophodno sprovesti postupke analize kritičnostinjenjgovih delova sa aspekta mogućnosti nastanka i posledica pojave otkaza. Pošlo se od toga da se analize otkaza, koje se sprovode tokom celog životnog veka nekog tehničkog sistema, najčešće vrše sa ciljem da se utvrde i izoluju uzročnici otkaza, kao i definišu preventivne i naknadne intervencije. Pod analizom otkaza u radu se podrazumeva postupak koji ima za cilj utvrđivanje nekih od karakteristika: 1) otkaza nastalih usled degradacije maziva; 2) otkaza usled nepravilnog podmazivanja; 3) otkaza zbog neodgovarajućeg kvaliteta maziva; 4) mehanizma nastajanja otkaza; 5) otkaza zbog greške u konstrukciji; 6) uzroka, oblika i posledice otkaza. Za jednu od najpogodnijih metoda za analizu otkaza smatra se analiza stabla otkaza (FTA – Fault Tree Analysis).

Dušan Ostojić i *Dragoljub Brkić* iz Tehničkog opitnog centra, sa koautorom iz Visoke škole strukovnih studija za informacione tehnologije, autori su rada „Primena Vejbulove raspodele u određivanju pouzdanosti komunikacione mreže metodom simulacije“. U radu je, za elemente komunikacione mreže sa rastućom funkcijom intenziteta otkaza, primenjena Vejbulova raspodela za određivanje pouzdanosti mreže simulacionom metodom Monte Karlo. Za predloženu simulacionu metodu urađen je odgovarajući računarski program koji je proveren na jednom primeru i pokazao mogućnost primene predložene metode.

Autori iz Vojnotehničkog instituta (VTI), *Stevan Maksimović* i *Jovan Radulović*, sa koautorima iz Gradske uprave Grada Beograda i Instituta SANU, napisali su rad „Analiza otkaza cevi od kompozitnih materijala opterećenih natpritisom“. U ovom radu pažnja je usmerena na analizu čvrstoće cevi od kompozitnih materijala, posebno na određivanje nivoa opterećenja pri kojem se javlja inicijalni otkaz u nekom od slojeva cevi. Poređenjem nivoa opterećenja pri kojem se javlja inicijalni lom modela, dobijenog proračunom na osnovu teorije čvrstoće višeslojnih kompozitnih materijala sa ortotropnim karakteristikama (primenom MKE i kriterijuma loma) i eksperimentalno određenog hidrauličkog pritiska prskanja uzoraka mokronamotanih cevi, konstatovano je dobro slaganje. Uspešna verifikacija proračuna modela cevi pokazala je da navedena teorija čvrstoće može sa dovoljnom pouzdanošću da se primeni za mokronamotane elemente konstrukcije.

Dragoljub Vujić iz VTI-a je autor rada „Health monitoring and prognostic sensors applied in mechanical and electronic systems“, koji se bavi primenom prognoze i kontrole stanja senzora u mehaničkim i elektronskim sistemima. Pokazano je da se to duže primenjuje kod mehaničkih sistema i struktura nego kod elektronskih, a da su neki senzori za elektronske sisteme još uvek u fazi razvoja.

U Zborniku radova, u oblasti *konkurentno inženjerstvo*, štampan je i rad „Analiza generatora dinamičkog ponašanja hidrauličnog bagera“,

autora *Olgice Lazarević, Milana Krsmanovića i Vojislava Batinića* iz Vojne akademije, U rezimeu rada konstatuje se da je periodični iskop i prenos zemljišta primarna funkcija hidrauličkog bagera svih veličina. Za tu namenu podešavaju se konstruktivni, kinematički i dinamički parametri. Pri operaciji kopanja javljaju se najveća opterećenja noseće konstrukcije. Deo tih opterećenja potiče od dinamičkih uticaja – vibracija. U radu je razvijen model za simulaciju promene otpora kopanja, kao osnovnog pobuđivača vibracija za različite radne situacije predstavljene sa nekoliko modela zemljišta. Pokazuje se da je, na osnovu tako formulisane funkcije promene otpora kopanju, moguća analiza dinamičkog ponašanja bagera.

Preostalih pet radova pripadnika Vojske iz Vojne akademije spadaju u oblast *inženjerstvo sistema*. *Dragan Pamučar i Srđan Ljubojević* autori su rada „Internet marketing u funkciji poboljšanja nastupa Vojne akademije na tržištu“, u kojem se konstatuje da je Vojna akademija prisutna na internetu od početka 2008. godine. Ukazano je na određene preduslove njenog uspešnog prezentovanja, definisane su ciljne grupe sajta i predložena strategija promocije web adrese Vojne akademije.

Ljubomir Gigović i Dragoljub Sekulović autori su dva rada „Vojnogeografska analiza reljefa primenom GIS tehnologije“, i „Moderna organizacija nastave geografije u Vojnoj akademiji“. U prvom radu prikazane su mogućnosti jednog programskog paketa koji podržava GIS tehnologija u izvršenju vojnogeografske procene geografskog činioca. Drugi rad konstatuje da geografija, kao naučna disciplina i interesantna istraživačka oblast, značajno doprinosi primeni obrazovnih i andragoških zadataka i u vojsci i u društvu, i da je važno odrediti mesto i ulogu geografije kao osnove naučne analize i istraživanja, a da je cilj korišćenje odabranih mešovityh programa i učenje naučno zasnovane geografije za osposobljavanje studenata i slušalaca u proceni i pravilnom korišćenju geografskog prostora uopšte, a posebno Srbije, kao fundamenta za izučavanje osnovnih vojnogeografskih činilaca.

Marko Andrejić, Aleksandar Majstorović i Marjan Milenkov autori su rada „Timski rad u vojnim organizacionim sistemima“. U radu se konstatuje da je timski rad u složenim vojnim organizacionim sistemima nužnost u svetu u kojem živimo, da je njegovo poznavanje najvažniji deo savremenog menadžmenta u vojsci i sistemu odbrane i da podrazumeva maksimalne efekte naspram minimalnih troškova na rešavanju najsloženijih problema u kompleksnom sistemu odbrane.

Marjan Milenkov i Marko Andrejić autori su i rada „Logistički informacioni sistem na trupnom nivou“. U radu je predložen koncept i struktura logističkog informacionog sistema na trupnom nivou. Težište u koncipiranju takvog sistema usmereno je na modelovanje jedinica, automatsku izradu određenih planova, pregleda, izveštaja, proračuna resursa i praćenja stanja resursa u realnom vremenu. Konstatuje se da takav sistem omogućava podršku obučavanja organa logistike za operativan rad.

Sledeća Međunarodna konferencija ICDQM održaće se i sledeće godine, kada se takođe očekuje znatan broj radova.

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

*Bespilotna letelica Cormorant**

Steltna višenamenska bespilotna letelica Cormorant (Kormoran) namenjena je za lansiranje ispod vode, a sleće na podmornicu ili na površinski brod.

Kompanija Lockheed Martin i General Dynamics Electric Boat nedavno su uspešno završile početna ispitivanja koncepta letelice prema ugovoru s agencijom DARPA vrednim 8 miliona \$. Pri ispitivanju je kompletan model letelice Kormoran spušten s kрана visine 9 metara u vodeni kanal i zatim uspešno spojen s rampom na dnu kanala. O realnom scenariju rampa bi trebalo da se spoji na podmornicu.

Kormoran je bespilotna letelica dužine 5,8 m, sa sklopivim krilima raspona 4,9 m. Prema zamisli stručnjaka, letelica bi, uglavnom, nosila obaveštajnu, osmatračku i izviđačku opremu, ali bi mogla da nosi i rakete AGM-114 Hellfire.

Lansiranje letelice vršilo bi se iz vertikalnih lansirnih cevi zaronjene podmornice lase Ohio SSGN. Uzgon nosi letelicu do površine vode, a dva raketna bustera Tomahawk treba da je potisnu izvan vode u vazduhu u trajanju od 10 do 12 sekundi, što je dovoljno da se pokrene turbofan mlazni motor Teledyne.

Posle izvođenja izviđačkih ili udarnih zadataka letelica treba da se spusti u vodu i razvije spone, koje treba da prihvati podvodno sredstvo i uvuče letelicu nazad u lansirnu cev. Kompanija Lockheed Martin je 2003.



Slika: Model bespilotne letelice Kormoran

godine izvršila ispitivanja na vodo otpornom trupu letelice, koristeći svoju patentiranu tehnologiju. Dvod vazduha i prednji otvor letelice treba da se blokira nepromočivim hermetičkim poklopcima, slično kao kod aviona.

Ispitivanja 2005. godine potvrdila su da Kormoran može da izdrži pritisak vode od 30 m ispod površine okeana. Kormoranov turbofan mlazni motor, potiska 1360 kg, na ispiti-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, jul 2007. godine.

vanjima je pokazao da se može brzo pokrenuti korišćenjem sabijenog vazduha koji se čuva u letelici i pri lansiranju brzo dovodi do bustera Tomahawk. Ispitivanje uzgona letelice vršeno je puštanjem letelice s rampe na dnu kanala, a zatim se uvežbavao njen prihvat pomoću nadvodnog robota.

Sada, kada je održivost podvodnog lansiranja obezbeđena, kompanija Lockheed Martin će uz dodatna ulaganja nastaviti mnogo realnija ispitivanja i demonstraciju lansiranja na otvorenom moru i po većim talasima. Na osnovu tih ispitivanja treba da se izradi prototip Kormorana koji bi leteo i pokušavao da se lansira i spušta na podmornicu.

*Sistem za zaštitu velikih aviona MANTA DIRCM**

Španska kompanija Indra planira da obelodani novi usmereni IC zaštitni sistem MANTA DIRCM (directed infrared countermeasure) namenjen za zaštitu aviona od prenosnih sistema PVO putem višestrukog trenutnog spektra.

Sistem MANTA (MANPADS Threat Avoidance) radi na kratkim i srednjim talasnim dužinama, pokrivajući 1,5 μm do 5,0 μm u dva IC prozora istovremeno.

Mada u početku planiran za upotrebu na transportnim avionima i avionima tankerima, kompanija planira njihov dalji razvoj kako bi se koristili i na helikopterima.

MANTA je rezultat kooperativnog razvoja kompanije Indra i ruskih kompanija u sklopu sistema Rosobornoexport, a laboratorijsko ispitivanje i ugradnja u avione očekuje se početkom 2008. godine. Sastoji se od multispektralnog lasera namenjenog za uništenje nadolazećih IC raketa, IC sistema za praćenje i procesora spojenog na sistem za raketno uzbunjivanje koji nije deo sistema MANTA.

Prema informacijama iz kompanije Indra, sistem MANTA demonstrirao je sposobnost sprečavanja udara raketa tipa Stinger, Strela-2 i igla.



Slika: Sistem MANTA DIRCM za odbranu aviona od prenosnih raketa PVO

Protivtenkovske vođene rakete za turski helikopter T-129

Turska kompanija Roketsan objavila je detalje o novoj dalekometnoj protivtenkovskoj raketi, koju je razvila kao glavno oružje lakog jurišnog helikoptera T-129.

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, jul 2007.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, od 6. juna 2007. godine.

Turska odbrambena industrija je krajem 2005. godine sa kompanijom Roketsan sklopila 26-mesečni ugovor, vredan 38 miliona dolara, za razvoj protivtenkovske rakete velikog dometa, koja sada ima oznaku UMTAS (Uzun Menzilli Tanksavar Sistemi). Taj početni ugovor pokrivao je fazu koncepcije, koja je završena, i studiju šireg asortimana podsistema, uključujući pogon rakete, vođenje i bojne glave.



Slika: Protivtenkovska raketa UMTAS za turski helikopter T-129

U realizaciju programa uključene su i brojne druge turske kompanije, među kojima i Aselsan za elektroniku i MKEK za bojnu glavu. Kompanija Roketsan potvrdila je da će raketa UMTAS imati maksimalni domet najmanje 8 km i biti opremljena čeonim IC tračaćem sa mogućnostima praćenja pre i posle lansiranja.

Ukupna dužina rakete je 1,75 m, prečnik je 160 mm, a lansirna masa 35 kg. Bojna glava biće tipa tandem HEAT za uništavanje oklopnih ciljeva opremljenih eksplozivnim reaktivnim oklopom. Istražuju se i mogućnosti upotrebe drugih bojnih glava, uključujući fragmentacione verzije optimizirane za bunkere i druge vrste ciljeva. Svaki helikopter T-129 treba da nosi dva kontejnera sa četiri rakete UMTAS. Druge opcije predviđaju kontejnere sa nevođenim raketama.

Roketsan sada radi na 2,75 inča (70 mm) laserski vođenoj raketi, koja se, takođe, lansirala sa jurišnog helikoptera. Ova kompanija ima veliko iskustvo u projektovanju, razvoju i proizvodnji i drugih raketnih sistema, posebno onih tipa zemlja-zemlja, uključujući rakete kalibra 107 i 122 i 300 mm za potrebe turskih kopnenih snaga.

*Turski sistem PVO sa ruskim raketama Igla**

Turska kompanija Aselsan razvila je verziju svog sistema PVO za lansiranje i ruskih raketa zemlja-vazduh Igla, kako bi udovoljila potencijalnim izvoznim zahtevima. Prvi primerak takvog sistema sa četiri rakete Igla bio je prikazan na izložbi vojne opreme IDEF u Ankari u maju 2007. godine.

Modernizovani sistem PVO može da nosi do 8 raketa Igla, po četiri sa svake strane. Osnovni sistemi, koji se već proizvode za potrebe Turske, jesu Altigan i Zipkin, i oba koriste evropske rakete PVO Stinger (princip „lansiraj i zaboravi“).

Sistem Altigan zasnovan je na šasiji modernizovanog domaćeg guseničnog oklopnog transportera serije M113A2 i ima daljinski upravljano kupolu sa 8 raketa PVO Stinger spremnih za upotrebu. Altigan ima i mitraljez

* Prema podacima iz International Defence Review, jul 2007.

12,7 mm za potrebe samoodbrane. Ukupno je 70 ovih sistema isporučeno turskoj kopnenoj vojsci kao jedini samohodni raketni sistemi PVO.

Sistem Zipkin izrađen je na bazi šasijske Land Rover Defender 4x4 sa velikim osovinjskim razmakom, koji ima daljinski upravljaju kupolu sa četiri rakete Stinger. I on je naoružan mitraljezom 12,7 mm. Turskoj vojsci je isporučeno 78 ovih sistema, a namenjeni su za odbranu veoma važnih stacionarnih objekata.

Senzorski paket se sastoji od termalne i dnevne kamere i lansirskog daljinomera, koji su kod oba sistema montirani između dve kutije s raketama. Kupola, žiroskopski stabilizovana po dve ose, obezbeđuje sistemu mogućnost osmatranja, detekcije, praćenja i otvaranja vatre iz pokreta. Ugrađeni kompjuter prima informacije o cilju od više komande sistemom C³I (komandovanje, upravljanje, komunikacije i obaveštavanje) i usmerava kupolu na koordinate cilja, a zatim se automatski prati. Operator se alarmira kada je cilj u efikasnom dometu rakete. Upravljačka konzola može da se podesi na daljinsko upravljanje sa rastojanja do 50 m od lansera.

Na međunarodnom konkursu pre dve godine Holandska Kraljevska Armija (RNLA) selektirala je novu niskoprofilnu kupolu Aselsan radi ugradnje na lako oklopno vozilo (4x4) Fennek, kako bi udovoljili zahtevima svoje PVO malog dometa. Ta varijanta poznata je kao oružana platforma Stinger (SEP). Ukupno je poručeno 18 sistema, a prvi su isporučeni u maju ove godine.

Integrisanje kupole Aselsan na šasiju vozila Fennek za Holandiju obavlja nemačka kompanija Krauss-Maffei Wegman u Nemačkoj, a kompanija Rajtheon obezbedila je radi aplikacije raketu Stinger sa dvostrukim zrnom i lanser. Kompletiran je sa dve kutije raketa PVO Rajtheon Stinger u poziciji spremnoj za dejstvo, sa dodatnim raketama PVO koje se nose pozadi na vozilu za ručnu popunu. Senzorski paket ugrađen je između dve kutije sa raketama, ali, za razliku od verzije proizvedene za Tursku, vozilo nije naoružano mitraljezom 12,7 mm i nema mogućnost daljinskog upravljanja. Na njemu je ugrađen i trenajni sistem, a električno okretanje kupole i automatsko praćenje predstavljaju standardnu opremu.

Sistem za RNLA ima tročlanu posadu (vozač, operator raketa i komandir) koji dobija informacije o cilju sa platformi spoljnog izvora. Operator prati cilj i lansira raketu kada je u dometu cilja. Od primljenih sistema RNLA formiraće srednju i laku bateriju PVO. Srednje baterije imaće po 12 sistema Fennek SWP, a 6 sa dvostrukim raketama Stinger DMS biće monti-



Slika: Postolje turskog sistema PVO Aselsan sa 4 rakete Igla

rane na šasijama vozila Mercedes-Benz. Laka baterija imaće 6 sistema Fannek SWP i 12 Stinger DMS. Sve to biće integrisano u zemaljski sistem PVO.

Pored zemaljskih verzija, kompanija Aselsan razvila je i mornaričku verziju, nazvanu Bora, koji je u fazi prototipa.

*Elektromagnetni šinski top**

Američki biro za mornarička istraživanja nastavlja razvoj elektromagnetnog šinskog topa do tačke raspoloživosti kao taktičkog sistema oružja. Naime, elektromagnetni top, u odnosu na klasično oružje, nudi veći dolet, kraće vreme leta i visoku ubojnost.

Poslednja ispitivanja su pokazala da je ispaljeni projektil imao energiju na ustima cevi 7,4 MJ i ostvario brzinu od 2146 m/s. U pratećim studijama navode se očekujući podaci za nacionalne EM mornaričke topovske sisteme, koji bi trebalo da budu sposobni za lansiranje projektila brzinom 2500 m/s (7,5 Maha) i da obezbede početnu energiju od 63 MJ. Njegov hiperbrzi projektil trebalo bi da za samo 6 minuta dostigne svoj maksimalni dolet od 200 nautičkih milja, poražavajući pri tom cilj kinetičkom energijom brzinom od 1664 m/s (5,0 Maha).

Elektromagnetni šinski top je lansirni uređaj koji za pogon projektila koristi elektromagnetnu silu, poznatu kao Lorencova sila, kojom se obezbeđuje ekstremno visoka sila ubrzanja i postižu početne brzine projektila mnogo veće od onih koje se postižu kod topova koji za pogon zrna koriste konvencionalnu hemijsku energiju.

Pojednostavljeno, šinski topovi sadrže dve paralelne vodeće šine, usmeravajuću cev, projektil koji je smešten između šina, tako da se preko njega zatvara strujni krug. Električna struja dovodi se iz spoljnog izvora, banke kondenzatora ili rotacione mašine. Električna struja pri prolazu stvara suprotna linearna magnetska polja uzduž ose šina. Projektil se postavlja između šina, a armatura (u ulozi „vozač“) postavlja iza projektila. Funkcija armature jeste da uspostavi strujni krug između dve šine. Kada su one pod naponom, treće magnetsko polje stvara se u armaturi i, odbijajući se od polja stvorenih u šinama, gura je s projektilom u smeru cevi. Lagani omotač projektila drži projektil u položaju koji omogućava kretanje između šina.

Visoko provodljiva armatura, koja dodiruje obe šine radi zatvaranja strujnog kruga, smeštena je iza projektila i u njoj se generiše sila akceleracije. Iz izvora električne energije dovodi se električna struja u jednu od šina i preko armature do druge šine. Kada je strujni krug zatvoren električna struja kreće od pozitivne šine preko armature ka negativnoj šini.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, od 23. maja 2007. godine.

Oko svake šine stvara se magnetno polje i sila koja je usmerena u suprotnom pravcu od dovoda struje.

Međusobno dejstvo sa strujnim tokom koji prolazi kroz armaturu stvara Lorencovu silu na projektilu koja uzrokuje njegovo kretanje uzduž šina, sve dok na kraju ne bude izbačen iz cevi.

Posle napuštanja cevi parazitna masa (omotač, armatura i potisna ploča) spada i projektil nastavlja let na cilj. Impulsna struja koja se pušta na šine traje samo nekoliko milisekundi. Kada projektil napusti usta cevi, preostala električna energija se ili ponovo vraća ka izvoru, korišćenjem skretnice na ustima cevi, ili se rasipa u vazduhu.

*Španija testira artiljerijska poboljšanja**

Španska armija je izvršila korisnička ispitivanja četiri poboljšana artiljerijska sistema koje je modernizovala kompanija General Dynamics Santa Barbara Sistemas (GDSBS). Ispitivana su dva sistema vučnih lažih topova L118/L119 i dva samohodna artiljerijska sistema M109A5E, a cilj je bio da se skрати vreme početka dejstva i poveća preciznost. Oba tipa oruđa bila su opremljena modularnim sistemom DINAPS (Digital Navigation Aiming and Pointing System) koji kombinuje inercioni/GPS navigacioni sistem, radar za početnu brzinu zrna i navigacioni i balistički softver koji može da se poveže sa komandnim i upravljačkim sistemom (C2) španske armije.

Sistem uključuje NABK (NATO Artillery Ballistic Kernel), kao jezgro za balističko korišćenje raznih projektila, kako bi mogli da se uništavaju stacionarni i pokretni ciljevi s visokom verovatnoćom pogađanja prvim zrnom. Inerciona navigaciona jedinica određuje elevaciju i azimut topovske cevi i vrši automatsku korekciju za svaku promenu u projektilu, punjenju i meteorologiji.

Zajedno sa sistemom DINAPS može da se koristi automatski topovski nišanski sistem AGLS radi automatskog navođenja oruđa na cilj. Pored korišćenja sa vučnim i samohodnim oruđima, može da se koristi i sa raketnim lanserima. Softver ugrađen u DINAPS omogućava mu da se integriše sa raznim komandnim i komunikacijskim sistemima.

Samohodni artiljerijski sistem 155 mm M109A5E, opremljen sistemom DINAPS sa nišanskim sistemom AGSL, zahteva samo 9 minuta za uvođenje u dejstvo, opaljenje 15 zrna i prebacivanje na drugi položaj radi izbegavanja kontrabaterijske vatre.

Prema podacima kompanije GDSBS, standardna haubica M109, bez ove opreme, za izvršenje sličnih zadataka zahteva 52 minuta (uključujući topografske radnje), pri čemu troši više municije za neutralizaciju cilja.

* Prema podacima iz International Defence Review, jul 2007.



Slika: Oruđe 155 mm/52 APU
SBT španske armije

Ukoliko se zahteva, kompanija GDSBS može, radi povećanja režima vatre, da opremi modernizovane haubice M109A5E sistemom FIRS (Full Integrated Ramming System) koji, takođe, smanjuje zamor posluge. On integriše četiri glavna podsistema: hidraulični pokretni sistem, sistem za pokretanje zatvarača, automatski magacin za kapisle i sistem za upravljanje topom. Pogon predstavljaju ugrađeni hidraulični i električni sistem i, prema GDSBS, samo minimalne modifikacije su potrebne za njihovu integraciju sa platformom.

Sistem FIRS može da ubacuje svu NATO municiju 155 mm dužine do 1 m, a može da se prilagodi za razne tipove oruđa. Ispitivanja su pokazala da oruđe M109 sa sistemom FIRS može da opali tri zrna za 11 sekundi i devet zrna za 52 sekunde.

Španija ima 96 samohodnih artiljerijskih sistema M109A5E i očekuje se da će svi biti modernizovani do poboljšane konfiguracije. DAMPS i AGLS su već klasifikovani za artiljerijske sisteme 155 mm/52 kalibra model V07 i SIAC (Sistema Integrado de Artilleria de Campana) i biće uključeni u opremu oruđa zajedno sa sistemom FIRS. Za ta oruđa predviđeni su kamioni IVECO 6×6.

Glavna proizvodnja standardnih sistema počće u 2009. godini i trajaće do 2013. godine.

Preveo *Mirko Krbavac*

„*Vojnotehnički glasnik*“ je stručni i naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije, koji objavljuje: originalne naučne radove, prethodna saopštenja, pregledne radove i stručne radove, prikaze naučno-stručnih skupova kao i tehničke informacije o savremenim sistemima naoružanja i savremenim vojnim tehnologijama.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata jedinstvenu intervidovsku tehničku podršku Vojske na principu logističke systemske podrške, oblasti osnovnih, primenjenih i razvojnih istraživanja, kao i proizvodnju i upotrebu sredstava NVO, i ostala teorijska i praktična dostignuća koja doprinose usavršavanju pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije.

Članak se dostavlja Redakciji na disketi ili CD-u (Times New Roman, srpska latinica, veličina slova 11,5 pt, prored single) i odštampan u dva primerka.

Članak treba da sadrži rezime (u najviše osam do deset redova), sa ključnim rečima na srpskom i engleskom jeziku, uvod, razradu, zaključak i literaturu. Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica formata A4 sa proredom single). Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, bez daktilografskih grešaka, bez skraćenica (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u Međunarodnom sistemu mernih jedinica – SI. Redosled obrazaca (formula) označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Crteže treba raditi u pogodnoj računarskoj grafici. Fotografije i crteže treba postaviti na željeno mesto u tekstu. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane. 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.

Pored članka dostavlja se propratno pismo u kojem treba istaći o kojoj vrsti članka se radi, koji su grafički prilozi (fotografije i crteži) originalni, a koji pozajmljeni.

U propratnom pismu navode se i podaci za autora.

Podaci za autora sadrže: ime i prezime, čin, zvanje, adresu poslodavca (VP), kućnu adresu, telefon na radnom mestu i kućni (mobilni) telefon, račun i naziv banke, SO mesta stanovanja i JMB građana.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima.

Rukopise slati na adresu: Redakcija časopisa „Vojnotehnički glasnik“, 11002 Beograd, Balkanska 53, VE-1.

Redakcija

*Čitaocima
i saradnicima
čestitamo
novu
2009.
godinu*

Redakcija



DIREKCIJA ZA IZDAVAČKU
I BIBLIOTEČKO-INFORMACIONU DELATNOST
11000 Beograd, Balkanska 53 • telefaks: 011/3612-506

Preporučujemo nova izdanja VOJNOIZDAVAČKOG ZAVODA

EDICIJA „NAORUŽANJE DRUGOG SVETSKOG RATA“ autor Duško Nešić

Knjiga 1

NEMAČKA

Tenkovi i oklopna vozila
/ Ratna mornarica

- tvrd povež, 21 × 29,7 cm,
288 str. • šifra 111047
- cena: 2.160,00 din.



Knjiga 2

NEMAČKA

Ratno Vazduhoplovstvo

- tvrd povež, 21 × 29,7 cm,
214 str. • šifra 111049
- cena: 1.890,00 din.



Knjiga 3

JAPAN

Tenkovi i oklopna vozila
/ Ratna mornarica
/ Ratno vazduhoplovstvo

- tvrd povež, 21 × 29,7 cm,
238 str. • šifra 111050
- cena: 1.998,00 din.



Knjiga 4

ITALIJA

Tenkovi i oklopna vozila
/ Ratna mornarica
/ Ratno vazduhoplovstvo

- tvrd povež, 21 × 29,7 cm,
160 str. • šifra 111052
- cena: 1.620,00 din.

Knjiga 5

SAD

Tenkovi i oklopna vozila
/ Ratna mornarica
/ Ratno vazduhoplovstvo

- tvrd povež, 21 × 29,7 cm,
364 str. • šifra 111057
- cena: 2.646,00 din.



Knjiga 6

VELIKA BRITANIJA

Tenkovi i oklopna vozila
/ Ratna mornarica
/ Ratno vazduhoplovstvo

- tvrd povež, 21 × 29,7 cm,
360 str. • šifra 111062
- cena: 2.646,00 din.



Knjiga 7

SSSR • Tenkovi i oklopna vozila / Ratna mornarica / Ratno vazduhoplovstvo • u pripremi

Knjiga 8

FRANCUSKA • Tenkovi i oklopna vozila / Ratna mornarica / Ratno vazduhoplovstvo • u pripremi

Ovom narudžbenicom neopozivo naručujem knjige sa šifrom/primeraka		Telefoni za informacije: (011) 3612-506 i vojni 23-495
		Kupac:
		Ulica i broj:
		Mesto i broj pošte:
Knjige ću platiti (zaokružiti broj): 1) odjednom (plaćanje unapred) 2) na kredit u _____ mesečne rate (najviše šest rata) po _____ dinara (najmanji iznos rate je 1.000 din.) Uz narudžbenicu poslati dokaz o uplati.		Telefon:
		Potpis naručioca:
NAPOMENA: za svaku narudžbu knjiga potrebno je uplatiti 200,00 din. za troškove poštarine.		
DIREKCIJA ZA IZDAVAČKU I BIBLIOTEČKO-INFORMACIONU DELATNOST		
Žiro račun: 840-19540845-28 RC MO; pib 102116082		
Reklamacije za naručene knjige primamo u roku od 30 dana		

Art direktor
mr *Nebojša* Kujundžić

Tehničko uređenje
Zvezda Jovanović

Lektor i korektor
Dobriša Miletić, profesor

Cena: 423,00 dinara
Tiraž: 700 primeraka

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku,
tehnologiju i razvoj Republike Srbije,
broj 413-00-1201/2001-01 od 12. 9. 2001. godine,
časopis „Vojnotehnički glasnik“ je publikacija
od posebnog interesa za nauku.

UDC: Centar za vojnonaučnu dokumentaciju, informacije i bibliotekarstvo (CVNDIB)